

JOURNAL OF SPORTS SCIENCE AND HEALTH INNOVATION

VOL 5 ISSUE 4 (OCTOBER - DECEMBER 2026)

ISSN : 2821-9511 (ONLINE)

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ
กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย

เจ้าของ เครือข่ายสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย

บรรณาธิการ
รองศาสตราจารย์ ดร.เตชภณ ทองเติม — มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

รองบรรณาธิการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐา อินธิชิต — มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
อาจารย์ ดร.จีรนันท์ แก้วมา — มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้ช่วยบรรณาธิการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัย กาบบัว — มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
อาจารย์ธรรญญพร เพ็งสีแสง — มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

กองบรรณาธิการ
รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยวัฒน์ นามบุญลือ — มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.ยรรยงค์ พานเพ็ง — มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
รองศาสตราจารย์ ดร.ธนัมพร ทองลอง — มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรพล ทองนำ — มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาคภูมิ โชคทวีพาณิชย์ — มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา ชุมแวงวาปี — มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนวรรณพร ศรีเมือง — มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปริวัตร ปาโส — มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
อาจารย์ ดร.ณัฐธิดา บังเมฆ — มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
อาจารย์ ดร.สิริกาญจน์ สันติเสวี — มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
อาจารย์ ดร.เพชรัชน์ อ้นโต — มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
อาจารย์ ดร.ธำรงค์ บุญพรหม — มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
อาจารย์ธนาศิลป์ ทองสมจิตต์ — มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

ที่ปรึกษาฝ่ายวิชาการ
ศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ — เกษียณอายุราชการ
ศาสตราจารย์ ดร.เอมอัชฌา วัฒนบุรานนท์ — เกษียณอายุราชการ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประจำฉบับ
รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยวัฒน์ นามบุญลือ — มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.อชิระ หิรัญตระกูล — มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย
รองศาสตราจารย์ ดร.ยรรยงค์ พานเพ็ง — มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
รองศาสตราจารย์ ดร.กรีฑา พรหมเทพ — มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.ธนัมพร ทองลอง — มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.คมสิทธิ์ เกียนวัฒนา — มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนา จารุชาต — มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณวิสา บุญมาก — มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิมา พกุลานนท์ — มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัตถสิทธิ์ ไชยณรงค์ — มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รรินธร สัมฤทธิ์ — มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรอมลี มะกาเจ — มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญนิภา พูลสวัสดิ์ — มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาศ ยศเสนา — มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาคภูมิ โชคทวีพาณิชย์ — มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ์ คุณกิตติ — มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรดาว โพธิแสน — มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชชานันท์ ศรีสุภักดิ์ — มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เกษม สิงห์รุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิกร แก้วทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนพล แก้ววงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ ดีไม่น้อย	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกานต์ ขันทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไมยรา เศรษฐมาศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปริวัตร ปาโส	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุทธนา เรียนสร้อย	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ผู้ช่วยศาตราจารย์ภาคภูมิ พิลึก	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
อาจารย์ ดร.กัญจน์ จันทร์ศรีสุคต	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
อาจารย์ ดร.พัทธวรรณ ละโป้	มหาวิทยาลัยพะเยา
อาจารย์ ดร.จีรนันท์ แก้วมา	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร.ณฐมน เปียแก้ว	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
อาจารย์ ดร.ณัฐธิดา บังเมฆ	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
อาจารย์ ดร.วรเมธ ประจงใจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
อาจารย์ ดร.ไตรมิตร โพธิแสน	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ ดร.กิตติพงษ์ พลทิพย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
อาจารย์ ดร.คมชนัญ โวหาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
อาจารย์ ดร.ธำรงค์ บุญพรหม	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
อาจารย์ ดร.สุรศักดิ์ เขตชัยภูมิ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ดร.อัฐรัฐ ยงทวี	สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา
อาจารย์ธรรญญพร เพ็งสีแสง	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่บทความวิชาการและบทความวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา การออกกำลังกาย พลศึกษา สุขศึกษา นันทนาการ และการบูรณาการศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้หลักวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพสู่ชุมชนและท้องถิ่น

กำหนดการออก

วารสารมีกำหนดการเผยแพร่ปีละ 4 ฉบับ ได้แก่
- ฉบับที่ 1 (มกราคม - มีนาคม)
- ฉบับที่ 2 (เมษายน - มิถุนายน)
- ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม - กันยายน)
- ฉบับที่ 4 (ตุลาคม - ธันวาคม)

รูปแบบเล่ม

ขนาด A4 (21 x 29.7 เซนติเมตร)

การเผยแพร่

ออนไลน์ (Online)

ISSN

2821-9511 (Online)

นโยบายการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI)

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย อนุญาตให้ผู้เขียนใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ หรือเทคโนโลยีที่มีปัญญาประดิษฐ์ช่วยสนับสนุนในการเตรียมต้นฉบับได้อย่างเหมาะสม เช่น การตรวจสอบภาษา การปรับปรุงความชัดเจนของข้อความ การแปลเบื้องต้น การจัดโครงสร้างเนื้อหา หรือการสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งนี้ เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ไม่สามารถระบุเป็นผู้แต่งหรือผู้มีส่วนร่วมในบทความได้ และผู้เขียนต้องรับผิดชอบต่อความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ ความเป็นต้นฉบับ จริยธรรมการวิจัย และเนื้อหาทางวิชาการทั้งหมดของบทความ

ผู้เขียนที่ใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ในการเตรียมต้นฉบับต้องเปิดเผยการใช้งานอย่างชัดเจน โดยระบุชื่อเครื่องมือ วัตถุประสงค์ และขอบเขตของการใช้ในต้นฉบับ วารสารไม่อนุญาตให้ใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสร้างข้อมูล ผลการวิจัย ภาพ ตาราง หรือเอกสารอ้างอิงที่ไม่มีอยู่จริง บิดเบือนข้อมูล คัดลอกผลงานผู้อื่น หรือแทนที่การวิเคราะห์และการตัดสินใจทางวิชาการของผู้เขียน หากพบการใช้ปัญญาประดิษฐ์โดยไม่เปิดเผยหรือใช้ในลักษณะที่กระทบต่อความถูกต้องและจริยธรรมการตีพิมพ์ วารสารอาจพิจารณาปฏิเสธบทความหรือดำเนินการตามหลักจริยธรรมการตีพิมพ์ทางวิชาการ

ลิขสิทธิ์

กองบรรณาธิการวารสาร จะไม่รับพิจารณาบทความที่เป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ ในกรณีที่มีการละเมิดลิขสิทธิ์ขึ้น ทางผู้เขียนเป็นผู้รับผิดชอบแต่เพียงฝ่ายเดียว

การติดต่อ

กองจัดการวารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ
กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย

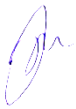
ที่ตั้ง : สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
319 ถ.ไทยพันทา ต.โพธิ์ อ.เมืองศรีสะเกษ จ.ศรีสะเกษ 33000
E-mail address: spsc_journal@sskru.ac.th
Website: https://he03.tci-thaijo.org/index.php/SPSC_Network/

บรรณาธิการแถลง

สวัสดีสมาชิก ผู้อ่าน และนักวิจัยทุกท่าน ในนามของกองบรรณาธิการ วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย (Journal of Sports Science and Health Innovation, Rajabhat University Group of Thailand: SHIRT) ผมมีความยินดีอย่างยิ่งที่จะนำเสนอวารสาร ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 ประจำเดือนตุลาคม–ธันวาคม พ.ศ. 2569 ซึ่งเป็นฉบับส่งท้ายปีและมีความหมายสำคัญต่อกองบรรณาธิการ เนื่องจากเป็นฉบับสุดท้ายที่เผยแพร่ภายใต้ชื่อวารสาร SHIRT วารสารฉบับนี้รวบรวมบทความจำนวน 18 เรื่อง ที่สะท้อนความหลากหลายขององค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา การออกกำลังกาย พลศึกษา สุขศึกษา และการส่งเสริมสุขภาวะ ตลอดจนการบริหารจัดการกีฬา โดยมีสาระสำคัญครอบคลุมการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและความสามารถทางกีฬา การพัฒนาโปรแกรมฝึกและเครื่องมือประเมิน การจัดการเรียนรู้และส่งเสริมกิจกรรมทางกายในสถานศึกษา รวมถึงการดูแลสุขภาพของประชาชนในช่วงวัยต่าง ๆ ความหลากหลายของบทความสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของการบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการศึกษา การกีฬา และการส่งเสริมคุณภาพชีวิตในบริบทที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ บทความทุกเรื่องผ่านกระบวนการกลั่นกรองและประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญสอดคล้องกับเนื้อหาของบทความและไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้นิพนธ์ เพื่อรักษามาตรฐานทางวิชาการและความน่าเชื่อถือของวารสารอย่างต่อเนื่อง

ในโอกาสนี้ ผมขอแจ้งให้สมาชิก ผู้อ่าน และนักวิจัยทุกท่านทราบถึงการเปลี่ยนแปลงสำคัญของวารสาร โดยตั้งแต่ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2570 เป็นต้นไป วารสารจะเปลี่ยนชื่อเป็น Journal of Applied Sport Science and Integrative Well-Being (JASIW) โดยใช้ชื่อภาษาอังกฤษเป็นชื่อทางการเพียงชื่อเดียว พร้อมปรับตราสัญลักษณ์และอัตลักษณ์ของวารสารให้สอดคล้องกับทิศทางทางวิชาการใหม่ การเปลี่ยนแปลงครั้งนี้มิใช่เพียงการปรับชื่อหรือภาพลักษณ์ หากเป็นการกำหนดจุดยืนทางวิชาการให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา การออกกำลังกาย กิจกรรมทางกาย พลศึกษา สุขศึกษา และนันทนาการ เพื่อส่งเสริมสุขภาวะแบบบูรณาการและการพัฒนาเชิงพื้นที่ ควบคู่กับการยกระดับมาตรฐานการดำเนินงาน ทั้งกระบวนการประเมินบทความแบบผู้ประเมินและผู้นิพนธ์ไม่ทราบชื่อซึ่งกันและกัน (double-anonymous peer review) โดยผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 2 ท่าน การเผยแพร่บทความแบบเข้าถึงเสรีทันที (immediate open access) ภายใต้สัญญาอนุญาต CC BY 4.0 และการกำหนดนโยบายการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างโปร่งใสและมีความรับผิดชอบ โดยคำนึงถึงหลักจริยธรรมและแนวปฏิบัติด้านการตีพิมพ์วิชาการระดับนานาชาติ ทั้งนี้ วารสารยังคงดำเนินงานโดยเครือข่ายสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย และมุ่งมั่นพัฒนาคุณภาพการเผยแพร่ผลงานเพื่อเสริมสร้างความเชื่อมั่นและขยายโอกาสในการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างนักวิชาการทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ท้ายที่สุดนี้ ผมขอขอบคุณผู้นิพนธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ กองบรรณาธิการ และผู้อ่านทุกท่านที่ร่วมกันสนับสนุนและขับเคลื่อนวารสาร SHIRT ตลอดระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา การก้าวเข้าสู่ปี พ.ศ. 2570 ภายใต้ชื่อ JASIW มิใช่การเริ่มต้นใหม่โดยละทิ้งรากฐานเดิม หากเป็นการสานต่อความร่วมมือและคุณค่าทางวิชาการที่ทุกฝ่ายได้ร่วมกันสร้างสรรค์ พร้อมเปิดรับโอกาสใหม่ในการพัฒนาองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาวะให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น ในวาระดิถีขึ้นปีใหม่ พ.ศ. 2570 ผมขอส่งความปรารถนาดีมายังสมาชิก ผู้อ่าน นักวิจัย และครอบครัวทุกท่าน ขอให้ประสบแต่ความสุข มีสุขภาพกายและใจที่แข็งแรง เจริญก้าวหน้าในหน้าที่การงาน และประสบความสำเร็จในการสร้างสรรค์ผลงานทางวิชาการ กองบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะยังคงได้รับความไว้วางใจและการสนับสนุนจากทุกท่าน เพื่อร่วมกันพัฒนา Journal of Applied Sport Science and Integrative Well-Being (JASIW) ให้เป็นพื้นที่แห่งการสร้างสรรค์และเผยแพร่องค์ความรู้ที่มีคุณค่าต่อวงวิชาการและสังคมอย่างยั่งยืน



(รองศาสตราจารย์ ดร.เตชภณ ทองเติม)
บรรณาธิการวารสาร

สารบัญ

รหัสบทความ

ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพในนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี e264001
ธนาศิลป์ ทองสมจิตต์ จิตติ ชนะฤทธิชัย และนุชษรา ติเยาว์

การวิ่งลงเนิน: กลไกการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย และแนวทางการฝึกเพื่อการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ e264002
จตุรภุช บุษรา และนิรอมลี มะกาเจ

การพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานแบบทดสอบความคล่องแคล่ววองไว ของนักกีฬาฟุตบอลที่มีศักยภาพสูง e264003
ณัฏฐนันท์ ศศะรมย์ อัชรัฐ ยงทวี ทวีศักดิ์ ประสิทธิ์อ้น
ธิติวัฒน์ น้อยคำเมือง และณัฏฐ์พัชร์ ยุติธรรม

ผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา e264004
การะเกด หัตถกิจวิไล และอรพิมล กิตติธีรโสภณ

ผลของการฝึกแบบสถานีที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของผู้ชายที่มีน้ำหนักปกติและผู้ชายที่มีน้ำหนักเกิน e264005
อทิติ วลัญช์เพียร

การพัฒนาความคล่องแคล่ววองไวและความเร็วในกีฬาฟุตบอลโดยใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 e264006
จักรี ขันตยาภรณ์ ธำรงค์ บุญพรหม และยุพิน ยืนยง

พฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ e264007
สุขุมาล ทองดี วัชระ เพชรคล้าย เบญจมาศ ยศเสนา
ศศิกัญญ์ นำบุญจิตต์ และเบญจวรรณ ยศเสนา

การสังเคราะห์แนวคิดการสร้างแบรนด์และการจัดการโลจิสติกส์เพื่อเสริมสร้าง ความได้เปรียบทางการแข่งขันของธุรกิจเครื่องแต่งกายทางการกีฬาในจังหวัดชลบุรี e264008
ปรียาภรณ์ แซ่ตั้น ธนริศย์ ธนัยอุดมพัฒน์ และนลินีวรรณ ประพันธา

การพัฒนาพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามวัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุก e264009
ณิชกมล ทำนา และปาริชาติ ประเสริฐสังข์

ผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสานที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม e264010
วชิรวิทย์ ช้างแก้ว

ความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุจังหวัดศรีสะเกษ e264011
ธรรญญพร เพ็งสีแสง และจาตุรณต์ บุรวัฒน์

สารบัญ

รหัสบทความ

การปรับตัวเชิงแรง-เวลาเฉพาะเจาะจงต่อการฝึกแบบพลัยโอเมตริก และการฝึกแบบตรงกันข้าม ในนักกีฬาวอลเลย์บอล e264012
ธนกร ไข่มุสิก เพ็ญพักตร์ หนูผุด และมณฑล ทองโรจน์

การพัฒนาโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพื่อพัฒนาคะแนนวิชาพลศึกษาของนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตปกครองตนเองมองโกเลียใน e264013
สู เสี้ยวเทียน ประกิต หงษ์แสนยาธรรม และประพจน์ แย้มทิม

การพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการเพื่อส่งเสริมนักกีฬาวูซูเยาวชนชั้นเลิศในมณฑลเหอเป่ย e264014
หลี่ ห้าว ประกิต หงษ์แสนยาธรรม และเอก เกิดเต็มภูมิ

การพัฒนาแผนการสอนแบดมินตันเพื่อพัฒนาสมรรถนะแบดมินตันของนักศึกษาวิทยาลัยในมณฑลเจียงซู e264015
หลิว ฮุ้ยเจี๋ย ยูรสิน วัฒนพยุงกุล และประกิต หงษ์แสนยาธรรม

การพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการชมรมแบดมินตันสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยในเมืองเทียนจิน e264016
หวัง ซือหยู่หาน ประกิต หงส์แสนยาธรรม และเอก เกิดเต็มภูมิ

การสร้างรูปแบบการจัดการความฉลาดรู้ทางกายนอกหลักสูตร เพื่อปลูกฝังความตระหนักรู้ในการทำกิจกรรมทางกายตลอดชีวิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยในมณฑลเหอหนาน e264017
โหล หยวนเหอ ปรีชา พงษ์เพ็ง และประกิต หงษ์แสนยาธรรม

การออกแบบโปรแกรมฝึก SPARQ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเล่นเทเบิลเทนนิสของนักศึกษามหาวิทยาลัย e264018
หวาง ฉี ประกิต หงษ์แสนยาธรรม และเหงียน ตรา เกียง

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพในนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

EFFECTS OF A RESISTANCE TRAINING PROGRAM ON HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN KANCHANABURI RAJABHAT UNIVERSITY

ธนาศิลป์ ทองสมจิตต์[1] จิตติ ชนะฤทธิชัย[1*] และ นุชษรา ติเยาว์[2]

Thanasin Thongsomjit[1], Jitti Chanalithichai[1*] and Nuchsara Tiyao[2]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
[2]สำนักงานอธิการบดี ฝ่ายประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
[1]Department of Sports Science and Exercise Science, Faculty of Science and Technology,
Kanchanaburi Rajabhat University, Kanchanaburi province
[2]Public Relations Division, Office of the President, Kanchanaburi Rajabhat University, Kanchanaburi province
[*]Corresponding Author: tataejitti@kru.ac.th

Received: April 21, 2026 **Revised:** May 8, 2026 **Accepted:** May 10, 2026

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี 2) เพื่อศึกษาผลของปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน และ 3) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ 2 × 2 factorial design กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี อายุระหว่าง 18–25 ปี จำนวน 40 คน คัดเลือกด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง และแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองเพศชาย กลุ่มทดลองเพศหญิง กลุ่มควบคุมเพศชาย และกลุ่มควบคุมเพศหญิง กลุ่มทดลองเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ได้แก่ ดัชนีมวลกาย ความอ่อนตัวของร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ Two-way analysis of variance (ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ดัชนีมวลกายไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายระหว่างนักศึกษาเพศชายและเพศหญิง และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศ สรุปได้ว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถส่งเสริมสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุมสามารถยืนยันนำไปใช้เป็นมาตรฐานสำหรับนักศึกษาได้โดยไม่ต้องแยกตารางฝึกตามเพศ

คำสำคัญ: การออกกำลังกายแบบแรงต้าน, สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ, โปรแกรมการออกกำลังกาย, นักศึกษา

Abstract

This study aimed to 1) examine the effects of a resistance training program on health-related physical fitness among students at Kanchanaburi Rajabhat University, 2) compare health-related physical fitness between male and female students, and 3) investigate the interaction between the resistance training program and sex on health-related physical fitness. The study employed a quasi-experimental design using

a 2 × 2 factorial design. The participants consisted of 40 university students aged 18–25 years who were selected through purposive sampling and divided into four groups: experimental male, experimental female, control male, and control female. The experimental groups participated in a resistance training program three times per week for 8 weeks. Health-related physical fitness was assessed using standardized tests including body mass index (BMI), flexibility (Sit and Reach Test), muscular strength and muscular endurance (60-second Chair Stand Test), and cardiorespiratory endurance (3-Minute Step Test). Data were analyzed using mean, standard deviation, and two-way analysis of variance (ANOVA). The results revealed that the resistance training program significantly enhanced flexibility, muscular strength and muscular endurance, and cardiorespiratory endurance ($p < .05$). However, no significant change was found in body mass index. In addition, no significant difference in physical fitness was found between male and female students, and no interaction effect between the resistance training program and sex was observed. In conclusion, the resistance training program effectively enhanced health-related physical fitness among university students and could be applied as a practical model for physical fitness promotion in university settings.

Keywords: Resistance training, Health-related physical fitness, Exercise program, University students

บทนำ

ปัจจุบันการมีกิจกรรมทางกายอย่างสม่ำเสมอเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (non-communicable diseases: NCDs) เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน และโรคอ้วน นอกจากนี้ การออกกำลังกายมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการทำงานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และส่งเสริมสมรรถภาพทางกายโดยรวมของมนุษย์ (Warburton & Bredin, 2017) อีกทั้งการมีกิจกรรมทางกายอย่างเพียงพอ ยังมีความสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงของโรคเมตาบอลิก การควบคุมน้ำหนักตัว และการส่งเสริมคุณภาพชีวิตในระยะยาว (Myers et al., 2015) อย่างไรก็ตาม นักศึกษามหาวิทยาลัยยังคงเผชิญกับประเด็นด้านสมรรถภาพทางกาย โดยพบว่าปัจจัยด้านพฤติกรรมสุขภาพ เช่น ความถี่ ระยะเวลา และความหนักของการออกกำลังกาย รวมถึงพฤติกรรมการใช้ชีวิต เช่น การนอนหลับ การใช้เวลาหน้าจอ การสูบบุหรี่ และการบริโภคอาหาร ล้วนมีความสัมพันธ์กับระดับสมรรถภาพทางกายของนักศึกษา (Huang et al., 2025) จากรูปแบบการใช้ชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และการใช้เวลาอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเวลานาน ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมเนือยนิ่ง (sedentary behavior) เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ระดับสมรรถภาพทางกายลดลงและเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในระยะยาว (Booth et al., 2012) รายงานขององค์การอนามัยโลก (World health organization, 2020) ยังระบุว่าประชากรวัยผู้ใหญ่จำนวนมากมีกิจกรรมทางกายในระดับต่ำกว่าที่แนะนำ โดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษาที่มีลักษณะการใช้ชีวิตแบบนั่งเรียนเป็นเวลานาน นอกจากนี้ ยังมีรายงานยืนยันว่าพฤติกรรมเนือยนิ่งและระดับกิจกรรมทางกายที่ไม่เพียงพอในกลุ่มวัยรุ่นและนักศึกษามหาวิทยาลัยยังคงเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อสุขภาพและสมรรถภาพทางกายในระยะยาว (World Health Organization, 2022) จากที่กล่าวมานั้น สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ (health-related physical fitness) เป็นตัวชี้วัดสำคัญของสุขภาพที่สะท้อนความสามารถของร่างกายในการทำกิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ 1.องค์ประกอบของร่างกาย 2.ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 3.ความอดทนของกล้ามเนื้อ 4.ความอ่อนตัว และ 5.ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับสุขภาพและคุณภาพชีวิตของบุคคล (Mcardle et al., 2015) ดังนั้นการพัฒนาสมรรถภาพทางกายตั้งแต่วัยหนุ่มสาวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสามารถช่วยลดความเสี่ยงของโรคในอนาคตและส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพที่ดีในระยะยาว ซึ่งการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (resistance training) นั้น เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถส่งเสริมสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพได้หลายด้าน ทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และความสามารถในการทำงานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด นอกจากนี้ การฝึกแบบแรงต้านแบบผสมผสานยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาองค์ประกอบของร่างกาย

โดยเฉพาะการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและการควบคุมมวลไขมันได้อย่างดี เมื่อเปรียบเทียบกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิก การฝึกแบบแรงต้านสามารถช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการทำงานของระบบโครงสร้างร่างกายได้อย่างชัดเจนมากกว่า เหมาะสมกับนักศึกษามหาวิทยาลัยที่มีข้อจำกัดด้านเวลาและรูปแบบการใช้ชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yu & Kanchanathaweekul (2023). ที่พบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์สามารถช่วยพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัวของนักศึกษามหาวิทยาลัยได้อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้ง การออกกำลังกายแบบแรงต้านยังสามารถออกแบบให้ใช้อุปกรณ์ไม่ซับซ้อน ใช้พื้นที่จำกัด และใช้ระยะเวลาในการฝึกต่อครั้งไม่มาก จึงเหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในบริบทของนักศึกษามหาวิทยาลัยในปัจจุบัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา สอดคล้องกับ Grgic et al. (2018) รายงานว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ทั้งในเพศชายและเพศหญิงอย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม การศึกษาส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นผลของกิจกรรมทางกายต่อสุขภาพโดยรวมหรือพฤติกรรมการออกกำลังกาย ขณะที่ผลของปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน และการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพยังมีจำนวนจำกัด โดยเฉพาะในบริบทของสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี รวมทั้งปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพระหว่างเพศชายและเพศหญิง และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศ เพื่อสร้างองค์ความรู้เชิงประจักษ์ที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมการส่งเสริมกิจกรรมทางกายและสุขภาพของนักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ 2 × 2 factorial design เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายและศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านกับเพศที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษา มีขั้นตอนดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษาที่ดำเนินการวิจัย และมีอายุระหว่าง 18–25 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เกณฑ์คัดเข้า เป็นนักศึกษาที่ศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี อายุระหว่าง 18–25 ปี จำนวน 40 คน คัดเลือกโดยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยผู้วิจัยคัดเลือกผู้เข้าร่วมที่มีลักษณะพื้นฐานด้านสุขภาพและระดับกิจกรรมทางกายใกล้เคียงกันจากการประเมินด้วยแบบสอบถาม international physical activity questionnaire (ipaq) จากผู้ที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยและผ่านเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนด เกณฑ์คัดออก นักศึกษาไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมมากกว่าร้อยละ 20 ของระยะเวลาการฝึกทั้งหมดหรือได้รับบาดเจ็บขอถอนตัวจากการวิจัยระหว่างดำเนินการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ขนาดกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวสอดคล้องกับรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) และการศึกษาทางวิทยาศาสตร์การกีฬาที่มีลักษณะการทดลองแบบแบ่งกลุ่ม โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึก ความต่อเนื่องในการติดตามผล และข้อจำกัดด้านการควบคุมการเข้าร่วมโปรแกรมของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

1. กลุ่มทดลองเพศชาย
2. กลุ่มทดลองเพศหญิง

3. กลุ่มควบคุมเพศชาย
4. กลุ่มควบคุมเพศหญิง

กลุ่มทดลองเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตามแผนการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง โดยไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายอื่นเพิ่มเติมระหว่างการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมดำเนินกิจวัตรประจำวันตามปกติ และไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านเพิ่มเติมที่ผู้วิจัยกำหนด อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยขอความร่วมมือให้ผู้เข้าร่วมวิจัยคงรูปแบบการใช้ชีวิตและกิจกรรมทางกายตามปกติไว้ตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยผู้วิจัยใช้แบบสอบถาม international physical activity questionnaire (ipaq) เพื่อติดตามและประเมินระดับกิจกรรมทางกายพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสองกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมการออกกำลังกาย

แบบสอบถามชนิดมีโครงสร้าง (structured questionnaire) ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมการวิจัย ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา และข้อมูลด้านพฤติกรรมการออกกำลังกาย เช่น ความถี่ ระยะเวลา และความเข้มข้นของกิจกรรมทางกาย โดยแบบสอบถามดังกล่าวปรับใช้จากแบบสอบถามมาตรฐาน international physical activity questionnaire (ipaq) และได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและการวิจัย จำนวน 3 ท่าน ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 ก่อนนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

การประเมินสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพใช้แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับประชาชนทั่วไป อายุ 19–59 ปี ของ กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (department of physical education (2019) ซึ่งเป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้ในระดับประเทศ โดยครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ได้แก่

1) ดัชนีมวลกาย (body mass index: bmi) ใช้ประเมินองค์ประกอบของร่างกายโดยเลือกใช้ดัชนีมวลกายเป็นตัวชี้วัด เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายมาตรฐานของกรมพลศึกษา ซึ่งใช้ประเมินสมรรถภาพทางกายในระดับประเทศ

2) แบบทดสอบลุก–นั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที (60-second chair stand test) ใช้ประเมินสมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อขา ซึ่งสะท้อนทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscular strength) และความอดทนของกล้ามเนื้อ (muscular endurance)

3) แบบทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า (sit and reach test) ใช้ประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างและต้นขาด้านหลัง

4) แบบทดสอบก้าวขึ้น–ลง 3 นาที (3-minute step test) ใช้ประเมินความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด

3. โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการศึกษาหลักการฝึกออกกำลังกายตามแนวทางของ american college of sports medicine (2021) และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยออกแบบตามหลัก FITT ได้แก่ ความถี่ (frequency) 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ความหนัก (intensity) ระดับปานกลางไปหนัก ระยะเวลา (time) ครั้งละ 60 นาทีและรูปแบบการฝึก (type) การออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักตัวและอุปกรณ์ประกอบการฝึก จากนั้นนำโปรแกรมไปตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของโปรแกรมก่อนนำไปใช้จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1) การเตรียมการชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอน และรายละเอียดโครงการวิจัยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ และคัดกรองเบื้องต้นจากการตอบแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป พฤติกรรมการออกกำลังกาย (ipaq) เพื่อคัดกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) ก่อนเริ่มโปรแกรมการฝึก ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบสมรรถภาพทางกายพื้นฐาน (pre-test) ของผู้เข้าร่วมทุกกลุ่ม เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงภายหลังการทดลองโดยใช้แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายประชาชน อายุ 19–59 ปี ของ กรมพลศึกษา (2562) ประกอบด้วย 5 รายการ ดังนี้: 1. การวัดองค์ประกอบร่างกาย: ดัชนีมวลกาย (body mass index: bmi) 2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและ 3. ความอดทนของกล้ามเนื้อขา: แบบทดสอบลุก-นั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที (60-second chair stand test) 4. ความอ่อนตัว: แบบทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า (sit and reach test) 5. ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด: แบบทดสอบก้าวขึ้น-ลง 3 นาที (3-minute step test)

3) ดำเนินการเก็บข้อมูลกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (resistance training) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (สัปดาห์ละ 3 ครั้ง) ส่วนกลุ่มควบคุมดำเนินกิจวัตรประจำวันตามปกติ โดยไม่มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการออกกำลังกาย เก็บข้อมูลภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเมื่อครบกำหนดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบสมรรถภาพทางกายซ้ำด้วยรายการและขั้นตอนเดียวกับการทดสอบก่อนการทดลอง (pre-test)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยกำหนดขั้นตอนดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลสมรรถภาพทางกายในแต่ละรายการ
2. การเปรียบเทียบผลการทดลอง ผู้วิจัยใช้สถิติเชิงอนุมานเพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

- การเปรียบเทียบภายในกลุ่ม (intra-group comparison): วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพทางกายระหว่างก่อนการทดลอง (pre-test) และหลังการทดลอง (post-test) ภายในกลุ่มเดียวกัน

- การวิเคราะห์อิทธิพลหลักและปฏิสัมพันธ์ (main effects and interaction): วิเคราะห์ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (factor a) ปัจจัยด้านเพศ (factor b) และอิทธิพลร่วมระหว่างโปรแกรมกับการออกกำลังกายกับเพศ (interaction effect) ที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง two-way analysis of variance (ANOVA)

3. การทดสอบสมมติฐานทั้งหมดกำหนดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยแบ่งตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1) ผลการศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ พบว่ากลุ่มทดลองมีแนวโน้มของสมรรถภาพทางกายดีขึ้นภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการฝึก โดยเฉพาะด้านความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ขณะที่ดัชนีมวลกายมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ดัง Table. 1-4

Table. 1 Body mass index (BMI)

Group	Pre-test (Mean ± SD)	Post-test (Mean ± SD)
experimental	22.26 ± 4.27	21.93 ± 4.00
control	22.54 ± 4.02	22.54 ± 4.03

Table. 2 Flexibility (sit and reach test)

Group	Pre-test (Mean ± SD)	Post-test (Mean ± SD)
experimental	10.68 ± 6.11	12.40 ± 5.68*
control	10.55 ± 8.32	11.00 ± 7.96

Table. 3 Muscular strength and muscular endurance (60-second chair stand test)

Group	Pre-test (Mean ± SD)	Post-test (Mean ± SD)
experimental	43.25 ± 13.74	44.60 ± 14.52*
control	37.05 ± 8.60	36.90 ± 8.26

Table. 4 Cardiorespiratory endurance (3-minute step test)

Group	Pre-test (Mean ± SD)	Post-test (Mean ± SD)
experimental	136.25 ± 26.13	139.20 ± 26.34*
control	132.90 ± 18.19	131.95 ± 18.63

2) ผลของปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันบางด้าน อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศ ($p > .05$) ดัง Table. 5

Table. 5 แสดงค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพจำแนกตามเพศ

Variable	Sex	Mean ± SD
body mass index	male	23.25 ± 4.48
(BMI)	female	22.23 ± 3.41
flexibility	male	10.62 ± 6.21
(sit and reach test)	female	11.68 ± 7.92
muscular strength and muscular endurance	male	46.98 ± 13.88
(60-second chair stand test)	female	33.93 ± 5.27
cardiorespiratory endurance	male	144.45 ± 18.13
(3-minute step test)	female	125.70 ± 23.74

3) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและปัจจัยด้านเพศที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (program × sex) พบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านส่งผลต่อความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ขณะที่ไม่พบอิทธิพลของปัจจัยด้านเพศและอิทธิพลร่วมระหว่างโปรแกรมกับเพศต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ดัง Table. 6

Table. 6 Results of Two-Way Analysis of Variance for Resistance Exercise Program and Gender Factors on Health-Related Physical Fitness

Variable	Factor	F	p-value
body mass index (BMI)	resistance training program	1.92	.178
	sex factor	0.63	.432
	program × sex interaction	0.77	.389
Flexibility (sit and reach test)	resistance training program	9.51	.004*
	sex factor	0.48	.492
	program × sex interaction	0.10	.757
muscular strength and endurance (60-second chair stand test)	resistance training program	12.84	.001*
	sex factor	3.17	.083
	program × sex interaction	0.92	.344
cardiorespiratory endurance (3-minute step test)	resistance training program	14.72	<.001*
	sex factor	2.11	.154
	program × sex interaction	1.26	.268

*$p < .05$

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษาได้อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาของ Grgic et al. (2018) ที่รายงานว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพทางกายได้อย่างมีประสิทธิภาพในทั้งเพศชายและเพศหญิง และยังสอดคล้องกับแนวทางของ American College of Sports Medicine (2021) ที่ระบุว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านอย่างสม่ำเสมอสามารถช่วยส่งเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และความสามารถในการทำงานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดได้ โดยเฉพาะในด้านความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด เนื่องมาจากการออกกำลังกายแบบแรงต้านช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท ส่งผลให้เกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยาของร่างกาย (physiological adaptation) ทั้งนี้ โปรแกรมการฝึกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ถูกออกแบบตามหลัก FITT และมีความต่อเนื่องในการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ จึงอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยกระตุ้นการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของผู้เข้าร่วมวิจัยได้อย่างเหมาะสม ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อและระบบไหลเวียนเลือดดีขึ้น ร่างกายจะเกิดการปรับตัวทั้งในด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการใช้พลังงาน และความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Mcardle et al. (2015) ที่อธิบายว่าการฝึกออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนโลหิต และระบบหายใจ ทำให้ร่างกายสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ในทางกลับกัน ผลการศึกษานี้ยังพบว่าค่าดัชนีมวลกาย ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึก ทั้งนี้อาจเกิดจากระยะเวลาของโปรแกรมการฝึกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีระยะเวลาเพียง 8 สัปดาห์ ซึ่งอาจเพียงพอต่อการปรับตัวทางสรีรวิทยาแต่ยังไม่

เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายอย่างชัดเจน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายเช่น การลดไขมันหรือการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ มักต้องอาศัยการฝึกอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาที่นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bull et al. (2020) ที่ระบุว่าการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบร่างกายจากการออกกำลังกายมักต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกอย่างต่อเนื่องจึงจะเห็นผลอย่างชัดเจน อีกทั้งดัชนีมวลกายเป็นตัวชี้วัดที่สะท้อนน้ำหนักตัวโดยรวม ซึ่งอาจยังไม่สามารถสะท้อนการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายได้อย่างละเอียดในระยะเวลาสั้น ทั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ World health organization (2020) ที่ระบุว่าการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายจากการออกกำลังกายมักต้องใช้ระยะเวลาการฝึกที่ต่อเนื่องในระยะยาวจึงจะเห็นผลอย่างชัดเจน นอกจากนี้ ดัชนีมวลกาย (BMI) เป็นตัวชี้วัดที่สะท้อนถึงน้ำหนักตัวโดยรวมของร่างกาย จึงอาจไม่สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกาย เช่น การเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อหรือการลดลงของมวลไขมัน ได้อย่างชัดเจนในระยะเวลาสั้น

สำหรับปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตัวแปรที่ศึกษา แม้ว่าค่าเฉลี่ยของเพศชายจะมีแนวโน้มสูงกว่าในบางตัวแปร เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือดก็ตาม ผลการศึกษาดังกล่าวอาจอธิบายได้ว่า จากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่มีช่วงอายุใกล้เคียงกัน และได้รับโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายในรูปแบบเดียวกัน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพทางกายในลักษณะที่ใกล้เคียงกันระหว่างเพศ นอกจากนี้ โปรแกรมการฝึกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการออกกำลังกายแบบแรงต้านในลักษณะทั่วไป (general resistance training) ที่มุ่งส่งเสริมสมรรถภาพทางกายโดยรวม และใช้ระดับความหนักของการฝึกที่เหมาะสมกับผู้เข้าร่วมทั้งสองเพศ จึงอาจทำให้ร่างกายของเพศชายและเพศหญิงสามารถตอบสนองต่อการฝึกได้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ไม่พบอิทธิพลของปัจจัยด้านเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Kenney et al. (2020) ที่อธิบายว่าการฝึกออกกำลังกายอย่างเป็นระบบสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้ในทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยผลของการฝึกขึ้นอยู่กับลักษณะของโปรแกรมการฝึก ความต่อเนื่องของการฝึก และการปรับตัวของร่างกาย มากกว่าปัจจัยด้านเพศเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ผลการวิจัยไม่พบปฏิสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษา ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าโปรแกรมการออกกำลังกายดังกล่าวสามารถส่งเสริมสมรรถภาพทางกายได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ขึ้นอยู่กับเพศและช่วยยืนยันว่าโปรแกรมการฝึกนี้มีความครอบคลุมและสามารถนำไปใช้เป็นมาตรฐานสำหรับนักศึกษาได้โดยไม่ต้องแยกตารางฝึกตามเพศ กล่าวคือ นักศึกษาทั้งเพศชายและเพศหญิงสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้ในทิศทางที่ใกล้เคียงกันเมื่อเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายในรูปแบบเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ 10 Roberts et al. (2020) ที่พบว่าการตอบสนองต่อการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน เมื่อควบคุมรูปแบบและความหนักของการฝึกอย่างเหมาะสม แม้ว่าระดับพื้นฐานของความแข็งแรงอาจแตกต่างกันบ้างระหว่างเพศ และโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาได้ เนื่องจากเป็นรูปแบบการฝึกที่สามารถดำเนินการได้ง่าย ใช้อุปกรณ์ไม่ซับซ้อน และเหมาะสมกับข้อจำกัดด้านเวลาและรูปแบบการดำเนินชีวิตของนักศึกษาในปัจจุบัน อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพในระดับมหาวิทยาลัยได้อย่างเหมาะสม แต่การศึกษาครั้งนี้ก็ยังมีกลุ่มตัวอย่างจำนวนค่อนข้างจำกัด ซึ่งอาจส่งผลต่อความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัยไปยังประชากรในวงกว้างได้ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผู้วิจัยจะมีการคัดกรองระดับกิจกรรมทางกายพื้นฐานและดำเนินการทดสอบก่อนการทดลองแล้ว แต่เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) จึงอาจยังมีความแตกต่างของพื้นฐานด้านกิจกรรมทางกายระหว่างผู้เข้าร่วมบางส่วน ซึ่งอาจส่งผลต่อการตอบสนองต่อโปรแกรมการฝึกได้ ดังนั้น การวิจัยในอนาคตควรมีการควบคุมตัวแปรด้านกิจกรรมทางกายพื้นฐานให้รัดกุมมากยิ่งขึ้น หรือใช้การสุ่มตัวอย่างแบบสมบูรณ์ (randomized controlled trial) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการอธิบายผลของโปรแกรมการฝึก และอีกประเด็นการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ซึ่งอาจส่งผลต่ออำนาจการทดสอบทางสถิติ (statistical power) ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเฉพาะการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพื่อเพิ่มความแม่นยำและความสามารถในการอธิบายผลการวิจัยให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นในคราวต่อไป

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ศึกษาผลของปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในด้านความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อ รวมถึงความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด ขณะที่ดัชนีมวลกายมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ ผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายระหว่างเพศชายและเพศหญิงพบว่า ทั้งสองเพศมีรูปแบบการพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่ใกล้เคียงกัน และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศ อีกทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการออกกำลังกายดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาได้อย่างเหมาะสมทั้งในเพศชายและเพศหญิง สรุป โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา และสามารถประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมกิจกรรมทางกายและสุขภาพในสถาบันการศึกษาได้ต่อไป จากผลการวิจัยดังกล่าว สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมสมรรถภาพทางกายและพฤติกรรมการออกกำลังกายของนักศึกษาได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าว สามารถพัฒนาความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อ รวมถึงความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้มีระยะเวลาการฝึกเพียง 8 สัปดาห์เท่านั้น ซึ่งอาจยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายอย่างชัดเจน ดังนั้น การวิจัยในอนาคตควรลองเพิ่มระยะเวลาของโปรแกรมการฝึกให้ยาวนานขึ้น เช่น 12–16 สัปดาห์ และเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย นอกจากนี้ควรใช้เครื่องมือในการประเมินองค์ประกอบของร่างกายที่มีความละเอียดมากขึ้น เช่น การวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายหรือมวลกล้ามเนื้อ เพื่อให้สามารถอธิบายผลของการฝึกออกกำลังกายได้ครอบคลุมและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

American College of Sports Medicine. (2021). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (11th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.

Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye, M. J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. Comprehensive Physiology, 2(2), 1143–1211. https://doi.org/10.1002/cphy.c110025

Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., & Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. British Journal of Sports Medicine, 54(24), 1451–1462. https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955

Department of Physical Education. (2019). Physical fitness test manual for people aged 19–59 years. Bangkok: Department of Physical Education, Ministry of Tourism and Sports. (in Thai)

Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2018). Effects of resistance training on muscle strength in men and women: A systematic review and meta-analysis. Journal of Sports Sciences, 36(16), 1857–1864. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0872-x

Huang, Z., Wang, W., Huo, K., Wang, Y., & Tian, K. (2025). Physical fitness status and influencing factors among college students aged 19–22 in Shandong province, China: A cross-sectional study. BMC Public Health, 25, 2105. https://doi.org/10.1186/s12889-025-22350-x

Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2020). Physiology of sport and exercise (7th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance (8th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.

Myers, J., McAuley, P., Lavie, C. J., Després, J.-P., Arena, R., & Kokkinos, P. (2015). Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: Their independent and interwoven importance to health status. Progress in Cardiovascular Diseases, 57(4), 306–314. https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.09.011.

Roberts, B. M., Nuckols, G., & Krieger, J. W. (2020). Sex differences in resistance training: A systematic review and meta-analysis. Journal of Strength and Conditioning Research, 34(5), 1448–1460. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003521.

Warburton, D. E. R., & Bredin, S. S. D. (2017). Health benefits of physical activity: A systematic review of current systematic reviews. Current Opinion in Cardiology, 32(5), 541–556. https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000437

World Health Organization. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour [Online]. Retrieved February 8, 2026, from https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128

World Health Organization. (2022). Global status report on physical activity 2022. Geneva: World Health Organization. https://doi.org/10.2471/9789240059153

Yu, X., & Kanchanathaweekul, T. (2023). Effects of cross-training exercise program to improve health-related physical fitness for university students in Guangdong. International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews, 3(6), 247–260. https://doi.org/10.60027/ijsasr.2023.3414

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand
วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

การวิ่งลงเนิน: กลไกการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย และแนวทางการฝึกเพื่อการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

DOWNHILL RUNNING: MECHANISMS OF EXERCISE-INDUCED MUSCLE DAMAGE AND TRAINING STRATEGIES FOR NEUROMUSCULAR ADAPTATION

จตุรภุช บุษรา[1, 2*] และ นิรอมลี มะกาเจ[2]
Jaturabhuj Busara[1, 2*] and Niromlee Makaje[2]
[1]คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จังหวัดนครปฐม
[2]คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม
[1]Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, Nakhon Pathom Province
[2]Faculty of Sports and Health Science, Kasetsart University, Nakhon Pathom Province
*Corresponding Author: kanup2ku@gmail.com

Received: March 8, 2026 **Revised:** April 27, 2026 **Accepted:** May 1, 2026

บทคัดย่อ

การวิ่งลงเนินเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่มีลักษณะเด่นด้านการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอคเซนตริคในระดับสูง ซึ่งส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายและความล้าของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ บทความการทบทวนวรรณกรรมเชิงพรรณนานี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อทบทวนกลไกการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายจากการวิ่งลงเนิน 2) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับความเสียหายของกล้ามเนื้อ และ 3) แนวทางการฝึกเพื่อส่งเสริมการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ความลาดชัน ความเร็ว ระยะเวลาในการวิ่ง และระดับความเฉพาะเจาะจงของการฝึก เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดระดับการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย โดยสามารถประเมินได้จากการลดลงของแรงหดตัวกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างสูงสุด ระดับครีเอทีนไคเนสในกระแสเลือด และอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย นอกจากนี้ ปัจจัยเชิงชีวกลศาสตร์ เช่น ความถี่และระยะการก้าว รูปแบบการวางเท้า และองค์ประกอบของร่างกายมีบทบาทต่อการกระจายแรงและภาระเชิงกลที่เกิดขึ้นระหว่างการวิ่งลงเนิน กลไกการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่สำคัญ ได้แก่ การฝึกซ้อมเป็นชุดซ้ำ ซึ่งช่วยลดระดับความเสียหายจากการกระตุ้นซ้ำในครั้งถัดไป รวมถึงการปรับโปรแกรมฝึก การควบคุมเทคนิคการวิ่ง และการใช้อุปกรณ์เสริม เช่น ถุงน่องรัดกล้ามเนื้อที่อาจช่วยลดภาระเชิงกลและสนับสนุนการฟื้นตัว โดยสรุป การเข้าใจกลไกการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายและการจัดการภาระการฝึกอย่างเหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญในการลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและส่งเสริมประสิทธิภาพการวิ่งลงเนิน ทั้งนี้ผู้ฝึกสอนหรือนักกีฬาวิ่งเทรลสามารถนำข้อมูลจากการศึกษาไปปรับปรุงและพัฒนาแผนการฝึกซ้อมการวิ่งลงเนินในกลุ่มนักกีฬาวิ่งเทรลและกลุ่มนักกีฬาวิ่งเทรลสมัครเล่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายในการฝึกซ้อมหรือแข่งขันได้

คำสำคัญ: การวิ่งลงเนิน, การเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย, การหดตัวแบบเอคเซนตริค, ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

Abstract

Downhill running involves substantial eccentric muscle contractions, leading to exercise-induced muscle damage (EIMD) and neuromuscular fatigue. This review aimed to: 1) synthesize evidence on the mechanisms of EIMD following downhill running, 2) identify key factors influencing its magnitude, and 3) evaluate training strategies that facilitate neuromuscular adaptation. Evidence indicates that slope, running speed, exercise duration, and training specificity are primary determinants of EIMD severity. Markers of muscle damage include reductions in maximal voluntary contraction, elevated circulating creatine kinase,

and delayed onset muscle soreness. Biomechanical variables, such as stride characteristics, foot strike patterns, and body composition, further modulate mechanical load and force distribution during downhill running. Adaptation is largely mediated by the repeated bout effect (RBE), which attenuates muscle damage upon subsequent exposures. Training interventions, including progressive load management, technique optimization, and adjunct strategies (e.g., compression garments), may mitigate mechanical stress and enhance recovery. Overall, effective management of mechanical load and targeted neuromuscular adaptation strategies are critical for reducing injury risk and optimizing downhill running performance in both trained and recreational trail runners.

Keywords: Downhill running, Exercise-induced muscle damage, Eccentric contraction, Neuromuscular adaptation

บทนำ

การวิ่งลงเนินเป็นองค์ประกอบสำคัญของการแข่งขันกีฬาประเภทวิ่งที่จัดขึ้นในสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ซึ่งมีลักษณะพื้นผิวไม่เรียบและมีความลาดชันแตกต่างกัน ตัวอย่างของการแข่งขันดังกล่าว ได้แก่ วิ่งเทรล วิ่งภูเขา วิ่งครอสคันทรี และวิ่งอัลตร้ามาราธอน นอกจากนี้ การวิ่งลงเนินยังอาจเกิดขึ้นในการแข่งขันบนพื้นผิวเรียบที่มีความลาดชันลง เช่น การแข่งขันวิ่งบนถนนที่มีช่วงเส้นทางเป็นทางลง (Garnier et al., 2020)

การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอคเซนตริค (eccentric contraction) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อในขณะที่ความยาวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเพื่อสร้างแรงต้านการเคลื่อนไหว การหดตัวลักษณะดังกล่าวสามารถก่อให้เกิดความล้าของกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อในระดับสูง และสัมพันธ์กับการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย (exercise-induced muscle damage: EIMD) ในระดับปานกลางถึงสูง โดยเฉพาะเมื่อมีการศึกษาการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอคเซนตริคในกลุ่มกล้ามเนื้อช่วงล่างด้วยเครื่องไอโซคิเนตริก (isokinetic dynamometer) ในทำนองเดียวกัน การวิ่งลงเนิน (downhill running) เป็นกิจกรรมที่กล้ามเนื้อทำงานแบบเอคเซนตริคเป็นหลัก เพื่อควบคุมและชะลอความเร็วของร่างกายขณะเคลื่อนที่ลงตามแรงโน้มถ่วง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของกล้ามเนื้อ (Coratella et al., 2019) รวมถึงก่อให้เกิดความล้าของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (neuromuscular fatigue) ซึ่งอาจเกิดได้ทั้งจากระบบประสาทรอบนอกและระบบประสาทส่วนกลาง ความล้าจากระบบประสาทรอบนอกมีความเกี่ยวข้องกับความเสียหายในระดับโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อ อันเนื่องมาจากแรงต้านซ้ำ ๆ ในระหว่างการหดตัวแบบเอคเซนตริค ส่งผลให้เกิดความเสียหายของไมโอไฟบริล (myofibril) เช่น การสูญเสียความสามารถในการสร้างแรงของซาร์โคเมียร์ (sarcomere) และความบกพร่องของกระบวนการเร้า–หดตัวของกล้ามเนื้อ (excitation–contraction coupling) (Douglas et al., 2017; Proske & Morgan, 2001) จากการเก็บรวบรวมการศึกษาของ Scheer & Krabak (2021) พบว่า นักกีฬาวิ่งเทรลพบกับปัญหาอาการบาดเจ็บบริเวณขา (35%) ข้อเท้า (16.8%) เข่า (13.1%) และเท้า (12.6%) ร่วมกับภาวะของโรคหน้าแข้งอักเสบ (30.1%) ขณะที่ความล้าจากระบบประสาทส่วนกลางอาจเกิดจากการลดลงของสัญญาณสั่งการจากสมองและไขสันหลัง ซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการกระตุ้นหน่วยยนต์ (motor unit) ลดลง ระดับความรุนแรงของความล้าและการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการวิ่งลงเนินขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความชันของพื้นที่ ความเร็วในการวิ่ง และระยะเวลาหรือระยะทางของการวิ่ง โดยเฉพาะในกีฬาวิ่งเทรล ซึ่งประสิทธิภาพการแข่งขันมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับช่วงทางลงที่กล้ามเนื้อทำงานแบบเอคเซนตริคเป็นหลัก การเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ในบริบทดังกล่าวสามารถส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาลดลงประมาณร้อยละ 15–40 ภายหลังการแข่งขัน นอกจากนี้ การวิ่งลงเนินด้วยความเร็วสูงสุดเป็นระยะทาง 6.5 กิโลเมตร ที่มีระดับความสูงลดลง 1,264 เมตร และความชันเฉลี่ย 16.8% ยังแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของระบบประสาทรอบนอกอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม การวิ่งลงเนินสามารถประยุกต์ใช้เป็นรูปแบบการฝึกเฉพาะทางเพื่อกระตุ้นการปรับตัวของระบบประสาท กล้ามเนื้อ และเอ็น ซึ่งอาจส่งผลเชิงบวกต่อสมรรถภาพการวิ่ง หากมีการออกแบบโปรแกรมฝึกอย่างเหมาะสม แม้ว่าจะมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาผลของการวิ่งลงเนินต่อการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย แต่ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยทางชีวกลศาสตร์และแนวทางการฝึกที่สามารถช่วยจำกัดความเสียหายของกล้ามเนื้อยังคงมีความหลากหลายและต้องการการสังเคราะห์องค์ความรู้เพิ่มเติม

บทความการทบทวนวรรณกรรมเชิงพรรณนาหาข้อมูลจากการค้นหาผ่านฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ของ The US National Library of Medicine (PubMed) และ ScienceDirect ส่วนคำหลักในการสืบค้น คือ “running” “downhill” “decline” “grade” “gradient” “slope” “muscle damage” “muscle fatigue” “biomechanics” “strategy” “compression garment” “running garment” “preconditioning” “training” “repeated bout effect” “footwear” และใช้คำเชื่อม คือ AND, OR หลังจากนั้นการคัดเลือกงานมีเกณฑ์ในการคัดเลือกงานวิจัยโดยผู้วิจัยทบทวนคัดเลือกงานวิจัยเชิงปริมาณที่ศึกษาเกี่ยวกับการวิ่งลงเนินเพียงอย่างเดียว การศึกษานี้จะไม่พิจารณาการศึกษาที่ใช้วิธีอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น การปั่นจักรยานแบบเอคเซนตริค การวิ่งลงเนินแบบขาข้างเดียว การวิ่งลงเนินแบบมีการช่วยวิ่งให้เร็วขึ้น การก้าวเดิน และการฝึกด้วยเครื่องไอโซคิเนตริคแบบเอคเซนตริกเพื่อก่อให้เกิดความเสียหายของกล้ามเนื้อ หรือการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอคเซนตริก การค้นหาหลักพิจารณาเกี่ยวกับลักษณะของประชากร ระดับการฝึกซ้อม และลักษณะของการวิ่งลงเนิน ตัวอย่างเช่น ความเร็วในการวิ่งหรือความเข้มข้น ระยะเวลาของการออกกำลังกาย และความชัน ในการศึกษานี้นำการออกกำลังกายแบบการวิ่งลงเนินที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มทดลอง (เฉพาะกลุ่มควบคุม) เพื่อนำมาวิเคราะห์และอภิปรายปัจจัยที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ส่วนเกณฑ์การคัดออก คือ การศึกษาที่งานวิจัยที่ไม่สมบูรณ์ รายละเอียดไม่เพียงพอและไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ทบทวนกลไกการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายที่เกิดจากการวิ่งลงเนินซึ่งเกี่ยวข้องกับการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอคเซนตริค 2) วิเคราะห์ปัจจัยด้านสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์ เช่น ความลาดชัน ความเร็ว ระยะเวลาในการวิ่ง ระยะและความถี่ของการก้าว รวมถึงรูปแบบการวางเท้าที่มีผลต่อระดับความเสียหายของกล้ามเนื้อ 3) สังเคราะห์แนวทางการฝึกและการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่สามารถจำกัดการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย และส่งเสริมประสิทธิภาพการวิ่งลงเนิน

การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อภายหลังการวิ่งลงเนิน

การวิ่งในสภาวะที่มีความลาดชันลงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทและกล้ามเนื้อแตกต่างจากการวิ่งบนพื้นราบอย่างมีนัยสำคัญ ขณะวิ่งลงเนิน กล้ามเนื้อบริเวณรยางค์ล่างทำงานแบบเอคเซนตริคซ้ำ ๆ ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน เพื่อควบคุมความเร็วของร่างกายภายใต้แรงโน้มถ่วง ลักษณะการทำงานดังกล่าวนำไปสู่การปรับเปลี่ยนรูปแบบการวางเท้าและกลไกการเคลื่อนไหวของข้อต่อ นอกจากนี้ยังส่งผลให้แรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction force) เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะองค์ประกอบของแรงในแนวราบที่ทำหน้าที่เป็นแรงเบรก (braking force) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการชะลอความเร็วของร่างกาย ในเชิงสรีรวิทยา การวิ่งลงเนินยังทำให้เกิดรูปแบบการใช้พลังงานที่เฉพาะเจาะจง เนื่องจากกล้ามเนื้อต้องทำหน้าที่ดูดซับแรงกระแทก ควบคุมการเคลื่อนไหว และปรับความเร่งความเร็วให้สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศ ส่งผลให้เกิดภาระทางกล (mechanical load) และความเครียดต่อโครงสร้างกล้ามเนื้อและเอ็นในระดับที่แตกต่างจากการวิ่งบนพื้นราบ

จังหวะที่เท้าสัมผัสพื้น (foot contact) ภาระทางกลดังกล่าวอาจนำไปสู่การเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ทั้งในระยะเฉียบพลัน และอาจทำให้ระยะเวลาของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายยาวนานมากขึ้น ผลกระทบของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย สามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงหลายประการ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อ การเพิ่มขึ้นของการรั่วไหลของโปรตีนจำเพาะของกล้ามเนื้อเข้าสู่กระแสเลือด และการลดลงของแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจ (maximal voluntary contraction: MVC) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจส่งผลต่อความสามารถในการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง (running economy) รวมถึงประสิทธิภาพโดยรวมของการวิ่งในระยะต่อมา จากการศึกษาที่รวบรวมข้อมูลโดยส่วนใหญ่จะเป็นศึกษาภายในห้องปฏิบัติการจึงอาจจะมีการการฝึกซ้อมหรือทดสอบในสนามแข่งขันจริง

1. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกล้ามเนื้อภายหลังการวิ่งลงเนิน

การวิ่งลงเนินสามารถจัดเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่มีภาระทางกลสูง และเป็นปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย โดยเฉพาะในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่า (knee extensors; KE) และกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า (plantar flexors; PF) กลไกสำคัญที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การหดตัวแบบเอคเซนตริคซ้ำ ๆ ภายใต้แรงต้านจากแรงโน้มถ่วง ซึ่งอาจนำไปสู่ความเสียหายระดับโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อ ความเสียหายดังกล่าวพบได้ในระดับจุลโครงสร้าง เช่น การฉีกขาดและการสลายตัวของ Z-disk การเสียรูปของ A-band ตลอดจนการเรียงตัวผิดปกติของไมโอไฟบริล

(myofibril) ทั้งนี้ มีรายงานว่าการวิ่งลงเนินเป็นเวลา 30 นาที ที่ความชัน 12% และความหนัก 80% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximal oxygen uptake; VO_{2max}) สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของกล้ามเนื้อดังกล่าวได้ (Feasson et al., 2002)

ภายหลังการออกกำลังกายแบบเอคเซนตริคที่มีความหนักสูง ยังพบการเพิ่มขึ้นของโปรตีนจำเพาะของกล้ามเนื้อในกระแสเลือด ได้แก่ ครีเอทีนไคเนส (creatine kinase; CK) ไมโอโกลบิน (myoglobin; Mb) และแลคเตทไดไฮโดรจีเนส (lactate dehydrogenase; LDH) รวมถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และโพแทสเซียมไอออน (K^{+}) ภายในกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถตรวจพบได้ตั้งแต่ 1 ชั่วโมงจนถึง 7 วันภายหลังการออกกำลังกาย (Maughan et al., 1989) ตัวแปรดังกล่าวจึงถูกใช้เป็นดัชนีทางอ้อมของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ในงานวิจัยด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกาย การเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างของกล้ามเนื้อจากการวิ่งลงเนินอาจส่งผลให้แรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจลดลง ซึ่งสะท้อนถึงระดับความล้าของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และอาจมีผลต่อสมรรถภาพการวิ่งในระยะต่อมา

2. การเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อภายหลังการวิ่งลงเนิน

การลดลงของแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจ หรือ MVC เป็นตัวชี้วัดสำคัญของความล้าระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (neuromuscular fatigue) ซึ่งอาจเกิดจากทั้งปัจจัยของระบบประสาทรอบนอกและระบบประสาทส่วนกลาง การลดลงของ MVC มีความสัมพันธ์กับระดับความเสียหายของเส้นใยกล้ามเนื้อ จำนวนเส้นใยที่ได้รับผลกระทบ และความบกพร่องของกระบวนการเร้า–หดตัวของกล้ามเนื้อ (excitation–contraction coupling) อีกทั้งยังสามารถสะท้อนระดับความรุนแรงของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย

ขนาดของการลดลงของแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจ ภายหลังการวิ่งลงเนินขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ระดับความหนักของการออกกำลังกาย ความชัน ระยะเวลา อายุ เพศ และระดับความสามารถทางการฝึกซ้อม มีรายงานว่าภายหลังการวิ่งลงเนินเป็นเวลา 45 นาที การลดลงของแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจ ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่า (KE) มีความสัมพันธ์กับความล้าของระบบประสาทรอบนอกและความเสียหายของกล้ามเนื้อ โดยพบว่าค่าการหดตัวแบบเกร็งค้างสูงสุด (isometric MVC) ลดลงประมาณ 14–55% ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่า (KE) และ 15–25% ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า (PF) เมื่อเปรียบเทียบกับการวิ่งขึ้นเขาและการวิ่งบนพื้นราบที่ความหนักเท่ากัน นอกจากนี้ ยังพบการลดลงของความสามารถในการกระโดดแบบเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ (counter movement jump: CMJ) และความทนทานของกล้ามเนื้อภายหลังการวิ่งลงเนิน (Mizuno et al., 2016; Carmichael et al., 2005) โดยทั่วไป ค่าแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจจะค่อย ๆ ฟื้นกลับสู่ระดับปกติภายใน 4–5 วัน (Malm et al., 2004) อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาการฟื้นตัวดังกล่าวเกี่ยวข้องกับกลไกของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ซึ่งประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกล้ามเนื้อ ความบกพร่องของกระบวนการเร้า-หดตัวของกล้ามเนื้อ การลดลงของประสิทธิภาพการสร้างแรง และการเพิ่มขึ้นของโปรตีนจำเพาะของกล้ามเนื้อในกระแสเลือด ได้แก่ ครีเอทีนไคเนส (CK) ไมโอโกลบิน (Mb) และแลคเตทไดไฮโดรจีเนส (LDH) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย (delayed onset muscle soreness: DOMS) และการตอบสนองต่อการอักเสบของกล้ามเนื้อ (Peake et al., 2017)

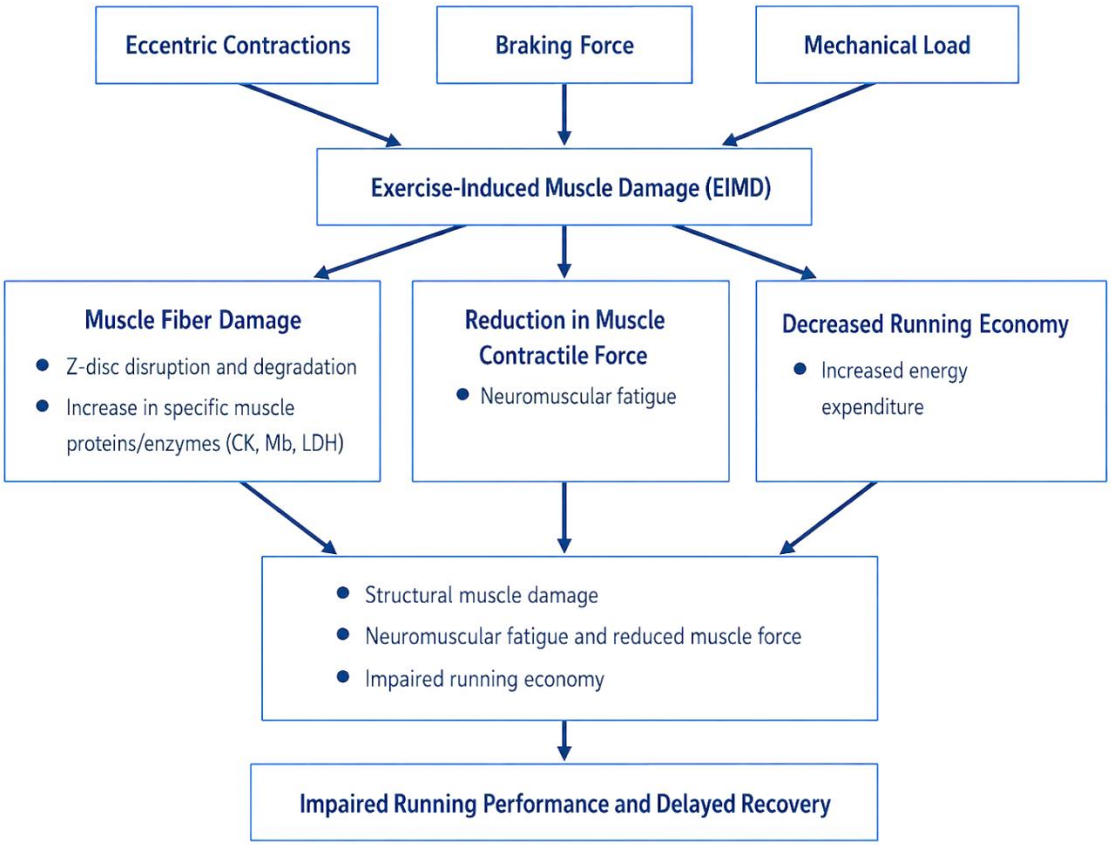


Figure 1. Conceptual framework of downhill running and exercise-induced muscle damage (EIMD)

การทำงานของข้อต่อรยางค์ล่างระหว่างการวิ่งลงเนินมีบทบาทสำคัญต่อทั้งประสิทธิภาพการวิ่งและการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย (EIMD) โดยการวิ่งลงเนินกระตุ้นให้เกิดการทำงานแบบเอคเซนตริคที่ข้อเข่าและเพิ่มภาระการทำงานของข้อสะโพกมากกว่าการวิ่งขึ้นเนิน ดังนั้น ความมั่นคงของข้อต่อในระหว่างการวิ่งลงเนินจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดทั้งสมรรถภาพการวิ่งและความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ (Devita et al., 2008) ในส่วนของการดูดซับแรงกระแทก ขณะการวิ่งลงเนินจะมีแรงกระแทกเพิ่มขึ้นเมื่อมี 1) การงอเท้าเพิ่มขึ้น (dorsiflexion) มากกว่า 5 องศา 2) มุมข้อต่อสะโพกลดลง 4.3 องศา 3) มีระยะเวลาการวางเท้ามาก (stance duration) 4) ระยะเวลาในการก้าวเพิ่มขึ้น (Stride duration) ในจังหวะการลงส้นเท้า (rearfoot strike) เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวะการลงกลางเท้า (midfoot strike) หรือปลายเท้า (forefoot strike) Gottschall & Kram (2005) ให้คำแนะนำถึงการเพิ่มการดูดซับแรงกระแทกโดยการเพิ่มการงอเข่า (knee flexion) เมื่อเท้าเริ่มสัมผัสพื้น และลดความกว้างของระยะการก้าวขณะการวิ่งลงเนิน

ในเชิงกลไก การลดลงของแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจ (MVC) อย่างเฉียบพลันภายหลังการวิ่งลงเนินอาจเกี่ยวข้องกับการลดลงของแรงขับประสาทจากระบบประสาทส่วนกลาง (central drive) ไปยังกล้ามเนื้อ รวมถึงการลดลงของการปลดปล่อยแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) จากซาร์โคพลาสมิกเรติคูลัม (sarcoplasmic reticulum) ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของการสร้างแรง นอกจากนี้ การหดตัวแบบเอคเซนตริคที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือเป็นระยะเวลานานอาจส่งผลกระทบต่อกระสวยกล้ามเนื้อ (muscle spindle) และความสามารถในการกระตุ้นหน่วยยนต์ (motor unit activation) อันเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความล้าของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Sonkodi et al., 2020)

3. การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง (Running economy) ภายหลังการวิ่งลงเนิน

ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดประสิทธิภาพและความสำเร็จของนักกีฬาวิ่งระยะไกล (Morgan & Craib, 1992; Lucia et al., 2006) โดยหมายถึง ปริมาณการใช้ออกซิเจนหรือพลังงานที่ร่างกายต้องใช้ในการวิ่งที่ความเร็วกำหนดภายใต้ระดับความหนักต่ำกว่าระดับสูงสุดและอยู่ในสภาวะคงที่ ค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่งที่ดีสะท้อนถึงความสามารถในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ ใช้ออกซิเจนหรือพลังงานน้อยลงที่ความเร็วเท่ากัน ความลาดชันลงของภูมิประเทศมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง โดยสัมพันธ์กับระดับการทำงานของ

กล้ามเนื้อแบบเอคเซนตริค ที่สูงมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการวิ่งระดับพื้นราบ อย่างไรก็ตาม ขณะการเรียกการใช้งานการกระตุ้นหน่วยยนต์ (motor unit) เพื่อกระตุ้นการหดตัวและยืดตัวของกล้ามเนื้อสั้นน้อยกว่าระดับปกติและความถี่การปล่อยสัญญาณประสาทระหว่างการยืดตัวของกล้ามเนื้อน้อยกว่าปกติอาจจะส่งผลที่ทำให้การวิ่งลงเนินมีความต้องการเผาผลาญที่ต่ำลง จึงเป็นกลไกหนึ่งที่อธิบายการใช้พลังงานที่ต่ำกว่าระหว่างการวิ่งลงเนินเมื่อเทียบกับการวิ่งบนพื้นราบ ในบางเงื่อนไขการวิ่งลงเนินอาจมีความต้องการการเผาผลาญพลังงานต่ำกว่าการวิ่งบนทางลาดชันขึ้นหรือพื้นราบที่ความเร็วและระดับความชันเท่ากัน (Lussiana et al., 2013; Minetti et al., 1994) อย่างไรก็ตาม เมื่อความชันและระยะเวลาการวิ่งเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในระดับความหนักสูง อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ เช่น การเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจน และอัตราการหายใจ (Garnier et al., 2020; Westerlind et al., 1992; Dick & Cavanagh, 1987) รวมถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิแกนกลางลำตัว ภายหลังการวิ่งลงเนินเป็นระยะเวลานาน มีรายงานว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง อาจลดลงประมาณ 3–18% (Chen et al., 2007, Chen et al., 2009) ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเคลื่อนไหว เช่น การเพิ่มความถี่ของการก้าว (stride frequency) หรือการลดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อส่วนล่าง (range of motion) (Sharwood et al., 2000) ความสัมพันธ์ระหว่างการวิ่งลงเนินกับประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง ขึ้นกับระดับความลาดชัน กล่าวคือ ในช่วงต้นของการวิ่งลงเนินที่ความชันระดับกลาง การทำงานแบบเอคเซนตริคอาจเพิ่มประสิทธิภาพและลดความต้องการการเผาผลาญพลังงานเมื่อเปรียบเทียบความเร็วที่เท่ากับวิ่งขึ้นเขาหรือทางราบ อย่างไรก็ตาม เมื่อระดับความลาดชันและระยะเวลาเพิ่มมากขึ้นจะเกิดการสะสมของความเครียดและความล้าของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ซึ่งกระตุ้นให้เกิดการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเคลื่อนไหวด้วยการเพิ่มความถี่ของการก้าว และการลดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อส่วนล่างของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

ในเชิงกลไก การลดลงของประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง ภายหลังการวิ่งลงเนินอาจสัมพันธ์กับระดับของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ซึ่งส่งผลให้ระบบประสาทต้องเพิ่มการกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ยังทำงานได้เพื่อชดเชยเส้นใยที่เสียหาย โดยเฉพาะในช่วงจังหวะส่งแรง (push-off phase) (Nicol et al., 2006) นอกจากนี้ ความเสียหายของหลอดเลือดฝอยอาจกระทบต่อการขนส่งออกซิเจนไปยังเส้นใยกล้ามเนื้อ (Davies et al., 2008) รวมถึงการเพิ่มขึ้นของอัตราการเผาผลาญขณะพัก (resting metabolic rate) (Jamurtas et al., 2004) ซึ่งล้วนส่งผลต่อประสิทธิภาพเชิงพลังงานของการวิ่ง

โดยสรุป การวิ่งลงเนินระยะเวลานานสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการวิ่งและประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง โดยมีการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายเป็นกลไกสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการลดลงของสมรรถภาพและระยะเวลาการฟื้นตัว

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับความเสียหายของกล้ามเนื้อภายหลังการวิ่งลงเนิน

การตอบสนองทางสรีรวิทยาและระดับการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ภายหลังการวิ่งลงเนินขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ระดับความลาดชัน ความเร็วในการวิ่ง ระยะเวลาที่ใช้ในการวิ่ง สถานะการฝึกซ้อม เพศ และอายุ ระดับความเสียหายของกล้ามเนื้อสามารถประเมินได้จากการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างของกล้ามเนื้อ การลดลงของการทำงานของกล้ามเนื้อ และระดับการรับรู้ความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ ซึ่งมักปรากฏชัดภายในช่วง 24–96 ชั่วโมงภายหลังการออกกำลังกาย (Bontemps et al., 2020)

1. ปัจจัยด้านระดับการฝึกซ้อมและลักษณะเฉพาะของการวิ่งลงเนิน

การลดลงของแรงหดตัวสูงสุดแบบเกร็งค้าง (isometric MVC) เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดสำคัญของความเสียหายของกล้ามเนื้อและความล้าระบบประสาทและกล้ามเนื้อ โดยพบว่าภายหลังการวิ่งลงเนิน ค่าแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจลดลงอย่างฉับพลัน (Maughan et al., 1989; Malm et al., 2004) ทั้งนี้ ขนาดของการลดลงแตกต่างกันตามสถานะการฝึกซ้อม โดยกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกวิ่งลงเนินมีค่าแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจ ลดลงประมาณ 23.5% ขณะที่กลุ่มที่มีการฝึกเฉพาะทางลดลงประมาณ 16.4% นอกจากนี้ กลุ่มที่ได้รับการฝึกสามารถฟื้นตัวกลับสู่ระดับปกติภายใน 72 ชั่วโมง ในขณะที่กลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอาจใช้เวลามากกว่า 96 ชั่วโมงจึงจะฟื้นตัวอย่างสมบูรณ์ ในด้านตัวบ่งชี้ทางชีวเคมี ระดับครีเอทีนไคเนสในเลือดมักเพิ่มขึ้นสูงสุดภายใน 24 ชั่วโมง (Schwane et al., 1987; Ehrstrom et al., 2018) ขณะที่อาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย หรือ DOMS มักสูงสุดภายใน 48 ชั่วโมง (Bontemps et al., 2020; Ehrstrom et al., 2018; Hayashi et al., 2019)

การฝึกความทนทานและการฝึกเฉพาะทางที่มีองค์ประกอบของการหดตัวแบบเอคเซนตริคสามารถช่วยลดระดับความเสียหายของกล้ามเนื้อภายหลังการวิ่งลงเนิน (Ehrstrom et al., 2018) กลไกที่เกี่ยวข้องอาจประกอบด้วยการปรับตัวของระบบประสาท การเพิ่มความตึงตัวของหน่วยกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อ (muscle-tendon unit stiffness) และการเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ การฝึกที่มีความเฉพาะเจาะจงจึงมีบทบาทสำคัญในการสร้างความคุ้นเคยต่อแรงกระทำเชิงกล และอาจช่วยจำกัดระดับของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายภายหลังการวิ่งลงเนิน ระดับการฝึกซ้อมและความเฉพาะเจาะจงที่กำลังถูกใช้ฝึกซ้อมการวิ่งลงเนินสามารถมีอิทธิพลต่อปริมาณการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายควรต้องถูกนำมาศึกษาต่อในอนาคต

2. ปัจจัยด้านเพศและปัจจัยส่วนบุคคลอื่น

ในด้านความแตกต่างระหว่างเพศ งานวิจัยส่วนใหญ่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการลดลงของ แรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจ ระดับความล้าระบบประสาท หรือระดับครีเอทีนไคเนส (CK) ในเลือดภายหลังการวิ่งลงเนินระหว่างเพศชายและเพศหญิง (Sorichter et al., 2001) อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าในเพศหญิงระดับครีเอทีนไคเนส อาจกลับคืนสู่ค่าปกติได้รวดเร็วกว่าผู้ชาย (Oosthuyse et al., 2017) กลไกที่อธิบายความแตกต่างดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับบทบาทของฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งมีคุณสมบัติในการคงเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อ ลดการอักเสบ และอาจช่วยลดระดับความรุนแรงของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย โดยเฉพาะในระยะการตอบสนองทุติยภูมิของการอักเสบ (Welsh et al., 2014) ปัจจัยทางด้านเพศและอายุอาจจะส่งผลต่อการตอบสนองต่อการวิ่งลงเนินแต่การศึกษาในส่วนนี้ยังคงต้องการการศึกษาเพิ่มเติม

แผนการพัฒนาความสามารถในการวิ่งลงเนิน

การเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายภายหลังการวิ่งลงเนินสามารถส่งผลให้ประสิทธิภาพการวิ่งลดลง และยืดระยะเวลาการฟื้นตัวของนักกีฬา ดังนั้น แนวทางการพัฒนาความสามารถในการวิ่งลงเนินจึงมุ่งเน้นไปที่การกระตุ้นการปรับตัวทางสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์ผ่านการฝึกซ้อมที่มีความเฉพาะเจาะจงหลักการสำคัญของการพัฒนาดังกล่าวคือ การสร้างความคุ้นเคยต่อภาระการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอคเซนตริค ซึ่งเกิดขึ้นซ้ำ ๆ และต่อเนื่องในระหว่างการวิ่งลงเนิน การฝึกที่มีองค์ประกอบของแรงต้านเชิงลบในระดับที่ควบคุมได้สามารถช่วยลดระดับความรุนแรงของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายในการออกกำลังกายครั้งถัดไป อันเป็นผลจากกระบวนการปรับตัวของกล้ามเนื้อและระบบประสาท กระบวนการปรับตัวดังกล่าวจึงมีบทบาทเป็นขั้นตอนเตรียมความพร้อม (preconditioning) สำหรับการแข่งขันหรือการฝึกซ้อมที่มีการวิ่งลงเนิน โดยเฉพาะในนักกีฬาวิ่งระยะไกล ซึ่งจำเป็นต้องเผชิญกับแรงกระทำเชิงกลสูงและต่อเนื่อง การออกแบบโปรแกรมฝึกที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญต่อการลดความเสี่ยงของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย การรักษาประสิทธิภาพการวิ่ง และการส่งเสริมการฟื้นตัวอย่างมีประสิทธิภาพ (Bontemps et al., 2020)

1. การปรับตัวภายหลังการฝึกซ้อม

1.1 การฝึกซ้อมเป็นชุดซ้ำ (repeated Bout Effect; RBE)

การฝึกซ้อมเป็นชุดซ้ำ หรือ RBE เป็นกลไกการปรับตัวที่สำคัญต่อการลดความรุนแรงของการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย โดยเฉพาะภายหลังการวิ่งลงเนิน ซึ่งมีลักษณะของการหดตัวแบบเอคเซนตริคในระดับสูง แนวคิดของการฝึกซ้อมเป็นชุดซ้ำ คือ การแบ่งการวิ่งลงเนินออกเป็นอย่างน้อย 2 ครั้ง โดยเว้นระยะห่างกันหลายวันจนถึงหลายสัปดาห์ การวิ่งลงเนินครั้งแรกอาจทำให้เกิดความเสียหายของกล้ามเนื้อ ส่งผลให้แรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดลดลงและเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย หรือ DOMS อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการวิ่งลงเนินครั้งที่ 2 ภายหลังการฟื้นตัว ระดับความเสียหายของกล้ามเนื้อจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Byrnes et al., 1985) และการฟื้นตัวของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะรวดเร็วยิ่งขึ้น (Ebbeling & Clarkson, 1989) กลไกที่เกี่ยวข้องกับการฝึกซ้อมเป็นชุดซ้ำ ประกอบด้วย 1) การปรับตัวของระบบประสาท (neural adaptation) ซึ่งช่วยกระจายภาระไปยังหน่วยมอเตอร์ได้เหมาะสมมากขึ้น 2) การปรับตัวเชิงโครงสร้างของกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อ 3) การเพิ่มความสามารถในการควบคุมการอักเสบ และ 4) การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการซ่อมแซมและการเรียงตัวใหม่ของไมโอไฟบริล (Hyldahl et al., 2017) มีรายงานว่าการวิ่งลงเนินครั้งที่ 2 ภายในระยะเวลาไม่เกิน 7 วันหลังจากการวิ่งครั้งแรก สามารถลดระดับความเสียหายของกล้ามเนื้อได้ (Pierrynowski et al., 1987) ซึ่งสัมพันธ์กับการลดการรั่วไหลของโปรตีนจำเพาะในกล้ามเนื้อ เช่น ครีเอทีนไคเนส (CK) และไมโอโกลบิน (Mb) เข้าสู่กระแสเลือด และอาจมีการกำจัดออกได้รวดเร็วขึ้น (Pierrynowski et al., 1987; Park & Lee,

2015; Smith et al., 2007) ผลที่ตามมาคือระดับเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย (DOMS) ลดลง (Smith et al., 2007) และการฟื้นคืนค่าแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดเกิดขึ้นได้รวดเร็วกว่าเดิม (Green et al., 2010) โดยทั่วไปการฝึกซ้อมเป็นชุดซ้ำส่งผลชัดเจนต่อการลดระดับครีเอทีนไคเนส (CK) มากกว่าการลดเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย (DOMS) และการป้องกันการลดลงของแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (MVC) ภายหลังการออกกำลังกาย นอกจากนี้ยังพบว่าการฝึกซ้อมเป็นชุดซ้ำ อาจส่งผลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง และพารามิเตอร์การก้าว เช่น ความยาวก้าวและความถี่ก้าว โดยเฉพาะเมื่อทำการวิ่งลงเนินครั้งที่ 2 หลังผ่านไปอย่างน้อย 72 ชั่วโมงจากครั้งแรก กลไกที่เป็นไปได้คือ การลดระดับการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ทำให้ความต้องการสัญญาณประสาทสั่งงานไปยังกล้ามเนื้อลดลง โดยเฉพาะในช่วงจังหวะถีบพ้นพื้น ส่งผลให้ต้นทุนการใช้ออกซิเจนลดลง และทำให้ค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่งดีขึ้น (Bontemps et al., 2020)

Table 1. Summary of downhill running studies: participant characteristics, downhill running training interventions, changes in stride characteristics, and the use of compression garments.

Study	Participants	Downhill run			Intervention	Outcomes
		Duration	Intensity	Slope (%)		
Byrnes et al. (1985)	College students (n=22; 11 males and 11 females)	30 min	Speed corresponding to 170 bpm recorded on level grade	-17.6	Bout 3 post 3, 6 & 9 weeks	+ DOMS after week 3 and 6 + CK and Mb after 3 and 6 <-> DOMS และ CK after week 9
Pierrynowski et al. (1987)	College male students (n=9)	3x4 min, r=9 min	60%VO_{2max}	-10	Bout 2 pre & post 4 days	+ DOMS <-> MVC of KE & Knee flexors
Westerlind et al. (1992)	Recreational active adults (n=7; 4 males & 3 females)	30 min	40%VO_{2peak}	-10	Bout 2 pre & post 2 weeks	+ DOMS + CK + VO_{2peak} increases during DR
Eston et al. (1996)	Healthy male students (n=10)	5x8 min, r=2 min	60%HR_{max}	-10	Bout 2 of 100 KE maximal eccentric contractions; pre & post 2 weeks prior DR	+ CK + DOMS <-> Muscle tenderness + MVC of KE (Concentric & Eccentric contraction)
Smith et al. (2007)	Active male adults (n=9)	3x15 min, r=5 min	70%VO_{2peak} recorded on level grade	-16.2	Bout 2 pre & post 2 weeks	+ DOMS + CK
McKune et al. (2006)	Healthy male adults (n=11)	60 min	75%VO_{2peak} recorded on level grade	-13.5	Bout 2 pre & post 2 weeks	+ CK
Chen et al. (2007)	Healthy male students (n=12)	30 min	70%VO_{2max}	-15	Bout 2 pre & post 5 days	+ DOMS + CK + RE changes with faster recovery time
Green et al. (2010)	Recreational adult female (n=10)	6x5 min, r=2 min	13 km/hr	-10	Bout 2 pre & post 2 weeks	<-> Faster recovery of MVC of KE <-> CK <-> DOMS <-> Insulin & glucose response
Park & Lee (2015)	Moderately trained male adults (n=13)	40 males	70%VO_{2max}	-10	Bout 2 pre & post 3 weeks	+ CK

Table 1. (Continued)

Study	Participants	Downhill run			Intervention	Outcomes
		Duration	Intensity	Slope (%)		
Schwane et al. (1987)	Healthy (n=20 in DR; 7 male & 13 females)	9x5 min, r=2 min	80%VO_{2max} @ level grade (9.4 km/hr)	-10	5 sessions/week for 1 or 2 weeks	+ DOMS + CK
Toyomura et al. (2018)	Healthy male adults (n=18)	5-20 min	14.9km/hr (Lactate threshold)	-10	5 sessions/week for 5 weeks	+ MVC of KE + Change of direction ability + Little effect on aerobic capacity
Giandolini et al. (2013)	Male adults trained in trail training (n=23)	6.5 km	As fast as possible (13.3 km/hr)	-16.8	Anterior vs. posterior FSP (preferred stride frequency)	FSP differently affects the components of impact shock acceleration: <-> Anterior FSR leads to improve attenuation & impact-related frequency
Giandolini et al. (2017)	Male adults trained in trail training (n=23)	6.5 km	As fast as possible (13.3 km/hr)	-16.8	Anterior vs. posterior FSP (preferred stride frequency)	Anterior FSP: - MVC decrement in KE - Peripheral neuromuscular fatigue in KE High FSP: - MVC decrement in KE & PF
Baggaley et al.	Active adults (n=19; 9 males & 10 females)	<15 second	11.9 km/hr	-8.8 & -17.6	@ PSF, +10% PSF, -10% PSF	PSF manipulation: + Lower leg energy absorption + Impact attenuation + Shorter PSF: reduce the demand placed on the knee & hip and may aid to reduce EIMD and improving performance
Ehrström et al. (2020)	Male adults well-trained in trail running (n=13)	40 min	55%VO_{2max} (15.1 km/hr) VO_{2max} measured with a +10%	-15	Compression rate of 18 mmHg to the calf & 21 mmHg at thr thigh	+ Attenuation of KE solf tissue vibration + Neuromuscular fatigue & recovery + MVC decrements in KE & recovery + DOMS <-> RE
Lussiana et al. (2013)	Male adults recreational runner (n=14)	7x5 min (DR, level & uphill), r=5 min	10 km/hr	-8, -5 & -2 for DR	Minimal shoes vs. traditional shoes	+ RE when all slopes are considered. <-> RE for negative slopes only.

1.2 การกระตุ้นก่อนการออกกำลังกาย (preconditioning Exercise)

การกระตุ้นก่อนการออกกำลังกาย หมายถึง การปฏิบัติการฝึกแรงต้านหรือการหดตัวของกล้ามเนื้อในระดับความหนักสูงก่อนการวิ่งลงเนิน เพื่อกระตุ้นการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และลดระดับการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย แนวคิดดังกล่าวมีลักษณะคล้ายกับการฝึกซ้อมเป็นชุดซ้ำ แต่แตกต่างกันที่การใช้รูปแบบการฝึกเฉพาะจุดและควบคุมตัวแปรได้มากกว่า ตัวอย่างเช่น การฝึกกล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่า ด้วยการหดตัวแบบเอคเซนตริค จำนวน 100 ครั้ง ที่ความเร็วต่ำ หลังจากนั้น 14 วัน ให้วิ่งลงเนินระยะเวลารวม 40 นาที โดยแบ่งออก 5 รอบ ๆ ละ 8 นาที และพักรอบละ 2 นาที พบว่า ภายหลังการวิ่งลงเนิน ค่าแรงสูงสุดที่วัดด้วยเครื่องไอโซไคเนติก (isokinetic dynamometer) ลดลงน้อยกว่ากลุ่มควบคุมประมาณ 19–22% และระดับครีเอทีนไคเนส (CK) ภายหลัง 48 ชั่วโมง ลดการเพิ่มขึ้นได้ถึง 79% (Eston et al., 1996) นอกจากนี้ การกระตุ้นด้วยแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด จำนวน 10 ครั้ง เป็นระยะเวลา 2 วันก่อนการวิ่งลงเนิน พบว่าสามารถเร่งการฟื้นตัวของแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดให้กลับสู่ค่าปกติภายใน 72 ชั่วโมง ขณะที่กลุ่มควบคุมยังไม่สามารถฟื้นตัวได้สมบูรณ์แม้ผ่านไป 96 ชั่วโมง และระดับอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย ลดลงประมาณ 25% ภายใน 48 ชั่วโมง (Bontemps et al., 2020) อย่างไรก็ตาม รูปแบบการกระตุ้นดังกล่าวไม่พบผลต่อค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง การกระโดดสูง หรือระดับครีเอทีนไคเนส (CK) อย่างมีนัยสำคัญ การทำการกระตุ้นก่อนการออกกำลังกาย อาจช่วยกระตุ้นการปรับตัวของหน่วยมอเตอร์เพื่อเพิ่มความสามารถในการควบคุมแรงการหดตัวแบบเอคเซนตริค และเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างภายในเส้นใยกล้ามเนื้อก่อนเผชิญภาระจริงจากการวิ่งลงเนิน ส่งผลให้ระดับการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย และความล้าระบบประสาท-กล้ามเนื้อลดลง โดยสรุป การทำการกระตุ้นก่อนการออกกำลังกาย เป็นกลยุทธ์เชิงป้องกันที่สามารถประยุกต์ใช้ในช่วงเตรียมการแข่งขันหรือก่อนการฝึกวิ่งลงเนินที่มีความหนักสูง โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อลดความรุนแรงของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย และเร่งการฟื้นตัวของสมรรถภาพกล้ามเนื้อ

1.3 การฝึกซ้อมวิ่งลงเนิน

การฝึกซ้อมวิ่งลงเนินเป็นรูปแบบการฝึกที่มีลักษณะเฉพาะจากการกระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอคเซนตริคในระดับสูงและต่อเนื่อง โดยเฉพาะการฝึกแบบพลัยโอเมตริคในช่วงจังหวะเท้าสัมผัสพื้น (initial contact) ช่วงรับแรงกระแทก และช่วงการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซนตริค การฝึกในลักษณะดังกล่าวสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาประเภทความอดทน และอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง เพิ่มขึ้นประมาณ 4-8% (Douglas et al., 2017, Sedano et al., 2013) กลไกที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย การกระตุ้นการปรับตัวของระบบประสาท การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานร่วมกันของหน่วยกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อ การเพิ่มความแข็งแรงเชิงโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อ และการปรับเปลี่ยนรูปแบบชีวกลศาสตร์การวิ่ง การฝึกวิ่งลงเนินยังสามารถพัฒนาประสิทธิภาพของวงจรการยืดออก-หดสั้น (stretch–shortening cycle; SSC) โดยเฉพาะในช่วงเอคเซนตริค ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการกักเก็บและถ่ายโอนพลังงาน ส่งผลให้ต้นทุนการใช้ออกซิเจนขณะวิ่งบนพื้นราบลดลง (Nicol et al., 2006)

จากการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ฝึกวิ่งลงเนิน (5 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 1-2 สัปดาห์ ครั้งละ 5-15 นาที ที่ความลาดชัน 10% และความหนัก 80% VO_{2max}) มีระดับอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายต่ำกว่ากลุ่มควบคุมภายหลังการวิ่งลงเนิน 45 นาที นอกจากนี้ การฝึกเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ (3 ครั้ง/สัปดาห์ ครั้งละ 5-20 นาที ที่ความลาดชันลาดลง 10%) สามารถเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดของการหดตัวแบบไอโซเมตริก คอนเซนตริก และเอคเซนตริกได้ประมาณ 9-24% เมื่อประเมินด้วยเครื่องไอโซไคเนติก (Toyomura et al., 2018) อย่างไรก็ตาม การฝึกที่ระดับความลาดชันลาดลง 5% ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่งหรือพารามิเตอร์การก้าว ได้แก่ ความยาวก้าวและความถี่ก้าว แสดงให้เห็นว่าขนาดของความลาดชัน (slope magnitude) อาจเป็นตัวแปรสำคัญต่อระดับการกระตุ้นการปรับตัว การเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่งลงเนินในนักกีฬาวิ่งเทรล จำเป็นต้องมุ่งเน้นการพัฒนาองค์ประกอบทางสรีรวิทยาและสมรรถภาพทางกายที่สำคัญ ได้แก่ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (maximal strength) และความตึงตัวของหน่วยกล้ามเนื้อ–เอ็น (muscle–tendon unit stiffness) ของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย โดยองค์ประกอบทั้งสามประการนี้มีบทบาทเชิงกลไกที่สำคัญต่อการควบคุมแรง การดูดซับแรงกระแทก และการถ่ายโอนพลังงานเชิงกล ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยกำหนดประสิทธิภาพในการวิ่งลงเนินอย่างมีนัยสำคัญ โดยสรุป การฝึกซ้อมวิ่งลงเนินในระดับความลาดชันและความหนักที่เหมาะสมสามารถกระตุ้นการปรับตัวเชิงประสาท-กล้ามเนื้อ เพิ่มความแข็งแรง และอาจส่งผลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่ง ทั้งนี้ ผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับความเฉพาะเจาะจงของโปรแกรมฝึก ความลาดชัน และระยะเวลาการฝึกเป็นสำคัญ นอกจากนี้ การรวบรวมข้อมูลจำนวนโปรแกรมการฝึกซ้อมการวิ่งลงเนินที่มีจำนวน

หลากหลายนั้น ยังไม่แน่ชัดว่าโปรแกรมการฝึกเป็นปัจจัยใดมีบทบาทสำคัญที่ตอบสนองต่อการบาดเจ็บและความล้าของกล้ามเนื้อในขณะการวิ่งลงเนิน จึงมีความจำเป็นต้องมีงานวิจัยคุณภาพสูงเพิ่มเติม โดยใช้แนวทางที่มีความสอดคล้องกันในการประเมินความเสียหายของกล้ามเนื้อ

2. การปรับตัวของการก้าว น้ำหนักร่างกาย การสะสมความร้อน และถุงน่องรัดกล้ามเนื้อ

2.1 ลักษณะการก้าวและรูปแบบการวางเท้าที่เหมาะสม

ลักษณะการก้าว ได้แก่ ระยะการก้าว (stride length) และความถี่การก้าว (stride frequency) รวมถึงรูปแบบการวางเท้า เช่น การลงส้นเท้า (rearfoot strike) กลางเท้า (midfoot strike) หรือปลายเท้า (forefoot strike) ล้วนเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแรงกระทำเชิงกลที่เกิดขึ้นกับระบบประสาทและกล้ามเนื้อของรยางค์ล่าง (Giandolini et al., 2017) ความล้าที่สะสมจากแรงกระแทกและแรงเบรกในระหว่างการวิ่งลงเนินมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย (Baggaley et al., 2020, Giandolini et al., 2017) ในบริบทของการวิ่งลงเนิน พบว่า การใช้ระยะการก้าวมากกว่าปกติ (overstriding) สามารถเพิ่มแรงเบรกและแรงกระแทกในช่วงเท้าสัมผัสพื้น ส่งผลให้แรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด ลดลงมากกว่าการใช้ความยาวก้าวที่สั้นลงกว่าปกติ ในทางตรงกันข้าม การลดระยะการก้าวและเพิ่มความถี่ก้าวมีแนวโน้มช่วยลดภาระเชิงกลต่อกล้ามเนื้อ และส่งเสริมการฟื้นตัวของการทำงานของกล้ามเนื้อได้รวดเร็วยิ่งขึ้นภายหลังการออกกำลังกายแบบเฉียบพลัน อย่างไรก็ตาม การฝึกด้วยความยาวก้าวที่มากกว่าปกติอาจถูกนำมาใช้เป็นกลยุทธ์กระตุ้นให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ในระดับควบคุมได้ขณะวิ่งลงเนินครั้งแรก เพื่อกระตุ้นกลไกการฝึกซ้อมเป็นชุดซ้ำ กล่าวคือ การกระตุ้นความเสียหายของกล้ามเนื้อในระดับหนึ่งอาจนำไปสู่การปรับตัวที่ช่วยลดระดับการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย และอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย ในการวิ่งลงเนินครั้งถัดไป โดยเฉพาะเมื่อประเมินภายใน 24 ชั่วโมงหลังการออกกำลังกาย (Bontemps et al., 2020)

ระยะการก้าวมีบทบาทสำคัญต่อการดูดซับพลังงานเชิงกลและการกระจายแรงกระแทกของรยางค์ล่างขณะวิ่งลงเนิน โดยเฉพาะในช่วงเท้าสัมผัสพื้นและช่วงรับแรงเบรก มีรายงานว่า การลดระยะการก้าวลงประมาณ 10% สามารถลดการดูดซับพลังงานและลดแรงกระแทกที่ข้อเข่าและข้อสะโพกได้อย่างมีนัยสำคัญ กลไกดังกล่าวอาจช่วยลดภาระการทำงานแบบเอคเซนตริคของกล้ามเนื้อรอบข้อ และลดความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย การปรับลดระยะการก้าวควบคู่กับการเพิ่มความถี่การก้าว สามารถลดแรงเบรก (braking force) และลดความเค้นเชิงกลสะสมในระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ซึ่งอาจช่วยรักษาประสิทธิภาพการวิ่งและชะลอการเกิดความล้าได้ โดยเฉพาะในการวิ่งลงเนินระยะเวลานาน ทั้งนี้ ระยะการก้าวและความถี่การก้าว มีความสัมพันธ์กับต้นทุนพลังงานในการวิ่ง หากรูปแบบการก้าวขณะวิ่งลงเนินมีความใกล้เคียงกับความถี่การก้าว ที่นักกีฬาคุ้นเคยขณะวิ่งบนพื้นราบ อาจช่วยคงประสิทธิภาพการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และส่งผลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการวิ่งได้

การเพิ่มความถี่การก้าวขณะวิ่งลงเนินอาจเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บและการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายได้ กลไกที่เป็นไปได้เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อขณะเกิดการหดตัวแบบเอคเซนตริค เมื่อความถี่การก้าวต่ำและระยะการก้าวยาว โดยเฉพาะกลุ่มเหยียดข้อเข่าและข้อสะโพกจะทำงานในช่วงความยาวที่มากขึ้นระหว่างจังหวะรับแรง ส่งผลให้เกิดการหดตัวแบบเอคเซนตริคภายใต้สภาวะ “กล้ามเนื้อยาว” ซึ่งสัมพันธ์กับระดับความเสียหายของเส้นใยกล้ามเนื้อที่สูงกว่า ในทางตรงกันข้าม การเพิ่มความถี่การก้าวและลดระยะการก้าวจะทำให้การหดตัวแบบเอคเซนตริคเกิดขึ้นในช่วงความยาวกล้ามเนื้อที่สั้นลง ลดแรงเบรกและแรงกระแทกสะสม จึงอาจลดความเสียหายของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายได้ (Butterfield & Herzog, 2006; Child et al., 1998; Jones et al., 1989)

รูปแบบการวางเท้าในจังหวะเริ่มสัมผัสพื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบการทำงานและความยาวของกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง ซึ่งอาจส่งผลต่อระดับการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย โดยเฉพาะในการวิ่งลงเนินที่มีแรงกระแทกและแรงเบรกสูง รูปแบบการวางเท้าของนักวิ่งสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ 1) การลงส้นเท้า (rearfoot strike) คือ ส้นเท้าสัมผัสพื้นก่อน แล้วจึงตามด้วยส่วนกลางเท้าและปลายเท้า 2) การลงกลางเท้า (midfoot strike) คือ บริเวณกระดูกฝ่าเท้าส่วนกลางสัมผัสพื้นก่อนหรือเกือบพร้อมกับส้นเท้า และ 3) การลงปลายเท้า (forefoot strike) คือ บริเวณกระดูกฝ่าเท้าด้านหน้าเป็นจุดสัมผัสแรก โดยส้นเท้าอาจไม่สัมผัสพื้นหรือสัมผัสภายหลังอย่างชัดเจน การลงส้นเท้ามักสัมพันธ์กับแรงกระแทกที่สูงกว่าและแรงเบรกที่มากขึ้น ซึ่งอาจเพิ่มภาระการทำงานแบบเอคเซนตริคของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่า ในขณะที่การลงกลางเท้าหรือปลายเท้าอาจช่วยกระจายแรงผ่านข้อเท้าและเอ็นร้อยหวายมากขึ้น

รูปแบบการลงปลายเท้ามีลักษณะเฉพาะคือ ขณะเริ่มสัมผัสพื้นข้อเท้าอยู่ในท่างอข้อเท้าลงร่วมกับการงอเข่ามากกว่าการลงส้นเท้า ลักษณะดังกล่าวส่งผลให้แรงกระแทกเริ่มต้นลดลง แต่เกิดการถ่ายโอนแรงเบรกไปยังข้อเท้าและกล้ามเนื้อรอบข้อเท้ามากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการลงส้นเท้า พบว่า รูปแบบการลงปลายเท้ามีแรงเบรกที่บริเวณข้อเข่า (เช่น กล้ามเนื้อ vastus lateralis) และกล้ามเนื้อหน้าแข้ง (tibialis anterior) ในระดับต่ำกว่า ขณะที่แรงเบรกและแรงดูดซับพลังงานจะเพิ่มขึ้นที่ข้อเท้า โดยเฉพาะในกล้ามเนื้อ gastrocnemius lateralis ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมแรงในช่วงเอคเซนตริคภายหลังเท้าสัมผัสพื้น ดังนั้น แม้ว่าการลงปลายเท้าอาจช่วยลดภาระเชิงกลที่ข้อเข่า แต่ก็อาจเพิ่มภาระการทำงานแบบเอคเซนตริคของกล้ามเนื้อกลุ่มงอข้อเท้าลง และอาจจะเป็นปัจจัยที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ในกล้ามเนื้อในกลุ่มการวิ่งลงเขา หากไม่มีความแข็งแรงหรือความคุ้นเคยเพียงพอ ในทางปฏิบัติ นักวิ่งที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการวางเท้าระหว่างการวิ่งลงเนินได้อย่างยืดหยุ่น เช่น สลับระหว่างการลงส้นเท้า กลางเท้า หรือปลายเท้า อาจช่วยกระจายภาระเชิงกลไปยังกลุ่มกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน ลดการสะสมความล้าของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และจำกัดการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของระบบประสาทส่วนปลายให้อยู่ในระดับต่ำ (Bontemps et al., 2020) โดยสรุป ขณะการวิ่งลงเนิน ควรหลีกเลี่ยงการก้าวยาวเกินปกติ โดยปรับลดระยะการก้าวร่วมกับเพิ่มความถี่การก้าว เพื่อลดแรงกระแทกและแรงเบรกที่เกิดขึ้นในช่วงเท้าสัมผัสพื้น สำหรับรูปแบบการวางเท้า ควรเลือกใช้การลงกลางเท้าหรือปลายเท้าเพื่อช่วยกระจายแรงเชิงกล อย่างไรก็ตาม การปรับรูปแบบการวางเท้าควรสอดคล้องกับระดับความแข็งแรงและความคุ้นเคยของกล้ามเนื้อ โดยอาจใช้การปรับเปลี่ยนรูปแบบการลงเท้าอย่างยืดหยุ่นเพื่อกระจายภาระ ลดความล้าของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และลดความเสียหายเฉพาะจุดเพื่อจำกัดความรุนแรงของการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายได้

2.2 การใส่ถุงน่องรัดกล้ามเนื้อช่วงล่างของร่างกาย

การใส่ถุงน่องรัดกล้ามเนื้อ (compression garments) ที่มีระดับแรงดันเหมาะสมระหว่างการวิ่งลงเนินอาจช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของความล้าระบบประสาทและกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (KE) ในระยะเฉียบพลันภายหลังการวิ่ง (Ehrstrom et al., 2018) กลไกที่เป็นไปได้ คือ การลดการสั่นของกล้ามเนื้อระหว่างเท้าสัมผัสพื้น การเพิ่มความมั่นคงของข้อต่อ และการกระตุ้นการรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อ (proprioception) ซึ่งอาจส่งผลให้การควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อช่วงล่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นระหว่างออกกำลังกาย นอกจากนี้ การใส่ถุงน่องรัดกล้ามเนื้ออาจส่งเสริมกระบวนการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย โดยเฉพาะในกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่มีภาระเชิงกลสูงจากการวิ่งลงเนิน ทั้งนี้ อาจเกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการไหลเวียนกลับของเลือดดำและการลดการคั่งของของเหลวในเนื้อเยื่อ (Ehrstrom et al., 2018) การใช้ถุงน่องรัดกล้ามเนื้ออาจเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่ช่วยจำกัดระดับการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย ทั้งในการวิ่งลงเนินและการวิ่งบนพื้นราบ โดยเฉพาะในนักวิ่งที่มีอายุมากกว่า 40 ปี ซึ่งอาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย และการฟื้นตัวที่ช้ากว่า การเพิ่มความมั่นคงของกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อจากแรงรัดอาจช่วยลดผลกระทบจากแรงกระแทกและแรงเร่งซ้ำ ๆ ในการฝึกวิ่งระยะยาว

3. การสะสมความร้อน

การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย (thermoregulation) ระหว่างการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับความหนักของการทำงานของระบบเผาผลาญ โดยทั่วไป การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิแกนกลางลำตัวสอดคล้องกับระดับการใช้ออกซิเจน (VO_2) และความหนักของการออกกำลังกาย มากกว่ารูปแบบการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะ ขณะการวิ่งลงเนินระดับการใช้ออกซิเจนมักต่ำกว่าการวิ่งขึ้นภูเขา เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วการวิ่งซึ่งนักกีฬาสามารถปฏิบัติได้จริง เนื่องจากการวิ่งลงเนินมีต้นทุนพลังงานเชิงเมตาบอลิซึมต่ำกว่า แม้ว่าจะมีภาระเชิงกลจากแรงกระแทกและแรงเบรกสูงกว่า ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิแกนกลางลำตัวขณะวิ่งลงเนินจึงมีแนวโน้มต่ำกว่าการวิ่งขึ้นภูเขาเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม แม้ต้นทุนพลังงานจะต่ำกว่า แต่การวิ่งลงเนินในระยะเวลานานหรือที่ความลาดชันสูงอาจทำให้เกิดความล้าของระบบประสาทและกล้ามเนื้อจากแรงเอคเซนตริคสะสม ซึ่งเป็นปัจจัยที่แตกต่างจากความล้าจากภาระเมตาบอลิซึมโดยตรง

4. น้ำหนักร่างกาย

น้ำหนักร่างกายเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อแรงกระทำเชิงกลที่เกิดขึ้นกับระบบประสาท–กล้ามเนื้อขณะวิ่งลงเนิน เนื่องจากแรงกระแทกและแรงเบรกมีความสัมพันธ์โดยตรงกับมวลของร่างกาย การลดน้ำหนักร่างกาย โดยเฉพาะมวลไขมันส่วนเกิน อาจช่วยลดภาระเชิงกลที่กระทำต่อข้อเข่า ข้อสะโพก และข้อเท้า ส่งผลให้ระดับความล้าและความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บลดลง ในทางตรงกันข้าม ปริมาณไขมันในร่างกายที่สูงอาจเพิ่มแรงกระแทกสะสมในช่วงเท้าสัมผัสพื้น และเพิ่มความต้องการการทำงานแบบเอคเซนตริคของกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายในระดับที่รุนแรงขึ้น และทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงอย่างชัดเจนภายหลังการวิ่งลงเนิน

สรุป

การวิ่งลงเนินเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอคเซนตริคในระดับสูง ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย (EIMD) และความล้าของระบบประสาท-กล้ามเนื้อ ส่งผลให้สมรรถภาพการวิ่งลดลงในระยะเวลาหลังการออกกำลังกาย การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยามักเกิดขึ้นตั้งแต่ทันทีหลังการออกกำลังกายจนถึงประมาณ 96 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ระดับความลาดชัน ความเร็ว และระยะเวลาในการวิ่ง ระดับของการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย สามารถประเมินได้จากการลดลงของแรงหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด ระดับครีเอทีนไคเนสในกระแสเลือด และระดับอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย (DOMS) นอกจากนี้ ปัจจัยด้านเทคนิคการวิ่ง เช่น ระยะและความถี่ของการก้าว รูปแบบการวางเท้า รวมถึงองค์ประกอบของร่างกายและอุปกรณ์ที่ใช้ อาจมีบทบาทในการลดภาระเชิงกลและจำกัดการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย กลไกการปรับตัวของระบบประสาท-กล้ามเนื้อ โดยเฉพาะปรากฏการณ์การฝึกซ้อมเป็นชุดซ้ำ (RBE) ถือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดระดับความเสียหายของกล้ามเนื้อจากการวิ่งลงเนิน การวางแผนโปรแกรมฝึกที่มีความจำเพาะต่อการวิ่งลงเนินร่วมกับการจัดการภาระการฝึกอย่างเหมาะสม จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและส่งเสริมประสิทธิภาพการวิ่งในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

Baggaley, M., Vernillo, G., Martinez, A., Horvais, N., Giandolini, M., Millet, G. Y., & Edwards, W. B. (2020). Step length and grade effects on energy absorption and impact attenuation in running. European journal of sport science, 20(6), 756–766. https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1664639

Bontemps, B., Vercruyssen, F., Gruet, M., & Louis, J. (2020). Downhill Running: What Are The Effects and How Can We Adapt? A Narrative Review. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 50(12), 2083–2110. https://doi.org/10.1007/s40279-020-01355-z

Butterfield, T. A., & Herzog, W. (2006). Effect of altering starting length and activation timing of muscle on fiber strain and muscle damage. Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985), 100(5), 1489–1498. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00524.2005

Byrnes, W. C., Clarkson, P. M., White, J. S., Hsieh, S. S., Frykman, P. N., & Maughan, R. J. (1985). Delayed onset muscle soreness following repeated bouts of downhill running. Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985), 59(3), 710–715. https://doi.org/10.1152/jappl.1985.59.3.710

Carmichael, M. D., Davis, J. M., Murphy, E. A., Brown, A. S., Carson, J. A., Mayer, E., & Ghaffar, A. (2005). Recovery of running performance following muscle-damaging exercise: relationship to brain IL-1beta. Brain, behavior, and immunity, 19(5), 445–452. https://doi.org/10.1016/j.bbi.2005.03.012

Chen, T. C., Nosaka, K., & Tu, J. H. (2007). Changes in running economy following downhill running. Journal of sports sciences, 25(1), 55–63. https://doi.org/10.1080/02640410600718228

Chen, T. C., Nosaka, K., Lin, M. J., Chen, H. L., & Wu, C. J. (2009). Changes in running economy at different intensities following downhill running. Journal of sports sciences, 27(11), 1137–1144. https://doi.org/10.1080/02640410903062027

Child, R. B., Saxton, J. M., & Donnelly, A. E. (1998). Comparison of eccentric knee extensor muscle actions at two muscle lengths on indices of damage and angle-specific force production in humans. Journal of sports sciences, 16(4), 301–308. https://doi.org/10.1080/02640419808559358

Coratella, G., Longo, S., Cè, E., Esposito, F., de Almeida Costa Campos, Y., et al. (2019). Commentaries on Viewpoint: Distinct modalities of eccentric exercise: different recipes, not the same dish. Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985), 127(3), 884–891. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00496.2019

Davies, R. C., Eston, R. G., Poole, D. C., Rowlands, A. V., DiMenna, F., Wilkerson, D. P., Twist, C., & Jones, A. M. (2008). Effect of eccentric exercise-induced muscle damage on the dynamics of muscle oxygenation and pulmonary oxygen uptake. Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985), 105(5), 1413–1421. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.90743.2008

Devita, P., Janshen, L., Rider, P., Solnik, S., & Hortobágyi, T. (2008). Muscle work is biased toward energy generation over dissipation in non-level running. Journal of biomechanics, 41(16), 3354–3359. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.09.024

Dick, R. W., & Cavanagh, P. R. (1987). An explanation of the upward drift in oxygen uptake during prolonged sub-maximal downhill running. Medicine and science in sports and exercise, 19(3), 310–317.

Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. (2017). Chronic Adaptations to Eccentric Training: A Systematic Review. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 47(5), 917–941. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0628-4

Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. (2017). Eccentric Exercise: Physiological Characteristics and Acute Responses. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 47(4), 663–675. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0624-8

Ebbeling, C. B., & Clarkson, P. M. (1989). Exercise-induced muscle damage and adaptation. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 7(4), 207–234. https://doi.org/10.2165/00007256-198907040-00001

Ehrstrom, S., Gruet, M., Giandolini, M., Chapuis, S., Morin, J. B., & Vercruyssen, F. (2018). Acute and Delayed Neuromuscular Alterations Induced by Downhill Running in Trained Trail Runners: Beneficial Effects of High-Pressure Compression Garments. Frontiers in physiology, 9, 1627. https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01627

Eston, R. G., Finney, S., Baker, S., & Baltzopoulos, V. (1996). Muscle tenderness and peak torque changes after downhill running following a prior bout of isokinetic eccentric exercise. Journal of sports sciences, 14(4), 291–299. https://doi.org/10.1080/02640419608727714

Feasson, L., Stockholm, D., Freyssenet, D., Richard, I., Duguez, S., Beckmann, J. S., & Denis, C. (2002). Molecular adaptations of neuromuscular disease-associated proteins in response to eccentric exercise in human skeletal muscle. The Journal of physiology, 543(Pt 1), 297–306. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.018689

Garnier, Y., Lepers, R., Assadi, H., & Paizis, C. (2020). Cardiorespiratory Changes During Prolonged Downhill Versus Uphill Treadmill Exercise. International journal of sports medicine, 41(2), 69–74. https://doi.org/10.1055/a-1015-0333

Giandolini, M., Horvais, N., Farges, Y., Samozino, P., & Morin, J. B. (2013). Impact reduction through long-term intervention in recreational runners: midfoot strike pattern versus low-drop/low-heel height footwear. European journal of applied physiology, 113(8), 2077–2090. https://doi.org/10.1007/s00421-013-2634-7

Giandolini, M., Horvais, N., Rossi, J., Millet, G. Y., Morin, J. B., & Samozino, P. (2017). Effects of the foot strike pattern on muscle activity and neuromuscular fatigue in downhill trail running. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 27(8), 809–819. https://doi.org/10.1111/sms.12692

Gottschall, J. S., & Kram, R. (2005). Ground reaction forces during downhill and uphill running. Journal of biomechanics, 38(3), 445–452. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2004.04.023

Green, M. S., Doyle, J. A., Ingalls, C. P., Benardot, D., Rupp, J. C., & Corona, B. T. (2010). Adaptation of insulin-resistance indicators to a repeated bout of eccentric exercise in human skeletal muscle. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 20(3), 181–190. https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.3.181

Hayashi, K., Leary, M. E., Roy, S. J., Laosiripisan, J., Pasha, E. P., & Tanaka, H. (2019). Recovery from Strenuous Downhill Running in Young and Older Physically Active Adults. International journal of sports medicine, 40(11), 696–703. https://doi.org/10.1055/a-0951-0017

Hyldahl, R. D., Chen, T. C., & Nosaka, K. (2017). Mechanisms and Mediators of the Skeletal Muscle Repeated Bout Effect. Exercise and sport sciences reviews, 45(1), 24–33. https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000095

Jamurtas, A. Z., Koutedakis, Y., Paschalis, V., Tofas, T., Yfanti, C., Tsiokanos, A., Koukoulis, G., Kouretas, D., & Loupos, D. (2004). The effects of a single bout of exercise on resting energy expenditure and respiratory exchange ratio. European journal of applied physiology, 92(4-5), 393–398. https://doi.org/10.1007/s00421-004-1156-8

Jones, D. A., Newham, D. J., & Torgan, C. (1989). Mechanical influences on long-lasting human muscle fatigue and delayed-onset pain. The Journal of physiology, 412, 415–427. https://doi.org/10.1113/jphysiol.1989.sp017624

Lucia, A., Esteve-Lanao, J., Oliván, J., Gómez-Gallego, F., San Juan, A. F., Santiago, C., Pérez, M., Chamorro-Viña, C., & Foster, C. (2006). Physiological characteristics of the best Eritrean runners-exceptional running economy. Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme, 31(5), 530–540. https://doi.org/10.1139/h06-029

Lussiana, T., Fabre, N., Hébert-Losier, K., & Mourot, L. (2013). Effect of slope and footwear on running economy and kinematics. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 23(4), e246–e253. https://doi.org/10.1111/sms.12057

Malm, C., Sjödin, T. L., Sjöberg, B., Lenkei, R., Renström, P., Lundberg, I. E., & Ekblom, B. (2004). Leukocytes, cytokines, growth factors and hormones in human skeletal muscle and blood after uphill or downhill running. The Journal of physiology, 556(Pt 3), 983–1000. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.056598

Maughan, R. J., Donnelly, A. E., Gleeson, M., Whiting, P. H., Walker, K. A., & Clough, P. J. (1989). Delayed-onset muscle damage and lipid peroxidation in man after a downhill run. Muscle & nerve, 12(4), 332–336. https://doi.org/10.1002/mus.880120412

McKune, A. J., Smith, L. L., Semple, S. J., Mokethwa, B., & Wadee, A. A. (2006). Immunoglobulin responses to a repeated bout of downhill running. British journal of sports medicine, 40(10), 844–849. https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.027839

Minetti, A. E., Ardigò, L. P., & Saibene, F. (1994). Mechanical determinants of the minimum energy cost of gradient running in humans. The Journal of experimental biology, 195, 211–225. https://doi.org/10.1242/jeb.195.1.211

Mizuno, S., Morii, I., Tsuchiya, Y., & Goto, K. (2016). Wearing Compression Garment after Endurance Exercise Promotes Recovery of Exercise Performance. International journal of sports medicine, 37(11), 870–877. https://doi.org/10.1055/s-0042-106301

Morgan, D. W., & Craib, M. (1992). Physiological aspects of running economy. Medicine and science in sports and exercise, 24(4), 456–461.

Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The stretch-shortening cycle : a model to study naturally occurring neuromuscular fatigue. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 36(11), 977–999. https://doi.org/10.2165/00007256-200636110-00004

Oosthuyse, T., & Bosch, A. N. (2017). The Effect of Gender and Menstrual Phase on Serum Creatine Kinase Activity and Muscle Soreness Following Downhill Running. Antioxidants (Basel, Switzerland), 6(1), 16. https://doi.org/10.3390/antiox6010016

Park, K. S., & Lee, M. G. (2015). Effects of unaccustomed downhill running on muscle damage, oxidative stress, and leukocyte apoptosis. Journal of exercise nutrition & biochemistry, 19(2), 55–63. https://doi.org/10.5717/jenb.2015.15050702

Peake, J. M., Neubauer, O., Della Gatta, P. A., & Nosaka, K. (2017). Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985), 122(3), 559–570. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00971.2016

Pierrynowski, M. R., Tüdus, P. M., & Plyley, M. J. (1987). Effects of downhill or uphill training prior to a downhill run. European journal of applied physiology and occupational physiology, 56(6), 668–672. https://doi.org/10.1007/BF00424808

Proske, U., & Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. The Journal of physiology, 537(Pt 2), 333–345. https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.00333.x

Scheer, V., & Krabak, B. J. (2021). Musculoskeletal Injuries in Ultra-Endurance Running: A Scoping Review. Frontiers in physiology, 12, 664071. https://doi.org/10.3389/fphys.2021.664071

Schwane, J. A., Williams, J. S., & Sloan, J. H. (1987). Effects of training on delayed muscle soreness and serum creatine kinase activity after running. Medicine and science in sports and exercise, 19(6), 584–590.

Sedano, S., Marín, P. J., Cuadrado, G., & Redondo, J. C. (2013). Concurrent training in elite male runners: the influence of strength versus muscular endurance training on performance outcomes. Journal of strength and conditioning research, 27(9), 2433–2443. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318280cc26

Sharwood, K. A., Lambert, M. I., St Clair Gibson, A., & Noakes, T. D. (2000). Changes in muscle power and neuromuscular efficiency after a 40-minute downhill run in veteran long distance runners. Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine, 10(2), 129–135. https://doi.org/10.1097/00042752-200004000-00008

Smith, L. L., McKune, A. J., Semple, S. J., Sibanda, E., Steel, H., & Anderson, R. (2007). Changes in serum cytokines after repeated bouts of downhill running. Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme, 32(2), 233–240. https://doi.org/10.1139/h06-106

Sonkodi, B., Berkes, I., & Koltai, E. (2020). Have We Looked in the Wrong Direction for More Than 100 Years? Delayed Onset Muscle Soreness Is, in Fact, Neural Microdamage Rather Than Muscle Damage. Antioxidants (Basel, Switzerland), 9(3), 212. https://doi.org/10.3390/antiox9030212

Sorichter, S., Mair, J., Koller, A., Calzolari, C., Huonker, M., Pau, B., & Puschendorf, B. (2001). Release of muscle proteins after downhill running in male and female subjects. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 11(1), 28–32. https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2001.011001028.x

Toyomura, J., Mori, H., Tayashiki, K., Yamamoto, M., Kanehisa, H., & Maeo, S. (2018). Efficacy of downhill running training for improving muscular and aerobic performances. Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme, 43(4), 403–410. https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0538

Welsh, M. C., Allen, D. L., & Byrnes, W. C. (2014). Plasma matrix metalloproteinase-9 response to downhill running in humans. International journal of sports medicine, 35(5), 363–370. https://doi.org/10.1055/s-0033-1353212

Westerlind, K. C., Byrnes, W. C., & Mazzeo, R. S. (1992). A comparison of the oxygen drift in downhill vs. level running. Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985), 72(2), 796–800. https://doi.org/10.1152/jappl.1992.72.2.796

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

การพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานแบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว ของนักกีฬาฟุตบอลที่มีศักยภาพสูง

NORMATIVE DATA DEVELOPING OF AGILITY TEST FOR HIGH - PERFORMANCES FOOTBALL PLAYERS

ณัฏฐนันท์ ศศะรมย์[1*] อัชรัฐ ยงทวี[1] ทวีศักดิ์ ประสิทธิ์อ้น[1]
ธิติวัฒน์ น้อยคำเมือง[1] และ ณัฏฐ์พัชร์ ยุติธรรม[1]
Nattanan Sasaramya[1*], Atcharat Yongtawee[1] Taweesak prasithoon[1]
Thitiwat Noikhammueang[1] and Natphat Yuttitham[1]
[1]กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา กรุงเทพมหานคร
[1]Department of Physical Education, Ministry of Tourism and Sports, Bangkok
[*]Corresponding Author: nattanan_sasa@hotmail.com

Received: March 3, 2026 **Revised:** April 20, 2026 **Accepted:** April 29, 2026

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานแบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาฟุตบอลที่มีศักยภาพสูง โดยใช้แบบทดสอบ Arrowhead Agility Test เป็นเครื่องมือในการประเมิน การวิจัยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายในการคัดเลือกสโมสรฟุตบอลที่เข้าร่วมการแข่งขันฟุตบอลไทยลีก ระดับ T1 จำนวน 4 สโมสร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลอาชีพที่ไม่จำกัดช่วงอายุ จำนวนทั้งสิ้น 88 คน ประกอบด้วย ผู้รักษาประตู 8 คน กองหลัง 26 คน กองกลาง 35 คน และกองหน้า 19 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวด้วยวิธี Arrowhead Agility Test มีค่าเฉลี่ยการวิ่งวนด้านขวา 8.95 วินาที การวิ่งวนด้านซ้าย 9.05 วินาที และเวลารวมทั้งสองทิศทางเท่ากับ 18.00 วินาที จากผลการศึกษาสามารถพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานแบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวสำหรับนักกีฬาฟุตบอลที่มีศักยภาพสูง ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพนักกีฬาฟุตบอลสู่ความเป็นเลิศและการกีฬาอาชีพในอนาคตได้

คำสำคัญ: ความคล่องแคล่วว่องไว, เกณฑ์มาตรฐาน, นักกีฬาที่มีศักยภาพสูง, ฟุตบอล

Abstract

This study aimed to develop a standardized agility test, a key component of physical fitness for high - performances football players, using the Arrowhead Agility Test as the evaluation tool. Simple random sampling was used to select 88 professional football players from four Thai League T1 clubs. The sample consisted of 88 players of all ages: 8 goalkeepers, 26 defenders, 35 midfielders, and 19 forwards. The results showed that the Arrowhead Agility Test yielded a run attempt of 8.95, a first-order run of 9.05, and a directional frequency of 18.00 seconds. These findings suggest the potential for developing a standardized agility test for high - performances football players, which could be used as part of a football excellence and professional sports program.

Keywords: Agility, Normative Data, High - performances players, Football

บทนำ

การกีฬา เป็นเครื่องมือในการเสริมสร้างการพัฒนาและเสริมสร้างสุขภาวะ การพัฒนาจิตใจ การสร้างความสามัคคีของคน หล่อหลอมการเป็นพลเมืองดี พัฒนาคุณภาพชีวิต รวมถึงสร้างชื่อเสียงและเกียรติภูมิของประเทศชาติ การกีฬาและนันทนาการเป็นกลไกสำคัญยิ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่เป็น ที่ยอมรับในระดับสากลในการสร้างคุณค่าและมูลค่าให้แก่ประเทศ

กีฬาฟุตบอลนั้นนับได้ว่าเป็นชนิดกีฬาที่ได้รับความนิยมและได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายทั่วโลก โดยเห็นได้จากมีการจัดการแข่งขันฟุตบอลในรายการต่าง ๆ ทั้งระดับชาติและนานาชาติ กีฬาฟุตบอลของประเทศไทย มีการพัฒนาเป็นระบบเหมือนในกีฬาฟุตบอลในต่างประเทศ โดยมีลีกอาชีพทำให้นักฟุตบอลมีรายได้ที่แน่นอน ถือเป็นการสร้างกีฬาฟุตบอลในประเทศไทยอย่างยั่งยืน ที่ผ่านมาทั้งภาครัฐและเอกชนได้ให้การสนับสนุนกีฬาฟุตบอล โดยมีการพัฒนานักกีฬาตั้งแต่วัยเด็กจนก้าวสู่การเป็นนักกีฬาที่มีความเป็นเลิศ สิ่งเหล่านี้นับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากที่ทำให้กีฬาฟุตบอลนั้นเกิดการพัฒนาในมิติด้านต่าง ๆ มาอย่างต่อเนื่อง ทั้งการเป็นกีฬาเพื่อสุขภาพ เพื่อความเป็นเลิศ เพื่อการอาชีพ เพื่อความมั่นคง รวมถึงมิติด้านเศรษฐกิจที่สร้างมูลค่าให้กับประเทศ ดังนั้น จึงทำให้เยาวชนต่างให้ความสนใจในการที่จะเล่นกีฬาฟุตบอลเพิ่มมากขึ้น สำหรับในประเทศไทยนั้นการแข่งขันฟุตบอลโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับเยาวชนนั้นมีมากมายหลายระดับทั้งการแข่งขันระหว่างโรงเรียน การแข่งขันระดับชาติ หรือแม้กระทั่งการแข่งขันในระดับสโมสร

การที่นักกีฬาฟุตบอลให้มีความสามารถสูงสุด (Peak performance) นั้น ต้องประยุกต์องค์ความรู้ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬามาใช้อย่างเหมาะสม เพื่อจะทำให้นักกีฬามีศักยภาพและมีความสมบูรณ์ของร่างกายได้สูงสุด ซึ่งต้องมีกระบวนการฝึกซ้อมอย่างเป็นระบบและถูกต้อง โดยอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ สภาพร่างกาย (Physical preparation) เทคนิคและกลยุทธ์ (Tactical/Technical preparation) และจิตใจ (Mental preparation) (Williams & Reilly, 2000) ได้ให้คำจำกัดความของกระบวนการคัดเลือกนักกีฬาไว้ว่า เป็นกระบวนการที่คัดสรรผู้เข้าร่วมที่มีศักยภาพสู่การเป็นผู้เล่นชั้นยอด โดยมีขั้นตอนในกระบวนการของค้นหาความเป็นเลิศด้านกีฬา 4 ขั้นตอน คือ การค้นหา การระบุตัวตนหรือบ่งชี้ การคัดเลือกและการพัฒนา อีกทั้ง ในการศึกษาของ Vaeyens et al. (2006) พบว่าผู้เล่นชั้นยอด (Elite players) มีสมรรถภาพทางกาย และทักษะเทคนิคหลายประการที่ดีกว่าผู้เล่นคนอื่น ๆ การวิจัยในปัจจุบันมีความพยายามค้นหารูปแบบวิธีการและกระบวนการในการค้นหา พัฒนา และรักษาไว้ซึ่งนักกีฬาที่มีคุณภาพสูงสุดซึ่งมีอยู่มากมายหลายวิธีเพื่อที่จะรองรับการเป็นนักกีฬาที่มีศักยภาพสูง (Reilly et al., 2000; Gil et al., 2007; Waldron & Worsfold, 2010) ดังนั้นหากผู้ฝึกสอนสามารถค้นหานักกีฬาที่มีศักยภาพที่แฝงอยู่ เพื่อเข้าสู่กระบวนการการพัฒนาสู่ความเป็นเลิศอย่างเป็นระบบ จะสามารถลดระยะเวลาและขั้นตอนที่ใช้ในการสอนและการฝึกซ้อมเพื่อการได้มาซึ่งความสามารถในด้านต่าง ๆ ได้

การวิจัยในปัจจุบันมีความพยายามค้นหารูปแบบ วิธีการและกระบวนการในการค้นหา พัฒนา และรักษาไว้ซึ่งนักกีฬาที่มีคุณภาพสูงสุดซึ่งมีอยู่มากมายหลายวิธีเพื่อที่จะรองรับการเป็นนักกีฬาที่มีศักยภาพสูง ทั้งทางด้านสภาพร่างกาย เทคนิคและกลยุทธ์ และจิตใจ ซึ่งความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) องค์ประกอบด้านหนึ่งของสภาพร่างกาย (Physical preparation) ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในฟุตบอล ทั้งการหลบหลีกคู่แข่งในเกมรุก การเข้าสกัดในเกมรับ และการตอบสนองต่อสถานการณ์ที่คาดเดาไม่ได้ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเล่นในพื้นที่แคบ ลดความเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บ และช่วยให้คงความมั่นคงตลอดเกม โดยแบบทดสอบ Arrowhead agility test แบบทดสอบนี้มีรูปแบบการเคลื่อนที่ที่สอดคล้องกับรูปแบบการเคลื่อนที่ในการแข่งขันจริง (Match-specific movement) โดยเฉพาะการวิ่งอ้อม และการเปลี่ยนทิศทางในมุม 45 และ 90 องศา จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานแบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาฟุตบอลที่มีศักยภาพสูง นำไปสู่การพัฒนาเพื่อความเป็นเลิศและกีฬาเพื่อการอาชีพ อีกทั้งสามารถนำผลไปใช้เป็นแนวทางในกระบวนการคัดเลือกนักกีฬา การพัฒนานักกีฬาโดยใช้หลักวิทยาศาสตร์การกีฬา และเป็นการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การพัฒนาการกีฬาของประเทศ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรม โดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2566 ตามใบรับรองโครงการวิจัยที่ 660024 (COA No.116/66) วิธีดำเนินงานวิจัยมี ดังนี้

ประชากร

นักกีฬาที่มีรายชื่อหรือลงทำการแข่งขันฟุตบอลอาชีพไทยลีกในระดับ T1 ไม่น้อยกว่า 1 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

นักวิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย เพื่อคัดเลือกสโมสรฟุตบอลที่เข้าร่วมการแข่งขันฟุตบอลไทยลีกในระดับ T1 จำนวน 4 ทีม และใช้วิธีสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่ายในแต่ละทีม โดยมีจำนวนผู้มีส่วนร่วมซึ่งเป็นนักกีฬาฟุตบอลอาชีพที่ไม่ได้จำกัดช่วงอายุทั้งหมด 88 คน ประกอบด้วย 4 ตำแหน่งการเล่น คือ ผู้รักษาประตู 8 คน กองหลัง 26 คน กองกลาง 35 คน และกองหน้า 19 คน

เครื่องที่ใช้ในการวิจัย

การประเมินความสามารถด้านความคล่องแคล่วว่องไว ใช้แบบทดสอบ Arrowhead agility test โดยมีวิธีการประเมินดังนี้

1. ผู้รับการทดสอบยืนที่จุด A (ห่างจากเส้นเริ่ม 0.2 เมตร) เมื่อได้สัญญาณเริ่ม ให้ผู้รับการทดสอบวิ่งจากจุด A ไปยังจุด B และเปลี่ยนทิศทางวิ่งไปยังจุด C หรือ จุด B (ขึ้นอยู่กับการวิ่งในแต่ละรอบ) จากนั้นวิ่งไปยังจุด D แล้ววิ่งกลับมาที่จุด A ถือว่าเสร็จสิ้นการทดสอบ 1 รอบ
2. ทำการทดสอบ 4 รอบ (ซ้าย 2 รอบ ขวา 2 รอบ) โดยอาจสุ่มเลือกทิศทางการวิ่ง เพื่อหลีกเลี่ยงความล้าของผู้รับการทดสอบ เมื่อทำครบ 2 รอบ มีเวลาพัก 3 นาที
3. ผู้รับการทดสอบต้องวิ่งและเปลี่ยนทิศทางอย่างเต็มความสามารถตลอดการทดสอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการประสานงานและเตรียมการ คณะผู้วิจัยจะดำเนินการติดต่อประสานงานกับผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้บริหารสโมสรฟุตบอล เพื่อขออนุญาตดำเนินการวิจัย เมื่อได้รับอนุญาตให้ทำการเก็บข้อมูลแล้ว จึงจะทำการประสานงานกับบุคลากรของสถานศึกษาหรือเจ้าหน้าที่สโมสรฟุตบอล ที่ได้รับมอบหมายเพื่อนัดหมาย วัน เวลา และสถานที่ สำหรับการเก็บข้อมูลการวิจัย
2. การเตรียมความพร้อมของผู้เข้าร่วมการวิจัย (Participant Preparation) คณะผู้วิจัยให้คำแนะนำแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยเพื่อเตรียมความพร้อมทางร่างกายก่อนการทดสอบ ดังนี้
    1) การแต่งกาย: สวมชุดกีฬาที่เหมาะสม เสื้อกีฬา กางเกงขาสั้น ถุงเท้า และรองเท้า
    2) การอบอุ่นร่างกาย (Warm-up): ก่อนเริ่มการทดสอบ 10-20 นาที ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องทำการอบอุ่นร่างกายและอีดเหยียดกล้ามเนื้อภายใต้การดูแลของคณะผู้วิจัยเพื่อเตรียมความพร้อมของระบบกล้ามเนื้อและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ
3. ขั้นตอนการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว ใช้แบบทดสอบ Arrowhead agility test โดยมีขั้นตอน ดังนี้
    1) การสาธิต: ก่อนการทดสอบแต่ละรายการ คณะผู้วิจัยจะอธิบายและสาธิตวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้อง
    2) การฝึกปฏิบัติ (Practice Trial): เปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทดลองปฏิบัติจริงรายการละ 1 ครั้ง เพื่อทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือและท่าทาง
    3) การทดสอบจริง: ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทดสอบรายการละ 2 ครั้ง โดยคณะผู้วิจัยจะบันทึกค่าที่ดีที่สุด (Best Performance) เพื่อนำไปวิเคราะห์ผล
    4) การพัก (Recovery): กำหนดให้มีเวลาพักระหว่างรายการทดสอบแต่ละรายการเป็นเวลา 3 นาที เพื่อให้ร่างกาย ฟื้นคืนสภาพและพร้อมสำหรับการทดสอบในรายการถัดไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลเพื่อพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานของตัวบ่งชี้คุณลักษณะสำคัญของนักกีฬาฟุตบอลอาชีพ โดยหาค่าคะแนนทีปกติ (Normalized T-score) และค่าเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile) วิธีการสร้างเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้ (Yongtawee et al., 2022)

1. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาแปลงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์
2. นำตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์มาแปลงค่าเป็นคะแนนทีมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ หรือเรียกว่าคะแนนทีปกติ
3. นำคะแนนทีปกติมาเรียงลำดับจากคะแนนมากไปหาน้อย
4. ทำการหาพิสัยคะแนนที
5. นำค่าพิสัยมาหาค่าอันตรภาคชั้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยสร้างเกณฑ์มาตรฐาน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง ควรปรับปรุง และต่ำมาก
6. ทำการสร้างเกณฑ์คะแนนทีปกติ โดยเริ่มแบ่งคะแนนทีปกติที่ 50 จากนั้นนำค่าอันตรภาคชั้นมาหารสองและนำค่าที่ได้ไปลบคะแนนทีปกติที่ 50 ซึ่งค่าที่ได้เป็นคะแนนจุดตัด (cut-off score) จากนั้นจึงทำการแบ่งชั้นคะแนนต่าง ๆ ตามลำดับ

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ได้ผลการศึกษา ดังนี้

1. ผลการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว ด้วยวิธี Arrowhead agility test วิ่งวนขวาใช้เวลา 8.95 วินาที วิ่งวนด้านซ้ายใช้เวลา 9.05 วินาที และเวลารวมสองทิศทาง เท่ากับ 18.00 วินาที โดย ผู้รักษาประตู วิ่งวนขวาใช้เวลา 9.21 วินาที วิ่งวนด้านซ้าย ใช้เวลา 9.28 วินาที และเวลารวมสองทิศทาง เท่ากับ 18.50 วินาที กองหลัง วิ่งวนขวาใช้เวลา 9.07 วินาที วิ่งวนด้านซ้าย ใช้เวลา 9.17 วินาที และเวลารวมสองทิศทาง เท่ากับ 18.25 วินาที กองกลาง วิ่งวนขวาใช้เวลา 8.95 วินาที วิ่งวนด้านซ้าย ใช้เวลา 8.89 วินาที และเวลารวมสองทิศทาง เท่ากับ 17.86 วินาที กองหน้า วิ่งวนขวาใช้เวลา 8.96 วินาที วิ่งวนด้านซ้าย ใช้เวลา 8.80 วินาที และเวลารวมสองทิศทาง เท่ากับ 17.77 วินาที

Table 1. Descriptive Statistics (Mean±SD) of agility variable

Agility	Total	Goalkeeper	Defender	Midfielder	Forward
Arrowhead agility test	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Right turn (s)	8.95±0.51	9.21±0.27	9.07±0.57	8.95±0.34	8.96±0.63
Left turn (s)	9.05±0.51	9.28±0.46	9.17±0061	8.89±0.45	8.80±0.56
Combined time (s)	18.00±0.94	18.50±0.68	18.25±1.11	17.86±0.65	17.77±1.15

Note: s = seconds.

2. เกณฑ์มาตรฐาน (Norm) และการแปลความหมายของคะแนนแบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว มีดังนี้

2.1 Normative data of agility test (right-turn circle)

จากการศึกษาพบว่า มีค่าคะแนนทีสูงสุดเท่ากับ 72 อยู่ในเปอร์เซ็นไทล์ที่ 98.9 และคะแนนทีต่ำสุดเท่ากับ 16 อยู่ในเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1.2 โดยมีพิสัยคะแนนทีเท่ากับ 56 กำหนดสร้างเกณฑ์คะแนนทีปกติ เป็น 5 ระดับ ทำให้ได้อันตรภาคชั้นเท่ากับ 11 นั่นคือช่วงชั้นคะแนนทีแต่ละช่วงชั้นจะห่างกัน 11 คะแนน

Table 2. Normative data of agility test (right-turn circle)

Normalized T-score	Score range (Second)	Interpretation
67 ≤	8.18 ≥	Excellent
56 - 66	8.19 - 8.73	Good
45 - 55	8.74 - 9.27	Moderate
34 - 44	9.28 - 9.36	Need improving
33 ≥	9.37 ≤	Poor

2.2 Normative data of agility test (left-turn circle)

จากการศึกษาพบว่า มีค่าคะแนนทีสูงสุดเท่ากับ 71 อยู่ในเปอร์เซ็นไทล์ที่ 98.9 และคะแนนทีต่ำสุดเท่ากับ 15 อยู่ในเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1.2 โดยมีพิสัยคะแนนทีเท่ากับ 56 กำหนดสร้างเกณฑ์คะแนนทีปกติ เป็น 5 ระดับ ทำให้ได้อันตรภาคชั้นเท่ากับ 11 นั่นคือช่วงชั้นคะแนนทีแต่ละช่วงชั้นจะห่างกัน 11 คะแนน

Table 3. Normative data of agility test (left-turn circle)

Normalized T-score	Score range (Second)	Interpretation
67 ≤	8.12 ≥	Excellent
56 - 66	8.13 - 8.67	Good
45 - 55	8.68 - 9.23	Moderate
34 - 44	9.24 - 9.78	Need improving
33 ≥	9.79 ≤	Poor

2.3 Normative data of agility test (total time)

จากการศึกษาพบว่า ค่าคะแนนทีสูงสุดเท่ากับ 74 อยู่ในเปอร์เซ็นไทล์ที่ 98.9 และคะแนนทีต่ำสุดเท่ากับ 15 อยู่ในเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1.2 โดยมีพิสัยคะแนนทีเท่ากับ 59 กำหนดสร้างเกณฑ์คะแนนทีปกติ เป็น 5 ระดับ ทำให้ได้อันตรภาคชั้นเท่ากับ 12 นั่นคือช่วงชั้นคะแนนทีแต่ละช่วงชั้นจะห่างกัน 12 คะแนน

Table 4. Normative data of agility test (total time)

Normalized T-score	Score range (Second)	Interpretation
68 ≤	16.61 ≥	Excellent
56 - 67	16.62 - 17.50	Good
44 - 55	17.51 - 18.62	Moderate
32 - 43	18.63 - 19.75	Need improving
31 ≥	19.76 ≤	Poor

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่าเกณฑ์มาตรฐานที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับคุณลักษณะสำคัญที่สามารถพยากรณ์ศักยภาพของนักฟุตบอลอาชีพชั้นนำในอนาคต โดยเฉพาะด้านสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) ซึ่ง Williams et al. (2020) ระบุว่าประกอบด้วย ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และความสามารถในการประสานสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ งานวิจัยนี้ยืนยันว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในฟุตบอลสมัยใหม่ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่ทักษะกีฬา แต่ต้องบูรณาการร่วมกับปัจจัยด้านสรีรวิทยา และการทำงานรู้คิดของสมอง (Cognitive Function) (Murr et al., 2018; Sanpasitt et al., 2023; Yongtawee et al., 2022) การสร้างเกณฑ์มาตรฐานด้วยวิธีคะแนนทีปกติ และแบ่งเป็น 5 ระดับ (ดีมาก ถึง ควรปรับปรุง) จึงเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่แม่นยำและได้รับความนิยมในระดับสากล ช่วยให้การตีความผลสมรรถภาพมีความเป็นรูปธรรมและสามารถพยากรณ์ความสามารถของนักกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ การกำหนดแบบทดสอบ Arrowhead แทนแบบทดสอบดั้งเดิม เช่น Illinois หรือ T-test ถือเป็นจุดแข็งเชิงระเบียบวิธีวิจัย เนื่องจากแบบทดสอบนี้มีรูปแบบการเคลื่อนที่ที่สอดคล้องกับรูปแบบการเคลื่อนที่ในการแข่งขันจริง (Match-specific movement) โดยเฉพาะการวิ่งอ้อมคู่ต่อสู้และการเปลี่ยนทิศทางในมุม 45 และ 90 องศา และผลการวิจัยที่พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักกีฬาไทยลีก (T1) ทำเวลาได้โดดเด่นสอดคล้องกับ Bush et al. (2015) ที่อธิบายว่าฟุตบอลในทศวรรษปัจจุบันมีความเข้มข้นของการวิ่งเปลี่ยนทิศทางแบบฉับพลัน (High-Intensity Changes of Direction) เพิ่มขึ้นอย่างมาก นักกีฬาที่มีคะแนนในเกณฑ์ดีจึงแสดงถึงความสามารถในการลดความเร็ว (Deceleration) และการเร่งความเร็วใหม่ (Re-acceleration) ที่ยอดเยี่ยม ซึ่งเป็นทักษะชี้ขาดในการเอาชนะ

สถานการณ์ 1 ต่อ 1 มากไปกว่านั้น ยังพบว่า กองกลางและกองหน้ามีค่าเฉลี่ยเวลาดีกว่าตำแหน่งอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pojskic et al. (2018) ที่พบว่าในฟุตบอลระดับสูง ผู้เล่นตำแหน่งกองกลางต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่ต้องอาศัยการหมุนตัวและเปลี่ยนทิศทางในพื้นที่จำกัดมากที่สุด ขณะที่กองหลังมักเคลื่อนที่ในแนวดิ่งหรือวิ่งตัดแนวนอนเพื่อการสกัดกั้น

ทั้งนี้ เกณฑ์มาตรฐานที่ได้จากการวิจัยนี้เป็นข้อมูลที่สะท้อนความสามารถของนักกีฬา "ระดับอาชีพ" ในประเทศไทย ซึ่งผู้ฝึกสอนและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาสามารถนำไปใช้ ในการวางแผนการฝึกซ้อมรายบุคคลเพื่อพัฒนาจุดด้อยให้ถึงระดับมาตรฐานอาชีพ หรือใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินใจในการคัดเลือกนักกีฬาใหม่เข้าสู่สโมสร นอกจากนี้ ข้อมูลดังกล่าวยังสามารถบูรณาการเข้ากับระบบ Big Data ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อเปรียบเทียบระดับความก้าวหน้าของนักกีฬาในระยะยาว ช่วยยกระดับโครงสร้างพื้นฐานด้านการพัฒนานักกีฬาของประเทศสู่ความเป็นเลิศในระดับสากล

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อการพัฒนาแบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาฟุตบอลที่มีศักยภาพสูงเพื่อพัฒนาสู่ความเป็นเลิศและกีฬาเพื่อการอาชีพ อีกทั้งสามารถนำผลไปใช้เป็นแนวทางในกระบวนการคัดเลือกนักกีฬา การพัฒนานักกีฬาโดยใช้หลักวิทยาศาสตร์การกีฬา อีกทั้งเป็นการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การพัฒนาการกีฬาของประเทศ โดยงานวิจัยได้สร้างเกณฑ์มาตรฐาน (Normative data) แบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่มีศักยภาพสูง โดยแบ่งตามตำแหน่งการเล่น ซึ่งเป็นฐานข้อมูลใหม่ในระดับประเทศ ตอบสนองแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561-2580) ยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ ยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์มีเป้าหมายการพัฒนาที่สำคัญเพื่อพัฒนาคนในทุกมิติและในทุกช่วงวัยให้เป็นคนดีเก่งและมีคุณภาพ สามารถนำไปเป็นแนวทางการการพัฒนาให้เกิดระบบการเลือกสรรนักกีฬาที่มีความสามารถทั่วประเทศตั้งแต่ระดับเยาวชนที่มีความถนัดและทักษะด้านการกีฬา และสร้างโอกาสการพัฒนาทักษะทางการกีฬา โดยการเข้าร่วมแข่งขันกีฬา ในระดับประเทศต่าง ๆ เพื่อพัฒนาสู่ความเป็นเลิศและกีฬาเพื่อการอาชีพต่อไป

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคัดกรอง ประเมิน ตรวจสอบ และคัดเลือกนักกีฬาฟุตบอลเข้าสู่สโมสร และพัฒนาความสามารถทางการกีฬาเพื่อยกระดับหรือก้าวไปสู่การเป็นนักกีฬาอาชีพระดับโลกในอนาคตด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์การกีฬาอย่างเป็นระบบ

2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกนักกีฬาฟุตบอลที่มีความสามารถโดดเด่นเพื่อเป็นตัวแทนของประเทศเข้าแข่งขันในระดับนานาชาติ

3. โค้ช ผู้ฝึกสอนฟุตบอลและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาประจำทีม สามารถนำแบบทดสอบและเกณฑ์ปกติคุณลักษณะสำคัญของนักกีฬาฟุตบอลระดับอาชีพไปใช้ในการตรวจสอบจุดเด่นและข้อบกพร่องของนักกีฬา ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการวางแผนและกำหนดโปรแกรมการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความสามารถทางการกีฬาเหมาะสมกับการแข่งขันในระดับอาชีพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากกรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง คุณลักษณะสำคัญของการเป็นนักกีฬาอาชีพ : การศึกษาตัวแปรทางสรีรวิทยา สัดส่วนร่างกาย ทักษะกีฬา และความสามารถทางการรู้คิดของสมองของนักกีฬาฟุตบอล โดยได้รับการสนับสนุน งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ นักกีฬา ทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่ง คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. Human movement science, 39, 1-11. doi: 10.1016/j.humov.2014.10.003

Gil, S., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J., & Irazusta, J. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 47, 25–32. PMID: 17369794.

Murr, D., Feichtinger, P., Larkin, P., O 'Connor, D., & Höner, O. (2018). Psychological talent predictors in youth soccer: A systematic review of the prognostic relevance of psychomotor, perceptual-cognitive and personality-related factors. PloS One, 13(10), e0205337. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205337

Pojskic, H., Åslin, E., Krolo, A., Jukic, I., Uljevic, O., Spasic, M., & Sekulic, D. (2018). Importance of reactive agility and change of direction speed in differentiating performance levels in junior soccer players: Reliability and validity of newly developed soccer-specific tests. Frontiers in physiology, 9, 506. https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00506

Reilly, T., Williams, A. M., Nevill, A., & Franks, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. Journal of sports sciences, 18(9), 695-702. https://doi.org/10.1080/02640410050120078

Sanpasitt, C., Yongtawee, A., Noikhammueang, T., Likhitworasak, D., and Woo, M. (2023). Anthropometric and Physiological Predictors of Soccer Skills in Youth Soccer Players. Physical Education Theory and Methodology, 23(5), 678-685. https://doi.org/10.17309/tmfv.2023.5.04

Vaeyens, R., Malina, R. M., Janssens, M., Van Renterghem, B., Bourgois, J., Vrijens, J., & Philippaerts, R. M. (2006). A multidisciplinary selection model for youth soccer: The Ghent Youth Soccer Project. British Journal of Sports Medicine, 40, 928–934. https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.029652

Waldron, M., & Worsfold, P. (2010). Differences in the game specific skills of elite and sub-elite youth football players: Implications for talent identification. International journal of performance analysis in sport, 10 (1), 9-24. https://doi.org/10.1080/24748668.2010.11868497

Williams, A. M., & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. Journal of sports sciences, 18(9), 657-667. https://doi.org/10.1080/02640410050120041

Williams, A. M., Ford, P. R., & Drust, B. (2020). Talent identification and development in soccer since the millennium. Journal of Sports Sciences, 38(11–12), 1199–1210. https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1766647

Yongtawee, A., Park, J., Kim, Y., & Woo, M. (2022). Athletes have different dominant cognitive functions depending on type of sport. International Journal of Sport and Exercise Psychology, 20(1), 1-15. https://doi.org/10.1080/1612197X.2021.1956570

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

ผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา

THE EFFECT OF TWIST BOARD AEROBIC DANCE ON CARDIORESPIRATORY ENDURANCE FOR PHYSICAL EDUCATION STUDENTS

การะเกด หัตถกิจวิไล[1*] และ อรพิมล กิตติธีรโสภณ[1]
Karaked Hutthakitvilai[1*] and Ornpimol Kittiteerasopon[1]
[1]คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร
[1]Faculty of Education, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok
*Corresponding Author: karaked.hu@bsru.ac.th

Received: May 3, 2026 **Revised:** May 23, 2026 **Accepted:** June 10, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดของนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ก่อนและหลังการฝึกการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาที่ศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ปีการศึกษา 2568 ชั้นปีที่ 1 – 3 จำนวน 30 คน อายุ 18 – 22 ปี ด้วยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) มีความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดอยู่ในระดับปานกลางลงมา เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1. รูปแบบการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด ระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 60 นาที ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และ 2. แบบทดสอบความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด (รายการยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Paired Samples t-test และการหาขนาดอิทธิพล (Cohen's *d*) ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย ร้อยละ 66.67 และเพศหญิง ร้อยละ 33.33 ภายหลังการฝึก เพศชายมีความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสูงกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t(19) = -10.59$, $p < .001$, Cohen's $d = 2.35$) เช่นเดียวกับเพศหญิงที่มีคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t(9) = -6.71$, $p < .001$, Cohen's $d = 2.11$) สรุปได้ว่าการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดสามารถพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดของนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือส่งเสริมสมรรถภาพทางกายได้

คำสำคัญ: แอโรบิก, ทวิสต์บอร์ด, ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด, นักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา

Abstract

The purpose of this study was to investigate and compare the cardiorespiratory endurance of Physical Education students before and after participating in an aerobic Twist board exercise program. The sample consisted of 30 undergraduate students aged 18 – 22 years from the Physical Education Program, Faculty of Education, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, during the 2025 academic year. Participants were selected using purposive sampling and had cardiorespiratory endurance at a moderate level or lower. The research instruments consisted of: 1) Twist board Aerobic Dance conducted for 8 weeks, 3 days per week, 60 minutes per session, which was validated for face validity by five experts; and 2) a cardiorespiratory endurance test using the 3-minute step test. Data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, Paired Samples t-test, and effect size (Cohen's *d*). The results showed that 66.67% of the participants were male and 33.33% were female. After the training, male participants demonstrated significantly higher cardiorespiratory endurance than before training at the .05 level ($t(19)$

= -10.59, p < .001, Cohen's *d* = 2.35). Similarly, female participants also showed significantly improved scores at the .05 level (t(9) = -6.68, p < .001, Cohen's *d* = 2.11). It can be concluded that Twist board Aeorbic Dance effectively improved the cardiorespiratory endurance of Physical Education students and may be applied as an alternative approach for physical education instruction and physical fitness promotion.

Keywords: Aerobic, Twist board, Cardiorespiratory Endurance, Physical Education Students

บทนำ

จากสถานการณ์สภาพแวดล้อมในปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้น ความชื้นที่เพิ่มมากขึ้น และมลพิษทางอากาศในเขตเมือง ล้วนเป็นปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการมีกิจกรรมทางกาย การออกกำลังกาย และสุขภาพของระบบหายใจและระบบไหลเวียนเลือด อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยครั้งนี้ประเด็นสำคัญมิได้มุ่งอธิบายผลกระทบต่อประชากรทุกช่วงวัยโดยทั่วไป แต่เน้นเฉพาะนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ซึ่งเป็นกลุ่มวัยผู้ใหญ่ตอนต้นที่ต้องใช้สมรรถภาพทางกายเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนภาคปฏิบัติ การสาธิตทักษะการเคลื่อนไหว การเข้าร่วมกิจกรรมกีฬา และการเตรียมความพร้อมสู่บทบาทครูพลศึกษาหรือบุคลากรด้านการออกกำลังกายในอนาคต ดังนั้น ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญของสมรรถภาพทางกายที่ควรได้รับการส่งเสริมอย่างเป็นระบบในกลุ่มนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา นอกจากนี้ สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในช่วงที่ผ่านมาได้ส่งผลต่อรูปแบบการดำเนินชีวิต การเรียน และการมีกิจกรรมทางกายของนักศึกษามหาวิทยาลัย โดยเฉพาะการเรียนออนไลน์ การจำกัดพื้นที่ทำกิจกรรม และการลดลงของโอกาสในการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ โดยเฉพาะความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด งานทบทวนอย่างเป็นระบบของ López-Valenciano et al. (2021) พบว่ามาตรการจำกัดกิจกรรมในช่วงการระบาดของโควิด-19 ส่งผลให้ระดับกิจกรรมทางกายของนักศึกษามหาวิทยาลัยลดลง ขณะที่ Amornsriwatanakul et al. (2022) รายงานว่า ระดับกิจกรรมทางกายของนักศึกษามหาวิทยาลัยในกลุ่มประเทศอาเซียนมีความสัมพันธ์กับบริบททางสังคม เศรษฐกิจ พฤติกรรมการใช้ชีวิต และเวลาพฤติกรรมเนือยนิ่ง สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า แม้นักศึกษาพลศึกษาจะเป็นกลุ่มที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายโดยตรง แต่ยังจำเป็นต้องมีรูปแบบกิจกรรมที่เหมาะสม สนุก ปฏิบัติได้จริง และสามารถพัฒนาสมรรถภาพด้านความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดได้อย่างชัดเจน

เมื่อพิจารณาข้อมูลการมีกิจกรรมทางกายของประชากรไทย พบว่า ระดับการมีกิจกรรมทางกายยังคงมีความแตกต่างตามปัจจัยด้านเพศ ช่วงวัย ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ และบริบททางสังคม โดยข้อมูลของศูนย์พัฒนาองค์ความรู้ด้านกิจกรรมทางกายประเทศไทยสะท้อนให้เห็นว่า การมีกิจกรรมทางกายที่เพียงพอของประชากรไทยยังเป็นประเด็นที่ต้องส่งเสริมอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะหลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่ระดับการมีกิจกรรมทางกายของประชากรไทยยังไม่ฟื้นกลับสู่ระดับก่อนการระบาดอย่างเต็มที่ (Thailand Physical Activity Knowledge Development Centre [TPAK], 2022) สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา การมีสมรรถภาพทางกายที่ดีจึงเป็นพื้นฐานสำคัญทั้งต่อการเรียนการฝึกปฏิบัติ การพัฒนาทักษะวิชาชีพ และการเป็นแบบอย่างในการส่งเสริมสุขภาพแก่ผู้อื่น

สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญหลายด้าน ได้แก่ ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และองค์ประกอบของร่างกาย ในบรรดาองค์ประกอบเหล่านี้ ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดเป็นตัวชี้วัดสำคัญของความสามารถของร่างกายในการนำออกซิเจนไปใช้ระหว่างการออกกำลังกายต่อเนื่อง โดยเกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันของหัวใจ ปอด หลอดเลือด และกล้ามเนื้อ การมีความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดที่ดีช่วยให้ร่างกายสามารถทำกิจกรรมทางกายได้นานขึ้น ลดความเหนื่อยล้า และส่งเสริมสุขภาพในระยะยาว องค์การอนามัยโลกเสนอแนวทางว่า ผู้ใหญ่ควรมีกิจกรรมทางกายแบบแอโรบิกระดับปานกลางอย่างน้อย 150 – 300 นาทีต่อสัปดาห์ หรือระดับหนัก 75 – 150 นาทีต่อสัปดาห์ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพ (World Health Organization [WHO], 2020) ซึ่งสอดคล้องกับหลักการกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายของ American College of Sports Medicine (ACSM, 2021) ที่เน้นความถี่ ความหนัก ระยะเวลา และชนิดของกิจกรรมอย่างเหมาะสม

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่เคลื่อนไหวต่อเนื่อง และอาศัยระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน เช่น การเดินเร็ว การวิ่ง การปั่นจักรยาน การว่ายน้ำ และการเต้นแอโรบิก การออกกำลังกายลักษณะนี้มีประโยชน์ต่อการพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด เนื่องจากช่วยกระตุ้นให้หัวใจ ปอด และระบบไหลเวียนเลือดทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อฝึกอย่างสม่ำเสมอ ร่างกายจะเกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยา เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพการสูบฉีดเลือดของหัวใจ การเพิ่มความสามารถในการลำเลียงและใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ และการลดภาระการทำงานของหัวใจขณะพัก นอกจากนี้ งานวิจัยเกี่ยวกับการเต้นแอโรบิกและกิจกรรมเต้นประกอบจังหวะในกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยยังชี้ให้เห็นว่า กิจกรรมลักษณะดังกล่าวสามารถนำมาใช้พัฒนาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพได้ หากมีการออกแบบโปรแกรมอย่างเหมาะสม (Wachirathanin et al., 2021) อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายสำหรับนักศึกษาพลศึกษาควรคำนึงถึงความน่าสนใจ ความหลากหลาย ความปลอดภัย และความสามารถในการนำไปใช้จริงในชั้นเรียนหรือกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพของมหาวิทยาลัย

การเต้นแอโรบิกร่วมกับอุปกรณ์เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ผสมผสานการเคลื่อนไหวแบบแอโรบิกเข้ากับการใช้อุปกรณ์ เพื่อเพิ่มความท้าทายด้านการทรงตัว การถ่ายน้ำหนัก และการควบคุมลำตัว โดยทวิสต์บอร์ดเป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเด่นด้านความสะดวกในการพกพา และสามารถประยุกต์รูปแบบการเคลื่อนไหวได้อย่างหลากหลาย เป็นการเคลื่อนไหวหลายระนาบร่วมกับการทรงตัวบนพื้นผิวของอุปกรณ์ ส่งผลให้ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อหลายส่วน โดยเฉพาะกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว กล้ามเนื้อขา รวมถึงการทำงานประสานสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวและรักษาสมดุลของร่างกายอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการประสานงานของร่างกายและสมรรถภาพทางกายโดยรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อนำมาใช้ร่วมกับจังหวะดนตรีและท่าทางการเต้นแอโรบิกอย่างต่อเนื่อง จึงอาจช่วยเพิ่มแรงกระตุ้นต่อระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดมากกว่าการเคลื่อนไหวแบบแอโรบิกทั่วไป อีกทั้งยังเพิ่มความสนุกสนาน ความแปลกใหม่ และแรงจูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม หลักฐานจากงานทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงอภิมาน (Meta-analysis) ของ Behm et al. (2015) ระบุว่า การฝึกบนพื้นผิวหรืออุปกรณ์ที่เพิ่มความไม่มั่นคงสามารถส่งผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงพลัง และการทรงตัวในกลุ่มคนสุขภาพดีได้ จึงมีความเป็นไปได้เชิงสรีรวิทยาและเชิงการเคลื่อนไหวว่า การใช้ทวิสต์บอร์ดร่วมกับการเต้นแอโรบิกอาจช่วยเพิ่มคุณภาพของรูปแบบการออกกำลังกายสำหรับนักศึกษาพลศึกษา

อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ศึกษาการพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดในกลุ่มนักศึกษามักมุ่งเน้นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั่วไป เช่น การวิ่งจ๊อกกิ้ง การเต้นแอโรบิก หรือกิจกรรมเต้นประกอบจังหวะ ขณะที่งานวิจัยที่ศึกษาการเต้นแอโรบิกร่วมกับอุปกรณ์ขนาดเล็ก โดยเฉพาะทวิสต์บอร์ดยังมีอยู่อย่างจำกัด นอกจากนี้ ยังไม่พบหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ชี้ชัดถึงผลของรูปแบบการเต้นแอโรบิกร่วมกับทวิสต์บอร์ดที่ออกแบบเฉพาะสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ซึ่งเป็นกลุ่มที่ต้องใช้สมรรถภาพทางกายในการเรียนภาคปฏิบัติ การสาธิตทักษะ และการประกอบวิชาชีพในอนาคต ช่องว่างดังกล่าวจึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ควรศึกษารูปแบบการออกกำลังกายที่มีความเฉพาะ เหมาะสมกับบริบทของนักศึกษาพลศึกษา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนหรือกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพในสถานศึกษาได้

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดเป็นองค์ประกอบสำคัญของสมรรถภาพทางกายสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเรียนภาคปฏิบัติ การพัฒนาทักษะทางวิชาชีพ และการส่งเสริมสุขภาพในอนาคต ขณะที่รูปแบบการออกกำลังกายที่มีความน่าสนใจ สนุกสนาน และเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนยังมีความสำคัญต่อการส่งเสริมการมีกิจกรรมทางกายอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการเต้นแอโรบิกร่วมกับอุปกรณ์ เช่น ทวิสต์บอร์ด ซึ่งอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด รวมถึงสมรรถภาพทางกายด้านอื่นได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดของนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ก่อนและหลังการฝึกการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบกิจกรรมการออกกำลังกายที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ในสังคมเพื่อส่งเสริมสุขภาพและสมรรถภาพทางกายให้กับนักศึกษา และช่วยลดภาระทางสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest–Posttest Design) มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาที่ศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ปีการศึกษา 2568ชั้นปีที่ 1 – 3 จำนวน 122 คน โดยมีช่วงอายุระหว่าง 18 – 22 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาที่ศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ปีการศึกษา 2568ชั้นปีที่ 1 – 3 จำนวน คน 30 โดยมีช่วงอายุระหว่าง 18 – 22 ปี ด้วยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ที่มีความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดอยู่ในระดับปานกลางลงมา (Sport Science Bureau, 2019) การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้พิจารณาจากลักษณะของการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest–Posttest Design) และประเมินความเหมาะสมของขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power version 3.1.9.7 โดยกำหนดการทดสอบทางสถิติเป็น t tests: Means: Difference between two dependent means (matched pairs) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อำนาจการทดสอบเท่ากับ .80 และกำหนดขนาดอิทธิพลระดับปานกลางค่อนข้างสูง (effect size d_z = 0.60) ผลการคำนวณพบว่าควรมีกลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 24 คน ทั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อเพิ่มความเพียงพอของข้อมูล ลดผลกระทบจากการสูญเสียกลุ่มตัวอย่างระหว่างการทดลอง ตลอดจนให้สอดคล้องกับข้อจำกัดและความเป็นไปได้ในการควบคุมการฝึกอย่างมีประสิทธิภาพ

เกณฑ์การคัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

1. เป็นนักศึกษาที่ศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ปีการศึกษา 2568 ชั้นปีที่ 1 – 3
2. นักศึกษาสามารถเข้าร่วมการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ด้านความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด และมีผลอยู่ในระดับปานกลางลงมา
3. นักศึกษามีความสมัครใจสามารถเข้าร่วมกิจกรรมการเต้นแอโรบิก Twist board ระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 60 นาที
4. นักศึกษาลงนามในใบยินยอม (Consent Form) ตามแบบฟอร์มจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา SCPHYLIRB-2568/1001

เกณฑ์การคัดออก ได้แก่

1. นักศึกษามีผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ด้านความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด อยู่ในระดับดีขึ้นไป
2. มีโรคประจำตัวที่ไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ เช่น โรคหัวใจ โรคทางเดินหายใจ ฯ เป็นต้น
3. ไม่ประสงค์ที่จะเข้าร่วมกิจกรรม

เกณฑ์ให้เลิกจากการศึกษา

คือ มีอาการบาดเจ็บไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ หรือขาดการเข้าร่วมกิจกรรมมากกว่าร้อยละ 20 ของระยะเวลาการฝึกทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด
2. แบบทดสอบความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด

โดยคณะผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย ดังนี้

รูปแบบการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับการเต้นแอโรบิก สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพด้านความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด จากตำรา เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

2. ดำเนินออกแบบและสร้างรูปแบบการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด จำนวน 4 รูปแบบ (เส้นตรง เครื่องหมายบวก สามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยม) รวม 25 ท่า ระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 60 นาที ดัง Table 1.

Table 1. Twist board Aerobic Dance Pattern

Week	Twist board Aerobic Dance	Duration (Minutes)	Music Tempo (BPM)
1 – 2	1. Warm up	10	120 – 135
	2. Aerobic exercise	40	135 – 140
	Twist board Aerobic Dance Pattern		
	- Linear Pattern (6 movements)		
	- Plus-Shaped Pattern (7 movements)		
	- Triangle Pattern (7 movements)		
	- Square Pattern (5 movements)		
	3. Cool down	10	135 – 120
3 – 4	1. Warm up	10	120 – 135
	2. Aerobic exercise	40	140 – 150
	Twist board Aerobic Dance Pattern		
	- Linear Pattern (6 movements)		
	- Plus-Shaped Pattern (7 movements)		
	- Triangle Pattern (7 movements)		
	- Square Pattern (5 movements)		
	3. Cool down	10	135 – 120
5 – 6	1. Warm up	10	120 – 135
	2. Aerobic exercise	40	140 – 155
	Twist board Aerobic Dance Pattern		
	- Linear Pattern (6 movements)		
	- Plus-Shaped Pattern (7 movements)		
	- Triangle Pattern (7 movements)		
	- Square Pattern (5 movements)		
	3. Cool down	10	155 – 140
7 – 8	1. Warm up	10	120 – 135
	2. Aerobic exercise	40	140 – 160
	Twist board Aerobic Dance Pattern		
	- Linear Pattern (6 movements)		
	- Plus-Shaped Pattern (7 movements)		
	- Triangle Pattern (7 movements)		
	- Square Pattern (5 movements)		
	3. Cool down	10	155 – 140

3. นำรูปแบบการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด ที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face validity) โดยมีความเชี่ยวชาญด้านการเต้นแอโรบิก ด้านสมรรถภาพทางกาย และด้านพลศึกษา พบว่ามีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ในการวิจัยได้

4. ผู้วิจัยนำรูปแบบการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษา จำนวน 10 คน ที่มีลักษณะคล้ายกับตัวอย่างวิจัย เพื่อหาความเป็นไปได้ของการเต้น แอโรบิกทวิสต์บอร์ดในสภาพจริง

5. ปรับปรุงแก้ไขการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด

6. นำการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดไปเก็บข้อมูล

Figure 1. QR Code for creating and demonstrating Twist board Aerobic Dance



Figure 2. Example of Twist board Aerobic Dance in a Linear Pattern



Figure 3. Example of Twist board Aerobic Dance in a Plus-Shaped Pattern

แบบทดสอบความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพด้านความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ดำเนินการเลือกแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับประชาชนทั่วไป อายุ 19 – 59 ปี รายการยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที (3 Minutes Step test) และเกณฑ์มาตรฐานรายการยกเข่าขึ้นลง 3 นาที (ครั้ง) ช่วงอายุ 19 – 24 ปี ของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา ซึ่งมีคุณภาพของรายการทดสอบ คือ ค่าความเชื่อมั่น 0.89 มีค่าความเที่ยงตรง 0.88 (Sport Science Bureau, 2019)

3. นำแบบทดสอบความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด รายการยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที ไปเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างแล้วไปเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์และสถานที่ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ผู้วิจัยปฐมนิเทศกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย และรายละเอียดของการฝึก
3. ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบแบบทดสอบความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด รายการยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที ก่อนการฝึกและบันทึกข้อมูล ก่อนการทดลอง 1 สัปดาห์
4. ผู้วิจัยดำเนินการฝึกการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดกับกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 60 นาที
5. เมื่อครบกำหนดระยะเวลาของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบแบบทดสอบความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด รายการยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที หลังการฝึกและบันทึกข้อมูล หลังการทดลอง 1 สัปดาห์
6. ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูล
7. จัดทำคู่มือการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มตัวอย่าง นำเสนอรูปแบบตารางประกอบความเรียง

2. เปรียบเทียบผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ก่อนและหลังการฝึกของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ Paired Samples t-test นำเสนอรูปแบบตารางประกอบความเรียง

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 66.67 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 33.33 ดังตารางที่ 2 (Table 2.)

Table 2. General information of the sample (N = 30)

General information of the sample	Number	Percentage
Gender		
Male	20	66.67
Female	10	33.33

2. คะแนนผลต่างก่อนและหลังการฝึกของกลุ่มตัวอย่างเพศชายมีค่า W = 0.938, p = .217 และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงมีค่า W = 0.885, p = .147 ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีค่า p มากกว่า .05 แสดงว่าคะแนนผลต่างก่อนและหลังการฝึกมีการแจกแจงปกติ จึงเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติ Paired Samples t-test ในการเปรียบเทียบความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดก่อนและหลังการฝึกการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด ดังตารางที่ 3 (Table 3.)

Table 3. Normality Test of Difference Scores Before and After Training Using the Shapiro–Wilk Test

Before – After training	W	p	Interpretation
Gender			
Male	0.938	0.217	Normal distribution
Female	0.885	0.147	Normal distribution

Note: A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

3. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ก่อนการฝึกเพศชายและเพศหญิงมีระดับความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดอยู่ในระดับต่ำ และหลังการฝึกเพศชายและเพศหญิงมีระดับความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดอยู่ในระดับดี ดังตารางที่ 3 (Table 3.)

4. การเปรียบเทียบผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ก่อนและหลังการฝึกของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิงมีความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดหลังการฝึกเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดสูงกว่าก่อนการฝึก โดยเพศชายมีค่าเฉลี่ยหลังการฝึก (M = 172.15, S.D. = 11.31) สูงกว่าก่อนการฝึก (M = 136.95, S.D. = 17.37) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = -10.59, p < .001) และเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยหลังการฝึก (M = 160.00, S.D. = 17.29) สูงกว่าก่อนการฝึก (M = 124.60, S.D. = 12.17) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = -6.71, p < .001) ดังตารางที่ 4 (Table 4.)

Table 4. Comparison of Cardiorespiratory Endurance Before and After training (N = 30)

Comparison of Cardiorespiratory Endurance	M	S.D.	Level	t	p	Effect Size (*d*)
Male						
Before training	136.95	17. 37	Low	-10.59*	< .001	2.35
After training	172.15	11.31	Good			
Female						
Before training	124.60	12.17	Low	-6.71*	< .001	2.11
After training	160.00	17.29	Good			

*p < .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง ผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลการอภิปรายผล ดังนี้

การศึกษาผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ภายหลังการฝึกการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด ระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 60 นาที พบว่ากลุ่มตัวอย่างนักศึกษาเพศชายและเพศหญิงมีความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดหลังการฝึกสูงกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเพศชายมีค่า t = -10.59, p < .001 และมีขนาดอิทธิพลระดับสูงมาก Cohen's d = 2.35 ส่วนเพศหญิงมีค่า t = -6.71, p < .001 และมีขนาดอิทธิพลระดับสูงมาก Cohen's d = 2.11

ผลดังกล่าวควรพิจารณาจากค่าสถิติและค่าขนาดอิทธิพลเป็นหลัก เพื่อสะท้อนผลของโปรแกรมอย่างเป็นรูปธรรม มากกว่าการสรุปเชิงคุณภาพเพียงว่าอยู่ในระดับต่ำหรือระดับดี หากไม่ได้อธิบายเชื่อมโยงกับเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงอย่างชัดเจนผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจอธิบายได้จากลักษณะเฉพาะของโปรแกรมการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด ซึ่งมิใช่เพียงการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั่วไป แต่เป็นกิจกรรมที่ผสมผสานการเคลื่อนไหวต่อเนื่องเข้ากับการใช้อุปกรณ์ทวิสต์บอร์ดที่ต้องอาศัยการทรงตัว การถ่ายน้ำหนัก การบิดหมุนลำตัว และการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว กล้ามเนื้อสะโพก กล้ามเนื้อขา และระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับการรักษาสมดุลของร่างกาย องค์ประกอบดังกล่าว อาจเพิ่มแรงกระตุ้นทางกายภาพและความหนักของกิจกรรม ส่งผลให้ระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดทำงานมากขึ้นระหว่างการฝึก การออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่กระทำอย่างต่อเนื่องอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบหัวใจ ปอด หลอดเลือด และกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทางสรีรวิทยาการออกกำลังกายที่อธิบายว่า การฝึกแบบแอโรบิกอย่างต่อเนื่องสามารถส่งเสริมประสิทธิภาพการลำเลียงออกซิเจนและการทำงานของระบบไหลเวียนเลือดได้ดีขึ้น (Kenney et al., 2022) นอกจากนี้ โปรแกรมการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดในการศึกษาครั้งนี้มีโครงสร้างการฝึกที่สอดคล้องกับหลักการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด กล่าวคือ มีการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที กิจกรรมหลัก 40 นาที และการผ่อนคลายร่างกาย 10 นาที รวม 60 นาทีต่อครั้ง โดยฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน ต่อเนื่อง 8 สัปดาห์ อีกทั้งมีการใช้จังหวะดนตรีและรูปแบบการเคลื่อนไหวที่หลากหลาย ซึ่งอาจช่วยให้ผู้ฝึกเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง รักษาระดับความหนักของกิจกรรม และเกิดแรงจูงใจในการเข้าร่วมโปรแกรมอย่างสม่ำเสมอ ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ American College of Sports Medicine (2021) ที่ระบุว่าการพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดควรคำนึงถึงความถี่ ความหนัก ระยะเวลา และชนิดของกิจกรรมอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับแนวคิดของ Hoeger & Hoeger (2022) ที่กล่าวว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิก เช่น การเต้นแอโรบิก สามารถช่วยเพิ่มความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ลดภาระการทำงานของหัวใจขณะพัก และเพิ่มประสิทธิภาพการลำเลียงออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อได้ดีขึ้น

การเปรียบเทียบผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ก่อนและหลังการฝึก พบว่า ทั้งเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับสูงมากทั้งสองกลุ่ม ซึ่งสะท้อนว่าการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึกมีความสำคัญในเชิงปฏิบัติ ไม่ใช่เพียงความแตกต่างทางสถิติเท่านั้น ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Cheevapattanapong (2006) ที่ศึกษาผลของโปรแกรมแอโรบิกดานซ์ที่มีต่อสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของนิสิตหญิง วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดสุพรรณบุรี และพบว่าการฝึกแอโรบิกดานซ์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ โดยเฉพาะความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Katngern & Seesensui (2023) ที่พบว่า การออกกำลังกายด้วยการวิ่งจ๊อกกิ้งและการเต้นแอโรบิกส่งผลให้ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดของนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยครั้งนี้มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากงานวิจัยเกี่ยวกับการเต้นแอโรบิกทั่วไป เนื่องจากมีการใช้อุปกรณ์ทวิสต์บอร์ดร่วมกับการเต้นแอโรบิก จึงอาจเพิ่มองค์ประกอบด้าน equipment-based training ได้แก่ การทรงตัว การใช้กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว การบิดหมุนลำตัว และการเคลื่อนไหวหลายทิศทาง ซึ่งอาจทำให้เกิดแรงกระตุ้นต่อระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกิจกรรมแอโรบิกพื้นฐานบางรูปแบบ ประเด็นนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Phanpheng et al. (2024) ที่อธิบายว่า การจัดกิจกรรมแอโรบิกดานซ์ควรยึดหลัก FFITT-VS ซึ่งประกอบด้วย ความสนุกสนาน ความถี่ ความหนัก ระยะเวลา ประเภทของกิจกรรม ความหลากหลาย และความปลอดภัย การเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดในการศึกษาครั้งนี้มีลักษณะสอดคล้องกับหลักการดังกล่าว กล่าวคือ เป็นกิจกรรมที่มีความต่อเนื่อง มีจังหวะสนุกสนาน สามารถควบคุมความหนักได้ และมีรูปแบบการเคลื่อนไหวที่หลากหลาย จึงอาจช่วยเพิ่มความต่อเนื่องของการฝึกและลดความจำเจของกิจกรรม ซึ่งเป็นปัจจัยที่อาจส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้ฝึกในระยะเวลา 8 สัปดาห์

แม้ผลการวิจัยจะชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดอาจมีส่วนช่วยพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด แต่การตีความผลควรคำนึงถึงข้อจำกัดของการศึกษา ประการแรก งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง โดยไม่มีกลุ่มควบคุม จึงยังไม่สามารถยืนยันได้อย่างสมบูรณ์ว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นผลจากโปรแกรมการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดเพียงปัจจัยเดียว ประการที่สอง กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนค่อนข้างน้อยและคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษาในสถาบันเดียว จึงควรระมัดระวังในการอ้างอิงผลไปยังประชากรหรือบริบทอื่น ประการที่สาม การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบภาคสนามรายการยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที

โดยไม่ได้วัดค่า VO_2max โดยตรง จึงยังไม่สามารถสรุปการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้อย่างครอบคลุม และนอกจากนี้ ยังมีคำอธิบายทางเลือกที่ควรพิจารณา เช่น การเพิ่มขึ้นของคะแนนหลังการฝึกอาจได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมทางกายนอกโปรแกรม รายวิชาปฏิบัติทางพลศึกษา ความคุ้นเคยกับแบบทดสอบ การเรียนรู้วิธีควบคุมจังหวะการทดสอบ หรือแรงจูงใจส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้น การสรุปเชิงสาเหตุจึงควรกระทำด้วยความระมัดระวัง และควรมีการศึกษาต่อไปที่มีกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มเปรียบเทียบ

โดยสรุป การเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดมีแนวโน้มเป็นรูปแบบกิจกรรมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดของนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษาได้ โดยเฉพาะในบริบทของสถานศึกษาที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณ พื้นที่ อุปกรณ์ หรือไม่สามารถเข้าถึงการประเมินสมรรถภาพทางกายในห้องปฏิบัติการได้อย่างเต็มรูปแบบ เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวใช้อุปกรณ์ขนาดเล็ก มีต้นทุนไม่สูง เคลื่อนย้ายสะดวก และสามารถจัดกิจกรรมได้ในพื้นที่จำกัด อีกทั้งการประเมินผลด้วยแบบทดสอบภาคสนาม เช่น รายการยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที ยังมีความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัยที่ต้องการติดตามผลการพัฒนาสมรรถภาพของผู้เรียนโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ทางสรีรวิทยาที่มีราคาแพง อย่างไรก็ตาม การนำโปรแกรมไปใช้ควรพิจารณาความพร้อมของผู้เข้าร่วม ความปลอดภัยของพื้นที่ฝึก ความมั่นคงของทวิสต์บอร์ด และการปรับระดับความหนักของกิจกรรมให้เหมาะสมกับสมรรถภาพพื้นฐานของผู้เรียน ดังนั้น ผลการวิจัยนี้จึงอาจใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับครูพลศึกษา ผู้สอนกิจกรรมทางกาย หรือผู้รับผิดชอบโปรแกรมสุขภาพในสถานศึกษาที่ต้องการพัฒนากิจกรรมออกกำลังกายที่ประหยัด เข้าถึงง่าย และสามารถนำไปใช้ได้จริงในบริบทที่มีทรัพยากรจำกัด

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา ภายหลังการฝึกการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด ระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 60 นาที พบว่ากลุ่มตัวอย่างนักศึกษาเพศชายและเพศหญิง มีระดับความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดอยู่ในระดับดี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น การเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ช่วยพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด มีความสนุกและน่าสนใจ ทำให้ผู้ฝึกมีส่วนร่วมและปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถนำรูปแบบไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนพลศึกษา หรือส่งเสริมสุขภาพในสถานศึกษาได้อย่างเหมาะสมและเป็นรูปธรรม และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. การเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด มีบางท่าที่เกี่ยวข้องกับการกระโดดและมีแรงกระแทกสูง ผู้ฝึกควรปฏิบัติด้วยความระมัดระวัง โดยควบคุมท่าทางและระดับความหนักให้เหมาะสมกับสภาพของตนเอง เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บระหว่างการออกกำลังกาย

2. ควรขยายการศึกษาการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ด กับ นักเรียนในสถานศึกษา นักศึกษาทั่วไป หรือบุคคลทั่วไป เพื่อเพิ่มความครอบคลุมและความสามารถในการนำผลไปประยุกต์ใช้

3. ควรมีการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพในองค์ประกอบทั้ง 5 ด้าน เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและสามารถนำไปพัฒนารูปแบบการออกกำลังกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้เรียบเรียงการวิจัยเรื่อง “ผลของการเต้นแอโรบิกทวิสต์บอร์ดที่มีต่อความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา” สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยจากแหล่งทุนภายใน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

American College of Sports Medicine (ACSM). (2021). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (11th ed.). Alphen aan den Rijn, The Netherlands: Wolters Kluwer.

Amornsriwatanakul, A., Rahman, H. A., Wattanapisit, A., Nurmala, I., de la Cruz, M. H. T. O., Car, J., & Chia, M. (2022). University students' overall and domain-specific physical activity during COVID-19: A cross-sectional study in seven ASEAN countries. Heliyon, 8(12), Article e12466. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12466

Behm, D. G., Muehlbauer, T., Kibele, A., & Granacher, U. (2015). Effects of strength training using unstable surfaces on strength, power and balance performance across the lifespan: A systematic review and meta-analysis. Sports Medicine, 45(12), 1645–1669. https://doi.org/10.1007/s40279-015-0384-x

Cheevapattanapong, P. (2006). Effects of aerobic dance program on health-related physical fitness of female students at Sirindhorn Public Health Colleges in Suphan Buri. Master's Thesis. Kasetsart University. (in Thai)

Phanpheng, Y., Chainarong, A., & Wongkhiao, C. (2024). Principles of modern aerobic dance instruction. Journal of Health Systems Research and Development, 17(1), 253-266. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/RDHSJ/article/view/267215/182822 (in Thai)

Hoeger, W. W. K., & Hoeger, S. A. (2022). Principles and labs for physical fitness (12th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.

Katngern, K. & Seesensui, S. (2023). Effects of jogging and aerobic exercise on body mass index, cardiovascular endurance, strength, and endurance of leg muscles for undergraduate students, Nakhon Ratchasima College. Health Science Journal of Nakhon Ratchasima College, 2(2), 12-22. https://he03.tci-thaijo.org/index.php/jhsnmc/article/view/1425 (in Thai)

Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2022). Physiology of sport and exercise (7th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

López-Valenciano, A., Suárez-Iglesias, D., Sanchez-Lastra, M. A., & Ayán, C. (2021). Impact of COVID-19 pandemic on university students' physical activity levels: An early systematic review. Frontiers in Psychology, 11, Article 624567. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.624567

Sport Science Bureau. (2019). Handbook of physical fitness tests and standards for Thai children, youth, and the general public. World Expert Co., Ltd. (in Thai)

Thailand Physical Activity Knowledge Development Centre [TPAK]. (2022). Thailand physical activity report 2022. Institute for Population and Social Research, Mahidol University [Online]. Retrieved January 8, 2026, from https://tpak.or.th/th/article_print/647 (in Thai)

Wachirathanin, P., Sriramatr, S., & Silalertdetkul, S. (2021). A comparison of aerobic dance and Zumba fitness on the health-related fitness in female university students. Health Behavior and Policy Review, 8(1), 94–99. https://doi.org/10.14485/HBPR.8.1.9

World Health Organization. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. World Health Organization [Online]. Retrieved January 8, 2026, from https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

ผลของการฝึกแบบสถานีที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของผู้ชายที่มีน้ำหนักปกติและผู้ชายที่มีน้ำหนักเกิน

THE EFFECTS OF CIRCUIT TRAINING ON PHYSICAL FITNESS IN NORMAL-WEIGHT AND OVERWEIGHT MALES

อทิติ วลัญช์เพียร[1*]

Athiti Valunpion[1*]

[1]สาขาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา

[1]Exercise and Sports Science Program, School of Science, University of Phayao, Phayao Province

[*]Corresponding Author: athiti.vp@hotmail.com

Received: May 23, 2026 **Revised:** June 1, 2026 **Accepted:** June 11, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสถานีต่อสมรรถภาพทางกายของผู้ชายที่มีน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายอายุ 20–25 ปี จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองน้ำหนักปกติ กลุ่มทดลองน้ำหนักเกิน และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกแบบสถานี สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยมี 10 สถานีต่อครั้ง ทำการทดสอบสมรรถภาพก่อนและหลังการฝึก ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกก่อนและหลังภายในกลุ่มตัวอย่างด้วยการทดสอบทีสำหรับสองกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน และเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียวโดยใช้ LSD post hoc test ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพทางกายดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ในทุกตัวแปร ขณะที่กลุ่มควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลง ผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่ากลุ่มทดลองมีสมรรถภาพทางกายดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ พบขนาดอิทธิพล (effect size) อยู่ในระดับสูง โดยพบว่าการยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที ($\eta^2 = .774$) และการลุกนั่ง ($\eta^2 = .635$) มีขนาดค่าอิทธิสูงขึ้นมากที่สุด 2 อันดับแรก ข้อมูลจากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า การฝึกแบบสถานีเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายในผู้ชายทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน

คำสำคัญ: การฝึกแบบสถานี, สมรรถภาพทางกาย, น้ำหนักเกิน, ผู้ใหญ่ตอนต้น

Abstract

The purpose of this study was to investigate and compare the effects of circuit training on the physical fitness of normal-weight and overweight males. The participants consisted of 60 males aged 20–25 years, who were divided into three groups: a normal-weight experimental group, an overweight experimental group, and a control group. The experimental groups participated in a circuit training program three times per week for eight weeks, with ten exercise stations per session. Physical fitness was assessed before and after the training period. Within-group differences between pre-test and post-test measurements were analyzed using paired-samples t-tests, while between-group differences were examined using one-way analysis of covariance (ANCOVA) followed by the Least Significant Difference (LSD) post hoc test. The results indicated that both experimental groups showed significant improvements in all physical fitness variables ($p < .05$), whereas no significant changes were observed in the control group. Comparisons among groups revealed that the experimental groups demonstrated significantly better physical fitness outcomes than the control group. Large effect sizes were observed, with the 3 Minute High Knee Test ($\eta^2 = .774$) and Sit-Up Test ($\eta^2 = .635$)

showing the two largest effect sizes. In conclusion, the findings suggest that circuit training is an effective method for improving physical fitness in both normal-weight and overweight males.

Keywords: Circuit training, Physical fitness, Overweight, Young adults

บทนำ

ในยุคดิจิทัลปัจจุบัน เทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันมากขึ้น ส่งผลให้มนุษย์มีพฤติกรรมเนือยนิ่งหรือเชื่องช้าเพิ่มขึ้น (Anderson & Perrin, 2017) ในประเทศไทยมีอัตราของภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน ที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยองค์การอนามัยโลกรายงานว่าอัตราโรคอ้วนในผู้ใหญ่คนไทยสูงถึงร้อยละ 42 ในปี 2020 (World Health Organization, 2020) และสัดส่วนผู้ที่มีน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 34.7 ในปี 2016 เป็นร้อยละ 47.8 ในปี 2022 (Thailand Health Promotion Foundation, 2023) โดยสอดคล้องกับองค์กรอนามัยโลก (World Health Organization, 2022) ได้กำหนดให้ประชากรในกลุ่มอายุ 18-64 ปี ควรออกกำลังกายอย่างน้อย 150-300 นาที ของการออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่มีความเข้มข้นปานกลาง หรือออกกำลังกายอย่างน้อย 75-150 นาที ของการออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่มีความเข้มข้นอย่างหนักร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านเพื่อเสริมสร้างกล้ามเนื้ออย่างน้อย 2 วัน ใน 1 สัปดาห์ แม้ว่าประชาชนจะมีความตระหนักด้านสุขภาพเพิ่มขึ้น แต่การนำไปสู่การปฏิบัติอย่างต่อเนื่องยังคงเป็นความตระหนักที่สำคัญ

สมรรถภาพทางกายเป็นตัวชี้วัดสำคัญของสุขภาพโดยรวม โดยเฉพาะสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ซึ่งประกอบด้วยความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่น ความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด และองค์ประกอบของร่างกาย (Garber et al., 2011) การพัฒนาสมรรถภาพทางกายจึงมีความสำคัญต่อการส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง

การฝึกแบบสถานี (circuit training) เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดได้พร้อมกัน (Hu et al., 2024) นอกจากนี้ การออกกำลังกายแบบผสมผสานยังสามารถปรับปรุงองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพทางกายโดยรวมได้อย่างมีนัยสำคัญ (Garber et al., 2011) สอดคล้องกับ Jirachatakorn (2023) ได้กล่าวไว้ว่า circuit training เป็นการออกกำลังกายแบบครบวงจรที่ช่วยให้เราออกกำลังกายได้หลายสัดส่วนในคราวเดียว เป็นการออกกำลังกายที่รวมเอาหลายๆ ท่า โดยฝึกต่อเนื่องกันแต่ใช้ระยะเวลาในการพักน้อยและพักสั้นๆ จึงช่วยกระตุ้นให้หัวใจเต้นอย่างต่อเนื่อง เป็นการเพิ่มการเผาผลาญและการใช้พลังงานให้มากขึ้น ประโยชน์ที่ได้เทียบเท่ากับการออกกำลังกายแบบคาร์ดิโอ หรือการออกกำลังกายแบบแอโรบิค ที่เป็นการกระตุ้นให้ร่างกายมี การเผาผลาญพลังงานและใช้ไขมันมาใช้เป็นพลังงานมากขึ้น ช่วยในการลดน้ำหนักพร้อมกับเป็นการบริหารกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อหลายๆ มัดไปพร้อมกัน โดยหลักการของ circuit training คือการ ออกกำลังกายแบบสลับ ซึ่งอาจจะใช้การออกกำลังกาย ระหว่างการสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยการใช้น้ำหนักหรือแรงต้านทาน (strength training exercise) สลับกับ การออกกำลังกายแบบ aerobic exercise เช่น วิ่ง เป็นต้น ดังนั้นการทำ circuit exercise ถือเป็นการออกกำลังกายที่ทำให้ได้ทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strength training) และเพิ่มความทนทานของระบบหัวใจไหลเวียนเลือดไปพร้อมกัน อีกทั้งมีความสนุกเพลิดเพลินด้วยเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับการออกกำลังกาย คือการฝึกการยืดเหยียดของกล้ามเนื้อ (flexibility) ให้ข้อต่อและกล้ามเนื้อสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างดีเป็นการลดการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นด้วย ซึ่งงานวิจัยของ Bouamra et al. (2022) และ Pippi et al. (2022) พบว่า การฝึกออกกำลังกายแบบผสมผสานที่มีการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน และมีการให้ความรู้ทางโภชนาการที่เหมาะสมถูกสัดส่วน ส่งเสริมการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ โดยที่ไม่จำกัดหรือลดแคลอรี่อาหาร พบว่าส่งผลช่วยให้องค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพทางกายดีขึ้นกว่าการฝึกออกกำลังกายแบบฝึกความอดทนหรือแบบฝึกแรงต้านในรูปแบบเดียว ในกลุ่มประชากรวัยรุ่นที่มีภาวะน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน

จากการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย ครั้งที่ 7 พ.ศ. 2567-2568 (Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University, 2025) มิได้รายงานถึงค่าดัชนีมวลกาย ที่ต่ำกว่า 25 Kg/m^2 หรือบุคคลที่มีน้ำหนักที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่รายงานพบว่า ผู้ชายไทยที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป มีค่าดัชนีมวลกายเพิ่มขึ้นจากการสำรวจครั้งที่ 6 ปี 2562-2563 คือมีความชุกของภาวะอ้วน (BMI ≥ 25kg/m^2) จากร้อยละ 37.8 เป็นร้อยละ 42.1 และความชุกของภาวะอ้วนลงพุง (BMI ≥ 30 kg/m^2) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 27.7 เป็น 34.9 จึงเป็นเหตุผลสำคัญของการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งผู้วิจัย

ตระหนักถึงเรื่องของสุขภาพ ต้องการให้คนไทยใส่ใจในการออกกำลังกาย และการออกกำลังกายแบบสถานีเป็นการออกกำลังกายที่มีความยืดหยุ่นสูง (high adaptability) สามารถออกแบบให้แต่ละสถานีมีความหมาะสมกับข้อจำกัดของร่างกายได้หลากหลาย รวมถึงจัดรูปแบบของสถานีให้เหมาะสมกับสถานที่และสภาพแวดล้อมได้ โดยผู้ฝึกสามารถพัฒนาความหนัก (intensity) หรือจำนวนรอบชุดให้สอดคล้องกับระดับความประเมินของตนเองได้ ทำให้ผู้ที่มีน้ำหนักเกินสามารถปฏิบัติตามโปรแกรมนี้ได้อย่างสอดคล้องและปลอดภัยไปพร้อม ๆ กับผู้ที่มีน้ำหนักปกติ นอกจากนี้ การเปลี่ยนสถานีอย่างต่อเนื่องยังช่วยลดความเบื่อหน่าย ทำให้ผู้ฝึกเกิดแรงจูงใจในการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องมากกว่าการออกกำลังกายในรูปแบบเดิม

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีงานวิจัยที่ศึกษาผลของการฝึกแบบสถานีอย่างแพร่หลาย แต่ยังขาดข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เปรียบเทียบผลระหว่างบุคคลที่มีน้ำหนักปกติและผู้ที่มีน้ำหนักเกิน โดยเฉพาะในบริบทของประชากรไทย ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสถานีต่อสมรรถภาพทางกายด้านสุขภาพในผู้ชายที่มีน้ำหนักปกติและผู้ที่มีน้ำหนักเกิน และมีกรอบแนวคิดของการวิจัยครั้งนี้

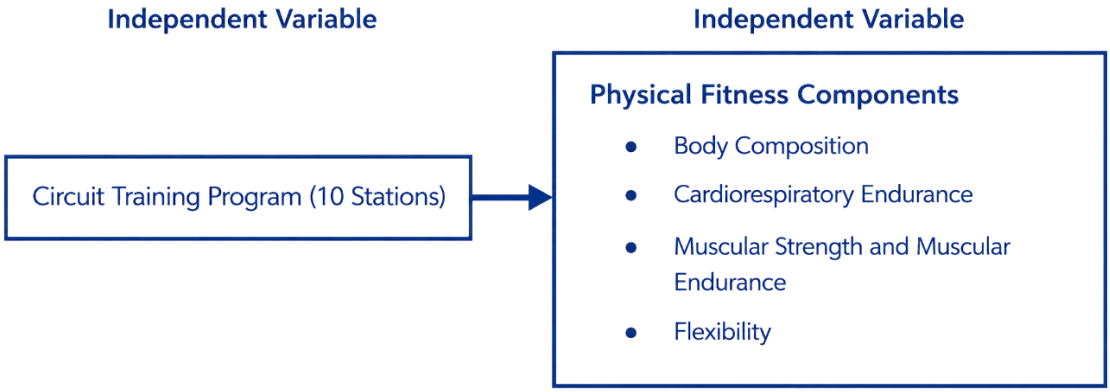


Figure 1. Conceptual Framework

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) โดยศึกษาผลของการฝึกด้วยการประยุกต์สถานีฝึกแบบมวยสากลที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของบุคคลทั่วไป เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลก่อนการฝึก (pre test) และหลังการฝึก (post test)

ประชากร

ประชากร เป็นเพศชาย ซึ่งมีอายุระหว่าง 20-25 ปี โดยศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยพะเยา หรือบุคคลทั่วไปที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยพะเยา รัศมี 5 กิโลเมตร

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G* Power กำหนดค่า effect size เท่ากับ 0.5 ค่าความคลาดเคลื่อน (alpha) เท่ากับ 0.05 และค่า power เท่ากับ 0.8 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 26 คน ผู้วิจัยจึงได้ทำการเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 60 คน สำหรับกรณีกลุ่มตัวอย่างอาจมีการถอนตัวจากการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยทำการสื่อประชาสัมพันธ์รับอาสาสมัครเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยผ่านช่องทางโซเชียลมีเดีย ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) ด้วยวิธีการผ่านเกณฑ์การคัดเข้า และจับฉลาก กลุ่มตัวอย่างได้รับการชี้แจงรายละเอียดจากผู้วิจัยและให้การยินยอมโดยเป็นลายลักษ์อักษร จึงได้กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัคร เพศชาย จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 (น้ำหนักปกติ BMI=18.-24.9 กก./ม.^{2}) จำนวน 20 คน กลุ่มทดลองที่ 2 (น้ำหนักเกิน BMI ≥25.0 กก./ม.^{2}) จำนวน 20 คน และกลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม (ค่าBMI=18.5 to 31.9 กก./ม.^{2}) จำนวน 20 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า

1) เป็นอาสาสมัคร เพศชาย อายุ 20-25 ปี
2) อาสาสมัครผู้มีน้ำหนักปกติ คือมีค่า BMI คือ 18.-24.9 กก./ม.^{2} อาสาสมัครผู้มีน้ำหนักเกิน คือมีค่า BMI คือ ≥25.0 กก./ม.^{2} และอาสาสมัครให้อยู่ในกลุ่มควบคุม ผู้ที่มีน้ำหนัก 18.5 to 31.9 กก./ม.^{2}

3) เป็นผู้สมัครใจในการเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างการทดลองตามการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria)

1) เป็นผู้มีโรคประจำตัว
2) เป็นผู้พิการ หรือทุพพลภาพ
3) เป็นผู้ที่ออกกำลังกายปกติ (การออกกำลังกายปกติ คือการออกำลังกาย วันละ 30นาที- 1ชั่วโมง อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์)
4) เป็นนักกีฬาหรืออดีตนักกีฬา
5) เป็นผู้ที่ไม่สามารถเข้าร่วมโครงการได้อย่างต่อเนื่อง

เกณฑ์การถอนอาสาสมัคร (withdrawal criteria) ผู้เข้าร่วมมีปัญหาสุขภาพหรือขาดการฝึกต่อเนื่องมากกว่า 3 ครั้งขึ้นไป หรือไม่สะดวกใจประการใดก็ตาม ผู้เข้าร่วมสามารถถอนตัวออกจากการเป็นอาสาสมัครกลุ่มตัวอย่างได้ตลอดเวลา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบฝึกเป็นสถานี (circuit training) ที่สร้างขึ้นโดยให้ผู้รับการฝึก ทำการฝึกด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

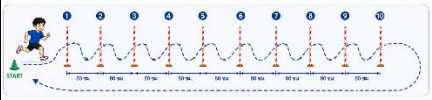
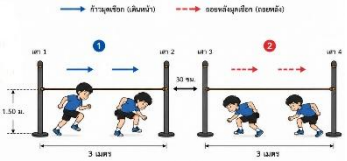
การฝึกในแต่ละวันของการฝึก จะทำการฝึก 3 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียม (10 นาที), ขั้นฝึก 10 สถานี ฝึก 3 รอบ (25 นาที) ทำการพักหลังการฝึกใน 1 รอบ คือ 5 นาที (15 นาที) ดังนั้นรวมเวลาการฝึกและเวลาพัก จากการฝึก 3 รอบ เป็นเวลา 40 นาที และขั้นผ่อนคลาย (5 นาที) รวมเวลาทั้งสิ้น 55 นาที สำหรับการฝึก 1 วัน ซึ่งทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์ พุธ และศุกร์ ในเวลา 17.00 – 17.55 น. เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ วันที่หยุดพัก งดเว้นการออกกำลังกายและการเล่นกีฬาทุกชนิด ซึ่งการฝึกมีดังนี้

ขั้นเตรียม ก่อนทำการฝึกเป็นสถานี ต้องกระทำดังนี้

1. อบอุ่นร่างกาย (warm up) : ขยับร่างกายเบาๆ ใช้เวลา 5 นาที
2. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching) : ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อใช้เวลา 5 นาที

ขั้นฝึก เริ่มทำการฝึก ให้ทุกคนไปยืนในตำแหน่งของแต่ละสถานี คือสถานีที่ 1-10 สถานีละ 2 คน ฟังสัญญาณ “เริ่ม” ทุกคนที่อยู่ประจำสถานีใด กระทำการฝึกในแบบหรือวิธีของสถานีนั้น ภายในเวลา 40 วินาที ฟังสัญญาณ “เปลี่ยน” ทุกคนจึงทำการเปลี่ยนสถานี ไปอยู่สถานีถัดไป (หมุนตามเข็มนาฬิกา) และรอฟังสัญญาณ “เริ่ม” ครั้งต่อไป (ช่วงเวลาเปลี่ยนสถานี จะมีเวลาเดินเปลี่ยนเพื่อพักไปด้วยในเวลาเดียวกัน 10 วินาที) กระทำการฝึกแต่ละสถานีเช่นนี้ไปจนครบ 10 สถานี พัก 5 นาที เท่ากับ 1 รอบ ซึ่งทำการฝึกทั้งสิ้น 3 รอบ โดยสถานีที่ 1-10 มีดังนี้

การฝึกแบบสถานี	จำนวนครั้ง	ภาพประกอบ
1.สถานีดันพื้น : คือการนอนคว่ำหน้า เท้าชิดกันหรือห่างกันไม่เกิน 30 เซนติเมตร ฝ่ามือทั้งสองข้างวางคว่ำอยู่บนพื้นตรงกับแนวไหล่ ข้อศอกเหยียดตรง ศีรษะ, ลำตัว, ก้นและขาตรงเป็นแนวเดียวกัน แล้วจึงกระทำการงอแขนให้อกติดพื้นแล้วดันลำตัวและขาขึ้นจากพื้น ทำการดันขึ้น-ลง ซ้ำ ๆ	สัปดาห์ที่ 1-2 ปฏิบัติ 7 ครั้ง สัปดาห์ที่ 3-4 ปฏิบัติ 9 ครั้ง สัปดาห์ที่ 5-6 ปฏิบัติ 11 ครั้ง สัปดาห์ที่ 7-8 ปฏิบัติ 13 ครั้ง	
2.สถานีกำดัมเบลชกลม : ทำการก้าวเต้นอยู่กับที่ พร้อมด้วยมือกำดัมเบลขนาด 1.5 กิโลกรัม ออกหมัดชกลมซ้าย-ขวาสลับกันนับ 1,2 1,2,3 เท่ากับ 1 ชุด	สัปดาห์ที่ 1-2 ปฏิบัติ 7 ชุด สัปดาห์ที่ 3-4 ปฏิบัติ 9 ชุด สัปดาห์ที่ 5-6 ปฏิบัติ 11 ชุด สัปดาห์ที่ 7-8 ปฏิบัติ13 ชุด	
3.สถานีย่อตัวกระโดด : แยกขาออกกว้างพอดีกับความกว้างของลำตัว ย่อตัวลงโดยงอเข่า	สัปดาห์ที่ 1-2 ปฏิบัติ 7 ครั้ง สัปดาห์ที่ 3-4 ปฏิบัติ 9 ครั้ง สัปดาห์ที่ 5-6 ปฏิบัติ 11 ครั้ง	

การฝึกแบบสถานี	จำนวนครั้ง	ภาพประกอบ
90 องศา แล้วกระโดดขึ้นให้สูงที่สุดพร้อมกับชูแขนสองทั้งข้างเหนือศีรษะ นับ 1 ครั้ง	สัปดาห์ที่ 7-8 ปฏิบัติ 13 ครั้ง	
4.สถานีนอนรับ-ส่งบอล : จับคู่นอนหงาย งอเข่าโดยเอาขาทั้งสองข้างเกี่ยวกัน แล้วทำการยกลำตัวตนเองขึ้นมาเพื่อส่งบอล (ขนาด 1 กิโลกรัม) ให้เพื่อน เพื่อนรับบอลแล้วลงไปนอนหงายพร้อมกับยกลำตัวขึ้นมาส่งบอลกลับไป นับเป็น 1 ครั้ง	สัปดาห์ที่ 1-2 ปฏิบัติ7 ครั้ง สัปดาห์ที่ 3-4 ปฏิบัติ 9 ครั้ง สัปดาห์ที่ 5-6 ปฏิบัติ11 ครั้ง สัปดาห์ที่ 7-8 ปฏิบัติ13 ครั้ง	
5.สถานียืนรับ-ส่งบอล : จับคู่ยืนหันหลังให้กัน ทำการรับส่งบอล (1 กิโลกรัม) ให้กันในทิศทางต่าง ๆ บน-ล่าง-ซ้าย-ขวา เท่ากับ 1 รอบ รับ-ส่งไปมาจนครบเวลา 40 วินาที	สัปดาห์ที่ 1-2 ปฏิบัติ 5 รอบ สัปดาห์ที่ 3-4 ปฏิบัติ 7 รอบ สัปดาห์ที่ 5-6 ปฏิบัติ 9 รอบ สัปดาห์ที่ 7-8 ปฏิบัติ 11 รอบ	
6.สถานี battle rope (เชือกฝึกความแข็งแรง): คือการแกว่งเชือก 2 เส้น ที่ผูกติดกับแท่นเหล็กในท่า Alternating Waves (การแยกขาย่อตัวลง และแกว่งเชือกขึ้น-ลง สลับกันทีละแขน) ทำการแกว่ง 1 ครั้ง นับเป็น 1 ครั้ง	สัปดาห์ที่ 1-2 ปฏิบัติ 30 ครั้ง สัปดาห์ที่ 3-4 ปฏิบัติ 40 ครั้ง สัปดาห์ที่ 5-6 ปฏิบัติ 50 ครั้ง สัปดาห์ที่ 7-8 ปฏิบัติ 60 ครั้ง	
7.สถานีก้าวเต้นตารางเก้าช่อง : ทำการฝึกก้าวเต้นไปตามช่องต่าง ๆ ทั้ง 9 ช่อง คือ 1) เริ่มต้นที่ ก้าวเท้าสองข้างอยู่ที่มุมซ้ายล่าง 2) ก้าวเท้าขวาไปมุมขวาล่าง-ก้าวเท้าซ้ายชิดตาม 3) ก้าวเท้าขวาไปมุมขวาบน-ก้าวเท้าซ้ายชิดตาม 4) ก้าวเท้าซ้ายไปมุมซ้ายบน-ก้าวเท้าขวาชิดตาม 5)ก้าวเท้าซ้ายลงมาที่มุมซ้ายล่าง-ก้าวเท้าขวาชิดตาม : เท้าทั้งสองข้างลงในช่องของแต่ละมุม นับ 1 ครั้ง	สัปดาห์ที่ 1-2 ปฏิบัติ 50 ครั้ง สัปดาห์ที่ 3-4 ปฏิบัติ 60 ครั้ง สัปดาห์ที่ 5-6 ปฏิบัติ 70 ครั้ง สัปดาห์ที่ 7-8 ปฏิบัติ 80 ครั้ง	
8.สถานีวิ่งซิกแซกหลบเสา : ทำการเคลื่อนที่โดยการวิ่งซิกแซกไปข้างหน้าอย่างเป็นจังหวะต่อเนื่อง โดยหลบเสาที่มีความสูง 2 เมตร ตั้งห่างกัน 80 เซนติเมตรในแต่ละเสา จำนวน 10 เสา เมื่อซิกแซก ครบ 10 เสาให้วิ่งกลับมาเริ่มต้นใหม่ เท่ากับ 1 รอบ ฝึกจนครบเวลา 40 วินาที	สัปดาห์ที่ 1-2 ปฏิบัติ 3 รอบ สัปดาห์ที่ 3-4 ปฏิบัติ 4 รอบ สัปดาห์ที่ 5-6 ปฏิบัติ 5 รอบ สัปดาห์ที่ 7-8 ปฏิบัติ 6 รอบ	
9.สถานีก้าวมุดเชือก : มีเชือกยาว 3 เมตร จำนวน 2 เส้น ขึงเว้นระยะห่างกัน 30 เซนติเมตร โดยสูงจากพื้น 1.50 เมตร ให้ผู้ฝึกสถานีนี้ ก้าวเท้าขวาเฉียงขึ้นไปทางขวาพร้อมกับก้มตัวมุดเชือกที่ขึงอยู่ไปทางด้านขวา ทำเช่นเดิมโดยไปทางซ้าย กระทำสลับซ้าย-ขวา เมื่อถึงเชือกเส้นที่สองให้กลับตัวแล้วเคลื่อนที่มุดเชือกโดยการถอยหลัง เมื่อฝึกผ่านเชือกทั้ง	สัปดาห์ที่ 1-2 ปฏิบัติ 3 รอบ สัปดาห์ที่ 3-4 ปฏิบัติ 4 รอบ สัปดาห์ที่ 5-6 ปฏิบัติ 5 รอบ สัปดาห์ที่ 7-8 ปฏิบัติ 6 รอบ	

การฝึกแบบสถานี	จำนวนครั้ง	ภาพประกอบ
สองเส้น ให้วิ่งกลับมาเริ่มต้นที่เชือกเส้นที่หนึ่งอีกครั้ง เท่ากับ 1 รอบ		
10.สถานีชกกระสอบทราย : ชกกระสอบทราย สลับหมัดซ้าย-หมัดขวาเป็นชุด คือ 1,2, 1,2,3 และ 1,2,3,4 เท่ากับ 1 ชุด	สัปดาห์ที่ 1-2 ปฏิบัติ 5 ชุด สัปดาห์ที่ 3-4 ปฏิบัติ 6 ชุด สัปดาห์ที่ 5-6 ปฏิบัติ 7 ชุด สัปดาห์ที่ 7-8 ปฏิบัติ 8 ชุด	

ขั้นผ่อนคลาย เมื่อฝึกครบ 3 รอบ ทำการยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อ (cool down) ใช้เวลาอีก 5 นาที

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1) เครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องวัดองค์ประกอบมวลกาย
2) เครื่องวัดส่วนสูง
3) เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (polar heart rate monitor)
4) เครื่องวัดแรงบีบมือแบบดิจิตอล (digital hand grip)
5) เครื่องวัดแรงเหยียดขา (back and leg dynamometer)
6) เครื่องมือวัดความอ่อนตัว (sit and reach)
7) ดัมเบล ขนาด 1.5 กิโลกรัม
8) เมดิซินบอล ขนาด 1 กิโลกรัม
9) เชือกเชือกฝึกความแข็งแรง (battle Rope)
10) ตารางเก้าช่อง
11) เสาพลาสติก สูง 2 เมตร
12) เชือก ยาว 3 เมตร
13) กระสอบทราย
14) เป้าชกมวยสากล
15) นาฬิกาจับเวลา
16) นกหวีด

แบบทดสอบสมรรถภาพ

แบบทดสอบสมรรถภาพที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชนอายุ 19 - 59 ปี ของสำนักนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (Department of Physical Education, 2019) ทำการทดสอบเพื่อประเมินตามองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายด้านสุขภาพ คือ ด้านองค์ประกอบของร่างกาย, ด้านความอ่อนตัว, ด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ และด้านความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ โดยมีรายการทดสอบดังนี้

1) หาค่าดัชนีมวลกาย (body mass index: BMI)
2) เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (body fat) สำหรับประเมินองค์ประกอบในร่างกาย
3) นั่งงอตัวไปข้างหน้า (sit and reach) สำหรับประเมินความอ่อนตัว
4) วัดแรงบีบมือ (hand grip test) สำหรับประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน
5) วัดแรงเหยียดขา (leg dynamometer test) สำหรับประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา
6) ลุกนั่ง (sit-Up) 1 นาที สำหรับประเมินความอดทนกล้ามเนื้อ
7) ดันพื้น (push-up) 1นาที สำหรับประเมินความอดทนกล้ามเนื้อ
8) ยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที (high knee) สำหรับประเมินความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ (Chung YC et al., 2021)

การหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แบบฝึกด้วยการประยุกต์สถานีฝึกแบบมวยสากล เป็นแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ปรึกษาผู้ที่มีประสบการณ์และผู้ชำนาญ

1.3 สร้างแบบฝึก โดยระยะเวลาในการฝึกจำนวน 8 สัปดาห์

1.4 นำแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดลองใช้ด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบและปรับปรุง

2. นำแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบหาค่าความเที่ยงตรง (IOC: Index of item objective congruence) และแก้ไข ซึ่งแบบฝึกทั้ง 10 สถานี ได้ผลค่าเท่ากับ 1.0 มีความเที่ยงตรง

3. นำแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว จึงทำการทดสอบ (Pilot Test) กับนิสิตชายที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับอาสาสมัครและเกณฑ์การคัดเข้า จำนวน 10 คน พบว่า สามารถปฏิบัติได้จริง

4. นำแบบฝึกไปดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นตอนการทดลอง

1. ก่อนการทดลอง ภายหลังจากการจับสลากเพื่อแบ่งกลุ่ม ได้ทำการทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่าง คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

2. ทำการทดสอบสมรรถภาพก่อนการฝึก กับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองที่ 1 (น้ำหนักปกติ) กลุ่มทดลองที่ 2 (น้ำหนักเกิน) และกลุ่มควบคุม บันทึกข้อมูล

3. ให้กลุ่มทดลอง ทำความเข้าใจในขั้นตอนการฝึก และทำการทดลองฝึกกับสถานีฝึก ทั้ง 10 สถานี เพื่อให้ทราบถึงวิธีการฝึกในแต่ละสถานีอย่างถูกต้อง และเพื่อการป้องกันการบาดเจ็บ

4. กำหนดอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกอยู่ที่ 50-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (maximum heart rate)

5. กลุ่มทดลองเริ่มทำการฝึกตามแบบฝึกที่กำหนดไว้ โดยทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ คือวันจันทร์ พุธ และศุกร์ ในช่วงเวลา 17.00-17.55 น. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ วันที่ไม่ทำการฝึก ให้ดำเนินชีวิตตามปรกติ งดเว้นกิจกรรมการออกกำลังกายและกีฬา

6. ทำการทดสอบสมรรถภาพหลังการฝึก หรือภายหลัง 8 สัปดาห์เมื่อการทดลองสิ้นสุดลง กับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองที่1 (น้ำหนักปกติ) กลุ่มทดลองที่ 2 (น้ำหนักเกิน) และกลุ่มควบคุม บันทึกข้อมูล

7. นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 6 เดือน คือเดือนมิถุนายน ถึงพฤศจิกายน 2568

1. ขั้นเตรียมการ ทำการศึกษาค้นคว้าแหล่งข้อมูล เตรียมกลุ่มตัวอย่าง โดยทั้งนี้ต้องทำการอธิบายถึงขั้นตอนอย่างละเอียดแก่ผู้สมัครใจเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลาดำเนินการ เป็นเวลา 2 เดือน คือมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม

2. ขั้นดำเนินการ ดำเนินการทดลองด้วยการฝึกออกกำลังกายเป็นสถานี พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง (pre-post test) เป็นระยะเวลา 2 เดือน หรือ 8 สัปดาห์ คือเดือน สิงหาคม ถึง เดือนกันยายน

จัดเก็บข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ประเมินในด้านประเมินองค์ประกอบของร่างกาย, ความอ่อนตัว, ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ก่อนสัปดาห์ที่ 1 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 บันทึกผลลงในแบบบันทึกผลทดลอง แล้วสรุป ข้อเสนอแนะ ที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ในรูปของความเรียง

3. ขั้นสรุป ผู้วิจัยดำเนินการสรุป และอภิปรายผล เป็นเวลา 2 เดือน คือเดือนตุลาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน และดำเนินการส่งตีพิมพ์ในลำดับต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ โดยการคำนวณ หาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เพื่อแสดงการแจกแจงผลของสมรรถภาพ เปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพก่อนและหลังการฝึก ภายในกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติ paired sample t-test และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์ตัวแปรร่วม (one-way ANCOVA)

ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมเป็นอาสาสมัครในการทดสอบจำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 เป็นผู้ชายที่มีน้ำหนักปกติ จำนวน 20 คน, กลุ่มทดลองที่ 2 เป็นผู้ชายที่มีน้ำหนักเกิน จำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน เข้าร่วมการทดสอบสมรรถภาพ (Pre-Test) และทำการทดลองเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ภายหลังการทดลองสิ้นสุด ไม่มีผู้ถอนตัวจากการวิจัย โดยมีอาสาสมัครกลับมาทำการทดสอบ (Post-test) เป็นจำนวน 60 คน โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Paired Sample t-test พบว่าเมื่อทำการฝึกแบบสถานีเป็นเวลา 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่มีน้ำหนักปกติและน้ำหนักตัวเกินมีค่าการทดสอบการประเมินสมรรถภาพทางกายเปลี่ยนแปลงดีขึ้นภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกตัวแปร ดัง Table 1 และ Table 2 ทั้งนี้พบกลุ่มตัวอย่างไม่ได้รับการฝึก (กลุ่มควบคุม) มีค่าการทดสอบสมรรถภาพทางกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลง ดัง Table 3

Table 1. Pre and Post Test Comparison in Experimental Group 1 (Normal-Weight Males)

Testing	Normal-Weight Males (n = 20)		
	Pre-test	Post-test	t
Resting pulse rate (beats/min)	82.25 ± 10.28	69.70 ± 5.40	6.37*
Body weight (kg)	62.55 ± 5.24	60.93 ± 5.24	6.14*
BMI kg/m2	21.19 ± 2.00	20.64 ± 2.00	6.00*
Body fat (%)	15.77 ± 2.72	14.33 ± 2.94	5.79*
Sit and reach (cm)	12.10 ± 7.17	17.25 ± 7.00	8.85*
Handgrip strength (kg)	39.72 ± 3.05	43.91 ± 3.30	7.73*
Leg extension strength (kg)	131.10 ± 35.24	176.40 ± 40.69	8.15*
1-minute Sit-ups (counts)	32.95 ± 6.93	43.65 ± 6.55	11.34*
1-minute Push-ups (counts)	26.00 ± 11.15	36.65 ± 12.35	7.89*
3-minute High Knees (counts)	126.50 ± 13.82	160.65 ± 10.38	12.76*

*p < .05

Table 2. Pre and Post Test Comparison in Experimental Group 2 (Overweight Males)

Testing	Overweight Males (n = 20)		
	Pre-test	Post-test	t
Resting pulse rate (beats/min)	82.35 ± 12.32	71.40 ± 6.51	4.25*
Body weight (kg)	85.57 ± 17.16	83.66 ± 16.93	4.28*
BMI kg/m2	30.06 ± 4.67	29.38 ± 4.65	4.85*
Body fat (%)	28.63 ± 5.96	27.27 ± 6.14	4.62*
Sit and reach (cm)	8.95 ± 5.17	12.25 ± 5.09	7.79*
Handgrip strength (kg)	39.81 ± 5.86	44.30 ± 6.33	4.26*
Leg extension strength (kg)	131.11 ± 26.42	177.18 ± 21.52	8.70*
1-minute Sit-ups (counts)	28.90 ± 11.29	36.10 ± 10.53	5.41*
1-minute Push-ups (counts)	20.60 ± 13.93	26.35 ± 12.35	3.29*
3-minute High Knees (counts)	125.45 ± 22.24	154.65 ± 13.97	7.36*

*p < .05

Table 3. Pre and Post Test Comparison in the Control Group

Testing	Control Group (n = 20)		
	Pre-test	Post-test	t
Resting pulse rate (beats/min)	83.65 ± 10.35	83.30 ± 9.26	0.37
Body weight (kg)	67.75 ± 18.69	68.87 ± 18.44	5.83*
BMI kg/m2	22.97 ± 6.07	23.35 ± 5.97	5.75*
Body fat (%)	16.98 ± 9.07	17.72 ± 8.87	4.02*
Sit and reach (cm)	10.80 ± 3.49	10.40 ± 3.39	2.99*
Handgrip strength (kg)	39.58 ± 4.57	38.97 ± 4.47	3.43*
Leg extension strength (kg)	129.23 ± 18.08	129.15 ± 17.91	0.26
1-minute Sit-ups (counts)	31.80 ± 7.86	29.25 ± 7.15	2.97*
1-minute Push-ups (counts)	23.80 ± 9.21	22.10 ± 8.23	4.34*
3-minute High Knees (counts)	123.45 ± 13.10	122.35 ± 12.41	2.98*

*p < .05

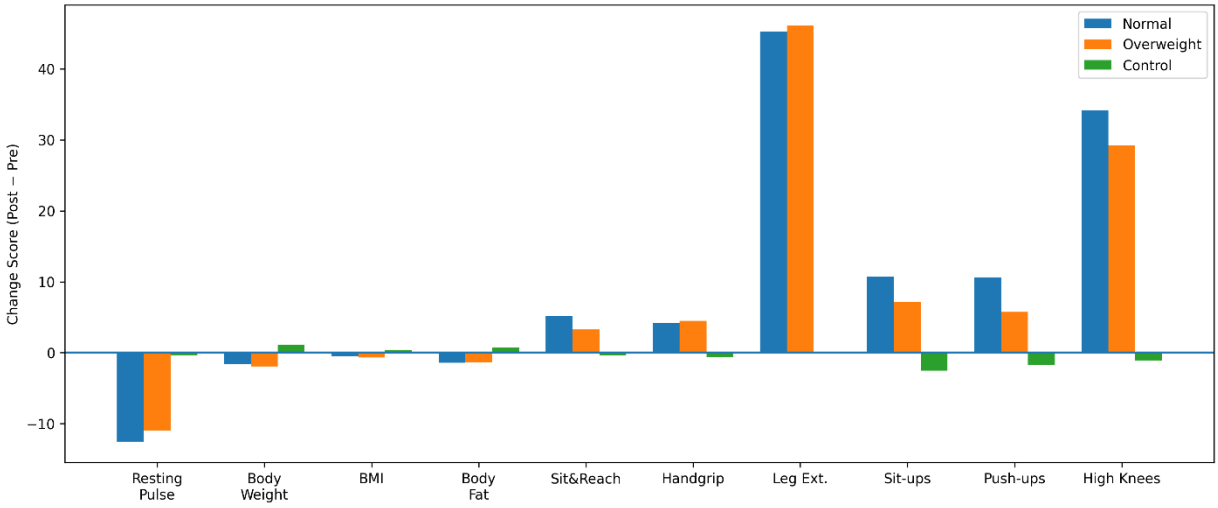


Figure 1. Changes in physical fitness and body composition variables after 8 weeks

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ one-way ANCOVA พบว่าภายหลังการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ คะแนนการทดสอบสมรรถภาพทางกายของกลุ่มการฝึกทั้ง 2 กลุ่ม (กลุ่มการฝึกที่มีน้ำหนักตัวปกติ และกลุ่มการฝึกที่มีน้ำหนักตัวเกิน) ทุกการทดสอบ เมื่อมีการปรับค่าตัวแปรร่วมแล้ว มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มการฝึกทั้ง 2 กลุ่ม ในทุกการทดสอบยกเว้นการทดสอบนั่งก้มตัวไปด้านหน้า ซึ่งพบว่ากลุ่มการฝึกที่มีน้ำหนักตัวปกติมีค่าการทดสอบดีกว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักตัวเกิน นอกจากนี้ยังพบค่าขนาดอิทธิพลของการทดสอบทุกการทดสอบอยู่ในระดับสูงโดยมีค่าระหว่าง η^2 = .394–.774 ดัง Table 4

Table 4. Between Group Differences After 8 Weeks of Training

Testing	ANCOVA	Group			F	η^2
	Adjust	Normal	Over	Control		
Resting pulse rate (beats/min)	82.75	69.90[3]	71.56[3]	82.94[1,2]	30.051**	.518
Body weight (kg)	71.96	70.18[3]	70.27[3]	73.01[1,2]	30.337**	.520
BMI kg/m2	24.74	24.13[3]	24.157[3]	25.09[1,2]	27.17**	.492
Body fat (%)	20.46	18.94[3]	19.23[3]	21.15[1,2]	22.367**	.444
Sit and reach (cm)	10.62	15.89[2,3]	13.78[1,3]	10.23[1,2]	47.417**	.629
Handgrip strength (kg)	39.70	43.90[3]	44.21[3]	39.08[1,2]	18.215**	.394
Leg extension strength (kg)	130.48	175.92[3]	176.68[3]	130.12[1,2]	39.165**	.583
1-minute Sit-ups (counts)	31.22	42.28[3]	37.93[3]	28.79[1,2]	48.678**	.635
1-minute Push-ups (counts)	23.47	34.53[3]	28.75[3]	21.82[1,2]	26.36**	.485
3-minute High Knees (counts)	125.13	159.97[3]	154.49[3]	123.19[1,2]	94.438**	.774

*p < .05, **p < .001, Normal = กลุ่มการฝึกที่มีน้ำหนักตัวปกติ, Over = กลุ่มการฝึกที่มีน้ำหนักตัวเกิน, Control =กลุ่มควบคุม, [1] = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มการฝึกที่มีน้ำหนักตัวปกติ, [2] = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มการฝึกที่มีน้ำหนักตัวเกิน, [3] = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม

อภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การฝึกแบบสถานีต่อเนื่องเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สามารถส่งผลเชิงบวกต่อสมรรถภาพทางกายของผู้ชายทั้งที่มีน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกองค์ประกอบ ไม่ว่าจะเป็นองค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว รวมถึงความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทั้งนี้สามารถอธิบายได้จากลักษณะของการฝึกแบบสถานีที่เป็นการออกกำลังกายแบบผสมผสานระหว่างแรงต้านและแอโรบิก ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาในแต่ละด้านดังต่อไปนี้

1) ด้านองค์ประกอบของร่างกาย (body composition)

จากข้อมูลของน้ำหนักตัว, ค่าBMI และไขมันในร่างกายผลการวิจัยพบว่าภายหลังการฝึกแบบสถานี 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกินมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายในทิศทางที่ดีขึ้น โดยน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย (BMI) และร้อยละไขมันในร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่กลุ่มควบคุมกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผลดังกล่าวอาจอธิบายได้ว่าการฝึกแบบสถานีเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ผสมผสานการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแรงต้านเข้าด้วยกัน เกิดจากการเพิ่มการใช้พลังงานทั้งในระหว่างและหลังการออกกำลังกาย โดยเฉพาะกลไก excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) ซึ่งทำให้ร่างกายยังคงเผาผลาญพลังงานต่อเนื่องหลังการฝึก โดย Kim et al. (2018) ศึกษาถึงผลของการฝึกแบบสถานี พบว่าการฝึกแบบสถานี ส่งผลดีต่อองค์ประกอบของร่างกาย โดยเฉพาะในการลดดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย การฝึกแบบสถานีที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสม สำหรับนักศึกษาที่ต้องการลดดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย การศึกษานี้จะช่วยพัฒนา องค์ประกอบทางร่างกายสำหรับนักศึกษาได้ดียิ่งขึ้น Son et al. (2022) ศึกษาพบว่าการฝึกแบบสถานี สามารถลดไขมันและปรับปรุงองค์ประกอบของร่างกายได้อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับแนวทางของ Liguori (2022) ระบุว่าการออกกำลังกายแบบผสมผสาน (aerobic ร่วมกับ resistance training) มีผลต่อการควบคุมน้ำหนักและสุขภาพเมตาบอลิกที่ ขณะที่ Hu et al. (2024) พบว่าการฝึกลักษณะนี้ช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและลดไขมันสะสมในร่างกาย

2) ด้านความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต (cardiovascular endurance)

จากการทดสอบ ยืนยกเข่าขึ้น-ลง ผลการวิจัยพบว่าภายหลัง 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีอัตราการเต้นหัวใจขณะพักลดลงและผลการทดสอบยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ปฏิบัติได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงการพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนและหายใจ ทั้งนี้เกิดจากการฝึกแบบสถานีมีลักษณะการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องหลายสถานี ทำให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของหัวใจต่อเนื่อง ส่งผลให้หัวใจมีประสิทธิภาพการสูบฉีดเลือดเพิ่มขึ้นและร่างกายสามารถใช้ออกซิเจนได้ดีขึ้น ทำให้เกิดการกระตุ้นระบบพลังงานและระบบไหลเวียนเลือดพร้อมกัน ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับงานของ Hu et al. (2024) และ Son et al. (2022) ที่รายงานว่าการฝึกแบบ resistance circuit training สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและ

สมรรถภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญ ในด้านระบบหัวใจและหลอดเลือด การพัฒนาที่พบสามารถอธิบายได้จากการเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานของหัวใจ (cardiac output) และการลำเลียงออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ (oxygen transport) ซึ่งส่งผลให้ค่าความทนทานเพิ่มขึ้น โดย Hu et al. (2024) รายงานว่าการฝึกแบบสถานีสามารถเพิ่มค่า VO_2max ได้อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ Garber et al. (2011) อธิบายว่าการออกกำลังกายแบบผสมผสานช่วยพัฒนาระบบหัวใจและหลอดเลือดผ่านการเพิ่ม stroke volume และประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ Liguori (2022) ระบุว่าการฝึกที่มีความต่อเนื่องและความเข้มปานกลางถึงสูงสามารถช่วยเพิ่มสมรรถภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) ด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (muscular strength and endurance)

จากการทดสอบ วัดแรงบีบมือและแรงเหยียดขา เป็นการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจากแรงบีบมือและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในทั้งสองกลุ่มทดลอง ผลดังกล่าวอาจอธิบายได้ว่าการฝึกแบบสถานีมีการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อหลายมัดอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อเกิดการปรับตัว เพิ่มการทำงานของหน่วยการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและเพิ่มความสามารถในการสร้างแรง สำหรับการทดสอบ ลุกนั่ง และดันพื้น เป็นการวัดความอดทนของกล้ามเนื้อ ผลการวิจัยพบว่าจำนวนครั้งของการลุกนั่งและดันพื้นในเวลา 1 นาทีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม ทั้งนี้อาจเกิดจากการฝึกแบบสถานีมีลักษณะการทำกิจกรรมต่อเนื่องและพักระหว่างสถานีในช่วงเวลาสั้น ส่งผลให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานซ้ำได้ดีขึ้นและเกิดความล้าช้าลง การเพิ่มขึ้นของแรงบีบมือและแรงเหยียดขาอาจเกิดจากการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (neuromuscular adaptation) และการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle hypertrophy) ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการสร้างแรง โดย Garber et al. (2011) อธิบายว่าการฝึกแรงต้านสามารถเพิ่มการสรรหา motor units และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ Department of Physical Education (2019) กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscle strength) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อ หรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงด้วย ความพยายามในครั้งหนึ่งๆ เพื่อต้านกับแรงต้านทาน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดความตึงตัว เพื่อใช้แรงในการ ดึงหรือยกของต่าง ๆ โดยความสัมพันธ์ของกลุ่มกล้ามเนื้อต่าง ๆ ขณะปฏิบัติการเคลื่อนไหวใจกิจกรรมทางกายที่ใช้ความแข็งแรง จะต้องมีความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อที่มีส่วนร่วมในการทำงาน ขณะที่ Son et al. (2022) และ Hu et al. (2024) รายงานว่าการฝึกแบบสถานี สามารถเพิ่มทั้ง muscular strength และ muscular endurance ได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้ การที่ทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกินมีการพัฒนาในทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบสถานีสามารถกระตุ้นการปรับตัวทางสรีรวิทยาได้ในประชากรที่มีลักษณะร่างกายแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Hu et al. (2024) ที่รายงานว่าการฝึกแบบ resistance circuit training สามารถใช้ได้กับประชากรหลากหลายกลุ่มและให้ผลลัพธ์เชิงบวกอย่างสม่ำเสมอ

4) ด้านความอ่อนตัว (flexibility)

การทดสอบ นั่งงอตัวไปข้างหน้า ผลการวิจัยพบว่าความอ่อนตัวจากการทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในทั้งสองกลุ่มทดลอง ผลดังกล่าวอาจเกิดจากการฝึกแบบสถานีที่มีการเคลื่อนไหวหลายรูปแบบผ่านช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่ออย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น จากการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการด้านความอ่อนตัวเป็นอย่างมาก ซึ่งกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มคือ กลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกินทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทุกครั้ง ก่อนและหลังการฝึก ประกอบกับโปรแกรมการฝึกนั้น ทุกกิจกรรมหรือทุกสถานีเป็นการฝึกให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหวข้อต่อของร่างกายอย่างเต็มที่ สอดคล้องกับ Department of Physical Education (2019) ได้ให้ความหมายของความอ่อนตัวไว้ว่า ความอ่อนตัวคือความสามารถของข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกายที่เคลื่อนไหวได้เต็มช่วงของการเคลื่อนไหว การพัฒนาด้านความอ่อนตัวทำได้โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและ เอ็น หรือการใช้แรงต้านทานในกล้ามเนื้อและเอ็นให้ต้องทำงานมากขึ้น เช่นเดียวกับ Boonsom (2017) ที่ได้พัฒนาโปรแกรมการฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีต่อความอ่อนตัวสำหรับนักศึกษาชาย มหาวิทยาลัยศิลปากร ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดค้างนิ่งมีผลต่อความอ่อนตัว ในช่วงเวลาการทดลองที่ต่างกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 โดยเริ่มเห็นความแตกต่างกันอย่างชัดเจนตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 เป็นต้นไป และผลงานวิจัยของ Intrachai & Tiabthong (2020) พบว่า ชุดกิจกรรมส่งเสริมสมรรถภาพทางกายแบบสถานี กิจกรรมเสริมสร้างความอ่อนตัว ทำการทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้ากลุ่มทดลอง หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้พบว่า การฝึกแบบสถานีเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์สามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านสุขภาพได้อย่างมีนัยสำคัญในผู้ชายทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน ขณะที่กลุ่มควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้ ผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มแสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกมีสมรรถภาพทางกายดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และในหลายตัวแปรไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน แสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบสถานีสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับสถานะของน้ำหนักตัว

ในเชิงการนำไปใช้ โปรแกรมการฝึกแบบสถานีสามารถประยุกต์ใช้ในงานส่งเสริมสุขภาพสำหรับประชากรวัยผู้ใหญ่ได้ โดยควรปรับให้เหมาะสมกับระดับสมรรถภาพและเป้าหมายของแต่ละบุคคล รวมทั้งควรมีผู้ควบคุมการฝึกที่มีความรู้เพื่อให้การดำเนินโปรแกรมเป็นไปอย่างเหมาะสมและปลอดภัย

อย่างไรก็ตาม การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ การไม่สามารถควบคุมปัจจัยด้านโภชนาการและพฤติกรรมการดำเนินชีวิตของกลุ่มตัวอย่างได้ รวมถึงข้อจำกัดด้านเครื่องมือวัดที่ใช้แบบทดสอบภาคสนาม ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำของข้อมูล

ดังนั้น การวิจัยในอนาคตควรมีการติดตามผลในระยะยาว ควบคุมปัจจัยด้านโภชนาการให้มากขึ้น ขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังประชากรกลุ่มอื่น เช่น ผู้หญิง ผู้สูงอายุ หรือผู้ที่มีโรคประจำตัว และใช้เครื่องมือวัดทางสรีรวิทยาที่มีความแม่นยำสูง รวมถึงศึกษาผลของการฝึกแบบสถานีต่อด้านอื่น ๆ เช่น สมรรถภาพทางจิต อารมณ์ และคุณภาพชีวิต เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Anderson, M., & Perrin, A. (2017). Technology use among seniors. Pew Research Center [Online]. Retrieved January 12, 2026, from https://www.pewresearch.org/internet/2017/05/17/technology-use-among-seniors/

Boonsom, N. (2017). Development of flexibility through muscle stretching. Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts), 10(2), 2173–2190. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/103459 (in Thai)

Bouamra, M., Zouhal, H., Ratel, S., et al. (2022). Concurrent training promotes greater gains on body composition and components of physical fitness than single-mode training (endurance or resistance) in youth with obesity. Frontiers in Physiology, 13, Article 869063. https://doi.org/10.3389/fphys.2022.869063

Chung, Y. C., Huang, C. Y., Wu, H. J., Kan, N. W., Ho, C. S., Huang, C. C., & Chen, H. T. (2021). Predicting maximal oxygen uptake from a 3-minute progressive knee-ups and step test. PeerJ, 9, e10831. https://doi.org/10.7717/peerj.10831

Department of Physical Education. (2019). Manual of physical fitness tests and standard criteria for Thai children, youth, and adults. Phra Nakhon Si Ayutthaya: World Expert Co., Ltd. 6,8. (in Thai)

Department of Physical Education. (2019). Physical fitness tests and standard criteria for Thai people aged 19–59 years. Bangkok: Ministry of Tourism and Sports. (in Thai)

Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University. (2025). The Seventh Thai National Health Examination Survey (NHES VII) (2024–2025). Bangkok: Sangchan Printing Limited Partnership. (in Thai)

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults. Medicine & Science in Sports & Exercise, 43(7), 1334–1359. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb

Hu, C., Xia, Y., Zeng, D., Ye, M., & Mei, T. (2024). Effect of resistance circuit training on comprehensive health indicators in older adults: A systematic review and meta-analysis. Scientific Reports, 14, 8823. https://doi.org/10.1038/s41598-024-59386-9

Intrachai, K., & Tiabthong, B. (2020). Effects of using a circuit training activity package to enhance physical fitness for students in the Physical Education Activities for Teachers course. Journal of Education Studies, 48(3), Article 3. https://doi.org/10.58837/CHULA.EDUCU.48.3.3

Jiratchatakorn, Y. (2023). What are the benefits of circuit training? Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University [Online]. Retrieved January 12, 2026, from https://www.si.mahidol.ac.th/th/healthdetail.asp?aid=1544

Kim, J.-W., Ko, Y.-C., Seo, T.-B., & Kim, Y.-P. (2018). Effect of circuit training on body composition, physical fitness, and metabolic syndrome risk factors in obese female college students. Journal of Exercise Rehabilitation, 14(3), 460–465. https://doi.org/10.12965/jer.1836194.097

Liguori, G. (Ed.). (2022). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (11th ed.). Wolters Kluwer.

Pippi, R., Mascherini, G., Izzicupo, P., Bini, V., & Fanelli, C. G. (2022). Effects of a mixed exercise program on overweight and obese children and adolescents: A pilot, uncontrolled study. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(15), Article 9258. https://doi.org/10.3390/ijerph19159258

Son, M., Lee, H., Lee, B. S., Kim, E., Yun, H., Kim, S. J., ... & Eun, S. D. (2022). Effects of resistance circuit training on health-related physical fitness in people with paraplegia: a pilot randomized controlled trial. Annals of Rehabilitation Medicine, 46(2), 87-96. https://doi.org/10.5535/arm.22012

Thailand Health Promotion Foundation. (2023). Thai health report 2023 [Online]. Retrieved January 12, 2026, from https://www.thaihealth.or.th/e-book/thai-health-2023/

World Health Organization. (2020). Noncommunicable diseases country profiles 2020 [Online]. Retrieved January 12, 2026, from https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/surveillance/data/profiles-ncd

World Health Organization. (2022). Physical activity [Online]. Retrieved January 12, 2026, from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

การพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็วในกีฬาฟุตบอลโดยใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

THE DEVELOPMENT OF AGILITY AND SPEED IN FOOTBALL USING DAVIES' PRACTICAL SKILLS TEACHING MODEL COMBINED WITH INTEGRATED TRAINING OF GRADE 6 STUDENTS

จักรี ขันตยาภรณ์[1*] ธำรงค์ บุญพรหม[1] และ ยุพิน ยืนยง[1]
Jakree Khantayaphon[1*], Thamrong Boonprom[1] and Yupin Yuenyong[1]
[1]คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี
[1]Faculty of Education, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi Province
[*]Corresponding Author: 689191021@mail.pbru.ac.th

Received: May 4, 2026 **Revised:** May 11, 2026 **Accepted:** May 27, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความคล่องแคล่วว่องไวในกีฬาฟุตบอลหลังการใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อเปรียบเทียบความเร็วในกีฬาฟุตบอลหลังการใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดกุฏิ (ชุ่มประชารังสรรค์) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบุรี เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 10 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Pre-Experimental Designs แบบหนึ่งกลุ่มทดสอบเฉพาะหลังการทดลอง ระยะเวลาทดลอง 10 สัปดาห์ รวม 10 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 10 แผน แบบทดสอบวิ่งอ้อมหลัก (Zig-Zag Run) แบบทดสอบวิ่ง 50 เมตร และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (One Sample t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคล่องแคล่วว่องไวของนักเรียนหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.30 คะแนน (ร้อยละ 83.00) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความเร็วของนักเรียนหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.80 คะแนน (ร้อยละ 88.00) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.32, S.D. = 0.37)

คำสำคัญ: ความคล่องแคล่วว่องไว, ความเร็ว, กีฬาฟุตบอล, รูปแบบการสอนของเดวีส์, การฝึกแบบผสมผสาน

Abstract

This research aimed to: 1) compare the agility in football after using Davies' practical skills teaching model combined with integrated training of Grade 6 students against the 70% criterion; 2) compare the speed in football after using Davies' practical skills teaching model combined with integrated training of Grade 6 students against the 70% criterion; and 3) study the satisfaction of Grade 6 students toward Davies' practical skills teaching model combined with integrated training. The sample consisted of 10 Grade 6 students at Wat Kuti (Chum Pracha Rangsarn) School, under the Office of Phetchaburi Primary Educational Service Area 1, Semester 2, Academic Year 2025, obtained by cluster sampling. A Pre-Experimental Design using The One Group Posttest Only Design was employed for 10 weeks, totaling 10 hours. Research instruments included 10 lesson plans, a Zig-Zag Run test, a 50-meter sprint test, and a satisfaction questionnaire. Statistics used were mean, standard deviation, and One Sample t-test. Results revealed that:

1) students' post-training agility score averaged 8.30 (83.00%), significantly higher than the 70% criterion at the .05 level; 2) students' post-training speed score averaged 8.80 (88.00%), significantly higher than the 70% criterion at the .05 level; and 3) students' overall satisfaction was at the high level ($\bar{X}$ = 4.32, S.D. = 0.37).

Keywords: Agility, Speed, Football, Davies' teaching model, Combined training

บทนำ

กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก และเป็นกีฬาที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของเยาวชน ในประเทศไทยกีฬาฟุตบอลถือเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมสูงสุดชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะในกลุ่มเยาวชนระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นช่วงวัยที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาทักษะพื้นฐานและสมรรถภาพทางกาย (FA Thailand, 2019) สมรรถภาพทางกายที่สำคัญสำหรับนักกีฬาฟุตบอล ได้แก่ ความแข็งแรง ความอดทน ความยืดหยุ่น ความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไว โดยเฉพาะความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) และความเร็ว (Speed) ถือเป็นสมรรถภาพทางกายที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเล่นกีฬาฟุตบอล เนื่องจากลักษณะของกีฬาชนิดนี้ต้องการการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนทิศทางได้อย่างฉับพลัน และการตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ในสนามได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Reilly, 2007)

โดยทั่วไปรูปแบบการสอนพลศึกษามุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อพัฒนาทักษะทางกาย (Psychomotor Domain) ผ่านกระบวนการสาธิตและการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อความปลอดภัยของผู้เรียน โดยรูปแบบการสอนพลศึกษาทั่วไปจะเน้นการพัฒนาผู้เรียนในภาพรวมองค์รวมครอบคลุมทั้งภาคทฤษฎี กฎกติกา และการจัดกิจกรรมแข่งขันเกมหรือกีฬาเพื่อการเข้าสังคม ในขณะที่รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ (Davies' Model of Teaching Practical Skills) เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยขั้นตอนที่ชัดเจน 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นสาธิตทักษะ ขั้นสาธิตและให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติทักษะย่อย ขั้นให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อย ขั้นให้เทคนิควิธีการ และขั้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงทักษะย่อยเป็นทักษะที่สมบูรณ์ (Davies, 1981) เพราะช่วยให้การเรียนรู้ท่าทางการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนให้กลายเป็นการเรียนรู้ที่เข้าถึงง่ายและมีความปลอดภัยสูง โดยมีจุดเด่นในการย่อยทักษะใหญ่แกนหลักออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจดจำท่าทางที่ถูกต้อง จัดระเบียบร่างกายได้อย่างแม่นยำ และช่วยสร้างความจำกล้ามเนื้อผ่านการฝึกซ้อมซ้ำอย่างเป็นระบบ จนกระทั่งสามารถเชื่อมโยงทุกทักษะย่อยเข้าด้วยกัน และแสดงออกได้อย่างลื่นไหลเป็นธรรมชาติในสถานการณ์จริงซึ่งประสิทธิภาพในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและการจัดการเรียนรู้นี้ได้รับการยืนยันผ่านงานวิจัยในยุคปัจจุบัน เช่น การศึกษาของ Chabairam & Wandee (2022) ที่พบว่ารูปแบบของเดวีส์ช่วยพัฒนาทักษะกลไกและการจัดระเบียบร่างกายได้ดีกว่าการสอนปกติ และงานวิจัยของ Noenthong et al. (2024) ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการย่อยทักษะร่วมกับการฝึกซ้ำช่วยเพิ่มความแม่นยำในทักษะกีฬาเฉพาะทางได้อย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ การฝึกแบบผสมผสาน (Combined Training) เป็นการนำวิธีการฝึกหลาย ๆ รูปแบบมาใช้ร่วมกัน ได้รับการพิสูจน์จากการวิจัยว่ามีประสิทธิภาพสูงในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายหลาย ๆ ด้านพร้อมกัน รวมถึงความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็ว (Ramírez-Campillo et al., 2015) จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ยังไม่มีการศึกษาการนำรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์มาใช้ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสานในการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็วในกีฬาฟุตบอลในกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาก่อน อีกทั้งจากการทดสอบสมรรถภาพทางกายของกรมพลศึกษา (Sport Science Bureau, 2019) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถภาพด้านความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็วอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ส่งผลต่อความมั่นใจและแรงจูงใจในการเรียนพลศึกษา

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทักษะในกีฬาฟุตบอล ได้แก่ การเลี้ยงบอล การส่งบอล การรับบอล และการยิงประตู ล้วนต้องอาศัยความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็วเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่ขาดไม่ได้ เนื่องจากการเล่นฟุตบอลมีลักษณะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งการวิ่งด้วยความเร็ว การหยุดกะทันหัน การเปลี่ยนทิศทาง และเคลื่อนที่เข้าหาบอล ดังนั้นการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว และความเร็ว ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญที่ส่งเสริมให้ทักษะฟุตบอลในทุกด้านมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) เปรียบเทียบความคล่องแคล่วว่องไวในกีฬาฟุตบอลหลังการใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบความเร็วในกีฬาฟุตบอลหลังการใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสานของ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสาน โดยมุ่งหวังพัฒนารูปแบบการสอนและโปรแกรมการฝึกที่มีประสิทธิภาพ อันจะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนพลศึกษาในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักเรียนต่อไป ซึ่งงานวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยตามรูปแบบการสอนทักษะของเดวีส์ 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสาธิตทักษะ 2) ขั้นสาธิตและให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติทักษะย่อย 3) ขั้นให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อย 4) ขั้นให้เทคนิควิธีการ และ 5) ขั้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงทักษะย่อยเป็นทักษะที่สมบูรณ์ ซึ่งเน้นการพัฒนาทักษะปฏิบัติร่วมกับการฝึกแบบผสมผสานเป็นการนำวิธีการฝึกหลายๆ รูปแบบมาใช้ร่วมกัน ในขั้นที่ 4 และขั้นที่ 5 เพื่อพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็ว โดยมีรายละเอียดดัง Figure 1.

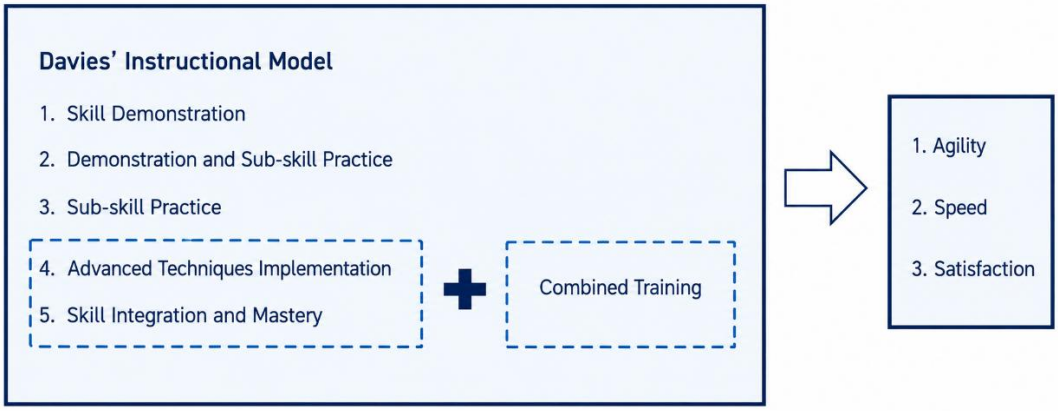


Figure 1. Research conceptual Framework

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็วในกีฬาฟุตบอล โดยใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้กำหนดระเบียบวิธีวิจัยไว้ดังต่อไปนี้

ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนกลุ่มเครือข่ายที่ 6 เขาย้อย จำนวน 12 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ โรงเรียนวัดกุฎิ (ชุ่มประชารังสรรค์) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบุรี เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 10 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) และมีความสมัครใจในการเข้าร่วมวิจัยโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Pre-Experimental Designs แบบหนึ่งกลุ่มทดสอบเฉพาะหลังการทดลอง (The One Group Posttest Only Design) ระยะเวลาทดลอง 10 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสาน จำนวน 10 แผน ครอบคลุมการวิ่งตามรูปแบบตัวอักษร X, M, H, Z, S, T ในระยะทางที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 30-75 เมตร และมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67-1.00

2. แบบทดสอบวัดความคล่องแคล่วว่องไว โดยใช้การวิ่งอ้อมหลัก (Zig-Zag Run) คะแนนเต็ม 10 คะแนน และมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ 0.80

3. แบบทดสอบวัดความเร็วโดยใช้การวิ่ง 50 เมตร คะแนนเต็ม 10 คะแนน และมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ 0.74

4. แบบประเมินความพึงพอใจ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและกระบวนการเรียน ด้านบรรยากาศและปฏิสัมพันธ์ และด้านความรู้สึกและการนำไปใช้ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67-1.00 และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ 0.92

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โดยสังเกตพฤติกรรมการเรียนและบันทึกข้อมูลตลอดกระบวนการ หลังสิ้นสุดการทดลองสัปดาห์ที่ 10 ดำเนินการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวด้วยแบบทดสอบวิ่งอ้อมหลัก และทดสอบความเร็วด้วยแบบทดสอบวิ่ง 50 เมตร จากนั้นดำเนินการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างหลังสิ้นสุดการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการทดสอบค่าทีแบบหนึ่งกลุ่ม (One Sample t-test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็วหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ผลการศึกษา ดังนี้

1. ความคล่องแคล่วว่องไวหลังจากการใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสาน หลังการทดลอง วัดด้วยแบบทดสอบวิ่งอ้อมหลัก (Zig-Zag Run) พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.16 และค่า t เท่ากับ 8.25 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (คะแนน 7 จากคะแนนเต็ม 10) พบว่า คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดัง Table 1.

Table 1. Results of Agility Comparison After Learning Against 70% Criterion

Test Item	n	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig.
Agility (Zig-Zag Run)	10	8.30	1.16	8.25	.000*

*p < .05

2. ความเร็วหลังการใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสาน หลังการทดลอง วัดด้วยแบบทดสอบวิ่ง 50 เมตร พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79 และค่า t เท่ากับ 7.21 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (คะแนน 7 จากคะแนนเต็ม 10) พบว่า คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดัง Table 2.

Table 2. Results of Speed Comparison After Learning Against 70% Criterion

Test Item	n	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig.
Speed (50-meter sprint)	10	8.80	0.79	7.21	.000*

*p < .05

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสาน โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความรู้สึกและการนำไปใช้ รองลงมาคือ ด้านบรรยากาศและปฏิสัมพันธ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ด้านเนื้อหาและกระบวนการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ตามลำดับ ดัง Table 3.

Table 3. Results of Student Satisfaction Toward Davies' Teaching Model Combined with Integrated Training

Evaluation Items	$\bar{x}$	S.D.	Satisfaction Level
1. Content and Learning Process	4.30	0.38	High
2. Atmosphere and Interaction	4.32	0.37	High
3. Feelings and Application	4.34	0.46	High
Overall Average	**4.32**	**0.37**	**High**

อภิปรายผลการวิจัย

ความคล่องแคล่วว่องไวในกีฬาฟุตบอลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สาเหตุสำคัญมาจากคุณลักษณะเฉพาะของรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ที่มีการแบ่งทักษะใหญ่ออกเป็นทักษะย่อยอย่างเป็นระบบ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ทีละขั้นตอนได้อย่างชัดเจนและต่อเนื่อง สอดคล้องกับแนวคิดของ Davies (1981) ที่ระบุว่า การสอนทักษะปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องเริ่มจากการสาธิตภาพรวม แล้วจึงแตกทักษะออกเป็นส่วนย่อย ให้ผู้เรียนฝึกทีละส่วนก่อนนำมารวมกันเป็นทักษะที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prataingam et al. (2019) และ Chabairam & Wandee (2022) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบเดวีส์มีผลสัมฤทธิ์และทักษะกีฬาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด การฝึกความคล่องแคล่วว่องไวด้วยการวิ่งตามรูปแบบตัวอักษร X, M, H, Z, S และ T ในโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสานที่ออกแบบอย่างเป็นระบบและมีความก้าวหน้าทีละขั้น (จากระยะ 30 เมตร จนถึง 75 เมตร) ส่งผลให้ร่างกายนักเรียนได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Bompa & Haff (2009) ที่ระบุว่า การฝึกแบบผสมผสานที่มีการเพิ่มระดับความยากอย่างค่อยเป็นค่อยไปตามหลักความก้าวหน้า (Principle of Progression) จะทำให้ร่างกายสามารถปรับตัวและพัฒนาได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kraitin (2009) ที่พบว่านักกีฬาที่ได้รับการฝึกแบบผสมผสานมีความคล่องแคล่วว่องไวดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความเร็วในกีฬาฟุตบอลของนักเรียนที่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ มีสาเหตุสำคัญมาจากการฝึกแบบผสมผสานที่ออกแบบให้นักเรียนได้ฝึกวิ่งในระยะทางที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ การฝึกซ้ำอย่างสม่ำเสมอทำให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อของนักเรียนเกิดการปรับตัวและพัฒนาความสามารถในการหดตัวอย่างรวดเร็ว รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ที่เน้นการสาธิตเทคนิคการวิ่งและการเคลื่อนที่ของกีฬาฟุตบอลอย่างถูกต้องทำให้นักเรียนได้เรียนรู้รูปแบบการวิ่งที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ Gallahue & Ozmun (2006) ที่พบว่า การสอนทักษะปฏิบัติที่เป็นระบบและมีการสาธิตที่ชัดเจนส่งผลให้เด็กสามารถพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวได้รวดเร็วกว่าการสอนแบบทั่วไปถึงร้อยละ 30

รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้นำหลักการฝึกความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไวมาประยุกต์ใช้เข้าด้วยกัน นอกจากนี้การฝึกแบบผสมผสานที่ได้ออกแบบให้ใกล้เคียงกับทักษะที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของกีฬาฟุตบอลทั้งการออกตัว การเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว การเปลี่ยนทิศทางและการเร่งความเร็วขึ้นและการฝึกแบบผสมผสานนี้ได้ใช้หลักความก้าวหน้าที่มีการเพิ่มความหนักและหลักการความสม่ำเสมอของการฝึกทุก ๆ สัปดาห์ และการฝึกที่ผสมผสานทักษะในแต่ละกิจกรรมกับการฝึกแบบผสมผสานเริ่มส่งผลต่อความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวสอดคล้องกับการวิจัยของ Sinboonma & Praphakittirat (2015) พบว่าการฝึกแบบผสมผสานมีผลต่อความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาวอลเล่ย์บอลนักเรียนระดับประถมศึกษา และยังสอดคล้องการวิจัยของ Phetploynin (2017) พบว่าการฝึกแบบผสมผสานมีผลต่อความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็วของนักกีฬาฟุตบอลชายอายุ 13-15 ปี

ความพึงพอใจของนักเรียนที่อยู่ในระดับมากในทุกด้าน มีสาเหตุมาจากรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ที่มีขั้นตอนชัดเจนและเป็นระบบ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย กิจกรรมการวิ่งตามรูปแบบตัวอักษรมีความหลากหลายและน่าสนใจ ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์ นักเรียนได้ปฏิบัติที่เกิดจากการเรียนรู้ในการร่วมกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีกระบวนการ 5 ขั้นตอน จากการสาธิตทักษะหรือการกระทำทำให้นักเรียน ได้เห็นทักษะหรือการกระทำของผู้สอนโดยภาพรวม นักเรียนจึงจดจำสิ่งที่ผู้ได้กระทำจนเกิดการเรียนรู้ต่อมาโดยการสาธิตและให้นักเรียนปฏิบัติทักษะย่อยเมื่อนักเรียนเห็นภาพรวมทั้งหมดแล้วช่วย ทำให้นักเรียนเข้าใจรายละเอียดย่อย ๆ ของสิ่งที่จะต้องปฏิบัติทักษะในกีฬาฟุตบอล

ในแต่ละทักษะได้ถูกต้องโดยครูคอยให้คำแนะนำและเทคนิคเสริม จนนักเรียนปฏิบัติทักษะย่อยจนชำนาญ และรวมกันจนเป็นทักษะที่ครบถ้วนสมบูรณ์พร้อมการฝึกแบบผสมผสานที่การนำวิธีการฝึกหลายๆ รูปแบบมาใช้ร่วมกันและใช้ได้จริงในทักษะกีฬาฟุตบอลที่ผสานเข้ากับการเคลื่อนที่จริงของกีฬาฟุตบอลเพื่อพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็วส่งผลให้ด้านที่มีความพึงพอใจสูงสุดคือ ด้านความรู้สึกและการนำไปใช้ สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนตระหนักถึงการพัฒนาของตนเองและสามารถนำทักษะที่ได้รับไปใช้ในการเล่นกีฬาฟุตบอลจริงได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Anakad et al. (2025) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ในทักษะกีฬาแชร์บอลของนักเรียนประถมศึกษาอยู่ในระดับมาก

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษาครั้งนี้ว่า ความคล่องแคล่วว่องไวในกีฬาฟุตบอลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ความเร็วในกีฬาฟุตบอลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการใช้รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสาน วัดด้วยแบบทดสอบวิ่ง 50 เมตร มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสาน พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37

ครูผู้สอนพลศึกษาในระดับประถมศึกษาควรนำรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ร่วมกับการฝึกแบบผสมผสานไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็ว โดยออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความก้าวหน้าเป็นระบบจากรูปแบบการเคลื่อนที่ที่ง่ายไปสู่รูปแบบที่ซับซ้อนตามลำดับ ใช้รูปแบบตัวอักษร X, M, H, Z, S และ T ในการฝึกความคล่องแคล่วว่องไวโดยปรับระยะทางและความซับซ้อนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน พร้อมให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างสม่ำเสมอและทันท่วงที และสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความมั่นใจและแรงจูงใจ ในส่วนของสถานศึกษา ควรส่งเสริมให้ครูพลศึกษาใช้รูปแบบการสอนดังกล่าวในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักเรียน โดยจัดอบรมพัฒนาทักษะอย่างต่อเนื่อง จัดสรรทรัพยากรและอุปกรณ์การฝึกที่เพียงพอ เช่น กรวยฝึก เส้นเชือกกำหนดระยะทาง และนาฬิกาจับเวลา รวมทั้งนำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรพลศึกษาโดยบูรณาการการพัฒนาสมรรถภาพทางกายเข้ากับการเรียนการสอนทักษะกีฬา สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาควรส่งเสริมให้โรงเรียนในสังกัดนำผลการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ โดยจัดทำคู่มือหรือแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจน พร้อมจัดอบรมครูพลศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์และการฝึกแบบผสมผสานอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อให้ครูสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

Anakad, N., Chaiyaphan, M., Rattanapirun, N. (2025). Result of using Davies' practical skill instructional model on the basic chairball skill of student in prathomsuksa 2. Journal of Education Panyaphat Surindra Rajabhat University, 3(1), 1-18. https://doi.org/10.65205/jedusrru.2025.3510 (in Thai)

Bompa, T.O., & Haff, G.G. (2009). Periodization: Theory and Methodology of Training (5th ed). Champaign, IL: Human Kinetics.

Chabairam, B., & Wandee, A. (2022). A comparison of Davies and Traditional instructional Model for the mobility skills in third-grade students of tessaban 3 school, Buriram Province. UMT Poly Journal, 19(1) , 99– 108. https: / / so06. tci-thaijo.org/index.php/umt-poly/article/view/255618 (in Thai)

Davies, I. K. (1981). Instructional technique. New York: McGraw-Hill.

FA Thailand. (2019). The Ana-lysis: The Thai football devolopment handbook 1 [Online]. Retrieved February 8, 2026, from https://fathailand.org/uploads/download/c084cac544af1e8b033857c31696de86.pdf

Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2006). Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults (6th ed.). New York: McGraw-Hill.

Kraitin, T. (2009). The effect of combination training upon speed and agility of football players. Master's thesis. Bangkok: Srinakharinwirot University. (in Thai)

Noenthong, J., Poonsri, W., & Jeenkhae, W., (2024). The Effects of Physical Education Learning Management Using Dave's Instructional Model with Thorndike's Connectionism Theory on the Skills Playing Volleyball Under Hands of High School Students. Journal of Education and Human Development Sciences, 8(2) , 55- 68. https://kuojs.lib.ku.ac.th/index.php/jehds/article/view/5840/2858 (in Thai)

Phetploynin, P. (2017). The Effect of Complex Training on the Speed and Agility of Male Football Players. Thesis. M.Ed. (Learning Management Health and Physical Education). Bangkok: Srinakharinwirot University. (in Thai)

Prataingam, S., Thammasarunyakun,N., Sawatpong, C., & Prasarn, O. (2019). Swimming skills development in Health Education and Physical Education using Davies Instructional Domain for Prathomsuksa 4students. Journal of RatchathaniInnovative Social Sciences, 3(2), 43-52. https://so03.tci-thaijo.org/index.php/JRISS/article/view/244787. (in Thai)

Ramírez-Campillo, R., Burgos, C., Henríquez-Olguín, C., Andrade, D. C., Martínez, C., Álvarez, C., Castro-Sepúlveda, M., Marques, M. C., & Izquierdo, M. (2015). Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research, 29(5), 1317–1328. https://doi: 10.1519/JSC.0000000000000762.

Reilly, T. (2007). The science of training-soccer: A scientific approach to developing strength, speed and endurance. Routledge.

Sinboonma, B., & Praphakittirat, W. (2015) The effect of blended training program affected to agility of primary schoolvolleyball players. Master's thesis. NakhonSawan: Nakhon Sawan Rajabhat University. (in Thai)

Sport Science Bureau. (2019). Physical Fitness Test Items for Children 7-12 Years. Bangkok: Department of Physical Education, Ministry of Tourism and Sports. https://sportscience.dpe.go.th/public/ebook.do (in Thai)

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

พฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ

HEALTH-PROTECTIVE BEHAVIOR : A CONCEPTUAL SYNTHESIS

สุขุมาล ทองดี[1] วัชระ เพชรคล้าย[2] เบญจมาศ ยศเสนา[2] ศศิกัญญ์ นำบุญจิตต์[3] และ เบญจวรรณ ยศเสนา[1*]

Sukhumarn Thongdee[1], Watchara Phetclai[2], Benchamat Yotsena[2]

Sasikan Numboonjit[3] and Benchawan Yotsena[1*]

[1]มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตลำปาง จังหวัดลำปาง

[2]มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตชลบุรี จังหวัดชลบุรี

[3]มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

[1]Thailand National Sport University, Lampang Campus, Lampang Province

[2]Thailand National Sport University, Chonburi Campus, Chonburi Province

[3]Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai Province

*Corresponding author: benchawanyotsena@gmail.com

Received: December 12, 2025 **Revised:** February 18, 2026 **Accepted:** March 6, 2026

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสังเคราะห์นิยามและความหมายของ "พฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ" จากกรอบแนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ ได้แก่ ทฤษฎีแรงจูงใจเพื่อการป้องกัน รูปแบบความเชื่อด้านสุขภาพ ทฤษฎีการรับรู้ประสิทธิภาพแห่งตน และทฤษฎีการดูแลตนเองของโอเร็ม ผลการสังเคราะห์แสดงให้เห็นว่า พฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ หมายถึง ศักยภาพด้านความฉลาดทางสุขภาพที่มีอิทธิพลต่อระดับคุณภาพชีวิต โดยบุคคลจะแสดงพฤติกรรมตามคำแนะนำของบุคลากรทางสุขภาพเมื่อมีการรับรู้คุณค่าและประโยชน์ต่อตนเอง ทั้งนี้ แม้จะมีการรับรู้ถึงประโยชน์ แต่อาจไม่นำไปสู่การปฏิบัติหากบุคคลรับรู้ว่ามีอุปสรรคในระดับที่ไม่สามารถเอาชนะได้ ดังนั้น การแสดงออกของพฤติกรรมป้องกันจึงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับแรงจูงใจด้านสุขภาพ ซึ่งเป็นกระบวนการกำหนดเป้าหมายอย่างมีระบบและการจัดการพฤติกรรมสุขภาพของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพภายใต้บริบทที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้บุคคลสามารถปรับตัวและดำรงชีวิตได้อย่างเหมาะสม ข้อค้นพบสำคัญจากการสังเคราะห์นี้ คือ การบูรณาการมุมมองเชิงทฤษฎีจากหลากหลายมิติเข้าด้วยกัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าพฤติกรรมการป้องกันมิได้เป็นผลมาจากองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง เช่น ความรู้หรือทัศนคติเพียงอย่างเดียว แต่เป็นผลลัพธ์ของปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างการรับรู้ถึงประโยชน์และอุปสรรค การรับรู้ความสามารถของตนเอง และแรงจูงใจภายใน นิยามที่ได้จากการสังเคราะห์นี้มีขอบเขตที่ครอบคลุมกว่านิยามที่มีอยู่ในวรรณกรรมเดิม โดยเฉพาะการบูรณาการมิติของ "ความฉลาดทางสุขภาพ" และ "การจัดการพฤติกรรมอย่างเป็นระบบ" เข้ามาเป็นองค์ประกอบสำคัญ ทำให้สามารถสะท้อนความซับซ้อนและพลวัตของพฤติกรรมป้องกันในบริบทสุขภาพร่วมสมัยได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ นิยามที่ได้รับการพัฒนาขึ้นยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นกรอบแนวคิดพื้นฐานในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพที่มีประสิทธิผลสูงขึ้นในบริบทต่างๆ

คำสำคัญ: สุขภาพ, การป้องกัน, พฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ

Abstract

This article presents a synthesis of definitions and conceptualizations of "health self-protective behavior" derived from major theoretical frameworks, including Protection Motivation Theory, the Health Belief Model, Self-Efficacy Theory, and Orem's Self-Care Theory. The synthesis reveals that health self-protective behavior represents health literacy capacity that influences quality of life, wherein individuals exhibit behaviors aligned with healthcare professionals' recommendations when they perceive personal value and benefits.

However, even when benefits are recognized, behavior adoption may not occur if perceived barriers are deemed insurmountable. Consequently, the manifestation of protective behaviors demonstrates significant associations with health motivation, which encompasses systematic goal-setting processes and effective self-management of health behaviors within continuously changing contexts, enabling individuals to adapt and maintain appropriate lifestyles. A key finding from this synthesis is the integration of multidimensional theoretical perspectives, reflecting that protective behavior does not result from a single component such as knowledge or attitude alone, but rather emerges from complex interactions among perceived benefits and barriers, self-efficacy, and intrinsic motivation. The synthesized definition encompasses a broader scope than existing definitions in the literature, particularly through the integration of "health literacy" and "systematic behavior management" as core components, thereby more clearly capturing the complexity and dynamics of protective behaviors in contemporary health contexts. Furthermore, this developed definition can be applied as a foundational conceptual framework for designing and developing more effective health promotion programs across diverse contexts.

Keywords: Health, Prevention, Health-protective behavior

บทนำ

การดูแลสุขภาพของบุคคลเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของบุคคลเพื่อให้มีอายุคาดหมายเฉลี่ยที่ยืนยาว ทุกคนไม่สามารถปฏิเสธการเปลี่ยนแปลงภาวะที่เกิดขึ้นจากบริบทแวดล้อมรอบตัวที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพทางด้านร่างกายและจิตใจซึ่งมีผลตั้งแต่วัยเด็ก วัยแรงงาน และวัยสูงอายุ การดูแลสุขภาพของบุคคลจึงมีความแตกต่างกัน ถ้าหากสุขภาพของบุคคลไม่ได้รับการดูแลย่อมส่งผลให้บุคคลเจ็บป่วยซึ่งอาจจะเป็นภาระต่อตนเอง ครอบครัวและสังคมตามมา ทั้งนี้องค์ประกอบพื้นฐานของแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพที่กล่าวไว้ว่า การรับรู้ของบุคคลและการสร้างแรงจูงใจของบุคคลจะส่งผลต่อพฤติกรรมการหลีกเลี่ยงจากการเป็นโรค ซึ่งบุคคลจะต้องมีความเชื่อว่า “เขามีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรค” โรคนั้นมีความรุนแรงและมีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิต ดังทฤษฎีการดูแลตนเองของ Orem (2001) ที่กล่าวไว้ว่า “...การดูแลตนเองเป็นการปฏิบัติกิจกรรมที่บุคคลริเริ่มและกระทำเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ตนเองในการดำรงไว้ซึ่งชีวิต สุขภาพ และความเป็นอยู่อันดี...” โดยทฤษฎีการดูแลตนเองของโอเร็มใช้พื้นฐานความเชื่อที่นำมาอธิบายมโนทัศน์หลักของทฤษฎี 6 มโนทัศน์หลักประกอบด้วย การดูแลตนเอง (Self-care) ความต้องการการดูแลตนเองทั้งหมด (Therapeutic Self-Care Demand) ความสามารถในการดูแลตนเอง (Self-Care Agency) ความบกพร่องในการดูแลตนเอง (Self-Care Deficit) ความสามารถทางการพยาบาล (Nursing Agency) และปัจจัยเงื่อนไขพื้นฐาน (Basic Conditioning Factors) มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งการดำเนินตามมโนทัศน์ของ Orem นี้เป็นเรื่องของบุคคล บุคคลเป็นผู้กำหนดเป้าหมายและรับผิดชอบในการดูแลตัวเอง เพื่อส่งเสริมสุขภาพและดำรงรักษาให้มีความเป็นปกติสุขของชีวิต (Well-Being)

สถานการณ์พฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพในปัจจุบันยังคงเป็นประเด็นที่มีความสำคัญและน่าเป็นห่วงอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทย จากรายงานสุขภาพคนไทย ปี 2567 ที่จัดทำโดยสถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) (Institute for Population and Social Research: IPSR, 2024) พบว่าพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่เหมาะสมยังคงเป็นปัญหาหลักที่สะสมและขยายวงกว้างในสังคมไทย ไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่มีพลังงานสูงแต่คุณค่าโภชนาการต่ำ การขาดกิจกรรมทางกายที่เพียงพอ ภาวะความเครียดสะสมและการนอนพักผ่อนไม่เพียงพอ ส่งผลให้กลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable Diseases: NCDs) (IPSR, 2024) ยังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขอันดับหนึ่งของประเทศ ข้อมูลจากกระทรวงสาธารณสุข ปี 2567 รายงานว่ามีผู้เสียชีวิตจากกลุ่มโรค NCDs มากกว่า 420,000 คนต่อปี หรือคิดเป็นเกือบสามในสี่ของการเสียชีวิตทั้งหมดในประเทศ และมีภาระค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลผู้ป่วย NCDs สูงกว่า 380,000 ล้านบาทต่อปี นอกจากนี้ ข้อมูลจาก Health Data Center ปี 2567 ยังพบว่ามีผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ลงทะเบียนรับการรักษาทั่วประเทศสูงถึง 3,640,410 ราย เพิ่มขึ้นจาก 3,413,291 รายในปี 2566 ขณะที่ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังมี

จำนวนถึง 1,368,789 ราย และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (IPSR, 2024) สะท้อนให้เห็นว่าพฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพของประชาชนไทยยังอยู่ในระดับที่ต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนาอย่างเร่งด่วน

จากการทบทวนผลการศึกษาและการดำเนินงานที่ผ่านมาด้านพฤติกรรมสุขภาพในประเทศไทย พบว่ามีหลายประเด็นสำคัญที่ควรนำมาพิจารณาวิเคราะห์ ประการแรก ด้านพฤติกรรมการบริโภคอาหาร การสำรวจพบว่าคนไทยยังบริโภคผักและผลไม้ไม่ถึงเกณฑ์ที่แนะนำ ขณะที่การบริโภคอาหารรสหวาน มัน เค็ม และอาหารแปรรูปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในกลุ่มวัยทำงานและเด็กเยาวชน ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนที่นำไปสู่โรค NCDs ประการที่สอง ด้านกิจกรรมทางกาย แม้จะมีความพยายามในการส่งเสริมผ่านนโยบายระดับชาติและโครงการต่าง ๆ ของ สสส. แต่การขาดกิจกรรมทางกายยังคงเป็นปัญหาในกลุ่มคนวัยทำงานที่มีภาวะเครียด พักผ่อนน้อย และมีวิถีชีวิตแบบนั่งทำงานเป็นส่วนใหญ่ ประการที่สาม ด้านสุขภาพจิต รายงานสุขภาพคนไทย ปี 2567 นำเสนอภายใต้ธีม “ความเครียด ภัยเงียบของสังคมไทย” ชี้ให้เห็นว่าในปี 2566 มีผู้ป่วยด้านสุขภาพจิตถึง 256,000 คน และค่าความสุขเฉลี่ยของคนไทยในรายงาน World Happiness Report ปี 2023 (World Health Organization, 2023) ลดลงจาก 5.891 เหลือ 5.843 เมื่อเทียบกับช่วงก่อนหน้า (IPSR, 2024) ประการที่สี่ ด้านพฤติกรรมเสี่ยงสุขภาพในกลุ่มเยาวชน พบว่าอัตราการป่วยโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 28.8 รายต่อแสนประชากรในปี 2560 เป็น 53 รายต่อแสนประชากรในปี 2566 ขณะที่การสูบบุหรี่ไฟฟ้าในกลุ่มเด็กและเยาวชนมีอัตราสูงถึงร้อยละ 9.1 สถานการณ์เหล่านี้สะท้อนให้เห็นช่องว่างที่สำคัญในพฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพของประชาชนไทย ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการศึกษาและพัฒนากรอบแนวคิดที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ

ด้วยเหตุนี้ การสังเคราะห์ความหมายและนิยามของ "พฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ" จึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษานิยาม ความหมายของคำว่า "พฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ" ซึ่งเป็นคำสำคัญในการสังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับสุขภาพ เพื่อกำหนดทิศทาง กรอบแนวคิด และแนวทางในการดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับสุขภาพ นำไปสู่การสร้างกระบวนทัศน์ที่ถูกต้องในการป้องกันตนเองจากภาวการณ์เจ็บป่วยที่ส่งผลต่อการมีสุขภาวะที่ดีของบุคคล โดยมุ่งหวังว่าผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อพยาบาลและบุคลากรทางสุขภาพในการนำไปใช้ส่งเสริมพฤติกรรมการดูแลสุขภาพที่เหมาะสมของบุคคลในบริบทสังคมไทยต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการทบทวนและสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี บทความวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ เพื่อวิเคราะห์ความหมายและองค์ประกอบของ “พฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ” โดยพิจารณาแนวคิดด้านการรับรู้ความเสี่ยง การดูแลตนเอง การรับรู้ความสามารถของตนเอง และการป้องกันโรค แล้วนำสาระสำคัญที่ได้มาสังเคราะห์เพื่อกำหนดความหมายและกรอบแนวคิดของพฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการป้องกันตนเอง

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการสังเคราะห์จากทฤษฎีแรงจูงใจเพื่อการป้องกัน รูปแบบความเชื่อด้านสุขภาพ ทฤษฎีการรับรู้ประสิทธิภาพแห่งตน และทฤษฎีการดูแลสุขภาพตนเองของโอเร็ม (Orem) เพื่อกำหนดขอบเขตของความหมายของพฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ (Self-Defend Health Behavior) ซึ่งผลจากการทบทวนและสังเคราะห์งานวิจัยที่ผ่านสามารถสรุปความหมายได้ดังนี้

1. ทฤษฎีแรงจูงใจเพื่อการป้องกัน

เป็นทฤษฎีที่มีลักษณะและหลักการเดียวกันกับความเชื่อด้านสุขภาพ ซึ่งได้รับการพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1975 โดย Rogers & Mackay (1995) และได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่และนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1983 โดยใช้หลักการของการกระตุ้นให้เกิดความกลัว ร่วมกันแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ (Health belief model) และทฤษฎีความคาดหวังในความสามารถของตนเอง (Self-efficacy theory) นั่นคือการรวมเอาปัจจัยที่ทำให้เกิดการรับรู้ในภาพรวมของบุคคลที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรม ในทฤษฎีนี้เน้นเกี่ยวกับการประเมินการรับรู้ด้านข่าวสารในการสื่อสาร ซึ่งมาจากสื่อกลางที่ทำให้เกิดความกลัว โดยขึ้นอยู่กับจำนวนสื่อที่มากระตุ้นและตรวจสอบโดยการประเมินการรับรู้

Rogers (1975) ได้ระบุตัวแปรที่ทำให้บุคคลเกิดความกลัว 3 ตัวแปร คือ

1) ความรุนแรงของโรค (Noxiousness)

2) การรับรู้ต่อโอกาสเสี่ยงของการเป็นโรค (Perceived probability)

3) ความคาดหวังในประสิทธิผลของการตอบสนอง (Response efficacy) ดังแผนภาพที่ 1 (Figure 1)

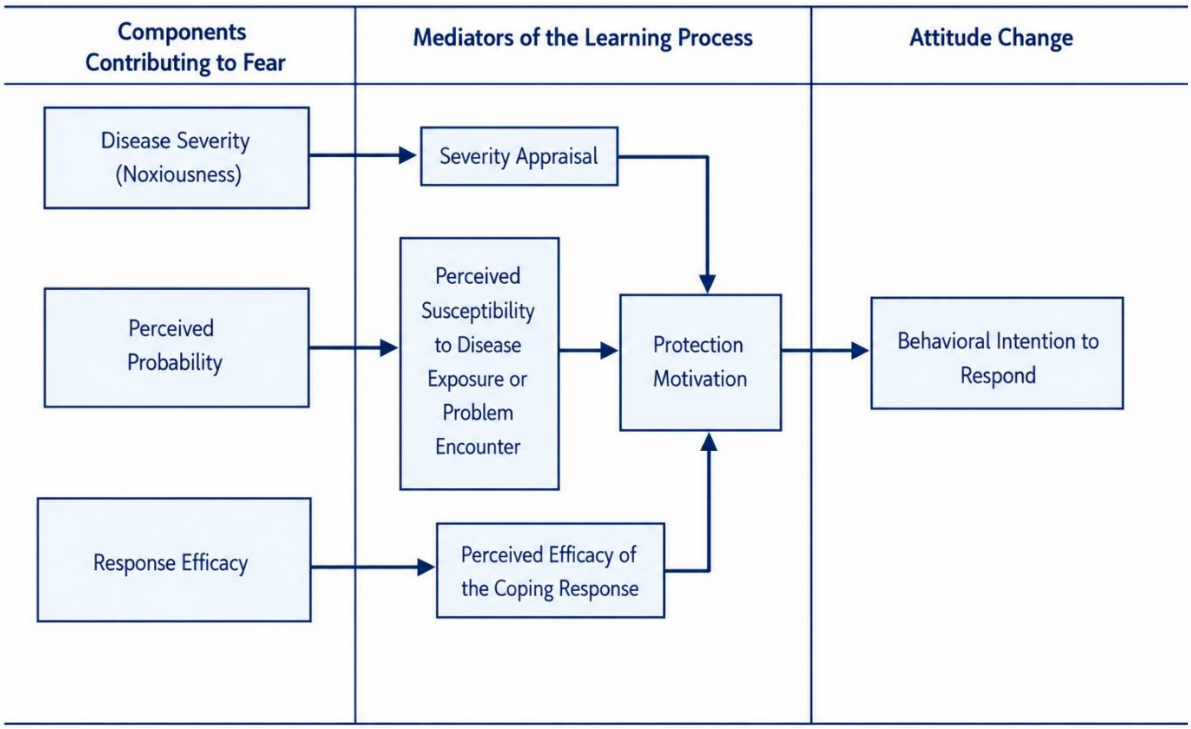


Figure 1. Traditional Model of Motivation Theory
ที่มา: Rogers (1975)

1. ความรุนแรงของโรค (Noxiousness) การรับรู้ความรุนแรงของโรคเกิดขึ้นได้ถ้ามีการขู่ว่า ถ้ากระทำหรือไม่กระทำพฤติกรรมบางอย่าง จะทำให้บุคคลได้รับอันตรายร้ายแรง โดยใช้สื่อที่เผยแพร่ข่าวสารที่คุกคามต่อสุขภาพซึ่งพบว่า ข้อมูลที่ทำให้เกิดความกลัวสูง จะมีผลทำให้บุคคลเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรมได้ดีกว่าข้อมูลที่ทำให้เกิดความกลัวน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ทำให้เกิดความกลัวสูง อาจไม่มีผลกระตุ้นให้บุคคลเปลี่ยนพฤติกรรม จะมีผลมากขึ้นถ้าใช้การกระตุ้นหรือการปลุกเร้าร่วมกับการขู่ กระบวนการประเมินการรับรู้ของบุคคลต่อข้อมูลข่าวสารที่เกิดขึ้น จะทำให้บุคคลรับรู้ถึงความรุนแรงของการเป็นโรค (Rogers, 1975) ขณะที่มีการกระตุ้นจะทำให้บุคคลรับรู้ถึงความรุนแรงของการเป็นโรคดีกว่าการกระตุ้นตามปกติและทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนทัศนคติและพฤติกรรมได้

2. การรับรู้ต่อโอกาสเสี่ยงของการเป็นโรค (Perceived probability) การที่จะทำให้บุคคลเกิดความเชื่อว่า ตนกำลังตกอยู่ในภาวะเสี่ยงที่จะเป็นโรค ทำได้โดยการสื่อสารในลักษณะการขู่ว่า ส่งผลต่อการคุกคามทางด้านสุขภาพ เช่น การนำเสนอข้อมูลเพื่อให้บุคคลลดพฤติกรรมเสี่ยงของการติดโรคเอดส์โดยศูนย์ป้องกันและควบคุมโรคเอดส์ในนิวเม็กซิโก ได้ให้ข้อมูลว่าจากการตรวจเลือดของชายรักร่วมเพศ และชายรักสองเพศ พบว่า 1 ใน 4 คน มีการติดเชื้อโรคเอดส์ เพื่อหวังให้ประชาชนเกิดความตื่นกลัวว่าตนก็ตกอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการติดเชื้อ จากการศึกษาพบว่า การใช้สื่อเพื่อเสนอข้อมูลในลักษณะของการขู่ให้ทราบถึงภาวการณ์คุกคามของโรค ก็อาจจะไม่ทำให้บุคคลรู้สึกว่าตนอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้ แต่การรับรู้ต่อโอกาสเสี่ยงของการเป็นโรค จะขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของแต่ละบุคคลว่า ถ้าไม่ปฏิบัติตนเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่เกิดขึ้น จะทำให้ตนมีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคได้ (Mackay, 1992)

3. ความคาดหวังในประสิทธิผลของการตอบสนอง (Response efficacy) เป็นการนำเสนอข้อมูลข่าวสารเพื่อให้บุคคลทราบถึงแนวทางปฏิบัติ เพื่อลดโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรค จากการวิจัยพบว่า การที่บุคคลทราบถึงผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามคำแนะนำ จะช่วยลดความรุนแรงของการเกิดโรคได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Mackay, 1992) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rogers (1983) พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับคำแนะนำ โดยบอกถึงผลที่เกิดขึ้นจากการงดสูบบุหรี่ คือ ช่วยลดการเกิดโรคหัวใจและโรคปอด ทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความตั้งใจที่จะหยุดสูบบุหรี่ และนำไปสู่ความตั้งใจในการป้องกันรักษาสุขภาพของบุคคล (Mackay, 1992) จากการวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การเพิ่มความคาดหวังผลที่เกิดร่วมกับความตั้งใจ จะทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม โดยเฉพาะกรณีที่บุคคลรู้ว่าตนเองกำลังเสี่ยงต่อการเป็นโรค

2. แบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ

แนวคิดเกี่ยวกับแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพสร้างขึ้นจากทฤษฎีเกี่ยวกับ“อวกาศของชีวิต” (Life Space) ซึ่งได้คิดขึ้นครั้งแรกโดยนักจิตวิทยา Lewin (1951) ซึ่งมีสมมติฐานว่าบุคคลจะหันเหตนเองไปสู่พื้นที่ที่บุคคลให้ค่านิยมเชิงบวกและขณะเดียวกันจะหลีกเลี่ยงจากพื้นที่ที่มีค่านิยมเชิงลบ อธิบายได้ว่าบุคคลจะแสวงหาแนวทางเพื่อจะปฏิบัติตามคำแนะนำเพื่อการป้องกันและฟื้นฟูสภาพ ตราบเท่าที่การปฏิบัติเพื่อป้องกันโรคนั้นเป็นสิ่งที่มีค่าเชิงบวกมากกว่าความยากลำบากที่จะเกิดขึ้น จากการปฏิบัติตามคำแนะนำดังกล่าวบุคคลจะต้องมีความรู้สึกกลัวต่อโรคหรือรู้สึกว่าโรคคุกคามตน และจะต้องมีความรู้สึกว่าตนเองมีความสามารถในการต่อต้านโรคได้ ผู้ศึกษามองว่ารูปแบบความเชื่อทางด้านสุขภาพเป็นทฤษฎีในกลุ่มรูปแบบปัจจัยภายในตัวบุคคล โดยใช้ความเชื่อเป็นหลักที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งจะมีพฤติกรรมการป้องกันโรค เช่น การไปตรวจสุขภาพประจำปีละครั้ง หรือการไปรับการฉาย X-Ray ปอด เป็นต้น

ต่อมา Rosenstock (1974) ได้สรุปองค์ประกอบพื้นฐานของแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพไว้ คือ การรับรู้ของบุคคลและแรงจูงใจ การที่บุคคลจะมีพฤติกรรมหลีกเลี่ยงจากการเป็นโรคจะต้องมีความเชื่อว่า 1. เขามีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรค 2. โรคนั้นถ้าเป็นแล้วมีอาการรุนแรงอาจทำให้พิการหรือตายได้ 3. การปฏิบัติดังกล่าวเพื่อหลีกเลี่ยงจากการเป็นโรคจะก่อให้เกิดผลดีในการลดโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคหรือช่วยลดความรุนแรงของโรค โดยไม่ควรมีอุปสรรคด้านจิตวิทยามาเกี่ยวข้อง เช่น ค่าใช้จ่าย ความไม่สะดวกสบาย ความเจ็บป่วยและความอาย เป็นต้น

Becker & Maiman (1974) ได้ปรับปรุงแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพโดยเพิ่มปัจจัยแรงจูงใจให้ปฏิบัติพฤติกรรม และปัจจัยด้านอื่น ๆ ที่จัดอยู่ในปัจจัยร่วม ได้แก่ ตัวแปรด้านอายุ เพศ บุคลิกภาพ และปัจจัยสนับสนุน ได้แก่ ข่าวสารจากสื่อมวลชน เพื่อนบ้าน เจ้าหน้าที่ รวมทั้งสิ่งชักนำสู่การปฏิบัติ (Dues to Action) มาใช้ในการอธิบายและทำนายพฤติกรรมของผู้ป่วย (Sick Role Behavior)

องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องของแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ

1) การรับรู้โอกาสเสี่ยงของการเป็นโรค (Perceived Susceptibility) การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรค หมายถึง ความเชื่อของบุคคลที่มีผลโดยตรงต่อการปฏิบัติตามคำแนะนำด้านสุขภาพทั้งในภาวะปกติและภาวะเจ็บป่วย แต่ละบุคคลจะมีความเชื่อในระดับที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นบุคคลเหล่านี้จึงหลีกเลี่ยงต่อการเป็นโรคด้วยการปฏิบัติตามเพื่อป้องกันและรักษาสุขภาพที่แตกต่างกันจึงเป็นความเชื่อของบุคคลต่อความถูกต้องของการวินิจฉัยโรคของแพทย์ การคาดคะเนถึงโอกาสของการเกิดโรคซ้ำหรือการง่ายที่จะป่วยเป็นโรคต่าง ๆ มีรายงานการวิจัยหลายเรื่องที่ให้การสนับสนุนความเชื่อต่อโอกาสเสี่ยงของการเป็นโรคว่ามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับพฤติกรรมการปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ เช่น เมื่อบุคคลป่วยเป็นโรคใดโรคหนึ่ง ความรู้สึกของบุคคลที่ว่าตนเองจะมีโอกาสป่วยเป็นโรคนั้น ๆ อีก จะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปฏิบัติพฤติกรรมเพื่อป้องกันโรคไม่ให้เกิดกับตนเองอีก (Heinze, 1962; Elling et al.,1960)

2) การรับรู้ความรุนแรงของโรค (Perceived Severity) เป็นการประเมินการรับรู้ความรุนแรงของโรค ปัญหาสุขภาพหรือผลกระทบจากการเกิดโรคซึ่งก่อให้เกิดความพิการหรือเสียชีวิต การประเมินความรุนแรงนั้นอาศัยระดับต่าง ๆ ของการกระตุ้นเร้าของบุคคลเกี่ยวกับการเจ็บป่วยนั้น ซึ่งอาจจะมองความรุนแรงของการเจ็บป่วยนั้นทำให้เกิดความพิการหรือตายได้หรือไม่หรืออาจมีผลกระทบต่อหน้าที่การงาน เมื่อบุคคลเกิดการรับรู้ความรุนแรงของโรคหรือการเจ็บป่วยแล้วจะมีผลทำให้บุคคลปฏิบัติตามคำแนะนำเพื่อการป้องกันโรค ซึ่งจากผลการวิจัยจำนวนมากพบว่า การรับรู้ความรุนแรงของโรคมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับพฤติกรรมการป้องกันโรค เช่น การปฏิบัติตนเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ

3) การรับรู้ถึงประโยชน์ของการรักษาและป้องกันโรค (Perceived Benefits) การรับรู้ถึงประโยชน์ของการรักษาและป้องกันโรค หมายถึง การที่บุคคลแสวงหาวิธีการปฏิบัติให้หายจากโรคหรือป้องกันไม่ให้เกิดโรคโดยการปฏิบัตินั้นต้องมีความเชื่อว่าเป็นการกระทำที่ดีมีประโยชน์และเหมาะสมที่จะทำให้หายหรือไม่เป็นโรคนั้น ๆ ดังนั้นการตัดสินใจที่จะปฏิบัติตามคำแนะนำก็ขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อเสียของพฤติกรรมนั้นโดยเลือกปฏิบัติในสิ่งที่ก่อให้เกิดผลดีมากกว่าผลเสีย

4) การรับรู้ต่ออุปสรรค (Perceived Barriers) การรับรู้ต่ออุปสรรคของการปฏิบัติ หมายถึง การคาดการณ์ล่วงหน้าของบุคคลต่อการปฏิบัติพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพอนามัยของบุคคลในทางลบ ซึ่งอาจได้แก่ ค่าใช้จ่าย หรือผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติกิจกรรมบางอย่าง เช่น การตรวจเลือดหรือการตรวจพิเศษทำให้เกิดความไม่สุขสบาย การมารับบริการหรือพฤติกรรมอนามัยนั้นขัดกับอาชีพหรือการดำเนินชีวิตประจำวัน ดังนั้นการรับรู้อุปสรรคเป็นปัจจัยสำคัญต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและพฤติกรรมของผู้ป่วยนี้สามารถใช้ทำนายพฤติกรรมการให้ความร่วมมือในการรักษาโรคได้

5) สิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติ (Cues to Action) สิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติเป็นเหตุการณ์หรือสิ่งที่มากระตุ้นบุคคลให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการออกมา ซึ่ง Becker & Maiman (1974) ได้กล่าวว่า เพื่อให้แบบแผนความเชื่อมีความสมบูรณ์นั้นจะต้องพิจารณาถึงสิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติซึ่งมี 2 ด้าน คือ สิ่งชักนำภายในหรือสิ่งกระตุ้นภายใน (Internal Cues) ได้แก่ การรับรู้สภาวะของร่างกายตนเอง เช่น อาการของโรคหรือ การเจ็บป่วย ส่วนสิ่งชักนำภายนอกหรือสิ่งกระตุ้นภายนอก (External Cues) ได้แก่ การให้ข่าวสารผ่านทางสื่อมวลชนหรือการเตือนจากบุคคลที่เป็นที่รักหรือนับถือ เช่น สามี ภรรยา บิดา มารดา เป็นต้น

6) ปัจจัยร่วม (Modifying Factors) ปัจจัยร่วม เป็นปัจจัยที่ไม่มีผลโดยตรงต่อพฤติกรรมสุขภาพ แต่เป็นปัจจัยพื้นฐานที่จะส่งผลไปถึงการรับรู้และการปฏิบัติ ได้แก่

6.1) ปัจจัยด้านประชากร เช่น อายุ ระดับการศึกษา เป็นต้น

6.2) ปัจจัยด้านสังคมจิตวิทยา เช่น บุคลิกภาพ สถานภาพทางสังคม กลุ่มเพื่อน กลุ่มอ้างอิง มีความเกี่ยวข้องกับบรรทัดฐานทางสังคม ค่านิยมทางวัฒนธรรมซึ่งเป็นพื้นฐานทำให้เกิดการปฏิบัติเพื่อป้องกันโรคที่แตกต่างกัน

6.3) ปัจจัยโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ความรู้เรื่องโรค ประสบการณ์เกี่ยวกับโรค เป็นต้น

7) แรงจูงใจด้านสุขภาพ (Health Motivation) แรงจูงใจด้านสุขภาพ หมายถึง สภาพอารมณ์ที่เกิดขึ้นจากการถูกกระตุ้นด้วยเรื่องเกี่ยวกับสุขภาพอนามัย ได้แก่ ระดับความสนใจ ความใส่ใจ ทัศนคติและค่านิยมทางด้านสุขภาพ เป็นต้น

3. ทฤษฎีการรับรู้ประสิทธิภาพแห่งตน

ในส่วนของทฤษฎีการรับรู้ประสิทธิภาพแห่งตน Bandura (1977) ได้ตั้งสมมติฐานว่า กระบวนการทางปัญญาเป็นตัวเชื่อมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น แต่กระบวนการทางปัญญานั้นก็ถูกชี้นำได้อย่างรวดเร็ว โดยประสบการณ์แห่งความสำเร็จในการแสดงการกระทำของบุคคล แบนดูรา เสนอว่า กระบวนการที่เกิดขึ้นควรมีลักษณะอาศัยซึ่งกันและกัน ระหว่างตัวแ ปร 3 กลุ่ม คือ 1) ปัจจัยในตัวบุคคล ได้แก่ ความเชื่อ และการรับรู้ตน 2) เงื่อนไขเชิงพฤติกรรม และ 3) เงื่อนไขสภาพแวดล้อม ซึ่งการรับรู้ประสิทธิภาพแห่งตนเป็นการคำนึงถึงการตัดสินพิจารณาของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถในการดำเนินงานบางอย่างให้สำเร็จด้วยระดับความสามารถที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับมิติ 3 มิติ คือ มิติตามขนาด มิติความเป็นสากล และมิติความแข็งแกร่ง ภายใต้กระบวนการเรียนรู้ทางสังคมที่อาศัยข้อมูลจากการกระทำที่ได้บรรลุผลสำเร็จ ประสบการณ์จากการทำงานของผู้อื่น การชักจูงด้วยคำพูด และการเร้าทางอารมณ์และการเร้าทางกายภาพ ทั้งนี้การรับรู้ประสิทธิภาพที่ส่งผลต่อการดูแลตนเองเกิดจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องหรือมีผลต่อการตัดสินใจ และการปฏิบัติตัวในการดูแลตนเอง ประกอบด้วย ปัจจัยทางด้านบุคคล ปัจจัยด้านสังคม และปัจจัยด้านสุขภาพ (Burnette et al., 2004) ดังนี้

1) ปัจจัยด้านบุคคล

ปัจจัยด้านบุคคลเป็นลักษณะเฉพาะที่สะท้อนถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านวิถีการดำเนินชีวิต กระบวนการคิด และการปรับตัว ซึ่งล้วนมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อความสามารถในการดูแลตนเอง โดยองค์ประกอบสำคัญที่พึงพิจารณาประกอบด้วยเพศ อายุ ระดับการศึกษา และฐานะทางเศรษฐกิจ

เพศเป็นปัจจัยที่แสดงถึงความแตกต่างทางชีวสรีรวิทยาและเป็นตัวกำหนดบทบาทตามบรรทัดฐานทางสังคม อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมการดูแลตนเองมิอาจกำหนดได้อย่างตายตัวตามบทบาทของเพศ เนื่องจากบุคคลทุกเพศล้วนต้องเผชิญกับการเสื่อมถอยทางร่างกายตามวัย การดูแลตนเองจึงมีความสำคัญอย่างเท่าเทียมกันทั้งในเพศหญิงและเพศชาย ในทำนองเดียวกัน

อายุก็เป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงการสะสมประสบการณ์ชีวิตและทักษะการเผชิญปัญหา ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการดูแลตนเอง (Orem, 2001) กล่าวคือ ผู้สูงอายุในระยะต้นที่มีอายุระหว่าง 60–70 ปี ยังคงมีความสามารถในการดูแลตนเองในระดับสูง เนื่องจากการเสื่อมถอยของสมรรถภาพร่างกายยังไม่รุนแรง อีกทั้งยังคงมีความสามารถด้านพฤติกรรม กระบวนการคิด ความจำ และการใช้เหตุผล ทั้งนี้ความสามารถดังกล่าวจะเริ่มลดลงอย่างชัดเจนเมื่ออายุ 70–75 ปีขึ้นไป

นอกจากปัจจัยทางกายภาพและวัยแล้ว ระดับการศึกษายังมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่เอื้อต่อการดูแลตนเอง โดยบุคคลที่มีระดับการศึกษาสูงมักมีความสามารถในการแสวงหา คัดกรอง และใช้ประโยชน์จากแหล่งข้อมูลด้านสุขภาพได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนสามารถประยุกต์ใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์ในการแก้ไขปัญหาสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเสริมสร้างความมั่นใจในการจัดการปัญหาสุขภาพและการธำรงรักษาภาวะสุขภาพที่ดีของตนเอง เช่นเดียวกับฐานะทางเศรษฐกิจซึ่งวัดจากระดับรายได้ อันเป็นปัจจัยที่กำหนดความสามารถในการเข้าถึงทรัพยากรและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานด้านสุขภาพ ทั้งนี้บุคคลที่มีรายได้สูงย่อมมีศักยภาพในการเข้าถึงปัจจัยอำนวยความสะดวกด้านการดูแลตนเองได้มากกว่า ในขณะที่ผู้มีรายได้น้อยหรือปานกลางมักประสบข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์จากแหล่งทรัพยากรสุขภาพ ซึ่งส่งผลให้ระดับการดูแลตนเองของแต่ละบุคคลแตกต่างกันออกไป

2) ปัจจัยด้านสังคม

ปัจจัยด้านสังคม หมายถึง การสนับสนุนทางสังคมที่บุคคลได้รับจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคม ครอบคลุมทั้งการสนับสนุนด้านวัตถุสิ่งของ ด้านข้อมูลข่าวสาร และด้านอารมณ์จิตใจ ซึ่งล้วนมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้บุคคลสามารถดำรงภาวะสุขภาพที่ดีได้อย่างยั่งยืน โดยองค์ประกอบหลักของการสนับสนุนทางสังคมนี้อาจจำแนกได้เป็นการสนับสนุนจากครอบครัวและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม

การสนับสนุนจากครอบครัวเป็นปัจจัยทางสังคมที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่ามีความสำคัญต่อความสามารถในการดูแลตนเองของบุคคล (Edwardson & Dean, 1999) โดยครอบครัวทำหน้าที่เป็นแหล่งสนับสนุนที่ครอบคลุมในหลายมิติ กล่าวคือ ในมิติรูปธรรมนั้นครอบครัวให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน การสนับสนุนด้านการเงิน อาหาร และปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิต ส่วนในมิตินามธรรมนั้นครอบครัวเป็นแหล่งของการให้ความรัก ความเอาใจใส่ และการยกย่องเห็นคุณค่าของบุคคล ตลอดจนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม การสนับสนุนในลักษณะดังกล่าวย่อมช่วยเสริมสร้างความสามารถในการดูแลตนเองและนำไปสู่สุขภาวะที่ดีของบุคคลในที่สุด นอกจากการสนับสนุนจากครอบครัวแล้ว การมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคมยังเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับพฤติกรรมการดูแลตนเอง เนื่องจากการดูแลตนเองเป็นทักษะที่สามารถพัฒนาและเรียนรู้ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับบุคคลอื่นในสังคม (Orem, 2001) ทั้งนี้การเข้าร่วมกิจกรรมหรือการเป็นสมาชิกในกลุ่มและชมรมต่าง ๆ ทำให้บุคคลเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของการดูแลสุขภาพ มีแรงจูงใจในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม และได้รับการสนับสนุนซึ่งกันและกันทั้งในรูปแบบทางการและไม่เป็นทางการ ไม่ว่าจะเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร การช่วยเหลือด้านการเงิน หรือการแบ่งปันทรัพยากรในการดำรงชีวิต (Nukate, 1998) กระบวนการดังกล่าวย่อมช่วยพัฒนาทั้งความรู้และประสบการณ์ในการดูแลตนเองของบุคคล อันส่งผลให้บุคคลมีพฤติกรรมการดูแลตนเองที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Soderhamn et al., 2000)

3) ปัจจัยด้านสุขภาพ

สุขภาพ เป็นภาวะที่มีความสมบูรณ์ทางร่างกาย จิตใจ และความผาสุกทางสังคม รวมทั้งการปราศจากโรค หรือภาวะทุพพลภาพ ผู้ที่สุขภาพดี คือ ผู้ที่มีร่างกายแข็งแรง มีความผาสุกด้านจิตใจ มีความเป็นอยู่ในสังคมที่พอดี แต่เมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุร่างกายย่อมเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เสื่อมสภาพจึงต้องพัฒนาความสามารถในการดูแลตนเอง ผู้สูงอายุที่เห็นความสำคัญและเอาใจใส่ในภาวะสุขภาพ จะพยายามแสวงหาสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการดูแลตนเอง มีความพร้อมที่จะเรียนรู้ หรือฝึกทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมการดูแลตนเอง (Orem, 2001) ผู้สูงอายุที่มีสุขภาพแข็งแรง สามารถปฏิบัติกิจกรรมการดูแลตนเองได้ดี เนื่องจากไม่มีข้อจำกัดหรืออุปสรรคจากการเจ็บป่วย (Nukate, 1998)

ทั้งนี้เป้าหมายของการดูแลตนเองจากแบบแผนความเชื่อทางด้านสุขภาพสอดคล้องกับทฤษฎีการดูแลสุขภาพตนเองของ Orem (1985) ที่กล่าวว่า การดูแลตนเองเป็นแนวคิดของการกระทำที่เกิดจากความตั้งใจ มีเป้าหมาย มีระบบระเบียบเป็นขั้นตอน และเมื่อกระทำอย่างมีประสิทธิภาพจะมีส่วนช่วยสร้างหน้าที่ และพัฒนาการดำเนินไปถึงขั้นสูงสุดของแต่ละบุคคล

การเรียนรู้นี้อาจเกิดขึ้นจากการคิดค้นด้วยตนเอง หรือได้รับจากการสอน คำแนะนำ หรือการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงด้วยการทำกิจกรรมนั้น ๆ ในแต่ละวัน เพื่อที่จะนำมาจัดการกับตนเองและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้สามารถดำเนินชีวิตต่อไปได้อย่างผาสุก ในภาวะปกติแล้วผู้ใหญ่มักจะดูแลตนเองได้ ส่วนทารก เด็ก ผู้สูงอายุ ผู้ที่เจ็บป่วย หรือมีความพิการ อาจต้องการความช่วยเหลือเกี่ยวกับกิจกรรมการดูแลตนเอง เนื่องจากทารกและเด็กในระยะเริ่มต้นของการพัฒนาทั้งร่างกาย จิตใจ และสังคม ส่วนผู้สูงอายุต้องการความช่วยเหลือในการดูแลตนเอง เนื่องจากความสามารถในด้านร่างกายและสติปัญญาเสื่อมถอยลงตามวัย ทำให้มีข้อจำกัดในการดูแลตนเอง ผู้ที่เจ็บป่วยหรือทุพพลภาพ ต้องการความช่วยเหลือในการดูแลตนเองบางส่วนหรือทั้งหมด ขึ้นอยู่กับภาวะสุขภาพและความต้องการการดูแลตนเองทั้งในปัจจุบันและอนาคต นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สมาชิกในครอบครัวและคนอื่น ๆ ในสังคมด้วย

4. ทฤษฎีการดูแลสุขภาพตนเองของโอเร็ม (Orem)

แนวคิดของ Orem (1985) การดูแลตนเองเป็นพฤติกรรมที่จูงใจและมีเป้าหมายประกอบด้วย 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เป็นระยะของการพินิจพิจารณา และตัดสินใจ ซึ่งนำไปสู่การกระทำ และระยะที่ 2 เป็นการกระทำ และผลของการกระทำ

ระยะที่ 1 จะเห็นว่าบุคคลที่จะสามารถทำการดูแลตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับตนเองและสิ่งแวดล้อม จะต้องเห็นด้วยว่าสิ่งที่กระทำนั้นเหมาะสมในสภาวการณ์นั้น ๆ ก่อนที่บุคคลจะเห็นด้วยกับการกระทำนั้นว่าเหมาะสม จึงต้องมีความรู้ก่อนว่า สิ่งที่ต้องกระทำนั้นจะมีประสิทธิภาพ และได้ผลตามที่ต้องการ การดูแลตนเองจึงต้องการความรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์และสภาวการณ์ทั้งภายในและภายนอก ความรู้ที่จะช่วยในการสังเกต การให้ความหมายของสิ่งที่สังเกตพบเห็น ความสัมพันธ์ของความหมายของเหตุการณ์กับสิ่งที่ต้องกระทำ จึงสามารถพินิจพิจารณาตัดสินใจกระทำได้

ระยะที่ 2 เป็นระยะของการดำเนินการกระทำซึ่งการกระทำนั้นจะต้องมีเป้าหมาย การตั้งเป้าหมายมีความสำคัญอย่างยิ่งในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดูแลตนเอง เพราะเป็นตัวกำหนดการเลือกกิจกรรมที่จะกระทำและเป็นเกณฑ์ที่จะใช้ในการติดตามผลของการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในการดูแลตนเองนั้น บุคคลจะตั้งคำถามว่าตนเองจะดำเนินการอย่างไร เพื่อจะได้กระทำกิจกรรมการดูแลตนเองตามที่เลือกได้ จะกระทำอะไรบ้าง ต้องการแหล่งประโยชน์อะไรบ้าง ตนเองมีแหล่งประโยชน์เหล่านั้นหรือไม่ สามารถกระทำได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพหรือไม่ และจะต้องกระทำนานเท่าใด การที่จะ ต้องกระทำการดูแลตนเองนั้น จะขัดขวางต่อกิจกรรมอื่น ๆ ในชีวิตหรือไม่ จะทราบได้อย่างไรว่ากระทำถูกต้อง และถ้าต้องการความช่วยเหลือจะมีใครช่วยได้บ้าง

แม้ว่าการกระทำดูแลตนเองจะเป็นการกระทำที่จงใจ และมีเป้าหมายเฉพาะแต่การดูแลตนเองนั้นจะกลายเป็นสุขนิสัยติดตัวได้ ถ้าได้กระทำไปสักระยะหนึ่ง บุคคลอาจจะกระทำโดยไม่ได้ระลึกไปถึงเป้าประสงค์ของการกระทำ การที่จะปฏิบัติการดูแลตนเองเพื่อดำรงรักษาและส่งเสริมสุขภาพ ผู้ปฏิบัติจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายและการสร้างสุขนิสัยในการปฏิบัติ เมื่อสร้างสุขนิสัยในการปฏิบัติได้ บุคคลจะกระทำได้โดยไม่ต้องใช้ความพยายามหรือรู้สึกเป็นภาระอีกต่อไป

ลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะ ดังแสดงในแผนภาพที่ 2 (Figure 2)

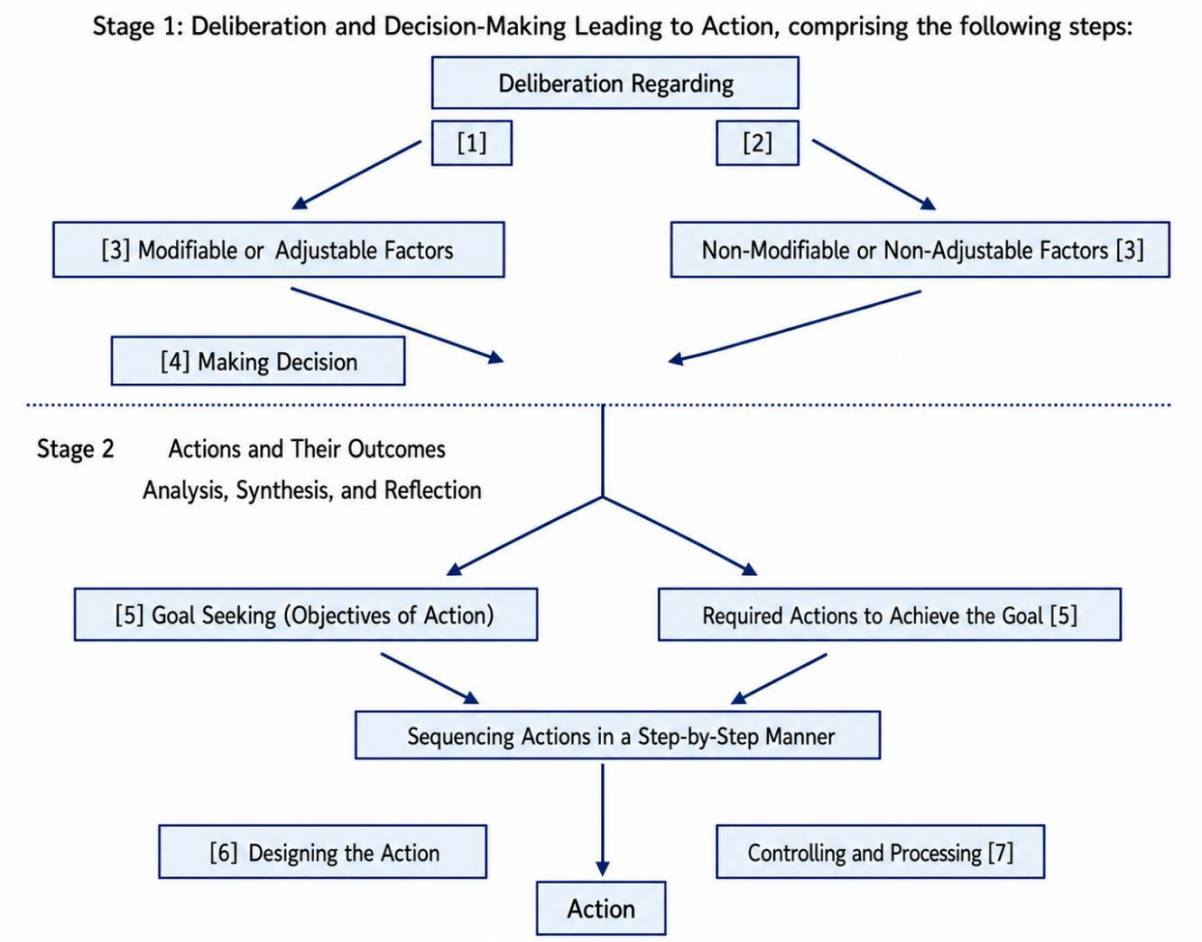


Figure 2. Stages of Self-Care
ที่มา: Orem (1985)

เพื่อให้การสังเคราะห์มีความเป็นระบบและสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ตามหลักการวิจัยจากเอกสาร ผู้ศึกษาได้กำหนดขั้นตอนการวิเคราะห์ไว้สี่ขั้นตอนที่ดำเนินต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากการสกัดมโนทัศน์สำคัญ (concept extraction) จากทฤษฎีทั้งสี่ จากนั้นจึงนำมโนทัศน์ที่ได้มาเทียบเคียงและจับคู่ข้ามทฤษฎี (cross-theory concept mapping) เพื่อพิจารณาว่ามโนทัศน์ใดที่ทฤษฎีต่าง ๆ กล่าวถึงในความหมายที่สอดคล้องต้องกัน ต่อมาจึงจำแนกบทบาทเชิงหน้าที่ (functional role classification) ของแต่ละมโนทัศน์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และในขั้นสุดท้ายจึงบูรณาการมโนทัศน์ทั้งหมดเข้าสู่นิยามเชิงปฏิบัติการของพฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ

ผู้ศึกษาได้ทำการกำหนดเกณฑ์สำหรับจำแนกบทบาทเชิงหน้าที่ของมโนทัศน์นับเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้การสังเคราะห์สามารถตรวจสอบได้ โดยผู้ศึกษาได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็นสามกลุ่มตามบทบาทเชิงหน้าที่ กลุ่มแรกคือแนวคิดหลัก (Core Concepts) อันหมายถึงมโนทัศน์ที่ปรากฏอย่างสอดคล้องต้องกันในทฤษฎีตั้งแต่สองทฤษฎีขึ้นไป และมีอิทธิพลเชิงสาเหตุโดยตรงต่อการตัดสินใจหรือความตั้งใจที่จะแสดงพฤติกรรมป้องกันตนเอง กล่าวคือ ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรม (determinant) กลุ่มที่สองคือปัจจัยเอื้อ (Enabling Factors) ซึ่งหมายถึงมโนทัศน์ที่ทำหน้าที่เป็นเงื่อนไขหรือตัวกำกับ (conditioning/moderating) อันเอื้อหรือขัดขวางการแปรเปลี่ยนการรับรู้ไปสู่การปฏิบัติจริง แต่มิได้เป็นสาเหตุโดยตรงของพฤติกรรม และกลุ่มที่สามคือกลไกสนับสนุน (Supporting Mechanisms) อันได้แก่กระบวนการ ตัวกระตุ้น หรือสิ่งเร้า ที่ทำหน้าที่จุดชนวน (trigger) ให้เกิดการแปรเปลี่ยนการรับรู้สู่การกระทำ ตลอดจนธำรงรักษาพฤติกรรมให้คงอยู่จนพัฒนาเป็นสุขนิสัย เกณฑ์ทั้งสามประการดังกล่าวทำให้การจัดวางมโนทัศน์แต่ละตัวสามารถตรวจสอบได้ กล่าวคือ การจัดวางแนวคิดหลักอาศัยหลักฐาน

ความสอดคล้องข้ามทฤษฎีเป็นฐานการตัดสิน ในขณะที่การจัดวางปัจจัยเอื้อและกลไกสนับสนุนอาศัยบทบาทเชิงหน้าที่ของมโนทัศน์เป็นเกณฑ์ มิใช่การจัดวางตามอัตวิสัยของผู้ศึกษาแต่ประการใดดังปรากฏในตารางที่ 1 (Table 1)

Table 1. Synthesis of Theoretical Concepts Explaining Health Self-Protective Behavior

Main Concept	Functional Role	PMT (Rogers)	HBM (Rosenstock, Becker & Maiman)	Self-Efficacy (Bandura)	Orem (Self-Care)
Perceived Severity of Threat	Core concept	Noxiousness ✓	Perceived Severity ✓	—	—
Perceived Susceptibility / Risk	Core concept	Perceived probability ✓	Perceived Susceptibility ✓	—	—
Perceived Benefits / Response Efficacy	Core concept	Response efficacy ✓	Perceived Benefits ✓	—	—
Perceived Self-Efficacy	Core concept	(Revised coping component) ✓	—	Core theory component ✓	—
Perceived Barriers	Enabling factor (negative)	—	Perceived Barriers ✓	—	—
Modifying Factors (Demographic / Socio-psychological / Structural)	Enabling factor	—	Modifying Factors ✓	Personal–Social–Health factors ✓	—
Cues to Action	Supporting mechanism	Fear-arousing stimuli ✓	Cues to Action (Internal/External) ✓	Verbal persuasion / Emotional arousal ✓	—
Health Motivation	Supporting mechanism	Fear arousal ✓	Health Motivation ✓	—	Intention / Goal ✓
Deliberation–Decision–Action Process	Supporting mechanism	—	—	—	Stage 1–2 ✓
Habit Formation	Supporting mechanism	—	—	—	Habit formation ✓

จากตารางสังเคราะห์ข้างต้น สามารถจำแนกมโนทัศน์ตามบทบาทเชิงหน้าที่ได้เป็นสามกลุ่ม ดังนี้

กลุ่มแรกคือแนวคิดหลัก ซึ่งประกอบด้วยมโนทัศน์สี่ประการ ได้แก่ การรับรู้ความรุนแรงของภาวะคุกคาม การรับรู้โอกาสเสี่ยง การรับรู้ประโยชน์หรือประสิทธิผลของการตอบสนอง และการรับรู้ประสิทธิภาพแห่งตน มโนทัศน์ทั้งสี่นี้ปรากฏซ้ำอย่างสอดคล้องกันในทฤษฎีตั้งแต่สองทฤษฎีขึ้นไป ซึ่งความบรรจบกันดังกล่าวถือเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ยืนยันความเป็นแกนกลางของมโนทัศน์เหล่านี้ กล่าวคือ สามมโนทัศน์แรกประกอบกันขึ้นเป็นการประเมินภาวะคุกคาม (threat appraisal) ในขณะที่มโนทัศน์ที่สี่คือการประเมินความสามารถในการรับมือ (coping appraisal) โดยองค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้ทำหน้าที่ร่วมกันในการก่อรูปความตั้งใจที่จะปฏิบัติพฤติกรรมป้องกันตนเองโดยตรง จึงจัดเป็นแนวคิดหลักของนิยาม

กลุ่มที่สองคือปัจจัยเอื้อ อันได้แก่ การรับรู้อุปสรรค และปัจจัยร่วมในแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ ซึ่งครอบคลุมปัจจัยด้านประชากร ด้านสังคมจิตวิทยา และด้านโครงสร้างพื้นฐาน โดยปัจจัยเหล่านี้สอดรับกับปัจจัยด้านบุคคล ด้านสังคม และด้านสุขภาพในกรอบแนวคิดของ Burnette et al. (2004) มโนทัศน์กลุ่มนี้มิได้เป็นสาเหตุโดยตรงของพฤติกรรม หากแต่ทำหน้าที่กำหนดเงื่อนไขและระดับความยากง่ายของการแปรเปลี่ยนการรับรู้ไปสู่การปฏิบัติ ไม่ว่าจะเป็นค่าใช้จ่าย ความไม่สะดวก อายุ ระดับการศึกษา ฐานะทางเศรษฐกิจ หรือการสนับสนุนจากครอบครัว จึงจัดเป็นปัจจัยเอื้อที่ทำหน้าที่กำกับความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กับพฤติกรรม

กลุ่มที่สามคือกลไกสนับสนุน อันประกอบด้วย สิ่งชักนำสู่การปฏิบัติ แรงจูงใจด้านสุขภาพ กระบวนการพินิจพิจารณา–ตัดสินใจ–ลงมือกระทำของโอเร็ม และการสร้างสุขนิสัย มโนทัศน์กลุ่มนี้ทำหน้าที่เป็นกระบวนการที่เชื่อมการรับรู้เข้ากับการกระทำและธำรงรักษาพฤติกรรมให้คงอยู่ กล่าวคือ สิ่งชักนำและแรงจูงใจทำหน้าที่จุดชนวนให้เกิดการเคลื่อนจากการรับรู้ไปสู่การตัดสินใจ ในขณะที่กระบวนการสองระยะของโอเร็มอธิบายถึงวิธีการที่บุคคลแปรความตั้งใจไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน ส่วนการสร้างสุขนิสัยนั้นทำหน้าที่คงรักษาพฤติกรรมให้ยั่งยืนจนกลายเป็นการกระทำอัตโนมัติในที่สุด

จากการจำแนกมโนทัศน์ตามบทบาทเชิงหน้าที่ทั้งสามกลุ่มดังกล่าว ผู้ศึกษาสามารถสังเคราะห์นิยามเชิงบูรณาการได้ว่า พฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ หมายถึง การกระทำที่บุคคลเลือกปฏิบัติอย่างจงใจและมีเป้าหมายเพื่อลดโอกาสเสี่ยงและความรุนแรงของภาวะคุกคามต่อสุขภาพ อันเกิดจากกระบวนการประเมินการรับรู้ตามแนวคิดหลักทั้งสี่ประการ ได้แก่ ความรุนแรง โอกาสเสี่ยง ประโยชน์ของการตอบสนอง และประสิทธิภาพแห่งตน ภายใต้เงื่อนไขของปัจจัยเอื้อทั้งด้านบุคคล ด้านสังคม และด้านสุขภาพ ตลอดจนถูกจุดชนวน แปรเปลี่ยน และธำรงรักษาไว้ด้วยกลไกสนับสนุน จนพัฒนาเป็นสุขนิสัยในการดูแลตนเองที่ยั่งยืนในที่สุด

บทสรุป

ทฤษฎีแรงจูงใจเพื่อการป้องกันกล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการรับรู้ในภาพรวมของบุคคลที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรม ในทฤษฎีนี้เน้นเกี่ยวกับการประเมินการรับรู้ด้านข่าวสารในการสื่อสาร ซึ่งมาจากสื่อกลางที่ทำให้เกิดความกลัวโดยขึ้นอยู่กับจำนวนสื่อที่มากระตุ้นและตรวจสอบโดยการประเมินการรับรู้ ซึ่งตัวแปรที่ทำให้บุคคลเกิดความกลัว 3 ตัวแปร คือ ความรุนแรงของโรค การรับรู้ต่อโอกาสเสี่ยงของการเป็นโรค และความคาดหวังในประสิทธิผลของการตอบสนอง ในขณะที่แบบแผนความเชื่อทางด้านสุขภาพเน้นการรับรู้ของบุคคลในการปกป้องตนเองจากการเป็นโรคซึ่งสามารถอธิบายการเกิดพฤติกรรมการป้องกันตนเองด้านสุขภาพจากแนวคิดทฤษฎีการรับรู้ประสิทธิภาพแห่งตนซึ่งเป็นผลจากกระบวนการที่รับรู้ที่เกิดขึ้นจากตัวแปร 3 กลุ่ม คือ 1) ปัจจัยในตัวบุคคล ได้แก่ ความเชื่อ และการรับรู้ตน 2) เงื่อนไขเชิงพฤติกรรม และ 3) เงื่อนไขสภาพแวดล้อม ภายใต้กระบวนการเรียนรู้ทางสังคมที่อาศัยข้อมูลจากการกระทำที่ได้บรรลุผลสำเร็จ ประสบการณ์จากการทำงานของผู้อื่น การชักจูงด้วยคำพูด และการเร้าทางอารมณ์และการเร้าทางกายภาพ ทั้งนี้การรับรู้ประสิทธิภาพที่ส่งผลต่อการดูแลตนเองเกิดจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องหรือมีผลต่อการตัดสินใจและการปฏิบัติตัวในการดูแลตนเอง ประกอบด้วย ปัจจัยทางด้านบุคคล ปัจจัยด้านสังคม และปัจจัยด้านสุขภาพ ดังแผนภาพที่ 3 (Figure 3)

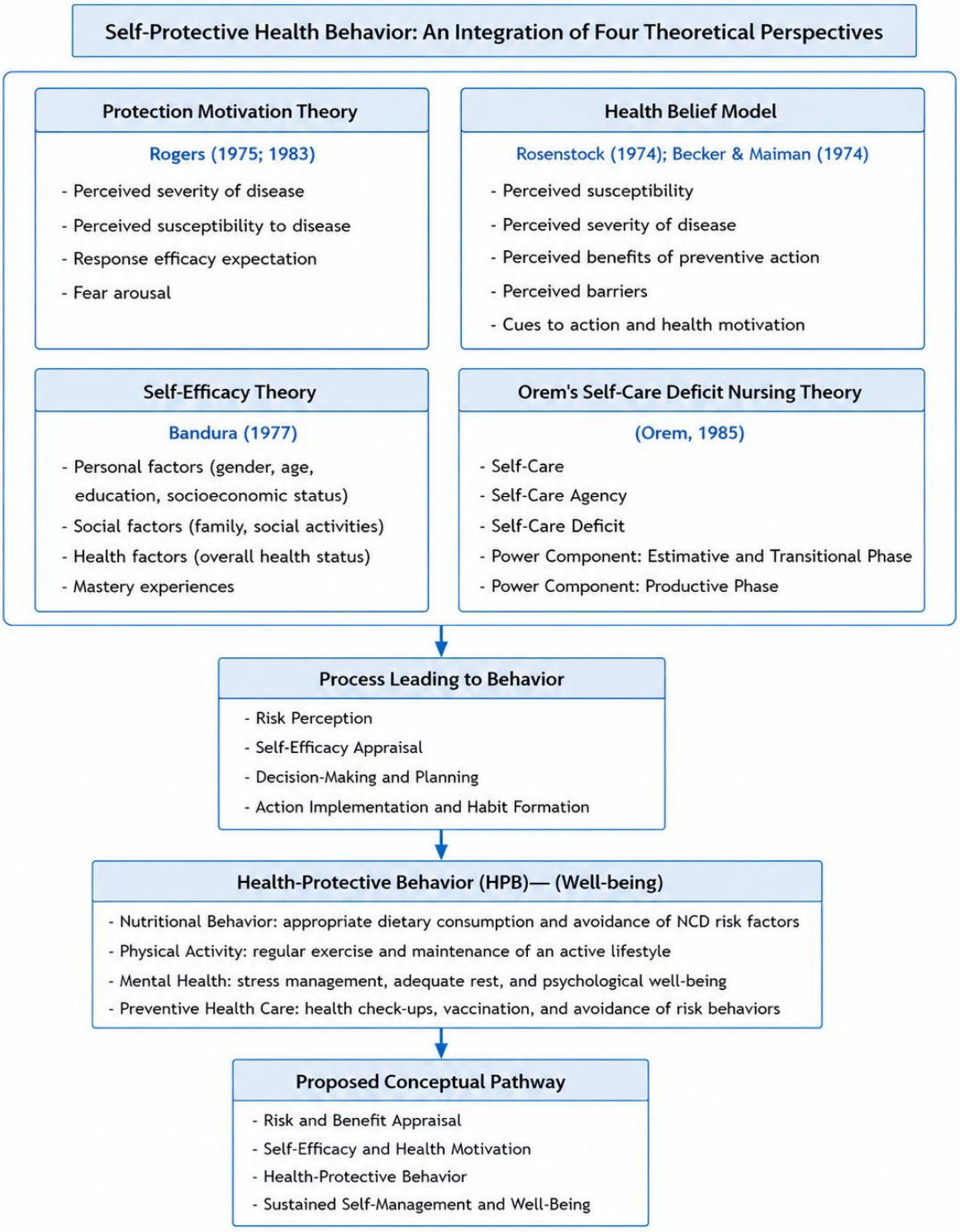


Figure 3. Synthesis Conceptual Framework: Health Protective Behavior

ดังนั้นจากการสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ผู้ศึกษาได้ให้ความหมายของพฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ หมายถึง การกระทำที่บุคคลริเริ่มขึ้นจากความฉลาดทางสุขภาพ (Health Literacy) ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการรับรู้ ประเมิน และตัดสินใจปฏิบัติตนเพื่อดำรงรักษาและส่งเสริมสุขภาพของตนเองอย่างมีเป้าหมาย ส่งผลต่อระดับคุณภาพชีวิตที่ดี (Well-Being) โดยเชื่อว่าการที่บุคคลจะกระทำพฤติกรรมการป้องกันได้ตามคำแนะนำของบุคลากรทางสุขภาพนั้น จำเป็นต้องอาศัยการรับรู้ถึงความเสี่ยงและความรุนแรงของภาวะคุกคามต่อสุขภาพ ควบคู่ไปกับการรับรู้ประสิทธิภาพแห่งตน (Self-Efficacy) ซึ่งเป็นตัวกลางสำคัญที่เชื่อมระหว่างความรู้และความตั้งใจในการปฏิบัติ ดังที่ Ong-Artborirak et al. (2023) พบว่าความฉลาดทางสุขภาพ การรับรู้ประสิทธิภาพแห่งตน และพฤติกรรมการดูแลตนเองมีอาจเอื้อต่อผลลัพธ์ทางสุขภาพในผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เมื่อบุคคลรับรู้ว่าการกระทำนั้นมีประโยชน์ต่อตน เช่น สามารถป้องกันโรคได้จริง สามารถลดความรุนแรงของโรคได้จริง หรือผลการตรวจเชื่อถือได้ บุคคลย่อมมีแนวโน้มที่จะปฏิบัติพฤติกรรมการป้องกันนั้น ในทางตรงข้าม หากบุคคลรับรู้ถึงอุปสรรคที่มีน้ำหนักมากกว่าประโยชน์ที่ได้รับ ก็อาจส่งผลให้ลดทอนแรงจูงใจในการปฏิบัติพฤติกรรมป้องกันลงได้ สอดคล้องกับผลการทบทวนวรรณกรรมของ Balla & Hagger (2025) ที่ยืนยันว่าการรับรู้ประสิทธิผลของการตอบสนอง (Response Efficacy) และการรับรู้ความสามารถแห่งตน (Self-Efficacy) ยังคงเป็นตัวทำนายพฤติกรรมการป้องกันสุขภาพที่เป็นข้อเสนอเชิงมโนทัศน์ในบริบทสุขภาพสมัยใหม่

นอกจากนี้ พฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพยังขึ้นอยู่กับแรงจูงใจด้านสุขภาพและปัจจัยที่มีส่วนส่งเสริมหรือเป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติ ซึ่งครอบคลุมทั้งปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ อายุ เพศ ระดับการศึกษา และฐานะทางเศรษฐกิจ ปัจจัยด้านสังคม อันได้แก่ การสนับสนุนจากครอบครัวและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ตลอดจนสิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติทั้งจากภายในและภายนอก เช่น การรับรู้อาการผิดปกติของร่างกาย ข้อมูลจากสื่อมวลชน และคำแนะนำจากบุคลากรสุขภาพ ในบริบทของประเทศไทย Intarakamhang & Macaskill (2021) ได้ศึกษาและพบว่าโปรแกรมที่มุ่งพัฒนาความฉลาดทางสุขภาพโดยบูรณาการจิตวิทยาเชิงบวกสามารถเพิ่มระดับพฤติกรรมสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีในครอบครัวที่มีความเสี่ยงต่อโรค NCDs ได้มีความเชื่อมโยงเชิงแนวคิด เส้นทางดังกล่าวเป็นข้อเสนอที่สังเคราะห์จากวรรณกรรมและทฤษฎี เพื่อใช้เป็นฐานสำหรับการออกแบบโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพหรือการศึกษาทดสอบเชิงประจักษ์ในอนาคต

ทั้งนี้สอดคล้องกับทฤษฎีการดูแลสุขภาพตนเองของ Orem (1985) ที่กล่าวว่า การดูแลตนเองเป็นแนวคิดที่มีเป้าหมาย มีระบบระเบียบ เป็นขั้นตอน และเมื่อกระทำอย่างมีประสิทธิภาพจะมีส่วนช่วยสร้างหน้าที่และจัดการกับพฤติกรรมของตนเองภายใต้บริบทที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้มนุษย์สามารถปรับตัวและดำเนินชีวิตต่อไปได้อย่างราบรื่น โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์ยืนยันความสำคัญของแนวคิดดังกล่าว จากการศึกษาของ Changsieng et al. (2023) ที่พัฒนาโปรแกรมสนับสนุนการศึกษาโดยพยาบาลบนพื้นฐานทฤษฎีการดูแลตนเองของโอเร็ม พบว่าสามารถเพิ่มความสามารถในการดูแลตนเอง เปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และลดระดับน้ำตาลสะสมในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานในโรงพยาบาลชุมชนได้เป็นข้อเสนอเชิงมโนทัศน์นอกจากนี้ Liu et al. (2025) ได้ดำเนินการวิเคราะห์แนวคิดพฤติกรรมการป้องกันสุขภาพ (Health Protective Behavior) ตามกรอบวิธีการของ Walker & Avant (2019) พบว่าคุณลักษณะที่กำหนดนิยามสำคัญของพฤติกรรมดังกล่าว ได้แก่ การริเริ่มด้วยตนเอง ความมีเป้าหมาย การตระหนักรู้ต่อความเสี่ยง และความต่อเนื่องในการปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องโดยตรงกับกรอบแนวคิดสังเคราะห์ที่ผู้ศึกษาได้นำเสนอในครั้งนี้

โดยสรุปพฤติกรรมการป้องกันตนเองทางด้านสุขภาพ (Health-Protective Behavior) ในการศึกษาครั้งนี้ จึงหมายถึงการปฏิบัติอย่างตั้งใจของบุคคลเพื่อป้องกันลด หรือควบคุมความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วย และเพื่อธำรงไว้ซึ่งสุขภาวะ โดยมีความฉลาดทางสุขภาพ การรับรู้ความเสี่ยง การรับรู้ประโยชน์และอุปสรรค ความเชื่อมั่นในความสามารถของตน และแรงจูงใจด้านสุขภาพเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อต่อการเกิดและการคงอยู่ของพฤติกรรมดังกล่าว

รายการอ้างอิง

Balla, J., & Hagger, M. S. (2025). Protection motivation theory and health behaviour: conceptual review, discussion of limitations, and recommendations for best practice and future research. Health Psychology Review, 19(1), 145–171. https://doi.org/10.1080/17437199.2024.2413011

Bandura. (1977). A Social Learning Theory. New Jersy: Englewood Cliffs.

Becker, M. H., & Maiman, L. A. (1974). The health belief model: Origins and correlates in psychological theory. Health Education Monographs, 2(4), 336–385. https://doi.org/10.1177/109019817400200404

Burnette, D., Mui, A. C., & Zodikoff, B. D. (2004). Gender, Self-Care and Functional Status Among Older Persons with Coronary Heart Disease: A National Perspective. Women & Health, 39(1), 65-84. https://doi.org/10.1300/J013v39n01_04

Changsieng, P., Pichayapinyo, P., Lagampan, S., Lapvongwatana, P., & Sriklo, M. (2023). Implementation of self-care deficits assessment and a nurse-led supportive education program in community hospitals for behavior change and HbA1c reduction: A cluster randomized controlled trial. J Prim Care Community Health, 14:21501319231181106. https://doi.org/10.1177/21501319231181106

Edwardson, S. R. & Dean, K.. (1999). Appropriateness of Self-Care Responses to Symptoms among Elders: Identifying Pathways of Influence. Research in Nursing & Health, 22(4), 329-339. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-240X(199908)22:4<329::AID-NUR7>3.0.CO;2-6

Elling, R., Whittemore, R., & Green, M. (1960). Patient participation in pediatric program. Journal of Health and Human Behavior, 1(3), 183-191. https://doi.org/10.2307/2955576

Heinze, I. F. (1962). Factors in prophylaxis behavior in treating rheumatic fever: An exploratory study. Journal of Health and Human Behavior, 3, 72-81. https://doi.org/10.2307/2948926

Institute for Population and Social Research, Mahidol University [IPSR]. (2024). Thai Health 2024: Stress: The silent health threat in Thai society (Publication No. 603). Nakhon Pathom: Institute for Population and Social Research, Mahidol University with Thai Health Promotion Foundation. (in Thai)

Intarakamhang, U., & Macaskill, A. (2021). Effectiveness of a health literacy intervention based on transformative learning and incorporating positive psychology on health behavior and well-being of Thai families with NCDs risk. Journal of Public Health Research, 11(2), 1935. https://doi.org/10.4081/jphr.2021.1935

Lewin, K. (1951). Field theory in social science: Selected theoretical papers (D. Cartwright, Ed.). New York, NY: Harper & Row.

Liu, F., Wang, J., Suthakorn, W. & Liao, L. (2025), Health Protective Behavior in Occupational Health Practice: A Concept Analysis. Health Science Reports, 8, e71020. https://doi.org/10.1002/hsr2.71020

Mackay, B. C. (1992). AIDS and protection motivation theory (PMT): Effects of imagined scenarios on intent to use condoms. Ann Arbor, MI: Bell & Howell Information Company.

Nukate, B. (1998). Self-care behaviors and well-being of the elderly with hypertension. Chiang Mai: Graduate School, Chiang Mai University [Online]. Retrieved November 12, 2025, from: https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:96060 (in Thai)

Ong-Artborirak, P., Seangpraw, K., Boonyathee, S., Auttama, N., & Winaiprasert, P. (2023). Health literacy, self-efficacy, self-care behaviors, and glycemic control among older adults with type 2 diabetes mellitus: A cross-sectional study in Thai communities. BMC Geriatrics, 23, 297. https://doi.org/10.1186/s12877-023-04010-0

Orem, D. E. (1985). Nursing: Concepts of practice (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.

Orem, D. E. (2001). Nursing: Concepts of practice (6th ed.). St. Louis, MO: Mosby.

Rogers, R. W. (1975). A Protection Motivation Theory of Fear Appeals and Attitude Change1. The Journal of Psychology, 91(1), 93–114. https://doi.org/10.1080/00223980.1975.9915803

Rogers, R. W. (1983). Cognitive and physiological processes in fear appeals and attitude change: A revised theory of protection motivation. In J. T. Cacioppo & R. E. Petty (Eds.), Social psychophysiology: A sourcebook (pp. 153–176). New York, NY: Guilford Press.

Rogers, R. W., & Mackay, B. C. (1995). Protection motivation theory. In J. E. Maddux (Ed.), Self-efficacy, adaptation, and adjustment: Theory, research, and application (pp. 253–276). New York, NY: Plenum Press.

Rosenstock, I. M. (1974). Historical origins of the health belief model. Health Education Monographs, 2(4), 328-335. https://doi.org/10.1177/109019817400200403

Soderhamn, O., Lindencrona, C., & Ek, A.-C. (2000). Ability for self-care among home dwelling elderly people in a health district in Sweden. International Journal of Nursing Studies, 37(4), 361-368. https://doi.org/10.1016/S0020-7489(00)00015-8

Walker, L. O., & Avant, K. C. (2019). Strategies for theory construction in nursing (6th ed.). New York, NY: Pearson.

World Health Organization. (2023). Noncommunicable diseases [Online]. Retrieved November 9, 2025, from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

การสังเคราะห์แนวคิดการสร้างแบรนด์และการจัดการโลจิสติกส์เพื่อเสริมสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันของธุรกิจเครื่องแต่งกายทางการกีฬาในจังหวัดชลบุรี

BRANDING AND LOGISTICS MANAGEMENT FOR COMPETITIVE ADVANTAGE IN SPORTS APPAREL BUSINESSES IN CHONBURI PROVINCE: A CONCEPTUAL SYNTHESIS

ปรียาภรณ์ แซ่ตั้น[1*] ธนริศย์ ธนัยอุดมพัฒน์[1] และ นลินีวรรณ ประพันธา[1]
Preeyaporn Saetan[1*], Thanarit Thanaiudompat[1] and Nalineewan Praphuntha[1]
[1]คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตชลบุรี จังหวัดชลบุรี
[1]Faculty of Liberal Arts, Thailand National Sports University Chon Buri Campus, Chon Buri Province
[*]Corresponding Author: preeyapornsaetan@gmail.com

Received: November 12, 2025 **Revised:** January 5, 2026 **Accepted:** January 14, 2026

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมเครื่องแต่งกายทางการกีฬามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมกีฬา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ที่ต้องเผชิญกับการแข่งขันที่รุนแรง การสร้างแบรนด์และกระบวนการจัดการโลจิสติกส์ถือเป็นปัจจัยเชิงกลยุทธ์ที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนและสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบรนด์ กระบวนการจัดการโลจิสติกส์ และความได้เปรียบทางการแข่งขันของธุรกิจเครื่องแต่งกายทางการกีฬาในบริบทของจังหวัดชลบุรี โดยใช้ระเบียบวิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ จากเอกสารทางวิชาการที่เชื่อถือได้ทั้งในและต่างประเทศ และคัดเลือกตามเกณฑ์ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา ผลการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การสร้างแบรนด์มีความสัมพันธ์กับความได้เปรียบทางการแข่งขันด้านความแตกต่างและความจงรักภักดีของลูกค้า ขณะที่กระบวนการจัดการโลจิสติกส์มีความสัมพันธ์กับความได้เปรียบทางการแข่งขันด้านต้นทุนและความรวดเร็วในการดำเนินงาน นอกจากนี้ การบูรณาการการสร้างแบรนด์ร่วมกับกระบวนการจัดการโลจิสติกส์สามารถเสริมสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันอย่างยั่งยืน งานวิจัยนี้จึงชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการบูรณาการทั้งสองปัจจัยในการอธิบายความได้เปรียบทางการแข่งขันของธุรกิจเครื่องแต่งกายทางการกีฬา และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากลยุทธ์สำหรับผู้ประกอบการ SMEs รวมทั้งเป็นฐานความรู้สำหรับการวิจัยในอนาคต โดยเฉพาะในบริบทของจังหวัดชลบุรี

คำสำคัญ: การสร้างแบรนด์, กระบวนการจัดการโลจิสติกส์, ความได้เปรียบทางการแข่งขัน, ธุรกิจเครื่องแต่งกายกีฬา

Abstract

The sports apparel industry plays an important role in economic development and the sports industry, particularly among small and medium-sized enterprises (SMEs) that face intense competition. Brand creation and logistics management processes are considered strategic factors that influence business competitiveness. This study aimed to review and synthesize literature related to brand creation, logistics management processes, and the competitive advantage of sports apparel businesses in the context of Chonburi Province. A systematic literature review methodology was employed, using reliable academic documents from both domestic and international sources, which were selected according to criteria aligned with the objectives of the study. The literature review revealed that brand creation is related to competitive advantage in terms of differentiation and customer loyalty, whereas logistics management processes are related to competitive advantage in terms of cost and operational speed. In addition, the integration of brand creation with logistics management processes can strengthen sustainable competitive advantage. Therefore, this study highlights the importance of integrating these two factors in explaining the competitive

advantage of sports apparel businesses and can serve as a guideline for developing strategies for SME entrepreneurs, as well as a knowledge base for future research, particularly in the context of Chonburi Province.

Keywords: Branding creation, Logistics management processes, Competitive advantage, Sports apparel business

Introduction

The sports apparel industry is an industry that plays a significant role in economic development and the sports industry, as it is connected to promoting exercise, health, and sports tourism, as well as creating added value for the country's textile and apparel industry (Watchravesringkan et al., 2013) Sports apparel businesses not only meet functional needs but also serve as important tools for creating brand image, value, and differentiation, which affect the business's long-term competitiveness (Belch & Belch, 2018)

However, sports apparel businesses in Thailand, particularly small and medium-sized enterprises (SMEs), face intense competition from international brands, rapid changes in consumer behavior, and resource constraints in capital, technology, and management capabilities. This necessitates Thai entrepreneurs to develop strategies that can create differentiation and sustainably enhance competitiveness (Watchravesringkan et al., 2013).

Additionally, operational challenges, particularly in logistics and supply chain management processes, are critical factors affecting the efficiency and performance of sports apparel businesses. Issues related to costs, delays in product delivery, and inconsistencies between brand communication and product delivery may impact customer satisfaction and business image in the long term (Mentzer et al., 2001; Christopher & Peck, 2004).

Although previous research has extensively studied concepts of branding and logistics management processes, few studies have systematically linked branding and logistics management processes to competitive advantage in sports apparel businesses, especially in spatial contexts. Research focusing on sports apparel businesses in Chonburi Province, an area with potential in industry, tourism, and sports activities, remains limited. This indicates a lack of integrated understanding regarding the roles of branding and logistics management processes on competitive advantage in such contexts (Porter, 2008).

From the literature review, gaps remain in studies linking the relationship between branding and logistics management processes to competitive advantage of sports apparel businesses in the context of Chonburi Province, an area with potential for sports industry development. Therefore, this study aims to review and synthesize literature related to branding, logistics management processes, and competitive advantage to explain the conceptual relationships among these factors and provide a foundation for developing knowledge and strategic approaches appropriate for sports apparel businesses in the context of Chonburi Province.

Chonburi Province possesses strong potential in terms of economic development, sports tourism, and logistics systems, as it is part of the Eastern Economic Corridor (EEC). In addition, the province has continuously developed its infrastructure and promoted sports-related activities, thereby facilitating the operation of sports-related businesses, including sports apparel enterprises. Therefore, synthesizing the concepts of branding and logistics management for enhancing the competitive advantage of sports apparel businesses in the context of Chonburi Province is important for advancing knowledge and practical applications (Kamonmarl et al., 2023)

From the literature review, gaps remain in studies linking the relationship between branding and logistics management processes to competitive advantage of sports apparel businesses in the context of Chonburi Province

Literature Review Method

This article aimed to synthesize literature related to the relationship between branding and logistics management processes and competitive advantage of sports apparel businesses, focusing on explaining the roles of these variables in the context of small and medium-sized enterprises (SMEs), as well as conceptual

This article adopted a systematic literature review approach, utilizing academic sources from recognized databases including Google Scholar, Thai Journals Online (TCI), and Scopus, to cover both international and Thai research contexts.

Keywords used for searching include “brand creation”, “branding”, “logistics management”, “supply chain management”, “competitive advantage”, and “sports apparel”. The review focuses on documents published between 2015 and 2025 in both Thai and English to ensure relevance to contemporary competitive contexts.

The selection of literature was based on the following criteria: (1) relevance to the main variables, namely branding, logistics management processes, and competitive advantage; (2) credibility of publication sources such as academic journals, books, and theses; and (3) clarity of conceptual frameworks or findings that can be theoretically synthesized.

The selected literature was analyzed using a narrative synthesis approach to identify key concepts, patterns, and relationships among variables reported in previous studies. This article emphasizes conceptual explanation rather t empirical testing.

Literature Review

Branding in Sports Apparel Business

Concepts and Theories

The relationship between branding and competitive advantage is clearly explained in competitive strategy research, particularly Porter's (2008) concept proposing that differentiation is a key mechanism in creating competitive advantage. Creating a brand with clear identity and market positioning (Brand Identity and Brand Positioning) enables organizations to present value different from competitors and reduce sensitivity to price competition (Aaker, 1991; Belch & Belch, 2018).

Branding research also indicates that Brand Loyalty and Customer Experience play important roles in creating a stable customer base, which directly affects Customer Lifetime Value and supports long-term competitive advantage, especially in highly competitive industries such as the sports apparel industry (Belch & Belch, 2018).

Yanpitak (2023) examined brand value creation in online marketplace businesses and found that brand value is a key factor in enhancing competitiveness. Important dimensions include brand awareness, brand image, credibility, and customer loyalty. Effective digital communication and customer engagement contribute to stronger brand value and support sustainable competitive advantage in the online marketplace environment.

For the context of small and medium-sized enterprises (SMEs) in Chonburi Province, creating branding connected to local identity and economic contexts can help reduce resource constraints and create differentiation that is difficult to imitate. However, most research still lacks systematic studies linking

branding to competitive advantage in the context of SMEs in Thailand's sports apparel business, which reflects academic gaps requiring further study.

Seven Components of Branding

Branding is divided into seven main aspects: (1) Brand Identity, (2) Brand Image, (3) Brand Awareness, (4) Brand Loyalty, (5) Brand Communication, (6) Customer Experience, and (7) Brand Positioning.

Related Research

Belch & Belch (2018) explains that integrated marketing communication plays a significant role in creating brand message consistency, which helps enhance brand awareness and clear image in consumers' minds, affecting value perception and long-term purchase decision behavior. Furthermore, the strategic application of innovative marketing communication tools is essential to effectively enhance brand power. By creating differentiation and increasing brand recall, these tools enable brands to maintain a competitive advantage, especially in highly volatile and competitive markets.

Logistics Management Processes in Sports Apparel Business

Concepts and Theories

Logistics management is a process involving planning, implementing, and controlling the movement and storage of goods, services, and related information from origin to consumption points to meet customer requirements efficiently and at the lowest cost (Mentzer et al., 2001). Logistics management processes involve various dimensions including demand planning, material sourcing, production, delivery, returns, and operational support, all of which are interrelated and directly impact overall supply chain efficiency.

In competitive strategy contexts, efficient logistics management processes can create competitive advantage in cost reduction (Cost Leadership) and rapid responsiveness (Speed and Agility). According to Porter (2008), cost leadership is a key mechanism in creating competitive advantage, especially for businesses operating in markets with intense price competition. Reducing operational costs, improving distribution efficiency, and minimizing inventory can help businesses offer products at more competitive prices than competitors.

Klan Khamson (2023) investigated the selection of logistics service providers for e-commerce businesses and found that the key dimensions of logistics management include transportation, data management capabilities, service levels, and warehouse management. These factors significantly influence operational efficiency, cost reduction, and the ability to respond to customer demands, ultimately leading to the creation of competitive advantage. Furthermore, the effective integration of logistics components enhances organizational competitiveness and supports sustainable business growth.

Six Main Logistics Management Processes

Logistics management processes consist of six main processes:

1. Customer Demand Planning - Forecasting and analyzing customer needs to plan production and inventory appropriately.

2. Material Sourcing - Procuring raw materials and necessary resources from suppliers with appropriate quality and costs.

3. Production - Manufacturing processes that transform raw materials into finished products according to predetermined standards and specifications.

4. Product Delivery - Transporting and delivering finished products to customers at specified locations and times.

5. Product Returns - Managing the return process of products from customers, including defective products or products that do not meet specifications.

6. Operational Support - Supporting and maintaining all processes to ensure smooth operations, such as information systems, warehouse management, and operational monitoring.

Competitive Advantage

Concepts and Theories

Competitive advantage is the capability of an organization to create more value for customers than competitors, enabling sustainable profitability and market position (Porter, 2008). According to Porter's framework, competitive advantage can be created through three main strategies: (1) Cost Leadership, creating advantage by offering products or services at lower costs than competitors; (2) Differentiation, creating advantage through presenting unique products or services that customers perceive as different and valuable; and (3) Focus Strategy, concentrating on specific customer groups or market segments.

Dovbischuk (2022) examined the innovation-oriented dynamic capabilities of logistics service providers in rapidly changing and uncertain business environments. The study found that organizations need to enhance logistics flexibility and adaptability to cope with technological changes and evolving customer demands. These capabilities contribute to improving operational performance and sustaining long-term competitive advantage.

Three Dimensions of Competitive Advantage

Competitive advantage consists of three main dimensions:

1. Low Production Cost - Capability to reduce operational costs and present products at competitive prices through efficient resource management, production process improvement, and cost reduction in supply chains.

2. Differentiation from Competitors - Capability to create uniqueness and differentiation customers can perceive, whether in product design, quality, innovation, or brand image.

3. Rapid Response - Capability to respond quickly to market demand changes, reduce production and delivery times, and efficiently adapt to environmental changes.

Conceptual Framework

The conceptual framework derived from the literature synthesis suggests that the relationships among branding, logistics management processes, and competitive advantage in sports apparel businesses can be conceptually explained. A proposed framework consists of three main components:

1. Branding consisting of seven components: Brand Identity, Brand Image, Brand Awareness, Brand Loyalty, Brand Communication, Customer Experience, and Brand Positioning.

2. Logistics Management Processes consisting of six main processes: Customer Demand Planning, Material Sourcing, Production, Product Delivery, Product Returns, and Operational Support.

3. Competitive Advantage consisting of three dimensions: Low Production Cost, Differentiation from Competitors, and Rapid Response.

The proposed framework suggests that branding contributes to competitive advantage through differentiation and customer loyalty, while logistics management processes contribute to cost efficiency and operational responsiveness. Furthermore, the integration of these factors is expected to enhance sustainable commutive advantage.

Discussion

This article reviews and synthesizes literature related to branding, logistics management processes, and competitive advantage in sports apparel businesses. The findings from the literature indicate that competitive advantage does not arise from a single factor, but from the integration of marketing strategies and operational processes.

The findings from the literature suggest that branding plays a significant role in creating competitive advantage through differentiation and customer loyalty. Brands with clear identity, consistent communication, and perceived value can enhance differentiation and reduce price sensitivity. Meanwhile, logistics management processes contribute to competitive advantage through cost efficiency and operational responsiveness.

Furthermore, the findings from the literature indicate that the integration of branding and logistics management processes is a key mechanism for achieving sustainable competitive advantage. When these factors are aligned, they enhance both emotional and functional value, creating advantages that artificial to imitate.

Theoretical Benefits

Theoretically, this study contributes to expanding knowledge on competitive advantage by presenting integrated explanations of relationships between branding and logistics management processes, which helps fill gaps in research that typically studies each factor separately. Such synthesis helps elevate competitive advantage explanations from component perspectives to more systemic perspectives.

Practical Benefits

Practically, study findings indicate that sports apparel business entrepreneurs, especially small and medium-sized enterprise entrepreneurs, should prioritize developing branding alongside consistently improving logistics management processes. Investing in branding alone or focusing solely on logistics efficiency may not be sufficient for creating long-term advantages; rather, integrating both aspects will help enhance competitiveness, reduce resource constraints, and support sustainable business growth.

Recommendations for Entrepreneurs

1. Develop brand identity connected to local contexts and create clear differentiation.
2. Create integrated brand communication systems consistent across both online and offline channels.
3. Improve logistics processes to reduce costs and increase speed of response.
4. Integrate brand promises with product and service delivery to create consistent experiences.
5. Develop data analysis capabilities to connect marketing data with logistics management.

Limitations and Recommendations for Future Research

This study is a literature review focusing on theoretical knowledge synthesis; therefore, future research should conduct empirical studies to test relationships among variables in real contexts, particularly in Chonburi Province areas. Additionally, further studies should examine moderating or mediating factors that may affect relationships among variables, such as business size, industry experience, and digital

technology usage. Qualitative studies to gain in-depth understanding of mechanisms for integrating branding and logistics processes would also benefit future knowledge development.

Conclusion

This literature review suggests that the competitive advantage of sports apparel businesses can be explained through the integrated relationships between branding and logistics management processes, serving as both a conceptual framework and a practical approach for developing strategies and improving business operations. Integrating both factors is considered for enhancing sustainable competitive advantage for SME entrepreneurs in the sports apparel industry, particularly in the context of Chonburi Province, which has strong potential for sports industry and sports tourism development.

References

Aaker, D. A. (1991). Managing brand equity: Capitalizing on the value of a brand name. New York, NY: Free Press.

Belch, G. E., & Belch, M. A. (2018). Advertising and promotion: An integrated marketing communications perspective (11th ed.). New York: McGraw-Hill Education.

Christopher, M & Peck, H (2004). Building the Resilient Supply Chain. The International Journal of Logistics Management, 15(2), 1–14. https://doi.org/10.1108/09574090410700275

Dovbischuk, I. (2022). Innovation-oriented dynamic capabilities of logistics service providers, dynamic resilience and firm performance during the COVID-19 pandemic. The International Journal of Logistics Management, *33*(2), 499–519. https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2021-0059

Kamonmarl, P., Makmee, P., Buranadechachai, S., Sasiprapha, P., Chardenwattana, S., Julvanichpong, T., & Singhnoy, C. (2023). The impact of sports tourism and digital integrated marketing communication on sports tourism management in the Eastern Economic Corridor (EEC) of Thailand. Journal of Education and Innovation, 25(4), 58–67. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/254308 (in Thai)

Klan Khamson, S. (2023). Selection of logistics service providers for e-commerce businesses using fuzzy grey relational analysis. KMUTT Research and Development Journal, 46(4), 353–368. https://doi.org/10.14456/kmuttrd.2023.22

Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. Journal of Business Logistics, 22(2), 1-25. https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x

Porter, M. E. (2008). Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. New York, NY: Simon & Schuster.

Watchravesringkan, K., Hodges, N. N., Yurchisin, J., Hegland, J., Karpova, E., Marcketti, S., & Yan, R. N. (2013). Modeling entrepreneurial career intentions among undergraduates: An examination of the moderating role of entrepreneurial knowledge and skills. Family and Consumer Sciences Research Journal, 41(3), 325-342. https://doi.org/10.1111/fcsr.12014

Yanpitak, P. (2023). Brand value creation of businesses in online marketplaces. Western University Research Journal of Humanities and Social Science, 9(1), 275–288. https://so04.tci-thaijo.org/index.php/WTURJ/article/view/262978 (in Thai)

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand
วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

การพัฒนาพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามวัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุก

DEVELOPMENT OF AGE-APPROPRIATE DIETARY BEHAVIOR AMONG GRADE 7 STUDENTS THROUGH ACTIVE COOPERATIVE LEARNING

ณิชกมล ทำนา[1*] และ ปาริชาติ ประเสริฐสังข์[1]
Nitchakamon Tamna[1*] and Parichart Prasertsang[1]
[1]คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด
[1]Faculty of Education and Human Development, Roi Et Rajabhat University, Roi Et Province
[*]Corresponding Author: nitchakamon098@gmail.com

Received: March 28, 2026 **Revised:** April 19, 2026 **Accepted:** April 27, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความรู้ด้านโภชนาการและส่งเสริมพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามวัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุก ดำเนินการศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนร่องคำวิทยานุกูล จำนวน 15 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุกจำนวน 12 แผน แบบทดสอบความรู้ด้านโภชนาการ และแบบสอบถามพฤติกรรมการบริโภคอาหาร การดำเนินการวิจัยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการจำนวน 3 วงจร โดยในแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอนสำคัญตามแนวคิด PAOR ได้แก่ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนผล (Reflection) เพื่อให้เกิดการพัฒนาพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งการทดสอบทีสำหรับกลุ่มเป้าหมายสัมพันธ์ (paired-sample t-test) และการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพล (Cohen's d) ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความรู้ด้านโภชนาการของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกวงจร โดยค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 7.20 (SD = 2.95) ในวงจรที่ 1 เป็น 12.60 (SD = 1.70) ในวงจรที่ 3 และมีขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (d = 0.76–1.65) แสดงถึงนัยสำคัญเชิงปฏิบัติของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ ผลการพัฒนาพฤติกรรมในทิศทางเดียวกับความรู้ที่ตั้งไว้ โดยข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่เหมาะสมมากขึ้น สามารถวิเคราะห์ข้อมูลโภชนาการ เลือกบริโภคอาหารอย่างมีเหตุผล และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง โดยสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุกบูรณาการร่วมกับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทั้งความรู้และพฤติกรรมสุขภาพของผู้เรียนอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุก, พฤติกรรมการบริโภคอาหาร, โภชนาการวัยเรียน, นักเรียนมัธยมศึกษา, การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Abstract

This action research aimed to develop nutritional knowledge and promote age-appropriate dietary behaviors among Grade 7 students using active cooperative learning activities. The study was conducted during the second semester of the 2025 academic year. The target group consisted of 15 Grade 7 students from Rongkham Wittayanukul School, obtained through purposive sampling. The research instruments included 12 active cooperative learning lesson plans, a nutritional knowledge test, and a dietary behavior questionnaire.The research was implemented through a three-cycle action research process, with each cycle comprising four essential stages based on the PAOR framework: Planning, Action, Observation, and Reflection, to ensure continuous behavioral development. Data were analyzed using descriptive statistics

(mean and standard deviation), the dependent t-test (paired-sample t-test), and effect size analysis (Cohen's d). The results indicated that students' nutritional knowledge scores increased significantly at the .05 level across all cycles. The mean score rose from 7.20 (SD = 2.95) in Cycle 1 to 12.60 (SD = 1.70) in Cycle 3. The effect sizes ranged from moderate to large (d = 0.76–1.65), demonstrating the practical significance of the learning activities. Furthermore, dietary behavior development showed a positive trend consistent with the knowledge gains. Qualitative findings revealed that students exhibited more appropriate dietary behaviors, including an improved ability to analyze nutritional information, make rational food choices, and effectively apply their knowledge to daily life. In conclusion, integrating active cooperative learning with the action research process is an effective approach for the sustainable development of both health knowledge and dietary behaviors among learners.

Keywords: Active cooperative learning, Dietary behavior, Nutrition education, Adolescents, Action research

บทนำ

ปัจจุบันสังคมไทยเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี ซึ่งส่งผลต่อรูปแบบการดำเนินชีวิตและพฤติกรรมสุขภาพของประชาชน โดยเฉพาะพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ไม่เหมาะสม การบริโภคอาหารที่มีไขมัน น้ำตาล และโซเดียมสูง รวมถึงการละเลยการรับประทานอาหารให้ครบถ้วนตามหลักโภชนาการ กลายเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่นำไปสู่โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable diseases: NCDs) เช่น โรคอ้วนและโรคเบาหวาน (Afshin et al., 2019)

สถานการณ์ดังกล่าวส่งผลกระทบต่อเด็กวัยเรียนอย่างชัดเจน โดยปัญหาโภชนาการสามารถจำแนกตามแนวคิด K-A-P ได้ดังนี้ ด้านความรู้ (knowledge) นักเรียนยังขาดความเข้าใจในการเลือกซื้ออาหารและมักได้รับข้อมูลที่คลาดเคลื่อนจากสื่อสังคมออนไลน์ ด้านเจตคติ (attitude) พบค่านิยมการบริโภคที่เน้นรสชาติและความสะดวกมากกว่าคุณค่าทางโภชนาการ และ ด้านพฤติกรรม (practice) พบการงดมื้อเช้า การรับประทานอาหารไม่ครบ 5 หมู่ และการบริโภคอาหารแปรรูปสูง (ultra-processed foods) อยู่ในระดับสูงอย่างต่อเนื่อง (Thai Health Promotion Foundation, 2023) ปัญหาเหล่านี้ไม่เพียงส่งผลต่อภาวะน้ำหนักเกินที่พบสูงถึง 1 ใน 10 แต่ยังกระทบต่อสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่ผ่านมา หน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง อาทิ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ได้ดำเนินงานเชิงนโยบายอย่างต่อเนื่อง เช่น โครงการโรงเรียนส่งเสริมสุขภาพ และนโยบายลดหวานมันเค็มในสถานศึกษา อย่างไรก็ตาม ในระดับการจัดการเรียนการสอนจริงยังพบ "ช่องว่าง" (gap) เมื่อการสอนแบบเดิมใช้ไม่ได้ผล และกลุ่มเป้าหมายอยู่ในช่วงวัยที่สำคัญที่สุด การวิจัยครั้งนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง สำคัญ คือรูปแบบการสอนสุขศึกษาของครูไทยส่วนใหญ่ยังเป็นแบบดั้งเดิมที่เน้นการบรรยาย (passive learning) ซึ่งให้ผลเพียงด้านความรู้เชิงทฤษฎี แต่ไม่สามารถขับเคลื่อนไปสู่การเปลี่ยนแปลงเจตคติและพฤติกรรมสุขภาพในชีวิตประจำวันได้ (Chaiyasathan, 2025)

แม้ว่าหลักสูตรสุขศึกษาและพลศึกษาจะมีการบรรจุเนื้อหาด้านโภชนาการอย่างต่อเนื่อง ช่องว่างดังกล่าวยิ่งทวีความสำคัญเมื่อพิจารณาที่กลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงวัยรุ่นตอนต้น (early adolescence) เป็นช่วงวัย "หัวเลี้ยวหัวต่อ" ที่นักเรียนเริ่มมีอิสระในการตัดสินใจเลือกซื้ออาหารด้วยตนเองสูงขึ้น และได้รับอิทธิพลอย่างมากจากกลุ่มเพื่อนและสื่อ (Story et al., 2008) หากไม่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์และการกำกับตนเอง (Self-regulation) นักเรียนกลุ่มนี้จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่เหมาะสมสะสมไปจนถึงวัยผู้ใหญ่ แต่รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่เน้นการบรรยาย (passive learning) ยังไม่สามารถส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Chaiyasathan, 2025) ในทางตรงกันข้าม แนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) ได้รับการยืนยันว่ามีประสิทธิภาพในการพัฒนาทั้งความรู้และพฤติกรรมของผู้เรียน เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Freeman et al., 2014; Johnson et al., 2008)

นอกจากนี้ งานวิจัยล่าสุดยังชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้ผ่านกลุ่มเพื่อน (peer-led intervention) เป็นกลไกสำคัญในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหารของวัยรุ่น เนื่องจากผู้เรียนมีแนวโน้มที่จะยอมรับและเลียนแบบพฤติกรรมจากกลุ่ม

เพื่อนมากกว่าการได้รับคำแนะนำจากครูเพียงอย่างเดียว (Ekubagewargies et al., 2025) อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ายังมีการศึกษาที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุกเข้ากับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) เพื่อพัฒนาพฤติกรรมการบริโภคอาหารในบริบทของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาค่อนข้างจำกัด

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามวัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุกควบคู่กับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ความตระหนัก และสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหารได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน การศึกษานี้มุ่งเน้นทั้งการเปรียบเทียบความรู้และพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การพัฒนาพฤติกรรมการบริโภคอาหารผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการจำนวน 3 วงจร เพื่อเป็นกลไกในการแก้ปัญหาและพัฒนาพฤติกรรมสุขภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ตลอดจนการประเมินประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากสัดส่วนนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ทั้งนี้ คาดว่าผลการวิจัยจะนำไปสู่องค์ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุกกับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนในบริบททางการศึกษา โดยมีกรอบแนวคิดการวิจัยดัง Figure 1.

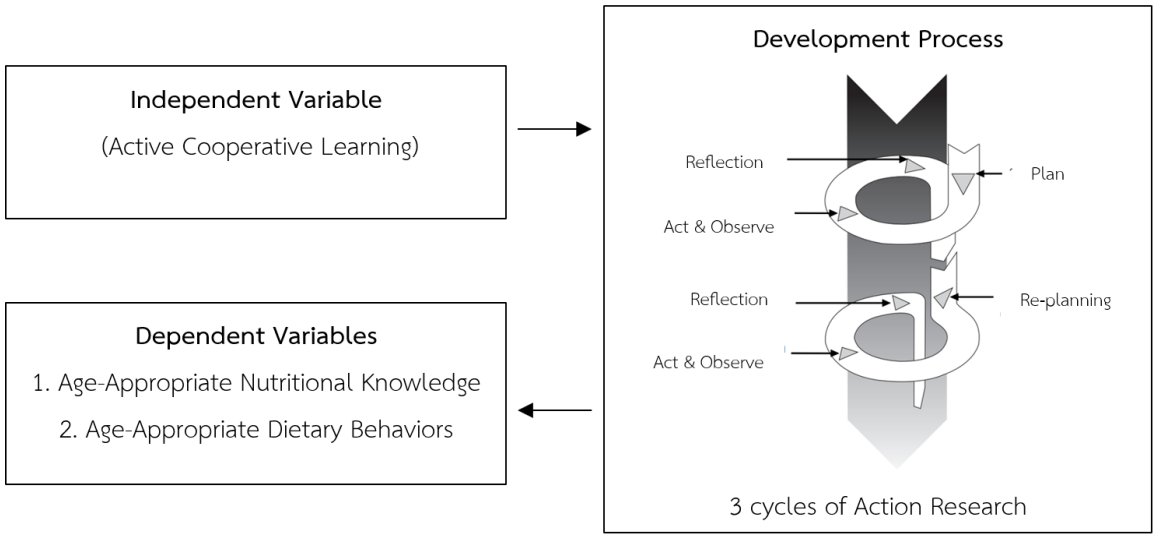


Figure 1. Conceptual Framework

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988) ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติอย่างเป็นระบบผ่านกระบวนการวนซ้ำ (iterative process) การวิจัยครั้งนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด เลขที่รับรอง 012/2568 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามวัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุก การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการ (three cycles) โดยในแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. ขั้นการวางแผน (Planning) ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหา วิเคราะห์พฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักเรียน และออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุก (active cooperative learning) พร้อมทั้งพัฒนาเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบความรู้ด้านโภชนาการ แบบสอบถามพฤติกรรมการบริโภคอาหาร และแบบสังเกตพฤติกรรม

2. ขั้นการปฏิบัติ (Action) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 15 คน โดยเน้นการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (learning by doing) การทำงานกลุ่ม และการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกบริโภคอาหาร

3. ขั้นการสังเกต (Observation) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยใช้แบบทดสอบแบบสอบถาม และแบบสังเกต เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้และพฤติกรรมของผู้เรียนในแต่ละวงจร

4. ขั้นการสะท้อนผล (Reflection) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อประเมินประสิทธิผลของกิจกรรม และใช้ผลการสะท้อนดังกล่าวในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

ประชากร

ประชากรของการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนร่องคำวิทยานุกูล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จังหวัดร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2568

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 15 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยคัดเลือกจากห้องเรียนที่ผู้วิจัยปฏิบัติหน้าที่สอนและพบปัญหาด้านพฤติกรรมการบริโภคอาหาร การเลือกกลุ่มเป้าหมายในลักษณะดังกล่าวมีความเหมาะสมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาและแก้ไขปัญหาในบริบทเฉพาะของห้องเรียน

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย และ (2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุกในรายวิชาสุขศึกษา เรื่อง “วัยรุ่นกับโภชนาการเพื่อสร้างเสริมสุขภาพ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 แผน รวมระยะเวลา 12 ชั่วโมง โดยออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) ซึ่งเน้นการมีส่วนร่วม การทำงานกลุ่ม และการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยอาศัยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือดังนี้

2.1 แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหาร เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามเบื้องต้นจำนวน 25 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) พบว่ามีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC ≥ 0.50) จำนวน 21 ข้อ โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60–1.00 ส่วนข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตัดออก และคัดเลือกข้อสอบที่สมบูรณ์ที่สุดจำนวน 15 ข้อ เพื่อนำไปทดลองใช้ (Try-out) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่น (reliability) ด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s alpha) มากกว่า 0.70

2.2 แบบสอบถามพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามวัย เป็นแบบมาตรประมาณค่า (rating scale) 3 ระดับ จำนวน 15 ข้อ ผลการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80–1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมืออยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (มากกว่า 0.70)

2.3 เครื่องมือเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์และแบบสังเกตพฤติกรรม เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลเชิงลึกและสะท้อนการเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตลอดการวิจัย

ทั้งนี้ ภายหลังการตรวจสอบคุณภาพ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขภาษาและเนื้อหาของเครื่องมือตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้มีความชัดเจนและเหมาะสมกับระดับชั้นของกลุ่มเป้าหมายก่อนนำไปใช้จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988) โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะก่อนดำเนินการ (pre-intervention) ระยะดำเนินการ (during-intervention) และระยะหลังดำเนินการ (post-intervention)

1. ระยะก่อนดำเนินการผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการดำเนินงาน และสิทธิของผู้เข้าร่วมวิจัย พร้อมทั้งขอความยินยอม (informed consent) จากนั้นดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (pre-test) เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานด้านการบริโภคอาหาร และประเมินพฤติกรรมการบริโภคอาหารเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลฐาน (baseline data)

2. ระยะดำเนินการผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบในแต่ละวงจรปฏิบัติการจำนวน 3 วงจร โดยใช้กระบวนการวางแผน (planning) การปฏิบัติ (action) การสังเกต (observation) และการสะท้อนผล (reflection) ข้อมูลเชิงปริมาณได้จากการทดสอบความรู้และการประเมินพฤติกรรมภายหลังการจัดกิจกรรมในแต่ละวงจร ขณะที่ข้อมูลเชิงคุณภาพได้จากการสังเกตพฤติกรรม การบันทึกหลังการสอน (reflective journal) และการสัมภาษณ์ผู้เรียน เพื่อสะท้อนการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม และนำไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

3. ระยะหลังดำเนินการผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (post-test) และประเมินพฤติกรรมการบริโภคอาหารอีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบผลการพัฒนา และพิจารณาจำนวนนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล ผู้วิจัยใช้การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (data triangulation) โดยรวบรวมข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลาย ได้แก่ แบบทดสอบความรู้ (cognitive domain) แบบสังเกตพฤติกรรม (behavioral domain) และการสัมภาษณ์ผู้เรียน (affective domain) เพื่อยืนยันความสอดคล้องของผลการเปลี่ยนแปลง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วน คือการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนความรู้ด้านโภชนาการจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ รวมทั้งข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคอาหารจากแบบสอบถาม โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD) เพื่ออธิบายลักษณะข้อมูลและพัฒนาการของผู้เรียน ก่อนการวิเคราะห์เชิงอนุมาน ได้แก่ การกระจายตัวแบบปกติของข้อมูล (normality assumption) เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้สถิติพาราเมตริก พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จึงสามารถใช้สถิติ t-test สำหรับกลุ่มเป้าหมายสัมพันธ์ได้ การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนดำเนินการโดยใช้สถิติ t-test สำหรับกลุ่มเป้าหมายสัมพันธ์ (paired-sample t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนในแต่ละช่วงเวลา โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ผู้วิจัยได้คำนวณขนาดอิทธิพล (effect size) โดยใช้ค่า Cohen's d เพื่อประเมินนัยสำคัญเชิงปฏิบัติของผลการจัดการเรียนรู้ โดยแปลผลตามเกณฑ์ของ Cohen ได้แก่

ค่า d ≈ 0.20 แสดงถึงขนาดอิทธิพลระดับเล็ก (small effect)

ค่า d ≈ 0.50 ระดับปานกลาง (medium effect)

ค่า d ≥ 0.80 ระดับสูง (large effect)

2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) จากข้อมูลการสังเกตพฤติกรรม การบันทึกหลังการสอน และการสัมภาษณ์ผู้เรียน โดยจำแนกข้อมูลออกเป็นประเด็นสำคัญ (themes) และสังเคราะห์ในลักษณะเชิงพรรณนา เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรม ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการจำนวน 3 วงจร เพื่อพัฒนาพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามวัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 15 คน โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารในแต่ละวงจรเพื่อติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน ผลการวิเคราะห์คะแนนความรู้ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกวงจร โดยวงจรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.20 (SD = 2.95) เพิ่มขึ้นเป็น 10.53 (SD = 2.10) ในวงจรที่ 2 และสูงสุดในวงจรที่ 3 เท่ากับ 12.60 (SD = 1.70) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์รายบุคคล พบว่า ภายหลังสิ้นสุดวงจรที่ 3 นักเรียนทั้ง 15 คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (10.50 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มเป้าหมาย

ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความรู้โดยใช้สถิติ t-test สำหรับกลุ่มเป้าหมายสัมพันธ์ (paired-sample t-test) พบว่า คะแนนความรู้ของนักเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกการเปรียบเทียบ ($p < .05$)

โดยคะแนนในวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 สูงกว่าวงจรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -4.62$, $p < .001$ และ $t = -6.40$, $p < .001$ ตามลำดับ) นอกจากนี้ คะแนนในวงจรที่ 3 ยังสูงกว่าวงจรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -2.95$, $p = .011$) เมื่อพิจารณาขนาดอิทธิพล (Cohen's d) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.76–1.65 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง โดยเฉพาะการเปรียบเทียบระหว่างวงจรที่ 1 และวงจรที่ 3 มีขนาดอิทธิพลในระดับสูง ($d = 1.65$) สะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ของผู้เรียนในระดับมากรายละเอียดแสดงดัง Table 1

Table 1. Results of Paired-Sample t-test for Differences in Knowledge Scores Across Research Cycles

Comparison	n	M (SD) – Cycle 1	M (SD) – Cycle 2	Mean Diff.	t(df)	p	d	Interpretation
Cycle 1 vs 2	15	7.20 (2.95)	10.53 (2.10)	-3.33	-4.62 (14)	< .001	1.19	Large
Cycle 1 vs 3	15	7.20 (2.95)	12.60 (1.70)	-5.40	-6.40 (14)	< .001	1.65	Large
Cycle 2 vs 3	15	10.53 (2.10)	12.60 (1.70)	-2.07	-2.95 (14)	.011	0.76	Moderate

Note:
M = Mean; SD = Standard Deviation; Mean Diff. = Mean Difference; SD Diff. = Standard Deviation of differences. Effect size interpretation followed Cohen's criteria: small ($d = 0.20$), moderate ($d = 0.50$), and large ($d \geq 0.80$). Paired-sample t-test was used, with significance level set at $p < .05$.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการสังเกตพฤติกรรม การบันทึกหลังการสอน และการสัมภาษณ์ผู้เรียนรายบุคคลตลอดทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อสะท้อนพัฒนาการของผู้เรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย จำแนกออกเป็น 3 ประเด็นสำคัญ ได้แก่

1) เพื่อเปรียบเทียบความรู้ด้านโภชนาการของกลุ่มเป้าหมายก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุก

2) เพื่อศึกษาพัฒนาการของพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามวัยของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการจำนวน 3 วงจร

3) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยพิจารณาจากสัดส่วนนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

นอกจากนี้ จากการสะท้อนผลในแต่ละวงจร พบว่าอุปสรรคในระยะแรก ได้แก่ ความเขินอายและการขาดทักษะการสื่อสาร ซึ่งลดลงในวงจรถัดไป

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุกสามารถพัฒนาผู้เรียนได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยมีประเด็นสำคัญ (1) การพัฒนาความรู้ด้านโภชนาการ คะแนนความรู้ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกวงจรปฏิบัติการ และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีขนาดอิทธิพล (d) อยู่ระหว่าง 0.76–1.65 ซึ่งแสดงถึงนัยสำคัญเชิงปฏิบัติในระดับสูง สะท้อนถึงประสิทธิผลของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (learner-centered approach) และการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงของผู้เรียน ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaiyasathan (2025) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ลักษณะนี้ช่วยกระตุ้นแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Freeman et al. (2014) ซึ่งรายงานจากการวิเคราะห์เมตาว่า การเรียนรู้เชิงรุกช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีกว่าการเรียนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าการเรียนรู้เชิงรุกเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ วิเคราะห์ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดความเข้าใจเชิงลึกและการจดจำในระยะยาว ประเด็นสำคัญคือ ขนาดอิทธิพลของผลการวิจัยอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (Cohen's d = 0.76–1.65) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุกไม่เพียงมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น แต่ยังมีนัยสำคัญเชิงปฏิบัติ (practical significance) ต่อการพัฒนา

ผู้เรียน กล่าวคือ ผู้เรียนไม่ได้เพียงมีคะแนนเพิ่มขึ้น แต่ยังสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (2) การส่งเสริมพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามวัย ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณจากแบบสอบถามพบว่า นักเรียนมีคะแนนพฤติกรรมการบริโภคอาหารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) จากระดับน้อยในวงจรที่ 1 ($M = 1.62$) สู่ระดับมากในวงจรที่ 3 ($M = 2.58$) สอดคล้องกับข้อมูลเชิงคุณภาพที่พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากการเลือกบริโภคตามความพึงพอใจไปสู่การตัดสินใจโดยคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น เช่น การอ่านฉลากโภชนาการและการจัดสัดส่วนอาหารอย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยล่าสุดของ Ekubagewargies et al. (2025) ที่ชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้ผ่านกลุ่มเพื่อน (Peer-led) และการสะท้อนคิดร่วมกันในกิจกรรมเชิงรุก เป็นกลไกสำคัญในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพของวัยรุ่น พฤติกรรมที่เปลี่ยนไปนี้อธิบายได้ด้วยทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมของ Bandura (1977) ซึ่งระบุว่าพฤติกรรมของบุคคลเกิดจากการสังเกตและเลียนแบบจากผู้อื่น โดยเฉพาะในวัยรุ่นที่ได้รับอิทธิพลจากกลุ่มเพื่อนสูง การจัดกิจกรรมแบบร่วมมือจึงช่วยส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการเสริมแรงทางสังคม ซึ่งนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับ Ekubagewargies et al. (2025) ที่ยืนยันว่าการเรียนรู้ผ่านกลุ่มเพื่อนเป็นกลไกสำคัญในการส่งเสริมพฤติกรรมการบริโภคที่เหมาะสมและยั่งยืน

นอกจากนี้ ความสำเร็จที่นักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ครบทุกคน สะท้อนถึงประสิทธิภาพของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในแต่ละวงจร โดยผู้วิจัยสามารถใช้ข้อมูลจากการสะท้อนผล (reflection) เพื่อปรับปรุงกิจกรรมให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988) ที่เน้นการพัฒนาอย่างเป็นระบบผ่านวงจรการวางแผน ปฏิบัติ สังเกต และสะท้อนผล

อีกประเด็นสำคัญคือ การพัฒนาทักษะทางสังคมของผู้เรียนควบคู่กับความรู้ด้านโภชนาการ โดยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการทำงานเป็นทีม การสื่อสาร และการแก้ปัญหาร่วมกันดีขึ้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือไม่เพียงส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ยังส่งเสริมทักษะทางสังคมและการเรียนรู้เชิงลึกของผู้เรียน ทั้งนี้สอดคล้องกับ Johnson et al. (1998) ที่ระบุว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยเสริมสร้างทั้งความรู้ทางวิชาการและทักษะทางสังคมอย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุกควบคู่กับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้ พฤติกรรม และทักษะทางสังคมของผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพในบริบทของสถานศึกษาได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่ใช้กลุ่มเป้าหมายขนาดเล็กจำนวน 15 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงในโรงเรียนเพียงแห่งเดียว ส่งผลให้ข้อค้นพบมีข้อจำกัดด้านการอ้างอิงทั่วไป ไปยังบริบทอื่นที่มีความแตกต่างทางสังคม วัฒนธรรม หรือสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้

2. ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยจำกัดอยู่ในช่วงของการจัดกิจกรรมจำนวน 12 แผนการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้และพฤติกรรมในระยะสั้นได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ยังไม่สามารถยืนยันความคงทนของพฤติกรรมในระยะยาวได้

3. พฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักเรียนอาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายนอกที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพแวดล้อมในครอบครัว เศรษฐฐานะ อาหารที่ผู้ปกครองจัดเตรียม และอิทธิพลของสื่อสังคมออนไลน์ ซึ่งอาจส่งผลต่อความตรงภายในของข้อมูลในบางประการ

ดังนั้น การนำผลการวิจัยไปใช้ควรพิจารณาภายใต้บริบทของการศึกษา และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มเป้าหมายและบริบทที่หลากหลาย รวมถึงการติดตามผลในระยะยาว เพื่อยืนยันความคงทนของพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลง

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามวัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุก จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการ 3 วงจรปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยเพิ่มจาก 7.20 ในวงจรที่ 1 เป็น 12.60 ในวงจรที่ 3 และนักเรียนทั้งหมดสามารถผ่านเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ที่กำหนดไว้ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม) คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มเป้าหมาย ในด้านพฤติกรรม นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภค

อาหารไปในทิศทางที่เหมาะสมมากขึ้น โดยสามารถวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและเลือกบริโภคอาหารอย่างมีเหตุผล รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ ผู้เรียนยังมีพัฒนาการด้านทักษะทางสังคม ได้แก่ การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร และการแก้ปัญหาร่วมกัน โดยสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเชิงรุกควบคู่กับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้ พฤติกรรม และทักษะทางสังคมของผู้เรียน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณโรงเรียนร่องคำวิทยานุกูล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จังหวัดร้อยเอ็ด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินการวิจัย รวมถึงคณะครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมกิจกรรมและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Afshin, A., Sur, P. J., Fay, K. A., Cornaby, L., Ferrara, G., Salama, J. S., ... Murray, C. J. (2019). Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. The Lancet, 393(10184), 1958–1972. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30041-8

Bandura, A. (1977). Social learning theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Chaiyasathan, E. (2025). The development of a learning model and learning achievement in health education of Grade 7 students through active learning based on the 4H process. Nakhon Si Thammarat Rajabhat University Journal of Education, 4(2), e1983. https://so16.tci-thaijo.org/index.php/EJ-NSTRU/article/view/1983 (in Thai)

Ekubagewargies, D. T., Ahmed, F., & Lee, P. (2025). Effectiveness of peer-led interventions in improving the dietary behavior of adolescents in low- and middle-income countries: A systematic review. Nutrition Reviews, 83(7), 1183–1197. https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaf037

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. 2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410–8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (2008). Cooperation in the classroom (8th ed.). Edina, MN: Interaction Book Company

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1998). Cooperative learning returns to college: What evidence is there that it works? Change: The Magazine of Higher Learning, 30(4), 26–35. https://doi.org/10.1080/00091389809602629

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). The action research planner. Geelong, Victoria: Deakin University Press.

Story, M., Kaphingst, K. M., Robinson-O'Brien, R., & Glanz, K. (2008). Creating healthy food and eating environments: Policy and environmental approaches. Annual Review of Public Health, 29, 253–272. https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090926

Thai Health Promotion Foundation. (2023). ThaiHealth watch 2023: Direction of Thai people's health [Online]. Retrieved August 14, 2024, from: https://www.thaihealth.or.th/content-detail/54ce62c8-0a99-4f46-a1ef-8ecd6cd17c45 (in Thai)

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

ผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสานที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

EFFECTS OF BADMINTON LEARNING MANAGEMENT USING MIXED TRAINING MODEL ON PHYSICAL FITNESS AND MOVEMENT SKILLS OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS AT CHULALONGKORN UNIVERSITY DEMONSTRATION SECONDARY SCHOOL

วชิรวิทย์ ช้างแก้ว[1*]
Wachiravit Changkaew[1*]
[1]กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร
[1]Department of Health Education & Physical Education, Chulalongkorn University Demonstration Secondary School, Faculty of Education, Chulalongkorn University, Bangkok
[*]Corresponding Author: Wachiravit.c@chula.ac.th

Received: April 6, 2026 **Revised:** May 2, 2026 **Accepted:** May 7, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวก่อนและหลังการทดลองของนักเรียน และ 2) เปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 50 คน คัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) และแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 แผน แบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย และแบบทดสอบทักษะการเคลื่อนไหว ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในระดับสูง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (Paired Sample t-test) และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างอิสระ (Independent Samples t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 พร้อมรายงานขนาดอิทธิพล (Effect size: Cohen's d) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบหลังการทดลองระหว่างกลุ่ม พบว่า กลุ่มทดลองมีสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีขนาดอิทธิพลในระดับปานกลางถึงสูง สรุปผลการวิจัย การจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสานมีประสิทธิผลในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และมีความสำคัญเชิงปฏิบัติ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนพลศึกษาเพื่อส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: รูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน, สมรรถภาพทางกาย, ทักษะการเคลื่อนไหว, แบดมินตัน

Abstract

This study aimed to 1) compare physical fitness and movement skills before and after the intervention, and 2) compare physical fitness and movement skills between the experimental group and the control group after the intervention. The sample consisted of 50 ninth-grade students selected through purposive sampling and divided into two groups: an experimental group receiving badminton instruction using a mixed training model, and a control group receiving conventional instruction. The intervention was conducted over a period of eight weeks. The research instruments included eight lesson

plans, a physical fitness test, and a movement skills test, all of which demonstrated high content validity. Data were analyzed using mean, standard deviation, paired sample t-tests, and independent samples t-tests at the .05 significance level. Effect size was also reported using Cohen's d. The results revealed that the experimental group showed significantly higher physical fitness and movement skills after the intervention compared to before the intervention ($p < .05$), with moderate to large effect sizes. Furthermore, the experimental group demonstrated significantly higher physical fitness and movement skills than the control group after the intervention ($p < .05$), with moderate to large effect sizes. Conclusion: The mixed training model is effective in improving students' physical fitness and movement skills, with both statistical and practical significance. This approach can be applied to enhance physical education instruction and support the development of students' physical performance and movement skills at the secondary school level.

Keywords: Mixed Training Model, Physical Fitness, Movement Skills, Badminton

บทนำ

สมรรถภาพทางกายและการเคลื่อนไหวเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของบุคคลในทุกช่วงวัย โดยเฉพาะในกลุ่มเยาวชนซึ่งอยู่ในช่วงการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม รายงานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 2022) ระบุว่า มากกว่าร้อยละ 80 ของวัยรุ่นทั่วโลกมีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในเพศหญิงที่มีระดับการเคลื่อนไหวต่ำกว่าเพศชาย ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องคือพฤติกรรมเนือยนิ่งและการใช้เวลาอยู่กับสื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นเวลานาน ซึ่งส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพทางกายและความสามารถในการเคลื่อนไหวของเยาวชน

ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลภาวะโภชนาการปี 2566 โดย Department of Health (2023) พบว่า เด็กวัยเรียนอายุ 6–14 ปี มีภาวะเริ่มอ้วนและอ้วนร้อยละ 13.0 และเพิ่มเป็นร้อยละ 16.9 ในกลุ่มเยาวชนอายุ 15–18 ปี ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 12.0 อีกทั้งยังสะท้อนว่าเยาวชนไทยติด 1 ใน 3 ของอาเซียนที่มีภาวะน้ำหนักเกิน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัญหาดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการมีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ ประกอบกับบริบทของสังคมดิจิทัลที่เยาวชนไทยกว่าร้อยละ 96.2 ใช้สื่อออนไลน์เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน (Mahidol University, 2024) สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการส่งเสริมกิจกรรมทางกายและพัฒนาสมรรถภาพทางกายควบคู่กับทักษะการเคลื่อนไหวอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในบริบทของสถานศึกษา ซึ่งเป็นหน่วยสำคัญในการปลูกฝังพฤติกรรมสุขภาพของผู้เรียน ดังนั้น การจัดการเรียนรู้รายวิชาพลศึกษาจึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวของนักเรียน เพื่อส่งเสริมสุขภาวะและคุณภาพชีวิตในระยะยาว

การจัดการเรียนรู้รายวิชาพลศึกษา โดยเฉพาะกีฬาแบดมินตัน เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยพัฒนาทั้งสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวเฉพาะทาง เช่น การก้าวเท้า การเปลี่ยนทิศทาง และการทรงตัว ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันและการเล่นกีฬา จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในช่วงปี พ.ศ. 2561–2566 พบว่ามีการนำนวัตกรรมและวิธีการสอนที่หลากหลายมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบดมินตัน เช่น ระบบเพื่อนช่วยเพื่อน สถานการณ์จำลอง และสื่อดิจิทัล ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาที่บูรณาการการพัฒนาสมรรถภาพทางกายร่วมกับทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตัน ภายใต้รูปแบบการฝึกที่เป็นระบบเดียวกัน ในบริบทของการจัดการเรียนรู้รายวิชาพลศึกษาระดับมัธยมศึกษาอย่างชัดเจน ซึ่งสะท้อนถึงช่องว่างขององค์ความรู้ที่จำเป็นต้องได้รับการศึกษาเพิ่มเติม

ซึ่งผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษารูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน เป็นการเคลื่อนไหวเชิงสัญลักษณ์ (Alphabet Patterns) 11 รูปแบบ รวมการออกกำลังกายหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยเน้นการพัฒนาความแข็งแรง ความทนทาน ความคล่องตัว และการประสานสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตัน เนื่องจากเป็นกีฬาที่ต้องอาศัยการเคลื่อนไหวหลายทิศทางและการตอบสนองที่รวดเร็วกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นช่วงวัยที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทั้งในด้านส่วนสูง น้ำหนัก และสัดส่วนร่างกาย การได้รับฝึกที่เหมาะสมจะช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางร่างกายให้สมบูรณ์และป้องกันปัญหาสุขภาพในระยะยาว

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่สำคัญต่อกีฬาแบดมินตัน ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวในสนาม เช่น การเคลื่อนที่ การเปลี่ยนทิศทาง และการทรงตัว ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการปฏิบัติทักษะในกีฬาแบดมินตัน

จากช่องว่างขององค์ความรู้ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสานที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหว ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม 2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหว หลังการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน (Mixed Training Model) ซึ่งกำหนดให้เป็นตัวแปรต้น โดยคาดว่าจะส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ รวมถึงทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตัน ได้แก่ การเคลื่อนที่ การเปลี่ยนทิศทาง และการทรงตัว ซึ่งกำหนดเป็นตัวแปรตาม โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการฝึกแบบผสมผสานมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทั้งสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวของผู้เรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีการออกแบบการวิจัยแบบสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการทดลอง การวิจัยนี้ได้รับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (เลขที่รับรอง 680320) และได้รับอนุมัติให้ดำเนินการวิจัย เมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2568

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 690 คน (Registration and Evaluation Unit Chulalongkorn University Demonstration Secondary School, 2025)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 50 คน คัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากผู้เรียนในรายวิชาแบดมินตัน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 เนื่องจากเป็นช่วงวัยที่ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและทักษะกีฬา อีกทั้งมีพื้นฐานทักษะการเคลื่อนไหวเพียงพอสำหรับการเรียนรู้ทักษะเฉพาะทางในกีฬาแบดมินตัน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง (n = 25) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน และกลุ่มควบคุม (n = 25) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การคัดเข้าและการคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

การคัดเข้า

1) นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2) นักเรียนสมัครใจเข้าร่วมการทดลองตลอดระยะเวลาการจัดการเรียนรู้
3) นักเรียนมีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ ไม่มีโรคประจำตัวที่เป็นอันตรายต่อการออกกำลังกาย
4) ผู้ปกครองยินยอมให้นักเรียนเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ตลอดระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

การคัดออก

1) นักเรียนมีปัญหาสุขภาพ สูญหาย ย้ายโรงเรียน ลาออก หรือติดต่อไม่ได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อกำหนดสาระการเรียนรู้ในแผนจัดการเรียนรู้

1.2 ศึกษาการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 8 แผน

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามวัตถุประสงค์ เนื้อหา และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำผลการพิจารณามาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) โดยพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับรูปแบบฯ พบว่า โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับรูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อพิจารณารายการประเมินทุกข้อ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3, และ 4 มีค่า IOC = 0.97 และ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5, 6, 7, และ 8 มีค่า IOC = 1 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

1.5 แก้ไขปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสานไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 25 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ นำมาปรับปรุงแผนการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อนำไปใช้จริงต่อไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย และแบบทดสอบทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตัน

2.1 แบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 2) ความทนทานของกล้ามเนื้อ 3) ความอ่อนตัว 4) ระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต

2.1.2 ศึกษาแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกาย ของ Sport Science Bureau, Department of Physical Education (2019) ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษา (อายุ 13 - 18 ปี) พบว่า มีรายการทดสอบที่เหมาะสม สามารถนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ลุก-นั่ง 60 วินาที ทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อท้อง นั่งงอตัวไปข้างหน้า ทดสอบสมรรถภาพทางกายความอ่อนตัวของข้อไหล่ หลัง ข้อสะโพก และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ดันพื้น 30 วินาที ทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อแขนและกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกาย และยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที ทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต

2.1.3 กำหนดระดับในการให้คะแนน ได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง ต่ำ และ ต่ำมาก Sport Science Bureau, Department of Physical Education (2019)

2.1.4 นำแบบวัดสมรรถภาพทางกายไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องด้านภาษา จากนั้นนำผลการตรวจสอบมาหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Index of Congruence: IOC) และคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (Kanjanawasee, 2013) ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย พบว่าโดยรวมมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือได้ค่า IOC = 1 และเมื่อพิจารณารายการประเมินทุกข้อ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC= 1 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และ ลุก-นั่ง 60 วินาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.89 ค่าความเที่ยงตรง 0.92 นั่งงอตัวไปข้างหน้า มีค่าความเชื่อมั่น 0.95 ค่าความเที่ยงตรง 1.00 ดันพื้น 30 วินาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.95 ค่าความเที่ยงตรง 1.00 และยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที มีค่าความเชื่อมั่น 0.89 ค่าความเที่ยงตรง 0.88

2.2 แบบวัดทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตัน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตัน

2.2.2 สร้างแบบวัดทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันแบบ Scoring Rubrics 3 ระดับ โดยมีการทดสอบ 2 ครั้ง คะแนนเต็ม 18 คะแนน (Donie et al., 2022)

2.2.3 กำหนดเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตัน

2.2.4 กำหนดค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันและเกณฑ์การตัดสินทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตัน ดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการเคลื่อนไหว	**เกณฑ์การตัดสินทักษะการเคลื่อนไหว**
0.00 – 04.50	มีทักษะการเคลื่อนไหวในระดับควรปรับปรุง
04.51 – 09.00	มีทักษะการเคลื่อนไหวในระดับปานกลาง
09.01 – 13.50	มีทักษะการเคลื่อนไหวในระดับดี
13.51 – 18.00	มีทักษะการเคลื่อนไหวในระดับดีมาก

2.2.5 นำแบบวัดทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตันไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องด้านภาษา จากนั้นนำผลการตรวจสอบมาหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Index of Congruence: IOC) และคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (Kanjanawasee, 2013) ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตัน ได้ค่า IOC = 0.96 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ มีค่าความเชื่อมั่น 0.76 ค่าความเที่ยงตรง 0.88

2.2.6 นำแบบวัดทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตันที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีบริบทเหมือนกลุ่มตัวอย่าง

2.2.7 นำผลการวัดทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตัน ของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตร Coefficient Alpha ของ Cronbach โดยมีเกณฑ์พิจารณากำหนดค่าความเที่ยงทั้งฉบับตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป (Kanjanawasee, 2013) ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.94 แสดงว่า แบบวัดทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตัน มีความเหมาะสมและสามารถนำไปทดลองใช้ได้

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาพลศึกษาโดยรูปแบบการฝึกแบบผสมผสานที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตันในรายวิชาแบดมินตันเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดัง Table 1.

Table 1. Experimental Design

Sample Group	Pre-test		Post-test
E	O_1	X	O_2
C	O_3		O_4

E = กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน

C = กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันแบบปกติ

X = การจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน

O1, O2 = สมรรถภาพทางกาย และ ทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตันที่วัดได้ก่อนการทดลอง

O3, O4 = สมรรถภาพทางกาย และ ทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตันที่วัดได้หลังการทดลอง

2. การติดต่อประสานงานก่อนการทดลอง

2.1 ติดต่อประสานงานขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากผู้อำนวยการโรงเรียน

2.2 ชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย ขั้นตอนการวิจัย และการประเมินผลกับผู้บริหาร โรงเรียนร่วมกันกำหนดตารางเวลาการจัดการเรียนรู้รายวิชาพลศึกษาโดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน

3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ดำเนินการก่อนการทดลองกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

3.1.1 ทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตันของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มก่อนการทดลอง (Pre-test)

3.1.2 นำผลการทดสอบก่อนการทดลองของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มาเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตัน เพื่อวิเคราะห์ว่าทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันหรือไม่ โดยการทดสอบค่าที (Independent Samples t-test)

4. การดำเนินการทดลอง

นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้พลศึกษาโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน ผู้วิจัยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ สัปดาห์ละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที รวม 8 สัปดาห์ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดได้รับการจัดการเรียนรู้พลศึกษาด้วยวิธีปกติโดยมีสาระการเรียนรู้เหมือนกันจำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ สัปดาห์ละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที รวม 8 สัปดาห์เช่นกัน

5. การดำเนินงานหลังการทดลอง

5.1 ทำการทดสอบหลังการทดลอง โดยใช้แบบวัดสมรรถภาพทางกาย และทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตัน (Post-test)

5.2 นำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตันก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยการทดสอบค่าที (Paired Sample t-test) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตันก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุมโดยการทดสอบค่าที (Paired Sample t-test)

5.3 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตันหลังการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุมโดยการทดสอบค่าที (Independent Samples t-test)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูล และตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ โดยทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล (normality) ก่อนดำเนินการวิเคราะห์ จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหว โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) ดังนี้

1.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (Paired Sample t-test)

1.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างอิสระ (Independent Samples t-test)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้รายงานขนาดอิทธิพล (Effect size) โดยใช้ค่า Cohen’s d เพื่อแสดงขนาดของผลที่เกิดขึ้นและช่วยในการตีความผลการวิจัยในเชิงปฏิบัติ โดยกำหนดระดับของขนาดอิทธิพลเป็นระดับเล็ก ปานกลาง และสูง

2. สถิติที่ใช้

2.1 วิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดสมรรถภาพทางกาย และแบบวัดทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตัน โดยหาค่าตรง (Validity) และค่าความเที่ยง (Reliability)

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าขนาดอิทธิพล (effect size) ของคะแนนสมรรถภาพทางกาย และคะแนนทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตัน

2.3 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตัน ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนภายในกลุ่มทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยการทดสอบค่าที (Paired-Sample t-test)

2.4 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพทางกาย และคะแนนทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในกีฬาแบดมินตัน หลังการทดลองระหว่างนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยการทดสอบค่าที (Independent-Sample t-test)

ผลการวิจัย

คะแนนสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหว ก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบผสมผสาน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) แสดงให้เห็นว่าทั้งสองกลุ่มมีความเท่าเทียมกันก่อนการทดลอง ดังแสดงใน Table 2.

Table 2. Comparison of mean scores for physical fitness and basic movement skills in badminton before the experimental group and the control group.

Item	Control Group		Experimental Group		t	p	*d*
	Mean	SD	Mean	SD			
1. Physical fitness							
1.1 Muscular Strength	25.24	3.92	25.52	4.04	0.25	.805	0.03
1.2 Flexibility	5.96	2.35	6.00	2.24	0.06	.951	0.02
1.3 Muscular Endurance	16.60	1.73	16.36	2.00	0.45	.652	0.12
1.4 Cardiorespiratory Endurance	270.72	7.13	272.64	8.14	0.89	.379	0.25
2. Basic movement skills in badminton							
2.1 Dynamic Balance	1.32	0.48	1.32	0.48	0.00	1.000	0.00
2.2 Footwork	1.28	0.46	1.32	0.48	0.30	.763	0.25
2.3 Backward Movement	1.20	0.41	1.20	0.41	0.00	1.000	0.00
2.4 Recovery to Base	1.12	0.33	1.16	0.37	0.40	.691	0.25
2.5 8-Point Directional Movement	1.40	0.50	1.40	0.50	0.00	1.000	0.00
2.6 Movement Time per Round	1.92	0.28	2.08	0.49	1.41	.164	0.77
Total	8.24	0.93	8.52	1.26	0.89	.376	0.11

*$p < .05$

คะแนนสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหว หลังการทดลอง พบว่า กลุ่มทดลองมีสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และมีขนาดอิทธิพลในระดับสูง ขณะที่กลุ่มควบคุมไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ดังแสดงใน Table 3. และ Table 4.

Table 3. Comparison of mean scores for physical fitness and movement skills before and after the experiment within the experimental group. (n=25)

Item	Pre-test		Post-test		t	*p*	*d*
	Mean	SD	Mean	SD			
1. Physical fitness							
1.1 Muscular Strength	25.52	4.04	32.12	1.39	8.25	.00*	1.65
1.2 Flexibility	6.00	2.24	11.40	2.40	10.46	.00*	2.09
1.3 Muscular Endurance	16.36	2.00	20.96	1.49	19.92	.00*	3.98
1.4 Cardiorespiratory Endurance	272.64	8.14	284.56	6.89	8.88	.00*	1.77
2. Basic movement skills in badminton							
2.1 Dynamic Balance	1.36	0.57	2.44	0.51	13.50	.00*	0.55
2.2 Footwork	1.32	0.48	2.28	0.46	13.67	.00*	0.87
2.3 Backward Movement	1.20	0.41	2.28	0.46	10.95	.00*	1.02
2.4 Recovery to Base	1.16	0.37	2.36	0.49	12.00	.00*	0.52
2.5 8-Point Directional Movement	1.40	0.50	2.48	0.51	9.45	.00*	0.67
2.6 Movement Time per Round	2.08	0.49	2.96	0.20	10.01	.00*	2.46
Total	8.52	1.26	14.80	0.96	21.97	.00*	2.20

*$p < .05$

จาก Table 3. พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหว หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบผสมผสานสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกรายการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สมรรถภาพทางกาย

1.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 25.52 คือ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชาย และมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระดับปานกลางสำหรับเพศหญิง ส่วนหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 32.12 คือ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในระดับปานกลางสำหรับเพศชาย และมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระดับดีสำหรับเพศหญิง

1.2 ความอ่อนตัว พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 6.00 คือ มีความอ่อนตัวอยู่ในระดับต่ำมากสำหรับเพศชายและหญิง ส่วนหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 11.40 คือ มีความอ่อนตัวอยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชายและหญิง

1.3 ความทนทานของกล้ามเนื้อ พบว่า ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 16.36 คือ มีความทนทานของกล้ามเนื้ออยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชาย และอยู่ในระดับปานกลางสำหรับเพศหญิง ส่วนหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 20.96 คือ มีความทนทานของกล้ามเนื้ออยู่ในระดับปานกลางสำหรับเพศชาย และอยู่ในระดับดีสำหรับเพศหญิง

1.4 ระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต พบว่า ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 272.64 คือ มีระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิตอยู่ในระดับดีมากสำหรับเพศชายและหญิง ส่วนหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 284.56 คือ มีระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิตอยู่ในระดับดีมากสำหรับเพศชายและหญิง

2. การเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตัน

2.1 การทรงตัวขณะเคลื่อนไหวและเมื่อถึงจุดที่กำหนดให้ มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 1.36 และ 2.44 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.57 และ 0.51 ตามลำดับ

2.2 การสืบเท้าขณะเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 1.32 และ 2.28 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.48 และ 0.46 ตามลำดับ

2.3 การถอยหลังขณะเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 1.20 และ 2.28 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.41 และ 0.46 ตามลำดับ

2.4 การกลับมายังจุดเริ่มต้นหรือจุดกึ่งกลาง มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 1.16 และ 2.36 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.37 และ 0.49 ตามลำดับ

2.5 การเคลื่อนไหวตรงตามจุดที่กำหนด จำนวน 8 จุด มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 1.40 และ 2.48 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.50 และ 0.51 ตามลำดับ

2.6 เวลาในการเคลื่อนไหวต่อ 1 รอบ มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 2.08 และ 2.96 วินาที ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.49 และ 0.20 ตามลำดับ

โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่า มีค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองเท่ากับ 8.52 คือ มีทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนน 14.80 คือ มีทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันอยู่ในระดับดีมาก และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ1.26 และ 0.96 ตามลำดับ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหว ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันแบบปกติ ดัง Table 4.

Table 4. Comparison of mean scores for physical fitness and movement skills before and after the experiment within the control group. (n=25)

Item	Pre-test		Post-test		t	*p*	*d*
	Mean	SD	Mean	SD			
1. Physical fitness							
1.1 Muscular Strength	25.24	3.92	25.36	4.02	1.81	.083	0.36
1.2 Flexibility	5.96	2.35	6.04	2.39	1.44	.161	0.29
1.3 Muscular Endurance	16.60	1.73	16.56	1.78	-1.00	.327	0.20
1.4 Cardiorespiratory Endurance	270.72	7.13	270.68	7.16	-1.00	.327	0.20
2. Basic movement skills in badminton							
2.1 Dynamic Balance	1.32	0.48	1.36	0.49	0.57	.574	0.29
2.2 Footwork	1.28	0.46	1.24	0.44	-0.44	.664	0.29
2.3 Backward Movement	1.20	0.41	1.24	0.44	0.44	.664	0.36
2.4 Recovery to Base	1.12	0.33	1.32	0.48	2.00	.057	0.29
2.5 8-Point Directional Movement	1.40	0.50	1.48	0.51	0.81	.425	0.20
2.6 Movement Time per Round	1.92	0.28	2.00	0.00	1.44	.161	0.29
Total	8.24	0.93	8.64	1.25	2.00	.057	0.80

*$p < .05$

จาก Table 4. พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหว หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองในทุกรายการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สมรรถภาพทางกาย

1.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 25.24 คือ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชาย และมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระดับปานกลางสำหรับเพศหญิง ส่วนหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 25.36 คือ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชายและมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระดับปานกลางสำหรับเพศหญิง

1.2 ความอ่อนตัว พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 5.96 คือ มีความอ่อนตัวอยู่ในระดับต่ำมากสำหรับเพศชายและอยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชายหญิง ส่วนหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 6.04 คือ มีความอ่อนตัวอยู่ในระดับต่ำมากสำหรับเพศชายและอยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชายหญิง

1.3 ความทนทานของกล้ามเนื้อ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 16.60 คือ มีความทนทานของกล้ามเนื้ออยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชาย และอยู่ในระดับปานกลางสำหรับเพศหญิง ส่วนหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 16.56 คือ มีความทนทานของกล้ามเนื้ออยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชาย และอยู่ในระดับปานกลางสำหรับเพศหญิง

1.4 ระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต พบว่า ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 270.72 คือ มีระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิตอยู่ในระดับดีมากสำหรับเพศชายและหญิง ส่วนหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 270.68 คือ มีระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิตอยู่ในระดับดีมากสำหรับเพศชายและหญิง

2. การเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตัน

2.1 การทรงตัวขณะเคลื่อนไหวและเมื่อถึงจุดที่กำหนดให้ มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 1.32 และ 1.36 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.48 และ 0.49 ตามลำดับ

2.2 การสืบเท้าขณะเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 1.28 และ 1.24 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.46 และ 0.44 ตามลำดับ

2.3 การถอยหลังขณะเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 1.20 และ 1.24 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.41 และ 0.44 ตามลำดับ

2.4 การกลับมายังจุดเริ่มต้นหรือจุดกึ่งกลาง มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 1.12 และ 1.32 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.33 และ 0.48 ตามลำดับ

2.5 การเคลื่อนไหวตรงตามจุดที่กำหนด จำนวน 8 จุด มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 1.40 และ 1.48 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.50 และ 0.51 ตามลำดับ

2.6 เวลาในการเคลื่อนไหวต่อ 1 รอบ มีค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 1.92 และ 2.00 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 0.28 และ 0.00 ตามลำดับ

โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบปกติ พบว่า มีค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองเท่ากับ 8.24 คือ มีทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนน 8.64 คือ มีทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันอยู่ในระดับปานกลาง

เมื่อเปรียบเทียบหลังการทดลองระหว่างกลุ่ม พบว่า กลุ่มทดลองมีสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และมีขนาดอิทธิพลในระดับสูง แสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของรูปแบบการฝึกแบบผสมผสาน (ดังแสดงใน Table 5)

Table 5. Comparison of mean scores for physical fitness and movement skills in badminton after the experiment between the experimental group and the control group. (n=25)

Item	Control Group		Experimental Group		t	*p*	*d*
	Mean	SD	Mean	SD			
1. Physical fitness							
1.1 Muscular Strength	25.36	4.02	32.12	1.39	7.94	.00*	2.09
1.2 Flexibility	6.04	2.39	11.40	2.40	7.92	.00*	2.61
1.3 Muscular Endurance	16.56	1.78	20.96	1.49	9.48	.00*	2.44
1.4 Cardiorespiratory Endurance	270.68	7.16	284.56	6.89	6.98	.00*	2.39
2. Basic movement skills in badminton							
2.1 Dynamic Balance	1.36	0.49	2.44	0.51	7.66	.00*	0.55
2.2 Footwork	1.24	0.44	2.28	0.46	8.22	.00*	1.18
2.3 Backward Movement	1.24	0.44	2.28	0.46	8.22	.00*	1.02
2.4 Recovery to Base	1.32	0.48	2.36	0.49	7.61	.00*	0.52
2.5 8-Point Directional Movement	1.48	0.51	2.48	0.51	6.93	.00*	0.67
2.6 Movement Time per Round	2.00	0.00	2.96	0.20	24.00	.00*	2.76
Total	8.64	1.25	14.80	0.96	19.52	.00*	2.20

*$p < .05$

จาก Table 5. พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหว หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบผสมผสานสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกรายการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สมรรถภาพทางกาย

1.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 25.36 วินาที คือ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชาย และอยู่ในระดับปานกลางสำหรับเพศหญิง ส่วนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.12 วินาที คือ อยู่ในระดับปานกลางสำหรับเพศชาย และระดับดีสำหรับเพศหญิง

1.2 ความอ่อนตัว พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 6.04 ครั้ง คือ มีความอ่อนตัวอยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชายและต่ำมากสำหรับเพศหญิง ส่วนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.40 ครั้ง คือ มีความอ่อนตัวอยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชายและต่ำสำหรับเพศหญิง

1.3 ความทนทานของกล้ามเนื้อ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 16.56 วินาที คือ มีความทนทานของกล้ามเนื้อ อยู่ในระดับต่ำสำหรับเพศชายและปานกลางสำหรับเพศหญิง ส่วนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.96 นาที คือ มีความทนทานของกล้ามเนื้ออยู่ในระดับปานกลางสำหรับเพศชายและดีสำหรับเพศหญิง

1.4 ระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 270.68 คือ มีระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิตอยู่ในระดับดีมากสำหรับเพศชายและสำหรับเพศหญิง ส่วนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 284.56 คือ มีระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิตอยู่ในระดับดีมากสำหรับเพศชายและสำหรับเพศหญิง

2. ทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตัน

2.1 การทรงตัวขณะเคลื่อนไหวและเมื่อถึงจุดที่กำหนดให้ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.36 และ 2.44 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเท่ากับ 0.49 และ 0.51 ตามลำดับ

2.2 การสืบเท้าขณะเคลื่อนไหว กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.24 และ 2.28 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเท่ากับ 0.44 และ 0.46 ตามลำดับ

2.3 การถอยหลังขณะเคลื่อนไหว กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.24 และ 2.28 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเท่ากับ 0.44 และ 0.46 ตามลำดับ

2.4 การกลับมายังจุดเริ่มต้นหรือจุดกึ่งกลาง กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.32 และ 2.36 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเท่ากับ 0.48 และ 0.49 ตามลำดับ

2.5 การเคลื่อนไหวตรงตามจุดที่กำหนด จำนวน 8 จุด กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.48 และ 2.48 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเท่ากับ 0.51 และ 0.51 ตามลำดับ

2.6 เวลาในการเคลื่อนไหวต่อ 1 รอบ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 และ 2.96 วินาที ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเท่ากับ 0.00 และ 0.20 ตามลำดับ

โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบปกติ พบว่า มีค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองเท่ากับ 8.64 คือ มีทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนน 14.80 คือ มีทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันอยู่ในระดับดีมาก

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า การจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสานสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และมีขนาดอิทธิพลในระดับสูง โดยกลุ่มทดลองมีผลการพัฒนาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน ในด้านสมรรถภาพทางกาย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความทนทานของกล้ามเนื้อ และความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุมหลังการทดลอง ผลลัพธ์ดังกล่าวอาจอธิบายได้จากลักษณะของรูปแบบการฝึกแบบผสมผสานที่เน้นการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนทิศทาง และการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อหลายส่วน โดยเฉพาะกล้ามเนื้อแกนกลางและแขนขา ส่งผลให้เกิดการพัฒนาเชิงระบบทั้งด้านความแข็งแรงและความทนทาน ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Krabuanrat (2014) ที่พบว่าการฝึกแบบผสมผสานช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และสอดคล้องกับแนวคิดของ Sriramatr (2004) ที่ระบุว่าการฝึกที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงของกีฬาจะช่วยพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ที่ได้อาจได้รับอิทธิพลจากระยะเวลาในการทดลองที่จำกัดเพียง 8 สัปดาห์ ซึ่งอาจยังไม่เพียงพอในการสะท้อนผลในระยะยาว จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในช่วงเวลาที่นานขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับ World Health Organization (2022) ที่ระบุว่าการมีกิจกรรมทางกายอย่างสม่ำเสมอช่วยส่งเสริมสมรรถภาพทางกายและสุขภาวะโดยรวมของบุคคล อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ดังกล่าวอาจได้รับอิทธิพลจากระยะเวลาในการทดลองที่จำกัด จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในระยะยาว

ในด้านทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีพัฒนาการด้านการทรงตัว การสืบเท้า การถอยหลัง การกลับสู่ตำแหน่งกึ่งกลาง การเคลื่อนไหวตามทิศทาง และเวลาในการเคลื่อนไหวดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และมีประสิทธิภาพสูงกว่ากลุ่มควบคุมหลังการทดลอง ผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้จากลักษณะของรูปแบบการฝึกแบบผสมผสานที่เน้นการเคลื่อนไหวหลากหลายรูปแบบ การฝึกซ้ำอย่างเป็นระบบ และการเชื่อมโยงทักษะการเคลื่อนไหวเข้ากับสถานการณ์จริงของเกมกีฬา ซึ่งช่วยพัฒนาการทำงานร่วมกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Boonthaweemit et al. (2021) ที่พบว่าการฝึกแบบผสมผสานช่วยพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวและทักษะเฉพาะทางกีฬา และสอดคล้องกับ Sawasdirak et al. (2024) ที่รายงานว่าการฝึกที่มีความหลากหลายและเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงสามารถพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยนี้อาจมีข้อจำกัดในด้านความหลากหลายของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเฉพาะนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งอาจไม่สามารถอธิบายผลไปยังกลุ่มประชากรอื่นได้ จึงควรมีการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายมากขึ้นในอนาคต นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับ Western Sydney Local Health District (2024) ที่ระบุว่าทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาทักษะกีฬาในระยะยาว

โดยสรุป การจัดการเรียนรู้รายวิชาแบดมินตันโดยใช้รูปแบบการฝึกแบบผสมผสานมีประสิทธิผลในการพัฒนาทั้งสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวของนักเรียนอย่างชัดเจน ทั้งในเชิงสถิติและเชิงปฏิบัติ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนพลศึกษาเพื่อส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนเดียว ซึ่งอาจส่งผลต่อการทั่วไปของผลการวิจัยไปยังประชากรกลุ่มอื่น ดังนั้น การนำผลการวิจัยไปใช้ควรพิจารณาบริบทของผู้เรียนที่แตกต่างกัน

2. ระยะเวลาในการทดลองมีระยะเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งอาจยังไม่เพียงพอในการสะท้อนผลของการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวในระยะยาว จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในระยะเวลาที่นานขึ้น

3. การจัดการเรียนรู้และการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนบางประการ เช่น กิจกรรมทางกายนอกเวลาเรียน หรือแรงจูงใจของผู้เรียน อาจส่งผลต่อผลลัพธ์ของการวิจัย ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ทั้งหมด

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. ควรนำรูปแบบการฝึกแบบผสมผสานไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาพลศึกษา โดยเฉพาะกีฬาแบดมินตันในระดับมัธยมศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางกายและทักษะการเคลื่อนไหวของผู้เรียน

2. ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน เช่น ระดับสมรรถภาพทางกาย ความสามารถในการเคลื่อนไหว และประสบการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้อย่างเหมาะสม

3. ควรจัดกิจกรรมที่เน้นการมีส่วนร่วมและการลงมือปฏิบัติจริง เช่น การฝึกเป็นสถานี การฝึกแบบกลุ่มย่อย หรือฐานกิจกรรม เพื่อเพิ่มโอกาสในการเคลื่อนไหวและการฝึกทักษะอย่างต่อเนื่อง

4. ผู้สอนควรให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ ทั้งด้านเทคนิคการเคลื่อนไหวและพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และแรงจูงใจในการพัฒนา

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนทุนในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Boonthaweemit, P., Sawangmek, T., & Sertbudra, P. (2021). The Effect of Combinations Training Program on Agility of Basketball Players for Students Grade 3 Secondary. Journal of Science and Technology Northern, 2(1), 41–57. https://he03.tci-thaijo.org/index.php/scintc/article/view/1118 (in Thai)

Department of Health. (2023). Annual Report 2023. Department of Health [Online]. Retrieved January 10, 2026, from. https://library.anamai.moph. go.th/mmi/Main/cvr/000/004/686/3/240426-105031-20278_2566.pdf (in Thai)

Donie, Yudi, A. A., Yendrizal, Okilanda, A., Edmizal, E., & Muslimin. (2022). Badminton Skills Diagnostic Model (BSDM) Instrument Design: Based on Cybernetic Theory. International Journal of Human Movement and Sports Sciences, 10(6), 1178–1188. https://doi.org/10.13189/saj.2022.100608

Kanjanawasee, S. (2013). Classical test theory (7th ed.). Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University. (in Thai)

Krabuanrat, C. (2014). Development of Agility and Speed. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Th ai)

Mahidol University. (2024). The Institute for Population and Social Research, Mahidol University, together with the Thai Health Promotion Foundation, released the “Thai Health Report 2024” [Online]. Retrieved January 10, 2026, from. https://ipsr.mahidol.ac.th/en/2024-06-14-thaihealth-forum/ (in Thai)

Registration and Evaluation Unit Chulalongkorn University Demonstration Secondary School. (2025). Student Roster for Secondary Education Grades 7–12, Academic Year 2025 [Unpublished manuscript]. Bangkok: Chulalongkorn University Demonstration Secondary School.

Sawasdirak, C., Tengku Sulaiman, R., & Choeychom, K. (2024). Effects of a Complex Training Program on the Development of 100-Meter Running Ability of Suratthani Municipality Sports School Athletes Aged 16–18 Years Old. Academic Journal of Thailand National Sports University, 16(3), 145–154. (in Thai)

Sport Science Bureau, Department of Physical Education. (2019). Physical Fitness Test and Norms for Primary School Students Aged 7–12. Bangkok: Department of Physical Education, Ministry of Tourism and Sports.

Sriramatr, S. (2004). Principles of sports training for coaches. Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Western Sydney Local Health District. (2024). Fundamental Movement Skills [Online]. Retrieved January 10, 2026, from. https://www.wslhd.health.nsw.gov.au/Healthy-Children/Our-Programs/Munch-Move/Fundamental-Movement-Skills

World Health Organization. (2022). Global status report on physical activity 2022 [Online]. Retrieved January 10, 2026, from. https://www.who.int/publications/i/item/9789240059153

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand
วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

ความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ จังหวัดศรีสะเกษ

PREVALENCE AND FACTORS ASSOCIATED WITH THE RISK OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS AMONG OLDER ADULTS IN SISAKET PROVINCE

ธรรญญพร เพ็งสีแสง[1*] และ จาตุรณต์ บุรวัฒน์[2]
Thanyaporn Pengseesang[1*] and Jaturong Burawat[2]
[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ
[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์
[1]Division of Sport Science, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University, Sisaket, Thailand
[2] Department in Sport Science, Faculty of Education, Surindra Rajabhat University, Surin, Thailand
[*]Corresponding Author: thanyaporn.w@sskru.ac.th

Received: June 1, 2026 **Revised:** September 7, 2026 **Accepted:** September 9, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาและเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 400 คน คัดเลือกโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2568 ด้วยแบบสอบถามที่ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไป พฤติกรรมเสี่ยงด้านการยศาสตร์จากการทำงาน และแบบสอบถามมาตรฐานนอร์ดิก วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา การทดสอบไคสแควร์ และการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุคูณ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 65.23 ± 5.42 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 60.00) ประกอบอาชีพเกษตรกรรม (ร้อยละ 61.00) พบความชุกของกลุ่มเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อร้อยละ 79.75 โดยมีอาการปวดหรือไม่สบายในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมาร้อยละ 86.50 บริเวณที่พบอาการมากที่สุดคือ เข่า (ร้อยละ 33.50) หลัง (ร้อยละ 21.00) และมือ/ข้อมือ (ร้อยละ 16.25) โดยมากกว่าครึ่งหนึ่งมีความรุนแรงของอาการอยู่ในระดับรุนแรงถึงรุนแรงมาก (ร้อยละ 56.50) ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุคูณพบว่าเพศหญิง (AOR = 1.67, 95% CI: 1.02–2.74) อาชีพเกษตรกรรม (AOR = 3.24, 95% CI: 1.85–5.69) การทำงานในตำแหน่งเดิมต่อเนื่องมากกว่า 20 นาที (AOR = 2.95, 95% CI: 1.74–4.98) การบิดหรือหมุนลำตัวบ่อยครั้ง (AOR = 2.76, 95% CI: 1.63–4.67) การเคลื่อนไหวมือหรือแขนซ้ำ ๆ (AOR = 2.21, 95% CI: 1.34–3.65) และการยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กิโลกรัมบ่อยครั้ง (AOR = 2.18, 95% CI: 1.29–3.69) มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุมีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับปัจจัยด้านเพศ อาชีพ และพฤติกรรมการทำงานที่มีภาระทางกาย ควรนำผลการศึกษาไปใช้ในการวางแผนส่งเสริมสุขภาพและปรับพฤติกรรมการทำงานของผู้สูงอายุ โดยเฉพาะกลุ่มที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม เพื่อลดการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์และป้องกันความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในระยะยาว

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, อาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ, ปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์, ความชุก

Abstract

This descriptive and analytical cross-sectional study aimed to examine the prevalence and factors associated with the risk of musculoskeletal disorders (MSDs) among older adults in Mueang District, Sisaket Province, Thailand. A total of 400 older adults aged 60 years and above were recruited using multi-stage random sampling. Data were collected between October and December 2025 using a structured questionnaire covering personal characteristics, work-related ergonomic risk behaviors, and the Standardized Nordic

Musculoskeletal Questionnaire (NMQ). Data were analyzed using descriptive statistics, chi-square test, and binary logistic regression analysis. The results showed that participants had a mean age of 65.23 ± 5.42 years; the majority were female (60.00%) and engaged in farming/agriculture (61.00%). The prevalence of being at risk for musculoskeletal disorders was 79.75%. Overall, 86.50% reported pain or discomfort during the past 12 months, with the knee (33.50%), back (21.00%), and hand/wrist (16.25%) being the most commonly affected body regions. More than half of the participants (56.50%) reported severe to very severe pain intensity. Multiple logistic regression analysis revealed that being female (AOR = 1.67, 95% CI: 1.02–2.74), engaging in farming/agriculture (AOR = 3.24, 95% CI: 1.85–5.69), working in the same position continuously for more than 20 minutes (AOR = 2.95, 95% CI: 1.74–4.98), frequent twisting or turning of the body (AOR = 2.76, 95% CI: 1.63–4.67), repetitive hand or arm movements (AOR = 2.21, 95% CI: 1.34–3.65), and frequently lifting objects heavier than 10 kg (AOR = 2.18, 95% CI: 1.29–3.69) were significantly associated with the risk of musculoskeletal disorders ($p < .05$). These findings indicate that musculoskeletal disorders among older adults are significantly associated with sex, occupation, and physically demanding work-related behaviors. The results can serve as baseline information for developing health promotion programs and ergonomic behavior modification strategies for older adults, particularly those engaged in agricultural work, in order to reduce exposure to ergonomic risk factors and prevent long-term musculoskeletal disorders in this population.

Keywords: Older Adults, Musculoskeletal disorders, Ergonomic risk factors, Prevalence

บทนำ

ประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่ "สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์" (Complete Aged Society) โดยมีสัดส่วนประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 20 ของประชากรทั้งประเทศ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่องในทุกภูมิภาค สถานการณ์ดังกล่าวทำให้ปัญหาสุขภาพผู้สูงอายุกลายเป็นประเด็นสำคัญทางสาธารณสุขในระดับประเทศ เมื่อประชากรผู้สูงอายุมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น มิติทางด้านสุขภาพจึงเป็นสิ่งที่ไม่สามารถละเลยได้ โดยเฉพาะอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders: MSDs) ซึ่งเป็นกลุ่มอาการที่ส่งผลต่อกระดูก กล้ามเนื้อ ข้อต่อ เอ็น และเส้นประสาท ก่อให้เกิดความเจ็บปวดและจำกัดการเคลื่อนไหว ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน ความสามารถในการพึ่งพาตนเอง ข้อจำกัดในการมีส่วนร่วมทางสังคม และคุณภาพชีวิตโดยรวม อีกทั้งยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการหกล้มและภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ตามมา สอดคล้องกับรายงานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization [WHO], 2022) ที่ระบุว่าอาการปวดหลังส่วนล่างเป็นสาเหตุอันดับหนึ่งของภาวะทุพพลภาพทั่วโลก โดยในปี พ.ศ. 2563 มีผู้ป่วยสูงถึง 619 ล้านคน และคาดว่าจะเพิ่มเป็น 843 ล้านคนภายในปี พ.ศ. 2593 (WHO, 2023) ซึ่งภูมิภาคเอเชียถือเป็นพื้นที่ที่มีภาระโรคดังกล่าวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามโครงสร้างประชากรที่สูงวัยขึ้น สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ชุดข้อมูลของ GBD 2021 Other Musculoskeletal Disorders Collaborators (2023) ที่ยืนยันว่ากลุ่มโรคระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเป็นสาเหตุลำดับต้นของภาวะทุพพลภาพที่ไม่เสียชีวิต (non-fatal disability) ของประชากรโลก โดยมีผู้ป่วยรวมกว่า 1.7 พันล้านคน และเป็นตัวการสำคัญในการจำกัดสมรรถภาพทางกาย การทำงาน และการมีส่วนร่วมทางสังคมของผู้สูงอายุ

สำหรับสถานการณ์ในประเทศไทย สภาวะผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่พบบ่อยและเป็นปัญหาหลักในผู้สูงอายุ ได้แก่ โรคข้อเข่าเสื่อม (Knee Osteoarthritis) และอาการปวดหลังส่วนล่าง (Low Back Pain) จากงานวิจัยในกลุ่มผู้สูงอายุภาคเหนือชี้ให้เห็นความชุกของอาการปวดเข่าและปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตและความกลัวการหกล้ม โดยพบว่าปัจจัยด้านอายุ เพศหญิง โรคประจำตัว ภาวะน้ำหนักเกินหรืออ้วน ประวัติอุบัติเหตุบริเวณข้อเข่า และพฤติกรรมการทำงานที่ต้องทำซ้ำ ๆ ล้วนเป็นปัจจัยร่วมสำคัญต่อความรุนแรงและความเสี่ยงของโรคข้อเข่าเสื่อมในผู้สูงอายุไทย (Chankaew et al., 2025; Silangirn et al., 2024) ในบริบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การศึกษาในชุมชนเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี พบว่าสัดส่วนผู้สูงอายุที่เข้ารับบริการด้วยโรคข้อเข่าเสื่อมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจากร้อยละ 30.1 ในปี 2556 เป็นร้อยละ 43.1 ในปี 2558 โดยผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับโรคข้อเข่าเสื่อมที่อยู่ในระดับปานกลาง ร่วมกับดัชนีมวลกาย และแรงสนับสนุนทางสังคมจากครอบครัวและเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่จำกัด เป็นปัจจัยทำนายสำคัญของ

พฤติกรรมการป้องกันโรคที่ยังไม่สม่ำเสมอ (Robrujen, 2020) สะท้อนให้เห็นว่าปัญหานี้ปรากฏชัดในภาคอีสานไม่ต่างจากภาคเหนือ มิใช่ปรากฏการณ์เฉพาะภูมิภาคใดภูมิภาคหนึ่ง ยิ่งไปกว่านั้น ปัญหานี้ยังมักเกิดทับซ้อนกับภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (Sarcopenia) ซึ่งพบในผู้สูงอายุไทยตามชุมชนราวร้อยละ 9–20 ก่อให้เกิดภาวะบกพร่องเชิงหน้าที่ (Functional Impairment) นำไปสู่ความยากลำบากในการเดิน การลุกยืน และการทำกิจวัตรประจำวัน (Lawongsa & Tepakorn, 2024) ทั้งนี้ ปัญหาความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุยังมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาตามวัย ทั้งการลดลงของมวลและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงของกระดูกและข้อต่อ และการเสื่อมของสมรรถภาพทางกาย ซึ่งเพิ่มความเสี่ยงต่อการหกล้ม กระดูกหัก และการสูญเสียความสามารถในการพึ่งพาตนเอง ดังผลการศึกษาระดับประเทศในผู้สูงอายุไทยที่อาศัยในชุมชนจำนวน 2,991 คน ซึ่งพบภาวะกระดูกพรุนร้อยละ 29.7 ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยร้อยละ 18.1 และความเสี่ยงหกล้มระดับสูงร้อยละ 38.5 (Asavamongkolkul et al., 2024) ยืนยันว่าความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อและภาวะที่เกี่ยวข้องเป็นปัญหาสุขภาพสำคัญของผู้สูงอายุไทยในภาพรวม

จากข้อมูลการสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2567 ระดับจังหวัด ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2567) แสดงให้เห็นว่าในเชิงโครงสร้างประชากร จังหวัดศรีสะเกษมีผู้สูงอายุจำนวน 212,438 คน คิดเป็นร้อยละ 23.3 ของประชากรจังหวัด มีดัชนีการสูงอายุ 132.8 และอัตราส่วนพึ่งพิงวัยสูงอายุ 39.3 ซึ่งใกล้เคียงกับอุบลราชธานี (23.3, 132.7, 39.3) สุรินทร์ (23.3, 132.6, 39.3) และขอนแก่น (23.2, 133.0, 39.2) แสดงว่าปัจจัยด้านโครงสร้างประชากรสูงวัยเพียงลำพังไม่สามารถอธิบายความจำเป็นเร่งด่วนของแต่ละพื้นที่ได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาลักษณะทางเศรษฐกิจและการทำงานของผู้สูงอายุกลับพบความแตกต่างที่ชัดเจน ผู้สูงอายุในจังหวัดศรีสะเกษยังคงทำงานอยู่ในสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 56.4 ซึ่งสูงกว่าอุบลราชธานี (ร้อยละ 37.0) สุรินทร์ (ร้อยละ 47.6) และขอนแก่น (ร้อยละ 45.3) และในจำนวนนี้ ผู้สูงอายุร้อยละ 92.0 อยู่ในภาคเกษตรกรรม ซึ่งสูงกว่าทุกจังหวัดเปรียบเทียบเช่นกัน (อุบลราชธานี ร้อยละ 84.1 สุรินทร์ ร้อยละ 76.6 ขอนแก่น ร้อยละ 78.1) (National Statistical Office, 2024) จากการศึกษาผู้สูงอายุที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จำนวน 889 คน พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และลักษณะอาการแตกต่างกันตามประเภทของกิจกรรมทางการเกษตร โดยบริเวณเข่า น่องและหลังเป็นตำแหน่งที่ได้รับผลกระทบอย่างชัดเจน (Poochada et al., 2022) ลักษณะการทำงานและการสัมผัสปัจจัยทางกายภาพจากกิจกรรมทางการเกษตรเป็นประเด็นสำคัญที่ควรนำมาพิจารณาเมื่อศึกษาความเสี่ยงของอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในประชากรสูงอายุ ข้อค้นพบนี้สอดคล้องโดยตรงกับกรอบแนวคิดด้านการยศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ กล่าวคือ การที่ผู้สูงอายุจำนวนมากยังคงประกอบอาชีพเกษตรกรรมซึ่งเกี่ยวข้องกับท่าทางซ้ำ ๆ การก้มยกและแบกของหนัก ย่อมเพิ่มโอกาสสัมผัสต่อปัจจัยเสี่ยงทางกายภาพมากกว่าพื้นที่ที่มีโครงสร้างประชากรสูงวัยใกล้เคียงกันแต่มีสัดส่วนแรงงานสูงอายุในภาคเกษตรต่ำกว่า ยิ่งไปกว่านั้น ศรีสะเกษยังติดอันดับ 1 ใน 10 จังหวัดที่มีสัดส่วนคนจนสูงที่สุดของประเทศ (Isan Insight, 2025) ซึ่งความเปราะบางทางเศรษฐกิจนี้อาจเป็นแรงผลักดันให้ผู้สูงอายุต้องทำงานต่อเนื่องด้วยเหตุผลทางเศรษฐกิจมากกว่าจะหยุดพักตามวัย และอาจเพิ่มความเสี่ยงสะสมของอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในระยะยาว ประกอบกับยังไม่ปรากฏงานวิจัยเชิงระบาดวิทยาที่ศึกษาความชุกและปัจจัยเสี่ยงของอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุของพื้นที่นี้โดยเฉพาะ ต่างจากอุบลราชธานีที่เริ่มมีหลักฐานเชิงประจักษ์อยู่บ้างดังกล่าวข้างต้น (Arunphong & Pukahuta, 2021) ด้วยเหตุนี้ ลักษณะเฉพาะด้านอาชีพเกษตรกรรมที่โดดเด่น ความเปราะบางทางเศรษฐกิจ ข้อจำกัดด้านทรัพยากรสุขภาพ และช่องว่างขององค์ความรู้เฉพาะพื้นที่จึงทำให้จังหวัดศรีสะเกษเป็นพื้นที่ที่มีความจำเป็นเร่งด่วนทั้งในเชิงวิชาการและเชิงนโยบายที่ต้องได้รับการศึกษาอย่างเป็นระบบ

เมื่อพิจารณาในระดับพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งเป็นพื้นที่มุ่งเน้นของการศึกษาครั้งนี้ มีลักษณะสังคมแบบเมืองผสมกึ่งชนบท ประชากรมีความหลากหลายทั้งด้านอาชีพ ได้แก่ เกษตรกรรมในเขตชานเมือง การค้าขาย และการทำงานบ้าน ตลอดจนรูปแบบการดำเนินชีวิต ระดับกิจกรรมทางกาย และปัจจัยทางสังคม ลักษณะงานเหล่านี้ล้วนเกี่ยวพันกับท่าทางการทำงานซ้ำ ๆ การยกหรือแบกของหนัก ภาวะน้ำหนักตัวเกิน และกิจกรรมทางกายที่ไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญต่อการเกิดอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อตามหลักระบาดวิทยาและการยศาสตร์ สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งใช้เครื่องมือมาตรฐานด้านการยศาสตร์และแบบสอบถามอาการปวดระบบกระดูกและกล้ามเนื้อพบความชุกของอาการปวดสูงในกลุ่มอาชีพที่ต้องใช้แรงหรืออยู่ในท่าทางคงที่ซ้ำ ๆ (Poochada et al., 2022) ซึ่งเป็นประเด็นที่สามารถเข้าไปแทรกแซงและแก้ไขได้ในระดับชุมชน ปัจจุบันภาคสาธารณสุขไทยได้ประยุกต์ใช้แบบประเมินความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อเพื่อการเฝ้าระวังและป้องกันในชุมชน ซึ่งผ่านการใช้งานภาคสนามในหลากหลายบริบท จึงมีความเหมาะสมสำหรับการนำมาคัดกรองผู้สูงอายุเพื่อวิเคราะห์ความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ แม้จะมีหลักฐานเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุจากการศึกษาระดับประเทศและจาก

บางพื้นที่ของไทย รวมถึงหลักฐานด้านปัจจัยการทำงานในประชากรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ยังมีข้อจำกัดของข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงต่อผู้สูงอายุในจังหวัดศรีสะเกษ โดยเฉพาะข้อมูลที่แสดงทั้งขนาดของปัญหา ตำแหน่งของอาการ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในระดับชุมชน ช่องว่างขององค์ความรู้ดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ จังหวัดศรีสะเกษ ผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยให้ทราบขนาดของปัญหาและตำแหน่งของอาการผิดปกติในกลุ่มผู้สูงอายุเขตอำเภอเมือง ระบุปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เพื่อนำไปใช้ออกแบบมาตรการป้องกันและลดความรุนแรงของอาการได้อย่างตรงจุด ตลอดจนช่วยเติมเต็มข้อมูลเชิงระบาดวิทยาในบริบทของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างที่ยังขาดแคลนอยู่ในปัจจุบัน และที่สำคัญสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการคัดกรองและให้คำแนะนำเฉพาะกลุ่มด้วยแบบประเมินมาตรฐานในระบบบริการสุขภาพปฐมภูมิของพื้นที่ เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพ ออกแบบมาตรการป้องกัน ลดความรุนแรงของอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชุมชนให้สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาและเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Descriptive and Analytical Cross-sectional Study) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ โดยศึกษาข้อมูลด้านลักษณะส่วนบุคคล ภาวะสุขภาพ พฤติกรรมด้านการยศาสตร์จากการทำงาน และอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคมถึง ธันวาคม พ.ศ. 2568 ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป และอาศัยอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ โดยอ้างอิงข้อมูลประชากรจากการทะเบียน พ.ศ. 2567 ของกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ซึ่งสำนักงานสถิติแห่งชาติรายงานว่ามีประชากรผู้สูงอายุจำนวน 28,070 คน (National Statistical Office, 2025)

กลุ่มตัวอย่าง

ขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณโดยใช้สูตรของ Cochran (1977) สำหรับการประมาณค่าสัดส่วนของประชากร (single population proportion) โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Z=1.96) กำหนดสัดส่วนความชุกของอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่ p = 0.50 เนื่องจากไม่ทราบค่าความชุกที่แน่นอนในพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นค่าที่ให้ขนาดตัวอย่างสูงสุด (maximum variability) และกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ร้อยละ 5 (e=0.05) ผลการคำนวณได้ขนาดตัวอย่างเบื้องต้น 384.16 คน (ปัดเป็น 385 คน) และเพื่อให้เพียงพอต่อการวิเคราะห์ข้อมูลและรองรับกรณีข้อมูลที่อาจไม่สมบูรณ์หรือสูญหายระหว่างการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน กลุ่มตัวอย่างได้รับการคัดเลือกโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) โดยดำเนินการสุ่มตามลำดับของหน่วยพื้นที่ตั้งแต่ระดับตำบล หมู่บ้าน และผู้สูงอายุที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือก ทั้งนี้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละพื้นที่กำหนดตามสัดส่วนของจำนวนประชากรผู้สูงอายุ และดำเนินการสุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยจากบัญชีรายชื่อประชากรที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์จนได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างครบ 400 คน

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria) ได้แก่

1) เป็นบุคคลที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป
2) มีภูมิลำเนาหรืออาศัยอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษมาแล้วไม่น้อยกว่า 6 เดือน
3) สามารถสื่อสารและเข้าใจภาษาไทย รวมทั้งสามารถตอบแบบสอบถามและให้ข้อมูลตามที่กำหนดได้
4) สามารถเข้าใจคำถามและให้ข้อมูลด้วยตนเองได้
5) สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยและลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) ได้แก่

1) มีภาวะบกพร่องทางการรู้คิดหรือภาวะสมองเสื่อมในระดับที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำความเข้าใจคำถามและให้ข้อมูลในการวิจัย
2) มีภาวะเจ็บป่วยเฉียบพลันหรือมีประวัติได้รับบาดเจ็บรุนแรงที่เกี่ยวข้องกับระบบกระดูกและกล้ามเนื้อภายใน 3 เดือนก่อนการเก็บข้อมูล

3) อยู่ระหว่างการพักฟื้นจากการผ่าตัดใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับระบบกระดูกและกล้ามเนื้อภายใน 3 เดือนก่อนการเก็บข้อมูล

ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกเมื่อโดยไม่จำเป็นต้องระบุเหตุผล และการถอนตัวดังกล่าวไม่มีผลกระทบต่อสิทธิหรือการรับบริการสุขภาพตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้เป็นแบบสอบถามปลายปิด ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและประยุกต์ใช้จากการทบทวนวรรณกรรมและเครื่องมือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคลและข้อมูลด้านสุขภาพ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และโรคประจำตัว ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมเสี่ยงด้านการยศาสตร์จากการทำงาน

เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมและลักษณะการทำงานที่อาจเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ครอบคลุมด้านท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม การทำงานในลักษณะซ้ำซาก และงานที่ต้องออกแรงมาก โดยผู้วิจัยประยุกต์จากแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นโดย Pin-klao (2008) ลักษณะคำตอบแบ่งเป็น 4 ตัวเลือก ได้แก่ ไม่เคยปฏิบัติเลย ปฏิบัติติดต่อกันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง ปฏิบัติติดต่อกันมากกว่า 2 ชั่วโมง และปฏิบัติติดต่อกันมากกว่า 4 ชั่วโมง การแปลผลคะแนนพฤติกรรมเสี่ยงด้านการยศาสตร์พิจารณาจากคะแนนรวม โดยจัดกลุ่มตามเกณฑ์การสัมผัสปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์เป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับเสี่ยงและระดับไม่เสี่ยง ต่อการเกิดอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อตามแนวทางของ (Chee & Rampal, 2004)

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามมาตรฐานนอร์ดิก (Standardized Nordic Musculoskeletal Questionnaire: NMQ) ของ Kuorinka et al. (1987) เพื่อประเมินการมีอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อตามการรับรู้ของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยสอบถามการมีอาการในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา แบบสอบถามเป็นคำถามปลายปิด โดยผู้ตอบแบบสอบถามระบุว่ามีหรือไม่มีอาการปวด เมื่อย เจ็บ หรือชาบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ทั้งนี้ แบบสอบถามจะมีภาพแสดงขอบเขตของแต่ละบริเวณร่างกายเพื่อช่วยให้ผู้ตอบแบบสอบถามระบุตำแหน่งของอาการได้อย่างถูกต้อง

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและประยุกต์ใช้ได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดของการวิจัย โดยคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.67–1.00 ในทุกข้อคำถาม จากนั้นปรับปรุงแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ หลังจากนั้นนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (pilot test) กับผู้สูงอายุที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ที่ไม่ได้อยู่ในพื้นที่เก็บข้อมูลจริง จำนวน 30 คน เพื่อประเมินความเข้าใจและความเหมาะสมของข้อคำถาม รวมทั้งตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนาและประยุกต์ใช้ โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.76

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ ได้แก่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล องค์การบริหารส่วนตำบล และอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการประชาสัมพันธ์และประสานกลุ่มเป้าหมายตามขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง ก่อนดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัย ประโยชน์และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ตลอดจนสิทธิของผู้เข้าร่วมการวิจัยให้ทราบอย่างชัดเจน จากนั้นจึงขอความยินยอมโดยสมัครใจจากผู้เข้าร่วมการวิจัยก่อนเก็บข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการโดยผู้ช่วยวิจัยที่ผ่านการอบรมเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการอธิบายข้อคำถาม วิธีการสัมภาษณ์ และแนวทางการบันทึกข้อมูลตามคู่มือการเก็บข้อมูลฉบับเดียวกัน เพื่อให้

กระบวนการเก็บข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกันและลดความคลาดเคลื่อนระหว่างผู้เก็บข้อมูล แบบสอบถามทุกฉบับได้รับการตรวจสอบความครบถ้วนและความสมบูรณ์หลังการเก็บข้อมูลก่อนนำไปบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง การวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาและได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ เลขที่โครงการ HE681022 เมื่อวันที่ 5 กันยายน 2568 ก่อนเริ่มดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยและทีมผู้ช่วยวิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และการพิทักษ์ความลับของข้อมูลแก่กลุ่มตัวอย่างอย่างชัดเจน โดยข้อมูลทั้งหมดถูกจัดเก็บเป็นความลับและนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวมเชิงสถิติเท่านั้น ผู้เข้าร่วมวิจัยมีสิทธิ์ปฏิเสธหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยได้ตลอดเวลาโดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อการรับบริการสุขภาพที่พึงได้รับตามปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดได้รับการตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้อง จากนั้นลงรหัสและวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS Statistics version 29) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย

1) วิเคราะห์ข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล ข้อมูลด้านสุขภาพ พฤติกรรมด้านการยศาสตร์ ลักษณะการทำงาน และอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามลักษณะของข้อมูล

2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ภาวะสุขภาพ พฤติกรรมสุขภาพ และลักษณะการทำงานกับความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยใช้สถิติ Chi-square test สำหรับตัวแปรเชิงกลุ่ม และกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3) วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุคูณ (Logistic Regression Analysis) โดยรายงานค่า Crude Odds Ratio (COR) และ Adjusted Odds Ratio (AOR) พร้อมช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95% CI) โดยคัดเลือกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามจากการวิเคราะห์แบบสองตัวแปร (bivariate analysis) ที่มีค่า $p < .25$ เข้าสู่การวิเคราะห์พหุตัวแปร และกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$

ผลการวิจัย

จากการศึกษาครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจำนวน 400 คน มีอายุเฉลี่ย 65.23 ± 5.42 ปี โดยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 240 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 และเพศชาย จำนวน 160 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 ด้านสถานภาพสมรส พบว่าส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส จำนวน 286 คน คิดเป็นร้อยละ 71.50 รองลงมาคือ หม้าย/แยกกันอยู่/หย่าร้าง จำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 16.25 และโสด จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 12.25 ด้านระดับการศึกษา ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จำนวน 242 คน คิดเป็นร้อยละ 60.50 รองลงมาคือมัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 ไม่ได้รับการศึกษาในระบบ จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 11.50 และระดับปริญญาตรีขึ้นไป จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 5.50 ตามลำดับ สำหรับอาชีพหลัก พบว่าส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม จำนวน 244 คน คิดเป็นร้อยละ 61.00 รองลงมาคือรับจ้างทั่วไป/ค้าขาย จำนวน 99 คน คิดเป็นร้อยละ 24.75 และไม่ได้ประกอบอาชีพ/ทำงานบ้าน จำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 14.25 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 (Table 1.)

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุเพศหญิง มีสถานภาพสมรส ระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับประถมศึกษา และประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก ซึ่งลักษณะประชากรดังกล่าวมีความสอดคล้องกับบริบทของผู้สูงอายุในพื้นที่ชนบทของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ที่ประชากรส่วนใหญ่ยังคงประกอบอาชีพเกษตรกรรมและมีการศึกษาในระดับพื้นฐาน

Table 1. Frequency and Percentage of the Participants Classified by Demographic Characteristics (n = 400)

Personal Characteristics	Frequency (n)	Percentage (%)
Sex		
- Male	160	40.00
- Female	240	60.00
Marital Status		
- Single	49	12.25
- Married	286	71.50
- Widowed / Separated / Divorced	65	16.25
Educational Level		
- No Formal Education	46	11.50
- Primary School	242	60.50
- Secondary School or Equivalent	90	22.50
- Bachelor's Degree or Higher	22	5.50
Main Occupation		
- Farming / Agriculture	244	61.00
- General Employment / Trading	99	24.75
- Not employed / Housekeeping	57	14.25
Age (Years)	Mean = 65.23 ± 5.42	

จากการศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงด้านการยศาสตร์จากการทำงานของผู้สูงอายุ จำนวน 400 คน พบว่า ด้านสภาพทั่วไปของการทำงาน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่าท่าทางในการทำงานมีผลต่อการเจ็บปวดของระบบกระดูก ข้อ และกล้ามเนื้อ จำนวน 279 คน คิดเป็นร้อยละ 69.75 รองลงมาคือ การทำงานอยู่ในตำแหน่งเดิมต่อเนื่องมากกว่า 20 นาที จำนวน 273 คน คิดเป็นร้อยละ 68.25 และการทำงานในลักษณะที่กล้ามเนื้อต้องเกร็งหรือออกแรงต่อเนื่องเป็นเวลา 3–5 นาที จำนวน 211 คน คิดเป็นร้อยละ 52.75 ตามลำดับ ส่วนการทำงานที่ต้องใช้แรงเกินกว่าความสามารถทางกายของตนเอง และการทำงานที่ต้องใช้สมาธิอย่างมากเป็นเวลา 3–5 นาที พบจำนวน 161 คน (ร้อยละ 40.25) และ 195 คน (ร้อยละ 48.75) ตามลำดับ ขณะที่การทำงานที่ก่อให้เกิดความเครียดในระดับสูงพบในกลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุด จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 26.50 ด้านท่าทางการทำงาน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการเอื้อมมือหยิบจับสิ่งของหรือเครื่องมืออยู่บ่อยครั้ง จำนวน 251 คน คิดเป็นร้อยละ 62.75 รองลงมาคือ การบิดหรือเอี้ยวลำตัวเป็นประจำ จำนวน 238 คน คิดเป็นร้อยละ 59.50 การยืนทำงานมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงานทั้งหมด จำนวน 176 คน คิดเป็นร้อยละ 44.00 และการเปลี่ยนถ่ายน้ำหนักตัวไปด้านใดด้านหนึ่งหรืออยู่ในท่าที่ไม่สมดุลเป็นประจำ จำนวน 169 คน คิดเป็นร้อยละ 42.25 สำหรับการนั่งทำงานมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงานทั้งหมด จำนวน 175 คน คิดเป็นร้อยละ 43.75 ส่วนในกลุ่มที่ทำงานโดยนั่งเก้าอี้ พบว่าจำนวน 181 คน (ร้อยละ 45.25) รายงานว่าความสูงของเก้าอี้เอื้อต่อท่าทางการทำงานที่สะดวกสบาย และจำนวน 183 คน (ร้อยละ 45.75) รายงานว่าความสูงของเก้าอี้เหมาะสมกับตำแหน่งขาและการวางเท้า ขณะที่การนั่งยอง ๆ ระหว่างการทำงานพบจำนวน 147 คน คิดเป็นร้อยละ 36.75 ด้านการเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ พบว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 249 คน คิดเป็นร้อยละ 62.25 มีการใช้มือหรือแขนเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ ระหว่างการทำงาน และจำนวน 222 คน คิดเป็นร้อยละ 55.50 มีการออกแรงบีบหรือจับสิ่งของอย่างแรงร่วมกับการเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ ด้านกิจกรรมการยกของ พบว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 178 คน คิดเป็นร้อยละ 44.50 มีการยกของที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กิโลกรัมบ่อยครั้ง รองลงมาคือ การยกของเหนือระดับไหล่หรือยกของต่ำกว่าระดับเข่า จำนวน 162 คน คิดเป็นร้อยละ 40.50 และการยกของที่มีน้ำหนักมากกว่า 30 กิโลกรัม จำนวน 134 คน คิดเป็นร้อยละ 33.50 นอกจากนี้ยังพบว่ามีการยกของที่มีลักษณะเทอะทะ ไม่มั่นคง หรือจับถือได้ยาก จำนวน 131 คน คิดเป็นร้อยละ 32.75 และการยกของในลักษณะที่ห่างจากลำตัว จำนวน 132 คน คิดเป็นร้อยละ 33.00 ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2 (Table 2.)

ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ยังคงมีพฤติกรรมการทำงานที่มีความเสี่ยงต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรับรู้ว่าท่าทางการทำงานส่งผลต่อการเจ็บปวด การทำงานในท่าเดิมต่อเนื่องเป็นเวลานาน การเอื้อมหยิบจับและบิดเอี้ยวตัวบ่อยครั้ง ตลอดจนการเคลื่อนไหวมือและแขนซ้ำ ๆ ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์ (Ergonomic Risk Factors) ที่สำคัญและอาจส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในกลุ่มผู้สูงอายุที่ยังคงประกอบอาชีพหรือทำงานอยู่ในปัจจุบัน

Table 2. Frequency and Percentage of Work-Related Risk Behaviors among Older Adults (n = 400)

Work-Related Risk Behaviors	Yes (%)	No (%)
1. General Working Conditions		
1.1 Working in the same position continuously for more than 20 minutes	273 (68.25%)	127 (31.75%)
1.2 Perceived working posture affecting musculoskeletal pain	279 (69.75%)	121 (30.25%)
1.3 Working in static muscle contraction or exerting force for 3–5 minutes continuously	211 (52.75%)	189 (47.25%)
1.4 Work requiring force exceeding personal physical capacity	161 (40.25%)	239 (59.75%)
1.5 Work requiring intense concentration for 3–5 minutes	195 (48.75%)	205 (51.25%)
1.6 Work causing high levels of stress	106 (26.50%)	294 (73.50%)
2. Working Postures		
2.1 Standing for more than half of total working hours	176 (44.00%)	224 (56.00%)
2.2 Frequently reaching for tools or objects	251 (62.75%)	149 (37.25%)
2.3 Frequently twisting or turning of the body	238 (59.50%)	162 (40.50%)
2.4 Frequently shifting body weight to one side or maintaining un-balanced posture	169 (42.25%)	231 (57.75%)
2.5 Sitting for more than half of total working hours	175 (43.75%)	225 (56.25%)
2.6 Chair-related working posture		
2.6.1 Chair height provided comfortable working posture	181 (45.25%)	219 (54.75%)
2.6.2 Chair height appropriate for leg position and foot support	183 (45.75%)	217 (54.25%)
2.7 Frequently squatting during work	147 (36.75%)	253 (63.25%)
3. Repetitive Movements		
3.1 Repetitive hand or arm movements during work	249 (62.25%)	151 (37.75%)
3.2 Requiring forceful gripping during repetitive movements	222 (55.50%)	178 (44.50%)
4. Lifting Activities		
4.1 Lifting objects heavier than 30 kg	134 (33.50%)	266 (66.50%)
4.2 Frequently lifting objects heavier than 10 kg	178 (44.50%)	222 (55.50%)
4.3 Lifting large, bulky, unstable, or difficult-to-grasp objects	131 (32.75%)	269 (67.25%)
4.4 Lifting objects away from the body	132 (33.00%)	268 (67.00%)
4.5 Lifting objects above shoulder level or below knee level	162 (40.50%)	238 (59.50%)

จากการศึกษาภาวะอ่อนล้า อาการปวด และอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน พบว่า หลังการทำงาน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอาการอ่อนล้าบางครั้ง จำนวน 196 คน คิดเป็นร้อยละ 49.00 รองลงมา คือ มีอาการอ่อนล้าบ่อยครั้ง จำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 30.50 และมีอาการอ่อนล้าเป็นประจำ จำนวน 82 คน คิดเป็นร้อยละ 20.50 โดยไม่พบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยมีอาการอ่อนล้าหลังการทำงาน เมื่อพิจารณาการมีอาการปวดหรือไม่สบายในช่วง 1 ปี ที่ผ่านมา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เคยมีอาการปวดหรือไม่สบาย จำนวน 346 คน คิดเป็นร้อยละ 86.50 ขณะที่จำนวน

54 คน คิดเป็นร้อยละ 13.50 ไม่เคยมีอาการดังกล่าว สำหรับบริเวณร่างกายที่มีอาการทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อมากที่สุด พบว่า บริเวณเข่าพบมากที่สุด จำนวน 134 คน คิดเป็นร้อยละ 33.50 รองลงมาคือ หลัง จำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 21.00 และมือ/ข้อมือ จำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 16.25 ตามลำดับ ขณะที่บริเวณคอและน่องพบอาการน้อยที่สุด จำนวน 4 คน เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 1.00 เมื่อพิจารณาลักษณะของอาการทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ พบว่า อาการปวดหรือปวดเมื่อยพบมากที่สุด จำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 30.50 รองลงมาคือ อาการบวม จำนวน 112 คน คิดเป็นร้อยละ 28.00 อาการเคล็ดขัดยอก/ตึง จำนวน 82 คน คิดเป็นร้อยละ 20.50 และอาการเป็นตะคริว จำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 19.50 ขณะที่อาการชาพบจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 1.50 และไม่พบผู้ที่มีอาการอ่อนแรงหรือไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ สำหรับระดับความรุนแรงของอาการปวดในช่วงที่มีอาการรุนแรงที่สุด พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอาการปวดในระดับรุนแรง จำนวน 202 คน คิดเป็นร้อยละ 50.50 รองลงมาคือ ระดับปานกลาง จำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 24.00 ระดับเล็กน้อย จำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 19.50 และระดับรุนแรงมาก จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 6.00 เมื่อพิจารณาร่วมกันในกลุ่มที่มีอาการปวดระดับรุนแรงและรุนแรงมาก พบว่ามีจำนวน 226 คน คิดเป็นร้อยละ 56.50 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3 (Table 3.)

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีความเหนื่อยล้าจากการทำงานและมีอาการปวดหรือไม่สบายของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในสัดส่วนที่สูง โดยเฉพาะบริเวณหัวเข่าและหลัง ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ต้องรับน้ำหนักและใช้งานมากในกิจกรรมประจำวันและการทำงาน อีกทั้งความรุนแรงของอาการส่วนใหญ่อยู่ในระดับรุนแรงถึงรุนแรงมาก

Table 3. Frequency and Percentage of Fatigue, Pain, and Musculoskeletal Symptoms among Older Adults (n = 400)

Symptoms	Frequency (n)	Percentage (%)
1. Fatigue After Work		
Never	0	0.00
Sometimes	196	49.00
Often	122	30.50
Regularly	82	20.50
2. Pain or Discomfort During the Past Year		
Yes	346	86.50
No	54	13.50
3. Most Common Body Region Affected by Musculoskeletal Symptoms		
Knee	134	33.50
Back	84	21.00
Hand/Wrist	65	16.25
Foot	36	9.00
Lower Arm	21	5.25
Hip/Thigh	20	5.00
Shoulder	18	4.50
Elbow	9	2.25
Upper Arm	5	1.25
Neck	4	1.00
Calf	4	1.00
4. Characteristics of Musculoskeletal Symptoms		
Pain or Ache	122	30.50
Swelling	112	28.00
Sprain/Stiffness	82	20.50

Table 3. Continued

Symptoms	Frequency (n)	Percentage (%)
4. Characteristics of Musculoskeletal Symptoms		
Muscle Cramp	78	19.50
Numbness	6	1.50
Weakness/Inability to Move	0	0.00
5. Severity of Pain During the Most Severe Episode		
Mild	78	19.50
Moderate	96	24.00
Severe	202	50.50
Very Severe	24	6.00

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล พฤติกรรมด้านการยศาสตร์จากการทำงาน และความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในกลุ่มผู้สูงอายุ จำนวน 400 คน โดยใช้การทดสอบไคสแควร์ เมื่อพิจารณาปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า เพศมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 = 5.94, p = .015) โดยกลุ่มเพศหญิงมีสัดส่วนผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยง จำนวน 201 คน คิดเป็นร้อยละ 83.75 ขณะที่เพศชายมีจำนวน 118 คน คิดเป็นร้อยละ 73.75 สำหรับสถานภาพสมรส ไม่พบความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 = 2.44, p = .296) โดยกลุ่มโสดมีผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงร้อยละ 71.43 กลุ่มสมรสร้อยละ 81.12 และกลุ่มหม้าย/แยกกันอยู่/หย่าร้างร้อยละ 80.00 เช่นเดียวกับระดับการศึกษา ซึ่งไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 = 4.53, p = .209) โดยผู้ที่สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษามีสัดส่วนผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงสุด ร้อยละ 83.06 รองลงมาคือระดับปริญญาตรีขึ้นไป ร้อยละ 77.27 ระดับมัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า ร้อยละ 75.56 และไม่ได้รับการศึกษาในระบบ ร้อยละ 71.74 สำหรับ อาชีพหลักพบความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 = 70.36, p < .001) โดยกลุ่มที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมมีสัดส่วนผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงที่สุด จำนวน 214 คน คิดเป็นร้อยละ 87.70 รองลงมาคือกลุ่มรับจ้างทั่วไป/ค้าขาย จำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 83.84 ขณะที่กลุ่มไม่ได้ประกอบอาชีพ/ทำงานบ้านมีสัดส่วนผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่ำที่สุด จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 38.60 เมื่อพิจารณาพฤติกรรมด้านการยศาสตร์จากการทำงาน พบว่า การทำงานอยู่ในตำแหน่งเดิมต่อเนื่องมากกว่า 20 นาทีมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 = 23.88, p < .001) โดยกลุ่มที่มีพฤติกรรมดังกล่าวมีผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงร้อยละ 86.45 ขณะที่กลุ่มที่ไม่มีพฤติกรรมดังกล่าวมีผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงร้อยละ 65.35 นอกจากนี้ การบิดหรือเอี้ยวลำตัวเป็นประจำมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 = 21.27, p < .001) โดยกลุ่มที่มีพฤติกรรมดังกล่าวมีผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงร้อยละ 87.39 เมื่อเทียบกับร้อยละ 68.52 ในกลุ่มที่ไม่มีพฤติกรรมดังกล่าว เช่นเดียวกับ การเคลื่อนไหวมือหรือแขนซ้ำ ๆ ระหว่างการทำงาน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 = 15.67, p < .001) โดยกลุ่มที่มีพฤติกรรมดังกล่าวมีผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงร้อยละ 85.94 ขณะที่กลุ่มที่ไม่มีพฤติกรรมดังกล่าวมีผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงร้อยละ 69.54 สำหรับการยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กิโลกรัมบ่อยครั้ง พบว่ามีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 = 12.36, p < .001) โดยกลุ่มที่มีพฤติกรรมดังกล่าวมีผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงร้อยละ 87.64 ขณะที่กลุ่มที่ไม่มีพฤติกรรมดังกล่าวมีผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงร้อยละ 73.42 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4 (Table 4.)

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการเกิดอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เพศ อาชีพหลัก และพฤติกรรมการทำงานทุกด้าน ในขณะที่สถานภาพสมรสและระดับการศึกษาไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความเสี่ยงดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาชีพเกษตรกรรมและพฤติกรรมการทำงานที่มีลักษณะฝืนท่าทางหรือใช้ร่างกายซ้ำ ๆ เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เด่นชัดที่สุด ซึ่งควรนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยทำนายความเสี่ยงในลำดับถัดไป เพื่อระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างแท้จริงเมื่อควบคุมตัวแปรอื่นร่วมด้วย

Table 4. Relationship between Personal Factors, Work- Related Ergonomic Behaviors, and Risk of Musculoskeletal Disorders among Older Adults Using the Chi-square Test (n = 400)

Factors	At Risk n (%)	Not at Risk n (%)	χ^2	p-value
Sex			5.94	.015*
Male	118 (73.75)	42 (26.25)		
Female	201 (83.75)	39 (16.25)		
Marital Status			2.44	.296
Single	35 (71.43)	14 (28.57)		
Married	232 (81.12)	54 (18.88)		
Widowed / Separated / Divorced	52 (80.00)	13 (20.00)		
Educational Level			4.53	.209
No Formal Education	33 (71.74)	13 (28.26)		
Primary School	201 (83.06)	41 (16.94)		
Secondary School or Equivalent	68 (75.56)	22 (24.44)		
Bachelor's Degree or Higher	17 (77.27)	5 (22.73)		
Main Occupation			70.36	< .001*
Farming / Agriculture	214 (87.70)	30 (12.30)		
General Employment / Trading	83 (83.84)	16 (16.16)		
Not employed/ Housekeeping	22 (38.60)	35 (61.40)		
Working in the Same Position for More than 20 Minutes			23.88	< .001*
Yes	236 (86.45)	37 (13.55)		
No	83 (65.35)	44 (34.65)		
Frequent Twisting or Turning Movements			21.27	< .001*
Yes	208 (87.39)	30 (12.61)		
No	111 (68.52)	51 (31.48)		
Repetitive Hand or Arm Movements			15.67	< .001*
Yes	214 (85.94)	35 (14.06)		
No	105 (69.54)	46 (30.46)		
Frequently Lifting Objects Weighing More than 10 kg			12.36	< .001*
Yes	156 (87.64)	22 (12.36)		
No	163 (73.42)	59 (26.58)		

*p < .05

ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุคูณเพื่อศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ พบว่า หลังจากควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่นในแบบจำลองแล้ว เพศ อาชีพหลัก และปัจจัยด้านลักษณะการทำงานบางประการมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้สูงอายุเพศหญิงมีโอกาสอยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อสูงกว่าเพศชาย 1.67 เท่า (AOR = 1.67, 95% CI: 1.02–2.74, p = .038) เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่ไม่ได้ประกอบอาชีพ/ทำงานบ้าน ผู้ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมมีโอกาสอยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงกว่า 3.24 เท่า (AOR = 3.24, 95% CI: 1.85–5.69, p < .001) สำหรับปัจจัยด้านลักษณะการทำงาน พบว่า ผู้ที่ทำงานในท่าเดิมเป็นเวลานานกว่า 20 นาที มีโอกาสอยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงกว่าผู้ที่ไม่ได้ทำงานในท่าเดิมเป็นเวลานาน 2.95 เท่า (AOR = 2.95, 95% CI: 1.74–4.98, p < .001) ผู้ที่มีการเคลื่อนไหวบิดหรือหมุนร่างกายบ่อยครั้งมีโอกาสอยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงกว่า 2.76 เท่า (AOR = 2.76, 95% CI: 1.63–4.67, p < .001) ผู้ที่มีการเคลื่อนไหวมือหรือแขนซ้ำ ๆ มีโอกาสอยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงกว่า 2.21 เท่า (AOR = 2.21, 95% CI: 1.34–3.65, p = .002) และผู้ที่ยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากกว่า

10 กิโลกรัมเป็นประจำ มีโอกาสอยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงกว่า 2.18 เท่า (AOR = 2.18, 95% CI: 1.29–3.69, p = .004) ในขณะที่ระดับการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อควบคุมตัวแปรอื่นในแบบจำลองแล้ว โดยเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่ไม่มีการศึกษาอย่างเป็นทางการ ผู้ที่มีการศึกษาระดับประถมศึกษา (AOR = 1.70, 95% CI: 0.94–3.99, p = .150) ระดับมัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า (AOR = 1.10, 95% CI: 0.55–2.72, p = .630) และระดับปริญญาตรีขึ้นไป (AOR = 1.20, 95% CI: 0.41–4.38, p = .628) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ผู้ที่ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป/ค้าขายไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่ไม่ได้ประกอบอาชีพ/ทำงานบ้าน (AOR = 1.71, 95% CI: 0.98–2.98, p = .062) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 5 (Table 5.)

ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า ปัจจัยด้านอาชีพและพฤติกรรมการทำงานที่ไม่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 5. Factors Associated with the Risk of Musculoskeletal Disorders among Older Adults Using Logistic Regression Analysis (n = 400)

Variables	COR	AOR	95% CI for AOR	p-value
Sex				
Male	1.00	1.00	Reference	-
Female	1.84	1.67	1.02–2.74	.038*
Educational Level				
No Formal Education	1.00	1.00	Reference	-
Primary School	1.93	1.70	0.94–3.99	.150
Secondary School or Equivalent	1.22	1.10	0.55–2.72	.630
Bachelor's Degree or Higher	1.34	1.20	0.41–4.38	.628
Main Occupation				
Not employed / Housekeeping	1.00	1.00	Reference	-
Farming / Agriculture	11.35	3.24	1.85–5.69	< .001*
General Employment / Trading	8.24	1.71	0.98–2.98	.062
Working in the Same Position for More than 20 Minutes				
No	1.00	1.00	Reference	-
Yes	3.38	2.95	1.74–4.98	< .001*
Frequent Twisting or Turning Movements				
No	1.00	1.00	Reference	-
Yes	3.18	2.76	1.63–4.67	< .001*
Repetitive Hand or Arm Movements				
No	1.00	1.00	Reference	-
Yes	2.67	2.21	1.34–3.65	.002*
Frequently Lifting Objects Weighing More than 10 kg				
No	1.00	1.00	Reference	-
Yes	2.56	2.18	1.29–3.69	.004*

*p < .05, Reference category = 1.00

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล พฤติกรรมด้านการยศาสตร์จากการทำงาน และความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 65.23 ± 5.42 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา และประกอบอาชีพเกษตรกรรม นอกจากนี้ยังพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อร้อยละ 79.75 โดยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เพศ อาชีพ การทำงานในท่าเดิมเป็นเวลานานกว่า 20 นาที การบิดหรือหมุนลำตัวบ่อยครั้ง การเคลื่อนไหวมือหรือแขนซ้ำ ๆ และการยกของหนักมากกว่า 10 กิโลกรัม เมื่อควบคุมปัจจัยร่วมในแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก พบว่าเพศหญิงมีโอกาสเสี่ยงสูงกว่าเพศชาย 1.67 เท่า ผู้ประกอบอาชีพเกษตรกรรมมีโอกาสเสี่ยงสูงกว่ากลุ่มไม่ได้ประกอบอาชีพ/ทำงานบ้าน 3.24 เท่า การทำงานในท่าเดิมนานกว่า 20 นาทีเพิ่มโอกาสเสี่ยง 2.95 เท่า การบิดหรือหมุนลำตัวบ่อยครั้งเพิ่มโอกาสเสี่ยง 2.76 เท่า การเคลื่อนไหวมือหรือแขนซ้ำ ๆ เพิ่มโอกาสเสี่ยง 2.21 เท่า และการยกของหนักมากกว่า 10 กิโลกรัมเพิ่มโอกาสเสี่ยง 2.18 เท่า สะท้อนให้เห็นว่าความเสี่ยงของความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุมีลักษณะเป็นปัจจัยร่วมทั้งด้านลักษณะบุคคลและการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงจากการทำงาน แม้ว่ากลุ่มตัวอย่างจะอยู่ในวัยสูงอายุ แต่ส่วนใหญ่ยังมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทำงาน โดยเฉพาะการประกอบอาชีพเกษตรกรรม และมีการสัมผัสปัจจัยด้านการยศาสตร์หลายรูปแบบ ทั้งการทำงานในท่าเดิมเป็นเวลานาน การเอื้อมหยิบจับ การบิดหรือหมุนลำตัว การเคลื่อนไหวมือหรือแขนซ้ำ ๆ และการยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กิโลกรัม ลักษณะดังกล่าวมีความสำคัญเมื่อพิจารณาร่วมกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นตามวัย เพราะการสูงอายุไม่ได้ส่งผลเฉพาะต่อกำลังกล้ามเนื้อเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับการลดลงของมวลกล้ามเนื้อ ความสามารถในการสร้างแรง การควบคุมการเคลื่อนไหว ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของข้อต่อ เอ็นและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ทำให้ความสามารถในการรองรับและฟื้นตัวจากภาระทางกายอาจลดลงเมื่อเทียบกับวัยที่อายุน้อยกว่า (World Health Organization [WHO], 2022) ประเด็นดังกล่าวสอดคล้องกับภาระของอาการที่พบในการศึกษานี้ โดยผู้สูงอายุถึงร้อยละ 86.50 รายงานว่าเคยมีอาการปวดหรือไม่สบายทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา โดยบริเวณเข่าพบมากที่สุด รองลงมาคือหลัง และมือ/ข้อมือ และมากกว่าครึ่งหนึ่งมีอาการปวดในระดับรุนแรงหรือรุนแรงมาก รูปแบบดังกล่าวอาจสะท้อนการทำงานร่วมกันของทั้งการเปลี่ยนแปลงของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกตามวัยและการสะสมของภาระทางกายจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันและการทำงาน เมื่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการสร้างแรง การลดลงของมวลกล้ามเนื้อ และคุณภาพของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของข้อต่อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ทำให้ความสามารถในการรองรับภาระทางกลจากกิจกรรมการทำงานอาจลดลงเมื่อเทียบกับวัยที่อายุน้อยกว่า เกิดภาระต่อระบบกล้ามเนื้อและกระดูกได้ง่ายขึ้น (Jones et al., 2021) อย่างไรก็ตาม อาการที่รายงานไม่ควรถูกตีความว่าเป็นผลจากปัจจัยด้านการทำงานเพียงประการเดียว เนื่องจากความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเป็นภาวะที่มีหลายปัจจัยเกี่ยวข้อง

ความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ผลการศึกษาพบว่า ผู้สูงอายุเพศหญิงมีโอกาสอยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (AOR = 1.67, 95% CI: 1.02–2.74, p = .038) ผลดังกล่าวอาจอธิบายได้จากความแตกต่างทางสรีรวิทยาและองค์ประกอบของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกระหว่างเพศ โดยเฉพาะในช่วงสูงอายุที่มีการลดลงของมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงตามวัย และผู้หญิงมีแนวโน้มที่จะมีมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงสัมบูรณ์ต่ำกว่าผู้ชาย ส่งผลให้ความสามารถในการรองรับภาระทางกาย โดยภาระจากกิจกรรมเดียวกันอาจคิดเป็นสัดส่วนที่มากขึ้นเมื่อเทียบกับกำลังทางกายของบุคคลที่มีมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงสัมบูรณ์ต่ำกว่า (Jones et al., 2021) นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในผู้หญิงสูงอายุ โดยเฉพาะการสูญเสียมวลกระดูกและการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับวัยหลังหมดประจำเดือน ซึ่งอาจทำให้ความสามารถในการรองรับแรงและการถ่ายแรงของระบบโครงร่างเปลี่ยนแปลงไป การศึกษาระยะยาวในผู้สูงอายุยังพบว่าการสูญเสียความหนาแน่นมวลกระดูกในผู้หญิงอายุ 60 ปีขึ้นไปมีแนวโน้มมากกว่าผู้ชายในวัยเดียวกัน (Kawakami, 2006) ในส่วนของอาชีพ ลักษณะงานเกษตรกรรมเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างเด่นชัด โดยเมื่อควบคุมตัวแปรอื่นแล้ว ผู้ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมมีโอกาสอยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงกว่าผู้ที่ไม่ได้ประกอบอาชีพ/ทำงานบ้าน (AOR = 3.24, 95% CI: 1.85–5.69, p < .001) ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีความเป็นไปได้ทางชีวกลศาสตร์ เนื่องจากลักษณะงานเกษตรกรรมมักเกี่ยวข้องกับการยก แบก ขนย้ายสิ่งของ การก้ม การบิดลำตัว การเอื้อม และการทำงานในท่าที่ไม่เป็นกลางเป็นเวลานาน รวมถึงการออกแรงซ้ำ ๆ ปัจจัยเหล่านี้สามารถเพิ่มแรงที่กระทำต่อกล้ามเนื้อ ข้อต่อ และโครงสร้างของกระดูกสันหลัง โดยเฉพาะบริเวณหลังส่วนล่างและข้อเข่า การยกของหนักหรือการยกสิ่งของในตำแหน่งที่ห่างจากลำตัวทำให้ระยะของแรงจากวัตถุถึงแกนหมุนของร่างกายเพิ่มขึ้น ส่งผล

ให้เกิดโมเมนต์ของแรงมากขึ้นที่กระทำต่อกระดูกสันหลัง และกล้ามเนื้อแกนกลาง รวมถึงกล้ามเนื้อหลังต้องสร้างแรงเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาสมดุลของลำตัว ขณะที่การทำงานในท่าก้ม บิด หรือย่อตัวเป็นเวลานาน อาจเพิ่มทั้งแรงกดและแรงเฉือนที่กระทำต่อโครงสร้างของกระดูกสันหลัง โดยเฉพาะเมื่อเกิดซ้ำหรือเกิดร่วมกับการยกของ ดังนั้น ในผู้สูงอายุที่มีความแข็งแรงและความสามารถในการฟื้นตัวลดลง ภาระทางกลจากลักษณะงานดังกล่าวจึงอาจมีความสัมพันธ์กับการเกิดหรือคงอยู่ของอาการทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกได้มากขึ้น หลายการศึกษาพบว่าการยกของหนัก ท่าทางที่ไม่เหมาะสม และการทำงานซ้ำเป็นปัจจัยด้านชีวกลศาสตร์ที่มีหลักฐานสนับสนุนความสัมพันธ์กับความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงาน (da Costa & Vieira, 2010; Hulshof et al., 2021a) ในขณะเดียวกัน อาชีพเกษตรกรรมอาจมีความสัมพันธ์กับปัญหาของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะอาการปวดบริเวณข้อเข่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Silangirn et al. (2024) ที่พบปัญหาอาการปวดเข่าในผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชุมชน

การทำงานในท่าเดิมเป็นเวลานานกว่า 20 นาทีเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงอย่างชัดเจน (AOR = 2.95, 95% CI: 1.74–4.98, p < .001) โดยผู้สูงอายุที่มีพฤติกรรมดังกล่าวมีโอกาสเสี่ยงเกือบ 3 เท่าของผู้ที่ไม่มีพฤติกรรมดังกล่าว ผลนี้สอดคล้องกับกลไกการคงระดับการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อรักษาท่าทางเป็นเวลานาน ซึ่งทำให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อหดตัวแบบคงที่และเกิดความล้าของกล้ามเนื้อได้ เมื่อกล้ามเนื้อทำงานต่อเนื่องโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงท่าทางหรือช่วงพักที่เพียงพอ จะเกิดการเพิ่มความตึงตัวของกล้ามเนื้อ ความต้องการออกซิเจนและสารอาหารของเนื้อเยื่อจะเพิ่มขึ้น ขณะที่การไหลเวียนเลือดภายในกล้ามเนื้ออาจถูกจำกัดจากแรงดันภายในกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การส่งออกซิเจนและการกำจัดเมแทบอไลต์ที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อทำได้ลดลง ซึ่งสัมพันธ์กับความรู้สึกเมื่อยล้าและไม่สบายของกล้ามเนื้อ ในทางชีวกลศาสตร์ การคงท่าเดิมเป็นเวลานานยังทำให้แรงถูกกระจายไปยังกล้ามเนื้อและข้อต่อกลุ่มเดิมอย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีช่วงพักหรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการรับแรง ขณะที่โครงสร้างส่วนอื่นของร่างกายไม่ได้เข้ามาช่วยกระจายภาระอย่างเพียงพอ เมื่อการรับแรงลักษณะนี้เกิดซ้ำเป็นเวลานานจึงอาจเกิด cumulative mechanical loading หรือการสะสมของภาระทางกลต่อเนื้อเยื่อได้ องค์การอนามัยโลกชี้ว่าการทำงานที่เกี่ยวข้องกับแรงทางกาย ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม และการทำงานซ้ำ ๆ เป็นปัจจัยด้านการยศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (WHO, 2003; Hulshof et al., 2021b) ดังนั้น การจัดให้มีการเปลี่ยนท่าทาง การพักเป็นระยะ และการปรับสภาพงานให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สูงอายุจึงอาจช่วยลดการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงดังกล่าวได้ นอกจากนี้ การบิดหรือหมุนลำตัวบ่อยครั้งมีโอกาสอยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงกว่า 2.76 เท่า เมื่อเทียบกับผู้ที่ไม่มีพฤติกรรมดังกล่าว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (AOR = 2.76, 95% CI: 1.63–4.67, p < .001) ผลดังกล่าวสอดคล้องกับหลักฐานที่ระบุว่าการหมุนลำตัวทำให้เกิดแรงบิด (torsional loading) ต่อกระดูกสันหลัง และเพิ่มความต้องการในการควบคุมลำตัวของกล้ามเนื้อแกนกลาง โดยเฉพาะเมื่อการหมุนเกิดขึ้นพร้อมกับการก้ม การเอื้อม หรือการยกสิ่งของ การเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ ในลักษณะดังกล่าวอาจทำให้โครงสร้างของกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อได้รับแรงซ้ำอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ เมื่อความสามารถในการควบคุมท่าทางลดลงตามอายุ อาจทำให้การกระจายแรงผ่านข้อต่อและกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพลดลง ความสัมพันธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับหลักฐานด้านการยศาสตร์ที่ระบุว่าท่าทางที่ไม่เหมาะสม การออกแรง และการทำงานซ้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (da Costa & Vieira, 2010) สำหรับการเคลื่อนไหวมือหรือแขนซ้ำ ๆ มีความสัมพันธ์กับการอยู่ในกลุ่มเสี่ยงเช่นกัน (AOR = 2.21, 95% CI: 1.34–3.65, p = .002) ซึ่งสอดคล้องกับกลไกของ repetitive loading ซึ่งเกิดจากการใช้กล้ามเนื้อและเอ็นกลุ่มเดิมซ้ำ ๆ โดยเฉพาะบริเวณมือ ข้อมือ ข้อศอก และไหล่ หากการเคลื่อนไหวซ้ำเกิดร่วมกับการออกแรงจับหรือบีบ จะยิ่งเพิ่มแรงตึงของกล้ามเนื้อและเอ็น รวมถึงเพิ่มภาระต่อเนื้อเยื่อรอบข้อต่อ การสัมผัสภาระลักษณะนี้อย่างต่อเนื่องอาจทำให้เกิดความล้าของกล้ามเนื้อและการระคายเคืองของเนื้อเยื่อจากการใช้งานซ้ำได้ โดยข้อมูลจาก NIOSH ระบุว่าการทำงานที่มีลักษณะซ้ำและการออกแรงเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกาย (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2024) ในทำนองเดียว สูงอายุที่ยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กิโลกรัมเป็นประจำมีโอกาสอยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงกว่าผู้ที่ไม่ได้มีพฤติกรรมดังกล่าว 2.18 เท่า (AOR = 2.18, 95% CI: 1.29–3.69, p = .004) ผลการศึกษานี้อธิบายได้ตามหลักชีวกลศาสตร์ของการยกของ โดยเมื่อมวลของวัตถุเพิ่มขึ้น แรงที่ร่างกายต้องใช้ในการต้านน้ำหนักและควบคุมวัตถุจะเพิ่มขึ้น และหากวัตถุอยู่ห่างจากลำตัว จะทำให้ระยะคานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดโมเมนต์ของแรงต่อกระดูกสันหลังและข้อต่อมากขึ้น กล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวจึงต้องทำงานมากขึ้นเพื่อรักษาสมดุลและความมั่นคงของลำตัว สำหรับผู้สูงอายุ การลดลงของมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อตามวัยอาจลดความสามารถในการรองรับภาระทางกายภาพจากการยกสิ่งของ ทำให้มีความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ดังนั้น งานที่ต้องยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากและทำซ้ำเป็นประจำจึงอาจเพิ่มภาระต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และสัมพันธ์กับความเมื่อยล้า

หรืออาการไม่สบายของระบบดังกล่าวได้มากขึ้น สอดคล้องกับผลการทบทวนอย่างเป็นระบบของ da Costa & Vieira (2010) นอกจากนี้ Hulshof et al. (2021b) ยังพบว่าการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์จากการทำงานมีความสัมพันธ์กับการเกิดความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และเมื่อพิจารณาผลของอาชีพและระดับการศึกษาร่วมกัน แม้ว่าการวิเคราะห์ Chi-square จะพบความสัมพันธ์ระหว่างอาชีพหลักกับความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ แต่เมื่อควบคุมตัวแปรอื่นในการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุคูณ พบว่าเฉพาะกลุ่มอาชีพเกษตรกรรมยังคงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่กลุ่มรับจ้างทั่วไป/ค้าขายไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (AOR = 1.71, 95% CI: 0.98–2.98, p = .062) ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างอาชีพกับความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่น ลักษณะงาน ระดับการออกแรง ความถี่ของการยกของ ท่าทางการทำงาน และระยะเวลาที่สัมผัสปัจจัยเสี่ยง สำหรับระดับการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทั้งในการวิเคราะห์ Chi-square และการวิเคราะห์พหุตัวแปร ผลดังกล่าวอาจบ่งชี้ว่าลักษณะงานและการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงทางกายภาพอาจมีบทบาทต่อความเสี่ยงของความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อมากกว่าระดับการศึกษาโดยตรง

เมื่อพิจารณาในภาพรวม ปัจจัยที่ยังคงมีความสัมพันธ์กับโอกาสอยู่ในกลุ่มเสี่ยงภายหลังการควบคุมตัวแปรร่วม ได้แก่ การคงท่าเดิมเป็นเวลานาน การบิดหรือหมุนลำตัว การเคลื่อนไหวมือหรือแขนซ้ำ ๆ และการยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่สะท้อนภาระทางกายและการสัมผัสความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ผลดังกล่าวสนับสนุนแนวคิดว่าความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเป็นภาวะที่มีหลายปัจจัยร่วมกัน (multifactorial condition) โดยเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านบุคคล ลักษณะงาน ภาระทางกาย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยเฉพาะเมื่อมีการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงอย่างต่อเนื่อง ภาระทางกลที่สะสมอาจเพิ่มความเครียดต่อกล้ามเนื้อ ข้อต่อ และเนื้อเยื่อโดยรอบ ขณะที่ความสามารถในการฟื้นตัวและการรองรับภาระทางกายอาจลดลงตามวัย ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความไวต่ออาการปวดและความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อมากขึ้น แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับหลักฐานทางระบาดวิทยาที่ชี้ว่าความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงานมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ บุคคล และสภาพแวดล้อมหลายด้านร่วมกัน (da Costa & Vieira, 2010; Hulshof et al., 2021a)

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง ซึ่งเก็บข้อมูลปัจจัยสัมผัสและผลลัพธ์ในช่วงเวลาเดียวกัน จึงไม่สามารถระบุ temporal sequence ได้อย่างชัดเจนว่าการสัมผัสปัจจัยด้านการยศาสตร์เกิดขึ้นก่อนการเกิดอาการหรือไม่ ด้วยเหตุนี้ ผลจากการวิเคราะห์ Chi-square และ Logistic Regression จึงควรตีความในฐานะความสัมพันธ์ ไม่ใช่หลักฐานของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Setia, 2016) นอกจากนี้ อาจมีปัจจัยอื่นที่ไม่ได้วัดหรือไม่ได้รวมอยู่ในแบบจำลอง เช่น ดัชนีมวลกาย ระดับกิจกรรมทางกาย โรคประจำตัว ประวัติการบาดเจ็บเดิม ระยะเวลาการประกอบอาชีพ และรายละเอียดของภาระงาน ซึ่งอาจมีผลต่อความสัมพันธ์ได้ และกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้มาจากผู้สูงอายุในอำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ การนำผลไปอ้างอิงกับผู้สูงอายุในพื้นที่อื่นจึงควรกระทำด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากประเภทอาชีพ รูปแบบการทำงาน สภาพแวดล้อมทางกายภาพ การเข้าถึงบริการสุขภาพ และบริบททางเศรษฐกิจและสังคมอาจแตกต่างกัน ผลการศึกษานี้จึงเหมาะสมที่จะใช้สะท้อนสถานการณ์และความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในบริบทของผู้สูงอายุในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ มากกว่าการสรุปอ้างอิงไปยังผู้สูงอายุทั้งหมดในระดับจังหวัดหรือระดับประเทศ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้พบว่า ปัจจัยหลายด้านมีความสัมพันธ์กับการอยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ ได้แก่ เพศหญิง อาชีพเกษตรกรรม การทำงานในตำแหน่งเดิมต่อเนื่องมากกว่า 20 นาที การบิดหรือหมุนลำตัวบ่อยครั้ง การเคลื่อนไหวมือหรือแขนซ้ำ ๆ และการยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กิโลกรัม โดยเฉพาะอาชีพเกษตรกรรมและปัจจัยด้านการยศาสตร์ที่สะท้อนภาระทางกายมีความสัมพันธ์กับการอยู่ในกลุ่มเสี่ยงอย่างชัดเจน ผลดังกล่าวมีความสอดคล้องกับกลไกทางสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสะสมของภาระทางกล ความล้าของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการรองรับแรงที่ลดลงตามวัย อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการศึกษาเป็นแบบภาคตัดขวาง ผลการศึกษาจึงสะท้อนความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับการอยู่ในกลุ่มเสี่ยง และไม่ควรตีความเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุโดยตรง ผลการศึกษาดังกล่าวสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนส่งเสริมสุขภาพและป้องกันปัญหาระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในผู้สูงอายุ โดยเฉพาะการปรับพฤติกรรมและสภาพแวดล้อมการทำงานให้เหมาะสมกับความสามารถทางกายที่เปลี่ยนแปลงตามวัย เพื่อลดการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในผู้สูงอายุ ควบคู่กับการศึกษาเชิงติดตามในอนาคตเพื่อยืนยันลำดับเวลาและความสัมพันธ์ของปัจจัยดังกล่าวอย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

สำหรับการศึกษาครั้งต่อไปควรพัฒนาเป็นการศึกษาแบบ cohort หรือ longitudinal study เพื่อให้สามารถติดตามการสัมผัสปัจจัยด้านการยศาสตร์และการเปลี่ยนแปลงของอาการทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกตามเวลา ซึ่งจะช่วยให้สามารถประเมินลำดับเหตุการณ์สนับสนุนการตีความเชิงเหตุ–ผลได้มากขึ้น และลดข้อจำกัดด้าน temporality ของการศึกษาแบบภาคตัดขวางได้มากขึ้น นอกจากนี้ ควรผสมผสานข้อมูลจากการรายงานด้วยตนเองกับการประเมินภาระทางกายอย่างเป็นรูปธรรม เช่น การสังเกตท่าทางการทำงาน การประเมินระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ด้วยเครื่องมือมาตรฐาน การวัดแรงหรือภาระที่ใช้ในการยก และการใช้เครื่องมือประเมินการเคลื่อนไหว เพื่อเพิ่มความแม่นยำของการประเมินการสัมผัสปัจจัยเสี่ยง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์จากหลายภาคส่วน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการดำเนินงานวิจัยอย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาของการศึกษา ขอขอบพระคุณหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผู้นำชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และผู้สูงอายุในจังหวัดศรีสะเกษทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

Arunphong, C., & Pukahuta, P. (2021). Factors Prediction Behaviors for Prevention of Osteoarthritis Among Elderly in Ban Tha Bo Chaerama Subdistrict Mueang District Ubon Ratchathani Province. Ubon Ratchathani Journal of Research and Evaluation, 10(1), 31–42. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/ubonreseva/article/view/247744 (in Thai)

Asavamongkolkul, A., Adulkasem, N., Chotiyarnwong, P., Vanitcharoenkul, E., Chandhanayingyong, C., Laohaprasitiporn, P., Soparat, K., & Unnanuntana, A. (2024). Prevalence of osteoporosis, sarcopenia, and high falls risk in healthy community-dwelling Thai older adults: A nationwide cross- sectional study. JBMR Plus, 8(2) , eziad020. https://doi.org/10.1093/jbmrpl/ziad020

Chankaew, W., Takaew, T., Katkhaw, O., Srisookkum, T., & Wongrattanakamon, S. (2025). Predictive factors for knee osteoarthritis severity among older adults in Pong District, Phayao Province, Rural Northern Thailand: A Cross-Sectional Study. Universal Journal of Public Health, 13(3), 688–696. https://doi.org/10.13189/ujph.2025.130317 (in Thai)

Chee, H. L., & Rampal, K. G. (2004). Work-related musculoskeletal problems among women workers in the semiconductor industry in Peninsular Malaysia. International Journal of Occupational and Environmental Health, 10(1), 63–71. https://doi.org/10.1179/oeh.2004.10.1.63

Cochran, W. G. (1977). Sampling techniques (3rd ed.). New York, NY: Wiley.

da Costa, B.R. and Vieira, E.R. (2010), Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. Am. J. Ind. Med., 53, 285-323. https://doi.org/10.1002/ajim.20750

Kanehisa, H., Ishiguro, N., Takeshita, K., Kawakami, Y., Kuno, S., Miyatani, M., & Fukunaga, T. (2006). Effects of gender on age-related changes in muscle thickness in the elderly. International Journal of Sport and Health Science, 4(Special_Issue_2_2006), 427-434.

GBD 2021 Other Musculoskeletal Disorders Collaborators. (2023). Global, regional, and national burden of other musculoskeletal disorders, 1990–2020, and projections to 2050: A systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. The Lancet Rheumatology, 5(11), e670–e682. https://doi.org/10.1016/S2665-9913(23)00232-1

Hulshof, C. T., Pega, F., Neupane, S., Colosio, C., Daams, J. G., Kc, P., ... & Frings-Dresen, M. H. (2021a). The effect of occupational exposure to ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other musculoskeletal diseases: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. Environment International, 150, 106349. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106349

Hulshof, C. T., Pega, F., Neupane, S., van der Molen, H. F., Colosio, C., Daams, J. G., ... & Frings-Dresen, M. H. (2021b). The prevalence of occupational exposure to ergonomic risk factors: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. Environment international, 146, 106157. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106157

Isan Insight. (2025). Did you know? Ubon Ratchathani and Sisaket rank among the top 10 provinces with the highest proportion of people living in poverty in Thailand [Online]. Retrieved January 10, 2026, from https://isaninsight.kku.ac.th/archives/9574

Jones, M. D., Wewege, M. A., Hackett, D. A., Keogh, J. W., & Hagstrom, A. D. (2021). Sex Differences in Adaptations in Muscle Strength and Size Following Resistance Training in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis: Matthew D. Jones et al. Sports Medicine, 51(3), 503-517. https://doi.org/10.1007/s40279-020-01388-4

Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Applied Ergonomics, 18(3), 233–237. https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-X

Lawongsa, K., & Tepakorn, J. (2024). Sarcopenia prevalence and risk factors among older adults in Bangkok, Thailand: A cross-sectional study. Cureus, 16(6), e63483. https://doi.org/10.7759/cureus.63483

National Institute for Occupational Safety and Health. (2024). Ergonomics: Step 1—Identify risk factors [Online]. Retrieved January 10, 2026, from https://www.cdc.gov/niosh/ergonomics/ergo-programs/risk-factors.html

National Statistical Office. (2024). The 2024 survey of the older persons in Thailand. Bangkok: Ministry of Digital Economy and Society.

National Statistical Office. (2025). Sisaket provincial statistical report 2025: Registered population by age group and district, 2024. Bangkok: Ministry of Digital Economy and Society.

Pin-klao, P. (2008). Ergonomic factors and prevalence rate of musculoskeletal disorders among Thai traditional massage practitioners (Master's thesis). Chiang Mai University. (in Thai)

Poochada, W., Chaiklieng, S., & Andajani, S. (2022). Musculoskeletal disorders among agricultural workers of various cultivation activities in upper Northeastern Thailand. Safety, 8(3), 61. https://doi.org/10.3390/safety8030061

Robrujen, S. (2020). The development of knee osteoarthritis prevention program in elderly by community participation in Khu Mueang Subdistrict, Warin Chamrap District, Ubon Ratchathani. Journal of Medicine and Public Health, Ubon Ratchathani University, 3(1), 25–36. (in Thai)

Setia, M. S. (2016). Methodology series module 3: Cross-sectional studies. Indian Journal of Dermatology, 61(3), 261–264. https://doi.org/10.4103/0019-5154.182410

Silangirn, P., Chaichana, K., Thummayot, S., Srisuttha, P., Sadjapong, U., Chaipin, E., Sapbamrer, R., & Thongtip, S. (2024). Study of knee pain, fear of falling, and quality of life among community-dwelling older adults, Northern Thailand. Narra Journal, 4(2), e915. https://doi.org/10.52225/narra.v4i2.915

World Health Organization. (2022). Musculoskeletal health [Online]. Retrieved January 10, 2026, from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions

World Health Organization. (2003). Preventing musculoskeletal disorders in the workplace [Online]. Retrieved January 10, 2026, from https://www.who.int/publications/i/item/preventing-musculoskeletal-disorders-in-the-workplace

การปรับตัวเชิงแรง-เวลาเฉพาะเจาะจงต่อการฝึกแบบพลัยโอเมตริกและการฝึกแบบตรงกันข้ามในนักกีฬาวอลเลย์บอล

TRAINING-SPECIFIC FORCE–TIME ADAPTATIONS FOLLOWING PLYOMETRIC AND CONTRAST TRAINING IN VOLLEYBALL PLAYERS

ธนกร ไข่มุสิก[1] เพ็ญพักตร์ หนูผุด[2*] และมณฑล ทองโรจน์[3]
THANAKORN KAIMUSIK[1], PENPAK NOOPUD[2*] and MONTON THONGROJ[3]
[1]สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพฯ ประเทศไทย
[2]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง ประเทศไทย
[3]ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ ประเทศไทย
[1]Sports Science Division, Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University, Bangkok, Thailand
[2]Department of Sports Science, Faculty of Health and Sports Science, Thaksin University, Phatthalung, Thailand
[3]Department of Sports Science, Sports Authority of Thailand, Bangkok, Thailand
*Corresponding author: jpenpak@tsu.ac.th

Received: July 31, 2026 **Revised:** September 29, 2026 **Accepted:** October 5, 2026

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบพลัยโอเมตริก (PLY) และการฝึกแบบตรงกันข้าม (CT) ร่วมกับการฝึกซ้อมวอลเลย์บอลตามปกติกับกลุ่มควบคุม (CON) ในนักกีฬาวอลเลย์บอลชายระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 45 คน เพื่อลดความแปรปรวนจากค่าเริ่มต้น ผู้เข้าร่วมการวิจัย (N = 45) ถูกจัดลำดับตามเวลาการวิ่งสปริ้นท์ 0–5 เมตร จัดกลุ่มเป็นชุดสามคนที่มีความใกล้เคียงกัน และสุ่มแบ่งด้วยอัตราส่วน 1:1:1 เข้าสู่กลุ่มการฝึกแบบตรงกันข้าม (CT) กลุ่มการฝึกแบบพลัยโอเมตริก (PLY) หรือกลุ่มควบคุม (CON) (กลุ่มละ 15 คน) ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ของการกระโดดเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ (CMJ) ได้แก่ พลังสูงสุด, พลังสูงสุดสัมพัทธ์, อัตราการสร้างแรง (RFD), แรงดล และความสูงในการกระโดด ได้รับการประเมินผ่านแผ่นรับแรง (force platform) และวิเคราะห์ด้วยสถิติ Multivariate และ Repeated-measures ANOVA ผลการศึกษา พบว่า ลักษณะเชิงแรง-เวลา (force–time characteristics) ของ CMJ ในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่ม CON ($p < .001$) โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่จุดเริ่มต้นก่อนการแทรกแซง ($p > .05$) การเปรียบเทียบรายคู่เพิ่มเติมแสดงให้เห็นรูปแบบการปรับตัวทางกลไกที่แตกต่างกันระหว่างรูปแบบการฝึก โดยกลุ่ม CT แสดงผลลัพธ์ที่ดีกว่ากลุ่ม CON อย่างมีนัยสำคัญ และเหนือกว่ากลุ่ม PLY ในตัวแปรช่วงปลายบางตัว เช่น Peak RFD90, Relative Peak RFD90 และ Gross Impulse300 ($p < .05$) รวมถึงมีพลังสูงสุดสัมพัทธ์และความสูงในการกระโดดที่สูงกว่า ในทางกลับกัน ในช่วงเริ่มต้นของการสร้างแรง (0–30 มิลลิวินาที) ทั้งกลุ่ม PLY และ CT สามารถปรับปรุงการสร้างแรงอย่างรวดเร็วในช่วงต้น ซึ่งสะท้อนผ่าน Peak RFD30 และ Relative Peak RFD30 ได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่ม CON ($p < .05$) โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม ($p > .05$) สรุปได้ว่า ทั้งการฝึกแบบ PLY และ CT สามารถพัฒนาประสิทธิภาพการกระโดดได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับการฝึกซ้อมวอลเลย์บอลตามปกติเพียงอย่างเดียว ผ่านรูปแบบการปรับตัวทางกลไกที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา โดยการฝึกแบบ CT ส่งผลให้เกิดการพัฒนาในส่วนของอัตราการสร้างแรง (RFD) ช่วงปลายและความสูงในการกระโดดได้ดีกว่า ในขณะที่ทั้งสองวิธีช่วยพัฒนาการสร้างแรงอย่างรวดเร็วในช่วงต้นได้อย่างมีนัยสำคัญโดยไม่มีความแตกต่างกัน สิ่งนี้ตอกย้ำถึงการประยุกต์ใช้จริงของการวิเคราะห์ลักษณะเชิงแรง-เวลา (force–time profiling) เพื่อการกำหนดโปรแกรมการฝึกเฉพาะบุคคล

คำสำคัญ; การฝึกแบบพลัยโอเมตริก, การฝึกแบบตรงกันข้าม, การกระโดดเคาน์เตอร์มูฟเมนต์, อัตราการสร้างแรง, วอลเลย์บอล

Abstract

This study aimed to investigate and compare the effects of plyometric training (PLY) and contrast training (CT), combined with routine volleyball practice, against a control group (CON) in 45 male collegiate volleyball players. To minimize baseline variability, participants (N = 45) were ranked according to their 0–5 m sprint times, organized into matched triplets, and randomly allocated in a 1:1:1 ratio to the Contrast Training (CT), Plyometric Training (PLY), or Control (CON) group (n = 15 per group). Countermovement jump (CMJ) biomechanical variables, including peak power, relative peak power, rate of force development (RFD), impulse, and jump height, were assessed using a force platform and analyzed using multivariate and repeated-measures ANOVA. The results showed significant improvements in CMJ force–time characteristics in both experimental groups compared with CON ($p < .001$), with no significant between-group differences at baseline before the intervention ($p > .05$). Further pairwise comparisons revealed distinct mechanical adaptation profiles between the training modalities. CT demonstrated significantly better outcomes than CON and outperformed PLY in selected late-phase variables, such as Peak RFD90, Relative Peak RFD90, and Gross Impulse300 ($p < .05$), alongside greater relative peak power and jump height. In contrast, during the initial phase of force development (0–30 ms), both PLY and CT significantly improved early-phase rapid force development, as reflected in Peak RFD30 and Relative Peak RFD30, compared with CON ($p < .05$), with no statistically significant differences between the two experimental groups ($p > .05$). In conclusion, both PLY and CT effectively improved jumping performance compared with routine volleyball practice alone, through distinct mechanical adaptation profiles across temporal phases. CT produced greater improvements in late-phase RFD and jump height, whereas both methods significantly improved early-phase rapid force development, with no significant differences between them. These findings highlight the practical application of force–time profiling to individualized training prescription.

Keywords: Plyometric training, Contrast training, Countermovement jump, Rate of force development, Volleyball

Introduction

Volleyball is a high-intensity, intermittent team sport characterized by frequent explosive actions such as spiking, blocking, and rapid changes of direction that demand exceptional muscular strength, power, speed, agility, and vertical jump performance (Sheppard et al., 2009; Ziv & Lidor, 2010). Matches consist of short, high-intensity rallies primarily driven by the phosphagen system, supported by aerobic and glycolytic recovery (Gabbett & Georgieff, 2007; Rebelo et al., 2024), alongside elite anthropometric and physiological profiles favorable for power output (Sattler et al., 2015). Biomechanically, explosive performance relies on efficient kinetic-chain coordination (Wagner et al., 2009; Ziv & Lidor, 2010) and stretch–shortening cycle (SSC) utilization to minimize ground contact time and maximize reactive strength (Komi, 2000; Brughelli & Cronin, 2008). Moreover, rapid force generation is governed by neuromuscular efficiency including motor-unit recruitment, firing frequency, synchronization, and fast-twitch fiber activation establishing the rate of force development (RFD) as a critical index of explosive capacity in high-speed movements (Aagaard, 2003; Cormie et al., 2011).

Given these specific demands, training programs designed to enhance vertical jump performance and explosive power are essential for collegiate players transitioning to advanced competitive levels (Sheppard & Newton, 2012). Among various conditioning modalities, plyometric training (PLY) and contrast training (CT) are widely recognized as effective methods for developing lower-limb power. PLY leverages

the stretch–shortening cycle (SSC) through rapid eccentric-to-concentric transitions to store and release elastic energy, stimulate stretch reflexes, and enhance neural drive, motor unit recruitment, tendon stiffness, and reactive strength, thereby elevating explosive force and rate of force development (Markovic, 2007; Markovic & Mikulic, 2010; Stojanović et al., 2017), with systematic reviews confirming its efficacy in improving jumping ability and speed in volleyball players (Slimani et al., 2016; Milić et al., 2008). Conversely, CT alternates heavy resistance exercises with biomechanically similar explosive movements within the same training set, capitalizing on post-activation performance enhancement (PAPE) (Seitz & Haff, 2016; Tillin & Bishop, 2009) to heighten neural readiness, motor unit recruitment, and muscle calcium sensitivity for superior power output (Sale, 2002; Blazevich & Babault, 2019), a mechanism further supported by meta-analytic evidence in power-dependent athletes (Dobbs et al., 2019).

To monitor and evaluate these explosive adaptations, the countermovement jump (CMJ) assessed via a force platform has become a gold standard in sports science (Cormie et al., 2010). While traditional metrics like jump height and peak power provide a global assessment of performance, force–time characteristics including phase-specific rate of force development (e.g., RFD30 and RFD90) and impulse offer granular insights into the underlying mechanical and neuromuscular adaptation profiles of different training regimens (Rebelo et al., 2024).

Although extensive research confirms that both PLY and CT improve general jumping ability and power output, comparative studies evaluating their specific effects on CMJ force–time characteristics among university volleyball players remain limited. Previous investigations have predominantly focused on global performance measures (e.g., jump height and peak power), leaving a critical knowledge gap regarding how PLY and CT distinctly influence phase-specific force production, such as early-phase rapid force generation versus late-phase impulse accumulation. Therefore, this study aimed to compare the effects of 8 weeks of PLY and CT combined with routine volleyball practice on the force–time characteristics of the CMJ in male collegiate volleyball players. The findings of this study are expected to clarify the distinct mechanical adaptation profiles associated with each training modality, providing coaches and practitioners with empirical evidence to inform individualized training prescriptions based on athletes' specific force–time profiles.

Research Methodology

This study employed a repeated-measures experimental design. Participants were allocated into three groups, with dependent variables evaluated pre- and post-8-week intervention. All testing sessions were conducted under standardized laboratory conditions (25–26°C, 09:00–12:00 h) to minimize circadian effects.

1. Participants and Allocation

Forty-five male collegiate volleyball players from Chandrakasem Rajabhat University were recruited via purposive sampling (age: 19–21 years; competitive experience: >5 years; no musculoskeletal injuries within the preceding 6 months). Sample size was calculated a priori using G*Power software (v. 3.1.9.7; Heinrich Heine University Düsseldorf, Germany) for a repeated-measures ANOVA (within–between interaction). Assuming a moderate-to-large effect size f = 0.40 (Cohen, 1988), α = 0.05, and power (1–β) = 0.95, a correlation among repeated measures of 0.50, and a nonsphericity correction ε = 1.0 for 3 groups across 2 time points, the analysis indicated a minimum requirement of 30 participants in total (10 participants per group). However, to account for potential dropouts during the intervention and to further enhance statistical power, a total of 45 participants (n = 15 per group) were recruited and completed the

study. To minimize baseline performance variability, a matched-triplet randomized design was implemented. Following baseline 0–5 m sprint testing (assessed using the Smart Speed Timing Gate System, Fusion Sport, Australia), participants (N = 45) were ranked by sprint times and categorized into matched triplets of equivalent performance. Within each triplet, participants were randomly allocated (1:1:1 ratio) via simple randomization to one of three groups (n = 15 per group): Contrast Training (CT), Plyometric Training (PLY), or Control (CON). The study protocol was approved by the Ethics Committee for Human Research of Chandrakasem Rajabhat University (Approval No. SWP.045/2567; October 2, 2024) and adhered to the Declaration of Helsinki. Data collection was conducted between October 2024 and October 2025. All participants received a comprehensive explanation of the study procedures and signed written informed consent prior to data collection.

2. Countermovement Jump Testing, Data Processing, and Measurement Reliability

2.1 Countermovement Jump (CMJ) Test Protocol

Lower-limb explosive power and jump height were assessed using the Countermovement Jump (CMJ) test on a force platform (Force Plate 400 Series Performance, Fitness Technology, Australia). Participants performed 3–5 practice trials prior to actual testing. During testing, participants stood with feet shoulder-width apart and kept their hands on their hips throughout the execution to eliminate arm-swing contribution. Upon signal, they rapidly squatted to a self-selected comfortable depth and executed a maximal vertical jump with maximum effort. Each participant completed two maximal trials (separated by a 2-minute rest interval), and the trial with the greatest jump height was selected for statistical analysis.

2.2 Data Acquisition and Calibration

Vertical ground reaction force (vGRF) data were acquired at a sampling frequency of 1,000 Hz via an XPV7 signal processing system interfaced with Ballistic Measurement System software (BMS, Fitness Technology). Prior to daily testing, the force platform was zero-calibrated (tared) under unloaded conditions and calibrated using a known standard reference mass. Signal consistency across all four channels (CH #1–CH #4 baseline: 5,900–6,000 counts) was verified via XPV7 Diagnostics prior to data collection.

2.3 Signal Filtering and Net Force Calculation Raw force–time data were filtered using a digital low-pass 4th-order Butterworth filter with a cut-off frequency of 50 Hz. System weight (W_{sys}) was determined while the participant stood motionless on the platform for 3 seconds prior to jump initiation. Net vertical force ($F_{net}(t)$) at any given time point t was calculated as: $F_{net}(t) = F_{total}(t) - W_{sys}$ (where $F_{total}(t)$ represents the instantaneous vertical force and W_{sys} represents the static system weight.

2.4 Phase Boundaries Detection Movement Onset: Defined as the point at which F_{total} decreased below W_{sys} by 5 standard deviations (5 SD) or 20 N of the quiet standing baseline for a minimum duration of 30 ms. Take-off: Defined as the threshold where vertical force dropped below 10 N or 5 SD. Landing: Defined as the instance when vertical force exceeded 10 N.

2.5 Jump Height and Peak Power Calculation Jump height (JH) was derived from take-off velocity calculated via the impulse–momentum relationship:

$$JH = \left(\frac{v_{takeoff}^{2}}{2g}\right) \quad \text{Where} \quad v_{takeoff} = \int_{t\ onset}^{t\ takeoff} \frac{F_{net}(t)}{m}\, dt \qquad \text{..... (1)}$$

(where m = W_{sys}/g represents participant mass and g = 9.81m/s^2), Peak power (PP) was determined as the maximum product of instantaneous force and velocity (P(t) = F_{total}(t) x v(t)) during the concentric phase prior to take-off.

2.6 Rate of force development (RFD) was defined as the time rate of change of net vertical force calculated from concentric phase onset:

2.6.1 Peak RFD (0–30 ms): Peak rate of force development calculated over a 30-ms moving window within the initial 30 ms following concentric phase onset.

$$\text{Peak RFD}_{30} = \max_{t\text{onset} \le t \le t\text{onset}+ t\text{window}} \left(\frac{F(t+0.030) - F(t)}{0.030} \right) \quad \text{..... (2)}$$

2.6.2 Peak RFD (0–90 ms): Peak rate of force development calculated over a 90-ms moving window within the initial 90 ms following concentric phase onset.

$$\text{Peak RFD}_{90} = \max_{t\text{onset} \le t \le t\text{onset}+ t\text{window}} \left(\frac{F(t+0.090) - F(t)}{0.090} \right) \quad \text{..... (3)}$$

Note: Relative Peak RFD, Relative Peak RFD (0–30 ms), and Relative Peak RFD (0–90 ms) were calculated by normalizing their respective absolute Peak RFD values to each participant's body mass ($N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$).

2.6.3 Gross Impulse300 (0–300 ms): Gross Impulse300 was calculated by integrating the total vertical ground reaction force–time curve from movement onset (t_{onset}) to t_{onset} + 0.300 s (300 ms):

$$\text{Gross Impulse}_{300} = \int_{t\text{onset}}^{t\text{onset}+0.300} F_{\text{total}}(t)\, dt \quad \text{..... (4)}$$

(where t_{onset} is the time point of movement onset, and $F_{total}(t)$ is the total vertical ground reaction force).

2.7 Within-session reliability

The reliability of all 11 Countermovement Jump (CMJ) biomechanical variables (N = 45) was evaluated pre- and post-intervention using a two-way mixed-effects model for single measures with absolute agreement (*ICC*3,1) alongside coefficients of variation (*CV*). Pre-training evaluation yielded ICC values ranging from 0.830 to 0.997 with CVs of 2.31% to 5.36%, while post-training evaluation showed ICC values ranging from 0.925 to 0.994 with CVs of 3.96% to 6.65%. Rate of force development (RFD) parameters displayed ICC values greater than 0.950 and CV ≤ 5.55%. Point estimates, 95% confidence intervals (95% CIs), and CV values for each individual variable are detailed in Supplementary Table S1 (interpreted using the criteria established by Koo & Li, 2016).

3. Training Programs & Safety Protocols

3.1 Training Programs and Adherence

The contrast training (CT) and plyometric training (PLY) groups completed an 8-week supplementary training program (conducted twice weekly: Tuesdays and Thursdays) alongside their standard volleyball training. All participants, including the control group (CON), engaged solely in the team's standard volleyball practice on Mondays, Wednesdays, Fridays, and Saturdays. Each 70–80 min training session comprised three distinct phases:

3.1.1 Warm-up (15–20 min): Included general light jogging/walking (5–7 min), dynamic stretching for joint and muscle mobility (5–7 min), and multi-directional skill-specific movements (5–7 min).

3.1.2 Main Training (40–45 min): Rest intervals were 2–3 min between sets and 3–5 min between exercises/pairs.

3.1.2.1 Plyometric Training (PLY): Followed a progressive overload model across 8 weeks: Weeks 1–2 (Low-to-moderate intensity): Basic exercises (Squat Jump, Single-leg Vertical Jump, Standing Long Jump, Power Skipping) at 4 sets × 8 repetitions (128 foot contacts/session; 40-cm hurdle height). Weeks 3–4: Increased volume to 5 sets × 8 repetitions (160 foot contacts/session; 40-cm hurdle

height). Weeks 5–6 (High intensity): Advanced exercises (Repeated Tuck Jump, Split Squat Jump, Front Hurdle Hop, Alternate-leg Bounding) at 5 sets × 8 repetitions (160 foot contacts/session; 50-cm hurdle height). Weeks 7–8: Peak volume at 5 sets × 10 repetitions (200 foot contacts/session; 50-cm hurdle height).

3.1.2.2 Contrast Training (CT): Combined heavy resistance and high-velocity movements to elicit Post-Activation Performance Enhancement (PAPE). To ensure methodological explicability and coincide with the optimal window of peak PAPE, a standardized 3-minute intra-set rest period was strictly implemented between the heavy conditioning activity (e.g., Back Squat) and the subsequent explosive movement (e.g., CMJ). The training progression was structured as follows: Weeks 1–2: Back Squat (3 × 5 at 80% 1RM) paired with Countermovement Jump (CMJ) (3 × 5); Trap Bar Jump Squat (3 × 5 at 20% 1RM) paired with Band-assisted Vertical Jump (3 × 5). Weeks 3–4: Back Squat (3 × 5 at 85% 1RM) + CMJ (3 × 5); Trap Bar Jump Squat (4 × 5 at 20% 1RM) + Band-assisted Vertical Jump (4 × 5). Following Week 4, 1RM values were re-evaluated to adjust training loads for Weeks 5–8, ensuring load progression reflected actual strength adaptations while preventing excessive overloading. Weeks 5–6: Back Squat (3 × 5 at 85% adjusted 1RM) + CMJ (3 × 5); Trap Bar Jump Squat (5 × 5 at 25% adjusted 1RM) + Band-assisted Vertical Jump (5 × 5). Weeks 7–8: Back Squat (3 × 3 at 95% adjusted 1RM) + CMJ (3 × 5); Trap Bar Jump Squat (5 × 6 at 30% adjusted 1RM) + Band-assisted Vertical Jump (5 × 6).

3.1.2.3 Control Group (CON): Participated exclusively in standard volleyball training without additional resistance or power interventions.

3.1.3 Cool-down (10–15 min): Static stretching targeting major muscle groups to alleviate neuromuscular fatigue and facilitate recovery.

4. Program Adherence: Participants were required to maintain a minimum adherence rate of 90% across all scheduled sessions, tracked via attendance logs. Any missed session due to valid reasons was fulfilled through a make-up session within the same week to ensure training volume consistency.

5. Safety Control Measures & Adverse Event Tracking

All testing and training (e.g., Back Squat) were supervised by at least two sports scientists at all times. Participants completed a Back Squat technique assessment prior to the study and were evaluated for fatigue before each session. Smith Machine safety catches were individually adjusted according to squat depth to prevent injury during momentary muscle failure. An adverse event logging system was implemented after every session, with immediate training suspension and physical therapy referral upon injury detection. Over the 8-week period, no severe injuries or dropouts occurred, with only standard Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) reported.

6. 1RM Testing and Load Determination

Prior to the intervention and at week 4 (mid-intervention re-evaluation), participants' one-repetition maximum (1RM) for the Back Squat was determined. To ensure participant safety and avoid the risks associated with maximal 1RM lifting in collegiate athletes, a submaximal estimation protocol (repetition-to-fatigue method) was utilized. Participants performed a standardized warm-up followed by a set to volitional fatigue using a submaximal load ($r < 10$ repetitions). The predicted 1RM was subsequently calculated using the prediction equation established by Brzycki (1993):

$$1RM = \frac{Weight}{1.0278 - 0.0278 \times r} \quad \text{..... (5)}$$

where Weight is the resistance lifted and r is the number of repetitions completed to fatigue. This estimated 1RM was then used to prescribe the training intensities (e.g., 80% to 90% 1RM) across the 8-week intervention phases.

7. Data Collection Procedures and Statistical Analysis

All participants underwent countermovement jump (CMJ) testing at two time points: baseline (pre-test) and immediately following the completion of the training intervention (post-test). To minimize potential confounding effects, all testing sessions were conducted under standardized environmental conditions, maintaining constant ambient temperature and identical time-of-day for each individual session. Mechanical variables derived from the CMJ specifically peak power, jump performance, rate of force development (RFD), and impulse were processed using standard statistical software packages. All descriptive data are presented as mean ± standard deviation (SD). Prior to inferential analysis, data normality and homogeneity of variance were verified using the Shapiro–Wilk test and Levene's test, respectively. The homogeneity of covariance matrices was evaluated using Box's *M* test; when this assumption was violated ($p < .05$), Pillai's Trace was reported for multivariate analysis. To examine the training effects over time across the predefined cluster of CMJ mechanical variables, a 3 x 2 mixed-model repeated-measures MANOVA was performed, with group (3 levels) as the between-subject factor and time (2 levels: pre- vs. post-test) as the within-subject factor. In the presence of a statistically significant time-by-group interaction, follow-up univariate repeated-measures ANOVAs accompanied by Bonferroni-adjusted post hoc tests were executed for pairwise comparisons. The statistical significance threshold for all inferential tests was set at $p < .05$

Results

The presentation of the research results is divided into two parts: participant baseline characteristics and baseline equivalence, and the adaptations of mechanical performance in the countermovement jump (CMJ).

1. Baseline Characteristics of the participants

Table 1 presents the baseline analysis of the contrast training (CT) group, the plyometric training (PLY) group, and the control group (CON). The results indicate that participants across all three groups possessed similar fundamental physical characteristics in terms of age, body weight, and height prior to the commencement of the training program.

Table 1. Physical characteristics of the participants

Group	Age (years)	Body mass (kg)	Height (cm)
Contrast training (n = 15)	20.4 ± 1.10	69.81±7.56	179.47± 5.82
Plyometric training (n = 15)	19.9 ± 1.20	69.40±9.09	179.00 ± 5.44
Control (n = 15)	19.9 ± 1.30	69.17±9.62	178.73 ± 6.62

Table 2. Mean and standard deviation, and percentage change of variables in power, rate of force development, impulse, and jump height from the Countermovement Jump (CMJ) test pre- and post-training of each group.

Variable	Group	Pre-test (Mean ± SD)	Post-test (Mean ± SD)	% Change
Power & Jump Performance				
Peak power (W)	CT	3347.73±408.04	4314.97±480.93	+28.9
	PLY	3378.59±532.02	3874.39±485.24	+14.7
	CON	3358.39±542.34	3314.26±562.02	−1.3
Relative peak power	CT	48.24±5.94	62.60±9.13	+29.8
($W \cdot kg^{-1}$)	PLY	48.72±4.85	55.91±5.31	+14.8
	CON	48.72±6.11	47.77±6.07	−1.9
Jump height (cm)	CT	29.61±4.17	40.07±5.01	+35.3
	PLY	28.67±5.74	35.01±5.47	+22.1
	CON	29.30±4.84	29.58±4.88	+1.0
Rate of Force Development				
Peak RFD ($N \cdot s^{-1}$)	CT	6312.53±1767.82	8214.07±1770.17	+30.1
	PLY	6431.33±1578.44	7577.78±1540.49	+17.8
	CON	5890.20±1266.29	5939.27±1290.84	+0.8
Relative Peak RFD	CT	91.17±26.54	119.14±27.83	+30.7
($N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$)	PLY	95.40±30.47	111.63±31.54	+17.0
	CON	86.65±23.03	86.96±23.83	+0.4
Peak RFD_{30} ($N \cdot s^{-1}$)	CT	3627.53±2202.08	5443.20±1952.62	+50.1
	PLY	4331.93±2255.68	6403.33±2191.37	+47.8
	CON	3385.80±1048.89	3449.73±990.58	+1.9
Relative Peak RFD_{30}	CT	52.71±34.59	79.34±31.45	+50.5
($N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$)	PLY	64.78±37.09	95.78±40.01	+47.8
	CON	50.19±17.54	50.91±16.73	+1.4
Peak RFD_{90} ($N \cdot s^{-1}$)	CT	2914.87±919.80	5973.60±1458.35	+104.9
	PLY	3217.07±1805.64	4385.07±1595.72	+36.3
	CON	2659.87±843.95	2719.85±857.55	+2.3
Relative Peak RFD_{90}	CT	42.77±16.64	87.15±25.29	+103.8
($N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$)	PLY	47.65±26.93	65.08±27.31	+36.6
	CON	38.93±13.75	39.60±13.88	+1.7
Impulse Characteristics				
Gross $Impulse_{300}$ (N·s)	CT	262.22±46.18	386.26±46.33	+47.3
	PLY	264.45±57.46	339.35±50.11	+28.3
	CON	263.80±47.36	261.60±43.65	−0.8
Relative $Impulse_{300}$	CT	3.77±0.59	5.59±0.82	+48.3
($N \cdot s \cdot kg^{-1}$)	PLY	3.81±0.71	4.91±0.77	+28.9
	CON	3.86±0.80	3.80±0.69	−1.6

Note: Data are presented as mean ± standard deviation (Mean ± SD); CT = Contrast Training group; PLY = Plyometric Training group; and CON = Control Group.

2. Descriptive Statistics and Percentage Changes

Descriptive statistics (Mean ± SD) and percentage changes (%Δ) for all mechanical and kinematic variables across the Contrast Training (CT), Plyometric Training (PLY), and Control (CON) groups are presented in Table 2. Following the 8-week intervention, both experimental groups (CT and PLY) exhibited substantial performance enhancements across all variables compared to the control group. The CT group demonstrated the highest percentage improvements in late-phase kinetics and overall jump performance,

including jump height (+35.3%), Peak RFD90 (+104.9%), Relative Peak RFD90 (+103.8%), Gross Impulse300 (+47.3%), and Relative Impulse300 (+48.3%). Furthermore, CT recorded the highest relative percentage gains in early-phase force production, with an increase of +50.1% in Peak RFD30 and +50.5% in Relative Peak RFD30. Meanwhile, the PLY group also showed substantial development in early-phase force production (Peak RFD30 increase of +47.8%). Owing to a higher pre-intervention baseline, the PLY group ultimately attained the highest absolute and relative mean values among all groups post-intervention for Peak RFD30 (6403.33± 2191.37 $N{\cdot}s^{-1}$, +47.8%) and Relative Peak RFD30 (95.78±40.01 $N{\cdot}s^{-1}{\cdot}kg^{-1}$, +47.8%). In contrast, the CON group exhibited minimal fluctuations across all parameters, with percentage changes remaining within a narrow range of −1.9% to +2.3%. The descriptive changes presented above serve solely as an initial trend analysis of the data and do not represent formal hypothesis testing. The inferential statistical analyses and interaction effects of the training interventions are detailed in the subsequent section.

3. Assumptions Testing and Statistical Selection

Prior to conducting statistical analyses for hypothesis testing, the researcher evaluated the underlying assumptions of Repeated Measures Multivariate Analysis of Variance (Repeated Measures MANOVA). The testing began with assessing the homogeneity of covariance matrices using Box's M test. The results indicated that all dependent variable sets statistically violated this assumption ($p \leq .001$), specifically: Power & Jump Performance: Box's $M = 100.108$, $F(42, 5236.942) = 1.883$, $p = .001$, Rate of Force Development: Box's $M = 585.728$, $F(156, 4700.258) = 2.149$, $p < .001$, Impulse: Box's $M = 53.204$, $F(20, 6331.980) = 2.289$, $p = .001$. Consequently, the researcher selected Pillai's Trace test statistic instead of Wilks' Lambda to evaluate the main effects and interaction effects in the multivariate analysis, as Pillai's Trace demonstrates the highest robustness against the violation of covariance matrix homogeneity. For the homogeneity of variance assumption, Levene's Test revealed that most dependent variables at both pre- and post-training exhibited no statistically significant differences in variance ($p > .05$), satisfying the assumption. However, minor violations ($p < .05$) were observed in specific dependent variables, including: Post-training Peak Rate of Force Development at 0–30 ms [$F(2, 42) = 4.882$, $p = .012$], Post-training Relative Peak Rate of Force Development at 0–30 ms [$F(2, 42) = 4.454$, $p = .018$], Pre-training Peak Rate of Force Development at 0–90 ms [$F(2, 42) = 4.000$, $p = .026$], Pre-training Relative Peak Rate of Force Development at 0–90 ms [$F(2, 42) = 5.472$, $p = .008$], Post-training Relative Peak Rate of Force Development at 0–90 ms [$F(2, 42) = 3.289$, $p = .047$]. Because the sample sizes were equal across all groups (n = 15 per group, total N = 45), the *F*-test remains robust against these violations. Furthermore, the researcher applied the Bonferroni adjustment method for subsequent pairwise comparisons to control and prevent Type I error inflation. Following the completion of assumption testing, inferential statistical analyses were conducted to evaluate group main effects (training method), time main effects, and Time x Group interaction effects across the descriptive variables, as detailed in the subsequent table.

Table 3. Multivariate Tests of Main and Interaction Effects

Effect	Test Statistic	Value	*F*	*df1,df2*	*p*-value	Partial η^2
Power & Jump Performance						
Group	Pillai's Trace	.253	1.981	6,82	.078	.127
Time	Pillai's Trace	.933	184.283	3,40	< .001*	.933
Time × Group	Pillai's Trace	.908	11.375	6,82	< .001*	.454
Rate of Force Development						
Group	Pillai's Trace	.447	1.824	12, 76	.059	.224
Time	Pillai's Trace	.943	102.549	6, 37	< .001*	.943
Time × Group	Pillai's Trace	1.255	10.669	12, 76	< .001*	.628
Impulse						
Group	Pillai's Trace	.263	3.182	4, 82	.017*	.132
Time	Pillai's Trace	.854	120.323	2, 41	< .001*	.854
Time × Group	Pillai's Trace	.783	13.521	4, 82	< .001*	.392

Note: Pillai's Trace was reported due to the violation of the assumption of homogeneity of covariance matrices (Box's *M* test). * Statistically significant at the .05 level ($p < .05$).

4. Multivariate Analysis of Main and Interaction Effects

A repeated-measures multivariate analysis of variance (RM-MANOVA) was conducted to evaluate the effects of the training interventions and time on three domains of dependent variables: Power & Jump Performance, Rate of Force Development (RFD), and Impulse (Table 3). Due to the violation of the homogeneity of covariance matrices assumption (Box's M test), Pillai's Trace statistic was reported in accordance with established statistical standards. For Power & Jump Performance, the multivariate test revealed a statistically significant main effect for Time (Pillai's Trace = .933, $F(3, 40) = 184.283$, $p < .001$, partial η^2 = .933), indicating overall performance changes across time points. Although the main effect for Group was not statistically significant (Pillai's Trace = .253, $F(6, 82) = 1.981$, $p = .078$, partial η^2 = .127), a statistically significant Time × Group interaction effect was observed (Pillai's Trace = .908, $F(6, 82) = 11.375$, $p < .001$, partial η^2 = .454). This demonstrates that the trajectory of change in power and jump performance across time was dependent on the specific training intervention received. Regarding Rate of Force Development (RFD), a significant main effect for Time was also found (Pillai's Trace = .943, $F(6, 37) = 102.549$, $p < .001$, partial η^2 = .943), while the main effect for Group did not reach statistical significance (Pillai's Trace = .447, $F(12, 76) = 1.824$, $p = .059$, partial η^2 = .224). However, a highly significant Time × Group interaction effect was detected (Pillai's Trace = 1.255, $F(12, 76) = 10.669$, $p < .001$, partial η^2 = .628), indicating distinct, group-specific adaptations in explosive force production over the training period. For Impulse, statistically significant main effects were found for both Group (Pillai's Trace = .263, $F(4, 82) = 3.182$, $p = .017$, partial η^2 = .132) and Time (Pillai's Trace = .854, $F(2, 41) = 120.323$, $p < .001$, partial η^2 = .854). Furthermore, a statistically significant Time × Group interaction effect was present (Pillai's Trace = .783, $F(4, 82) = 13.521$, $p < .001$, partial η^2 = .392), confirming that changes in impulse were jointly influenced by the training modality and time. Given the statistically significant Time × Group interaction effects across all variable domains ($p < .001$), further statistical decomposition via simple main effects analysis and subsequent pairwise comparisons was warranted.

Table 4. Univariate tests of Time effect and Time × Group interaction effect for Power & Jump Performance (P&JP), Rate of Force Development (RFD), and Impulse variables

Factor / Dependent Variable	Source	*SS*	*df1,df2*	*MS*	*F*	*p*-value	Partial $\eta 2$
Power & Jump Performance (P&JP)							
Time							
Peak power (W)	Sphericity Assumed	5033287.62	1, 42	5033287.62	244.329	< .001*	.853
Relative peak power (W·kg^{-1})	Sphericity Assumed	1061.59	1, 42	1061.59	159.762	< .001*	.792
Jump height (cm)	Sphericity Assumed	729.32	1, 42	729.32	403.372	< .001*	.906
Time × Group							
Peak power (W)	Sphericity Assumed	3841698.67	2, 42	1920849.34	93.243	< .001*	.816
Relative peak power (W·kg^{-1})	Sphericity Assumed	879.79	2, 42	439.89	66.201	< .001*	.759
Jump height (cm)	Sphericity Assumed	393.33	2, 42	196.66	108.771	< .001*	.838
Rate of Force Development (RFD)							
Time							
Peak RFD (N·s^{-1})	Sphericity Assumed	23979245.139	1, 42	23979245.139	158.416	< .001*	.790
Relative Peak RFD (N·s^{-1}·kg^{-1})	Sphericity Assumed	4952.108	1, 42	4952.108	147.346	< .001*	.778
Peak RFD$_{30}$ (N·s^{-1})	Sphericity Assumed	39026002.500	1, 42	39026002.500	72.578	< .001*	.633
Relative Peak RFD$_{30}$ (N·s^{-1}·kg^{-1})	Sphericity Assumed	8512.779	1, 42	8512.779	63.902	< .001*	.603
Peak RFD$_{90}$ (N·s^{-1})	Sphericity Assumed	45939778.005	1, 42	45939778.005	229.887	< .001*	.846
Relative Peak RFD$_{90}$ (N·s^{-1}·kg^{-1})	Sphericity Assumed	9761.459	1, 42	9761.459	246.226	< .001*	.854
Time × Group							
Peak RFD (N·s^{-1})	Sphericity Assumed	13015078.724	2, 42	6507539.362	42.991	< .001*	.672
Relative Peak RFD (N·s^{-1}·kg^{-1})	Sphericity Assumed	2889.422	2, 42	1444.711	42.986	< .001*	.672
Peak RFD$_{30}$ (N·s^{-1})	Sphericity Assumed	17909729.067	2, 42	8954864.533	16.654	< .001*	.442
Relative Peak RFD$_{30}$ (N·s^{-1}·kg^{-1})	Sphericity Assumed	4016.027	2, 42	2008.013	15.073	< .001*	.418
Peak RFD$_{90}$ (N·s^{-1})	Sphericity Assumed	34487756.031	2, 42	17243878.015	86.290	< .001*	.804
Relative Peak RFD$_{90}$ (N·s^{-1}·kg^{-1})	Sphericity Assumed	7295.928	2, 42	3647.964	92.018	< .001*	.814
Impulse							
Time							
Gross Impulse300 (N·s)	Sphericity Assumed	96766.569	1, 42	96766.569	236.186	< .001*	.849
Relative Impulse$_{300}$ (N·s·kg^{-1})	Sphericity Assumed	20.544	1, 42	20.544	172.481	< .001*	.804
Time × Group							
Gross Impulse300 (N·s)	Sphericity Assumed	60739.218	2, 42	30369.609	74.125	< .001*	.779
Relative Impulse$_{300}$ (N·s·kg^{-1})	Sphericity Assumed	13.583	2, 42	6.791	57.018	< .001*	.731

Note: *SS* = Sum of Squares; *df* = Degrees of Freedom; *MS* = Mean Square; *F* = *F*-statistic; *p* = *p*-value; Partial η^2 = Partial Eta Squared; * Statistically significant at the .05 level ($p < .05$)

5. Univariate Tests of Main and Interaction Effects

Follow-up univariate ANOVA tests were examined to evaluate the main effects of Time and the Time × Group interaction effects across all dependent variables within the three performance domains (Table 4).

5.1 Power & Jump Performance (P&JP): Statistically significant main effects for Time were observed across all parameters ($p < .001$): Peak Power [$F(1, 42) = 244.329$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .853$], Relative Peak Power [$F(1, 42) = 159.762$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .792$], and Jump Height [$F(1, 42) = 403.372$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .906$]. Furthermore, statistically significant Time × Group interaction effects were detected for all variables ($p < .001$): Peak Power [$F(2, 42) = 93.243$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .816$], Relative Peak Power [$F(2, 42) = 66.201$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .759$], and Jump Height [$F(2, 42) = 108.771$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .838$].

5.2 Rate of Force Development (RFD): Significant main effects for Time were confirmed for all RFD variables ($p < .001$): Peak RFD [$F(1, 42) = 158.416$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .790$], Relative Peak RFD [$F(1, 42) = 147.346$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .778$], Peak RFD30 [$F(1, 42) = 72.578$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .633$], Relative Peak RFD30 [$F(1, 42) = 63.902$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .603$], Peak RFD90 [$F(1, 42) = 229.887$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .846$], and Relative Peak RFD90 [$F(1, 42) = 246.226$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .854$]. Similarly, significant Time × Group interaction effects were demonstrated across all RFD metrics ($p < .001$): Peak RFD [$F(2, 42) = 42.991$,

p < .001, partial η^2 = .672], Relative Peak RFD [F(2, 42) = 42.986, p < .001, partial η^2 = .672], Peak RFD30 [F(2, 42) = 16.654, p < .001, partial η^2 = .442], Relative Peak RFD30 [F(2, 42) = 15.073, p < .001, partial η^2= .418], Peak RFD90 [F(2, 42) = 86.290, p < .001, partial η^2= .804], and Relative Peak RFD90 [F(2, 42) = 92.018, p < .001, partial η^2= .814].

5.3 Impulse: Statistically significant main effects for Time were found for both Impulse variables (p < .001): Gross Impulse300 [F(1, 42) = 236.186, p < .001, partial η^2= .849] and Relative Impulse300 [F(1, 42) = 172.481, p < .001, partial η^2= .804]. Additionally, statistically significant Time × Group interaction effects were observed (p < .001): Impulse300 [F(2, 42) = 74.125, p < .001, partial η^2 = .779] and Relative Impulse300 [F(2, 42) = 57.018, p < .001, partial η^2 = .731].

The presence of significant Time × Group interaction effects across all dependent variables confirms that performance changes over time were moderated by the specific training intervention. Consequently, simple main effect analyses were conducted to further examine group differences at each time point and changes over time within each group.

Table 5. Comparison of Differences Between Experimental Groups at Baseline (Time 1) and Post-training (Time 2) for Power & Jump Performance (P&JP), Rate of Force Development (RFD), and Impulse variables

Variable	Period	(I) Group	(J) Group	Mean Difference (I–J)	*SE*	*p*-value	95% *CI*
Power & Jump Performance (P&JP)							
Peak Power (W)	Baseline	CT	PLY	-30.860	181.802	1.000	[-484.214, 422.494]
	(Time 1)	CT	CON	-10.667	181.802	1.000	[-464.021, 442.687]
		PLY	CON	20.193	181.802	1.000	[-433.161, 473.547]
	Post-training	CT	PLY	440.580	186.501	.069	[-24.485, 905.659]
	(Time 2)	CT	CON	1000.710	186.501	<.001*	[535.641, 1465.785]
		PLY	CON	560.130	186.501	.013*	[95.055, 1025.199]
Relative Peak	Baseline	CT	PLY	-.480	2.067	1.000	[-5.635, 4.675]
Power (W·kg^{-1})	(Time 1)	CT	CON	-.480	2.067	1.000	[-5.635, 4.675]
		PLY	CON	.000	2.067	1.000	[-5.155, 5.155]
	Post-training	CT	PLY	6.687	2.569	.038*	[.281, 13.092]
	(Time 2)	CT	CON	14.827	2.569	<.001*	[8.421, 21.232]
		PLY	CON	8.140	2.569	.009*	[1.735, 14.545]
Jump Height (cm)	Baseline	CT	PLY	.940	1.811	1.000	[-3.570, 5.463]
	(Time 1)	CT	CON	.310	1.811	1.000	[-4.203, 4.830]
		PLY	CON	-.630	1.811	1.000	[-5.150, 3.883]
	Post-training	CT	PLY	5.067	1.871	.029*	[.400, 9.733]
	(Time 2)	CT	CON	10.493	1.871	<.001*	[5.827, 15.160]
		PLY	CON	5.427	1.871	.018*	[.760, 10.093]
Rate of Force Development (RFD)							
Peak RFD (N·s^{-1})	Baseline	CT	PLY	-118.800	566.476	1.000	[-1531.403, 1293.803]
	(Time 1)	CT	CON	422.333	566.476	1.000	[-990.270, 1834.936]
		PLY	CON	541.133	566.476	1.000	[-871.470, 1953.736]
	Post-training	CT	PLY	636.287	564.620	.799	[-771.687, 2044.260]
	(Time 2)	CT	CON	2274.800	564.620	.001*	[866.826, 3682.774]
		PLY	CON	1638.513	564.620	.018*	[230.540, 3046.487]
Relative Peak RFD	Baseline	CT	PLY	-4.227	9.805	1.000	[-28.676, 20.223]
(N·s^{-1}·kg^{-1})	(Time 1)	CT	CON	4.527	9.805	1.000	[-19.923, 28.976]
		PLY	CON	8.753	9.805	1.000	[-15.696, 33.203]
	Post-training	CT	PLY	7.513	10.192	1.000	[-17.903, 32.930]
	(Time 2)	CT	CON	32.180	10.192	.009*	[6.764, 57.596]
		PLY	CON	24.667	10.192	.060	[-0.750, 50.083]

Table 5. (continued)

Variable	Period	(I) Group	(J) Group	Mean Difference (I–J)	*SE*	*p*-value	95% *CI*
Relative Peak RFD ($N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$)	Baseline (Time 1)	CT	PLY	-4.227	9.805	1.000	[-28.676, 20.223]
		CT	CON	4.527	9.805	1.000	[-19.923, 28.976]
		PLY	CON	8.753	9.805	1.000	[-15.696, 33.203]
	Post-training (Time 2)	CT	PLY	7.513	10.192	1.000	[-17.903, 32.930]
		CT	CON	32.180	10.192	.009*	[6.764, 57.596]
		PLY	CON	24.667	10.192	.060	[-0.750, 50.083]
Peak RFD_{30} ($N \cdot s^{-1}$)	Baseline (Time 1)	CT	PLY	-704.400	700.395	.961	[-2450.951, 1042.151]
		CT	CON	241.733	700.395	1.000	[-1504.818, 1988.284]
		PLY	CON	946.133	700.395	.552	[-800.418, 2692.684]
	Post-training (Time 2)	CT	PLY	-960.133	653.064	.447	[-2588.658, 668.391]
		CT	CON	1993.467	653.064	.012*	[364.942, 3621.991]
		PLY	CON	2953.600	653.064	<.001*	[1325.075, 4582.125]
Relative Peak RFD_{30} ($N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$)	Baseline (Time 1)	CT	PLY	-12.067	11.313	.877	[-40.278, 16.145]
		CT	CON	2.527	11.313	1.000	[-25.685, 30.738]
		PLY	CON	14.593	11.313	.612	[-13.618, 42.805]
	Post-training (Time 2)	CT	PLY	-16.440	11.294	.459	[-44.603, 11.723]
		CT	CON	28.427	11.294	.047*	[0.264, 56.589]
		PLY	CON	44.867	11.294	.001*	[16.704, 73.029]
Peak RFD_{90} ($N \cdot s^{-1}$)	Baseline (Time 1)	CT	PLY	-302.200	462.775	1.000	[-1456.206, 851.806]
		CT	CON	255.000	462.775	1.000	[-899.006, 1409.006]
		PLY	CON	557.200	462.775	.706	[-596.806, 1711.206]
	Post-training (Time 2)	CT	PLY	1,588.533	490.283	.007*	[365.931, 2811.136]
		CT	CON	3,253.753	490.283	<.001*	[2031.151, 4476.356]
		PLY	CON	1,665.220	490.283	.005*	[442.617, 2887.823]
Relative Peak RFD_{90} ($N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$)	Baseline (Time 1)	CT	PLY	-4.887	7.277	1.000	[-23.032, 13.259]
		CT	CON	3.840	7.277	1.000	[-14.305, 21.985]
		PLY	CON	8.727	7.277	.711	[-9.419, 26.872]
	Post-training (Time 2)	CT	PLY	22.073	8.375	.035*	[1.188, 42.958]
		CT	CON	47.553	8.375	<.001*	[26.668, 68.438]
		PLY	CON	25.480	8.375	.012*	[4.595, 46.365]
Impulse							
Gross $Impulse_{300}$ ($N \cdot s$)	Baseline (Time 1)	CT	PLY	-2.227	18.472	1.000	[-48.289, 43.836]
		CT	CON	-1.580	18.472	1.000	[-47.643, 44.483]
		PLY	CON	0.647	18.472	1.000	[-45.416, 46.709]
	Post-training (Time 2)	CT	PLY	46.913	17.079	.026*	[4.324, 89.503]
		CT	CON	124.660	17.079	<.001*	[82.071, 167.249]
		PLY	CON	77.747	17.079	<.001*	[35.157, 120.336]
Relative $Impulse_{300}$ ($N \cdot s \cdot kg^{-1}$)	Baseline (Time 1)	CT	PLY	-0.040	0.257	1.000	[-0.681, 0.601]
		CT	CON	-0.093	0.257	1.000	[-0.735, 0.548]
		PLY	CON	-0.053	0.257	1.000	[-0.695, 0.588]
	Post-training (Time 2)	CT	PLY	0.687	0.278	.053	[-0.008, 1.381]
		CT	CON	1.793	0.278	<.001*	[1.099, 2.488]
		PLY	CON	1.107	0.278	.001*	[0.412, 1.801]

Note. *SE* = Standard Error; *CI* = Confidence Interval; * The mean difference is significant at the .05 level. Adjustments for multiple comparisons (e.g., Bonferroni) were applied as specified in the statistical model.

6. Post-Hoc Pairwise Comparisons

The results of the pairwise comparisons between the experimental groups prior to training (Time 1) and after training (Time 2), with *p*-values adjusted using the Bonferroni method as shown in Table 5, are categorized by biomechanical movement variable groups as follows:

6.1 Power & Jump Performance (P&JP) Prior to training (Time 1), no statistically significant differences were found among all three experimental groups across all variables (all $p = 1.000$), confirming that participants in all groups had equal baseline physical performance. However, after training (Time 2), statistically significant changes were observed. For Peak Power, both the CT group and the PLY group were significantly higher than the CON group ($MD = 1000.710$, $p < .001$ and $MD = 560.130$, $p = .013$, respectively), whereas no significant difference was found between the CT and PLY groups ($MD = 440.580$, $p = .069$). Regarding Relative Peak Power and Jump Height, statistically significant differences were found across all pairwise comparisons ($p < .05$), with a clear order of development demonstrating that Contrast Training yielded the highest adaptations, followed by Plyometric Training, and Control groups, respectively (CT > PLY > CON). Specifically: Relative Peak Power: CT vs. PLY ($MD = 6.687$, $p = .038$), CT vs. CON ($MD = 14.827$, $p < .001$), PLY vs. CON ($MD = 8.140$, $p = .009$). Jump Height: CT vs. PLY ($MD = 5.067$, $p = .029$), CT vs. CON ($MD = 10.493$, $p < .001$), PLY vs. CON ($MD = 5.427$, $p = .018$).

6.2 Rate of Force Development (RFD) Prior to training (Time 1), no statistically significant differences were observed among the groups across any variables (all $p > .05$). After training (Time 2), distinct mechanical adaptations were identified based on the force production time window as follows: Absolute Peak RFD: Both the CT and PLY groups were significantly higher than the CON group ($MD = 2274.800$, $p = .001$ and $MD = 1638.513$, $p = .018$, respectively), with no significant difference between CT and PLY ($MD = 636.287$, $p = .799$). Relative Peak RFD: Only the CT group was significantly higher than the CON group ($MD = 32.180$, $p = .009$), whereas the PLY group showed no significant difference compared to CON ($MD = 24.667$, $p = .060$) or CT ($MD = 7.513$, $p = 1.000$). When examining force development across time intervals: Early Phase (Peak RFD30 and Relative Peak RFD30 at 0–30 ms): Both the CT and PLY groups were significantly higher than the CON group ($p < .05$), while no significant difference was observed between the two experimental groups ($p > .05$). Notably, the PLY group exhibited the highest mean difference compared to the CON group ($MD = 2953.600$, $p < .001$ for Peak RFD30; $MD = 44.867$, $p = .001$ for Relative Peak RFD30). Subsequent Phase (Peak RFD90 and Relative Peak RFD90 at 0–90 ms): Statistically significant differences were found across all pairwise comparisons ($p < .05$), following the developmental hierarchy of CT group > PLY group > CON group. Peak RFD90: CT vs. PLY ($MD = 1588.533$, $p = .007$), CT vs. CON ($MD = 3253.753$, $p < .001$), PLY vs. CON ($MD = 1665.220$, $p = .005$). Relative Peak RFD90: CT vs. PLY ($MD = 22.073$, $p = .035$), CT vs. CON (MD = 47.553, p < .001), PLY vs. CON ($MD = 25.480$, $p = .012$).

6.3 Impulse Prior to training (Time 1), no significant differences were observed among groups for both absolute and relative values (all $p = 1.000$). However, after training (Time 2): Gross Impulse300: Showed statistically significant differences across all pairwise comparisons ($p < .05$), following the hierarchy of CT group > PLY group > CON group (CT vs. PLY: $MD = 46.913$, $p = .026$; CT vs. CON: $MD = 124.660$, $p < .001$; PLY vs. CON: $MD = 77.747$, $p < .001$). Relative Impulse300: Both the CT and PLY groups were significantly higher than the CON group ($MD = 1.793$, $p < .001$ and $MD = 1.107$, $p = .001$, respectively), with no statistically significant difference between the CT and PLY groups ($MD = 0.687$, $p = .053$).

Discussion

The primary empirical findings demonstrate that 8 weeks of Contrast Training (CT) and Plyometric Training (PLY) led to significant overall improvements in Countermovement Jump (CMJ) force–time characteristics compared to the control group ($p < .001$), with no significant baseline differences prior to the intervention ($p > .05$). Specifically, pairwise comparisons revealed distinct mechanical adaptation profiles: the CT group achieved significantly greater relative peak power, jump height, Peak RFD90, Relative Peak RFD90, and Gross Impulse300 compared to both PLY and CON ($p < .05$). Conversely, within the initial phase of force production (0–30 ms), both experimental groups significantly enhanced early-phase rapid force generation (Peak RFD30 and relative Peak RFD30) relative to CON ($p < .05$), with PLY displaying the highest numerical values, although not statistically differing from CT ($p > .05$). Building upon these empirical outcomes, the physiological and biomechanical mechanisms driving these distinct adaptation pathways between CT and PLY are elaborated below.

1. Adaptations in Early-Phase Rate of Force Development (Early-Phase RFD: 0–30 ms)

The present study found that, following the training intervention, both absolute Peak RFD30 and relative Peak RFD30 during the initial 0–30 ms of muscle contraction were significantly higher in the Contrast Training (CT) and Plyometric Training (PLY) groups than in the Control (CON) group ($p < .05$). No statistically significant difference was observed between the CT and PLY groups ($p > .05$). When the mean differences (*MD*) relative to the CON group were considered, the PLY group demonstrated the largest numerical differences in both Peak RFD30 ($MD = 2953.60$, $p < .001$) and Relative Peak RFD30 ($MD = 44.87$, $p = .001$). However, because the difference between the CT and PLY groups did not reach statistical significance, it cannot be concluded that PLY was directly superior to CT for improving RFD30. These findings should therefore be interpreted as indicating that both CT and PLY enhanced the ability to rapidly produce force during the 0–30 ms interval compared with regular training, while PLY showed a numerical tendency toward a greater magnitude of difference than CT when compared with CON.

The improvement in Early-Phase RFD can be explained, in part, by the important role of neural adaptations, which contribute substantially to the development of force during the early phase of muscle contraction. These adaptations include enhanced efferent neural drive, motor unit recruitment, and motor unit discharge rate (Aagaard et al., 2002; Folland et al., 2014; Del Vecchio et al., 2019). During the very early phase of force production, particularly within approximately the first 50 ms, neural mechanisms play an important role in determining the rate at which force increases, as the muscle is still in the early stages of force generation and tension development. Accordingly, rapid increases in neural drive and the ability to recruit motor units efficiently are important for enhancing RFD within this restricted time period. The characteristics of the PLY program, which emphasized high-velocity movements combined with rapid and maximal force-production intent (high-velocity movement with explosive intent), may have promoted neural adaptations that improved the ability of the nervous system to transmit neural drive and recruit motor units in response to the demand for rapid force production within a limited time frame. Such adaptations may have enhanced the efficiency of force production during the initial phase of contraction and may therefore help explain the increases in Peak RFD30 and Relative Peak RFD30 observed in the PLY group. At the physiological level, increased neural drive may support the excitation–contraction coupling process, which links electrical activation of the muscle to the release of calcium ions (Ca^{2+}) from the sarcoplasmic reticulum and subsequently facilitates interactions between actin and myosin, forming the fundamental basis of muscle force production. However, because Ca^{2+} dynamics, cross-bridge kinetics, and motor unit activity were not directly measured in the present study, these mechanisms should be regarded

as potential mechanisms that may help explain the observed findings rather than as mechanisms directly demonstrated to have resulted from the training intervention. Furthermore, the high-velocity movements performed during PLY may be associated with adaptations in the processes involved in translating neural activation into mechanical force and may potentially influence Electromechanical Delay (EMD). From a theoretical perspective, such adaptations could facilitate more rapid development of mechanical force. However, because EMD was not directly measured in the present study, it should be interpreted as a potential contributing mechanism rather than as a direct effect of PLY training. With regard to motor unit recruitment, rapid force production and the intent to generate force quickly may enhance the capacity of the nervous system to recruit high-threshold motor units more rapidly when a high rate of force production is required. However, this phenomenon should not be interpreted as a violation or bypassing of Henneman's Size Principle. Rather, it should be understood as an improvement in the speed and efficiency with which the nervous system can recruit high-threshold motor units under conditions requiring a high rate of force production, while remaining broadly consistent with the normal hierarchical organization of motor unit recruitment.

In summary, the findings indicate that both CT and PLY improved the ability to develop force within the 0–30 ms interval compared with regular training in the CON group. Although the PLY group demonstrated the largest numerical differences relative to CON, it did not differ significantly from the CT group. Therefore, PLY should not be considered directly superior to CT based on the RFD30 findings alone. Instead, the results support the concept that training characterized by rapid force production and high-velocity movement may promote neural adaptations associated with Early-Phase RFD. These early adaptations may provide an important foundation for the subsequent development of force over longer time intervals, such as Late-Phase RFD (0–90 ms), and may potentially contribute to subsequent force accumulation as reflected by Impulse300.

2. Transition and Adaptations in RFD Over 0–90 ms and Their Effects on Impulse

Prior to the intervention (Time 1), no statistically significant differences were observed among the three groups in Power & Jump Performance (P&JP), Rate of Force Development (RFD), and Impulse variables ($p > .05$ for all variables). This finding indicates that the participants in all three groups had comparable baseline physical capacities before receiving their respective training programs. Following the intervention (Time 2), statistically significant between-group differences were observed. For Peak Power, the Contrast Training (CT) and Plyometric Training (PLY) groups demonstrated significantly higher values than the Control (CON) group ($MD = 1000.71$, $p < .001$ and $MD = 560.13$, $p = .013$, respectively), whereas no statistically significant difference was found between the CT and PLY groups ($MD = 440.59$, $p = .069$). These findings indicate that both training modalities were effective in improving maximal power production compared with regular volleyball training. However, when considering body-mass-normalized and mechanical performance variables, namely Relative Peak Power and Jump Height, a clear pattern of adaptation emerged in the order of CT > PLY > CON ($p < .05$ for all pairwise comparisons). The CT group demonstrated significantly greater Relative Peak Power than both the PLY group ($MD = 6.69$, $p = .038$) and the CON group ($MD = 14.83$, $p < .001$). Similarly, the CT group achieved significantly greater Jump Height than the PLY group ($MD = 5.07$ cm, $p = .029$) and the CON group ($MD = 10.49$ cm, $p < .001$). These findings indicate that CT was more effective than PLY in improving body-mass-relative power output and jumping performance. This finding is consistent with systematic reviews by Cormier et al. (2020), which reported that complex or contrast training can produce greater improvements in power output and jump performance than unimodal training approaches.

These performance adaptations were accompanied by corresponding changes in the RFD and Impulse variables. Following the intervention, the CT group demonstrated significantly greater Peak RFD90, Relative Peak RFD90, Gross Impulse300, and Relative Impulse300 than both the PLY and CON groups ($p < .05$). This pattern can be interpreted in terms of neuromuscular adaptations across different phases of force production. During the very early phase of muscle contraction (<50 ms), the rate of force development is strongly influenced by neural mechanisms, including motor unit recruitment and motor unit discharge rate. As force production progresses toward approximately 75–90 ms, the contribution of maximal force-generating capacity and muscle architectural properties becomes increasingly important (Maffiuletti et al., 2016; Rodríguez-Rosell et al., 2018). Therefore, the greater RFD90 observed in the CT group may reflect a synergistic adaptation involving enhanced neural function together with an increased maximal force-generating capacity of the skeletal muscle (Suchomel et al., 2018).

From physiological and biomechanical perspectives, CT may promote favorable adaptations in muscle structure, including increases in physiological cross-sectional area (PCSA) and alterations in pennation angle, which may contribute to an increased capacity for maximal force production (Andersen & Aagaard, 2006; Suchomel et al., 2016). At the same time, force transmission through the musculotendinous system represents another important component of neuromuscular performance. Adaptations in tendon mechanical properties, particularly increased tendon stiffness resulting from resistance training combined with high-velocity movements, may enhance the efficiency of force transmission from muscle to the skeletal system and reduce mechanical energy dissipation during rapid force production (Bohm et al., 2015; Kubo et al., 2017). However, because tissue- and cellular-level variables were not directly measured in the present study, mechanisms involving tendon slack and cross-bridge kinetics should be regarded as theoretical explanations and interpreted with caution.

The ability to increase force rapidly during the 0–90 ms interval is mechanically related to early force accumulation and contributes to the subsequent development of Gross Impulse300. In the present study, Gross Impulse300 represents the total area under the vertical ground reaction force–time curve over the first 300 ms of movement, including the gravitational force component (W_{sys}), expressed as:

$$\text{Gross Impulse}_{300} = \int_{t\text{onset}}^{t\text{onset}+0.300} F\text{total}\,(t)\,dt \qquad \text{..... (6)}$$

The higher early rate of force production (RFD90) observed in the CT group elevated the force–time curve during the initial phase of contraction. Maintaining this elevated force profile throughout the 300-ms interval naturally expanded the overall area under the total force–time curve, resulting in a significantly greater Gross Impulse300 (Cormie, et al., 2011). Importantly, RFD90 should not be interpreted as a direct determinant of impulse, nor should Gross Impulse300 be conflated with net propulsive impulse. While net impulse governs take-off velocity and jump height according to the impulse–momentum theorem, Gross Impulse300 serves as an index of total force accumulation and force-holding capacity within the constrained 300-ms timeframe.

In summary, the superiority of the CT group was not attributable solely to improvements in Peak Power. Rather, it reflected a systematic adaptation of the neuromuscular system that enhanced rapid force production (Peak RFD90) together with total force accumulation (Gross Impulse300) within a constrained time frame, alongside enhanced body-mass-normalized mechanical outputs (Relative Power and Jump Performance).

3. Adaptations in Gross Impulse300

Following the training period, Gross Impulse300 demonstrated statistically significant differences among all three groups ($p < .05$), following an order of mean values of CT > PLY > CON. Specifically, the CT group exhibited significantly higher Gross Impulse300 values than both the PLY group (MD = 46.913, p = .026) and the CON group (MD = 124.660, $p < .001$). Meanwhile, the PLY group showed significantly higher values compared to the CON group (MD = 77.747, $p < .001$). These findings indicate that contrast training (CT) enhances the capacity for force accumulation within a 300-ms timeframe to a greater extent than plyometric training (PLY) and conventional volleyball training (CON). Mechanically, Gross Impulse300 represents the total area under the unadjusted force–time curve over the first 300 ms of contraction, encompassing both active muscle force production and system body weight (W_{sys}). Consequently, an increase in Gross Impulse300 is driven by a heightened capacity for rapid initial force production coupled with the ability to maintain elevated force levels throughout the designated timeframe. When interpreted alongside the superior Peak RFD90 and Relative Peak RFD90 observed in the CT group compared to PLY and CON, these results suggest that CT facilitates both rapid force development and greater overall force accumulation within 300 ms. The superiority of CT may be attributed to the unique structure of contrast training, which integrates high-load resistance exercises with high-velocity explosive movements. The resistance component enhances maximal force capacity (F_{max}), whereas the high-velocity component promotes rapid early-phase force production. These dual mechanisms likely act synergistically to augment the total force–time integral (Gross Impulse300). At the physiological and biomechanical levels, high-load and high-velocity modalities elicit adaptations in both neural and muscular systems. These include enhanced efferent neural drive, superior motor unit recruitment, increased muscular force-generating capacity, and structural modifications within the musculotendinous unit. However, as tissue-level and physiological parameters such as neural drive, motor-unit activity, physiological cross-sectional area (PCSA), or tendon stiffness were not directly measured in the present study, these mechanisms should be interpreted as potential mechanisms supporting the discussion rather than definitively confirmed outcomes of the training intervention. Regarding Relative Impulse300 (impulse normalized to body mass), both the CT and PLY groups achieved significantly higher values than the CON group (MD = 1.793, $p < .001$ and MD = 1.107, p = .001, respectively), with no statistically significant difference between CT and PLY (MD = 0.687, p = .053). These results demonstrate that when accounting for body mass, both CT and PLY effectively enhance force accumulation per unit of body weight compared to habitual training. Although the CT group maintained a numerically higher mean than the PLY group, this difference did not reach statistical significance (p = .053), represents a marginal trend favoring CT, likely attributable to greater gains in muscle mass and maximal strength conducive to force accumulation. It is important to clarify from a biomechanical perspective that Gross Impulse300 reflects total force accumulation within a fixed 300-ms time window rather than the net propulsive impulse. According to the impulse–momentum theorem, center-of-mass acceleration and takeoff velocity are governed strictly by net impulse (force integrated above body weight over the entire movement duration). Therefore, the observed improvements in Gross Impulse300 should be interpreted as an enhanced capacity to generate and sustain high total force during the early phase of movement, rather than a direct mathematical determinant of takeoff velocity or jump height.

In summary, the present findings demonstrate that CT induces the greatest enhancement in Gross Impulse300, followed by PLY and CON, respectively. When normalized to body mass, both CT and PLY are superior to CON, with no significant difference between CT and PLY. These results indicate that the advantage of CT in Gross Impulse300 stems from the integration of rapid force development and sustained

high force output over time, reflecting an overall neuromuscular adaptation in early-phase force accumulation capacity.

4. Links to Countermovement Jump (CMJ) Performance

The findings of the present study revealed that the CT group exhibited the greatest improvements in jump height and peak power. From a biomechanical perspective, jumping performance is fundamentally governed by the impulse–momentum theorem, where relative net vertical impulse serves as the primary determinant of takeoff velocity (v_{to}) and subsequent jump height, as expressed by:

$$\text{Net Vertical Impulse} = m.v_{to} \text{ --> Jump Height} = \frac{v_{to}^2}{2g} \quad \text{..... (7)}$$

Although the PLY group displayed a numerical trend toward superior improvements in early-phase RFD (Peak RFD30) likely driven by initial neural adaptations the active concentric phase of a CMJ typically spans approximately 200–300 ms or longer, which substantially exceeds the initial 30 ms window. Consequently, achieving high force levels later in the contraction phase plays a crucial role in overall propulsive force generation. The superior adaptations observed in late-phase RFD (RFD90) and Gross Impulse300 in the CT group reflect an enhanced capacity for rapid force development and sustained force accumulation within the first 300 ms of movement (Andersen & Aagaard, 2006; Cormie et al., 2011). While Gross Impulse300 includes system body weight and should not be mathematically equated with net propulsive impulse, the ability to rapidly accumulate and maintain high total force during this early timeframe provides a superior mechanical foundation. This enhanced force-generating capability during the initial 300 ms likely facilitated greater overall work and net impulse generation throughout the entire propulsion phase, ultimately contributing to the observed superior gains in Peak Power and CMJ Height in the CT group.

Limitations of the Study

1. Inability to Isolate Training Volume and Exposure Effects

A notable limitation of the present study is the difference in total training exposure between the experimental and control groups. The Contrast Training (CT) and Plyometric Training (PLY) groups completed two additional training sessions per week dedicated to the interventions, whereas the control (CON) group participated solely in routine volleyball practice. Consequently, the observed performance enhancements cannot be completely isolated from the effects of increased overall training volume and exposure time.

2. Task-Specific Practice and Testing Familiarity

The inclusion of the countermovement jump (CMJ) as a core training exercise within the CT program, coupled with its use as the primary performance outcome measure, introduces the possibility of task-specific practice effects. Greater familiarity with the testing movement mechanics among the CT participants may have contributed to their performance improvements, independent of the training adaptations alone.

3. Mechanical Loading Disparities and Internal Load Inconsistencies

Although the training programs for the CT and PLY groups were structured with comparable structural volume (e.g., sets, repetitions, and foot contacts), achieving absolute equivalence in comprehensive mechanical workload was inherently challenging due to disparate loading profiles (i.e., heavy external resistance in CT versus bodyweight in PLY). Furthermore, session rating of perceived exertion (sRPE) data were incomplete and excluded from analysis due to field log inconsistencies. Therefore,

the manuscript must avoid implying that total internal training load or cumulative mechanical stress were perfectly equated between the two experimental modalities.

4. Statistical Power Constraints in Head-to-Head Comparisons

While the total sample size (N = 45) provided robust statistical power to detect overall interaction effects, it possessed inherent limitations for detecting smaller effect sizes in direct head-to-head comparisons between the CT and PLY groups (e.g., Early-phase RFD at $p > .05$, absolute Peak Power at $p = .069$, and Relative Impulse300 at $p = .053$). These non-significant comparisons should not be interpreted as definitive equivalence between modalities, but rather as a statistical limitation in detecting phase-specific variations.

5. Absence of Direct Neuromuscular and Structural Diagnostics

Direct physiological and structural mechanisms such as efferent neural drive, motor unit recruitment via surface electromyography (sEMG), and musculotendinous architectural changes (e.g., tendon stiffness or fascicle length via ultrasonography) were not empirically measured. Consequently, proposed physiological explanations remain theoretical inferences rather than confirmed direct outcomes.

Conclusion

The present study demonstrates that both Contrast Training (CT) and Plyometric Training (PLY) effectively enhance power performance, rate of force development (RFD), and impulse compared to conventional training (CON). However, the mechanical adaptation profiles differ across the temporal phases of force production:

1. Early-Phase Rate of Force Development (0–30 ms)

Both the PLY and CT groups achieved significant improvements in Peak RFD30 and Relative Peak RFD30 compared to the CON group ($p < .05$). Although the PLY group displayed higher numerical mean values, the two experimental modalities did not differ significantly from each other ($p > .05$), indicating that both training methods significantly improved rapid initial force production compared to control, with no statistically significant difference between them.

2. Late-Phase Rate of Force Development (0–90 ms) and Impulse

The CT group demonstrated significantly higher Peak RFD90, Relative Peak RFD90, and absolute Gross Impulse300 compared to both the PLY and CON groups ($p < .05$). For Relative Impulse300, while the CT group exhibited a higher numerical value, the comparison between CT and PLY yielded a non-significant difference ($p = .053$), indicating that statistical superiority cannot be confirmed between the two experimental modalities for this specific variable. This reflects CT's greater capacity to sustain force production over extended contraction windows.

3. Jump Performance and Peak Power

The adaptations in Late-Phase RFD and early-phase force accumulation provided a mechanical foundation that enabled the CT group to achieve greater enhancements in Relative Peak Power and Countermovement Jump (CMJ) height compared to CON, with PLY also showing significant improvements over CON. In contrast, absolute Peak Power showed no statistically significant difference between the CT and PLY groups ($p = .069$), indicating that neither modality established statistical superiority over the other in absolute terms. This aligns with the understanding that the active concentric push-off duration during jumping relies heavily on sustained high force generation, where greater early force accumulation facilitates the subsequent generation of total work and net propulsive impulse required to maximize takeoff velocity.

Practical Applications

Sports coaches and strength and conditioning specialists can translate these empirical findings into professional training designs through three evidence-informed strategies:

1. Time-Specific Training Targets

Match intervention modalities to the specific time constraints of force production: use Plyometric Training (PLY) for athletic tasks requiring rapid early-phase RFD (< 50 ms) like initial acceleration and quick directional changes, as it significantly enhances early-phase force generation compared to control. Conversely, use Contrast Training (CT) for disciplines requiring prolonged force accumulation and high vertical jumps (> 75 ms), as it bridges maximal strength with high-velocity movements to maximize late-phase RFD, absolute impulse, and peak power. (Note: While PLY's early-phase effectiveness is theoretically attributable to potential adaptations in rapid force transfer and stretch-shortening cycle utilization, these underlying neuromuscular mechanisms should be viewed as plausible theoretical rationales rather than directly measured outcomes).

2. Sequential Periodization

Although the present study evaluated PLY and CT as independent parallel interventions, coaches can strategically synthesize these complementary adaptations into a sequential (block) periodization model: initiate training during the Accumulation Phase with PLY to establish a foundational neural base; transition during the Transmutation Phase to CT to fuse maximal strength with rapid neural drive for peak late-phase RFD and jump performance; and maintain these adaptations during the In-Season Phase using low-volume, high-quality explosive sessions.

3. Quality Control and Execution

Ensure intended neuromuscular adaptations by enforcing strict execution standards: require maximal volitional intent on every repetition to recruit high-threshold motor units, and provide 2–5 minutes of inter-set rest while strictly avoiding muscular failure to prevent fatigue-induced decrements in motor neuron function.

4. Sport-Specific Kinematic Integration (Volleyball Context)

Recognize that sport-specific movements such as volleyball spiking and blocking typically rely on an active arm swing and operate under a fast stretch-shortening cycle (Fast SSC) characterized by exceptionally short take-off durations. Consequently, coaches should extend these general training applications into specialized drills that emphasize upper-body force transfer via an efficient kinetic chain and incorporate multi-directional jumping to bridge controlled training adaptations with dynamic competition demands.

Recommendations for Future Research

1. Head-to-Head Power Optimization and Population Expansion

To definitively discern phase-specific mechanical variations between active interventions (e.g., CT vs. PLY), future trials should conduct a priori power calculations specifically powered ($f < 0.20$) to detect subtle, small-to-moderate effect sizes during early force production (0–30 ms, such as Peak RFD30). Additionally, expanding study cohorts to include female athletes, elite-level competitors, and multidirectional sports requiring rapid change of direction (COD) will enhance the ecological validity and generalizability of training transfer across athletic populations.

2. Direct Neuromuscular and Structural Diagnostics

To empirically validate the theoretical biological adaptation pathways proposed in this study, future research should integrate force platform kinetics with direct biological diagnostics. Specifically,

surface electromyography (sEMG) or high-density EMG should be incorporated to analyze the rate of EMG rise (RER) and neural drive during early RFD. Furthermore, B-mode ultrasonography should be utilized to track musculotendinous architectural properties such as muscle pennation angle, fascicle length, and tendon stiffness to elucidate the underlying structural mechanisms governing late-phase impulse accumulation (Impulse300).

3. SSC Spectrum Mechanics and Multi-Dimensional Load Quantification

Future investigations should expand biomechanical profiles beyond slow stretch-shortening cycle (SSC) tasks (e.g., CMJ) by incorporating fast SSC evaluations, such as the Drop Jump (DJ) and reactive agility assessments. Concurrently, while maintaining strictly standardized external loading, future protocols should implement continuous, objective internal strain monitoring (e.g., daily Heart Rate Variability [HRV] or wearable sensors) to account for individual physiological stress and fatigue dynamics during high-intensity conditioning.

Declaration of Generative AI and AI-Assisted Technologies in the Writing Process

During the preparation of this manuscript, the authors utilized artificial intelligence tools, specifically Gemini and ChatGPT, throughout the entire manuscript for the purposes of improving grammatical structure, correcting spelling, translating text, and refining academic phrasing. Following the use of these tools, the authors thoroughly reviewed, edited, and verified the accuracy of all content, data analyses, scientific interpretations, and references in the final manuscript. The authors retain full responsibility for the content, accuracy, scientific integrity, and originality of the final work.

References

Aagaard, P. (2003). Training – induced changes in neural function. Exercise and Sport Sciences Reviews, 31(2), 61–67. https://doi.org/10.1097/00003677-200304000-00002

Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. Journal of Applied Physiology, 93(4), 1318–1326. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00283.2002

Aloui, G., Hermassi, S., Hammami, M., Cherni, Y., Gaamouri, N., Shephard, R. J., van den Tillaar, R.,& Chelly, M. S. (2020). Effects of elastic band based plyometric exercise on explosive muscular performance and change of direction abilities of male team handball players. Frontiers in Physiology, 11, Article 604983. https://doi.org/10.3389/fphys.2020.604983

Andersen, J. L., & Aagaard, P. (2010). Effects of strength training on muscle fiber types and size; consequences for athletes training for high-intensity sport. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 20(Suppl. 2), 32–38. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01196.x

Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: Historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. Frontiers in Physiology, 10, Article 1359. https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359

Bohm, S., Mersmann, F., & Arampatzis, A. (2015). Human tendon adaptation in response to mechanical loading: A systematic review and meta-analysis of exercise interventions. Sports Medicine - Open, 1(1), Article 7. https://doi.org/10.1186/s40798-015-0009-9

Brughelli, M., & Cronin, J. (2008). Influence of running velocity on vertical, leg and joint stiffness: Modelling and recommendations for future research. Sports Medicine, 38(8), 647–657. https://doi.org/10.2165/00007256-200838080-00003

Brzycki, M. (1993). Strength testing Predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. Journal of Physical Education, Recreation & Dance, 64(1), 88–90. https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Influence of strength on magnitude and characteristics of adaptation to power training. Medicine & Science in Sports & Exercise, 42(12), 2406–2420. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e4e733

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1 Biological bases of maximal power production. Sports Medicine, 41(1), 17–38. https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000

Cormier, P., Freitas, T. T., Rubio-Arias, J. Á., & Alcaraz, P. E. (2020). Complex and contrast training: Does strength and power training sequence affect performance-based adaptations in team sports? A systematic review and meta-analysis. Journal of Strength and Conditioning Research, 34(5), 1461–1479. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003493

Del Vecchio, A., Negro, F., Holobar, A., Casolo, A., Folland, J. P., Felici, F., & Farina, D. (2019). You are as fast as your motor neurons: Speed of recruitment and maximal discharge of motor neurons determine the maximal rate of force development in humans. The Journal of Physiology, 597(9), 2445–2456. https://doi.org/10.1113/JP277396

Dobbs, W. C., Tolusso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2019). Effect of postactivation potentiation on explosive vertical jump: A systematic review and meta-analysis. Journal of Strength and Conditioning Research, 33(7), 2009–2018. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002750

Folland, J. P., Buckthorpe, M. W., & Hannah, R. (2014). Human capacity for explosive force production: Neural and contractile determinants. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 24(6), 894–906. https://doi.org/10.1111/sms.12131

Gabbett, T. J., & Georgieff, B. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of elite junior volleyball players. Journal of Strength and Conditioning Research, 21(3), 902–908. https://doi.org/10.1519/R-20616.1

Kirby, T. J., McBride, J. M., Haines, T. L., & Dayne, A. M. (2011). Relative net vertical impulse determines jump height in the countermovement jump. Journal of Applied Biomechanics, 27(3), 207–214. https://doi.org/10.1123/jab.27.3.207

Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. Journal of Biomechanics, 33(10), 1197–1206. https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00064-6

Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. Journal of Chiropractic Medicine, 15(2), 155–163. https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012

Kubo, K., Ishigaki, T., & Ikebukuro, T. (2017). Effects of plyometric and isometric training on muscle and tendon stiffness in vivo. Physiological Reports, 5(15), e13374. https://doi.org/10.14814/phy2.13374

Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. (2016). Rate of force development: Physiological and methodological considerations. European Journal of Applied Physiology, 116(6), 1091–1116. https://doi.org/10.1007/s00421-016-3346-6

Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height ? A meta - analytical review. British Journal of Sports Medicine, 41(6), 349–355. https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.035113

Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. Sports Medicine, 40(10), 859–895. https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000

Milić, V., Nejić, D., & Kostić, R. (2008). The effect of plyometric training on the explosive strength of leg muscles of volleyball players on single foot and two-foot takeoff jumps. Facta Universitatis: Series Physical Education and Sport, 6(2), 169–179.

Rebelo, A., Pereira, J. R., Cunha, P., Coelho-e-Silva, M. J., & Valente-dos-Santos, J. (2024). Training stress, neuromuscular fatigue and well-being in volleyball: A systematic review. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 16, Article 17. https://doi.org/10.1186/s13102-024-00807-7

Rodríguez-Rosell, D., Pareja-Blanco, F., Aagaard, P., & González-Badillo, J. J. (2018). Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle. Clinical Physiology and Functional Imaging, 38(5), 743–762. https://doi.org/10.1111/cpf.12495

Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: Role in human performance. Exercise and Sport Sciences Reviews, 30(3), 138–143. https://doi.org/10.1097/00003677-200207000-00008

Sattler, T., Hadžić, V., Dervišević, E., & Marković, G. (2015). Vertical jump performance of professional male and female volleyball players: Effects of playing position and competition level. Journal of Strength and Conditioning Research, 29(6), 1486–1493. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000781

Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review with meta-analysis. Sports Medicine, 46(2), 231–240. https://doi.org/10.1007/s40279-015-0415-7

Sheppard, J. M., & Newton, R. U. (2012). Long – term training adaptations in elite male volleyball players. Journal of Strength and Conditioning Research, 26(8), 2180–2184. https://doi.org/10.1519/ JSC.0b013e31823c429a

Sheppard, J. M., Gabbett, T. J., & Stanganelli, L. C. R. (2009). An analysis of playing positions in elite men's volleyball: Considerations for competition demands and physiologic characteristics. Journal of Strength and Conditioning Research, 23(6), 1858–1866.https://doi.org/10.1519/JSC. 0b013e3181b45c6a

Slimani, M., Guthrie, T., Bragazzi, N. L., & Chaouachi, A. (2016). Effects of plyometric training on physical fitness in team sport athletes: A systematic review. Journal of Human Kinetics, 53, 231–247. https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0026

Stojanović, E., Ristić, V., McMaster, D. T., & Milanović, Z. (2017). Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: A systematic review and meta-analysis. Sports Medicine, 47(5), 975–986. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0634-6

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. Sports Medicine, 46(10), 1419–1449. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0

Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength: Training adaptations and application to performance. Sports Medicine, 48(3), 605–620. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z

Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. Sports Medicine, 39(2), 147–166. https://doi.org/10.2165/00007256-200939020-00004

Wagner, H., Tilp, M., von Duvillard, S. P., & Müller, E. (2009). Kinematic analysis of volleyball spike jump. International Journal of Sports Medicine, 30(10), 760–765. https://doi.org/10.1055/s-0029-1224177

Ziv, G., & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male volleyball players: A review of observational and experimental studies. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 20(4), 556–567. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01083.x

Supplementary Table S1 . Test–Retest Reliability of Power, Jump Performance, Rate of Force Development, and Impulse Variables during the CMJ Test (N = 45) Before and After Training

Variable	Testing Phase	*CV*	*Single Measures ICC*	*95% Confidence Interval* (Lower – Upper)	*F*-value	*p*-value	Rating (Koo & Li, 2016)
Power & Jump Performance: P&JP							
Peak Power (W)	Pre	3.76	0.934	0.883 – 0.963	28.672	<.001	Excellent
	Post	4.37	0.931	0.798 – 0.970	38.673	<.001	Excellent
Relative Peak Power ($W \cdot kg^{-1}$)	Pre	4.63	0.886	0.801 – 0.935	16.163	<.001	Good
	Post	3.96	0.939	0.489 – 0.981	71.947	<.001	Excellent
Jump Height (cm)	Pre	4.81	0.884	0.800 – 0.935	16.300	<.001	Good
	Post	4.23	0.950	0.192 – 0.988	146.038	<.001	Excellent
Rate of Force Development (RFD)							
Peak RFD ($N \cdot s^{-1}$)	Pre	2.64	0.978	0.958 – 0.988	99.273	<.001	Excellent
	Post	5.55	0.960	0.693 – 0.987	100.851	<.001	Excellent
Relative Peak RFD ($N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$)	Pre	2.31	0.987	0.977 – 0.993	161.989	<.001	Excellent
	Post	4.91	0.970	0.313 – 0.993	247.000	<.001	Excellent
Peak RFD_{30} ($N \cdot s^{-1}$)	Pre	4.25	0.994	0.989 – 0.997	338.596	<.001	Excellent
	Post	4.94	0.987	0.481 – 0.997	629.810	<.001	Excellent
Relative Peak RFD_{30} ($N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$)	Pre	2.90	0.997	0.994 – 0.998	604.474	<.001	Excellent
	Post	4.86	0.986	0.615 – 0.997	483.593	<.001	Excellent
Peak RFD_{90} ($N \cdot s^{-1}$)	Pre	4.04	0.990	0.980 – 0.995	234.928	<.001	Excellent
	Post	5.23	0.994	0.946 – 0.998	611.501	<.001	Excellent
Relative Peak RFD_{90} ($N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$)	Pre	3.77	0.951	0.912 – 0.973	38.980	<.001	Excellent
	Post	5.49	0.984	0.769 – 0.996	314.245	<.001	Excellent
Impulse							
$Impulse_{300}$ (N·s)	Pre	3.23	0.960	0.929 – 0.978	48.039	<.001	Excellent
	Post	6.65	0.925	0.038 – 0.982	119.602	<.001	Excellent
Relative $Impulse_{300}$ ($N \cdot s \cdot kg^{-1}$)	Pre	5.36	0.830	0.711 – 0.903	10.553	<.001	Good
	Post	6.55	0.930	0.139 – 0.982	95.998	<.001	Excellent

Note: Reliability was assessed using the Intraclass Correlation Coefficient (*ICC* Model: Two-Way Mixed, Absolute Agreement, Single Measures) and Coefficient of Variation (*CV*%). The wider 95% confidence intervals observed in the post-test phase reflect increased between-subject variability resulting from individual adaptations to the training interventions. However, combined with acceptable *CV*% values (< 6.65%) and significant *F*-test results ($p < .001$), these metrics confirm that all variables maintained high reliability across both testing time points.

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

การพัฒนาโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพื่อพัฒนาคะแนนวิชาพลศึกษาของนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตปกครองตนเองมองโกเลียใน

DEVELOPING A CORE STRENGTH TRAINING PROGRAM TO IMPROVE PHYSICAL EDUCATION SCORES OF FEMALE MIDDLE SCHOOL STUDENTS IN INNER MONGOLIA AUTONOMOUS REGION

สู เสี้ยวเทียน[1*] ประกิต หงษ์แสนยาธรรม[1] และ ประพจน์ แย้มทิม[1]
Xu Xiaotian[1*], Prakit Hongsaenyatham[1] and Prapot Yamtim[1]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี กรุงเทพมหานคร
[1]Faculty of Sports Science and Technology, Bangkokthonburi University, Bangkok
[*]Corresponding Author: 996990573@qq.com

Received: March 31, 2026 **Revised:** May 11, 2026 **Accepted:** May 17, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงแกนกลางลำตัว ซึ่งออกแบบขึ้นโดยเฉพาะเพื่อพัฒนาคะแนนวิชาพลศึกษาของนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตปกครองตนเองมองโกเลียใน ประชากรประกอบด้วยนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 530 คน และครูพลศึกษาจำนวน 15 คน จากโรงเรียนมัธยมหมายเลข 18 เมืองฮูฮอต นักเรียนจำนวน 60 คน ที่มีคะแนนสอบต่ำที่สุด ได้ถูกคัดเลือกและสุ่มแบ่งอย่างเป็นระบบออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกเข้าร่วมโปรแกรมฝึก 12 สัปดาห์ และกลุ่มที่สองเรียนวิชาพลศึกษาตามปกติ การประเมินสมรรถภาพทางกายใช้การทดสอบมาตรฐาน 5 รายการ ได้แก่ การวิ่ง 800 เมตร การกระโดดไกลยืนอยู่กับที่ การวิ่งระยะ 50 เมตร การลุกนั่ง และการนั่งงอตัวไปข้างหน้า ข้อมูลถูกวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวร่วมกับการทดสอบเปรียบเทียบรายคู่แบบบอนเฟอร์โรนี และการทดสอบทีแบบอิสระ ผลการวิจัยหลังการฝึกพบว่ากลุ่มทดลองมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ในการทดสอบทั้ง 5 รายการ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ กลุ่มทดลองยังแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องและมีนัยสำคัญตั้งแต่การทดสอบก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก และหลังการฝึก ผลการวิจัยยืนยันว่าโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงแกนกลางลำตัวที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าการเรียนพลศึกษาตามปกติอย่างชัดเจน อีกทั้งยังแสดงให้เห็นถึงคุณค่าเชิงปฏิบัติในการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพลศึกษา และเป็นต้นแบบเชิงประจักษ์ที่สามารถสนับสนุนการปฏิรูประบบการสอบเข้าศึกษาต่อระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในอนาคตได้อย่างเป็นรูปธรรม

คำสำคัญ: โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว, คะแนนวิชาพลศึกษา, นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

Abstract

This research aimed to develop and evaluate a core strength training program expressly designed to improve the physical education scores of female middle school students in the Inner Mongolia Autonomous Region. The population comprised 530 ninth-grade female students and 15 physical education teachers at Hohhot No.18 Middle School. A sample of 60 students with the lowest examination scores was selected and systematically randomized into an experimental group, which underwent the 12-week training program, and a control group, which continued regular physical education classes. Physical performance was assessed through five standardized tests: 800-meter run, standing long jump, 50-meter sprint, sit-ups, and sit-and-reach. Data were analyzed using mean, standard deviation, one-way repeated measures ANOVA

with Bonferroni post-hoc comparisons, and independent t-tests. The post-training results demonstrated statistically significant improvements ($p < .05$) for the experimental group across all five tests compared to the control group. Furthermore, the experimental group exhibited continuous and significant progress from pre-test to mid-test to post-test. These findings confirm that the developed core strength training program is substantially more effective than regular physical education instruction. The program's robust impact highlights its practical value for enhancing students' physical fitness, elevating academic achievement in physical education, and providing a concrete, evidence-based model to support the ongoing reform of the high school entrance examination system.

Keywords: Core strength training program, Physical education scores, Middle school students

Introduction

Since the physical education reform in 2018, the Inner Mongolia Autonomous Region has progressively raised the maximum sports score in the high school entrance examination (Zhongkao) from 30 to 80 points (2023 standard). The assessment now includes mandatory events (800/1000 m run, standing long jump) and optional tests (sit-ups, sit-and-reach). Despite this reform, the region's average physical education score in 2022 remained 12.3% below the national average, with female students exhibiting particularly weaker performance (National Physical Fitness and Health Survey Committee, 2023). Longitudinal monitoring also reveals a significant decline in female students' fitness scores over the past five years, indicating a pressing need for targeted interventions.

National policies, such as the State Council's "Opinions on Comprehensively Strengthening and Improving School Physical Education in the New Era" (2020), have mandated that physical fitness, health status, and sport skills be incorporated into comprehensive quality evaluations. As a result, physical education scores now function as key indicators of students' holistic development (Sun, 2020). However, the practical implementation of these policies is hindered by persistent barriers. Evidence suggests that many parents continue to prioritize academic performance over physical activity, limiting children's exercise opportunities because of concerns about injury and insufficient time (Xu et al., 2025). Consequently, a considerable number of students lack fundamental motor skills and regular moderate-to-vigorous physical activity (Wei, 2021), which likely contributes to poor performance in the physical education examination.

Core strength training has emerged as a promising avenue to address these deficiencies. This systematic approach targets trunk muscles, primarily the transversus abdominis and multifidus and aims to enhance body stability, force transmission efficiency, and neuromuscular control (Zhu, 2014). A growing body of research has linked core strength to improved performance on specific test items. For instance, Wang (2023) demonstrated that core training significantly boosted overall examination scores among female students in Hohhot. More specifically, an 8-week intervention yielded an average improvement of 6.2% in 800 m running time compared to a control group. In explosive events, local data from a Hohhot middle school (2021) reported an average increase of 7.5 cm in standing long jump following systematic core work. Sit-up performance is directly related to abdominal and hip flexor endurance (Chen et al., 2020), while sit-and-reach benefits from improved pelvic control and lumbo-pelvic coordination through core stabilization. Collectively, these findings consistently indicate that core strength training can positively affect endurance, power, and flexibility outcomes. Nevertheless, the existing evidence remains fragmented. Most intervention studies were short-term (≤ 8 weeks), examined isolated test items, and employed heterogeneous training protocols, making it difficult to draw firm conclusions about the optimal design and duration of a training program. Furthermore, almost no research has integrated

the five Zhongkao tests into a single, structured program and evaluated its effects specifically on female students in Inner Mongolia.

Another critical gap lies in the absence of phased progression models. A systematic training framework that moves from foundational motor learning, through strength enhancement, to sport-specific conversion could maximize adaptive responses, yet such a model has not been empirically tested in this population. The present study, therefore, was designed to fill these gaps by developing and evaluating a 12-week, three-phase core strength training program tailored for female middle school students in Inner Mongolia. By simultaneously measuring its impact on the 800 m run, standing long jump, 50 m sprint, sit-ups, and sit-and-reach, this research aims to provide rigorous evidence to inform physical education instruction and support the ongoing reform of the high school entrance examination system.

Literature Review

1. Core strength training

The functional stratification of core muscle groups is mainly reflected in their different stabilization mechanisms. The spinal stability system theory proposed by Panjabi (2003) holds that core stability is maintained by the passive subsystem (skeletal ligaments), active subsystem (muscles) and neural control subsystem. The deep stabilizing muscle group functions through two primary mechanisms: First, segmental stabilization is achieved through coordinated contraction of the transversus abdominis and multifidus muscles (Hodges, 2003). Second, the "hydraulic stabilization system" is formed by the combined action of the diaphragm, pelvic floor muscles, and transversus abdominis, which operates via intra-abdominal pressure (Sapsford et al., 2001). Research indicates that dysfunction in this deep stabilization system is closely associated with various lower back pain symptoms (Hides et al., 2008). Superficial muscle groups primarily govern the generation and control of trunk movements. McGill (2010) noted that these muscles coordinate complex trunk motions through force couple relationships, such as those between the external oblique and its contralateral internal oblique. However, when these superficial muscles become overactive, they may lead to abnormal movement patterns like anterior or posterior pelvic tilt.

2. Core strength training program

The scientific foundation of core strength training is built upon multidisciplinary theories. Current research identifies three primary theoretical frameworks (Behm et al., 2010; McGill, 2010) as follows: (1) Neuromuscular Control Theory. Studies demonstrate that core muscle activation follows a “proximodistal” temporal pattern. Through electromyography research, Hodges and Richardson (1996) discovered that the transversus abdominis undergoes pre-activation 100-150 ms before limb movement, a neural control mechanism crucial for spinal stability. Subsequent studies further revealed developmental variations in this pre-activation pattern among adolescents (Ford et al., 2011); (2) Biomechanical Transmission Theory. Kibler et al. (2006) proposed the "kinetic chain" theory, indicating that core stability as the critical link between upper and lower limbs directly impacts force transmission efficiency. Experimental data shows that every 10% increase in core stability enhances lower limb explosive power by 5.2% (Willson et al., 2005), with this effect being particularly pronounced in coordination-demanding sports like standing long jump; and (3) Exercise Adaptation Theory.Core training demonstrates significant specificity. Andersson, et al. (2002) found that static exercises (e.g., planks) primarily improve muscular endurance, while dynamic exercises (e.g., medicine ball throws) better develop explosive power. This difference is closely related to muscle fiber recruitment pattern and energy metabolism characteristics.

3. Physical fitness of female middle school students

3.1 The current situation of physical fitness of female middle school students

Recent global evidence indicates that physical fitness levels among children and adolescents declined substantially following the onset of the COVID-19 pandemic due to prolonged school closures, restrictions on sports participation, and reduced daily physical activity. National surveillance in Japan, which monitored physical fitness tests including endurance and muscular strength, found that performance in key tests such as sit-ups and shuttle runs worsened significantly during the pandemic period (Kidokoro et al., 2022). These tests, which are comparable to those used for middle school assessments, are strong indicators of declines in both cardiorespiratory and muscular fitness attributable to disrupted activity patterns. The pandemic-related drop-in physical fitness was not limited to one nation; systematic reviews report widespread declines in physical activity levels and fitness outcomes (e.g., endurance, strength, coordination) among youth internationally. These declines are particularly concerning for female adolescents, who already trend toward lower physical activity levels compared with males and may experience larger relative decreases in fitness without targeted intervention (Lee, 2022).

3.2 Physical fitness of female middle school students in China

Physical fitness among Chinese middle school students remains a major public health and educational concern, with national standards such as the Chinese National Student Physical Fitness Test (CNSPFT) used to evaluate performance across key domains including BMI, cardiorespiratory endurance, strength, speed, and flexibility. While comprehensive nationwide monitoring is limited in the very latest years, regional data from provinces like Shandong show that overall fitness "qualified rates", a combined measure of acceptable performance across these domains remain high, with female adolescents demonstrating slightly higher qualified rates (92.25%) compared with male peers in 2023 assessments (Xiaohui, 2018). This suggests that on average many female students meet basic fitness standards, though qualified status does not necessarily indicate high performance across all fitness indicators.

4. The physical fitness test item for female middle school students in China

In China, the Physical Fitness Test Battery for school-aged children and adolescents including middle school students is guided by the Chinese National Student Physical Fitness Test (CNSPFT), which assesses multiple dimensions of physical fitness such as cardiorespiratory endurance, muscular strength and endurance, speed, flexibility, and body composition. These components are evaluated through standardized test items like the 50-meter dash, standing long jump, sit-ups (for girls), sit and reach, and the 20-meter shuttle run test (SRT), which together provide a comprehensive profile of an adolescent's physical capability. Such multidimensional assessment allows educators and researchers to monitor physical development holistically rather than focusing on a single motor skill. This research primarily examines the physical education scores and physical fitness of female middle school students in the Inner Mongolia Autonomous Region. To establish a solid theoretical and empirical foundation, the researcher conducted an extensive review of books, textbooks, academic journals, dissertations, and other pertinent scholarly sources. The purpose of this review was to synthesize existing research, identify gaps in knowledge, and develop a comprehensive understanding of the connection between core strength training and the physical fitness of female middle school students.

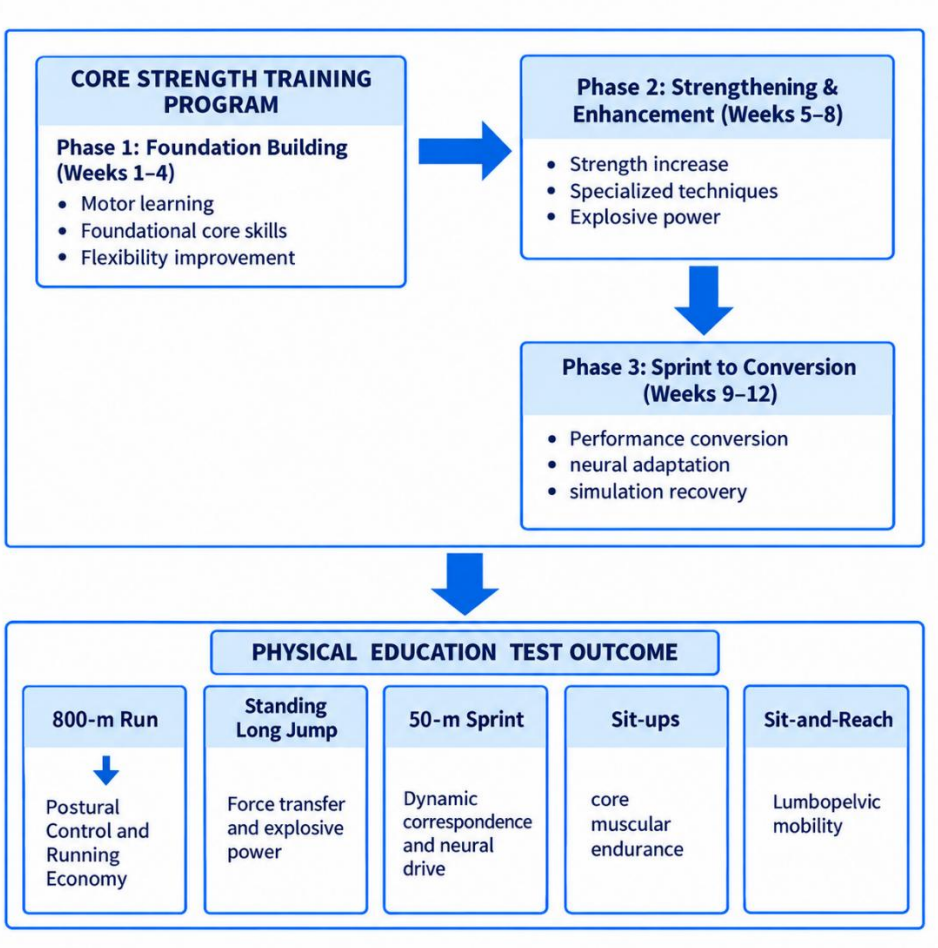


Figure 1. Conceptual Framework

Research Methodology

Mixed-method research using questionnaires, expert interviews, focus groups, and a 12-week experiment with 60 female students to develop and test a core strength training program.

Population

This research's population included 530 ninth - grade female students and 15 physical education teachers at Hohhot No.18 Middle School in Inner Mongolia Autonomous region.

Sample

Based on the recent physical education mock exam scores of ninth - grade female students, 60 female students with the lowest scores who voluntarily participated were selected as the sample group. Then, using the systematic sampling method, these 60 female students were divided into 2 groups, with 30 students in the experimental group and 30 in the control group.

Research Instruments

1. The questionnaire for students and physical education teachers
2. Expert interviews questionnaire
3. Focus group outline.
4. Core strength training program
5. Physical education examination items

Data Collection

This research adopted systematic data collection methods to ensure the scientific rigor and reliability of the study. The specific implementation steps were as follows:

1. A comprehensive review of literature on core strength training and its correlation with physical education performance improvement in high school entrance examinations was conducted. The search covered journal articles, theses, and monographs from authoritative databases including CNKI, Web of Science, and PubMed.

2. An online questionnaire was used to survey 530 female students in grade 9 and 15 physical education teachers at Hohhot No. 18 Middle School. The questionnaire covered aspects such as students' basic physical fitness status, awareness of physical fitness training, and evaluations of existing training methods.

3. Face-to-face interviews were conducted with seven experts. The interviews focused on exploring current challenges of female middle school students for physical education exams, evaluating the applicability of core strength training, and drafting the key components of the core strength training program.

4. A focus group discussion was conducted with 10 experts to collaboratively develop the core strength training program to improve physical education scores of female middle school students.

5. A trial of the developed core strength training program was conducted with ten students to evaluate its suitability and intensity for the target sample group, and to identify any potential limitations or areas for enhancement.

6. The training program was conducted for 12 weeks with three sessions per week, one hour per session. A total of 60 female students participated in the experiment. The experimental group received core strength training from 16:00 to 17:00 every Monday, Wednesday, and Friday, while the control group maintained their regular physical education training.

7. The physical education examination items included 800-meter running, standing long jump, 50-meter sprint, sit-ups, and sit-and-reach. The experimental group was tested at three time points: Week 0 (pre-test), Week 6 (mid-test), and Week 12 (post-test). The control group was tested at two time points: Week 0 (pre-test) and Week 12 (post-test). By comparing and analyzing the test results at each time point, the effect of core strength training on the improvement of physical education test scores was evaluated.

Data Analysis

The data collected in this research were analyzed using both quantitative and qualitative methods as follows:

1. Questionnaire survey data from students and physical education teachers were analyzed using mean ($\bar{x}$) and standard deviation (S.D.).

2. Data from expert in-depth interviews and focus group discussions were analyzed using content analysis method to extract key themes and insights for developing the core strength training program.

3. To ensure the scientific and accurate evaluation of the research instruments, the Index of Item-Objective Congruence (IOC) method was employed. Five experts assessed the content validity, with IOC values of 0.91 for the student questionnaire, 0.89 for the teacher questionnaire, and 0.88 for the expert interview questionnaire.

4. One-way repeated measures ANOVA was used to compare the pre-test, mid-test, and post-test results of the five physical education examination items within the experimental group. When significant differences were found, Bonferroni post hoc tests were conducted to identify specific differences between time points.

5. Independent sample t-tests were used to compare the pre-test results and post-test results of the physical education examination items between the experimental group and the control group.

6. All statistical analyses were performed with a significance level set at $p < .05$ to determine whether the differences observed were statistically significant.

Results

The results of this research are presented in three main sections as follows:

Part 1: Current Situation and Problems of Physical Education Scores and Physical Fitness

The results of the questionnaire survey administered to 530 female students and 15 physical education teachers revealed key insights into the physical fitness levels and challenges faced by female middle school students in the Inner Mongolia Autonomous Region. The students demonstrated a moderate overall physical fitness level ($\overline{X}$= 3.05, S.D. = 0.53), with significant weaknesses in endurance, strength, and flexibility, as reflected in low ratings for tasks like the 800-meter run, standing long jump, and sit-ups. However, students showed strong awareness and motivation for improving their fitness, with high ratings for the importance of core strength and the need for additional training. Meanwhile, the teachers reported that insufficient preparation and lack of focus on strength and flexibility in the curriculum were significant barriers. Overall, the findings highlight a need for more targeted physical fitness programs and an emphasis on core strength training to address the existing gaps and improve physical education outcomes.

Part 2: Development of Core Strength Training Program

Synthesizing the perspectives of ten experts, there is a strong consensus regarding the physical fitness status of female middle school students in the region, particularly concerning the issue of insufficient core strength. Most experts noted that current female middle school students exhibit weaknesses in endurance and muscular strength, especially in activities such as the 800-meter run and the standing long jump. The lack of core strength has been identified as a critical factor constraining students' performance in physical education assessments and their overall motor development. Regarding training content, the experts generally recommended core strength training programs centered on exercises such as planks, Russian twists, and leg raises. Some experts also emphasized the inclusion of dynamic movements such as hip bridges, bird-dogs, and glute bridges to comprehensively activate the core musculature and integrate both strength and endurance development. Additionally, certain experts suggested incorporating flexibility and agility training to establish a more balanced physical development system. In terms of training frequency and duration, most experts recommended three sessions per week, with each session lasting between 30 and 45 minutes, to ensure systematic training and adequate recovery. Some experts noted that two sessions per week could also yield effective progress, but all emphasized the importance of progressive overload, gradually increasing intensity as students' strength improves. Regarding expected outcomes and assessment methods, the experts unanimously agreed that enhancing core strength not only contributes to improved performance in physical education tests but also plays a positive role in preventing sports injuries, improving posture, and enhancing balance and coordination. It was recommended that training effectiveness be continuously monitored through multidimensional indicators, including physical fitness test scores, core endurance assessments, and flexibility evaluations, to validate the effectiveness of the intervention. In summary, the ten experts demonstrated a high degree of consistency in training objectives, content structure, implementation frequency, and evaluation methods. All emphasized that core strength training should serve as a crucial breakthrough point for improving the physical fitness levels of female middle school students and should be integrated into the physical education curriculum in a scientific, systematic, and sustained manner.

Table 1. The framework of a core strength training program to improve physical education scores of female middle school students in the Inner Mongolia Autonomous Region

Week	Phase	Training Focus	Intensity
1-4	Foundation Building	Motor learning: foundational core skills, flexibility improvement	Low ⟶ Medium
5-8	Strengthening and Enhancement	Strength increase, specialized techniques, explosive power	Medium ⟶ High
9-10	Sprint to Conversion	Simulation testing: performance conversion, neural adaptation	High
11	Simulation Testing	Complete simulation: familiarization with the process	Medium-High
12	Adjustment and Recovery	Maintaining peak condition, reducing fatigue	Low-Medium

Part 3: Experimental Results of Core Strength Training Program

Table 2. Mean and standard deviation of the results of the physical education examination of the experimental group

Variables	Experimental Group					
	Pre-test		Mid-test		Post-test	
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD
800 meter running (minute)	4.26	0.38	3.89	0.44	3.43	0.24
Standing long jump (cm)	150.70	20.47	175.76	17.43	194.73	10.21
50 meter sprint (second)	9.24	0.97	8.70	0.72	8.29	0.50
Sit-ups (time)	34.20	6.19	42.00	4.78	49.56	4.67
Sit-and-reach (cm)	12.81	5.93	16.87	6.05	19.87	6.16

Table 2 shows that the results of the physical education examination of the experimental group. The details were as 1) 800 meter running: pre-test $\overline{X}$ = 4.26 and SD = 0.38, mid-test $\overline{X}$= 3.89 and SD = 0.44, and post-test $\overline{X}$= 3.43 and SD = 0.24; 2) Standing long jump: pre-test $\overline{X}$=150.70 and SD =20.47, mid-test $\overline{X}$= 175.76 and SD = 17.43, and post-test $\overline{X}$= 194.73 and SD = 10.21; 3) 50 meter sprint: pre-test $\overline{X}$= 9.24 and SD = 0.97, mid-test $\overline{X}$ = 8.70 and SD = 0.72, and post-test $\overline{X}$ = 8.29 and SD = 0.50; 4) Sit-ups: pre-test $\overline{X}$= 34.20 and SD = 6.19, mid-test $\overline{X}$= 42.00 and SD = 4.78, and post-test $\overline{X}$= 49.56 and SD = 4.67; 5) Sit-and-reach: pre-test $\overline{X}$= 12.81 and SD = 5.93, mid-test $\overline{X}$= 16.87 and SD = 6.05, and post-test $\overline{X}$ = 19.87 and SD = 6.16. The mean scores demonstrated continuous improvement from pre-test to post-test for all variables.

Table 3. Mean and standard deviation of the results of the physical education examination of the control group

Variables	Control Group			
	Pre-test		Post-test	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
800 meter running (minute)	4.29	0.39	3.82	0.48
Standing long jump (cm)	150.83	20.84	163.43	15.97
50 meter sprint (second)	9.31	0.82	8.94	0.52
Sit-ups (time)	36.53	6.45	42.33	4.57
Sit-and-reach (cm)	12.71	7.75	15.30	6.90

Table 3 shows that the results of the physical education examination of the control group. The details were as 1) 800 meter running: pre-test $\bar{X}$ = 4.29 and SD = 0.39, and post-test $\bar{X}$ = 3.82 and SD = 0.48; 2) Standing long jump: pre-test $\bar{\bar{X}}$ =150.80 and SD = 20.84, and post-test $\bar{X}$ = 163.43 and SD = 15.97; 3) 50 meter sprint: pre-test $\bar{X}$ = 9.31 and SD = 0.82, and post-test $\bar{X}$= 8.94 and SD = 0.52; 4) Sit-ups: pre-test $\bar{X}$ = 36.53 and SD = 6.45, and post-test $\bar{X}$ = 42.33 and SD = 4.57; 5) Sit-and-reach: pre-test $\bar{\bar{X}}$ = 12.71 and SD = 7.75, and post-test $\bar{X}$= 15.30 and SD = 6.90. Displays the physical education examination results of the control group at two measurement time points (pre-test and post-test) for all variables. Modest improvements were observed from pre-test to post-test.

Table 4. Comparison of pre-test results of the physical education examination between experimental group and the control group, using an independent t-test

Variables	Exp. G		Cont. G		t	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
800 meter running (minute)	4.26	0.38	4.29	0.39	-1.05	0.30
Standing long jump (cm)	150.70	20.47	150.83	20.84	-0.15	0.88
50 meter sprint (second)	9.24	0.97	9.31	0.82	-0.29	0.78
Sit-ups (time)	34.20	6.19	36.53	6.45	-1.53	0.14
Sit-and-reach (cm)	12.81	5.93	12.71	7.75	0.06	0.95

P<.05

Table 4 shows that the pre-test results of the physical education examination in each items pairwise were not significant difference.

Table 5. Comparison of post-test results of the physical education examination between the experimental group and the control group, using an independent t-test

Variables	Exp. G		Cont. G		t	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
800 meter running (minute)	3.43	0.24	3.82	0.48	-6.82	0.00
Standing long jump (cm)	194.73	10.21	163.43	15.97	16.92	0.00
50 meter sprint (second)	8.29	0.50	8.94	0.52	-5.22	0.00
Sit-ups (time)	49.56	4.67	42.33	4.57	7.14	0.00
Sit-and-reach (cm)	19.87	6.16	15.30	6.90	2.82	0.00

P<0.05

Table 5 shows that the post-test results of the physical education examination in each items pairwise were significant difference p<.05.

This research aims to develop a core strength training program to improve physical education scores of female middle school students in Inner Mongolia Autonomous Region. For the evaluate physical education scores of female middle school students, it was evaluated in five aspects as (1) 800 meter running, (2) standing long jump, (3) 50 meter sprint, (4) sit-ups, and (5) sit-and-reach.

An independent t-test was used to compare the pre-test results of the 800-meter run, standing long jump, 50-meter sprint, sit-ups, and sit-and-reach between the experimental and control groups. The analysis showed no statistically significant differences between the two groups across all variables, indicating that both groups had comparable physical education scores before the intervention. In contrast, the post-test comparisons revealed statistically significant differences ($p < .05$) in all measured items between the experimental and control groups. These findings indicate that the developed core strength training program was more effective than regular physical education training in improving the physical education scores of female middle school students in the Inner Mongolia Autonomous Region, demonstrating superior outcomes in the 800-meter run, standing long jump, 50-meter sprint, sit-ups, and sit-and-reach tests.

Discussion

The present study demonstrated that a 12-week, three-phase core strength training program produced statistically significant and practically meaningful improvements across all five physical education test items (800-meter run, standing long jump, 50-meter sprint, sit-ups, and sit-and-reach) in female middle school students in the Inner Mongolia Autonomous Region. The post-test comparisons revealed that the experimental group outperformed the control group across all test items with moderate to very large effect sizes (Cohen's d = 0.69–2.18). Rather than merely describing these results, this discussion critically examines how these findings relate to established theoretical frameworks and prior empirical evidence, explains consistencies and inconsistencies, and addresses the study's limitations and practical implications.

1) 800-meter Running

The significant improvement in 800-meter performance (d = 0.96) should be understood through the biomechanical link between core stability and running economy Core strength is essential for maintaining proper posture, efficient running form, and overall stamina in distance running events. A strong core enhances body stability and balance, allowing runners to maintain a consistent pace throughout the

race without tiring prematurely (McGill, 2010). The significant improvement observed in the 800-meter run performance in the experimental group can be attributed to enhanced endurance and running efficiency resulting from core strength exercises. Studies have shown that strengthening the abdominal and lower back muscles improves oxygen efficiency and muscular endurance during prolonged physical exertion (Lee et al., 2017), which aligns with the findings of this study where significant improvements were seen after 12 weeks of training.

2) Standing Long Jump

Standing long jump performance showed the largest effect size among all test items (d = 2.18). This finding aligns closely with the kinetic chain theory (Kipp, 2019), which posits that the core serves as the central link for force transmission between the lower and upper extremities. In explosive movements such as the standing long jump, forces generated by the lower limbs must be efficiently transferred through a stable trunk to maximize take-off velocity. A weak or deconditioned core results in "energy leakages" that reduce the effectiveness of lower-limb power output. The present finding is consistent with the systematic review by Rodríguez-Perea et al. (2023), which reported a pooled effect size of ES = 0.84 for horizontal jump performance following core training. The larger effect size observed in the present study (d = 2.18 vs. the meta-analytic average of 0.84) may be explained by several factors: the relatively low baseline fitness of the participants (the lowest-scoring students), the combined emphasis on explosive power development during Phase 2 of the program, and the extended 12-week duration compared to many shorter interventions. Similar school-based interventions have reported comparable improvements (Zhao et al., 2022; Khatun & Khetmalis, 2025), lending further support to the efficacy of structured core training for enhancing explosive leg power in adolescent populations.

3) 50-meter Sprint

Sprinting demands not only leg power but also core stability to optimize performance. Core strength helps maintain an efficient running posture and controls the hips and pelvis during acceleration, which are critical for speed in the 50-meter sprint (Trewartha et al., 2014). The increase in sprint speed observed in the experimental group suggests that the core strength program effectively enhanced the muscular coordination and power transfer required for faster starts and sprints. This is particularly important for middle school students, whose growth and physical development may affect their overall sprinting technique.

4) Sit-ups

The sit-up test is a direct measure of core strength and muscular endurance. The improved performance in sit-ups among students in the experimental group underscores the direct impact of core strength training. Exercises such as leg raises, abdominal crunches, and planks directly engage the muscles required for sit-ups, including the rectus abdominis and hip flexors. By strengthening these muscles, core training allows students to perform more sit-ups, which was reflected in the post-test results (Wibowo et al., 2022) The statistically significant increase in sit-ups after 12 weeks of training supports the effectiveness of core exercises in boosting performance on this test.

5) Sit-and-reach

Flexibility, particularly in the hamstrings and lower back, plays a crucial role in the sit-and-reach test. Core strength training programs that include dynamic stretches, hip flexor stretches, and back stretches can help improve flexibility by ensuring that the pelvic region and lower back are more mobile and less rigid (McGill, 2010). The significant improvement in sit-and-reach test scores observed in the experimental group indicates that core strength training not only enhances muscle strength but also promotes mobility and range of motion, allowing for a greater reach during the flexibility test.

In conclusion, this study demonstrates that a structured, three-phase core strength training program effectively improves multiple dimensions of physical fitness relevant to the Zhongkao physical education examination. By grounding the interpretation of the results in established theoretical frameworks, critically comparing the findings with prior research, acknowledging limitations, and articulating practical implications, this discussion provides a comprehensive and analytically rigorous account of the study's contributions and boundaries. To contextualize the distinctiveness of the Inner Mongolian setting, the outcomes were compared with those of recent international studies published between 2023 and 2025. In a large European sample, Marković and Milošević (2023) found that eight months of core training in stable positions produced improvements in sit-up performance, with effect sizes ranging from d = 0.32 to 0.61, substantially smaller than the effect size observed in the present study (d = 1.56). Similarly, Khatun and Khetmalis (2025) reported a gain of 12.29 sit-up repetitions following a 12-week program in India, which was comparable in absolute terms, although their participants had higher baseline scores. The effect sizes observed in the present study are among the largest reported in recent literature on adolescent core training. This distinctiveness can be attributed to several features of the Inner Mongolian context: students whose examination scores fell within the lowest 5% were selected, resulting in a floor effect that amplified relative gains; the regional average physical education examination score was 12.3% below the national mean, indicating a systemic training deficit; and harsh winters and academic pressures in Hohhot severely limited habitual physical activity, making structured core training a substantial increase in training load and a strong training stimulus. Thus, the program functions as a "catch-up" intervention particularly suited to this underserved population, and the magnitude of the observed effects reflects the intersection of a potent training stimulus and a cohort with limited prior training experience.

Conclusion and Suggestion

These findings align with previous research that highlights the importance of core strength in improving endurance, power, balance, and flexibility. The post-test comparisons revealed statistically significant differences ($p < .05$) between the experimental and control groups in all five test items, indicating that the core strength training program was more effective than regular physical education training. Additionally, within the experimental group, continuous and significant improvements were observed across all test items after both 6 and 12 weeks of training.

By incorporating a well-rounded core strength training program into the physical education curriculum, it is possible to significantly boost students' physical fitness and academic performance in physical education. The results also suggest that the three-phase training model (Foundation Building, Strengthening and Enhancement, and Sprint to Conversion) effectively promotes progressive adaptation and sustainable performance gains.

Recommendations for This Research

1. Maintain or Increase Training Frequency: It is recommended to maintain or increase training sessions to three to four times per week for 30-45 minutes per session to enhance core strength and maximize performance improvements.

2. Tailor Exercises to Individual Fitness Levels: Exercises should be tailored to students' individual fitness levels, providing progressions for beginners and more advanced variations for higher-level students to ensure appropriate challenge and safety.

3. Ensure Teacher Training: Physical education teachers should receive adequate training in core strength techniques and proper exercise form to deliver the program effectively and safely.

Recommendations for Further Research

1. Expand to Other Regions: Future research should expand the program to other regions and schools to assess its effectiveness across different demographics, geographic conditions, and cultural contexts, with the potential to scale it nationally.

2.Conduct Longitudinal Studies: Long-term longitudinal studies should be conducted to assess the sustained impact of core strength training on students' physical fitness, health outcomes, and academic performance over extended periods.

3.Explore Integration with Other Training Methods: Future research should explore integrating core strength training with aerobic conditioning, flexibility exercises, and sport- specific skills to create comprehensive fitness programs for overall health and improved performance.

Recommendations for Future Research

Based on the findings and limitations of this study, future research should expand the program to diverse regions and populations, conduct longitudinal studies to assess sustained effects, explore integration with other training methods, investigate physiological mechanisms, control for confounding factors such as menstrual cycles and climate, develop personalized protocols, and examine long- term health and psychological outcomes.

References

Andersson, E., Oddsson, L., Grundström, H., & Thorstensson, A. (2002). The role of the psoas and iliacus muscles for stability and movement of the lumbar spine, pelvis and hip. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 5(1), 10-16. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1995.tb00004.x

Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McKenna, M. J. (2010). Core stability and its role in performance and injury prevention. Sports Medicine, 40(3), 147-162. https://doi.org/10.2165/11535160-000000000-00000

Chen, Y., Zhao, J., & Bai, L. (2020). Relationships between hip-flexor-abdominal endurance and one-minute sit-up performance in adolescent girls. Chinese Journal of Sports Physiology and Biochemistry, 36(3), 221-227. https://doi.org/10.14063/j.cnki.issn1008-7073.2020.03.007

Chinese National Physical Fitness and Health Survey Committee. (2023). National survey report on student physical fitness and health of China (2023). Higher Education Press.

Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2011). Longitudinal effects of maturation on lower extremity joint stiffness in adolescent athletes. Medicine & Science in Sports & Exercise, 43(8), 1500-1507. https://doi.org/10.1177/0363546510367425

Hides, J. A., Stanton, W. R., Mendis, M. D., & Franettovich, M. M. (2008). The relationship of transversus abdominis and lumbar multifidus clinical muscle tests in patients with chronic low back pain. Manual Therapy, 13(6), 513-519. https://doi.org/10.1016/j.math.2011.05.007

Hodges, P. W. (2003). Core stability exercise in chronic low back pain. Orthopedic Clinics of North America, 34(2), 245-254. https://doi.org/10.1016/S0030-5898(03)00003-8

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: A motor control evaluation of transversus abdominis. Spine, 21(22), 2640-2650. https://doi.org/10.1097/00007632-199611150-00014

Khatun, A., & Khetmalis, M. S. (2025). Effects of core strength training and yogasana practices on muscular fitness of school students. International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education, 10(1), 306-309. https://doi.org/10.22271/journalofsport.2025.v10.i1e.3067

Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. Sports Medicine, 36(3), 189-198. https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001

Kidokoro, T., Sato, M., & Suzuki, Y. (2022). Changes in physical fitness among Japanese school-aged children during the COVID-19 pandemic. Journal of Physical Education and Sport, 22(7), 2145-2152. https://doi.org/10.46927/jpes.2022.0042

Kipp, K. (2019). Core stability as a kinetic chain hub for jump-performance enhancement. Journal of Applied Biomechanics, 35(4), 274-281. https://doi.org/10.1123/jab.2018-0267

Lee, J. (2022). Physical-fitness decline among adolescent girls under COVID-19-related activity restrictions: A systematic review. Journal of Adolescent Health, 71(3), 312-321. https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2022.02.012

Lee, S., Park, J., & Kim, H. (2017). Core-strength enhancement improves running economy in adolescent endurance runners. Journal of Strength and Conditioning Research, 31(11), 3124-3131. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001742

Marković, M. P., & Milošević, V. J. (2023). Unstable compared to stable core exercises improve muscular endurance in preadolescents and adolescents: An eight-month randomized trial. Kinesiology, 55(1), 12-23. https://orcid.org/0000-0003-4556-7070

McGill, S. M. (2010). Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention. Strength and Conditioning Journal, 32(3), 33-46. https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181df4521

Panjabi, M. M. (2003). Clinical spinal instability and low back pain. Journal of Electromyography and Kinesiology, 13(4), 371-379. https://doi.org/10.1016/S1050-6411(03)00044-0

Rodríguez-Perea, Á., Ramírez-Campillo, R., Martínez-García, D., & García-Pinillos, F. (2023). Core training and performance: A systematic review with meta-analysis. Biology of Sport, 40(4), 975-992. https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.123319

Sapsford, R. R., Hodges, P. W., Richardson, C. A., Cooper, D. H., Markwell, S. J., & Jull, G. A. (2001). Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. Neurourology and Urodynamics: Official Journal of the International Continence Society, 20(1), 31-42. https://doi.org/10.1002/1520-6777(2001)20:1<31::AID-NAU5>3.0.CO;2-P

Sun, L. (2020). Interpretation of opinions on comprehensively strengthening and improving school physical education in the new era. Journal of School Physical Education and Sport Science, 40(6), 1-7. https://doi.org/10.15987/j.cnki.tekyb.2020.06.001

Trewartha, G., Wilson, C., & Graham, S. (2014). Trunk-core contributions to acceleration and sprint performance in youth athletes. Journal of Sports Sciences, 32(15), 1442-1450. https://doi.org/10.1080/02640414.2014.898851

Wang, H. (2023). Effects of 8-week core strength training on middle-school female students' high-school entrance PE examination performance in Hohhot. Journal of Inner Mongolia Normal University (Natural Science Edition), 52(2), 211-218. https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract

Wei, Y. (2021). Motor skill deficits and moderate-to-vigorous physical activity among Chinese adolescents. Frontiers in Public Health, 9, 730555. https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.730555

Wibowo, S., Muhammad, H. N., Wiriawan, O., & Kustrapsila, P. S. (2022). Endurance cardiovascular, core and leg strength development using AMRAP, EMOM and for time training program. Journal of Physical Education and Sport, 22(12), 3168-3176. https://doi.org/10.46927/jpes.2022.0064

Willson, J. D., Dougherty, C. P., Ireland, M. L., & Davis, I. M. (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 13(5), 316-325. https://doi.org/10.5435/00124635-200509000-00005

Xiaohui (2018). Analysis of influencing factors on the 800-meter run performance among junior high school female students in Dalian City [Master's thesis]. Liaoning Normal University.

Xu, W., Hu, C., Zhang, E., Xiang, C., & Yang, J. (2025). The effect of parental expectancy value beliefs on children's physical activity: The chain mediating role of parental exercise commitment and children's exercise self-efficacy. Frontiers in Psychology, 16. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1599121

Zhao, M., Liu, S., Han, X., Li, Z., Liu, B., Chen, J., & Li, X. (2022). School-based comprehensive strength training interventions to improve muscular fitness and perceived physical competence in Chinese male adolescents. BioMed Research International, 2022, 7464815. https://doi.org/10.1155/2022/7464815

Zhu, C. (2014). The effect of suspension training on core strength and specialized basketball performance among basketball students at sports colleges and universities [Master's thesis]. Shanghai University of Sport.

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand
วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

การพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการเพื่อส่งเสริมนักกีฬาวูซูเยาวชนชั้นเลิศในมณฑลเหอเป่ย

DEVELOPING MANAGEMENT GUIDELINE TO PROMOTE ELITE YOUTH WUSHU ATHLETES IN HEBEI PROVINCE

หลี่ ห้าว[1*] ประกิต หงษ์แสนยาธรรม[1] และ เอก เกิดเต็มภูมิ[1]
Li Hao[1*], Prakit Hongsaenyatham[1] and Ake Girdtempoom[1]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี กรุงเทพมหานคร
[1]Faculty of Sports Science and Technology, Bangkokthonburi University, Bangkok
[*]Corresponding Author: 1776682509@qq.com

Received: March 20, 2026 **Revised:** April 7, 2026 **Accepted:** April 27, 2026

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือเพื่อพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการเพื่อส่งเสริมนักกีฬาวูซูเยาวชนชั้นเลิศในมณฑลเหอเป่ย โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบผสมผสาน ประชากรประกอบด้วยนักกีฬาวูซูเยาวชนอายุ 12-15 ปี จำนวน 534 คน และผู้ฝึกสอนวูซูจำนวน 31 คน จากโรงเรียนกีฬาจำนวน 4 แห่งในมณฑลเหอเป่ย ได้แก่ โรงเรียนกีฬาฉางโจว เป่าติ้ง ถังซาน และสือเจียจวง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยนักกีฬาวูซูเยาวชนจำนวน 226 คน และผู้ฝึกสอนทั้งหมด 31 คน ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเพื่อศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันและปัญหาสำคัญในการส่งเสริมนักกีฬาวูซูเยาวชนชั้นเลิศ นอกจากนี้ได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน เพื่อระบุองค์ประกอบหลักของแนวทางการบริหารจัดการที่เสนอ ต่อมาได้ดำเนินการสนทนากลุ่มกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน เพื่อพัฒนาแนวทางดังกล่าว และในขั้นตอนสุดท้าย ได้ดำเนินการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน เพื่อยืนยันความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของแนวทางที่พัฒนาขึ้น ข้อมูลถูกวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการบริหารจัดการประกอบด้วย 10 มิติหลัก ได้แก่ 1) การกำกับดูแลและความร่วมมือ 2) การพัฒนานโยบายและกฎระเบียบ 3) การพัฒนาผู้ฝึกสอน 4) สวัสดิการและแรงจูงใจของนักกีฬา 5) การบริหารงบประมาณและทรัพยากร 6) สิ่งอำนวยความสะดวกและอุปกรณ์ 7) ระบบการแข่งขันและเส้นทางการพัฒนา 8) การติดตามและประเมินผล 9) การสะท้อนผลและการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และ 10) การพัฒนานักกีฬาในระยะยาว แนวทางดังกล่าวเป็นกรอบการดำเนินงานที่มีโครงสร้างชัดเจนและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงสำหรับโรงเรียนกีฬา เพื่อสร้างความร่วมมืออย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อพัฒนานักกีฬาวูซูเยาวชนชั้นเลิศต่อไป

คำสำคัญ: แนวทางการบริหารจัดการ, นักกีฬาเยาวชนชั้นเลิศ, วูซู

Abstract

The objective of this study was to develop a management guideline to promote elite youth Wushu athletes in Hebei Province. A mixed-methods research design was employed. The population consisted of 534 youth Wushu athletes aged 12–15 years and 31 Wushu coaches from four sports schools in Hebei Province, namely Cangzhou, Baoding, Tangshan, and Shijiazhuang Sports Schools. A sample of 226 youth athletes, along with all 31 coaches, was selected for the study. The researcher was administered the questionnaires to examine the current situation and key challenges in promoting elite youth Wushu athletes. In addition, seven experts were interviewed to identify the core components of the proposed management guideline. Subsequently, a focus group discussion with ten experts was conducted to develop the guideline. Finally, a connoisseurship session involving seven experts was carried out to validate and assess the appropriateness and feasibility of the finalized guideline. Data were analyzed using mean,

standard deviation, and content analysis. The findings revealed that the management guideline comprises ten key dimensions: (1) Governance and Collaboration; (2) Policy and Regulatory Enhancement; (3) Coach Development; (4) Athlete Welfare and Motivation; (5) Funding and Resource Management; (6) Facilities and Equipment; (7) Competition and Development Pathways; (8) Monitoring and Evaluation; (9) Feedback and Continuous Improvement; and (10) Long-Term Athlete Development (LTAD). This guideline provides a structured and practical operational framework for sports schools to collaborate effectively in nurturing elite youth Wushu athletes.

Keywords: Management guideline, Elite youth athletes, Wushu

Introduction

Wushu, also known as Chinese martial arts, is a traditional sport that embodies centuries of Chinese cultural heritage and physical discipline. It is both a competitive sport and a performative art form, integrating techniques for attack and defense with philosophical elements derived from Confucianism, Daoism, and Buddhism. In modern China, Wushu has evolved from its historical military roots to become a national and international sport, promoted in schools, universities, and professional institutions. It is not only a symbol of cultural identity but also a tool for physical fitness, moral education, and international exchange. Within the Chinese education system, particularly in provinces like Hebei, Wushu is also positioned as a key sport for youth development, offering pathways from grassroots participation to elite performance (Zhong & Li, 2022).

Sports schools play a critical role in the identification, cultivation, and advancement of youth Wushu athletes in China. As specialized institutions that integrate academic education with athletic training, sports schools provide young athletes with structured environments where they can receive professional coaching, systematic skill development, and competitive experience from an early age. These schools serve as the foundation of China's elite athlete pipeline, particularly in traditional sports like Wushu, which require long-term, disciplined training to achieve technical mastery (Hou & Xiao, 2021). The structure of sports schools allows for early talent identification, often beginning between the ages of 8 and 12, followed by targeted training in specific disciplines such as Taolu or Sanda. Through daily training sessions, access to skilled coaches, and exposure to provincial and national competitions, young Wushu practitioners are given the opportunity to build both physical abilities and mental resilience, which are essential for elite-level performance (Kong et al., 2020).

Moreover, sports schools play a vital role in developing training systems that are tailored to the physiological and psychological needs of young athletes. These systems are informed by principles of Long-term athlete development (LTAD) and often supported by sports science and monitoring, including performance evaluation, injury prevention, and recovery protocols (Huang, 2024). This level of professionalization is typically not accessible through regular school-based physical education programs. In provinces like Hebei, where Wushu has historical and cultural significance, sports schools act as regional centers of excellence for preserving traditional martial arts while advancing competitive goals. They collaborate with local sports bureaus, Wushu associations, and national talent development programs to ensure a cohesive pathway for athletes to progress from the school level to the provincial and national teams (Ji et al., 2022). Beyond performance, sports schools also promote moral education and discipline, which are deeply embedded in Wushu philosophy. By cultivating respect, perseverance, and humility, these institutions support the holistic development of youth athletes not just as competitors but as future role models and cultural ambassadors.

Therefore, this research aims to address the lack of a structured and evidence-based management framework for promoting elite youth Wushu athletes in Hebei Province. Despite Wushu's cultural importance

and competitive presence in Chinese sports, many sports schools face challenges such as inconsistent training practices, limited coaching resources, and weak coordination between institutions. These issues hinder the effective development of young talent and reduce the long-term success of athlete pathways. Therefore, this study seeks to develop a practical and context-specific management guideline that can support sports schools and advancing elite youth Wushu athletes in the Hebei province.

Research Methodology

This study employed an explanatory sequential mixed-methods design to develop a management guideline for promoting elite youth Wushu athletes in Hebei Province, guided by the Planning – Organizing – Leading – Controlling (POLC) framework and the Sport Policy Factors Leading to International Sporting Success (SPLISS) model. The research was conducted in two interconnected phases: a quantitative phase followed by a qualitative phase, with explicit integration between the two strands. Ethical approval was granted by the Bangkokthonburi University Ethics Committee (No. 2568/414(4), November 10, 2025).

Participants

1) Quantitative Phase

The population consisted of 534 youth Wushu athletes aged 12–15 years and 31 Wushu coaches from four sports schools in Hebei Province, China, all of whom were actively involved in formal Wushu training programs. The distribution of the population was as follows: Cangzhou (115 athletes, 6 coaches), Baoding (139 athletes, 8 coaches), Tangshan (128 athletes, 8 coaches), and Shijiazhuang (152 athletes, 9 coaches)

The sample size for athletes (n = 226) was determined using the Krejcie and Morgan sampling table at a 95% confidence level and ±5% margin of error. All 31 coaches were included due to their relatively small number

2) Qualitative Phase

Purposive sampling was used to select experts based on their professional experience in Wushu and sports management. The participants were as follows: (1) IOC validation experts (n = 3): Evaluated research instruments for content validity; (2) Interview experts (n = 7): Provided in-depth insights into key issues and solutions; (3) Focus group experts (n = 10): Collaboratively developed the management guideline; (4) Connoisseurship experts (n = 7): Validated feasibility, relevance, and applicability of the guideline.

Research Instruments

1) Questionnaires. Two structured questionnaires were developed for athletes and coaches using a 5-point Likert scale. Content validity was established using the IOC method (IOC = 0.93 for athletes; 0.90 for coaches).

2) Expert Interview Protocol. A semi-structured interview guide with open-ended questions was designed to explore deeper insights into athlete development, policy gaps, and management strategies.

3) Focus Group Discussion Guide. A structured guide was developed to facilitate collaborative discussion among experts on key themes such as talent identification, coaching development, and institutional support.

4) Connoisseurship Evaluation Framework. A structured evaluation framework was used to assess clarity, feasibility, adaptability, and sustainability of the proposed guideline.

Data Collection

The study followed a three-stage sequential process:

1) Quantitative Phase. Questionnaires were administered to 226 athletes and 31 coaches to examine current conditions, challenges, and support systems.

2) Qualitative Phase – Interviews and Focus Group. Seven expert interviews were conducted to identify key components of the guideline, followed by a focus group discussion with ten experts to collaboratively develop and refine the guideline.

3) Validation Phase – Connoisseurship. Seven experts evaluated the guideline in terms of feasibility, relevance, and practical applicability, leading to final refinements.

Data Analysis

Quantitative data were analyzed using statistical software (e.g., SPSS). Descriptive statistics, including mean and standard deviation (S.D.), were employed to analyze responses from 226 youth Wushu athletes and 31 Wushu coaches. These analyses were used to identify overall trends, key strengths, and critical issues in the current development of elite youth Wushu athletes. Qualitative data obtained from expert interviews, focus group discussions, and the connoisseurship session were analyzed using content analysis. The analysis process involved coding, categorizing, and identifying key themes to ensure a systematic interpretation of expert perspectives and to support the development of the management guideline.

To ensure the content validity of the research instruments, the Index of Item-Objective Congruence (IOC) method was applied. Three qualified experts evaluated the relevance and clarity of each item in the questionnaires and interview protocols. Only items with IOC values ranging from 0.60 to 1.00 were retained for the final instruments.

A 5-point Likert scale was used to measure participants' levels of agreement in the questionnaire, ranging from 1 (Very Poor) to 5 (Highest). The mean score for each item was calculated to represent respondents' overall evaluations. The interpretation criteria for mean scores were as follows: (Lindner & Lindner, 2024).

Table 1. The interpretation criteria of 5-point Likert scale

Average score range	Meaning
5.00 - 4.51	Highest
4.50 - 3.51	High
3.50 – 2.51	Moderate
2.50 – 1.51	Poor
1.50 – 1.00	Very Poor

Results

Part 1: Current Situation and Challenges in Promoting Elite Youth Wushu Athletes in Hebei Province

1) Questionnaire Survey Results of Youth Wushu Athletes

A total of 226 youth Wushu athletes from four sports schools in Hebei Province participated in the questionnaire survey. All responses were successfully collected and deemed valid for analysis. The results of the data analysis are presented as follows:

Table 2. The questionnaire survey results of youth Wushu athletes (n=226)

Questionnaire Items	Total Score		Result
	$\bar{X}$	S.D.	
1. Training intensity and duration are appropriate for improving performance.	2.42	0.86	Poor
2. Training schedules are adjusted based on competition demands.	3.12	0.88	Moderate
3. Coaches possess strong technical and professional knowledge.	3.25	0.91	Moderate
4. Feedback from coaches helps me improve my performance.	2.38	0.84	Poor
5. There are enough qualified coaches to support youth Wushu development.	2.45	0.80	Poor
6. There is good communication between athletes, coaches, and administrators.	2.40	0.82	Poor
7. There is sufficient space and environment for Wushu practice.	3.08	0.90	Moderate
8. The training facilities are adequate and well-maintained.	2.46	0.83	Poor
9. There are enough opportunities to participate in local and provincial competitions.	2.55	0.85	Poor
10. Competition experiences help improve my performance.	3.85	0.78	High
11. I am motivated to continue training and improving in Wushu.	4.67	0.59	Highest
12. My family supports my participation in Wushu training and competitions.	4.72	0.57	Highest
13. Promising athletes receive further development and support opportunities.	2.50	0.88	Poor
14. Access to medical and physiotherapy support is available when needed.	2.48	0.89	Poor
Total	**2.91**	**0.83**	**Moderate**

In summary, the findings indicate that although youth Wushu athletes in Hebei Province demonstrate strong intrinsic motivation and benefit from substantial family support, significant limitations persist in management organization, facility quality, and coaching resources. Addressing these gaps through structured management guidelines, improved infrastructure, and enhanced professional development for coaches is essential to strengthen the athlete development pathway toward elite performance.

2) Questionnaire Survey Results of Wushu Coaches

A total of 31 Wushu coaches from four sports schools in Hebei Province participated in the questionnaire survey. All responses were successfully collected and deemed valid for analysis. The results are presented as follows:

Table 3. The questionnaire survey results of Wushu coaches (n=31)

Questionnaire Items	Total Score		Result
	$\bar{X}$	S.D.	
1. Training plans are periodically evaluated and adjusted based on performance results.	2.45	0.80	Poor
2. Coaches receive adequate time and resources to prepare effective training sessions.	2.48	0.77	Poor
3. Coaches possess sufficient technical knowledge of modern Wushu techniques.	3.20	0.85	Moderate
4. Regular workshops and training courses are provided for coaches' professional development.	2.46	0.83	Poor
5. There is an effective system for evaluating and rewarding coaching performance.	2.40	0.78	Poor
6. There is a systematic process for identifying talented young Wushu athletes.	2.50	0.82	Poor
7. Athletes receive proper guidance in balancing training with education.	3.10	0.86	Moderate
8. Long-term athlete development pathways are implemented effectively.	2.44	0.79	Poor
9. Sports equipment and Wushu apparatus are regularly maintained.	2.48	0.84	Poor
10. Access to medical, nutrition, and physiotherapy services is available for athletes.	2.43	0.88	Poor
11. Financial support for athlete training and competition is adequate.	2.41	0.86	Poor
12. The local government and sports bureau actively support youth Wushu development.	3.12	0.90	Moderate

Table 3. (continued)

Questionnaire Items	Total Score		Result
	$\bar{X}$	S.D.	
13. Youth athletes have enough opportunities to compete at local and provincial levels.	2.46	0.84	Poor
14. Post-competition evaluation is conducted to improve future training plans.	2.47	0.80	Poor
15. Parents or guardians actively support youth athletes' participation in Wushu.	4.65	0.58	Highest
16. The management system in schools promotes athlete welfare and discipline.	2.49	0.82	Poor
Total	**2.83**	**0.81**	**Moderate**

The overall findings indicate that although coaches and families demonstrate strong commitment to athlete development, the broader system, including training management, facilities, and institutional policies remains insufficiently developed. Constraints such as limited resources, inadequate professional development opportunities, and insufficient government support continue to impede the sustainable progression of youth Wushu toward elite performance.

Part 2: Development of the Management Guideline for Promoting Elite Youth Wushu Athletes in Hebei Province

1) Results of Expert Interviews

Building upon the findings from the questionnaire survey of 226 youth Wushu athletes and 31 coaches, the researchers conducted in-depth interviews with seven experts, including three sports management experts, two Wushu coaches, and two representatives from Wushu associations. The quantitative results highlighted key challenges related to training management, facilities, and resource allocation.

In response to these findings, the experts provided further insights and unanimously agreed that although the development of elite youth Wushu athletes in Hebei Province has shown steady progress, significant structural improvements are still required. In particular, they emphasized that adopting the SPLISS model would offer a systematic and evidence-based framework to address the identified gaps. This approach would facilitate better alignment among stakeholders, enhance the scientific management of training and resources, and support long-term sustainable development. The experts collectively recommended using the SPLISS model as a foundation for developing comprehensive management guidelines.

2) Focus Group Discussion

Following the expert interviews, a focus group discussion was conducted with ten experts, including three sports management experts, three Wushu coaches, two Wushu association members, and two Wushu referees. The discussion was guided by both the quantitative findings from the questionnaire survey and the qualitative insights obtained from the expert interviews.

Through this integrative process, the experts collaboratively refined and developed the proposed management guideline. The final guideline represents a synthesis of empirical evidence and expert consensus, ensuring both theoretical grounding and practical applicability. The detailed components of the Management Guideline for the Training of Elite Youth Wushu Athletes in Hebei Province are presented as follows:

Table 4. The management guideline to promote elite youth Wushu athletes in Hebei Province

The management guideline to promote elite youth Wushu athletes in Hebei Province	
Governance and Collaboration	1. Establish a Provincial Wushu Development Committee integrating the Sports Bureau, Education Department, and Wushu Association. 2. Form school-level Wushu management units responsible for local coordination and reporting 3. Develop MOUs among schools, clubs, and local enterprises to support sponsorship and talent exchange
Policy and Regulation Enhancement	1. Update provincial policies to define standards for: - Coach qualifications and renewal requirements - Athlete safety, selection, and registration - School–club collaboration and data sharing 2. Institutionalize Wushu as a priority discipline within sport school frameworks.
Coach Development	1. Implement tiered certification linked to competency and experience. 2. Integrate sport science, psychology, and pedagogy into coach training 3. Require annual CPD (continuing professional development) and performance reviews. 4. Establish mentor–apprentice programs to cultivate new coaches in sport schools.
Athlete Welfare and Motivation	1. Provide scholarships, stipends, medical insurance, and psychological counseling 2. Develop academic tutoring programs ensuring academic–athletic balance 3. Introduce motivation incentives such as award systems and leadership opportunities 4. Strengthen career planning and transition support for post-graduation athletes.
Funding and Resource Management	1. Implement a performance-based funding model supported by provincial budgets and private sponsorships. 2. Allocate resources based on school performance, participation rates, and equity needs. 3. Adopt transparent budgeting with public disclosure and digital tracking 4. Establish infrastructure maintenance funds to ensure long-term usability of facilities.
Facilities and Equipment	1. Apply SPLISS facility benchmarks for safety, capacity, and functionality 2. Modernize training halls with standard mats, mirrors, conditioning zones, and injury-prevention areas. 3. Introduce a facility inspection and maintenance schedule audited annually.
Competition and Development Pathways	1. Design tiered competition systems: intra-school ⟶ city ⟶ provincial ⟶ national. 2. Ensure age-appropriate competitive loads to prevent burnout. 3. Integrate referees, coaches, and educators in competition assessment panels. 4. Use competition performance data to guide training adjustments and policy improvement.
Monitoring and Evaluation	1. Develop a Provincial SPLISS Evaluation Index for Wushu covering: - Policy efficiency - Coaching quality - Talent identification - Funding and infrastructure use - Athlete development and retention 2. Collect data biannually and present at provincial Wushu management summits.
Feedback and Continuous Improvement	1. Establish feedback loops between coaches, administrators, and policymakers 2. Conduct annual focus group reviews to revise management practices. 3. Implement digital performance dashboards for real-time monitoring of athlete progression and institutional performance.

Table 4. (continued)

The management guideline to promote elite youth Wushu athletes in Hebei Province	
Long-Term Athlete Development (LTAD)	1. Align training stages with biological growth and academic milestones 2. Integrate technical, tactical, psychological, and academic progression plans. 3. Encourage late specialization and multi-sport participation at early stages. 4. Promote athlete longevity and post-sport career opportunities.

Based on the outcomes of the focus group discussions, the proposed Guidelines for the Development and Management of Elite Youth Wushu Athletes in Hebei Province provide a comprehensive and systematic framework. This framework integrates key dimensions, including governance, policy enhancement, coach development, athlete welfare, financial resource management, and monitoring and evaluation mechanisms. The guidelines are designed to support the holistic development of young athletes by fostering motivation, well-being, and long-term performance progression. Ultimately, they serve as a strategic blueprint for establishing a coordinated, efficient, and sustainable management system for Wushu development within sports schools in Hebei Province.

Part 3: Validation of the Developed Management Guideline for Promoting Elite Youth Wushu Athletes in Hebei Province

To evaluate the appropriateness, feasibility, and practical applicability of the developed management guideline, a panel of seven experts, comprising three sports management experts, two Wushu coaches, and two representatives from Wushu associations was convened using a connoisseurship evaluation approach.

The expert panel reached a consensus that the proposed guideline is well-structured, practical, and aligned with both the operational capacity of sports schools in Hebei Province and the developmental needs of Wushu. Its key strengths lie in the effective integration of the POLC management framework**,** SPLISS model**,** and LTAD principle**s**, encompassing critical dimensions such as governance and collaboration, coach development, athlete welfare, competition pathways, and financial resource management. Furthermore, the guideline clearly outlines implementation mechanisms, including cross-institutional coordination, digital monitoring systems, and continuous evaluation processes. It balances strategic planning with practical execution, addressing not only athlete development but also educational orientation and policy alignment.

Overall, the experts confirmed that the guideline is scientifically grounded, contextually appropriate, and practically feasible. It is considered applicable within the sports school system of Hebei Province and capable of providing meaningful guidance for the development of elite youth Wushu athletes, with potential for broader application as a reference model.

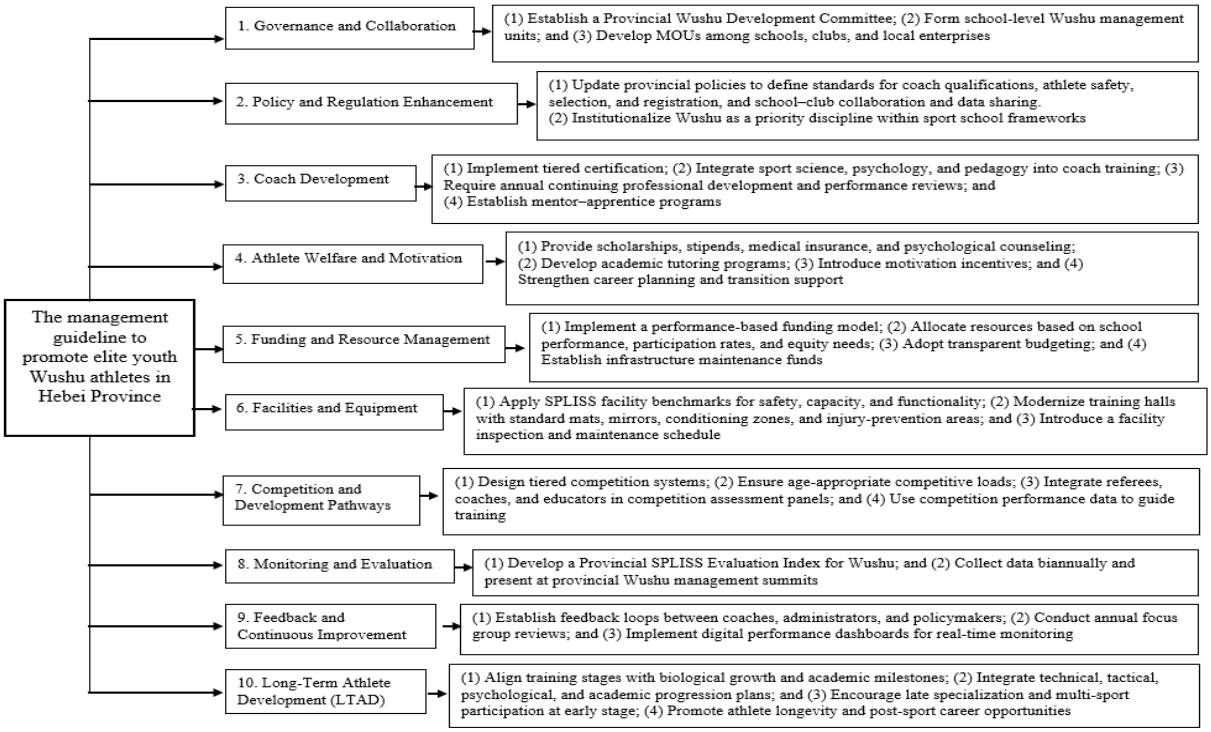


Figure 1. The management guideline to promote elite youth Wushu athletes in Hebei Province

Discussion

The findings of this study reveal that the development of elite youth Wushu athletes in Hebei Province is characterized by both notable strengths and persistent challenges. On the one hand, athletes, coaches, and families demonstrate strong intrinsic motivation, commitment, and support, which provide a solid foundation for talent development. On the other hand, the results from the questionnaire survey and qualitative analysis indicate structural limitations in training management, facility quality, coaching development, and policy implementation. These constraints, coupled with limited resources and insufficient institutional support, continue to hinder the sustainable progression of youth Wushu toward elite performance.

To provide a deeper analytical interpretation, the findings were systematically examined through the integration of the POLC framework**,** SPLISS model, and LTAD principles. From a POLC perspective**,** the current system reveals gaps in structured planning, coordination, leadership, and control mechanisms. In particular, the lack of standardized management processes and systematic monitoring reduces the effectiveness of training programs and limits organizational efficiency.

From the standpoint of the SPLISS model**,** several critical pillars remain underdeveloped, particularly in terms of financial investment, coaching quality, facilities, and structured talent development pathways. These gaps highlight the need for stronger policy support, improved resource allocation, and enhanced coordination among stakeholders to build a more robust high-performance system.

In addition, the LTAD framework provides an important lens for understanding issues related to training load, competition exposure, and athlete welfare. The findings emphasize the importance of age-appropriate training, progressive competition systems, and long-term athlete support to ensure sustainable development while minimizing risks such as overtraining, burnout, and injury.

In response to these challenges, this study proposes a comprehensive management guideline integrating ten key dimensions: governance and collaboration, policy and regulatory enhancement, coach

development, athlete welfare and motivation, financial and resource management, facilities and equipment, competition and development pathways, monitoring and evaluation, feedback and continuous improvement, and LTAD. The guideline aims to establish a structured and coordinated system that aligns strategic planning with practical implementation, thereby enhancing both efficiency and sustainability in athlete development.

Particularly, improvements in policy and coach development are essential for strengthening the institutional foundation of youth Wushu. This includes updating provincial policies, clarifying coach qualification standards, and implementing continuous professional development programs. Well-trained and experienced coaches are critical in ensuring effective training delivery and long-term athlete progression.

In terms of facilities and competition systems, the study emphasizes the need to modernize training infrastructure through regular inspection and maintenance, ensuring safe and high-quality training environments. A structured and tiered competition pathway from school to provincial and national levels is also necessary to support athlete progression. At the same time, competition loads should be carefully aligned with athletes' developmental stages to prevent fatigue and injury. Competition performance data should be systematically utilized as a feedback mechanism to refine training programs and inform policy decisions.

These findings are consistent with the recommendations of Han et al (2021), which highlights the importance of sustained participation in multi-level competitions for youth athlete development. Similarly, Côté & Vierimaa (2014) emphasize that effective athlete development must balance physical, technical, and psychosocial factors, while Perreault & Gonzalez (2021) underline the importance of age-appropriate training loads and structured periodization.

Overall, the integration of the POLC, SPLISS, and LTAD frameworks provides a comprehensive explanation of the empirical findings and offers clear policy and management implications, including the need for integrated governance structures, evidence-based decision-making, and alignment between short-term performance goals and long-term athlete development strategies. The results of this study demonstrate that the proposed management guideline is contextually appropriate, practically feasible, and theoretically grounded, with strong potential to enhance the development of elite youth Wushu athletes in Hebei Province and serve as a reference for similar contexts.

Conclusion and Suggestion

The development of the proposed management guideline provides a structured and systematic framework to facilitate effective collaboration among sports schools, Wushu associations, and relevant administrative bodies in cultivating elite youth Wushu talent. It offers a strategic direction for strengthening organizational management, optimizing training systems, and supporting the sustainable development of athletes.

Grounded in the integration of the POLC framework, SPLISS model, and LTAD principles, the guideline establishes a coherent approach that aligns governance, resource allocation, and athlete development pathways. Expert evaluation indicates that the guideline is contextually appropriate, practically feasible, and well-aligned with the operational conditions of sports schools in Hebei Province.

Recommendations from the Research Findings

1) The provincial government should prioritize Wushu development within Hebei's educational and sports policy agenda, ensuring consistent funding, institutional support, and the integration of Wushu into school curricula and community sports programs.

2) A standardized monitoring and evaluation system, based on the SPLISS framework, should be implemented to assess policy effectiveness, coaching quality, talent identification, and resource utilization across sports schools. Regular reporting mechanisms would enhance transparency and accountability.

3) Sports schools should adopt a holistic athlete development approach by providing comprehensive support systems, including scholarships, medical and psychological services, and career guidance. Balancing athletic training with academic development is essential to ensure long-term sustainability.

Recommendations for Future Research

1) Future studies could conduct comparative analyses across different provinces in China to examine the applicability of the proposed guideline and identify best practices for refining a national Wushu development framework.

2) Longitudinal research is recommended to assess the long-term impact of guideline implementation on athlete performance, coach development, and organizational effectiveness.

3) Further empirical studies should quantitatively validate the SPLISS-based evaluation indicators proposed in this study to strengthen their predictive value and policy relevance.

References

Côté, J., & Vierimaa, M. (2014). The developmental model of sport participation: 15 years after its first conceptualization. Science & Sports, 29, S63–S69. https://doi.org/10.1016/j.scispo.2014.08.133.

Han, Q.-S., Theeboom, M., & Zhu, D. (2021). Chinese martial arts and the Olympics: Analysing the policy of the International Wushu Federation. International Review for the Sociology of Sport, 56(5), 603–624. https://doi.org/10.1177/1012690220957177 (in Chinese)

Hou, X., & Xiao, K. (2021). Integration of sports and education: Collaborative governance of the cultivation of young competitive sports reserve talents [体教融合：青少年竞技体育后备人才培养的协同治理]. Journal of Shenyang Sport University [沈阳体育学院学报], 40(5), 90–97. https://doi.org/10.12163/j.ssu.20210173. (in Chinese)

Huang, Q. (2024). 青少年武术基础训练方法研究 [Research on basic training methods for youth Wushu]. 拳击与格斗 [Boxing & Fight], (13), 16–18. (in Chinese)

Ji, Y., Ma, G., Lü, W. & Shi, D. (2022). Multiple co-governance and realization paths for the cultivation of youth sports reserve talents in China under the background of sports-education integration [体教融合背景下我国青少年体育后备人才培养多元共治及实现路径]. Journal of Xi'an Physical Education University [西安体育学院学报], 39 (2), 323-239. https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-XATY202202013.htm. (in Chinese)

Kong, L., Wang, X., Xu, Q., Yang, W., Wu, C., Zhou, B., & Zhu, Y. (2020). Practical dilemmas and solutions for the development of sports among Chinese children and adolescents under the background of the integration of sports and education [体教融合背景下中国儿童青少年体育发展的现实困境及解决路径]. China Sport Science and Technology [中国体育科技], 56(10), 29–35. https://doi.org/10.16470/j.csst.2020165 (in Chinese)

Lindner, J. R. & Lindner, N. J. (2024). Interpreting Likert-type Scales, Summated Scales, Unidimensional Scales, and Attitudinal Scales: I neither Agree nor Disagree, Likert or Not. Advancements in Agricultural Development, 5(2), 152-163. https://doi.org/10.37433/aad.v5i2.351

Perreault, M. E., & Gonzalez, S. P. (2021). Generalize over specialize: Examining the Long-Term Athlete Development Model to optimize youth athlete development. Strategies, 34(3), 11–15. https://doi.org/10.1080/08924562.2021.1896914

Zhong, B., & Li, N. (2022). Strengthening youth sports and deepening the reform and development of sports schools under the integration of sports and education [加强青少年体育工作 深化体教融合背景下体校改革与发展]. Journal of Tianjin University of Sport [天津体育学院学报], 37(6), 672–679. https://doi.org/10.13297/j.cnki.issn1005-0000.2022.06.009. (in Chinese)

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

การพัฒนาแผนการสอนแบดมินตันเพื่อพัฒนาสมรรถนะแบดมินตันของนักศึกษาวิทยาลัยในมณฑลเจียงซู

DEVELOPING BADMINTON TEACHING PLAN TO IMPROVE BADMINTON PERFORMANCE OF COLLEGE STUDENTS IN JIANGSU PROVINCE

หลิว ฮุ้ยเจี๋ย[1*] ยูรสิน วัฒนพยุงกุล[1] และ ประกิต หงษ์แสนยาธรรม[1]
Liu Huijie[1*], Yurasin Wattanapayungkul[1] and Prakit Hongsaenyatham[1]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี กรุงเทพมหานคร
[1]Faculty of Sports Science and Technology, Bangkokthonburi University, Bangkok
[*]Corresponding Author: 1074607053@qq.com

Received: March 20, 2026 **Revised:** April 28, 2026 **Accepted:** April 29, 2026

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือพัฒนาแผนการสอนแบดมินตันเพื่อพัฒนาสมรรถนะแบดมินตันของนักศึกษาวิทยาลัยในมณฑลเจียงซู การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน ประชากรของการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 82 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2025 ของวิทยาลัยพาณิชยการอู๋ซี นักศึกษาทั้งหมดจะเข้าร่วมทดสอบทักษะการเสิร์ฟเบื้องต้น จากนั้นนักศึกษาจำนวน 40 คนที่มีคะแนนการทดสอบต่ำที่สุดและสมัครใจเข้าร่วมการวิจัยจะถูกคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาจำนวน 40 คน ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเป็นระบบ การจัดการเรียนการสอนดำเนินการเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยมีการทดสอบความแม่นยำในการเสิร์ฟ การทดสอบความแม่นยำของลูกโด่ง การทดสอบความแม่นยำของลูกหยอด และการทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่เท้า การทดสอบทั้งหมดดำเนินการก่อนการฝึก หลังจากฝึก 4 สัปดาห์ และหลังจากฝึก 8 สัปดาห์ เพื่อประเมินสมรรถนะการเล่นแบดมินตันของนักศึกษาวิทยาลัย ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียว การทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีบอนเฟอโรนี และการทดสอบค่าทีแบบอิสระ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในผลการทดสอบหลังการฝึกในตัวชี้วัดสมรรถนะการเล่นแบดมินตันทั้ง 4 รายการ ได้แก่ การทดสอบความแม่นยำในการเสิร์ฟ การทดสอบความแม่นยำของลูกโด่ง การทดสอบความแม่นยำของลูกหยอด และการทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่เท้า ผลการวิจัยดังกล่าวบ่งชี้ว่า แผนการสอนแบดมินตันที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการสอนแบบดั้งเดิมในการพัฒนาสมรรถนะการเล่นแบดมินตันของนักศึกษาวิทยาลัย นอกจากนี้ ผลการทดสอบสมรรถนะของนักศึกษาในกลุ่มทดลองแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาที่มีมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบผลระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึก 4 สัปดาห์ และหลังสิ้นสุดการสอน 8 สัปดาห์

คำสำคัญ: แผนการสอนแบดมินตัน, สมรรถนะแบดมินตัน, นักศึกษาวิทยาลัย

Abstract

The objective of this research was to develop badminton teaching plan to improve badminton performance of college students in Jiangsu province. This research was mixed-method research. The population of this research comprises 82 first-year students enrolled in the 2025 academic year at Wuxi Vocational Institute of Commerce. All students completed in an initial serving skill test. From this group, a sample of 40 students who score the lowest on the test and volunteer to participate in the research were selected as a sample group. Through systematic sampling method, 40 students were divided into 2 group. The teaching was conducted over an 8-week period. Serving accuracy test, clear shot accuracy test, drop shot accuracy test, and footwork speed test were administered before the training, after 4 weeks, and after 8 weeks to assess the badminton performance of college students. In this research,

mean, standard deviation, one-way repeated measures ANOVA, Bonferroni post hoc tests, and independent t-tests were used to analyze the data. The results demonstrated a statistically significant difference between the experimental group and the control group in the post-test outcomes across all four badminton performance measures, including the serving accuracy test, clear shot accuracy test, drop shot accuracy test, and footwork speed (agility) test. These findings indicate that the developed badminton teaching plan was more effective than the traditional teaching approach in enhancing badminton performance among college students. Furthermore, the performance results of students in the experimental group showed statistically significant improvements at the 0.05 level when comparing measurements taken before training, after four weeks of training, and at the completion of the eight-week teaching program.

Keywords: Badminton teaching plan, Badminton performance, College students

Introduction

Badminton is one of the most popular racket sports in the world and holds particular significance in many Asian countries, including China. Badminton is a widely practiced sport in China and has been integrated into the physical education curriculum across various educational levels. In the context of Chinese colleges and universities, badminton has become an essential component of physical education programs. It is not only valued for its role in promoting health and physical fitness but also for its ability to develop agility, coordination, and strategic thinking. In addition, the sport's accessibility, low equipment cost, and suitability for both recreational and competitive play contribute to its widespread adoption within college campuses. As a result, many colleges and universities offer badminton as an elective course to enhance students' overall physical literacy and engagement in lifelong physical activity. According to research, college-level badminton courses can help students enhance their agility, coordination, endurance, and strategic thinking, all of which are transferable to other aspects of life and learning (Liu et al., 2020).

Despite its popularity, challenges remain in delivering effective badminton instruction in college settings. Many physical education programs still rely on traditional teaching methods, which tend to emphasize repetitive drills and theoretical knowledge rather than engaging, student-centered approaches that promote practical skill development and performance improvement. These outdated methods often fail to address the varying skill levels, learning needs, and motivational factors of students, resulting in limited progress in technical proficiency and game understanding (Chen et al., 2023). Moreover, performance outcomes are often not systematically measured or prioritized within physical education programs, leading to gaps between instructional content and desired learning results. Students often enter college with varied and often insufficient badminton skills, leading to a lack of confidence and reduced enthusiasm. This inconsistent skill base complicates instruction and hinders performance improvement, including badminton teaching programs commonly lack standardized performance assessments. Evaluation protocols for badminton courses are often inappropriate or inconsistent, reducing teaching effectiveness and demotivating students. They emphasize attendance and participation rather than objective measures of technical or tactical progress. To address these concerns, educational researchers and sports educators have emphasized the need for student-centered**,** performance-based teaching models that promote active participation, progressive skill development, and measurable learning outcomes. In particular, structured badminton teaching plans that align with pedagogical best practices and incorporate regular performance assessments are seen as effective tools for improving the badminton proficiency and overall physical literacy of college students (Baileyet al., 2009).

In Jiangsu Province, where badminton is particularly popular among college students, there is a growing demand for modernized and performance-oriented teaching plans that align with educational reforms and the national goal of promoting high-quality physical education. However, there is a lack of systematically developed teaching plans that are based on empirical research**,** validated by experts, and designed to improve specific aspects of student performance in badminton (Chen, 2022). Students often start with weak badminton foundations and lack motivation, posing challenges to instruction and performance improvement, and teachers don't want to adapt to the diverse skill levels and learning preferences of students, leading to reduced engagement and skill stagnation. On the other hand, some universities are beginning to incorporate big data, multimedia platforms, and online learning resources to support autonomous learning and enrich badminton instruction. Therefore, widespread participation in badminton exists, but traditional teaching methods, facility limitations, and lack of systematic evaluations hinder meaningful performance development.

In response to this gap, the present study aims to develop a structured, evidence-based badminton teaching plan tailored to the needs of college students and improve their badminton performance in Jiangsu Province. The plan is designed to enhance badminton performance through an 8-week intervention that incorporates principles of progressive training, student-centered instruction, and continuous performance assessment. The research also seeks to provide a validated model for badminton instruction that can be applied or adapted by physical education instructors in other regions or educational institutions.

Research Methodology

This research was mixed-method research

Population

The population of this research consists of 82 first-year students enrolled in the 2025 academic year at Wuxi Vocational Institute of Commerce, all of whom have chosen badminton as their elective course.

Sample

All 82 students were participated in a serving skill test, during which individual performance scores were recorded. Based on these test results, a 40 students who achieve the lowest scores and voluntarily agree to participate in the study were selected as a sample group. Using random assignment, the 40 students were randomly assigned into two equal groups. 20 students in the experimental group, and 20 students in the control group.

Research Instruments

1. Questionnaire for students

The researcher was developed a structured questionnaire to investigate the current status and key challenges associated with badminton teaching practices and performance outcomes within the college context. The questionnaire was designed to capture participants' perceptions, experiences, and levels of agreement using a 5-point Likert scale. To ensure that the questionnaire was both valid and aligned with the research objectives, it was subjected to expert evaluation, using the Index of Item-Objective Congruence (IOC) method. The IOC value of questionnaire for students was evaluated by 5 experts. 28 items, 6 dimensions, and IOC value was 0.89.

2. Interview outline

Following the analysis of questionnaire data collected from university students, the researcher was developed an expert interview outline consisting of open-ended questions designed to gather in-depth insights into issues related to badminton teaching practices and the performance of undergraduate students To ensure that the interview questions were clear, relevant, and aligned with the research objectives, the draft outline was

evaluated by three experts using the Index of Item-Objective Congruence (IOC) method. The IOC value of inter-view outline was Evaluated by 3 experts in physical education. IOC=0.92.

3. Focus group outline

The researcher was designed a focus group discussion outline, evaluated by 3 experts, and IOC value was 0.90. consisting of carefully constructed open-ended questions intended to facilitate in-depth dialogue and collaborative reflection among participants. The primary objective of the focus group discussion was to develop a comprehensive badminton teaching plan aimed at enhancing the badminton performance of college students.

4. Badminton teaching plan

The badminton teaching plan was implemented with a period of 8 weeks, with three sessions per week scheduled on Monday, Wednesday, and Friday. Each session will have a duration of 2 hours. The core components of each session were included a warm-up, skill development, physical fitness training, practice drills, and a cool-down phase to ensure a well-rounded and effective learning experience.

5. Badminton performance test

5.1 Serving accuracy test (Grice, 2008).

To evaluate the student's ability to consistently and accurately serve the shuttlecock to designated target zones.

5.2 Clear shot accuracy test (Williyanto et al., 2018).

To measure the accuracy and control of the students when performing overhead clear shots to the backcourt

5.3 Drop shot accuracy test (Gazali & Cendra, 2019).

To assess the precision and control of drop shots toward the frontcourt

5.4 Footwork speed test (Agility Test) (Muthiarani et al., 2021).

To evaluate a student's agility and movement efficiency using badminton-specific footwork patterns. Six shuttlecocks are placed at six corners of the court (front left, front right, mid left, mid right, rear left, rear right). On the command “go,” the player moves as quickly as possible to pick up each shuttlecock one at a time and return it to the base.

Data Collection

1. A literature review on badminton teaching, teaching method and badminton performance was conducted. This review was included textbooks, journal articles, academic thesis, and dissertations sourced from both domestic and international academic databases.

2. A structured questionnaire was administered to 82 first-year students enrolled in the 2025 academic year at Wuxi Vocational Institute of Commerce. The purpose of the questionnaire was to examine the current situation, challenges, and perceptions related to badminton learning and performance from the students' perspective.

3. 7 experts were invited to participate in face-to-face interviews. The aim of the expert interviews was to gain in-depth insights into the current issues, instructional gaps, and performance barriers in college-level badminton teaching. The qualitative findings were also informed the identification of key components required for designing an effective badminton teaching plan.

4. 10 experts were invited to participate in focus group discussion. The purpose of this session is to collaboratively develop a structured badminton teaching plan specifically tailored to improve the badminton performance of college students.

5. The developed badminton teaching plan was implemented over a period of 8 weeks, with teaching sessions scheduled three times per week (Monday, Wednesday, and Friday). Each session was last 2 hours,

including warm-up, skill development, physical fitness, practice drills, and cool-down. The experimental group was received instruction based on the newly developed teaching plan, while the control group was followed the traditional teaching method currently used by the college.

6. Both the experimental and control groups were underwent badminton performance testing at three stages as pre-test (before the intervention), mid-test (after 4 weeks), and post-test (after 8 weeks). The test was assessed key performance indicators such as serving accuracy, shot control, and footwork efficiency. The resulting data was statistically analyzed and compared between groups to evaluate the effectiveness of the developed badminton teaching plan in enhancing the performance outcomes of college students.

Data Analysis

This research primarily employed a statistical software package to analyze both quantitative and qualitative data collected throughout the study. The data analysis procedures were conducted as follows:

1. Descriptive statistics, including mean ($\bar{X}$) and standard deviation (SD), were used to analyze the responses obtained from the questionnaire administered to 82 students.

2. Qualitative data derived from expert interviews and the focus group discussion were analyzed using content analysis.

3. The independent t-test was applied to compare the badminton performance test results between the experimental group and the control group, assessing the statistical significance of performance differences after the intervention.

4. To examine the progression of badminton performance within the experimental group, test results from three time points as pre-test (before teaching), mid-test (after 4 weeks), and post-test (after 8 weeks) were analyzed using one-way repeated measures ANOVA. Where significant differences were found, post hoc comparisons were conducted to identify the specific stages at which performance improvements occurred.

5. To ensure the content validity of the research instruments, the questionnaire for student and expert interview outline were assessed using the Index of Item-Objective Congruence (IOC).

6. This study employed a five-point Likert scale to assess the responses obtained from questionnaires administered to athletes and coaches. The collected data were analyzed by computing the mean score for each indicator, reflecting the overall level of agreement and evaluation provided by the respondents. The scale was defined as follows: 1 = Very Low, 2 = Low, 3 = Moderate, 4 = High, and 5 = Very High. The interpretation of the mean scores was conducted in accordance with the evaluation criteria proposed by Boone & Boone (2012).

Average score range	Meaning
4.20 – 5.00	Highest
3.40 – 4.19	High
2.60 – 3.39	Moderate
1.80 – 2.59	Poor
1.00 - 1.79	Very Poor

Results

Part 1: Drafting badminton teaching plan to improve badminton performance of college students in Jiangsu province

The focus group discussion reached a strong consensus that current college badminton teaching practices are constrained by uniform instructional approaches, limited practice time, and insufficient integration of technical training, physical conditioning, and footwork development. The experts agreed that common

problems among college students include low shot accuracy, inefficient movement patterns, inadequate physical fitness, and weak performance transfer from practice to actual play. To address these issues, the experts emphasized the necessity of developing a scientifically structured and performance-oriented badminton teaching plan that follows principles of progressive content sequencing, appropriate training intensity, and differentiation based on students' skill levels and physical abilities. They further agreed that effective teaching sessions should balance technical instruction with applied practice through targeted drills focusing on shot accuracy and footwork efficiency. Finally, the experts consistently recommended that the effectiveness of the teaching plan be evaluated through objective and systematic performance assessments, particularly serving accuracy, clear shot accuracy, drop shot accuracy, and footwork speed tests, as these indicators provide reliable and direct evidence of improvements in badminton performance among college students. The details of the framework of badminton teaching plan aimed at enhancing the badminton performance of college students in Jiangsu Province was as follows:

Table 1. Framework of badminton teaching plan to enhance badminton performance for college students in Jiangsu province.

Week	Training Focus	Skill Development	Physical Fitness & Footwork	Practice Drills	Evaluation Focus
1	Basic fundamentals	Grip, ready position, basic serve	Basic agility, coordination drills	Isolated technique drills	4 tests
2	Serving technique	High serve & short serve accuracy	Linear footwork, balance drills	Target-based serving drills	Serving accuracy
3	Overhead clear	Clear shot technique & control	Multi-directional footwork	Clear shot placement drills	Clear shot accuracy
4	Frontcourt control	Drop shot technique & precision	Reaction speed, split-step drills	Net drop shot drills	Drop shot accuracy
5	Footwork efficiency	Skill combination practice	Badminton-specific agility training	Footwork + shot combination drills	Footwork speed
6	Skill integration	Serve–clear–drop combinations	Endurance & movement efficiency	Continuous rally drills	Skill consistency
7	Performance application	Match-related skill execution	High-intensity footwork drills	Game-like situational drills	Performance stability
8	Performance consolidation	Technique refinement	Movement speed & coordination	Performance simulation drills	Post-test (4 tests)

Part 2: Experiment badminton teaching plan to improve badminton performance of college students in Jiangsu province

To examine the effectiveness of the developed teaching plan in enhancing college students' badminton performance, an experimental research design was employed. Badminton performance was assessed using a set of badminton performance tests, including the serving accuracy test, clear shot accuracy test, drop shot accuracy test, and footwork speed test.

Table 2. Mean and standard deviation of the results of badminton performance tests of the experimental group

Variables	Experimental Group					
	Pre-test		Mid-test		Post-test	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
Serving accuracy (score)	12.00	1.86	14.70	1.52	17.95	1.35
Clear shot accuracy (score)	17.55	1.60	21.55	2.41	25.85	2.32
Drop shot accuracy (score)	13.75	1.55	18.35	3.40	25.05	2.21
Footwork speed test (score)	5.40	1.18	6.90	1.16	8.45	0.94

From table 2 showed the results of badminton performance tests of experimental group were 1) Serving accuracy was pre-test $\bar{X}$ = 12.00 and SD = 1.86, mid-test $\bar{X}$ = 14.70 and SD = 1.52, and post-test $\bar{X}$ = 17.95 and SD = 1.35. 2) Clear shot accuracy was pre-test $\bar{X}$ = 17.55 and SD =1.60, mid-test $\bar{X}$ = 21.55 and SD = 2.41, and post-test $\bar{X}$ = 25.85 and SD = 2.32. 3) Drop shot accuracy was pre-test $\bar{X}$ = 13.75 and SD = 1.55, mid-test $\bar{X}$ = 18.35 and SD = 3.40, and post-test $\bar{X}$ = 25.05 and SD = 2.21. 4) Footwork speed test was pre-test $\bar{X}$ = 5.40 and SD =1.18, mid-test $\bar{X}$ = 6.90 and SD = 1.16, and post-test $\bar{X}$ = 8.45 and SD = 0.94.

Table 3. Mean and standard deviation of the results of badminton performance tests of the control group

Variables	Control Group					
	Pre-test		Mid-test		Post-test	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
Serving accuracy (score)	11.90	1.94	13.30	2.25	14.70	2.29
Clear shot accuracy (score)	17.35	1.81	18.80	2.33	21.80	2.70
Drop shot accuracy (score)	13.55	1.46	16.50	1.93	20.10	2.57
Footwork speed test (time)	4.90	1.41	5.40	1.53	6.80	1.54

From table 3 showed the results of badminton performance tests of the control group were 1) Serving accuracy was pre-test $\bar{X}$ = 11.90 and SD = 1.94, mid-test $\bar{X}$ = 13.30 and SD = 2.25, and post-test $\bar{X}$ = 14.70 and SD = 2.29. 2) Clear shot accuracy was pre-test $\bar{X}$ = 17.35 and SD = 1.81, mid-test $\bar{X}$ = 18.80 and SD = 2.33, and post-test $\bar{X}$ = 21.80 and SD = 2.70. 3) Drop shot accuracy was pre-test $\bar{X}$ =13.55 and SD =1.46, mid-test $\bar{X}$ = 16.50 and SD = 1.93, and post-test $\bar{X}$ = 20.10 and SD = 2.57. 4) Footwork speed test was pre-test $\bar{X}$ = 4.90 and SD =1.41, mid-test $\bar{X}$ = 5.40 and SD = 1.53, and post-test $\bar{X}$ = 6.80 and SD = 1.54.

Table 4. The comparison between the experiment and control groups with the pre-test results of the badminton performance tests, by t-test independent.

Variables	Exp. G		Cont. G		95% Confidence Interval of the Difference		t	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	Lower	Upper		
Serving accuracy (score)	12.00	1.86	11.90	1.94	-.071	0.91	0.25	0.80
Clear shot accuracy (score)	17.55	1.60	17.35	1.81	-0.15	-0.55	1.16	0.25
Drop shot accuracy (score)	13.75	1.55	13.55	1.46	-0.47	0.87	0.62	0.54
Footwork speed test (time)	5.40	1.18	4.90	1.41	-0.09	1.09	1.75	0.09

*p<0.05

From table 4 showed that the pre-test results of badminton performance pairwise were not significant difference.

Table 5. The comparison between the experiment and control groups with the mid-test results of the badminton performance tests, by t-test independent.

Variables	Exp. G		Cont. G		95% Confidence Interval of the Difference		t	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	Lower	Upper		
Serving accuracy (score)	14.70	1.52	13.30	2.25	0.49	2.30	3.24	0.00*
Clear shot accuracy (score)	21.55	2.41	18.80	2.33	1.73	3.76	5.65	0.00*
Drop shot accuracy (score)	18.35	3.40	16.50	1.93	0.24	3.45	2.40	0.02*
Footwork speed test (time)	6.90	1.16	5.40	1.53	0.94	2.05	5.62	0.00*

*p<0.05

From table 5 showed that the mid-test results of badminton performance pairwise were significant difference p<0.05.

Table 6. The comparison between the experiment and control groups with the post-test results of the badminton performance tests, by t-test independent.

Variables	Exp. G		Cont. G		95% Confidence Interval of the Difference		t	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	Lower	Upper		
Serving accuracy (score)	17.95	1.35	14.70	2.29	2.36	4.13	7.69	0.00*
Clear shot accuracy (score)	25.85	2.32	21.80	2.70	2.72	5.37	6.38	0.00*
Drop shot accuracy (score)	25.05	2.21	20.10	2.57	3.46	6.43	6.98	0.00*
Footwork speed test (time)	8.45	0.94	6.80	1.54	1.07	2.22	6.02	0.00*

*p<0.05

From table 6 showed that the post-test results of badminton performance pairwise were significant difference $p<0.05$.

Summary

Badminton performance requires a high level of technical precision, coordination, and physical capacity, particularly in serving accuracy, shot control, and efficient footwork movement. For college students in the early stages of systematic badminton training, performance improvement depends on the development of technical consistency, lower-limb strength, agility, and coordinated movement patterns. Effective badminton play involves accurate shot execution, stable body control, and rapid directional changes on court. This study aimed to develop a scientifically designed badminton teaching plan to enhance badminton performance among college students.

To evaluate the effectiveness of the developed badminton teaching plan, badminton performance was assessed using four standardized performance indicators: the serving accuracy test, clear shot accuracy test, drop shot accuracy test, and footwork speed (agility) test. An experimental research design was adopted, and independent t-tests were conducted to compare pre-test results between the experimental and control groups. The analysis revealed no statistically significant differences between the two groups across all four performance tests, indicating that both groups demonstrated comparable levels of badminton performance prior to the intervention.

Following the training intervention, comparisons of post-test results between the experimental and control groups showed statistically significant differences ($p < 0.05$) in all four performance measures. These findings demonstrate that students who participated in the developed badminton teaching plan achieved greater improvements in technical accuracy and footwork speed compared to those who followed the traditional teaching approach, confirming the effectiveness of the developed program in enhancing badminton performance.

Discussion

In this study, badminton performance among college students was evaluated across two primary dimensions: technical accuracy and movement efficiency. Technical performance was assessed through three accuracy-based skill tests, serving accuracy, clear shot accuracy, and drop shot accuracy, while movement efficiency was evaluated using the footwork speed (agility) test. Following the eight-week implementation of the developed badminton teaching plan, the experimental group demonstrated significant improvements across all four performance indicators, confirming the effectiveness of the program in enhancing badminton performance.

Regarding technical performance, serving accuracy, clear shot accuracy, and drop shot accuracy are fundamental skills that directly influence rally control, scoring opportunities, and overall match performance. After the eight-week teaching period, the experimental group achieved significantly higher post-test scores in all three technical skill tests compared to the control group, with statistically significant differences observed at the 0.05 level. These findings suggest that the structured and progressive nature of the developed teaching plan effectively enhanced students' technical execution and shot consistency. Once students improved key technical elements such as stroke mechanics, body posture, racket control, and timing of contact, they were able to perform shots with greater accuracy and stability. This result aligns with previous research indicating that precise technical execution is a decisive factor in badminton performance, particularly in accuracy-based strokes that determine tactical advantage during play (Phomsoupha & Laffaye, 2015).

Furthermore, the improvement in technical accuracy observed in this study can be attributed to the systematic integration of isolated drills, combination practice, and game-like situations within the teaching plan. This approach allowed students to transfer learned techniques from controlled practice environments to dynamic performance contexts. These findings are consistent with the work of Gawin, Beyer, and Seidler (2015), who emphasized that progressive skill training combined with contextual practice enhances motor learning and shot precision in racket sports. Additionally, accurate serving and shot placement reduce unforced errors and enable players to dictate rally tempo, thereby contributing to improved overall performance.

Footwork speed and agility represent another critical determinant of badminton performance, as efficient movement enables players to reach optimal hitting positions and maintain balance during stroke execution. The results of this study showed that the time required to complete the footwork speed (agility) test significantly decreased in the experimental group across the pre-test, mid-test, and post-test measurements. This indicates continuous improvement in movement efficiency as a result of the developed teaching plan. Effective footwork training enhances lower-limb strength, coordination, and reaction speed, all of which are essential for rapid directional changes on the badminton court. These findings are supported by the research of Faude et al. (2007), who reported that agility and explosive movement are key performance predictors in badminton and are closely associated with successful shot execution.

Conclusion and Suggestion

The results confirmed that the developed badminton teaching plan effectively enhanced both technical accuracy and movement efficiency among college students. The significant improvements observed in serving accuracy, clear shot accuracy, drop shot accuracy, and footwork speed demonstrate the superiority of the developed teaching plan over traditional instructional methods. By integrating technical training, physical conditioning, and footwork practice within a scientifically structured framework, the teaching plan successfully addressed key limitations identified in current badminton instruction. These findings provide strong empirical support for the application of systematic, performance-oriented badminton teaching plans in college physical education settings.

Recommendations from the Research Findings

1. The developed badminton teaching plan should be applied in college physical education and badminton training programs, as it has demonstrated effectiveness in improving students' technical accuracy and footwork speed.

2. Objective performance-based assessments, including serving accuracy, clear shot accuracy, drop shot accuracy, and footwork speed tests, should be systematically used to evaluate badminton learning outcomes and guide instructional improvement.

Recommendations for Future Research

1. Future studies should investigate the long-term effects of the developed badminton teaching plan on skill retention and sustained performance improvement beyond the eight-week training period.

2. Further research could examine the effectiveness of the teaching plan across different populations, such as students with varying skill levels, ages, or competitive backgrounds.

3. Additional studies are recommended to explore the integration of psychological factors, such as motivation and self-efficacy, with technical and physical training to gain a more comprehensive understanding of badminton performance development.

References

Bailey, R., Armour, K., Kirk, D., Jess, M., Pickup, I., Sandford, R., & Education, B. P. (2009). The educational benefits claimed for physical education and school sport: An academic review. Research papers in education, 24(1), 1-27. https://doi.org/10.1080/02671520701809817

Boone, H. N., & Boone, D. A. (2012). Analyzing Likert Data. Journal of Extension, 50(2), 48. https://doi.org/10.34068/joe.50.02.48

Chen, A. (2022). Problems and innovative strategies in badminton teaching in colleges and universities [高校羽毛球教学中存在的问题及创新策略研究]. Development Pedagogy [发展教育学], 3(2), 156–158. https://doi.org/ 10.12184/wspfzjyxWSP2634-793844.20220302. (in Chinese)

Chen, T., Tasnaina, N., & Tongdecharoen, W. (2023). An application of dynamic layer teaching program to enhance a learning outcome in basic badminton course for college students. International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews, 3(5), 391-402. https://doi.org/10.60027/ijsasr.2023.3700

Gawin, W., Beyer, C., & Seidler, M. (2015). A competition analysis of the single and double disciplines in world-class badminton. International Journal of Performance Analysis in Sport, 15(3), 997–1006. https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868846.

Gazali, N., & Cendra, R. (2019). Short badminton service construction test in Universitas Islam Riau Penjaskesrek students. Journal of Physical Education Health and Sport, 6(1), 1-5. https://doi.org/10.15294/jpehs.v6i1.19823

Grice, T. (2008). Badminton: Steps to success (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Liu, H., Wang, W., He, Y., & Hastie, P. (2020). The impact of Play Practice on Chinese physical education pre-service teachers badminton content knowledge. The Asian Journal of Kinesiology, 22(3), 17–23. https://doi.org/10.15758/ajk.2020.22.3.17

Muthiarani, A., Lismadiana, L., & Yuniana, R. (2021). The effect of shadow training using consecutive steps and cross steps on the agility of the footwork of badminton athletes. Jurnal Keolahragaan, 9(1), 108–117. https://doi.org/10.21831/jk.v9i1.32256

Phomsoupha, M., & Laffaye, G. (2015). The science of badminton: Game characteristics, anthropometry, physiology, visual fitness and biomechanics. Sports Medicine, 45(4), 473–495. https://doi.org/10.1007/s40279-014-0287-2.

Williyanto, S., Nasuka, N., & Yudha Kusuma, D. W. (2018). The development of badminton skills test instruments for athletes in age of children, cub, teenager and youth. Journal of Physical Education and Sports, 7(1), 50–54. https://doi.org/10.15294/jpes.v7i1.23235

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

การพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการชมรมแบดมินตันสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยในเมืองเทียนจิน

DEVELOPING GUIDELINE TO MANAGE BADMINTON CLUBS FOR UNIVERSITY STUDENTS IN TIANJIN CITY

หวัง ซือหยู่หาน[1*] ประกิต หงษ์แสนยาธรรม[1] และ เอก เกิดเต็มภูมิ[1]
Wang Siyuhan[1*], Prakit Hongsaenyatham[1] and Ake Girdtempoom[1]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี กรุงเทพมหานคร
[1]Faculty of Sports Science and Technology, Bangkokthonburi University, Bangkok
[*]Corresponding Author: 381252047@qq.com

Received: March 20, 2026 **Revised:** April 30, 2026 **Accepted:** May 7, 2026

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือเพื่อพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการชมรมแบดมินตันสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยในเมืองเทียนจิน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน ประชากรของการวิจัยนี้ประกอบด้วยนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 770 คน ซึ่งเป็นสมาชิกของชมรมแบดมินตันอย่างต่อเนื่องในมหาวิทยาลัยชั้นนำ 5 แห่งในเมืองเทียนจิน ในปีการศึกษา 2025 นักศึกษาจำนวน 254 คน และอาจารย์ผู้สอนทั้งหมดจำนวน 29 คน ได้ถูกคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง แบบสอบถามได้ถูกแจกจ่ายเพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาในการบริหารจัดการชมรมแบดมินตันสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัย ผลการวิจัยเชิงปริมาณพบว่า ค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในด้านโครงสร้างองค์กร ($\bar{X}$ = 1.40) และค่าสูงสุดอยู่ในด้านงบประมาณไม่เพียงพอ ($\bar{X}$ = 4.75) นอกจากนี้ได้ดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน เพื่อร่างองค์ประกอบของแนวทาง ต่อมาได้จัดการสนทนากลุ่มร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 คน เพื่อพัฒนาแนวทาง สุดท้ายได้มีการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน เพื่อยืนยันความตรงเชิงเนื้อหา ตรวจสอบความเป็นไปได้ และความเหมาะสมในการนำแนวทางไปประยุกต์ใช้จริง ในการวิจัยนี้ ข้อมูลจะถูกวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการศึกษาพบว่า แนวทางการบริหารจัดการชมรมแบดมินตันถูกจัดออกเป็น 5 ด้านหลัก ดังนี้ (1) ด้านการวางแผน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ วัตถุประสงค์การพัฒนาการวางแผนเชิงกลยุทธ์ และการวางแผนทรัพยากร (2) ด้านการจัดองค์การ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ โครงสร้างองค์การ การกำหนดบทบาทและความรับผิดชอบ และกลไกการประสานงาน (3) ด้านการนำ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ภาวะผู้นำและการบริหารจัดการ การพัฒนาภาวะผู้นำของผู้ฝึกสอน และการสร้างแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของนักศึกษา (4) ด้านการควบคุม ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ระบบการติดตามและประเมินผล กลไกการประเมิน และการให้ข้อมูลย้อนกลับและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และ (5) ระบบการสนับสนุนเชิงสถาบัน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การสนับสนุนนโยบาย การสนับสนุนด้านการเงิน และการสนับสนุนด้านสถานที่และอุปกรณ์ แนวทางนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการบริหารจัดการชมรมแบดมินตัน และเป็นต้นแบบอ้างอิงสำหรับชมรมกีฬาภายในมหาวิทยาลัยอื่นๆ ได้

คำสำคัญ: แนวทางการบริหารจัดการ, ชมรมแบดมินตัน, นักศึกษามหาวิทยาลัย

Abstract

This research aimed to develop a management guideline for university badminton clubs in Tianjin. Participants were 254 students and 29 badminton teachers from five universities. This research was mixed-method research. The population comprised 770 undergraduate students who were active members of badminton clubs at five leading universities in Tianjin City during the 2025 academic year. 254 students and all 29 teachers were selected as a sample group. The questionnaire was distributed to study the current situation and problems in managing badminton clubs for university students. Quantitative results showed

the lowest mean score in organizational structure ($\bar{X}$ = 1.40) and the highest in insufficient funding ($\bar{X}$ = 4.75). In addition, in-depth interviews were conducted with seven experts to draft the elements of the guideline. Additionally, a focus group discussion was conducted with twelve experts to formulate the guideline. Finally, a connoisseurship evaluation was carried out with seven experts to verify its content validity, examine its feasibility and practical applicability. In this research, the data were analyzed using mean standard deviation, and content analysis. The results showed that the guideline was organized in 5 aspects as: (1) Planning with 3 elements namely, development objectives, strategic planning, and resource planning; (2) Organizing with 3 elements namely, organizational structure, role and responsibility allocation, and coordination mechanisms; (3) Leading with 3 elements namely, leadership and management, coach leadership development, and student motivation and engagement; (4) Controlling with 3 elements namely, monitoring and evaluation system, assessment mechanisms, and feedback and continuous improvement; and (5) Institutional Support System with 3 elements namely, policy support, financial support, and facility and equipment support. This guideline can be applied to improve badminton club management and serve as a reference for other campus sports clubs.

Keywords: Management guideline, Badminton clubs, University students

Introduction

Badminton is one of the most popular and widely played racket sports in the world, known for its fast pace, technical complexity, and demand for high levels of agility, coordination, and endurance. As recognized by the Badminton World Federation (BWF), badminton is played by over 300 million people globally, with particularly strong participation in Asian countries such as China, Indonesia, Malaysia, and South Korea. In China, badminton holds a significant place not only as a competitive sport but also as a recreational and educational activity that promotes physical health, social interaction, and student engagement. Historically, badminton was introduced to China in the early 20th century and has since grown into a sport of national pride. The success of Chinese badminton athletes on the global stage has contributed to its widespread popularity and institutional support (Wang et al., 2024). Today, badminton is actively promoted at all educational levels from primary schools to universities as part of China's broader policy to integrate physical education and competitive sports into student life.

Badminton enjoys immense popularity nationwide, with approximately 250 million amateur participants, making it one of the most-played sports in China. It accounts for roughly 6.9% of the public's fitness activities, highlighting its role in national fitness and recreational pursuits (Chen, 2021). At the university level, badminton clubs play a crucial role in promoting student development, leadership, and campus wellness. These clubs serve as platforms for students to engage in physical activity, build teamwork skills, and foster a sense of community. However, despite the increasing interest and participation, many university badminton clubs in China, including those in Tianjin, face challenges related to organization, resource allocation, leadership structure, and long-term sustainability (Qin et al., 2022). In addition, many universities and public organizations have invested in constructing badminton courts and opening them for broader use a positive indicator of institutional support. However, disparities remain. Coach qualifications vary widely, and management systems often lack clarity. Clubs within university settings especially struggle with consistent oversight, standardized training, and long-term planning (Ping et al., 2024). The lack of formal guidelines or standardized management practices often leads to inconsistent performance, weak student retention, and limited impact on student well-being and athletic development.

In recent years, studies have revealed that university sports clubs in China often suffer from limited funding, weak institutional support, unqualified coaching staff, and inadequate training facilities. These problems are particularly evident in extracurricular badminton clubs, which frequently rely on volunteer leadership or inexperienced student coordinators. As a result, many clubs struggle with member retention, training quality, and long-term planning, factors essential to the success of any student sports organization. Furthermore, the absence of a comprehensive and evidence-based management guideline tailored to the unique conditions of Chinese universities particularly in Tianjin has created a gap between the theoretical value of sports clubs and their practical functioning. This research gap leads to inefficient club operation and insufficient support for students' physical education and skill development. This gap hinders the ability of badminton clubs to fulfill their role in supporting university objectives, such as student development, leadership cultivation, and institutional branding through sports (Qin et al., 2022).

Tianjin is a major educational hub with more than 50 higher education institutions and a large number of student badminton enthusiasts. However, no standardized management framework exists for local university badminton clubs. A Developing a structured management guideline is, therefore, not only timely but essential. It will provide a clear operational framework for club administrators, coaches, and university officials, promoting the efficiency, accountability, and sustainability of badminton clubs. Moreover, it aligns with national policies encouraging student physical activity, holistic development, and innovation in campus sports management. Therefore, given the strategic importance of sports clubs in higher education and the growing student demand for badminton-related activities, there is a clear need to develop a structured, evidence-based guideline to support the effective management of university badminton clubs. Such a guideline would ensure that these clubs can operate efficiently, promote student participation, align with institutional goals, and contribute to the long-term development of campus sports culture. Therefore, the objective of this research was developed a management guideline for university badminton clubs in Tianjin, and the POLC principle (Planning–Organizing–Leading–Controlling) model was used as the core theoretical framework of this study, which is widely applied in sports organization management.

Research Methodology

This research was a mixed-method research. This research ethical approval has been granted by the Bangkokthonburi University ethical committee certificate no. 2568/411(4), issued on November 10, 2025.

Population

The population of this research included 770 university students from badminton clubs at five universities in Tianjin City during the 2025 academic year. These universities are Nankai University, Tianjin University, Tianjin Sport University, Tianjin University of Technology, and Tianjin University of Finance and Economics. In addition, the population also includes 29 badminton teachers from the same five universities.

Sample

The sample size for this research was determined using Krejcie and Morgan's sample size determination table (Cohen, L. et al, 2018), based on a confidence level of 95% and a margin of error of ±5%. According to the table, a sample of 254 university students was deemed appropriate from a total population of 770 university students.

Research participants

1. Experts for Instrument Validation (IOC).

There are three experts specializing in sport management, each possessing a minimum of 10 years of professional experience, were invited to evaluate the content validity of the research instruments. The Index of

Item-Objective Congruence (IOC) was employed to assess the alignment of each item with the research objectives.

2. Expert for interview.

There are seven experts, including three sports management experts, two badminton teachers, and two university administrators or leaders, all with at least five years of professional experience in their respective fields, were invited to participate in in-depth interviews.

3. Expert for Focus Group.

There are Twelve experts, including four sports management experts, four badminton teachers, and four university administrators or leaders. Each expert had a minimum of 10 years of professional experience in their respective fields.

4. Expert for Connoisseurship.

There are Seven experts, including three sports management experts, two badminton teachers, and two university administrators or leaders, each with at least 10 years of professional experience in their respective fields, were invited to participate in connoisseurship discussion.

Research Instruments

1. Questionnaire for university students, and badminton teachers

The questionnaires were utilized a 5-point Likert scale to assess participants' levels of agreement with various statements regarding club operations, resource allocation, student participation, leadership, and development initiatives. To ensure content validity and alignment with the research objectives, the draft questionnaires were evaluated by three experts in sports management using the Index of Item-Objective Congruence (IOC) method. The IOC value of questionnaire for university students was 0.90, and the IOC value of questionnaire for badminton teachers was 0.91.

2. Expert interview questionnaire

The researcher was developed an expert interview outline comprising a series of open-ended questions. These questions were intended to explore, in greater depth, the underlying challenges, management practices, and development strategies associated with the operation of university badminton clubs in Tianjin City. To ensure that the interview questions were clear, relevant, and aligned with the research objectives, the questionnaire was underwent a validation process by three experts using the Index of Item-Objective Congruence (IOC). The IOC value of questionnaire for university students was 0.90.

3. Focus group outline

To facilitate a structured and productive focus group session, the researcher was developed a focus group discussion outline comprising open-ended questions designed to encourage in-depth dialogue among participants. The focus group aimed to draw upon the collective expertise to collaboratively formulate and refine a comprehensive guideline to manage badminton clubs for university students in Tianjin city.

4. Connoisseurship outline

A structured connoisseurship outline was used to guide the evaluation process, ensuring that expert reviewers systematically assessed the content across multiple dimensions. The feedback and recommendations gathered through the connoisseurship process were used to revise and finalize the guideline.

Data Collection

1. A comprehensive review of relevant literature was conducted to establish a strong theoretical and practical foundation for the study. This review was focused on management theories as well as existing research on the management and development of university-level badminton clubs. The sources were included books, peer-reviewed journal articles, academic thesis, and dissertations, gathered from both domestic and international academic databases.

2. Following the literature review, a questionnaire survey was conducted with 254 university students and 29 badminton teachers from five universities in Tianjin City as Nankai University, Tianjin University, Tianjin Sport University, Tianjin University of Technology, and Tianjin University of Finance and Economics. The questionnaires were designed to assess participants' perceptions, experiences, and opinions regarding the current management practices, operational challenges, and developmental needs of university badminton clubs.

3. Seven experts were invited to participate in face-to-face, semi-structured interviews. The purpose was to gain a deeper understanding of the current situation, challenges, and opportunities related to the management and development of badminton clubs for university students in Tianjin City. The qualitative data collected was provided rich insights into existing issues and inform the initial drafting of key components for the proposed management guideline.

4. Twelve experts were conducted a focus group discussion. The session was guided by a structured discussion outline that encourages collaborative dialogue, critical reflection, and consensus building. The objective of the focus group was to co-develop and refine a comprehensive management guideline that addresses the needs of badminton clubs at the university level in Tianjin city.

5. Seven experts were conducted a connoisseurship discussion. This method emphasizes expert judgment and in-depth critique grounded in professional experience and disciplinary knowledge. The purpose of the connoisseurship was to assess the academic rigor and real-world applicability of the proposed guideline.

Data Analysis

This research primarily employed a statistical software package to analyze the data. The analysis details were as follows:

1. Mean ($\bar{X}$) and standard deviation (S.D.) were used to analyze questionnaire data collected from 254 university students, and 29 badminton teachers.

2. The data obtained from expert interview, the focus group discussion, and the connoisseurship discussion were analyzed using content analysis.

3. To ensure the content validity of the research instruments, the questionnaire for university students, the questionnaire for badminton teachers, and the expert interview outline were evaluated using the Index of Item-Objective Congruence (IOC) method. Each item was assessed by three experts. The IOC values were calculated to determine the degree of alignment between each item and the research objectives. An IOC value ranging from 0.60 to 1.00 was considered acceptable.

4. The questionnaire responses were measured using a five-point Likert scale to assess the degree of agreement or perception among participants. The mean score for each item was calculated to interpret overall trends in participant responses. The interpretation of the scale is as follows:

The meanings of 5 scale evaluation are 1 = Very Poor, 2 = Poor, 3 = Moderate, 4 = High, 5 = Highest. The details of the score criteria are as follows (Lindner & Lindner, 2024):

Average score range	Meaning
5.00 - 4.51	Highest
4.50 - 3.51	High
3.50 – 2.51	Moderate
2.50 – 1.51	Poor
1.50 – 1.00	Very Poor

Results

After conducting an extensive review of relevant research and literature, as well as a thorough analysis of the current situation and challenges in managing badminton clubs for university students in Tianjin city, data were gathered through surveys and expert interviews. These insights were further enriched by expert group discussions. Based on this multi-stage process, a comprehensive guideline for managing badminton clubs at university level in Tianjin city was developed. To ensure its validity and practical applicability, the proposed guideline underwent a connoisseurship validation process, where expert consensus was reached. The research findings, derived from this systematic methodology, are presented in three key sections:

Part 1: Studying the current situation and problems of the management badminton clubs for university students in Tianjin city.

To gather data on the current situation and challenges in managing badminton clubs for university students in Tianjin city, this research utilized a questionnaire survey distributed to both university students and badminton teachers. There are 254 university students and 29 badminton teachers from five universities in Tianjin, including Nankai University, Tianjin University, Tianjin Sport University, Tianjin University of Technology, and Tianjin University of Finance and Economics, participated in the survey. The findings from this analysis are presented as follows:

1. The results of questionnaire survey of university students

After distributing the questionnaire to 254 university students across five universities in Tianjin city, all participants successfully provided their responses. The collected data were then analyzed, and the results are presented below:

Table 1. The results of questionnaire survey of university students (n=254)

Questionnaire Items	Total Score		Result
	$\bar{x}$	S.D.	
1. The badminton club at my university is well-organized.	1.40	0.12	Very Poor
2. The facilities provided for badminton training are sufficient for student use.	2.10	0.22	Poor
3. There are adequate coaching staff and trainers available for the badminton club.	2.45	0.15	Poor
4. The club offers regular training sessions that meet the needs of university students.	2.60	0.10	Poor
5. The club lacks sufficient financial resources for activities and events.	4.75	0.18	Highest
6. The club faces issues with scheduling training sessions due to conflicts with academic schedules.	3.60	0.20	High

Table 1. (continued)

Questionnaire Items	Total Score		Result
	$\bar{X}$	S.D.	
7. Communication between club members and management is often unclear or ineffective.	3.80	0.16	High
8. The level of support from the university administration is adequate for the badminton club's operation.	2.35	0.14	Poor
9. Student interest in badminton impacts the success of the club.	4.85	0.09	Highest
10. The availability of skilled coaches plays a significant role in the success of the club.	4.90	0.11	Highest
11. The location and accessibility of training facilities influence student participation in the badminton club.	4.70	0.15	Highest
12. The badminton club has clear goals and objectives for student development.	2.20	0.13	Poor
Total	**3.31**	**0.15**	**Moderate**

Based on table 1, the overall mean ($\bar{X}$) of the responses was calculated to be 3.31. Looking at individual items, the responses show significant variation in the perceived quality of the university badminton club's management and resources. For example, the statement "The badminton club at my university is well-organized" received a very low score ($\bar{X}$ =1.40, S.D=0.12), indicating that the students feel the club's organization is inadequate. Similarly, the question on the sufficiency of training facilities also reflected a negative perception, with a poor score ($\bar{X}$ = 2.10, S.D.=0.22). Both of these results highlight areas where improvements are needed to enhance the university club's management and infrastructure. Moreover, the question on coaching staff and training sessions were also reflected a negative, for adequate coaching staff and trainers available for the badminton club, it received poor score ($\bar{X}$ = 2.45, S.D.=0.15), and offers regular training sessions that meet the needs of university students also received poor score ($\bar{X}$ =2.60, S.D.=0.10), In contrast, items related to the club's external factors, such as the availability of skilled coaches, student interest, location and accessibility of training facilities were impacted the success of the club, it all showed higher score as follows: skilled coaches ($\bar{X}$ =4.90, S.D.=0.11), student interest ($\bar{X}$ =4.85, S.D.=0.09), and location and accessibility of training facilities ($\bar{X}$ =4.70, S.D.=0.15). These findings suggest that while students feel that the club's coaching quality, and external support are strengths, they also view certain internal factors like scheduling conflicts and insufficient resources as major challenges.

In addition, from the questionnaire survey results also showed that now the university's club lacks sufficient financial resources for activities and events, with highest score ($\bar{X}$ =4.75, S.D.=0.18), including level of support from the university administration is adequate, with poor score ($\bar{X}$ =2.35, S.D.=0.14). The clear goals and objectives of the club was also the club's problem, with a poor score ($\bar{X}$ =2.20, S.D.=0.13).

The analysis of the results highlights key areas for improvement in the club's internal management, while also pointing out that external factors, such as the quality of coaching and student interest, contribute positively to the club's success. This insight will be valuable in shaping the strategies and recommendations.

2. The results of questionnaire survey of badminton teachers

After distributing the questionnaire to 29 badminton teachers across five universities in Tianjin city, all participants successfully provided their responses. The collected data were then analyzed, and the results are presented below:

Table 2. The results of questionnaire survey of badminton teachers (n=29)

Questionnaire Items	Total Score		Result
	$\bar{X}$	S.D.	
1. The badminton club at my university has an organized structure and clear roles for staff and coaches.	1.45	0.15	Very Poor
2. The facilities available for badminton training are sufficient for the number of students.	2.20	0.25	Poor
3. The club provides regular and consistent training sessions for university students.	2.80	0.30	Poor
4. The club has adequate resources to support training and competitions.	2.60	0.20	Poor
5. There is insufficient financial support for the badminton club's activities.	4.85	0.12	Highest
6. The club struggles with scheduling conflicts between training sessions and academic commitments.	3.90	0.18	High
7. There is a lack of coordination between the club and the university administration in managing resources.	3.70	0.22	High
8. The availability of skilled coaches significantly impacts the success of the club.	4.90	0.08	Highest
9. The level of student interest in badminton plays a crucial role in the club's success.	4.80	0.10	Highest
10. The support provided by the university administration is adequate for the club's operations.	2.50	0.28	Poor
11. The location and accessibility of training facilities influence student participation in the club.	4.75	0.12	Highest
12. The club's leadership and management are effective in organizing and executing activities.	2.30	0.35	Poor
13. Communication between club management and the coaching staff is often unclear or ineffective.	3.20	0.30	Moderate
Total	**3.38**	**0.18**	**Moderate**

Part 2: Drafting guideline to manage badminton clubs for university students in Tianjin city

1. Expert's interview

Following the questionnaire survey administered to university students and badminton teachers from five universities in Tianjin city to examine the current conditions and managerial challenges of university badminton clubs, the researcher conducted a series of in-depth interviews with seven specialists. The interviewees comprised three sports management experts, two badminton teachers, and two university administrators. These qualitative interviews aimed to obtain comprehensive expert opinions on existing

management practices and developmental issues of badminton clubs at the university level, as well as to provide essential empirical support for the formulation of a practical management guideline for university badminton clubs in Tianjin city.

Table 3 The framework of guideline to manage badminton clubs for university students in Tianjin city

The framework of guideline to manage badminton clubs for university students in Tianjin city	
Planning (P) Objective: Establish clear direction and sustainable development for badminton clubs.	
Development Goals	1. Define short-term and long-term goals for club participation, performance, and talent development. 2. Align club objectives with university sports policies and academic schedules.
2.Strategic Planning	1. Annual training and competition plans. 2. Budget planning and financial allocation. 3. Facility usage and scheduling plans.
3.Human Resource Planning	1. Coach recruitment and qualification standards. 2. Allocation of administrative and student leadership roles.
Organizing (O) Objective: Build a clear and efficient organizational structure	
1. Organizational Structure	1. University administration. 2. Badminton club committee. 3. Coaching team. 4. Student leadership group
2. Role and Responsibility Allocation	1. Administrators: policy support, funding, facility coordination. 2. Coaches: training delivery, athlete development, performance guidance. 3. Club leaders: daily operations, communication, member management.
3. Coordination Mechanisms	1. Regular coordination meetings. 2. Clear communication channels between stakeholders.
Leading (L) Objective: Strengthen leadership and motivate participation	
1. Leadership and Management	1. Leadership responsibilities for club leaders and coaches. 2. Decision-making authority and accountability.
2.Coach Leadership	1. Professional development and training support for coaches. 2. Encouraging innovation in training programs.
3.Student Engagement	1. Participation incentives and recognition systems. 2. Promotion of badminton culture and club identity.
Controlling (C) Objective: Ensure effectiveness through monitoring and evaluation	
1.Monitoring System	1. Regular assessment of training programs and participation rates. 2. Evaluation of coaching performance.
2.Performance Evaluation	1. Student satisfaction and engagement feedback. 2. Achievement of annual objectives.
3. Feedback and Improvement	1. Continuous improvement mechanisms. 2. Adjustment of plans based on evaluation results.

The focus group discussion with twelve experts including sports management experts, badminton teachers, and university administrators revealed a strong consensus that the effective management of university badminton clubs in Tianjin City requires a systematic and integrated approach based on the POLC (Planning–Organizing–Leading–Controlling) framework. From the planning perspective, experts emphasized the need for clearly defined short- and long-term goals, alignment of training and competition schedules with academic demands, and strategic planning for budgets, facilities, and human resources. In terms of organizing, the experts agreed that a clear organizational structure with well-defined roles and responsibilities among administrators, coaches, and student leaders is essential, along with improved coordination mechanisms between clubs and university administrative departments. Regarding leading, effective leadership by coaches and club leaders was identified as a key factor in motivating student participation, enhancing training quality, and fostering long-term engagement through incentives, recognition, and positive club culture. Finally, under the controlling dimension, the experts highlighted the importance of establishing monitoring and evaluation systems, including performance indicators, participation records, training outcomes, and feedback mechanisms, to ensure accountability and continuous improvement. Overall, the focus group discussion results indicate that adopting a POLC-based management guideline would provide a practical and coherent framework to strengthen governance, improve operational efficiency, and promote the sustainable development of university badminton clubs in Tianjin city.

Part 3: Confirming the guideline to manage badminton clubs for university students in Tianjin city.

After completing a rigorous research procedure that integrated questionnaire-based surveys, in-depth expert interviews, and focus group discussions, a comprehensive guideline for the management of badminton clubs for university students in Tianjin City was formulated. To determine the guideline's overall quality, relevance, and operational viability, it was further examined using the connoisseurship evaluation approach. The validation panel consisted of seven specialists, including three sports management experts, two badminton teachers, and two university administrators, who collectively provided expert judgment on the guideline's feasibility and implementation potential.

In conclusion, the connoisseurship discussion results with seven experts comprising sports management experts, badminton teachers, and university administrators collectively confirm that the developed POLC-based guideline is appropriate, practical, and effective for managing badminton clubs for university students in Tianjin City. The experts reached a broad consensus that the guideline accurately reflects existing management conditions and addresses key challenges related to planning, organization, leadership, and control within university badminton clubs. The proposed planning strategies were considered feasible for managing training schedules, budgets, facilities, and human resources, while the organizational structure and role allocation were viewed as clear and implementable. In addition, the leadership strategies were recognized as effective in motivating coaches and students, and the monitoring and evaluation mechanisms were deemed suitable for assessing management performance and supporting continuous improvement. Overall, the experts agreed that the guideline is feasible across universities with different resource levels and suitable for practical application, providing a reliable framework to promote the sustainable and systematic development of university badminton clubs in Tianjin city. The details of the guideline to manage badminton clubs for university students in Tianjin city was as follows:

1. Planning (P) divided into 3 elements namely, development objectives, strategic planning, and resource planning.

2. Organizing (O) divided into 3 elements namely, organizational structure, role and responsibility allocation, and coordination mechanisms.

3. Leading (L) divided into 3 elements namely, leadership and management, coach leadership development, and student motivation and engagement.

4. Controlling (C) divided into 3 elements namely, monitoring and evaluation system, assessment mechanisms, and feedback and continuous improvement.

5. Institutional Support System divided into 3 elements namely, policy support, financial support, and facility and equipment support.

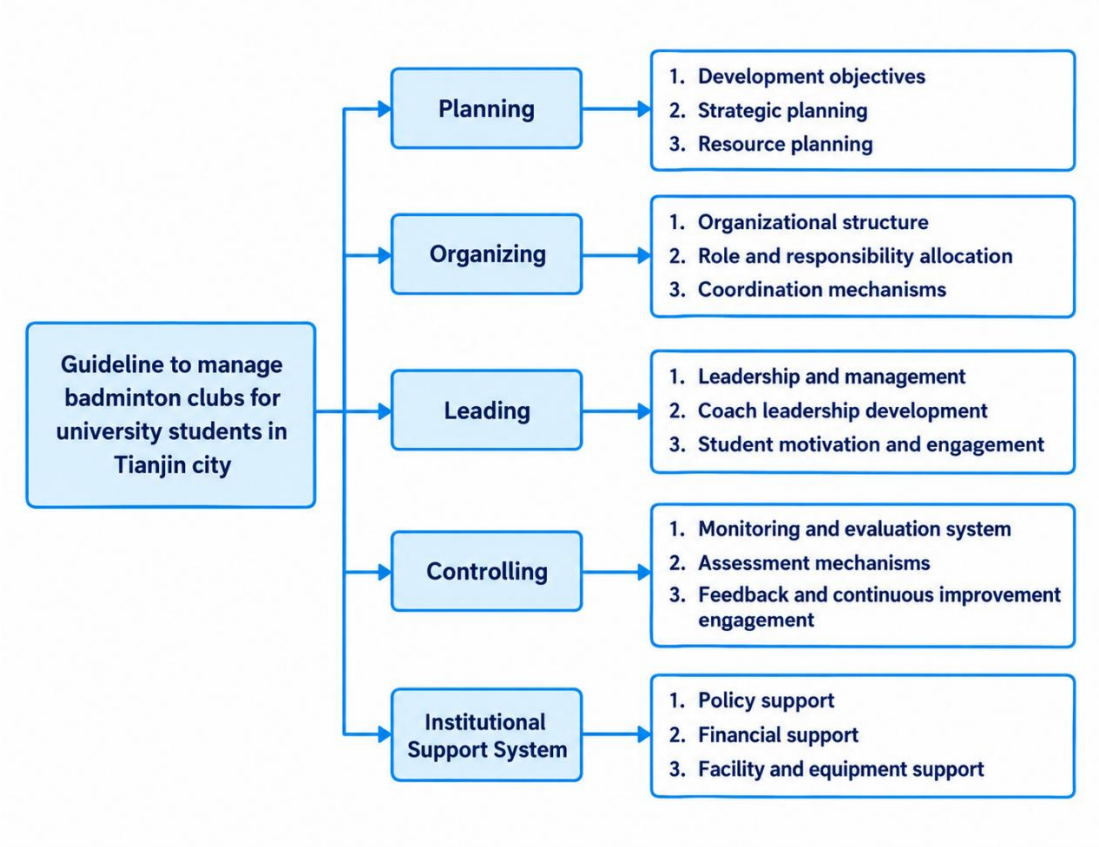


Figure 1. Guideline to manage badminton clubs for university students in Tianjin city

Discussion

This chapter discusses the major findings of the study in relation to existing theories and previous research, with particular emphasis on how the developed POLC-based guideline responds to the current management conditions and challenges of university badminton clubs in Tianjin City. The discussion is structured around the four core dimensions of the POLC framework, Planning, Organizing, Leading, and Controlling, and highlights how the integration of quantitative and qualitative evidence supports the feasibility and effectiveness of the proposed guideline.

For Planning (P): Strategic Direction and Resource Alignment. The findings from the questionnaire survey revealed that university badminton clubs in Tianjin City face significant challenges related to unclear development goals, insufficient financial support, and conflicts between training schedules and academic commitments. These results are consistent with previous studies indicating that inadequate planning is a

primary constraint in the management of university sports clubs (**Burton et al., 2017**; Houlihan & Green, 2008). In response, the developed guideline emphasizes the formulation of both short-term and long-term development objectives, systematic training and competition planning, and the alignment of club activities with academic calendars.

Expert interview and focus group findings further reinforced the importance of strategic planning, particularly in budgeting, facility usage, and human resource allocation. This aligns with the principles of modern sports management, which stress that effective planning enables organizations to anticipate constraints, allocate resources efficiently, and support sustainable development (Slack et al., 2022). By embedding structured planning procedures within the guideline, this study addresses the fragmented and short-term operational patterns identified in the empirical results.

For Organizing (O): Structural Clarity and Role Allocation. The survey results indicated low levels of satisfaction regarding organizational structure and administrative coordination, suggesting that many badminton clubs lack clear governance mechanisms. These findings are consistent with Chelladurai's (2014) multidimensional model of leadership, which emphasizes that unclear role definitions and weak organizational structures undermine organizational effectiveness. The proposed guideline responds by establishing a multi-level organizational structure involving university administrators, club management committees, coaching teams, and student leadership groups. Insights from experts and focus group participants highlighted that effective organization depends not only on structural design but also on clear responsibility allocation and communication mechanisms. Similar conclusions have been drawn in previous research on university sports clubs, which stresses that coordination between administrative departments and sports units is essential for operational efficiency (Murphy et al., 2019). Therefore, the organizing component of the guideline directly reflects both empirical findings and established management theory.

For Leading (L): Leadership Effectiveness and Participant Motivation. Leadership emerged as a critical factor influencing the quality of training, student engagement, and long-term participation. Questionnaire findings showed that students place high importance on coaching quality and leadership, while experts emphasized that weak leadership reduces motivation and continuity. These results are consistent with transformational leadership theory, which posits that effective leaders enhance motivation, commitment, and performance through vision, support, and recognition (Bass & Riggio, 2006).

The developed guideline incorporates leadership development strategies for both coaches and student leaders, including professional training, participatory decision-making, and incentive mechanisms. This approach aligns with prior studies indicating that leadership capacity-building and recognition systems are essential for sustaining student participation in university sports **clubs (Ferkins et al., 2018). By** addressing leadership deficiencies identified in the results, the guideline strengthens the human dimension of club management.

For Controlling (C): Evaluation, Feedback, and Continuous Improvement. The absence of systematic monitoring and evaluation was a recurring issue identified across all data sources. Experts and administrators noted that without clear performance indicators and feedback mechanisms, it is difficult to assess management effectiveness or justify resource allocation. This finding echoes the work of De Bosscher et al. (2006), who emphasized that monitoring and evaluation systems are fundamental to effective sports organization governance.

Accordingly, the guideline proposes comprehensive controlling mechanisms, including performance indicators related to participation rates, training attendance, competition outcomes, and student satisfaction, as well as regular evaluations of coaching performance and resource utilization. These

mechanisms support evidence-based decision-making and align with continuous improvement principles in management theory (Slack et al., 2022).

For Institutional Support and Policy Implications. Across interviews, focus groups, and connoisseurship validation, experts consistently emphasized that institutional support is a prerequisite for effective guideline implementation. The lack of stable funding, policy backing, and facility access identified in the questionnaire survey reflects broader challenges in university sports governance in China (Qin & Li, 2020). By integrating policy support, financial mechanisms, and facility management into the guideline, this study contributes a practical framework that bridges management theory and institutional realities.

Conclusion and Suggestion

Upon completion of the connoisseurship-based validation, the panel of seven experts reached a unanimous consensus that the proposed guideline for managing badminton clubs for university students in Tianjin City constitutes a well-rounded and practically oriented framework. The experts further confirmed that the guideline is suitably adapted to the local context, realistically applicable within current institutional and resource limitations, and capable of supporting effective club management. The structure of the guideline is presented below:

Planning (P) divided into 3 elements namely, development objectives, strategic planning, and resource planning.

Organizing (O) divided into 3 elements namely, organizational structure, role and responsibility allocation, and coordination mechanisms.

Leading (L) divided into 3 elements namely, leadership and management, coach leadership development, and student motivation and engagement.

Controlling (C) divided into 3 elements namely, monitoring and evaluation system, assessment mechanisms, and feedback and continuous improvement.

Institutional Support System divided into 3 elements namely, policy support, financial support, and facility and equipment support.

Recommendations from the Research Findings

1. Universities in Tianjin City should implement the proposed POLC-based management guideline as a standardized framework to improve the planning, organization, leadership, and evaluation of badminton club operations.

2. University administrations should strengthen institutional support, including stable funding, adequate facilities, and clear policy guidance, to enhance student participation and ensure the sustainable development of badminton clubs.

3. It should further apply and validate the guideline across different universities and sports clubs to assess its adaptability, effectiveness, and potential for broader application.

Recommendations for Future Research

1.Future studies should implement the proposed POLC-based guideline in practice and examine its long-term impact on management effectiveness, student participation, and club sustainability.

2.Comparative research is recommended to explore the applicability of the guideline across different universities, regions, or sports clubs, in order to assess its adaptability and generalizability.

3.Subsequent studies may adopt mixed or longitudinal research designs to investigate changes in leadership effectiveness, organizational performance, and student engagement over time after guideline implementation.

References

Badminton World Federation (BWF). (2023). Development & Participation Report. Retrieved March 11, 2025, from https://corporate.bwfbadminton.com.

Bass, B. M., & Riggio, R. E. (2006). Transformational leadership (2nd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Burton, L. J., Welty Peachey, J., & Wells, J. E. (2017). The role of servant leadership in developing an ethical climate in sport organizations. Journal of Sport Management, 31(3), 229–240. https://doi.org/10.1123/jsm.2016-0047

Chelladurai, P. (2014). Managing organizations for sport and physical activity (4th ed.). Routledge.

Chen, X. (2021). Exploration on the Development Mode of Mass Badminton from the Perspective of Healthy China. Frontiers in Sport Research, 3(4), 28-35. https://doi.org/10.25236/FSR.2021.030412)

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). Research Methods in Education (8th ed.). Routledge.

De Bosscher, V., De Knop, P., Van Bottenburg, M., & Shibli, S. (2006). A conceptual framework for analyzing sports policy factors leading to international sporting success. European Sport Management Quarterly, 6(2), 185–215.

Ferkins, L., Shilbury, D., & O'Boyle, I. (2018). Leadership in governance: Exploring collective board leadership in sport governance systems. Sport Management Review, 21(3), 221–231. https://doi.org/10.1016/ j.smr.2017.07.007

Houlihan, B., & Green, M. (2008). Comparative elite sport development: Systems, structures and public policy. Oxford: Butterworth-Heinemann. https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-8281-7.50004-X

J. R. Lindner & N. J. Lindner. (2024). Interpreting Likert-type Scales, Summated Scales, Unidimensional Scales, and Attitudinal Scales: I neither Agree nor Disagree, Likert or Not. Advancements in Agricultural Development, 5(2), 152-163. https://orcid.org/0000-0002-1448-3846

Murphy, M. H., Carlin, A., Woods, C., Nevill, A., MacDonncha, C., Ferguson, K., & Murphy, N. (2019). Student Activity and Sport Study Ireland: Protocol for a web-based survey and environmental audit tool for assessing the impact of multiple factors on university students' physical activity. JMIR Research Protocols, 8(2), e10823. https://doi.org/10.2196/10823.

Ping W, Niu X, bin Zainuddin ZA. (2024). The development path of badminton with Chinese characteristics: Connotation, situation, and future. Journal of Infrastructure, Policy and Development. 8(11), 8316. https://doi.org/10.24294/jipd.v8i11.8316

Qin, H., & Li, R. (2020). Cultural attribute and educational function: The origin of the development path of college student sports associations [文化属性和教育功能：高校学生体育社团发展的进路之源]. Study on China Physical Science [中国体育研究], 2(4), 199–215. https://doi.org/10.35534/scps.0204018. (in Chinese)

Qin, H., He, Y., & Liu, H. (2022). Research on the current situation and innovative management paths of college student sports associations in the new era: An investigation based on student sports association leaders [新时代背景下大学生体育社团管理现状及创新管理路径探索研究——基于大学生体育社团骨干的调查分析]. China Sport Research [中国体育研究], 4(3), 117–132. https://doi.org/10.35534/scps.0403012. (in Chinese)

Slack, T., Parent, M. M., & Legg, D. (2022). Understanding sport organizations: The application of organization theory (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Wang, P., Niu, X., & Zainuddin, Z. A. B. (2024). The development path of badminton with Chinese characteristics: Connotation, situation, and future. Journal of Infrastructure, Policy and Development, 8(11), 8316. https://doi.org/10.24294/jipd.v8i11.8316. (in Chinese)

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand
วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

การสร้างรูปแบบการจัดการความฉลาดรู้ทางกายนอกหลักสูตร เพื่อปลูกฝังความตระหนักรู้ในการทำกิจกรรมทางกายตลอดชีวิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยในมณฑลเหอหนาน

CONSTRUCTION OF EXTRACURRICULAR PHYSICAL LITERACY MANAGEMENT MODEL TO CULTIVATE LIFELONG PHYSICAL ACTIVITIES AWARENESS OF UNIVERSITY STUDENTS IN HENAN PROVINCE

โหล หยวนเหอ[1*] ปรีชา พงษ์เพ็ง[1] และ ประกิต หงษ์แสนยาธรรม[1]
Lou Yuanhe[1*], Preecha Pongpeng[1] and Prakit Hongsaenyatham[1]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี กรุงเทพมหานคร
[1]Faculty of Sports Science and Technology, Bangkokthonburi University, Bangkok
[*]Corresponding Author: louyuanhe@126.com

Received: March 25, 2026 **Revised:** May 7, 2026 **Accepted:** May 9, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบการจัดการความฉลาดรู้ทางกาย เพื่อปลูกฝังความตระหนักรู้ในการทำกิจกรรมทางกายตลอดชีวิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยในมณฑลเหอหนาน งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้ 1) การสำรวจด้วยแบบสอบถาม โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยจำนวน 400 คน และครูพลศึกษาจำนวน 380 คน 2) การสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน 3) การลงฉันทามติของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 19 คน ด้วยเทคนิคเดลฟาย 4) การสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน 5) การสัมนาอิงผู้เชี่ยวชาญกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ทั้งวิธีการทางสถิติและเชิงคุณภาพหลายรูปแบบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์เนื้อหา ค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามหาวิทยาลัยในมณฑลเหอหนานมีความรู้ความเข้าใจด้านสุขภาพในระดับที่เพียงพอและมีประสบการณ์ทางอารมณ์เชิงบวกต่อการเข้าร่วมกิจกรรมทางกายนอกเวลาเรียน อย่างไรก็ตาม นักศึกษายังมีความตระหนักรู้ด้านพลศึกษาตลอดชีวิตในระดับต่ำ และขาดการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องในระยะยาว โดยแรงจูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรมส่วนใหญ่ยังคงขับเคลื่อนด้วยปัจจัยเชิงหน้าที่หรือประโยชน์ใช้สอยเป็นหลัก จากผลการวิจัยดังกล่าว ได้มีการสร้างรูปแบบการจัดการความฉลาดรู้ทางกายในมหาวิทยาลัยขึ้น ซึ่งประกอบด้วยตัวชี้วัดหลัก 4 ด้าน ตัวชี้วัดรอง 12 ด้าน และตัวชี้วัดย่อย 49 ด้าน โดยมีเป้าหมายเพื่อปลูกฝังความตระหนักรู้และพฤติกรรมการออกกำลังกายตลอดชีวิตของนักศึกษาอย่างเป็นระบบ งานวิจัยนี้นำเสนอกรอบนโยบายเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับการพัฒนาความฉลาดรู้ทางกายนอกหลักสูตรในระดับอุดมศึกษาของประเทศจีน และสนับสนุนการดำเนินยุทธศาสตร์ Healthy China 2030 และ Sports Henan

คำสำคัญ: ความฉลาดรู้ทางกายนอกหลักสูตร, รูปแบบการจัดการ, ความตระหนักรู้ในการทำกิจกรรมทางกายตลอดชีวิต, นักศึกษามหาวิทยาลัย

Abstract

The objective of this research was to construct the extra physical literacy management model to cultivate lifelong physical activities awareness of university students. This research was a mixed method research, and the specific research procedures were as follows: 1) A questionnaire survey was conducted involving 400 university students and 380 physical education teachers; 2) In depth interviews with 7 experts; 3) Delphi consensus with 19 experts; 4) Focus group discussions with 7 experts; 5) Connoisseurship discussion with 9 experts. For the data analysis, multiple statistical and qualitative methods were employed, including mean values, standard deviations, content analysis, Median, and Inter Quartile Ranges (IQR). The results shown that university students in Henan Province have sufficient health cognition and positive

emotional experiences regarding extra physical activities, yet they exhibit a weak lifelong physical education awareness and insufficient long-term engagement, with their participation motivation dominated by functional drivers. A management model for extra physical activities in universities was constructed, which comprises 4 first-level indicators, 12 second-level indicators, and 49 third-level indicators, aiming to systematically cultivate students of lifelong physical activity awareness and habits. This study provides a scientific policy framework for cultivating extracurricular physical literacy in Chinese higher education and supports the implementation of the Healthy China 2030 and Sports Henan strategies.

Keywords: Extracurricular physical literacy, Management model, Awareness of lifelong physical activity, University students

Introduction

With the in-depth implementation of the "Healthy China" strategy and the comprehensive advancement of the integration of sports and education, university physical education has become increasingly prominent in its strategic value as a core vehicle for fostering students' physical and mental health and shaping lifelong physical activity awareness. As a major educational province in China, Henan had 174 regular higher education institutions as of 2024, with over 4 million enrolled students (Henan Provincial Department of Education. 2025). The quality of university physical education not only bears on the lifelong health and all-round development of millions of students but also directly influences regional sports culture construction and the elevation of national physical literacy, thereby providing crucial talent support and a social foundation for realizing the "Sports Henan" strategy.

The "Healthy China 2030" Planning Outline (Central Committee of the Communist Party of China & State Council, 2016) explicitly incorporates school physical education into the core domain of the "Healthy China" strategy, proposing to "establish the educational philosophy of health first, offer sufficient and well-delivered physical education courses, and help students enjoy themselves, enhance physical fitness, cultivate sound personality, and temper their will through physical exercise." Subsequently, Henan Province issued the Implementation Plan for Accelerating the Construction of a Strong Sports Province (Henan Provincial People's Government, 2022), which calls for "deepening the integration of sports and education, improving the school physical education teaching system, and cultivating students' lifelong physical activity awareness and habits," thus forming a policy system that combines national strategy with local characteristics. Against this backdrop, universities such as Henan University and Zhengzhou University have conducted beneficial explorations in reforming physical education curricula and innovating extracurricular physical activities, accumulating practical experience for the refined development of university physical education.

Although certain achievements have been made in physical education and the cultivation of lifelong physical activity awareness in Henan's universities, existing research still exhibits notable deficiencies. First, the research scope is limited, mostly focusing on a single university or specific institutions while neglecting differences between urban and rural areas and across different types of higher education institutions, resulting in insufficient sample representativeness (Yu, J. 2022). Second, the depth of research is inadequate; the effects of most policy implementations have been described only qualitatively, and no scientific quantitative evaluation system has yet been established (Guo, Y. D., 2023). Third, the analysis of influencing factors is partial, focusing solely on hardware resource conditions without fully exploring the interactive mechanisms among cognitive, motivational, managerial, and other multidimensional factors, and

lacking long-term tracking data (Wang, J. W., 2022). Fourth, the theoretical perspective is monolithic, confined within the discipline of physical education and failing to integrate multidisciplinary theories such as management and sociology (Zhang, Z., et, al, 2024). Fifth, the management model is disjointed; the existing management system lacks a full-process closed-loop design, lags behind in digital and intelligent applications, and has not formed a replicable and scalable implementation plan at the provincial level (Wang, Z. et, al, 2019).

These research gaps directly lead to a lack of systematic guidance for conducting extracurricular physical activities in Henan's universities, making the problem of "knowing but not acting, acting but not persisting" prominent among college students, whose lifelong physical activity awareness is difficult to transform into stable behavioral habits. Against this background, this study introduces the classic POLC (planning, organizing, leading, controlling) theory from management and focuses on the core question: "How can scientific extracurricular physical literacy management enhance university students' lifelong physical activity awareness?" A multidimensional empirical study was conducted. The core research questions of this study include: (1) What are the current situation and core constraining factors of extracurricular physical literacy and lifelong physical activity awareness among university students in Henan Province? (2) How can an extracurricular physical literacy management model applicable to universities in Henan Province be constructed based on POLC theory? (3) What is the feasibility and applicability of this management model? By answering these questions, this study aims to provide a scientific basis for universities to optimize extracurricular physical management and for education authorities to formulate policies, thereby contributing to the effective implementation of the sports-education integration strategy.

Literature Review and Theoretical Framework

1. Concept and Dimensions of Extracurricular Physical Literacy

Physical literacy is a core concept in the field of international physical education. Margaret Whitehead defines "the integrated embodiment of motivation, confidence, physical competence, knowledge, and understanding required to maintain appropriate physical activity throughout the life course." This concept transcends the traditional notion of physical fitness, emphasizing the integrated development of multiple dimensions as physical, cognitive, affective, and social, and serves as a crucial foundation linking school sports with societal sports and realizing lifelong physical activity (Dong, Q. et, al 2024).

In this study, "extracurricular physical literacy" represents an extension and concretization of the concept of physical literacy within the extracurricular physical activity’s context, referring to the comprehensive competency demonstrated by university students in sports activities outside formal classroom instruction. Building on the early research of Professor Lai Tiande, he constructed a six-dimensional structure of extracurricular physical literacy for Chinese university students, comprising: (1) the physical competence dimension, i.e., the level of basic motor skills and specialized sports skills; (2) the health knowledge dimension, i.e., knowledge of physical exercise, nutrition and hygiene, sports injury prevention, etc.; (3) the sports motivation dimension, i.e., intrinsic drives and extrinsic incentives to participate in physical activities; (4) the affective experience dimension, i.e., feelings of pleasure, achievement, and belonging during physical activity participation; (5) the social interaction dimension, i.e., the ability to engage in interpersonal communication and teamwork through physical activities; and (6) the behavioral habit dimension, i.e., a stable behavioral tendency to regularly engage in physical activities. These six dimensions are interrelated and mutually reinforcing, together forming a complete system of extracurricular physical literacy (Cheng, G. 2021).

2. Connotation and Formation Mechanism of Lifelong Physical Activity Awareness

Lifelong physical activity awareness refers to an individual's stable cognition, affective attitude, and behavioral disposition toward the lifelong value of physical activity, and is the precursor to lifelong physical activity behavior. This concept originates from Paul Lengrand's theory of lifelong education, which emphasizes that education should run through a person's entire life, and that physical education, as an essential component of education, should also achieve full coverage from infancy to old age (Lengrand, 1970). Liu, X. (2025) summarized the connotation of lifelong physical activity awareness into three levels: (1) the health level, namely recognizing the significant value of physical activity in promoting physical and mental health and preventing diseases; (2) the educational level, namely recognizing the educational function of physical activity in shaping personality and cultivating willpower; and (3) the social level, namely recognizing the positive role of physical activity in promoting social interaction and building a harmonious society.

The university stage is a critical period for the formation and consolidation of lifelong physical activity awareness. Zhou, W. et, al (2021) noted that university students are at a maturing stage of physical and psychological development, possessing the ability and conditions to independently engage in physical exercise, and the sports behavioral habits formed during this period are most likely to extend into adulthood. However, the formation of lifelong physical activity awareness is not a spontaneous process; rather, it is a spiral progression from cognition to emotion and then to behavior (Guo, Y. C. et, al 2024). Scientific management and guidance are key factors in facilitating this transformation process, effectively paving the way from "knowing the importance of sports" to "actively participating in sports" and ultimately to "persisting in sports throughout life."

3. POLC Management Theory and Its Application in University Physical Education Management

The POLC theory is the most classical management function framework in the field of management. It was first proposed by the management scholar Henri Fayol and later systematically refined by (Robbins, S. P. et, al 2022) in Management (15th ed.). This theory divides the management process into four interrelated and cyclically recurring core functions: Planning: determining organizational goals and formulating strategies and specific action plans to achieve those goals. Organizing: designing the organizational structure, clarifying the division of authority and responsibility, and allocating human, material, financial, and other resources. Leading: motivating and guiding organizational members, creating a positive organizational atmosphere, and promoting goal achievement. Controlling: monitoring organizational activities, evaluating performance, and promptly correcting deviations to ensure that goals are accomplished as planned.

Due to its advantages of being structured, systematic, and providing full-process control, the POLC theory has been widely applied in various areas of university education management. Wang, Z. et, al (2019) pointed out that introducing the POLC theory into university extracurricular physical activities management can effectively address problems such as unclear objectives, incomplete organization, insufficient motivation, and untimely monitoring that currently exist in management. This study adopts the POLC theory as the core framework to construct a management model for university students' extracurricular physical literacy. Through the synergy of these four dimensions, it aims to achieve full-process and refined management of extracurricular physical activities, ultimately enhancing university students' lifelong physical activity awareness.

4. Research Conceptual Framework

Based on the literature analysis above, this study constructed the following conceptual framework (Figure 1).

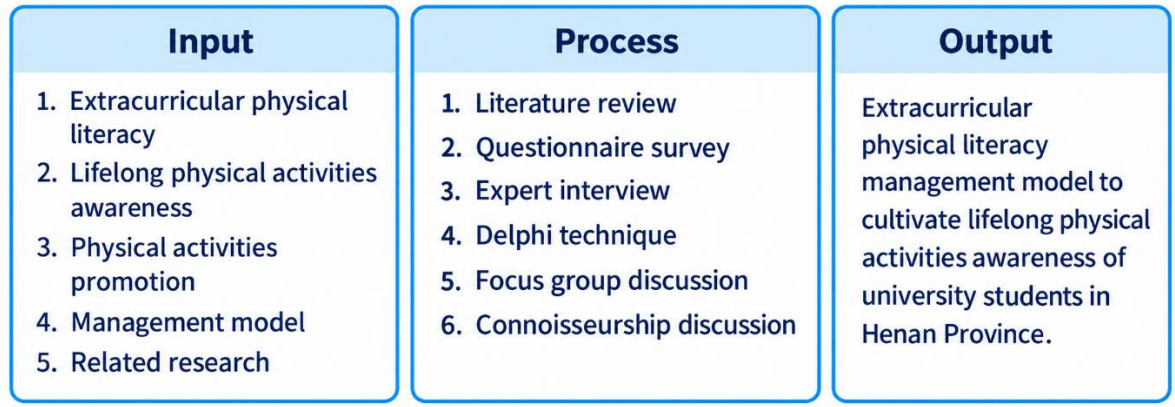


Figure 1. Conceptual Framework

Research Methodology

This research ethical approval has been granted by the Bangkokthonburi University ethical committee, certificate no. 2568/403 (4), and issued on November 10, 2025.

Population

This study adopted a multistage stratified sampling method and selected five representative universities in Henan Province as the research sites, namely Henan University, Henan Normal University, Henan University of Science and Technology, Henan Medical University, and Henan Agricultural University. The target population comprised all undergraduate students (a total of 193,507) and all physical education teachers (a total of 380) at these five universities.

Sample

For the student population, the Taro Yamane (Li et, al 2025) formula was employed to calculate the sample size, with a 95% confidence level and a permissible sampling error of 5%, yielding a minimum required sample size of 384. Considering the possibility of invalid questionnaires, 400 questionnaires were ultimately distributed. For the teacher population, cluster sampling was adopted, and all 380 physical education teachers at the five aforementioned universities were included in the research.

This study employed purposive sampling to select experts based on dimensions such as professional field, work experience, and academic title, thereby ensuring the representativeness and authority of the experts. The specific composition of the expert panel is as follows:

(1) 5 physical education experts conducted the content validity evaluation of the research instruments using the Item-Objective Congruence (IOC) index;

(2) 7 professors in the field of university physical education participated in in-depth interviews

(3) 9 experts in university physical activity management and teaching participated in the Delphi consensus-building process.

(4) 7 front-line core physical education teachers from universities participated in the focus group discussions.

(5) 9 senior experts in physical education and management participated in the expert connoisseurship validation of the model.

Research Instruments

This research employed six standardized research instruments covering the entire process of

current situation investigation, model construction, and model validation. All instruments were evaluated for content validity by five experts using the Item-Objective Congruence (IOC) index, with individual item IOC ≥ 0.60-1.00.

(1) Questionnaire on Extracurricular Physical Activity for University Students was designed using a five-point Likert scale and encompassed eight dimensions. It was used to investigate the current status of university students' extracurricular physical literacy and lifelong physical activity awareness.

(2) Questionnaire on Extracurricular Physical Activities Management for University Physical Education Teachers was designed using a five-point Likert scale and comprised four dimensions. It was used to investigate teachers' evaluations of the current status of extracurricular physical activities management and their suggestions for improvement.

(3) Expert Interview Protocol adopted a semi-structured, open-ended design centered on three core topics. It was used to preliminarily distill the core elements of the extracurricular physical literacy management model.

(4) Delphi Method Questionnaire was designed using a five-point Likert scale, covering the four first-level dimensions of POLC. It was used to construct and screen the indicator system of the management model through expert consensus.

(5) Focus Group Discussion Protocol adopted an open-ended design, focusing on three core areas. It was used to optimize and refine the draft model derived from the Delphi method.

(6) Expert Connoisseurship Evaluation Framework was constructed based on (Li et, al 2025) expert connoisseurship approach, combining open-ended interviews and a Likert scale to verify the feasibility and applicability of the final management model from four dimensions. This evaluation was independently conducted by nine senior physical education experts.

Data Collection and Analysis

The research adopted the exploratory sequential mixed-methods design proposed by Creswell, J. W. et, al (2018). Data analysis was conducted using SPSS 26.0 and NVivo 12.0 software. All research instruments underwent content validity evaluation by five physical education experts using the Item-Objective Congruence (IOC) index, yielding an overall IOC mean of 0.95 with all individual item IOC ≥ 0.60, thus meeting academic standards. The full process was as follows:

(1) A systematic search of relevant domestic and international literature was conducted to map the research progress, and content analysis was employed to clarify the core research questions and the POLC theoretical framework.

(2) A total of 400 extracurricular physical literacy questionnaires for university students and 380 physical activities management questionnaires for teachers were distributed online successively. Valid responses collected were 387 (96.75%) and 353 (92.89%), respectively. Descriptive statistical analysis was performed using the mean ($\bar{X}$) and standard deviation (S.D.).

(3) Semi-structured, in-depth interviews, each approximately 60 minutes in duration, were conducted with seven experts. All interviews were audio-recorded and transcribed verbatim. Content analysis was applied to complete three-level coding and to extract the core elements of the management model.

(4) Two rounds of the Delphi method were conducted with 19 experts. Indicator evaluation data were collected through anonymous feedback and analyzed using the Median (M) and interquartile range (IQR), with M ≥ 3.50 and IQR ≤ 1.50 serving as the consensus criteria. A draft model was subsequently formed.

(5) A 90-minute focus group discussion was first organized with seven experts, and content analysis was used to refine the model details. Following this, nine experts were invited to conduct an expert connoisseurship evaluation, in which the mean and standard deviation were applied to verify the scientific validity and applicability of the model.

Results

1) Survey Results on the Current Status of Extracurricular Physical Activities among University Students in Henan Province

A total of 387 valid student questionnaires were collected in this survey. The basic demographic information of the sample is presented in Table 1.

Table 1. Sample Distribution of the Student Questionnaire (n = 387)

Category		Sample	Percentage
Gender	Male	152	39.28%
	Female	235	60.72%
Grade	Grade one	242	63.02%
	Grade two	123	32.03%
	Grade three	12	3.13%
	Grade four	10	2.60%

2) Participation Characteristics of University Students in Extracurricular Physical Activities

The participation characteristics of university students in extracurricular physical activities are presented in Table 2.

Table 2. Current Participation Status of University Students in Extracurricular Physical Activities

Item	Category	Percentage
Weekly participation rate	2–3 times per week	43.41%
Duration per participation	30–90 minutes	60.47%
Time period of participation	Afternoon (12:00–22:00)	71.57%
Types of physical activities participated	Ball games and recreational activities	59.52%
Main venues for physical activities	Sports field/Playground	65.13%
Purpose of participating in physical activities	Relieving stress and enhancing physical fitness	50.45%
Perception of the impact of physical activities on the future	Reducing diseases and improving mood	58.46%

3) Cognitive Dimension Scores of University Students on Extracurricular Physical Activities

This study examined university students' cognitive levels regarding extracurricular physical activities across eight dimensions. The results are presented in Table 3.

Table 3. University Students Awareness of Participating in Extra Physical Activities

Dimension	$\bar{x}$	S.D.	Result
Cognitive Understanding	3.58	0.89	High
Attitude and Emotion	3.36	1.35	Moderate
Intrinsic Motivation	3.58	1.06	High
Self-efficacy	3.18	1.33	Moderate
Subjective Norms	3.58	0.93	High
Resource Allocation	2.42	1.44	Poor
Barrier Factors	2.95	1.71	Moderate
Management and Service Evaluation	2.88	1.72	Moderate

The results showed that the dimensions of cognitive understanding, intrinsic motivation, and subjective norm scored relatively high, indicating that university students possess a clear cognition of the value of extracurricular physical activities. The resource allocation dimension scored the lowest, constituting the core objective bottleneck constraining the implementation of these activities. The dimensions of attitude and affect, self-efficacy, and management and service evaluation scored at a moderate level, representing key factors that hinder the transformation of cognition into behavior.

4) Survey Results from Physical Education Teachers in Henan Universities

4.1) Basic Information of the Teacher Sample

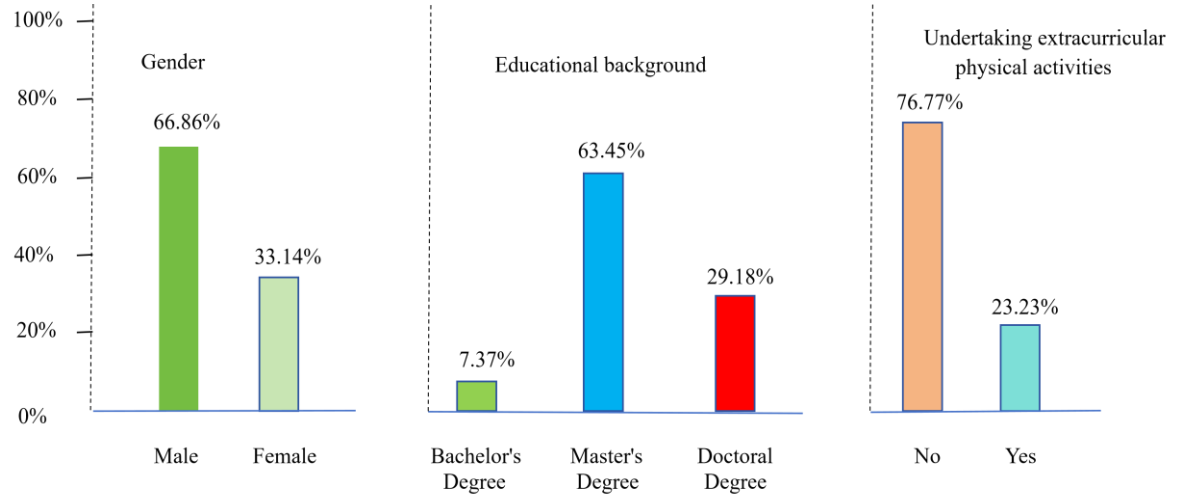


Figure 2. Basic Information of The Teacher Questionnaire

The results showed that a total of 353 valid teacher questionnaires were returned, yielding a valid response rate of 92.89%. Male teachers accounted for 66.86% of the sample, which is consistent with the gender structure of physical education teachers in domestic universities. Teachers with a master's degree or above constituted 92.63%, ensuring the professionalism of the responses. Only 23.23% of the teachers were responsible for extracurricular sports work, reflecting a serious lack of teacher participation. The sample covered different genders and educational levels, demonstrating good representativeness and providing empirical support for subsequent research.

4.2) Teachers' Evaluation of the Current Status of Extracurricular Physical Activities Management

The results of teachers' evaluations on the four dimensions of extracurricular physical activities management are presented in Figure 3.

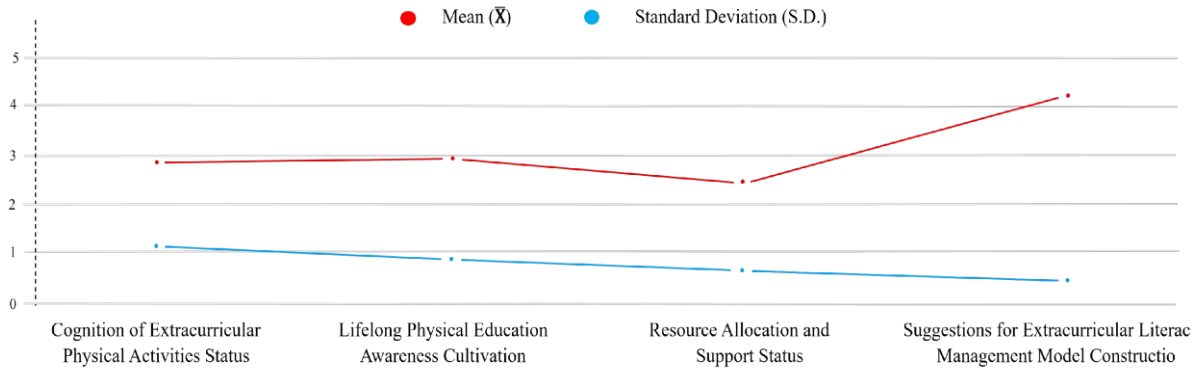


Figure 3. Current status of extracurricular physical activity management

The results showed that the three dimensions implementation of extracurricular physical activities, cultivation of lifelong physical activity awareness, and resource allocation and support were all at a moderate level, exposing core problems such as supply demand imbalances, disconnects between concepts and behaviors, and structural contradictions in resource allocation. In contrast, the dimension of "suggestions for constructing an extracurricular physical literacy management model" received the highest score, indicating that frontline teachers have reached a strong consensus on the need for tiered, collaborative, and intelligent management reforms.

4.3) Development of the Extracurricular Physical Literacy Management Model

Through in-depth interviews with 7 experts, content analysis was employed to distill the core elements of the management model. Subsequently, two rounds of Delphi expert consultation (n= 19) were conducted to reach consensus, and five core principles were formulated:

Organizational collaboration principle: Establish cross-departmental linkage mechanisms and inter-university resource-sharing platforms.

Professional support principle: Strengthen the construction of the teaching staff and introduce external professional resources.

Differentiated design principle: Provide graded and classified activities based on students' academic year and physical fitness levels.

Health security principle: Establish a sound risk prevention, control, and health monitoring system.

Incentive mechanism principle: Improve the diversified evaluation system and incorporate physical activities into comprehensive assessments.

The statistical results of the first-level indicators from the Delphi method are presented in Table 4. The Median of all indicators was ≥ 4.00, and the IQR range was ≤ 1.00, indicating an extremely high degree of expert consensus.

Table 4. Statistical Results of the First-Level and Second-Level Indicators from the Delphi Method (n = 19)

Level indicators	Median	IQR	Result
A: Planning	4.00	1.00	Agree
B: Organizing	5.00	0.00	Strongly Agree
C: Leading	4.00	1.00	Agree
D: Controlling	5.00	0.00	Strongly Agree
A1: Construction of target system	4.00	1.00	Agree
A2: Content planning and design	4.00	1.00	Agree
A3: Resource allocation planning	5.00	0.00	Strongly Agree
B1: Construction of management structure	5.00	0.00	Strongly Agree
B2: Collaboration among participating entities	5.00	0.00	Strongly Agree
B3: Operational mechanism optimization	4.00	1.00	Agree
C1: Sports atmosphere cultivation	4.00	1.00	Agree
C2: Incentive and guidance mechanisms	5.00	0.00	Strongly Agree
C3: Personalized support	4.00	1.00	Agree
D1: Monitoring and evaluation system	5.00	0.00	Strongly Agree
D2: Feedback and improvement mechanism	5.00	0.00	Strongly Agree
D3: Quality assurance system	5.00	0.00	Strongly Agree

This study first organized a focus group discussion with seven experts to optimize the indicator rationality and implementation feasibility of the draft management model derived from the Delphi method. Subsequently, nine experts were invited to conduct an expert connoisseurship evaluation of the revised and finalized management model. The results are presented in Table 5.

Table 5. Expert Evaluation Results of the Extracurricular Physical Literacy Management Model (n = 9)

Level indicators	$\bar{X}$	S.D.	Result
First level indicators	4.92	0.77	Highest
Second level indicators	4.95	0.12	Highest
Third level indicators	4.95	0.13	Highest

The results showed that all indicators based on the POLC framework received high expert endorsement, demonstrating that the model possesses both theoretical scientific validity and practical applicability. The finalized Extracurricular Physical Literacy Management Model for university students in Henan Province is presented in Figure 4.



Figure 4. Extracurricular physical literacy management model to cultivate lifelong physical activities awareness of university students in Henan Province

Discussion

1) Analysis of the Current Status of Extracurricular Physical Activities among University Students in Henan Province

The results of this study indicate that university students in Henan Province possess relatively high health cognition and intrinsic motivation toward extracurricular physical activities, yet their actual participation level and lifelong physical activity awareness still require improvement. This finding is consistent with the conclusion of Wang, J. W. (2022), suggesting that the problem of "knowing is easy, but doing is difficult" is prevalent in Chinese universities. The underlying reasons are, on the one hand, that students have low self-efficacy, lack scientific sports skills and exercise methods, and thus find it difficult to build the confidence necessary for long-term adherence. On the other hand, extracurricular physical activities management and services at universities are inadequate and fail to meet students' diverse needs.

It is particularly noteworthy that the resource allocation dimension scored the lowest ($\bar{X}$ = 2.42), which is corroborated by the results of the teacher survey ($\bar{X}$ = 2.68). The investigation revealed that universities in Henan Province generally suffer from insufficient sports venues and facilities, limited opening hours, and a shortage of professional instructors. Moreover, the resource gap between urban and rural universities is especially pronounced. Universities located in the provincial capital are relatively well-resourced, whereas those situated in prefecture-level and county-level cities are comparatively resource-poor, further exacerbating the inequality in students' participation in extracurricular physical activities.

2) Analysis of the Extracurricular Physical Literacy Management Model Based on the POLC Theory

The extracurricular physical literacy management model constructed in this study adopts the POLC theory as its core framework, achieving full-process closed-loop management of extracurricular physical activities. The Planning dimension emphasizes goal orientation and differentiated design. By setting four levels of goals cognition, skills, habits, and knowledge and providing diversified activity content such as basic physical fitness, specialized skills, and interest-based expansion, it caters to the needs of different students. This aligns with the differentiated goal-setting perspective proposed by Xiang, Z. B. et, al (2024).

The Organizing dimension establishes a four-level management system of "university college class community," clarifying the division of authority and responsibility among various entities and promoting cross-departmental and inter-university collaboration. This echoes the diversified collaborative management model proposed by Guo, Y. C., et, al (2024).

The Leading dimension focuses on stimulating students' intrinsic motivation through atmosphere building, diverse incentives, and personalized support. Research by Mo, Y. H. (2024) indicates that goal commitment and positive incentives can significantly promote university students' physical activity behaviors, and the design of this model fully embodies this concept.

The Controlling dimension establishes a closed-loop system encompassing data monitoring, process evaluation, outcome feedback, and continuous improvement, ensuring the effective implementation of management measures. This reflects the "check act" logic within the PDCA theory (Shi, J. et, al (2025).

3) Policy Implications

The findings of this study carry important policy implications for the implementation of the "Healthy China 2030" and "Sports Henan" strategies at the university level: (1) improving top-level design, education authorities should issue specific guidelines for university extracurricular physical activities management and incorporate the cultivation of extracurricular physical literacy into the evaluation system of university physical education; (2) increasing resource investment, establish a provincial-level university sports resource-sharing platform to coordinate the allocation of venues, teaching staff, equipment, and other resources, thereby narrowing the gap between urban and rural universities; (3) deepening the integration of sports and education, strengthen collaboration with sports departments and social sports organizations, introduce professional coaching and competition resources, and enrich the content of extracurricular physical activities; and (4) advancing digital transformation, leverage technologies such as big data and artificial intelligence to build a university student sports health monitoring platform, enabling personalized exercise guidance and management.

4) Research Limitations

First, sample limitation. The sample was predominantly composed of first- and second-year students (95.05%), with insufficient representation of upper-year students, which may affect a comprehensive understanding of the developmental patterns of lifelong physical activity awareness.

Second, geographical limitation. The study was confined to Henan Province, where the policy environment and sports culture may differ from those in other regions. Therefore, the management model should be applied cautiously and adapted to local contexts.

Third, limitations inherent to the mixed-methods design. The exploratory sequential design may involve integration bias across the qualitative-quantitative-qualitative phases, and the Delphi method and expert connoisseurship evaluation are subject to subjective judgment. Moreover, the cross-sectional questionnaire does not support causal inference regarding long-term effects.

Conclusion and Suggestion

This study adopted an exploratory sequential mixed-methods design to systematically investigate the current status of extracurricular physical literacy and lifelong physical activity awareness among university students in Henan Province. Based on the POLC management theory, an extracurricular physical literacy management model comprising 4 first-level indicators, 12 second-level indicators, and 49 third-level indicators was constructed, and its scientific validity and applicability were verified through the expert connoisseurship evaluation approach. The findings revealed that although university students in Henan Province possess relatively high health cognition and intrinsic motivation, their lifelong physical activity awareness remains weak and long-term participation is insufficient, with inadequate resource allocation identified as the core constraining bottleneck. The full-process refined management model, encompassing the four dimensions of planning, organizing, leading, and controlling, can effectively promote the enhancement of students' extracurricular physical literacy and the formation of lifelong physical activity awareness. Moreover, this model has reached a strong consensus among frontline physical education teachers and possesses a solid practical foundation and considerable promotion value in universities in Henan Province.

Practical Suggestion

Pilot application and promotion: Select two to three universities of different types to pilot the model, track and monitor the implementation effects, and optimize and refine it based on feedback.

Strengthen teacher training: Regularly organize training in extracurricular physical activities management and instructional skills for physical education teachers, thereby enhancing their professional competence and management capabilities.

Improve incentive mechanisms: Incorporate students' participation in extracurricular physical activities into the comprehensive quality evaluation system, and simultaneously establish assessment and reward mechanisms for teachers' extracurricular physical activities work.

Cultivate a sports culture: Foster a vibrant campus sports culture atmosphere by organizing activities such as campus sports festivals, sports meetings, and sports star campus visits.

References

Central Committee of the Communist Party of China & State Council. (2016). Healthy China 2030 plan outline. [“健康中国2030”规划纲要] Retrieved August 10, 2024, from https://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm (in Chinese)

Cheng, G. (2021). The Reform of Physical Education Teaching in Colleges and Universities and the Cultivation of College Students’ Life long Physical Education Consciousness [高校体育教学改革与大学生终身体育意识的培养研究]. Innovation and Practice of Teaching Methods [教学方法创新与实践], 4(1), 89-91. (in Chinese)

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.). Sage.

Dong, Q., & Liu, Y. (2024). Digital Transformation of Education in Empowering the Development of Physical Education in Schools: History, Current Situation, and Future. China Sport Science, 44(8), 50-60. (in Chinese)

Guo, Y. C., & Lu, C. F. (2024). Theoretical framework and promotion strategies for ideological and political construction in physical education curriculum [体育课程思政建设的理论框架与推进策略]. Journal of Physical Education [体育学刊], 31(5),80-87. (in Chinese)

Guo, Y. D. (2023). Research on the current situation and optimization strategies of after school sports services in primary schools under the background of "double reduction" policy [“双减”政策背景下小学课后体育服务现状与优化策略研究]. [Master's thesis, Nanjing Sport Institute]. (in Chinese)

Henan Provincial Department of Education. (2025). Notice on issuing the 2024 statistical bulletin on the development of education in Henan Province [河南省教育厅关于印发2024年河南省教育事业发展统计公报的通知]. Retrieved March 11, 2025, from https://jyt.henan.gov.cn/2025/03-11/3135229.html (in Chinese)

Henan Provincial People's Government. (2022). Implementation plan for accelerating the construction of physical Henan [河南省人民政府关于印发加快建设体育河南实施方案的通知] Retrieved March 11, 2025, from https://www.henan.gov.cn/2022/07-06/2481984.html (in Chinese)

Li, D., & Hongsaenyatham, P. (2025). A Development of Indicators and Physical Health Evaluation System for University Students in Guangzhou City. International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews, 5(2), 619-624. https://doi.org/10.60027/ijsasr.2025.5543

Mo, Y. H. (2024). A study on the influence of goal commitment on university students' exercise behavior and physical health: Based on goal setting theory [目标承诺对大学生锻炼行为和体质健康的影响研究——基于目标设定理论]. Zhejiang Physical Science [浙江体育科学], (3), 106-111. (in Chinese)

Robbins, S. P., & Coulter, M. (2022). Management (15th ed.) (G. Liu et al., Trans.). China Renmin University Press.

Shi, J. & Niu, L. F. (2025) Quality Improvement Strategies in Higher Education Based on the PDCA Cycle [基于PDCA循环的高等教育质量提升策略]. Innovative Education Research [创新教育研究], 13(3), 265-270. (in Chinese)

Wang, J. W. (2022). Research on the governance mechanism of sunshine sports in Chinese colleges and universities based on the second classroom transcript system [基于第二课堂成绩单制度的我国高校阳光体育运动治理机制研究]. Journal of Sports Science [体育学刊], (01), 124-129. (in Chinese)

Wang, Z., & Hu, X. (2019). Reflections on Management Strategies for Practical Teaching in Higher Vocational Education Based on the POLC Concept [基于POLC理念的高职实践教学管理对策思考]. Modern vocational education [现代职业教育],(2),152-153. (in Chinese)

Xiang, Z. B., Xie, S. Y., Ji, Y., Xu, Z., Zheng, H. Y., & Xi, H. J. (2024). Practical examination and optimization strategies of physical social organizations participating in school extra physical services [体育社会组织参与学校课外体育服务的现实审视与优化策略]. China Sport Science [体育科学], 44(4), 72-80. (in Chinese)

Yu, J. (2022). Investigation and analysis on the current situation of extra physical activities of middle school students in Shangqiu City [商丘市中学生课外体育活动现状的调查与分析]. New Sports [新体育], (10), 95-97. (in Chinese)

Zhang, Z., Hongsaenyatham, P., & Siriphan, C. (2024). The Construction of Wushu Teaching Strategy in Higher Education Based on WSR Theory. International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews, 4(3), 163-174. https://doi.org/10.60027/ijsasr.2024.4000

Zhou, W., & Zhu, Y. (2021). A study on the influencing factors of university students sports health literacy based on KAP theory [基于KAP理论的大学生运动健康素养影响因素研究]. Journal of Southwest China Normal University [西南师范大学学报], 46(6), 145-149. (in Chinese)

APPENDIX 1

The second round of the Delphi consensus

First level indicators	Median	IQR	Level
A:Planning	4.00	1.00	Agree
B:Organizing	5.00	0.00	Strongly Agree
C:Leading	4.00	1.00	Agree
D:Controlling	5.00	0.00	Strongly Agree
Total	4.50	1.50	Strongly Agree
Second level indicators	**Median**	**IQR**	**Level**
A1: Construction of target system	4.00	1.00	Agree
A2: Content planning and design	4.00	1.00	Agree
A3: Resource allocation planning	5.00	0.00	Strongly Agree
B1: Construction of management structure	5.00	0.00	Strongly Agree
B2: Collaboration among participating entities	5.00	0.00	Strongly Agree
B3: Operational mechanism optimization	4.00	1.00	Agree
C1: Sports atmosphere cultivation	4.00	1.00	Agree
C2: Incentive and guidance mechanisms	5.00	0.00	Strongly Agree
C3: Personalized support	4.00	1.00	Agree
D1: Monitoring and evaluation system	5.00	0.00	Strongly Agree
D2: Feedback and improvement mechanism	5.00	0.00	Strongly Agree
D3: Quality assurance system	5.00	0.00	Strongly Agree
Total	4.58	0.42	Strongly Agree
Third level indicators	**Median**	**IQR**	**Level**
A11: Cognitive objectives of lifelong physical philosophy	4.00	1.00	Agree
A12: Mastery objectives of lifelong physical skills	4.00	1.00	Agree
A13: Habit formation objectives of regular exercise	5.00	0.00	Strongly Agree
A14: Knowledge enhancement objectives of sports health	4.00	1.00	Agree
A21: Foundational physical fitness enhancement activities	4.00	1.00	Agree
A22: Lifelong physical project experience activities	5.00	0.00	Strongly Agree
A23: Sports skills training activities	4.00	1.00	Agree
A24: Sports knowledge lecture activities	5.00	0.00	Strongly Agree
A25: Sports interest expansion activities	4.00	1.00	Agree
A31: Project adapted venue allocation	4.00	1.00	Agree
A32: Project adapted equipment allocation	5.00	0.00	Strongly Agree
A33: Sports instruction faculty allocation	5.00	0.00	Strongly Agree
A34: Sports funding safeguard allocation	5.00	0.00	Strongly Agree
B11: University level extracurricular sports management working group	5.00	0.00	Strongly Agree
B12: College level physical activity implementation working group	5.00	0.00	Strongly Agree
B13: Class sports committee liaison post	4.00	1.00	Agree
B14: Project community service responsibility system	5.00	0.00	Strongly Agree
B21: University-college-class three-tier activity coordination	5.00	0.00	Strongly Agree
B22: Teacher sports club coordination	5.00	0.00	Strongly Agree
B23: Sports association student coordination	5.00	0.00	Strongly Agree
B24: Project community interest coordination	4.00	1.00	Agree
B31: Activity regularization mechanism	4.00	1.00	Agree
B32: Interest project matching and streamlining mechanism	5.00	0.00	Strongly Agree

B33: Skill progressive training mechanism	4.00	1.00	Agree
B34: Community long term linkage and exchange mechanism	4.00	1.00	Agree
C11: Lifelong physical culture promotion	4.00	1.00	Agree
C12: Demonstration of long term exercising student role models	5.00	0.00	Strongly Agree
C13: Exhibition of lifelong physical achievements	5.00	0.00	Strongly Agree
C14: Project community culture cultivation	4.00	1.00	Agree
C21: Exercise check in points policy incentives	5.00	0.00	Strongly Agree
C22: Project skill level certification rewards	4.00	1.00	Agree
C23: Community contribution honor incentives	5.00	0.00	Strongly Agree
C24: Lifelong physical planning excellence recognition incentives	4.00	1.00	Agree
C25: Interest driven incentive mechanism	5.00	0.00	Strongly Agree
C31: Fitness level based skill teaching support	4.00	1.00	Agree
C32: Interest preference based project adaptation support	5.00	0.00	Strongly Agree
C33: Flexible physical activity scheduling support	5.00	0.00	Strongly Agree
C34: Activity participation experience satisfaction survey	5.00	0.00	Strongly Agree
D11: Exercise habit data monitoring	5.00	0.00	Strongly Agree
D12: Project skill mastery level assessment	5.00	0.00	Strongly Agree
D13: Lifelong physical awareness cognitive questionnaire evaluation	4.00	1.00	Agree
D21: Student needs regular feedback channels	5.00	0.00	Strongly Agree
D22: Evaluation results content optimization linkage mechanism	4.00	1.00	Agree
D23: Resource adaptation dynamic adjustment mechanism	5.00	0.00	Strongly Agree
D31: Activity safety protection and safeguard	5.00	0.00	Strongly Agree
D32: Instructional faculty professional competence assurance	4.00	1.00	Agree
D33: Project equipment renewal and maintenance assurance	5.00	0.00	Strongly Agree
D34: Activity organization process service guarantee	5.00	0.00	Strongly Agree
D35: Institutional safeguard	5.00	0.00	Strongly Agree
Total	4.59	0.41	Strongly Agree

Journal of Sports Science and Health Innovation
Rajabhat University Group of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและนวัตกรรมสุขภาพ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย
ปีที่ 5 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2569)

การออกแบบโปรแกรมฝึก SPARQ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเล่นเทเบิลเทนนิสของนักศึกษามหาวิทยาลัย

DESIGNING SPARQ TRAINING PROGRAM TO ENHANCE TABLE TENNIS PERFORMANCE OF UNIVERSITY STUDENTS

หวาง ฉี[1*] ประกิต หงษ์แสนยาธรรม[1] และ เหงียน ตรา เกียง[1]
Huang Qi[1*], Prakit Hongseanyatham[1] and Nguyen Tra Giang[1]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี กรุงเทพมหานคร
[1]Faculty of Sports Science and Technology, Bangkokthonburi University, Bangkok
[*]Corresponding Author: 451696817@qq.com

Received: March 20, 2026 **Revised:** April 12, 2026 **Accepted:** April 27, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบโปรแกรมฝึก SPARQ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเล่นเทเบิลเทนนิสของนักศึกษามหาวิทยาลัย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน ประชากรประกอบด้วยนักศึกษามหาวิทยาลัยจำนวน 120 คน และครูผู้สอนเทเบิลเทนนิสจำนวน 18 คน จากมหาวิทยาลัย 5 แห่งในเมืองซูโจว มณฑลเจียงซู โดยนักศึกษาทั้ง 120 คนจะเข้าร่วมทดสอบวิ่ง 50 เมตร ผู้ที่มีผลการทดสอบต่ำสุด 30 คนจะถูกคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 15 คน และกลุ่มควบคุม 15 คน โปรแกรมฝึก SPARQ ดำเนินการเป็นเวลา 12 สัปดาห์ สมรรถภาพทางกายและทักษะ เทเบิลเทนนิสจะถูกประเมินก่อนการฝึก และในสัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 12 เพื่อประเมินผลของโปรแกรมฝึก SPARQ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียว การทดสอบเปรียบเทียบรายคู่แบบบอนเฟอร์โรนี และการทดสอบทีแบบอิสระ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีสมรรถภาพทางกาย (ไม่รวมเวลาตอบสนองของมือ) และตัวชี้วัดทักษะเฉพาะด้านเทเบิลเทนนิสดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมภายหลังการฝึก ($p<0.05$) ผลการวัดประสิทธิภาพทั้งในช่วงการทดสอบกลาง (สัปดาห์ที่ 6) และการทดสอบหลัง (สัปดาห์ที่ 12) ของกลุ่มทดลองแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการทดสอบก่อน ($p<0.05$) โดยมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นตามเวลา ผู้เชี่ยวชาญและผู้ฝึกสอนต่างชื่นชมในความสมเหตุสมผลเชิงโครงสร้างและขั้นตอนการฝึกที่เป็นลำดับขั้น

คำสำคัญ: โปรแกรมฝึก SPARQ, ประสิทธิภาพเทเบิลเทนนิส, นักศึกษามหาวิทยาลัย

Abstract

This study aimed to design and evaluate the efficacy of SPARQ training programs in enhancing college students' table tennis performance. Using a mixed-method design, 120 college students and 18 table tennis coaches from five universities in Suzhou, Jiangsu Province were enrolled as subjects. Thirty participants with the poorest performance were selected through a 50-meter sprint test and randomly assigned to either an experimental group (n=15) or a control group (n=15). The experimental group underwent 12 weeks of SPARQ training, with physical fitness and table tennis skills assessed before intervention and at weeks 6 and 12. Data analysis employed repeated-measures ANOVA, Bonferroni post-hoc tests, and independent samples t-tests. The results demonstrated that the experimental group exhibited significantly superior performance to the control group in physical fitness (excluding hand reaction speed) and specialized table tennis skill indicators ($p<0.05$). Both performance metrics showed marked improvement from baseline levels at weeks 6 and 12 ($p<0.05$), with the magnitude of enhancement progressively increasing as training duration extended. The expert and coaching team endorsed the structural rationality and progressive design of this training protocol.

Keywords: SPARQ training program, Table tennis performance, University student

Introduction

Table tennis, as China's "national sport," carries profound historical significance and a broad popular base. The pyramid-style talent cultivation model from grassroots sports schools to the national team ensures a continuous supply of elite athletes. This scientifically rigorous training system, combined with ongoing technological innovations, has collectively supported the outstanding performance of the Chinese table tennis team in international competitions. In the field of higher education, table tennis has become one of the most popular sports among college students due to its high safety and strong appeal (Kuan, 2024). Studies indicate that table tennis not only enhances physical fitness and coordination but also cultivates focus, psychological resilience, strategic thinking, and teamwork spirit (Liu, 2025). However, the current development of table tennis in Chinese universities faces practical challenges such as insufficient facilities and weak faculty strength (Wang, 2025), while outdated teaching content and monotonous methods also hinder the improvement of teaching effectiveness (Javed, 2023).

While existing research has highlighted the positive impact of table tennis on college students' physical and mental development, several gaps remain in current literature. First, the SPARQ training program - a systematic approach designed to enhance specialized athletic performance through neuromuscular adaptation - has yet to be applied in table tennis research or practice. Second, there is a lack of quasi-experimental longitudinal studies on table tennis training, making it difficult to reveal the dynamic process of training effects over time. Third, most existing training methods still separate physical conditioning from technical training, failing to achieve effective integration between the two.

To address existing gaps, this study aims to design and validate an SPARQ training program, investigating its efficacy in enhancing college students' table tennis performance through neuromuscular adaptation mechanisms. Employing a quasi-experimental longitudinal design, we examine trajectory changes during a 12-week training cycle while integrating physical fitness development with specialized technical training. This research not only contributes to enriching the theoretical framework of sports training science but also provides empirical evidence for reforming table tennis instruction in higher education institutions.

Research Methodology

This study adopted a quasi-experimental design, comparing the experimental group and the control group before, during (6 weeks), and after the experiment (12 weeks) to explore the impact of SPARQ training on college students' athletic performance. This study aims to improve the physical fitness and skill performance of university students by designing SPARQ training program.

Population

The population of this research was 120 first-year male students majoring in table tennis from 5 universities in Suzhou, Jiangsu Province and 18 table tennis teachers.

Sample

This study employed a questionnaire survey method to investigate 120 male first-year table tennis majors from five universities in Suzhou, Jiangsu Province, and conducted interviews with 18 table tennis coaches. All 120 students participated in a 50-meter sprint speed test. Based on test performance rankings from lowest to highest, systematic sampling was used to select the bottom 30 students as study subjects.

These participants were then randomly assigned into an experimental group (n=15) and a control group (n=15) to ensure comparability before intervention and minimize interference from selection bias on experimental outcomes.

Research Instruments

The research instruments employed in this study consisted of the following:

1. Men's table tennis University student's questionnaire.

Through systematic review of relevant literature, we developed a questionnaire specifically designed for male college table tennis athletes to assess their physical fitness level and fundamental techniques.

2. Interview questionnaire for table tennis teachers.

This study employed an open-ended questionnaire design for interviews with table tennis coaches to investigate the current status and challenges of physical fitness levels and technical skills faced by male college students in table tennis sports.

3. Expert interview questionnaire

We designed an expert interview questionnaire to collect the current situation and challenges of male college students in table tennis skills and physical fitness through open questions.

4. Focus Group Outline.

Through expert focus group discussion, relevant training plan is developed and the feasibility of the training plan is ensured through focus group discussion.

5. SPARQ training program.

Through the focus group discussion, a specific training plan will be developed. The specific training plan aims to improve the skills and physical fitness of male university students in table tennis. The training time is 12 weeks.

6. Physical fitness test.

Designing physical fitness testing methods for speed, strength, agility, reaction time, and rapid initiation.

6.1 Speed : The 30-meter sprint test and 3.5-meter lateral movement test were conducted using a stopwatch to assess short-distance acceleration and movement speed.

6.2 Power : The continuous jump test and rotational explosive power test were conducted. The continuous jump test measured the number of jumps in one minute, while the rotational explosive power test measured the distance thrown by rotating a ball. These two tests assessed lower limb explosive power and waist-abdominal rotational explosive power.

6.3 Agility : The "T" -type running test and pro sensitive running test. The "T" -type running test method is a quick vertical run and lateral sliding step, using a stopwatch to assess the agility of the lower limbs, which is important for the ball to be hit in motion.

6.4 Reaction : The reaction ball test and light-hand reaction time test. The test is completed by a reaction time machine to assess hand-eye coordination and reaction time, which are important for hitting and receiving a ping-pong ball.

6.5 Quickness : Two-point touch test and "rice" run test. This test uses a stopwatch to calculate the number of touch times in one minute and the time of "rice" run. This test is used to evaluate the instantaneous starting ability of table tennis, which is important for receiving serves and holding back table tennis.

7. Table tennis skill test.

The skill assessment for male university table tennis players aims to evaluate their hitting ability, requiring the ball to be struck into a designated area.

7.1 One-minute forehand two-point rally test(time). Used to evaluate the ability of forehand moving shots.

7.2 1 minute backhand and forehand two steps moving (time). It is used to evaluate the conversion ability of forehand and backhand, and is widely used in table tennis skill tests.

7.3 30-second forehand two-point backspin shot (time). It is used to evaluate the ability of forehand moving and hitting power. The test requires the test subject to actively hit the ball with power, which is quite difficult.

7.4 30-second backhand block, pivot forehand attack, and crossover forehand attack sequence(time). Used to evaluate the overall movement and hitting ability of table tennis.

Data Collection

The data collection process in this study was conducted through the following steps:

1. This study will systematically investigate the relationship between SPARQ training programs and table tennis performance through a literature review approach. Based on comprehensive analysis of relevant literature covering SPARQ training systems, table tennis-specific physical conditioning, and technical characteristics, researchers will design questionnaires targeting table tennis coaches and male collegiate athletes to identify current challenges and developmental bottlenecks in practical training practices.

2. The study will conduct on-site questionnaires with 120 male university student table tennis players and interview 18 table tennis instructors from five universities in Jiangsu Province. Through these methods, we aim to understand the current physical fitness and technical proficiency of university student athletes, while analyzing existing issues in their development.

3. Seven experts will be invited for face-to-face interviews. The goal is to develop a problem framework for focus group discussions and drafting components of a specific training program designed to enhance the physical fitness and table tennis skills of university students.

4. The research will organize a focus group discussion of 12 experts to develop a special training program to improve the physical fitness and technical ability of university table tennis players.

5. This study will carry out a 12-week experiment to systematically evaluate the physical fitness and table tennis technical ability of subjects at three time points: before training, in the middle (week 6) and in the end (week 12).

5.1 The study will conduct a pre-test on 30 male university student table tennis players before the intervention training, including special physical fitness indicators and table tennis skill assessment.

5.2 After completing the pre-test, the study will launch a 12-week intervention program consisting of three weekly sessions of 60-minute training each. Participants will be randomly assigned to two groups: the experimental group (n=15 male university table tennis players) and the control group (n=15 male university table tennis players).

5.3 The experimental group will be trained using the SPARQ training program, with the following schedule: Monday (10:00AM-11:00 AM.), Wednesday (3:00PM-4:00PM) and Friday (10:00AM-11:00 AM).

5.4 The control group will be trained using the traditional training schedule, which is as follows: Monday (3:00PM-4:00 PM), Wednesday (10:00AM-11:00 AM) and Friday (3:00PM-4:00 PM).

5.5 After six weeks of intervention training, the study will conduct a mid-term effectiveness evaluation to assess the efficacy of the SPARQ training program. The assessment will include specialized

physical fitness indicators and table tennis skills tests, aiming to evaluate the improvement in physical conditioning and technical proficiency among male university student table tennis players.

5.6 After completing the 12-week intervention training, the study will conduct a final test through specialized physical fitness and table tennis skill assessments to comprehensively evaluate the overall effectiveness of the SPARQ training program. Subsequently, systematic analysis and comparative research will be performed on experimental data to thoroughly explore the mechanisms by which SPARQ training enhances athletic performance among university table tennis players.

Data Analysis

This study was mainly carried out using data analysis software, and the following methods were adopted:

1. Descriptive statistical analysis: The questionnaire data of male university students and table tennis coaches were statistically described in the form of mean ($\overline{x}$) ± standard deviation (SD).

2. Qualitative analysis: adopt the content analysis method to systematically analyze and discuss the text data of expert interview, focus group discussion and expert evaluation seminar.

3. Statistical analysis method: The independent sample t-test was used to compare the pre-test and post-intervention test results between the experimental group and the control group.

4. One-way repeated measurement analysis of variance (ANOVA) combined with Bonferroni post-test was used to conduct longitudinal comparative analysis of the test results of the experimental group at three time points: baseline (before training), mid-term (after 6 weeks of training) and final (after 12 weeks of training).

5. Content validity test: The item-objective consistency index (IOC) was used to evaluate the content validity of the questionnaire for male university students table tennis players, the questionnaire for table tennis coaches and the outline of expert interview. The IOC value of each item should be within the acceptable range of 0.60-1.00.

6. The questionnaire data of male university students who played table tennis were quantitatively analyzed using Likert scale (supplementary items should be selected according to the actual situation), and the average score of each measurement dimension was calculated to evaluate the feedback results of subjects.

Results

Drawing on the expertise of 12 specialists from table tennis coaching, academia, and education, we have developed a 12-week SPARQ training program specifically designed for university student table tennis players. The program details are as follows.

Table 1 SPARQ Training Program Outline

Variable	Phase 1 (1-2 weeks)	Intensity	Phase 2 (3-6 weeks)	Intensity	Phase 3 (Weeks 7-12)	Intensity
Speed	15-meter shuttle sprint	Group 4	15-meter shuttle sprint	Group 4	20-meter shuttle sprint	Group 4
	20-meter dash	Group 4	20-meter dash	Group 4	30-meter dash	Group 4
Strength	Weighted Squat	40 kg/8 times × 2 sets	Weighted Squat	50 kg/8 times × 2 sets	Weighted Squat	50 kg/8 times × 4 sets
	Weighted half squat	50 kg/6 times × 2 sets	Weighted half squat	60 kg/6 times × 2 sets	Weighted half squat	60 kg/6 times × 4 sets
Agility	The "rice" character running	Group 2	The "rice" character running	Group 2	The "rice" character running	Group 4
	3.5 meters to move	30 seconds × 2 sets	3.5 meters to move	30 seconds × 4 sets	4 meters to move	30 seconds × 4 sets
Reaction	10-meter dash on command	Group 4	15-meter dash on command	Group 4	20-meter dash on command	Group 4
	Reaction ball exercise	30 seconds × 2 sets	Reaction ball exercise	30 seconds × 4 sets	Reaction ball exercise	45 seconds × 4 sets
Quickness	transverse movement of resistance band	6 meters × 2 sets	transverse movement of	8 meters × 2 sets	transverse movement of	10 meters × 2 sets
	Resistance band running	10 meters × 2 sets	Resistance band running	15 meters × 2 sets	Resistance band running	20 meters × 2 sets

Table 1 presents a 12-week SPARQ training program designed based on focus group discussions and expert input.

Table 2 Comparative analysis of pre-test results of physical fitness indicators between experimental group and control group

Variable	Index	Experimental Group		Control Group		t	p
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
Speed	30m sprint test (seconds)	4.48	0.15	4.47	0.18	0.20	0.84
	3.5m lateral movement test (second)	4.60	0.15	4.58	0.16	0.38	0.71
Power	Continuous jump test (time)	45.60	2.32	45.27	2.31	0.39	0.70
	Rotational burst force test (meter)	7.15	0.20	7.17	0.17	-0.28	0.78
Agility	T-type run test(seconds)	11.00	0.18	11.03	0.16	-0.42	0.68
	Pro sensitive run test (seconds)	4.98	0.13	4.99	0.14	-0.24	0.81
Reaction	Reaction ball test(time)	16.33	1.72	16.40	1.88	-0.11	0.92
	Light-hand reaction time test (millisecond)	419.33	16.84	420.67	15.61	-0.23	0.82
Quickness	Two points touching the table test (time)	44.47	1.19	44.20	1.78	0.52	0.61
	Running in a "rice" shape test (seconds)	18.52	0.16	18.44	0.18	1.36	0.19

*p<0.05

As shown in table 2, the independent samples t-test results for 10 physical fitness indicators revealed that all p-values were greater than 0.05 (ranging from 0.19 to 0.92). This indicates that prior to the initiation of the 12-week SPARQ training intervention, there were no statistically significant differences between the experimental group and the control group in all measured physical fitness indicators.

Table 3 Comparative analysis of pre-test results of physical fitness indicators between experimental group and control group

Test Category	Index	Experimental Group		Control Group		t	p
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
Speed	30m sprint test (seconds)	4.08	0.19	4.33	0.16	-4.12	0.00*
	3.5m lateral movement test (second)	4.20	0.10	4.41	0.15	-4.47	0.00*
Power	Continuous jump test (time)	49.47	1.88	46.93	2.02	3.52	0.00*
	Rotational burst force test (meter)	7.51	0.19	7.33	0.12	3.22	0.00*
Agile	T-type run test(seconds)	10.69	0.17	10.88	0.14	-3.32	0.00*
	Pro sensitive run test (seconds)	4.66	0.16	4.87	0.17	-3.30	0.00*
Reaction	Reaction ball test(time)	19.93	1.53	18.80	1.74	1.92	0.07
	Light-hand reaction time test (millisecond)	398.67	11.60	406.00	11.18	-1.77	0.09
Quick	Two points touching the table test (time)	48.20	0.94	46.67	1.59	3.25	0.00*
	Running in a "rice" shape test (seconds)	18.10	0.12	18.25	0.17	-2.91	0.01*

*p<0.05

As shown in table 3, among the 10 test indicators, the experimental group significantly outperformed the control group in 8 indicators (p <0.05), namely 30-meter sprint (p<0.05), 3.5-meter agility run (p<0.05), platform jump (p<0.05), rotational explosive power (p<0.05), T-type run (p<0.05), pro-sensitivity run (p<0.05), two-point touch platform (p<0.05), cross-step run (p<0.05). There was no significant difference in the reaction ball test (p=0.07) and light-hand reaction time (p=0.09). Therefore, except for the reaction ball test and light-hand reaction time, all other indicators in the experimental group were significantly superior to those in the control group (p<0.05).

Table 4 Comparative analysis of pre-test results of table tennis skills between experimental group and control group

Index	Experimental Group		Control Group		t	p
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
One-minute forehand two-point rally test (time)	33.00	1.41	32.67	1.11	0.71	0.48
1 minute backhand and forehand two steps moving (time)	32.13	1.30	32.20	1.08	0.16	0.87
30-second forehand two-point backspin shot (time)	14.13	1.13	13.93	1.44	0.44	0.67
30-second backhand block, pivot forehand attack, and crossover forehand attack sequence (time)	5.33	0.90	5.40	1.06	0.19	0.84

*p<0.05

As shown in table 4, the independent samples t-test results of the four table tennis skills revealed that all p-values were significantly greater than 0.05 (ranging from 0.48 to 0.87). This indicates that prior to the initiation of the 12-week SPARQ training intervention, there were no statistically significant differences between the experimental group and the control group in all measured table tennis skills.

Table 5 Comparative analysis of post-test results of table tennis skills between experimental group and control group

Index	Experimental Group		Control Group		t	p
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
One-minute forehand two-point rally test(time)	37.73	1.10	34.53	1.19	7.81	0.00*
1 minute backhand and forehand two steps moving (time)	37.27	1.03	34.20	0.94	8.73	0.00*
30-second forehand two-point backspin shot (time)	17.87	0.99	15.47	1.13	6.37	0.00*
30-second backhand block, pivot forehand attack, and crossover forehand attack sequence(time)	7.73	0.88	6.47	0.92	3.94	0.00*

*p<0.05

As shown in table 5, the experimental group significantly outperformed the control group in all four table tennis skill tests (all p-values <0.05). These indicating that 12 weeks of SPARQ training significantly improved the table tennis skills proficiency of the experimental group.

Discussion

This study systematically evaluated the efficacy of a 12-week SPARQ training program in enhancing specialized physical fitness and technical performance among university table tennis athletes. Results demonstrated that the experimental group significantly outperformed the control group in multiple physical fitness metrics, including speed, strength, agility, reaction time, and rapid acceleration. The experimental group also showed marked superiority in specialized skills tests such as two-point forehand attacks, left push right attack, underspin loops, and combined techniques. These findings further validate the positive and quantifiable impact of specialized, structured physical training on improving competitive performance in university table tennis athletes. The study also provides a practical solution to the prevalent issue of "overemphasizing technique while neglecting physical conditioning" in current university table tennis training programs.

First, the findings of this study align with recent research conclusions by multiple scholars on the impact of physical training on table tennis performance. Chen (2024) explicitly stated in his research that table tennis has entered the "big ball era," characterized by faster match rhythms and more rallies, which imposes higher demands on athletes 'speed, strength, multidirectional movement, and fatigue tolerance. Traditional single-technique training models struggle to meet modern competitive requirements. The SPARQ training program designed in this study systematically integrates multidimensional qualities such as speed, explosive power, agility, and reaction time. Its training effects are intuitively demonstrated through significant

improvements in metrics like the 30-meter sprint, jump platform, and T-jump. These results are highly consistent with Chen's (2025) experimental findings on "agility and movement efficiency training for young table tennis players." Chen (2025)posited that targeted footwork and reaction training can effectively shorten athletes' judgment-to-start time. The positive outcomes in this study regarding the "3.5-meter movement" and "reaction ball test" strongly support this perspective.

Secondly, regarding power development particularly rotational explosive strength our findings align with Wang's (2021) research. Wang (2021) emphasized that the essence of table tennis stroke quality lies in efficient kinetic chain transmission, especially the coordinated force application between lower limb propulsion and torso rotation. Through exercises like weighted squats and medicine ball rotational throws, this study significantly enhanced the experimental group's rotational explosive power. This improvement directly correlates with enhanced technical execution of full-body-strength-demanding actions like forehand topspin shots. Wu (2022) also highlighted in her meta-analysis on "functional strength training's impact on table tennis players' stroke speed" that lower limb and core strength enhancement is a key factor in improving final ball speed, with our results providing further empirical support.

Furthermore, the three-phase cyclical design of "adaptation-consolidation-improvement" adopted in this study's training system embodies the scientific concept of progressive training load combined with specialized transformation. Specifically, this periodization strategy ensures that university athletes first establish a solid general physical foundation before gradually transitioning toward specialized explosive power and match-specific endurance. In the later phase of the experiment (Weeks 7–12), this study prioritized developing maximum power and fatigue resistance while simulating match intensity. The experimental group demonstrated continuous progress across all metrics without reaching a plateau, validating the effectiveness of this cyclical division logic. This outcome is further supported by Palmizal (2026), who highlighted in "training load monitoring for university athletes" that well-structured cycles paired with planned load-reduction weeks facilitate supercompensation and prevent overtraining. Incorporating these periodization principles into our protocol design likely contributed significantly to the low injury rate and high compliance observed in the experimental group.

Finally, this study also reveals common challenges in implementing systematic physical training within current university environments, such as fragmented training schedules, limited equipment, and prominent conflicts between academic and athletic demands. These issues align closely with the findings from Medvedev's (2022) nationwide survey on "Training Support for University Sports Teams under the Integration of Physical Education and Academic Education." Medvedev (2022) emphasizes that advancing scientific training requires not only advanced training protocols but also systematic support in management mechanisms, resource allocation, and coach training. By developing simplified action libraries and providing integrated lesson planning examples, this study aims to enhance the practicality of training programs under real-world conditions. This approach resonates with Forneris's (2013) advocacy for "localized adaptation of training programs based on institutional realities."

In conclusion, this study not only validates the efficacy of the SPARQ training protocol, but also establishes a multi-level dialogue between its design rationale and implementation process with cutting-edge domestic research and practical concerns in this field. It provides a model with both theoretical foundation and practical reference value for promoting scientific and specialized table tennis physical training in higher education institutions.

Conclusion and Suggestion

The study results demonstrated that the experimental group exhibited significantly superior performance compared to the control group in nine physical fitness indicators (excluding light-hand reaction) and all table tennis skill metrics ($p<0.05$), indicating that the SPARQ training program effectively enhances college students' physical fitness levels and specialized table tennis skills. Regarding the two findings—no significant improvement in reaction time and varying improvement magnitudes across different variables—the following discussion is provided.

Although the light-hand reaction time showed an improvement trend (419.33 ms ⟶ 398.67 ms), the difference was not statistically significant ($p=0.09$). Three factors contributed to this finding: First, the neural adaptation cycle is relatively long, and the 12-week intervention may have insufficient impact on reaction time, an indicator that reflects innate neural conduction velocity. Second, the training content was mismatched with the testing tasks, as the SPARQ protocol emphasizes complex responses while the light-hand reaction time test focuses on simple responses, resulting in limited transferability. Third, the baseline level was relatively high (419.33 ms), limiting the potential for further improvement.

There were significant variations in the improvement rates across physical performance indicators. For instance, continuous jumping (lower limb explosive power) showed an 8.5% increase, while T-jump running (directional agility) only improved by 2.8%. Key factors include: strength training loads being higher than agility training; lower baseline performance in continuous jumping (45.60 jumps), indicating greater potential for improvement (Chen, 2025) explosive power gains relying on neural adaptation with rapid initial progress, whereas agility improvements require movement pattern remodeling and a slower process; additionally, different tests exhibit varying sensitivity to training effects. Future research could focus on designing specialized reinforcement modules targeting indicators with lower improvement rates.

Recommendations from the Research Findings

1. The current SPARQ training program could incorporate more compound exercises integrating table tennis-specific movements, such as racket-hand response drills with footwork and multi-ball interval cycles simulating match rhythms, to enhance training transfer efficiency.

2. In training, simple monitoring methods such as morning pulse and RPE, along with video feedback, can be introduced to establish a "evaluation-adjustment-re-evaluation" cycle, enabling personalized regulation of load and content.

3. The training program should provide active recovery guidance such as stretching and foam rolling, and collaborate with the school health department to offer basic nutritional recommendations to alleviate insufficient fatigue recovery in student-athletes.

4. It is recommended to incorporate SPARQ training program into the curriculum or club credit system, and to provide athletes with flexible scheduling arrangements, thereby institutionalizing the resolution of the conflict between training and academic studies, and promoting a balance between training and education.

5.This study has the following limitations: The sample consisted of only 30 male college students from five universities in Suzhou, resulting in a small sample size and exclusion of female participants, which limits the generalizability of findings; the 12-week intervention period may be insufficient for measuring neuroadaptive indicators such as reaction time; physiological and biochemical markers were not introduced to quantify training load; and the experimental environment differed from real training and competition settings. Future research could focus on the following directions: incorporating specialized table tennis

compound training to enhance transfer efficiency; developing personalized regulation mechanisms using morning pulse monitoring, RPE assessment, and video feedback; providing active recovery guidance and basic nutritional recommendations; and integrating SPARQ training into curricula or credit systems to balance training and academic performance.

Recommendations for Future Research

1. Future studies could incorporate college student-athletes with diverse genders and training backgrounds for long-term tracking, to evaluate the sustainability and generalizability of SPARQ training program effects.

2. The combination of electromyography and motion capture can be used to analyze the mechanism of the effects of SPARQ training program on the action pattern, power efficiency and energy metabolism of table tennis, which can provide theoretical basis for optimizing training.

3. It is recommended to develop an SPARQ training program based on APP or wearable devices, integrating functions such as plan push, action demonstration, load monitoring, and feedback, to enhance the scientific rigor and accessibility of training.

4. Encourage multidisciplinary collaboration to explore the comprehensive effects of SPARQ training program on psychological resilience, decision-making ability, and injury prevention, and establish a comprehensive training evaluation system.

References

Chen, Q. Li, Y. Heng, X. et al. (2025). The effects of 8 weeks of multi-directional movement training combined with balance training on the change of direction of young table tennis players. Frontiers in Physiology, 16, 1541639. https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1541639

Chen, Y. Li, L. & Li, X. (2024). Correlation analysis of structural characteristics of table tennis players' hitting movements and hitting effects based on data analysis. Entertainment Computing, 48, 100610. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100610

Forneris, T. Whitley, M. A. & Barker, B. (2013). The reality of implementing community-based sport and physical activity programs to enhance the development of underserved youth: Challenges and potential strategies. Quest, 65(3), 313-331.

Javed, M. (2023). The effectiveness of different teaching methods in education: A comprehensive review. Journal of Social Signs Review, 1(1), 17-24.

Kuan, L. L. G. (2024). Integration of Table Tennis into Physical Education Programs: Best Practices and Recommendations for Active Schools: A Narrative Review. eif'n EDIT RA, ALMA MATER, 105.

Liu, J. (2025). Multidisciplinary correlates of table tennis participation in children: A concept mapping study. Frontiers in Public Health, 13, 1644306. https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1644306

Medvedeva, E. N., Zakrevskaya, N. G., Solovyov, V. S., & Mikhailova, E. Y. (2022). To the problem of integration of educational, scientific and sports activity in higher education in the field of physical culture and sport. Theory and Practice of Physical Culture, (7), 67-70.

Palmizal, A., Ihsan, F., Ali, M., Afrinaldi, R., Darsi, H., Salman, E., & Korobeinik, V. (2026). The effect of structured performance management–based training programs on physical fitness and competitive performance in elite athletes: an experimental study. Health, sport, rehabilitation.

Wang, L. Yim, B. Song, D. et al. (2025). Promoting the path of educational activities in the International Table Tennis Federation Museum. International Journal of Sports Marketing and Sponsorship, 26(3), 636-657.

Wu, X. Li, J. Ge, H. et al. (2023). Influence of functional training on teaching table tennis to college students. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 29, e2022_0720. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0720



Contact the journal : Division of Sports Science, Sisaket Rajabhat University

319 Thaipantha Road. Pho Sub-district, Mueang Sisaket district, Sisaket Province, 33000

E-mail : Spsc_journal@sskru.ac.th