Vol 6 Issue 2 (APRIL - JUNE 2027)
RESEARCH ARTICLE

ผลฉับพลันของการกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างหลายข้อต่อด้วยท่าทางสควอทที่มีผลต่อความสามารถในการกระโดดและความสามารถในการวิ่งเร็วของนักกีฬาแบดมินตันเยาวชน

THE ACUTE EFFECT OF ISOMETRIC CONTRACTION STIMULUS USING MULTIPLE JOINT SQUATS ON JUMPING AND SPRINTING PERFORMANCE IN YOUTH BADMINTON PLAYERS

ธนชัย เขียวอ่อน[1] พชร ชินสีห์[1] และ วรเมธ ประจงใจ[2*]

Tanachai Khew-orn[1], Potchara Chinnasee[1] and Vorramate Prajongjai[2*]

[1]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร

[2]คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาสุขภาพ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ กรุงเทพมหานคร

[1]Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University, Bangkok

[2]Faculty of Sports Science, Dhurakij Pundit University, Bangkok

[*]Corresponding Author: Vorramate Prajongjai; Email: Vorramate.pra@dpu.ac.th

Received: 25 September 2026 **Revised:** 19 October 2026 **Accepted:** 4 November 2026

DOI: https://doi.org/10.67909/JASIW.e272001

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างหลายข้อต่อด้วยท่าทางสควอทที่มุมข้อเข่าแตกต่างกัน ได้แก่ มุมเข่า 90 องศา (รูปแบบที่ 1) และมุมเข่า 140 องศา (รูปแบบที่ 2) เป็นระยะเวลา 5 วินาที ที่มีต่อความสามารถในการกระโดดและความสามารถในการวิ่งเร็วของนักกีฬาแบดมินตันเยาวชน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตันเยาวชนตอนปลาย เพศชาย อายุ 18–22 ปี จำนวน 24 คน โดยมีค่า Effect Size เท่ากับ 0.25 และ Power of Test (1-β) เท่ากับ 0.8 ทำการทดสอบสมรรถภาพก่อนการกระตุ้นในสัปดาห์แรก จากนั้นทำการกระตุ้นและทดสอบในเงื่อนไขมุมเข่า 90 องศา และ 140 องศา ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยเว้นระยะพักฟื้นระหว่างเงื่อนไข 1 สัปดาห์ ตัวแปรที่ทำการวัด ได้แก่ ความเร็วสูงสุด แรงสูงสุดสัมพันธ์ พลังสูงสุดสัมพันธ์ ความสูงในการกระโดดเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ และระยะเวลาวิ่งเร็วระยะ 5 เมตร และ 10 เมตร วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ One-Way Repeated Measures ANOVA และเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี Bonferroni ผลการวิจัยพบว่า ในเงื่อนไขการกระตุ้นที่มุมเข่า 140 องศา สังเกตพบค่าเฉลี่ยความสูงในการกระโดด ความเร็วสูงสุด และแรงสูงสุดสัมพันธ์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบกับก่อนการกระตุ้นและเทียบกับเงื่อนไขมุมเข่า 90 องศา ขณะที่การกระตุ้นทั้งสองรูปแบบพบการเพิ่มขึ้นของพลังสูงสุดสัมพันธ์ และการลดลงของระยะเวลาวิ่งเร็วระยะ 5 เมตร และ 10 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบกับก่อนการกระตุ้น อย่างไรก็ตาม ไม่พบหลักฐานความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเงื่อนไขมุมเข่า 90 องศา และ 140 องศา ในตัวแปรพลังสูงสุดสัมพันธ์และระยะเวลาวิ่งเร็วระยะ 10 เมตร ซึ่งข้อค้นพบในครั้งนี้ชี้ให้เห็นการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพแบบฉับพลันหลังการกระตุ้น (Post-Activation Performance Enhancement: PAPE) ที่สังเกตได้ภายใต้เงื่อนไขการศึกษานี้ โดยการกระตุ้นที่มุมเข่า 140 องศา แสดงค่าสมรรถภาพการกระโดดแนวดิ่งสูงกว่ามุมเข่า 90 องศา อย่างไรก็ตาม การสรุปผลเปรียบเทียบระหว่างเงื่อนไขและการนำไปประยุกต์ใช้ จำเป็นต้องพิจารณาอย่างระมัดระวังภายใต้ข้อจำกัดของแบบแผนการวิจัยที่ไม่ได้สุ่มสลับลำดับการทดลอง และข้อจำกัดความแม่นยำของการจับเวลาวิ่งด้วยมือ โดยไม่ยืนยันความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเกินกว่าที่ระเบียบวิธีวิจัยสามารถรองรับได้

คำสำคัญ: ผลฉับพลัน, การเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพแบบฉับพลันหลังการกระตุ้น, การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้าง, ท่าทางสควอท

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

Abstract

This study aimed to investigate and compare the acute effects of multi-joint isometric conditioning contractions using squats at different knee angles 90° and 140° for 5 seconds on jumping and sprinting performance in youth badminton players. The participants consisted of 24 late-adolescent male badminton players aged 18–22 years. The sample size was calculated with an effect size of 0.25 and a statistical power (1-β) of 0.80. Physical performance tests were evaluated at baseline during the first week, followed by conditioning protocols at 90° and 140° knee angles during the second and third weeks, respectively, with a 1-week recovery period between conditions. Measured variables included peak velocity, relative peak force, relative peak power, countermovement jump height, and sprint times over 5 and 10 meters. Data were analysed using One-Way Repeated Measures ANOVA, with pairwise comparisons performed using the Bonferroni method. The results demonstrated that conditioning at a 140° knee angle was associated with statistically significant increases in jump height, peak velocity, and relative peak force ($p < 0.05$) compared to baseline and the 90° condition. Furthermore, both conditioning protocols showed significant increases in relative peak power and decreases in 5-meter and 10-meter sprint times compared to baseline ($p < 0.05$). However, no statistically significant differences were observed between the 90° and 140° knee angle conditions regarding relative peak power and 10-meter sprint time ($p > 0.05$). These findings indicate observable post-activation performance enhancement (PAPE) under the specific conditions of this study, with higher vertical jump performance observed following the 140° condition compared to the 90° condition. Nevertheless, comparisons between conditions and practical applications should be interpreted with caution, taking into account the fixed order of experimental protocols and the precision limitations of manual stopwatch timing, without inferring definitive causal relationships beyond the scope of the study design.

Keywords: Acute effect, Post-activation performance enhancement, Isometric contraction, Squat

บทนำ

ปัจจัยความสำเร็จในนักกีฬาแบดมินตันนั้นประกอบด้วย 5 ปัจจัย คือ เทคนิค (Technique) แทคติก (Tactic) สมรรถภาพทางกาย (Physical) จิตวิทยา (Psychological) และ รูปแบบการดำเนินชีวิต (Lifestyle) (Woodward, 2011) จากปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่าทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์กันและมีความสำคัญเท่า ๆ กันทุกปัจจัย เช่น ปัจจัยด้านเทคนิค ได้แก่ การเคลื่อนที่และการตีในแต่ละลูกที่ดีเยี่ยม ส่งผลต่อ โอกาสในการสร้างเกมบุกหรือแทคติก ส่งผลให้เพิ่มโอกาสในการได้มาซึ่งคะแนน เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกันกับ Lam et al. (2020) กล่าวว่า ในขณะที่ฟุตเวิร์คหรือการเคลื่อนที่และเคลื่อนไหวในรยางค์ส่วนล่างของร่างกายเป็นองค์ประกอบสำคัญในเกมการแข่งขันกีฬาแบดมินตันด้วย โดยที่ Kuntze et al. (2010) กล่าวว่า ประกอบไปด้วยท่าทางลั้งค์ (Lunging) การเปลี่ยนทิศทางหรือการหมุนรอบ (Turning) การวิ่งเร็ว (Sprinting) การกระโดด (Jumping) และการลงสู่พื้น (Landing) ทั้ง 5 รูปแบบการเคลื่อนที่นั้น ถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดในกีฬาแบดมินตัน อีกทั้งการเคลื่อนที่ในเกมกีฬาแบดมินตันนั้น นักกีฬาจะต้องมีการถีบตัวออกตัวเดิม ๆ ซ้ำ ๆ จากท่าทางธรรมชาติจนจบการแข่งขันตลอดระยะเวลา 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมงหรือมากกว่านั้น แสดงให้เห็นถึง นักกีฬาแบดมินตันจำเป็นจะต้องมีสมรรถภาพทางกายทางด้านพลังหรือกำลังกล้ามเนื้อ รวมถึงความสามารถในการวิ่งเร็วที่ดีหรือดีมาก เพื่อให้ได้มาซึ่งชัยชนะในเกมการแข่งขันนั่นเอง ดังนั้น จะมีวิธีการฝึกหรือกระตุ้นใดที่จะช่วยให้นักกีฬาแบดมินตันสามารถถีบตัวออกตัวไปยังตำแหน่งเป้าหมายได้อย่างรวดเร็วบ้างหรือไม่อย่างไร

ปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพแบบฉับพลันหลังการกระตุ้น (Post-Activation Performance Enhancement: PAPE) หรือ การเพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันของความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่ใช้ในการสร้างแรงอย่างรวดเร็วหรือกำลัง (Power) (Blazevich & Babault, 2019; Boullosa et al., 2020) ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของการขับเคลื่อนของระบบประสาทกล้ามเนื้อและการระดมของหน่วยยนต์ที่มีกำลังสูง (High Threshold Motor Units)

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อ การฝึกและออกกำลังกายประเภทนี้จะเป็นการกระตุ้นโดยกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ที่มีความเข้มข้นสูงสุดหรือใกล้เคียงระดับสูงสุด (French et al., 2003) หรือผสมผสานกับความหนักในการฝึกอยู่ที่ระดับมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถสูงสุดในการยก 1 ครั้ง (<80% 1RM) (Sale, 2002) เช่น การฝึกด้วยแรงต้านในท่าทางสควอท (Squat) กระตุ้นด้วยท่าทางเดตลิฟท์ (Deadlift) กระตุ้นด้วยท่าทางถีบขา (Leg Press) กระตุ้นด้วยท่าทางนั่งเหยียดขา (Leg Extension) และการกระตุ้นด้วยท่าทางยกสะโพก (Hip Thrust) เป็นต้น การกระตุ้นแบบฉับพลันรูปแบบนี้แสดงให้เห็นแล้วว่า สามารถช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพและพัฒนาความสามารถในการกระโดดท่าทางเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ (Countermovement Jump: CMJ) และความสามารถในการวิ่งเร็วได้ (Rahimi, 2007; Ruben et al., 2010)

การศึกษาและวิจัยของ McBride et al. (2005) ที่ศึกษาผลฉับพลันของการกระตุ้นด้วยท่าทางสควอทด้วยความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถสูงสุดในการยก 1 ครั้ง (90% 1RM) จำนวน 3 ครั้ง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงมีพัฒนาการเพียง 0.87% ในการวิ่งระยะทาง 40 เมตร และไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระยะทาง 10 เมตร และ 30 เมตร สอดคล้องกับการศึกษาของ Chatzopoulos et al. (2007) ที่ศึกษาผลของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้ออย่างฉับพลันด้วยท่าทางสควอทด้วยความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถสูงสุดในการยก 1 ครั้ง (90% 1RM) จำนวน 1 ครั้ง ทั้งหมด 10 เซ็ต ผลการศึกษาแสดงให้เห็นทิศทางเดียวกันมีพัฒนาการเพียงเล็กน้อยในระยะทาง 10 เมตร และ 30 เมตร ดังนั้นการออกแบบโปรแกรมการฝึกและออกกำลังกายประเภทนี้ยังมีตัวแปรหรือปัจจัยอื่น ๆ ที่ควรนำมาพิจารณาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ เช่น ปริมาณการออกกำลังกาย ช่วงเวลาของการกระตุ้น ช่วงเวลาพักฟื้น และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ประเภทของการหดตัวของกล้ามเนื้อ เช่น การหดตัวของกล้ามเนื้อ (Concentric) การคลายตัวของกล้ามเนื้อ (Eccentric) และการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้าง (Isometric) สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Lim & Kong (2013) ที่ศึกษาผลของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อหลังจากการฝึกและออกกำลังกาย 3 ประเภทของการหดตัวของกล้ามเนื้อและลักษณะการทำงานของข้อต่อที่แตกต่างกัน (การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างข้อต่อเดียวด้วยท่าทางนั่งเหยียดขา การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างหลายข้อต่อด้วยท่าทางสควอท การหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อหลายข้อต่อด้วยท่าทางสควอท) ที่มีต่อความสามารถในการวิ่งเร็วในนักกีฬากรีฑาที่ฝึกมาอย่างดี ผลจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างข้อต่อเดียวด้วยท่าทางนั่งเหยียดขาและระยะเวลา 4 นาทีหลังจากการกระตุ้นไม่เป็นผลดีต่อความสามารถในการวิ่งเร็วระยะ 10 20 และ 30 เมตร และอีก 1 การศึกษาที่ผ่านมาของ Esformes et al. (2011) การกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างแสดงให้เห็นถึงพลังหรือกำลังกล้ามเนื้อและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าอกที่สูงกว่าการกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อรูปแบบอื่น ๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ Wang & Hu (2025) วิธีการกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคงที่หรือความยาวไม่เปลี่ยนแปลงมีประสิทธิภาพสูงสุดในการพัฒนาความแข็งแรงของแรงบีบมือและพลังของกล้ามเนื้อแขนแต่วิธีการกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่มีผลดีเช่นกันแต่ไม่เทียบเท่าวิธีการกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคงที่หรือความยาวไม่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมานั้นยังเป็นที่ขัดแย้งกันและถกเถียงกันอยู่ว่าผลลัพธ์จากการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อหลังจากการฝึกและออกกำลังกายด้วยประเภทของการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างเป็นอย่างไรกันแน่ แม้ว่าในบางการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ในทิศทางหรือแนวโน้มดีขึ้น แต่ในบางการศึกษาแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ด้อยลงหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่หลักฐานก็ยังไม่ชัดเจน

มากไปกว่านั้น การศึกษาที่ผ่านมาของ Marchetti et al. (2016) ศึกษาเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการกระตุ้นด้วยท่าทางสควอทที่มุมเข่า 20 90 และ 140 องศา ผลปรากฏว่า ตำแหน่งข้อเข่ามีผลต่อการกระตุ้นกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกลุ่มกล้ามเนื้อสะโพก หากกระตุ้นด้วยท่าทางสควอทที่มุมเข่า 90 องศา จะเกิดการตอบสนองจากกลุ่มกล้ามเนื้อโดยรวมสูงสุด และหากกระตุ้นด้วยท่าทางสควอทที่มุมเข่า 140 องศา จะเกิดการตอบสนองจากกลุ่มกล้ามเนื้อโดยรวมต่ำสุด แม้ว่าจะมีการศึกษาการคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในมุมเข่าที่แตกต่างกันแต่การศึกษาที่ผ่านมาให้ความสำคัญกับระดับการทำงานของกล้ามเนื้อขณะเกร็ง ยังคงขาดข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลของการกระตุ้นหรือผลของการส่งผ่านแบบฉับพลันของมุมข้อเข่าที่มีต่อความสามารถในการกระโดดและการวิ่งเร็วของนักกีฬาแบดมินตันเยาวชนโดยเฉพาะการเปรียบเทียบระหว่างมุมเข่าลึก (90 องศา) และมุมเข่าตื้น (140 องศา)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับผลฉับพลันของการกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างหลายข้อต่อด้วยท่าทางสควอทมุมเข่า 90 และ 140 องศา ที่มีผลต่อความสามารถในการกระโดดและความสามารถในการวิ่งเร็วของนักกีฬาแบดมินตันเยาวชน โดยระบุสมมติฐานการวิจัยไว้ว่า การกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างหลายข้อต่อ

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

ด้วยท่าทางสควอทมุมเข่า 140 องศาน่าจะส่งผลต่อความสามารถในการกระโดดและการวิ่งเร็วได้ดีกว่ามุมเข่า 90 องศา เพื่อนำผลการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ไปเป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมการฝึกที่เหมาะสมให้ผู้ฝึกสอนและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาที่ต้องวางแผนในการฝึกซ้อมและแข่งขันต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม รหัสโครงการวิจัย สวพ.038/2568 มีการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่างโดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บเป็นความลับ ไม่มีการระบุชื่อนามสกุล แปลผลการวิจัยเป็นภาพรวมและนำเสนอรายงานวิจัยในภาพรวมเท่านั้น โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร

นักกีฬาแบดมินตันเยาวชน

กลุ่มตัวอย่าง

นักกีฬาแบดมินตันเยาวชนตอนปลาย ที่ฝึกซ้อมและแข่งขันเพื่อความเป็นเลิศของสโมสรแบดมินตัน ที ไทยแลนด์ เพศชาย อายุ 18-22 ปี โดยการคำนวณกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์ G*Power analysis 3.0.10 ดังนี้ กำหนดแบบการทดสอบ F-test (ANOVA Repeated measures, within factors) โดยตั้งค่า Effect size = 0.25 Alpha (α) = 0.05 และ Power of test (1-β) = 0.80 Correlation among repeated measures = 0.6 กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จะได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 23 คน ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อป้องกันการสูญเสียกลุ่มตัวอย่างระหว่างการทดลอง โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) (Lum & Howatson, 2025; Marchetti et al., 2016) แต่ในขณะเก็บข้อมูลนั้นมีกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมไม่ครบตามที่กำหนด จึงจำเป็นต้องตัดออกจากการวิจัย แล้วเหลือทั้งสิ้น 24 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย (Body Composition Analysers) รุ่น BC300 ตราสินค้า ACCUNIQ
2. แท่นวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้น ขนาด 90 เซนติเมตร x 90 เซนติเมตร รุ่น FT 400S ความถี่ 600 Hz ตราสินค้า Fitness Technology
3. ชุดโครงสร้างเหล็ก (The Squat Rig)
4. ชุดโปรแกรมควบคุม Ballistic Measurement System software (BMS)
5. นาฬิกาจับเวลา ตราสินค้า Casio รุ่น HS-80TW
6. เทปวัดระยะไฟเบอร์กลาส

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาคำนิยามของตัวแปรและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้
2. ผู้วิจัยติดต่อสโมสรแบดมินตัน ที ไทยแลนด์ เพื่อขอเก็บข้อมูลการวิจัย และอธิบายความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ประโยชน์และสิ่งที่นำมาใช้ได้หลังจากเสร็จสิ้นการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้
3. ผู้วิจัยดำเนินการสร้างโปรแกรมการกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างหลายข้อต่อด้วยท่าทางสควอท โดยประกอบไปด้วยกัน 2 รูปแบบ รายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 รูปแบบการกระตุ้นที่ 1 การกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างหลายข้อต่อด้วยท่าทางสควอทที่มุมเข่า 90 องศา ระยะเวลา 5 วินาที

3.2 รูปแบบการกระตุ้นที่ 2 การกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างหลายข้อต่อด้วยท่าทางสควอทที่มุมเข่า 140 องศา ระยะเวลา 5 วินาที

4. ผู้วิจัยนำรายละเอียดของโปรแกรม ประกอบด้วย รูปแบบและวิธีการ วัตถุประสงค์ สถานที่ อุปกรณ์ที่ใช้ และการบันทึกคะแนนของโปรแกรมการกระตุ้นและการทดสอบ เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พิจารณา ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของโปรแกรมการกระตุ้นและการทดสอบ ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ ความสอดคล้อง

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

(Index of item – Objective Congruence: IOC) ซึ่งโปรแกรมการกระตุ้นและแบบทดสอบสมรรถภาพทุกรายการอยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 ซึ่งถือว่ามีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับดีเยี่ยมและสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้

5. ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการทำวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทราบโดยละเอียด

6. ผู้วิจัยอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการพิทักษ์สิทธิ์ให้กลุ่มตัวอย่างอย่างละเอียดแล้ว กลุ่มตัวอย่างลงนามในเอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัยที่ผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน (สวพ.038/2568)

7. ผู้วิจัยสอบถามข้อมูลพื้นฐาน อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และองค์ประกอบของร่างกาย เพื่อหาปริมาณกล้ามเนื้อและไขมันโดยใช้เครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย (Body Composition Analysers) รุ่น BC300 ตราสินค้า ACCUNIQ

8. ผู้วิจัยติดตั้งชุดโครงสร้างเหล็ก (The Squat Rig) บนแท่นวัดแรงปฏิกิริยา รุ่น FT 400S ตราสินค้า Fitness Technology สำหรับการกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างหลายข้อต่อด้วยท่าทางสควอท

9. ผู้วิจัยสอบเทียบ (Calibration) แท่นวัดแรงปฏิกิริยา

10. กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกาย ระยะเวลา 10 นาที

11. กลุ่มตัวอย่างสร้างความคุ้นเคยกับแท่นวัดแรงปฏิกิริยาและชุดโครงสร้างเหล็กสำหรับการทดสอบคนละ 2 รอบ โดยยืนบนแท่นวัดแรงปฏิกิริยาในท่าทางยืนตรง มือทั้ง 2 ข้างจับบริเวณเอวโดยที่มือห้ามหลุดจากเอวตลอดช่วงของการทดสอบ เพื่อทดสอบการกระโดดท่าทางเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ ก่อนเริ่มการทดลอง โดยผู้วิจัยให้สัญญาณ “เริ่ม” โดยก่อนเริ่มทุกครั้งผู้วิจัยจะแนะนำว่า “กระโดดด้วยความสามารถสูงสุด เร็วสุด สูงสุดและแรงสุด”

12. กลุ่มตัวอย่างทดสอบการกระโดดท่าทางเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ ก่อนเริ่มการทดลอง คนละ 2 รอบ

13. กลุ่มตัวอย่างทดสอบความสามารถในการวิ่งเร็วระยะทาง 5 เมตร และ 10 เมตร คนละ 2 รอบ ตามลำดับ

14. กลุ่มตัวอย่างพักฟื้นระยะเวลา 1 สัปดาห์

15. กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกาย ระยะเวลา 10 นาที

16. กลุ่มตัวอย่างสร้างความคุ้นเคยกับแท่นวัดแรงปฏิกิริยาและชุดโครงสร้างเหล็กสำหรับการกระตุ้นและการทดสอบคนละ 2 รอบ โดยยืนบนแท่นวัดแรงปฏิกิริยาในท่าทางสควอท โดยองศาของมุมข้อเข่าอยู่ที่ 90 องศา และออกแรงเหยียบเพื่อดันร่างกายขึ้นด้านบนสัมผัสกับคานเหล็กบนแท่นวัดแรงปฏิกิริยาด้วยความสามารถ 50% ระยะเวลา 4 วินาที

17. กลุ่มตัวอย่างพักฟื้นระยะเวลา 7 นาที ก่อนการกระตุ้นจริง

18. กลุ่มตัวอย่างยืนบนแท่นวัดแรงปฏิกิริยาในท่าทางสควอท โดยองศาของมุมข้อเข่าอยู่ที่ 90 องศา จากนั้นออกแรงเหยียบเพื่อดันร่างกายขึ้นด้านบนสัมผัสกับคานเหล็กบนแท่นวัดแรงปฏิกิริยาด้วยความสามารถ 100% ระยะเวลา 5 วินาที โดยผู้วิจัยให้สัญญาณ “เริ่ม” และ “หยุด” ตามระยะเวลาที่กำหนด โดยก่อนดึงทุกครั้งผู้วิจัยจะแนะนำว่า “เหยียบด้วยความสามารถสูงสุด เหยียบเร็วสุดและเหยียบแรงสุด”

19. กลุ่มตัวอย่างพักฟื้นระยะเวลา 7 นาที ก่อนการทดสอบ

20. กลุ่มตัวอย่างยืนบนแท่นวัดแรงปฏิกิริยาในท่าทางยืนตรง มือทั้ง 2 ข้างจับบริเวณเอวโดยที่มือห้ามหลุดจากเอวตลอดช่วงของการทดสอบ เพื่อทดสอบการกระโดดท่าทางเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ โดยผู้วิจัยให้สัญญาณ “เริ่ม” โดยก่อนเริ่มทุกครั้งผู้วิจัยจะแนะนำว่า “กระโดดด้วยความสามารถสูงสุด เร็วสุด สูงสุดและแรงสุด” คนละ 2 รอบ

21. กลุ่มตัวอย่างทดสอบความสามารถในการวิ่งเร็วระยะทาง 5 เมตร และ 10 เมตร คนละ 2 รอบตามลำดับ

22. ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลการทดสอบ และสิ้นสุดการเก็บข้อมูล

23. กลุ่มตัวอย่างพักฟื้น ระยะเวลา 1 สัปดาห์

24. กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกาย ระยะเวลา 10 นาที

25. กลุ่มตัวอย่างสร้างความคุ้นเคยกับแท่นวัดแรงปฏิกิริยาและชุดโครงสร้างเหล็กสำหรับการกระตุ้นและการทดสอบคนละ 2 รอบ โดยยืนบนแท่นวัดแท่นวัดแรงปฏิกิริยาในท่าทางสควอท โดยองศาของมุมข้อเข่าอยู่ที่ 140 องศา และออกแรงเหยียบเพื่อดันร่างกายขึ้นด้านบนสัมผัสกับคานเหล็กบนแท่นวัดแรงปฏิกิริยาด้วยความสามารถ 50% ระยะเวลา 4 วินาที

26. กลุ่มตัวอย่างพักฟื้นระยะเวลา 7 นาที ก่อนการกระตุ้นจริง

27. กลุ่มตัวอย่างยืนบนแท่นวัดแรงปฏิกิริยาในท่าทางสควอท โดยองศาของมุมข้อเข่าอยู่ที่ 140 องศา จากนั้นออกแรงเหยียบเพื่อดันร่างกายขึ้นด้านบนสัมผัสกับคานเหล็กบนแท่นวัดแรงปฏิกิริยาด้วยความสามารถ 100% ระยะเวลา 5 วินาที

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

โดยผู้วิจัยให้สัญญาณ “เริ่ม” และ “หยุด” ตามระยะเวลาที่กำหนด โดยก่อนดึงทุกครั้งผู้วิจัยจะแนะนำว่า “เหยียบด้วยความสามารถสูงสุด เหยียบเร็วสุดและเหยียบแรงสุด”

28. กลุ่มตัวอย่างพักฟื้นระยะเวลา 7 นาที ก่อนการทดสอบ

29. กลุ่มตัวอย่างยืนบนแท่นวัดแรงปฏิกิริยาในท่าทางยืนตรง มือทั้ง 2 ข้างจับบริเวณเอว โดยที่มือห้ามหลุดจากเอวตลอดช่วงของการทดสอบ เพื่อทดสอบการกระโดดท่าทางเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ ก่อนเริ่มการทดลอง โดยผู้วิจัยให้สัญญาณ “เริ่ม” โดยก่อนเริ่มทุกครั้งผู้วิจัยจะแนะนำว่า “กระโดดด้วยความสามารถสูงสุด เร็วสุด สูงสุดและแรงสุด” คนละ 2 รอบ

30. กลุ่มตัวอย่างทดสอบความสามารถในการวิ่งเร็วระยะทาง 5 เมตร และ 10 เมตร คนละ 2 รอบตามลำดับ

31. ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลการทดสอบ และสิ้นสุดการเก็บข้อมูลทั้งหมด

32. ระยะเวลาทั้งสิ้นในการเก็บข้อมูลต่อ 1 คน เท่ากับ 30 นาที

33. ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการวิจัยด้วยตนเองในทุกขั้นตอน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของข้อมูล น้ำหนัก ส่วนสูง ปริมาณกล้ามเนื้อและเปอร์เซ็นต์ไขมัน

2. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของข้อมูลความสามารถในการกระโดด (แรงสูงสุด พลังสูงสุด ความเร็วสูงสุด และความสูง) ในการกระโดดท่าทางเคาน์เตอร์มูฟเมนต์และความสามารถในการวิ่งเร็วระยะทาง 5 เมตร และ 10 เมตร โดยเลือกครั้งที่ดีที่สุดนำมาคำนวณ

3. วิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลที่ได้มา (Normality Test) ด้วยการทดสอบชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk Test)

4. ทดสอบความแปรปรวนของผลต่างด้วยการทดสอบสเฟียริซิตี้ของมอชลีย์ (Mauchly’s Test of Sphericity) โดยหากพบว่าข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลง สถิติจะถูกปรับแก้ค่าองศาอิสระ (Degrees of freedom) ด้วยวิธีกรีนเฮ้าส์-เกรเซอร์ (Greenhouse–Geisser Correction)

5. ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 3 การทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำจำแนกทางเดียว (One-Way Repeated Measures ANOVA)

6. วิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni Post-hoc Adjustment) โดยรายงานขนาดอิทธิพลของการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยค่าโคเอนส์ ดี สำหรับข้อมูลแบบวัดซ้ำ (Cohen’s d_2) ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยของผลต่าง (M_{diff}) ต่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง (SD_{diff})

7. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาแบดมินตันเยาวชนตอนปลายที่ฝึกซ้อมและแข่งขันเพื่อความเป็นเลิศของสโมสรแบดมินตัน ที ไทยแลนด์ เพศชาย จำนวน 24 คน ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ปริมาณกล้ามเนื้อและไขมัน โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 24 คน อายุเฉลี่ยเท่ากับ 20.8±1.95 ปี น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 68.9±6.06 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 175.5±5.10 เซนติเมตร ปริมาณกล้ามเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 52.8±3.82 กิโลกรัม และปริมาณไขมันเฉลี่ยเท่ากับ 12.4±3.54 กิโลกรัม แสดงใน Table 1.

Table 1. Mean and standard deviation of general demographic characteristics of the participants (n = 24)

General Characteristics	$\bar{x}$	S.D.
Age (years)	20.8	1.95
Body Mass (kg)	68.9	6.06
Height (cm)	175.5	5.10
Muscle Mass (kg)	52.8	3.82
Fat Mass (kg)	12.4	3.54

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

การวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลด้วยการทดสอบชาปิโร-วิลค์ ไม่พบหลักฐานว่าข้อมูลของตัวแปรที่ทดสอบเบี่ยงเบนจากการแจกแจงปกติของค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ยความสูงในการกระโดด ค่าเฉลี่ยระยะเวลาวิ่ง 5 เมตร ค่าเฉลี่ยระยะเวลาวิ่ง 10 เมตร ทั้งก่อนการกระตุ้น หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 ตามลำดับ แสดงใน Table 2.

Table 2. Normality testing of the data using the Shapiro-Wilk test (n = 24)

Variables	Statistics	P-value
Peak Velocity Pre-Stimulation ($m \cdot s^{-1}$)	0.943	0.186*
Relative Peak Force Pre-Stimulation ($N \cdot kg^{-1}$)	0.980	0.896*
Relative Peak Power Pre-Stimulation ($W \cdot kg^{-1}$)	0.932	0.109*
Jump Height Pre-Stimulation (m)	0.928	0.089*
5-m Sprint Time Pre-Stimulation (s)	0.975	0.785*
10-m Sprint Time Pre-Stimulation (s)	0.963	0.510*
Peak Velocity Post- Stimulation Type 1 ($m \cdot s^{-1}$)	0.953	0.307*
Relative Peak Force Post- Stimulation Type 1 ($N \cdot kg^{-1}$)	0.971	0.684*
Relative Peak Power Post- Stimulation Type 1 ($W \cdot kg^{-1}$)	0.972	0.716*
Jump Height Post- Stimulation Type 1 (m)	0.950	0.265*
5-m Sprint Time Post- Stimulation Type 1 (s)	0.968	0.613*
10-m Sprint Time Post- Stimulation Type 1 (s)	0.951	0.289*
Peak Velocity Post- Stimulation Type 2 ($m \cdot s^{-1}$)	0.951	0.280*
Relative Peak Force Post- Stimulation Type 2 ($N \cdot kg^{-1}$)	0.948	0.243*
Relative Peak Power Post- Stimulation Type 2 ($W \cdot kg^{-1}$)	0.966	0.572*
Jump Height Post- Stimulation Type 2 (m)	0.932	0.106*
5-m Sprint Time Post- Stimulation Type 2 (s)	0.968	0.613*
10-m Sprint Time Post- Stimulation Type 2 (s)	0.949	0.255*

*p value ≥ 0.05

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วสูงสุด ก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 2.50±0.21 เมตรต่อวินาที แรงสูงสุดสัมพันธ์ ก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 23.02±3.11 นิวตัน/กิโลกรัม พลังสูงสุดสัมพันธ์ ก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 49.52±7.83 วัตต์/กิโลกรัม ความสูงในการกระโดด ก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 0.33±0.05 เมตร ระยะเวลาวิ่ง 5 เมตร ก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 1.26±0.15 วินาที ระยะเวลาวิ่ง 10 เมตร ก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 2.21±0.27 วินาที

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วสูงสุด หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 2.54±0.26 เมตรต่อวินาที แรงสูงสุดสัมพันธ์ หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 24.14±2.91 นิวตัน/กิโลกรัม พลังสูงสุดสัมพันธ์ หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 57.79±12.25 วัตต์/กิโลกรัม ความสูงในการกระโดด หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 0.34±0.06 เมตร ระยะเวลาวิ่ง 5 เมตร หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 1.13±0.20 วินาที ระยะเวลาวิ่ง 10 เมตร หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 2.03±0.30 วินาที

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วสูงสุด หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 2.77±0.13 เมตรต่อวินาที แรงสูงสุดสัมพันธ์ หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 27.44±6.22 นิวตัน/กิโลกรัม พลังสูงสุดสัมพันธ์ หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 56.25±13.01 วัตต์/กิโลกรัม ความสูงในการกระโดด หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 0.41±0.06 เมตร ระยะเวลาวิ่ง 5 เมตร หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 1.03±0.20 วินาที ระยะเวลาวิ่ง 10 เมตร หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 1.90±0.32 วินาที แสดงใน Table 3.

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

Table 3. Mean and standard deviation of jump and sprint performance (n = 24)

Variables	Pre-Stimulation		Post- Stimulation Type 1		Post- Stimulation Type 2	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
Peak Velocity ($m \cdot s^{-1}$)	2.50	0.21	2.54	0.26	2.77	0.13
Relative Peak Force ($N \cdot kg^{-1}$)	23.02	3.11	24.14	2.91	27.44	6.22
Relative Peak Power ($W \cdot kg^{-1}$)	49.52	7.83	57.79	12.25	56.25	13.01
Jump Height (m)	0.33	0.05	0.34	0.06	0.41	0.06
5-m Sprint Time (s)	1.26	0.15	1.13	0.20	1.03	0.20
10-m Sprint Time (s)	2.21	0.27	2.03	0.30	1.90	0.32

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วสูงสุด ก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 2.50±0.21 เมตรต่อวินาที หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 2.54±0.26 เมตรต่อวินาที และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 2.77±0.13 เมตรต่อวินาที พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงสูงสุดสัมพันธ์ก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 23.02±3.11 นิวตัน/กิโลกรัม หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 24.14±2.91 นิวตัน/กิโลกรัม และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 27.44±6.22 นิวตัน/กิโลกรัม พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพลังสูงสุดสัมพันธ์ก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 49.52±7.83 วัตต์/กิโลกรัม หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 57.79±12.25 วัตต์/กิโลกรัมและหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 56.25±13.01 วัตต์/กิโลกรัม เนื่องจากมีการละเมิดข้อสมมติจากการทดสอบความแปรปรวนของผลต่างด้วยการทดสอบสเฟียริซิตี้ของมอชลีย์ จึงใช้การปรับแก้ค่าองศาอิสระด้วยวิธีกรีนเฮ้าส์-เกรเซอร์ เท่ากับ 0.511 มีค่า F = 126.33 p = 0.000 และ n_p^2= 0.846 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเงื่อนไข

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสูงในการกระโดดก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 0.33±0.05 เมตร หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 0.34±0.06 เมตร และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 0.41±0.06 เมตร เนื่องจากมีการละเมิดข้อสมมติจากการทดสอบความแปรปรวนของผลต่างด้วยการทดสอบสเฟียริซิตี้ของมอชลีย์ จึงใช้การปรับแก้ค่าองศาอิสระด้วยวิธีกรีนเฮ้าส์-เกรเซอร์ เท่ากับ 0.519 มีค่า F = 13.01 p = 0.000 และ n_p^2= 0.361 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเงื่อนไข

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาวิ่ง 5 เมตร ก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 1.26±0.15 วินาที หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 1.13±0.20วินาที และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 1.03±0.20 วินาที เนื่องจากมีการละเมิดข้อสมมติจากการทดสอบความแปรปรวนของผลต่างด้วยการทดสอบสเฟียริซิตี้ของมอชลีย์ จึงใช้การปรับแก้ค่าองศาอิสระด้วยวิธีกรีนเฮ้าส์-เกรเซอร์ เท่ากับ 0.500 มีค่า F = 9.41 p = 0.000 และ n_p^2= 0.290 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเงื่อนไข

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาวิ่ง 10 เมตร ก่อนการกระตุ้น เท่ากับ 2.21±0.27 วินาที หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 เท่ากับ 2.03±0.30 วินาที และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 เท่ากับ 1.90±0.32 วินาที เนื่องจากมีการละเมิดข้อสมมติจากการทดสอบความแปรปรวนของผลต่างด้วยการทดสอบสเฟียริซิตี้ของมอชลีย์ จึงใช้การปรับแก้ค่าองศาอิสระด้วยวิธีกรีนเฮ้าส์-เกรเซอร์ เท่ากับ 0.503 มีค่า F = 6.74 p = 0.000 และ n_p^2= 0.226 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเงื่อนไข แสดงใน Table 4.

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

Table 4. Comparison of means and standard deviations for jump and sprint performance (n = 24)

Variables	Pre-Stimulation	Post-Stimulation Type 1	Post-Stimulation Type 2	F	ε	p	n_p^2
Peak Velocity ($m \bullet s^{-1}$)	2.50±0.21	2.54±0.26	2.77±0.13	12.16	0.963	0.000*	0.346
Relative Peak Force ($N \bullet kg^{-1}$)	23.02±3.11	24.14±2.91	27.44±6.22	84.43	0.827	0.000*	0.786
Relative Peak Power ($W \bullet kg^{-1}$)	49.52±7.83	57.79±12.25	56.25±13.01	126.33	0.511**	0.000*	0.846
Jump Height (m)	0.33±0.05	0.34±0.06	0.41±0.06	13.01	0.519**	0.000*	0.361
5-m Sprint Time (s)	1.26±0.15	1.13±0.20	1.03±0.20	9.41	0.500**	0.000*	0.290
10-m Sprint Time (s)	2.21±0.27	2.03±0.30	1.90±0.32	6.74	0.503**	0.002*	0.226

*P value < 0.05,

**ε = Greenhouse-Geisser adjustment factor P value > 0.05

การเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการบอนเฟอร์โรนีของความเร็วสูงสุด ระหว่างก่อนการกระตุ้นกับหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย (Mean Difference) เท่ากับ -0.04 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error: S.E.) เท่ากับ 0.06 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้ง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการกระตุ้นและหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.27 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.06 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ -0.23 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.06 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการบอนเฟอร์โรนีของแรงสูงสุดสัมพันธ์ ระหว่างก่อนการกระตุ้นกับหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ -1.12 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 1.26 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้ง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการกระตุ้นและหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ยเท่ากับ -4.42 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 1.26 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ -3.30 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 1.26 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการบอนเฟอร์โรนีของพลังสูงสุดสัมพันธ์ ระหว่างก่อนการกระตุ้นกับหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ -8.27 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 3.25 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้ง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการกระตุ้นและหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ -6.73 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 3.25 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.54 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 3.25 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการบอนเฟอร์โรนีของความสูงในการกระโดด ระหว่างก่อนการกระตุ้นกับหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ -0.01ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.02 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้ง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการกระตุ้นและหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.08 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.02 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ -0.07 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.02 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการบอนเฟอร์โรนีของระยะเวลาวิ่ง 5 เมตร ระหว่างก่อนการกระตุ้นกับหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.13 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.05 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้ง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการกระตุ้นและหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.23 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.05 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

หลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.10 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.03 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการบอนเฟอร์โรนีของระยะเวลาวิ่ง 10 เมตร ระหว่างก่อนการกระตุ้นกับหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.18 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.09 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้ง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการกระตุ้นและหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.31 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.09 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 1 และหลังการกระตุ้นรูปแบบที่ 2 พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.13 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.09 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงใน Table 5.

Table 5. Pairwise comparisons of jump and sprint performance across conditioning activity protocols (Bonferroni post-hoc test) (n = 24)

Pairwise Comparisons	Mean+ S.D.	Mean Difference	Standard Error	Cohen's d_2	P-value
Peak Velocity ($m \cdot s^{-1}$)					
Pre-Stimulation	2.50±0.21				
Post- Stimulation Type 1	2.54±0.26	-0.04	0.06	-0.14	1.00
Pre-Stimulation	2.50±0.21				
Post- Stimulation Type 2	2.77±0.13	-0.27	0.06	-0.92	0.00*
Post- Stimulation Type 1	2.54±0.26				
Post- Stimulation Type 2	2.77±0.13	-0.23	0.06	-0.78	0.00*
Relative Peak Force ($N \cdot kg^{-1}$)					
Pre-Stimulation	23.02±3.11				
Post- Stimulation Type 1	24.14±2.91	-1.12	1.26	-0.18	1.00
Pre-Stimulation	23.02±3.11				
Post- Stimulation Type 2	27.44±6.22	-4.42	1.26	-0.72	0.00*
Post- Stimulation Type 1	24.14±2.91				
Post- Stimulation Type 2	27.44±6.22	-3.30	1.26	-0.53	0.04*
Relative Peak Power ($W \cdot kg^{-1}$)					
Pre-Stimulation	49.52±7.83				
Post- Stimulation Type 1	57.79±12.25	-8.27	3.25	-0.52	0.04*
Pre-Stimulation	49.52±7.83				
Post- Stimulation Type 2	56.25±13.01	-6.73	3.25	-0.42	0.149
Post- Stimulation Type 1	57.79±12.25				
Post- Stimulation Type 2	56.25±13.01	1.54	3.25	0.10	1.00
Jump Height (m)					
Pre-Stimulation	0.33±0.05				
Post- Stimulation Type 1	0.34±0.06	-0.01	0.02	-0.10	1.00
Pre-Stimulation	0.33±0.05				
Post- Stimulation Type 2	0.41±0.06	-0.08	0.02	-0.82	0.00*
Post- Stimulation Type 1	0.34±0.06				
Post- Stimulation Type 2	0.41±0.06	-0.07	0.02	-0.71	0.00*

*P-value < 0.05

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

Table 5. (Continued)

Pairwise Comparisons	Mean	Mean Difference	Standard Error	Cohen's d_2	P-value
5-m Sprint Time (s)					
Pre-Stimulation	1.26±0.15				
Post- Stimulation Type 1	1.13±0.20	0.13	0.05	0.53	0.04*
Pre-Stimulation	1.26±0.15				
Post- Stimulation Type 2	1.03±0.20	0.23	0.05	0.94	0.00*
Post- Stimulation Type 1	1.13±0.20				
Post- Stimulation Type 2	1.03±0.20	0.10	0.03	0.68	0.00*
10-m Sprint Time (s)					
Pre-Stimulation	2.21±0.27				
Post- Stimulation Type 1	2.03±0.30	0.18	0.09	0.41	0.170
Pre-Stimulation	2.21±0.27				
Post- Stimulation Type 2	1.90±0.32	0.31	0.09	0.70	0.00*
Post- Stimulation Type 1	2.03±0.30				
Post- Stimulation Type 2	1.90±0.32	0.13	0.09	0.29	0.392

*P-value < 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างหลายข้อต่อด้วยท่าทางสควอทที่มุมข้อเข่าแตกต่างกัน ได้แก่ มุมเข่า 90 องศา (รูปแบบที่ 1) และมุมเข่า 140 องศา (รูปแบบที่ 2) เป็นระยะเวลา 5 วินาที ที่มีต่อความสามารถในการกระโดดและความสามารถในการวิ่งเร็วของนักกีฬาแบดมินตันเยาวชนเพศชาย ผลการวิจัยพบว่า การกระตุ้นด้วยการเกร็งค้างที่มุมเข่า 140 องศา (รูปแบบที่ 2) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพแบบฉับพลันหลังการกระตุ้น (Post-Activation Performance Enhancement: PAPE) ในสมรรถภาพด้านความเร็วสูงสุดในการกระโดด (2.77±0.13 เมตรต่อวินาที) แรงสูงสุดสัมพันธ์ (27.44±6.22 นิวตัน/กิโลกรัม) และความสูงในการกระโดด (0.41±0.06 เมตร) ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการกระตุ้นและหลังการกระตุ้นที่มุมเข่า 90 องศา ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Tsoukos et al. (2016) ซึ่งพบว่าการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยท่าทางสควอทแบบเกร็งค้างที่มุมเข่า 140 องศา สามารถเพิ่มความสูงในการกระโดดแบบเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ (Countermovement Jump: CMJ) ได้ 3.8–7.4% ในขณะที่มุมเข่า 90 องศา ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงสอดคล้องกับแนวคิดของ Janicijevic et al. (2022) ที่พบว่าการกระตุ้นแบบเกร็งค้างในมุมข้อที่ตื้นหรือใกล้เคียงกับตำแหน่งปลดปล่อยแรง ช่วยให้เกิดการตอบสนองต่อระบบประสาทกล้ามเนื้อได้ดีกว่า ในเชิงชีวกลศาสตร์ มุมเข่า 140 องศา เป็นองศาข้อต่อที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งเริ่มต้นการถีบตัวกระโดดแนวดิ่งและเป็นช่วงความยาวกล้ามเนื้อที่สัมพันธ์กับการสร้างแรงในแนวดิ่ง อย่างไรก็ตาม ระเบียบวิธีวิจัยในครั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปได้เด็ดขาดว่าเป็นผลมาจากมุมข้อเข่าเพียงอย่างเดียว จึงยังไม่อาจยืนยันความสัมพันธ์เชิงสาเหตุว่าเป็นผลมาจากความเหนือกว่าหรือความจำเพาะเจาะจงของมุมข้อเข่าเพียงอย่างเดียว

พลังสูงสุดสัมพันธ์ ในรูปแบบที่ 1 (57.79±12.25 วัตต์/กิโลกรัม) และในรูปแบบที่ 2 (56.25±13.01 วัตต์/กิโลกรัม) ผลการวิจัยที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเงื่อนไขมุมเข่า 90 องศา และ 140 องศา ในทางสถิติหมายถึง ไม่พบหลักฐานเพียงพอจากข้อมูลชุดนี้ที่จะสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันระหว่างสองเงื่อนไข ซึ่งไม่สามารถสรุปได้ว่ามุมข้อเข่าทั้งสองให้ผลดีในการกระตุ้นทางสรีรวิทยาเท่าเทียมกันทุกประการ เพียงชี้ให้เห็นว่าการเกร็งค้างระดับสูงสุดระยะเวลา 5 วินาทีในทั้งสองมุมองศาต่างแสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของพลังสูงสุดสัมพันธ์เมื่อเทียบกับก่อนการกระตุ้นแต่ไม่สามารถสรุปอ้างอิงไปถึงการให้ผลทางสรีรวิทยาที่เท่าเทียมกันทุกประการได้

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

ความสามารถในการวิ่งเร็วระยะ 5 และ 10 เมตร ผลการลดลงของระยะเวลาวิ่งเร็วระยะ 5 เมตร ในรูปแบบที่ 1 (1.13±0.20 วินาที) และในรูปแบบที่ 2 (1.03 ± 0.20 วินาที) และ 10 เมตร ในรูปแบบที่ 1 (2.03 ± 0.30 วินาที) และในรูปแบบที่ 2 (1.90 ± 0.32 วินาที) ต้องทำด้วยความระมัดระวังอย่างยิ่ง ความแตกต่างของเวลาวิ่งในระดับเสี้ยววินาทีที่พบระหว่างเงื่อนไข จึงอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือจับเวลาร่วมกับปัจจัยเชิงทักษะและอิทธิพลของลำดับการทดลอง มากกว่าจะเป็นผลต่างทางสรีรวิทยาของมุมข้อเข่าเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lim & Kong (2013) และ Chatzopoulos et al. (2007) ที่ระบุว่าการกระตุ้นแบบฉับพลันให้ผลต่อเวลาวิ่งเร็วในระยะสั้นในระดับจำกัด

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาสรุปในภาพรวมจะชี้ให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพหลังการกระตุ้น แต่งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดสำคัญทางระเบียบวิธีวิจัย เนื่องจากมีการวัดค่าก่อนการทดลอง (Baseline) เพียงครั้งเดียวในสัปดาห์แรก แล้วทำการทดสอบเงื่อนไขมุมเข่า 90 องศาและ 140 องศาในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยไม่ได้ทำการสุ่มสลับลำดับเงื่อนไข (Counterbalancing) และไม่มีกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการกระตุ้น (Control Group) ส่งผลให้การเปรียบเทียบผลระหว่างสองเงื่อนไขอาจมีปัจจัยแทรกซ้อนจากความแปรปรวนของสมรรถภาพร่างกายระหว่างสัปดาห์ ผลจากลำดับการทดลอง หรือความคุ้นเคยกับการทดสอบร่วมด้วย ข้อจำกัดสำคัญอีกประการของการศึกษานี้คือ การใช้นาฬิกาจับเวลาด้วยมือในการทดสอบการวิ่งเร็วระยะ 5 เมตร และ 10 เมตร ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนจากปฏิกิริยาการตอบสนองของผู้จับเวลา ความคลาดเคลื่อนนี้อาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการตรวจจับความแตกต่างของเวลาวิ่งระยะสั้นมากระหว่างเงื่อนไข ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตจึงควรใช้ระบบเซนเซอร์แสง เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวัดผล และควรปรับใช้แบบแผนการทดลองแบบสุ่มไขว้ (Randomized Crossover Design) ที่มีการวัดค่าพื้นฐานใหม่ก่อนการทดลองในแต่ละสัปดาห์ร่วมกับกลุ่มควบคุม และใช้เครื่องมือในการทดสอบที่ได้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น เพื่อยืนยันผลลัพธ์ของมุมข้อเข่าได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การกระตุ้นด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้างในท่าสควอทเป็นเวลา 5 วินาที ทั้งที่มุมข้อเข่า 90 องศา และ 140 องศา สังเกตพบการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพแบบฉับพลันหลังการกระตุ้น (Post-Activation Performance Enhancement: PAPE) ในกลุ่มตัวอย่างนักกีฬาแบดมินตันเยาวชนชายที่ทำการทดสอบ โดยพบการเพิ่มขึ้นของพลังสูงสุดสัมพันธ์และการลดลงของระยะเวลาวิ่งเร็วระยะ 5 และ 10 เมตร เมื่อเทียบกับก่อนการกระตุ้น โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสองมุมองศาในตัวแปรพลังสูงสุดสัมพันธ์และระยะเวลาวิ่งเร็ว 10 เมตร ในขณะที่เงื่อนไขการทดสอบมุมเข่า 140 องศา สังเกตพบค่าเฉลี่ยความสูง ความเร็วสูงสุด และแรงสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่งสูงกว่าเงื่อนไขมุมเข่า 90 องศา อย่างไรก็ตาม การสรุปผลเปรียบเทียบระหว่างเงื่อนไขต้องพิจารณาภายใต้ข้อจำกัดของแบบแผนการวิจัยที่ไม่ได้สุ่มสลับลำดับการทดลองและข้อจำกัดของการจับเวลาด้วยมือ

ผู้ฝึกสอนและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาสามารถนำรูปแบบการกระตุ้นด้วยการเกร็งค้างในท่าสควอท ทั้งที่มุมเข่า 90 องศา หรือ 140 องศา ไปประยุกต์ใช้เป็นส่วนหนึ่งของการอบอุ่นร่างกายเพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางกายแบบฉับพลันได้ตามความเหมาะสมของอุปกรณ์และบริบทการฝึกซ้อม อย่างไรก็ตาม การนำไปใช้ควรพิจารณาและติดตามการตอบสนองเป็นรายบุคคล เนื่องจากข้อค้นพบภายใต้ระเบียบวิธีวิจัยนี้ยังไม่สามารถยืนยันความสัมพันธ์เชิงสาเหตุหรือความเหนือกว่าของมุมข้อเข่าใดมุมหนึ่งได้อย่างเด็ดขาด และสำหรับการวิจัยในอนาคต ควรเพิ่มการตรวจวัดตัวแปรทางสรีรวิทยาโดยตรง เช่น การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เพื่อให้เข้าใจกลไกการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น และควรเปลี่ยนมาใช้ระบบเซนเซอร์แสงในการทดสอบการวิ่งเร็วระยะสั้น เพื่อเพิ่มความแม่นยำและลดความคลาดเคลื่อนจากการจับเวลาด้วยมือ และควรปรับใช้แบบแผนการทดลองแบบสุ่มไขว้ที่มีการสลับลำดับเงื่อนไข มีการวัดค่าพื้นฐานใหม่ก่อนการทดลองในแต่ละสัปดาห์ และเพิ่มกลุ่มควบคุมเพื่อขจัดอิทธิพลของลำดับการทดลองและความคุ้นเคยในการทดสอบ

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

การมีส่วนร่วมของผู้นิพนธ์

ผู้เขียนทุกคนมีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัยตามบทบาทและความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล โดยใช้เกณฑ์การจำแนกบทบาทการมีส่วนร่วมของผู้เขียน (Contributor Roles Taxonomy: CRediT) ทั้งนี้ ผู้เขียนทุกคนได้ตรวจสอบและให้ความเห็นชอบต่อบทความฉบับสุดท้ายก่อนส่งตีพิมพ์ และยอมรับความรับผิดชอบต่อความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลงานวิชาการร่วมกัน ดังนี้

Name of Author	C	M	So	Va	Fo	I	R	D	O	E	Vi	Su	P	Fu
Tanachai Khew-orn	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓				
Potchara Chinnasee	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Vorramate Prajongjai	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	

C : **C**onceptualization
M : **M**ethodology
So : **So**ftware
Va : **Va**lidation
Fo : **Fo**rmal analysis
I : **I**nvestigation
R : **R**esources
D : **D**ata Curation
O : Writing - **O**riginal Draft
E : Writing - Review & **E**diting
Vi : **Vi**sualization
Su : **Su**pervision
P : **P**roject administration
Fu : **Fu**nding acquisition

คำประกาศ

บทความวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ขอหรือรับทุนสนับสนุนการวิจัยใด ๆ ทั้งสิ้น

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ไม่มี

ประกาศการใช้ปัญญาประดิษฐ์

ในระหว่างการจัดทำบทความนี้ ผู้เขียนได้ใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ คือ Gemini เพื่อวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบและปรับปรุงภาษาอังกฤษให้มีความถูกต้องและสละสลวยยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ผู้เขียนได้อ่าน ตรวจสอบ และแก้ไขเนื้อหาทั้งหมดด้วยตนเอง และขอรับผิดชอบต่อความถูกต้องของเนื้อหาแต่เพียงผู้เดียว

เอกสารอ้างอิง

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

Boullosa, D., Beato, M., Iacono, A. D., Cuenca-Fernández, F., Doma, K., Schumann, M., Zagatto, A.M., Loturco, I. & Behm, D. G. (2020). A new taxonomy for postactivation potentiation in sport. International Journal of Sports Physiology and Performance, 15(8), 1197–1200. https://doi.org/10.1123/ijspp.2020-0350

Chatzopoulos, D. E., Michailidis, C. J., Giannakos, A. K., Alexiou, K. C., Patikas, D. A., Antonopoulos, C. B., & Kotzamanidis, C. M. (2007). Post activation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. The Journal of Strength & Conditioning Research, 21(4), 1278–1281. https://www.ovid.com/jnls/nsca-jscr/abstract/00124278-200711000-00051~postactivation-potentiation-effects-after-heavy-resistance

Esformes, J. I., Keenan, M., Moody, J., & Bampouras, T. M. (2011). Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation. The Journal of Strength & Conditioning Research, 25(1), 143–148. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fef7f3

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0

French, D. N., Kraemer, W. J., & Cooke, C. B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. The Journal of Strength & Conditioning Research, 17(4), 678–685. https://www.ovid.com/jnls/nsca-jscr/abstract/00124278-200311000-00009~changes-in-dynamic-exercise-performance-following-a-sequence

Janicijevic, D., Knezevic, O. M., Mirkov, D. M., Pérez-Castilla, A., Petrovic, M., Samozino, P., & García-Ramos, A. (2022). The force–velocity relationship obtained during the squat jump exercise is meaningfully influenced by the initial knee angle. Sports Biomechanics, 21(9), 1136–1145. https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1727559

Kuntze, G., Mansfield, N., & Sellers, W. (2010). A biomechanical analysis of common lunge tasks in badminton. Journal of Sports Sciences, 28(2), 183–191. https://doi.org/10.1080/02640410903428533

Lam, W.-K., Wong, D. W.-C., & Lee, W. C.-C. (2020). Biomechanics of lower limb in badminton lunge: A systematic scoping review. PeerJ, 8, Article e10300. https://doi.org/10.7717/peerj.10300

Lim, J. J., & Kong, P. W. (2013). Effects of isometric and dynamic post activation potentiation protocols on maximal sprint performance. The Journal of Strength & Conditioning Research, 27(10), 2730–2736. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182815995

Lum, D., & Howatson, G. (2025). Comparing the acute effects of a session of isometric strength training with heavy resistance training on neuromuscular function. Journal of Science in Sport and Exercise, 7(1), 40-49. https://doi.org/10.1007/s42978-023-00241-0

Marchetti, P. H., Jarbas da Silva, J., Schoenfeld, B.J., Nardi, P. S. M., Pecoraro, S. L., D'Andréa Greve, J. M., & Hartigan, E. (2016). Muscle activation differs between three different knee joint-angle positions during a maximal isometric back squat exercise. Journal of Sports Medicine, 2016, Article 3846123. https://doi.org/10.1155/2016/3846123

McBride, J. M., Nimphius, S., & Erickson, T. M. (2005). The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. The Journal of Strength & Conditioning Research, 19(4), 893–897. https://www.ovid.com/jnls/nsca-jscr/abstract/00124278-200511000-00029~the-acute-effects-of-heavy-load-squats-and-loaded

Rahimi, R. (2007). The acute effects of heavy versus light-load squats on sprint performance. Facta Universitatis: Series Physical Education and Sport, 5(2), 163–169.

Ruben, R. M., Molinari, M. A., Bibbee, C. A., Childress, M. A., Harman, M. S., Reed, K. P., & Haff, G. G. (2010). The acute effects of an ascending squat protocol on performance during horizontal plyometric jumps. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(2), 358–369. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc26e0

Sale, D. G. (2002). Post activation potentiation: Role in human performance. Exercise and Sport Sciences Reviews, 30(3), 138–143.

Tsoukos, A., Bogdanis, G. C., Terzis, G., & Veligekas, P. (2016). Acute improvement of vertical jump performance after isometric squats depends on knee angle and vertical jumping ability. The Journal of Strength & Conditioning Research, 30(8), 2250–2257. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001328

Wang, L., & Hu, A. (2025). Examining isotonic and isometric exercises for post-activation performance enhancement in kickboxer's upper limb strength and power. Scientific Reports, 15(1), Article 1029. https://doi.org/10.1038/s41598-024-83969-1

Woodward, M. (2011). Badminton coach education coaches' manual level1 (I. Wright Ed.): Badminton World Federation.

© 2027 The Author(s) · CC BY 4.0