

ผลของวิธีการฟื้นตัวภายหลังการฝึกซ้อมที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจ และสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาฟุตบอลชาย

THE EFFECTS OF POST-TRAINING RECOVERY METHODS ON HEART RATE AND PHYSICAL FITNESS IN MALE FOOTBALL PLAYERS

ธรรณพพร เพ็งสีแสง^{1*}

Thanyaporn Pengseesang^{1*}

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ

¹Division of Sport Science, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University, Sisaket Province

*Corresponding Author: thanyaporn.w@sskru.ac.th

Received: November 5, 2025

Revised: December 1, 2025

Accepted: December 4, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพ 4 รูปแบบ ได้แก่ การนวด การแช่น้ำเย็น การยืดเหยียด และการนั่งพัก ต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ความเร็ว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาฟุตบอลชายเยาวชนภายหลังการฝึกซ้อมที่มีความเข้มข้นสูง การวิจัยใช้รูปแบบการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายของโรงเรียนเทศบาล 1 วัดเจียงอี อายุ 15-18 ปี จำนวน 40 คน สุ่มแบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ได้แก่ กลุ่มนวด กลุ่มแช่น้ำเย็น กลุ่มยืดเหยียด และกลุ่มนั่งพัก วัดผลก่อนและหลังการฟื้นฟูด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ ความเร็ว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Paired Sample t-test, One-way ANOVA และ Bonferroni post-hoc test ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการวิจัยพบว่า ด้านอัตราการเต้นของหัวใจ ทุกกลุ่มมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังการฟื้นฟู ($p < .05$) โดยกลุ่มนวดมีค่าต่ำที่สุด (68.80 ± 4.53 ครั้งต่อนาที) และต่ำกว่ากลุ่มแช่น้ำเย็นและกลุ่มยืดเหยียดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) ด้านความเร็ว กลุ่มนวด กลุ่มแช่น้ำเย็น และกลุ่มยืดเหยียดมีเวลาการวิ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่กลุ่มนั่งพักไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p = .16$) โดยกลุ่มแช่น้ำเย็นมีแนวโน้มพัฒนาการสูงที่สุด ส่วนด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ทุกกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มนวดมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (50.30 ± 4.83 กิโลกรัม) และสูงกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) ขณะที่กลุ่มแช่น้ำเย็นมีอัตราการพัฒนาสูงที่สุด

สรุปได้ว่าการนวดมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดอัตราการเต้นของหัวใจและรักษาระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยรวม ส่วนการแช่น้ำเย็นเหมาะสมสำหรับการฟื้นฟูความเร็วและการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในระยะสั้น ขณะที่การนั่งพักมีประสิทธิภาพต่ำสุดในทุกตัวชี้วัด ผลการวิจัยนี้เป็นแนวทางสำหรับผู้ฝึกสอนและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาในการเลือกวิธีการฟื้นฟูให้สอดคล้องกับเป้าหมายสมรรถภาพและบริบทของการฝึกซ้อม

คำสำคัญ: อัตราการเต้นของหัวใจ, สมรรถภาพทางกาย, นักกีฬาฟุตบอลชาย, การฟื้นฟู

Abstract

This study aimed to compare the effects of four recovery methods; massage, cold water immersion (CWI), stretching, and passive rest on heart rate, speed, and muscle strength in young male football players following high-intensity training. A randomized controlled experimental design was employed. Forty male

football players from Tessaban 1 Wat Chiang-i School, aged 15–18 years, were selected through purposive sampling and randomly allocated into four groups of ten: massage, CWI (10–15°C for 10 minutes), stretching, and passive rest. Physical performance was assessed before and after each recovery intervention using a blood pressure monitor for heart rate, a 10-meter sprint test for speed, and a Back and Leg Dynamometer for isometric muscle strength. Data were analyzed using Paired Sample t-test, One-way ANOVA, and Bonferroni post-hoc comparisons at a significance level of .05. The results show that all groups showed statistically significant reductions in heart rate following recovery ($p < .05$). The massage group demonstrated the lowest post-recovery heart rate (68.80 ± 4.53 bpm), significantly lower than the CWI and stretching groups ($p < .05$). Regarding speed, the massage, CWI, and stretching groups showed significant improvements in 10-meter sprint time, whereas the passive rest group showed no significant change ($p = .16$), with CWI demonstrating the greatest improvement. For muscle strength, all groups showed statistically significant increases post-recovery. The massage group achieved the highest mean strength (50.30 ± 4.83 kg), significantly exceeding all other groups ($p < .001$), while CWI produced the greatest rate of improvement.

In conclusion, massage was most effective for reducing heart rate and maintaining overall muscle strength, while CWI showed superior performance in restoring speed and promoting muscle strength development. Passive rest demonstrated the least effectiveness across all outcomes. These findings provide practical guidance for coaches and sport scientists in selecting appropriate recovery strategies aligned with training goals and competition schedules.

Keywords: Heart rate, Physical fitness, Male football players, Recovery

บทนำ

การฝึกซ้อมและการแข่งขันฟุตบอลในระดับสูงต้องอาศัยสมรรถภาพทางกายหลายด้านพร้อมกัน ทั้งความเร็ว ความคล่องตัว ความแข็งแรง และความอดทน รวมถึงต้องเผชิญกับรูปแบบการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน เช่น การวิ่งเปลี่ยนทิศทาง การเร่งความเร็วอย่างฉับพลัน การปะทะ และการกระโดด ซึ่งล้วนแต่เพิ่มความเสี่ยงให้นักกีฬาต้องเผชิญกับภาวะเมื่อยล้า กล้ามเนื้ออย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Bompa & Buzzichelli, 2019) ภาวะเมื่อยล้านี้เกิดจากการสะสมของกรดแลคติกและเมแทบอลิต์อื่น ๆ ในกล้ามเนื้อและเลือดระหว่างการออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นสูง ซึ่งรบกวนการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ นำไปสู่อาการเมื่อยล้า ความเจ็บปวด หรือกล้ามเนื้ออักเสบ (muscle soreness) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่กระทบต่อการฟื้นฟูและความต่อเนื่องของการฝึกซ้อม (Dupuy et al., 2018) หากไม่ได้รับการฟื้นฟูที่เหมาะสม จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการฝึกซ้อมในรอบถัดไป (Nédélec et al., 2015) การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายภายหลังการฝึกซ้อมจึงเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่นักกีฬาจำเป็นต้องฟื้นตัวอย่างรวดเร็ว เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การฝึกซ้อมหรือการแข่งขันในรอบถัดไป งานวิจัยที่ผ่านมาได้พิสูจน์ว่าวิธีการฟื้นฟูที่ต่างกันมีกลไกและประสิทธิภาพที่หลากหลาย การนวด (massage) ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด ช่วยลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ และเร่งการขับของเสีย เช่น กรดแลคติก ออกจากกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wiewelhove et al., 2019) การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) โดยเฉพาะแบบคงค้าง (Static Stretching) มีบทบาทในการเพิ่มความยืดหยุ่น ลดความเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ และช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายหลังการออกกำลังกาย (Afonso et al., 2021) การแช่น้ำเย็น (cold water Immersion) ช่วยลดการอักเสบบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อ และส่งเสริมกระบวนการฟื้นฟูโดยเร่งการหมุนเวียนเลือดส่วนกลาง (Kwiecien & McHugh, 2021) ขณะที่การนั่งพัก (Passive rest) เป็นวิธีพื้นฐานที่ช่วยให้ร่างกาย

พื้นตัวโดยธรรมชาติ แต่ใช้ระยะเวลานานกว่าวิธีอื่น (van Hooren & Peake, 2018) แม้ว่าจะมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการฟื้นฟูหลากหลายรูปแบบ แต่ผลการศึกษาที่มีอยู่ยังไม่เป็นเอกภาพ บางรายงานพบว่า การนวดมีประสิทธิภาพสูงในการลดอาการเมื่อยล้า (Davis et al., 2020) ขณะที่บางการศึกษาพบว่าการแช่น้ำเย็นและการยืดเหยียดให้ผลใกล้เคียงกัน (Marqués-Jiménez et al., 2016) ความไม่สอดคล้องนี้อาจมีสาเหตุจากความแตกต่างด้านระยะเวลาระเบียบวิธีการศึกษา เช่น ระยะเวลาการฟื้นฟู เทคนิคที่ใช้ ตำแหน่งที่ใช้ในการฟื้นฟู หรือเงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาแต่ละครั้ง แม้ว่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการฟื้นฟูหลายรูปแบบ แต่ยังขาดการศึกษาเปรียบเทียบโดยตรงระหว่างวิธีการทั้งสี่แบบ (นวด, ยืดเหยียด, แช่น้ำเย็น, และนึ่งพัก) ในบริบทของนักกีฬาฟุตบอลชายที่มีรูปแบบการเคลื่อนไหวเฉพาะทาง โดยใช้ตัวชี้วัดทั้งทางสรีรวิทยา คือ อัตราการเต้นของหัวใจ และสมรรถภาพทางกาย ด้านความแข็งแรง ความเร็ว ความคล่องตัว ในเงื่อนไขที่เหมือนกัน (Silva et al., 2018) สำหรับนักกีฬาฟุตบอลในระดับโรงเรียนและสโมสร ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงคือ ผู้ฝึกสอนและนักกีฬามักไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนว่าควรเลือกใช้วิธีการฟื้นฟูแบบใดหลังการฝึกซ้อมหนัก เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ระยะเวลาจำกัดระหว่างการฝึกหรือการแข่งขัน การขาดแนวทางที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์รองรับนี้ ส่งผลให้นักกีฬาอาจได้รับการฟื้นฟูที่ไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสม นำไปสู่การสะสมของความเมื่อยล้า การลดลงของประสิทธิภาพ และการเพิ่มขึ้นของอัตราการบาดเจ็บในระยะยาว

การศึกษานี้จะให้ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สำคัญเกี่ยวกับประสิทธิภาพของวิธีการฟื้นฟูแต่ละแบบต่อการฟื้นตัวของนักกีฬาฟุตบอลชาย ผลที่ได้จะช่วยให้ผู้ฝึกสอนสามารถตัดสินใจเลือกใช้วิธีการฟื้นฟูที่เหมาะสมที่สุดตามสถานการณ์จริง เช่น เมื่อมีระยะเวลาจำกัดระหว่างการฝึก ระหว่างการแข่งขัน หรือเมื่อต้องการเร่งการฟื้นฟูก่อนการแข่งขันสำคัญ นอกจากนี้ ข้อมูลจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและสมรรถภาพทางกายจะเป็นตัวชี้วัดที่เป็นรูปธรรม สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนโปรแกรมการฝึกซ้อมและการฟื้นฟูอย่างเป็นระบบ (Kellmann et al., 2018) สำหรับในระยะยาว การมีแนวทางการฟื้นฟูที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดการสะสมของความเมื่อยล้า ป้องกันการบาดเจ็บทั้งเฉียบพลันและเรื้อรัง ส่งเสริมให้นักกีฬาสามารถรักษาระดับสมรรถภาพสูงสุดได้ตลอดฤดูกาล และเพิ่มคุณภาพการฝึกซ้อมโดยรวม ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาฟุตบอลในระดับโรงเรียนและสโมสรอย่างยั่งยืน และสามารถนำไปเป็นแนวทางสำหรับกีฬาประเภทอื่นที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวคล้ายคลึงกันได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ การวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย 4 วิธี ได้แก่ การนวด การยืดเหยียด การแช่น้ำเย็น และการนึ่งพัก ต่อนักกีฬาฟุตบอลชาย หลังการฝึกซ้อมที่มีความเข้มข้นสูง

ประชากร

นักกีฬาฟุตบอลชายของโรงเรียนเทศบาล 1 วัดเจียงอี มีอายุระหว่าง 15–18 ปี จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นสมาชิกทั้งหมดของทีมฟุตบอลโรงเรียนในช่วงปีการศึกษา 2568 ขณะที่ทำการเก็บข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักกีฬาฟุตบอลชายทั้งหมดที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์การคัดเลือกและการคัดออกจากการเข้าร่วมการศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการคัดเลือกเข้ารับการประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายด้วยแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายด้วยตนเองสำหรับบุคคลทั่วไป อายุ 15 - 69 ปี (Physical activity readiness questionnaire: PAR-Q+) และใช้ประชากรทั้งหมดเป็นกลุ่มตัวอย่าง (Total Population Sampling) รวม 40 คน จากนั้นสุ่มแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มเท่า ๆ กัน กลุ่มละ 10 คน โดยใช้การสุ่มแบบจับฉลากดังนี้

- กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ได้รับการนวด
- กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการแช่น้ำเย็น
- กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการยืดเหยียด
- กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่ได้รับการนึ่งพัก

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. เป็นนักกีฬาฟุตบอลชายฟุตบอลของโรงเรียนเทศบาล 1 วัดเจียงอี ที่มีสุขภาพดี
2. ฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอ ≥ 3 ครั้ง/สัปดาห์
3. ไม่มีอาการบาดเจ็บเรื้อรังของกล้ามเนื้อ กระดูก เอ็นและข้อต่อ หรือประวัติผ่าตัดขา สะโพก หรือหลัง ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา
4. มีความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยและทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยความสมัครใจ

เกณฑ์การคัดออก

1. มีอาการป่วยหรืออาการบาดเจ็บระหว่างการเก็บข้อมูล
2. ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการฟื้นฟูสมรรถภาพที่กำหนด
3. ปฏิเสธการเข้าร่วมหรือขอถอนตัวจากการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการการฟื้นฟูสมรรถภาพหลังการฝึกซ้อม ประกอบด้วย
 - 1.1 กลุ่มที่ได้รับการนวด รับการนวดกีฬาแบบสวีดิช (Swedish massage) บริเวณกล้ามเนื้ออย่างคล่อง (น่อง, ต้นขาด้านหน้าและหลัง) โดยนักศึกษาศาสาวิทยาศาสตร์การกีฬาที่ผ่านการฝึกฝน เป็นเวลา 15 นาที เน้นเทคนิคการลูบ (Effleurage) การบีบ (Petrissage) และการคลึง (Thumb Kneading) (Aourell et al., 2005)
 - 1.2 กลุ่มที่ได้รับการแช่น้ำเย็น ที่อุณหภูมิ $10-15^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 15 นาที (Crowe et. al, 2006)
 - 1.3 กลุ่มที่ได้รับการยืดเหยียด ใช้การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบคงที่และแบบเคลื่อนไหว โดยยืดกล้ามเนื้อหลักที่ใช้ในการเล่นฟุตบอลกลุ่มละ 30 วินาที จำนวน 8 ท่า รวมเป็นเวลา 15 นาที (Nelson & Kokkonen, 2007)
 - 1.4 กลุ่มที่ได้รับการนึ่งพัก การนึ่งพักในสภาพแวดล้อมปกติ (อุณหภูมิห้องประมาณ $25-28^{\circ}\text{C}$ องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 นาที โดยไม่มีกิจกรรมทางกายใด ๆ เป็นเวลา 15 นาที (Shona Halson, 2017)
- โปรแกรมทั้งหมดได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและการฟื้นฟูสมรรถภาพจำนวน 3 ท่าน โดยพิจารณาความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และระยะเวลา ผลการประเมินมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในระดับยอมรับได้ (≥ 0.50) ได้เท่ากับ 0.89 และมีการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายก่อนการเก็บข้อมูลจริง เพื่อประเมินความเป็นไปได้และความเชื่อมั่นของเครื่องมือ
2. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ใช้ยี่ห้อOMRON รุ่น HEM-7156 เพื่อบันทึกค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ก่อนและหลังการฟื้นฟูสมรรถภาพ มีหน่วยเป็นครั้งต่อนาที
3. การทดสอบความเร็ว ทดสอบโดยให้นักกีฬาวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดระยะทาง 10 เมตร ใช้นาฬิกาจับเวลา บันทึกเวลาที่นักกีฬาวิ่งได้ในเที่ยวที่ดีที่สุดจากการทดสอบ 2 ครั้ง มีหน่วยเป็นวินาที
4. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ด้วยเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังและขาแบบเข็ม (Back and Leg Dynamometer) เพื่อวัดความแข็งแรงสูงสุดแบบอยู่กับที่ (Isometric Strength) ของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างและกล้ามเนื้อขา โดยออกแรงอย่างต่อเนื่องด้วยแรงสูงสุด 3-5 วินาที ทดสอบจำนวน 2 ครั้ง และบันทึกค่าที่ดีที่สุด ซึ่งจะแสดงผลเป็นกิโลกรัมหรือปอนด์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การเตรียมความพร้อมและพหุศาสตร์กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการประสานงานกับผู้ฝึกสอนนักฟุตบอลชาย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดเจียงอี เพื่อชี้แจงรายละเอียดและขอความร่วมมือในการทำวิจัย โดยโครงการนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ เลขที่โครงการ HE681023 ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอน และสิทธิในการถอนตัวจากการวิจัยให้แก่กลุ่มตัวอย่างและผู้ปกครองทราบ พร้อมลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัยก่อนเริ่มดำเนินการ ข้อมูลทั้งหมดเก็บเป็นความลับโดยใช้รหัสแทนชื่อและนำเสนอเป็นภาพรวม เมื่อสิ้นสุดการวิจัยข้อมูลจะถูกทำลาย

2. การเก็บข้อมูลพื้นฐาน

บันทึกข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และประวัติการบาดเจ็บ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์

3. การฝึกซ้อมฟุตบอล

กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการฝึกซ้อมฟุตบอลที่มีความเข้มข้นสูง (High-intensity Training) เป็นเวลา 60 นาที ภายใต้การควบคุมมาตรฐานเดียวกับผู้ฝึกสอน

4. การทดสอบสมรรถภาพทางกาย

ดำเนินการทดสอบตัวแปรทางด้านสรีรวิทยาและสมรรถภาพทางกาย ก่อนและหลังการฟื้นฟูสมรรถภาพ มีดังนี้ อัตราการเต้นของหัวใจ ความเร็ว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

5. การฟื้นฟูสมรรถภาพหลังการฝึกซ้อม

ภายหลังการฝึกซ้อม นักกีฬาถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เพื่อรับการฟื้นฟูสมรรถภาพที่แตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ได้รับการนวด

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการแช่น้ำเย็น

กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการยืดเหยียด

กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่ได้รับการนึ่งพอก

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของอายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และชีพจรขณะพัก

2. วิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่ม (Paired Sample t-test) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (One-way ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Statistics 22

3. ในกรณีที่ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงดำเนินการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่ (Post-hoc comparison) ด้วยวิธีการของบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni Adjustment)

4. กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า 0.05

ผลการวิจัย

1) กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มมีลักษณะทางกายภาพที่ใกล้เคียงกัน โดยมีอายุเฉลี่ยระหว่าง 16.40 ± 1.10 ถึง 16.60 ± 1.00 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ยระหว่าง 59.80 ± 6.10 ถึง 61.70 ± 6.60 กิโลกรัม และส่วนสูงเฉลี่ยระหว่าง 169.90 ± 6.10 ถึง 170.80 ± 5.60 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาค่าดัชนีมวลกายพบว่ายู่ในเกณฑ์ปกติ (20.70 ± 1.80 ถึง 21.10 ± 1.90 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) และมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (RHR) อยู่ระหว่าง 67.90 ± 5.60 ถึง 69.00 ± 5.80 ครั้งต่อนาที ดังตารางที่ 1 (Table 1.)

Table 1. Mean and Standard deviation of Participant Characteristics (n = 40)

Characteristics	Massage (n=10)	CWI (n=10)	Stretching (n=10)	Passive Rest (n=10)
Age (years)	16.60 ± 1.00	16.40 ± 1.10	16.50 ± 1.00	16.50 ± 1.10
Body weight (kg)	61.20 ± 6.30	60.50 ± 6.80	59.80 ± 6.10	61.70 ± 6.60
Height (cm)	170.80 ± 5.60	169.90 ± 6.10	170.10 ± 5.70	170.40 ± 6.00
Body mass index (kg/m ²)	21.00 ± 1.70	20.90 ± 1.90	20.70 ± 1.80	21.10 ± 1.90
Resting heart rate (bpm)	67.90 ± 5.60	68.20 ± 6.00	69.00 ± 5.80	68.50 ± 6.10

2) ผลการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจก่อนและหลังการฟื้นฟูสมรรถภาพ

เมื่อพิจารณาความแตกต่างภายในกลุ่ม พบว่า ทุกกลุ่มมีอัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่ได้รับการนวด มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจลดลงมากที่สุดจาก 85.30 ± 4.82 ครั้งต่อนาที เหลือ 68.80 ± 4.53 ครั้งต่อนาที และเมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า ก่อนการฟื้นฟูสมรรถภาพอัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 0.04$, $p = .99$) ภายหลังการฟื้นฟูสมรรถภาพ พบว่า มีความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 4.12$, $p = .01$) โดยกลุ่มที่ได้รับการนวดมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจมีแนวโน้มลดลงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ดังตารางที่ 2 (Table 2.)

Table 2. Comparison of heart rate (bpm) before and after different recovery methods (n = 40)

Group	Before training (Mean $\pm$ SD)	After training (Mean $\pm$ SD)	t	p-value
Massage	85.30 ± 4.82	68.80 ± 4.53	9.42	<.00*
CWI	85.60 ± 5.14	74.40 ± 4.91	6.85	<.00*
Stretching	86.60 ± 4.91	78.40 ± 5.03	6.64	<.00*
Passive Rest	85.80 ± 5.22	72.60 ± 4.73	7.51	<.00*
Between Groups	$F = 0.04$	$F = 4.12$		
p-value	.99	.01*		

*P < .05

3) ผลการเปรียบเทียบความเร็วก่อนและหลังการฟื้นฟูสมรรถภาพ

เมื่อพิจารณาความแตกต่างภายในกลุ่ม พบว่า กลุ่มที่ได้รับการนวด กลุ่มที่ได้รับการแช่น้ำเย็น และกลุ่มที่ได้รับการยืดเหยียดมีความเร็วเพิ่มขึ้น โดยใช้เวลาลดลงจากเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเฉพาะกลุ่มที่ได้รับการยืดเหยียดที่มีการเปลี่ยนแปลงของเวลาลดลงอย่างชัดเจนที่สุดจาก 4.28 ± 0.51 วินาที เหลือ 3.37 ± 0.45 วินาที ($p < .00$) ขณะที่กลุ่มที่ได้รับการนึ่งพักไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 1.52, p = .16$) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มก่อนการฟื้นฟูสมรรถภาพ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 18.45, p < .00$) และหลังการฟื้นฟูสมรรถภาพ พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 22.14, p < .00$) แสดงให้เห็นว่าวิธีการฟื้นฟูแต่ละรูปแบบส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรแตกต่างกัน โดยกลุ่มแช่น้ำเย็นมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ขณะที่กลุ่มนึ่งพักมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ดังตารางที่ 3 (Table 3.)

Table 3. Comparison of Speed (seconds) before and after different recovery methods (n = 40)

Group	Before training (Mean $\pm$ SD)	After training (Mean $\pm$ SD)	t	p-value
Massage	3.77 ± 0.42	3.52 ± 0.40	3.18	.01*
CWI	4.28 ± 0.51	3.37 ± 0.45	5.94	<.00*
Stretching	3.39 ± 0.38	3.23 ± 0.36	2.41	.04*
Passive Rest	5.17 ± 0.60	5.01 ± 0.58	1.52	.16
Between Groups	$F = 18.45$	$F = 22.14$		
p-value	<.00*	<.00*		

*P < .05

4) ผลการเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ก่อนและหลังการฟื้นฟูสมรรถภาพ

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยภายใน พบว่า ทุกกลุ่มมีค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่าทั้งก่อนการทดลอง ($F = 42.15, p < .00$) และหลังการทดลอง ($F = 48.32, p < .00$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่ได้รับการนวดมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงที่สุดในขณะที่กลุ่มการแช่น้ำเย็นมีอัตราการพัฒนาของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากที่สุดภายหลังการฟื้นฟู ดังตารางที่ 4 (Table 4.)

Table 4. Comparison of Muscle Strength (kg) before and after different recovery methods (n = 40)

Group	Before training (Mean $\pm$ SD)	After training (Mean $\pm$ SD)	t	p-value
Massage	47.72 ± 5.23	50.30 ± 4.83	4.25	.00*
CWI	34.64 ± 4.54	40.61 ± 4.23	7.18	<.00*
Stretching	37.23 ± 4.11	41.92 ± 3.90	6.44	<.00*
Passive Rest	20.32 ± 3.80	24.24 ± 3.51	3.92	.00*
Between Groups	$F = 42.15$	$F = 48.32$		
p-value	<.00*	<.00*		

*P < .05

5) ผลการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี Bonferroni พบว่า กลุ่มที่ได้รับการนวดมีอัตราการเต้นของหัวใจหลังการฟื้นฟูลดลงต่ำกว่ากลุ่มแช่น้ำเย็นและกลุ่มยืดเหยียดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มนั่งพัก ($p > .05$) นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มแช่น้ำเย็น กลุ่มยืดเหยียด และกลุ่มนั่งพัก ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการนวดมีประสิทธิภาพในการลดอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการฝึกซ้อมสูงกว่าวิธีการฟื้นฟูบางรูปแบบ ดังตารางที่ 5 (Table 5.)

Comparison	Mean Difference (bpm)	p-value
Massage vs CWI	-5.6	.041*
Massage vs Stretching	-5.6	.044*
Massage vs Passive Rest	-3.8	.118
CWI vs Stretching	0.0	1.000
CWI vs Passive Rest	1.8	.532
Stretching vs Passive Rest	1.8	.547

* $P < .05$

6) ผลการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี Bonferroni หลังการฟื้นฟู พบว่า กลุ่มนั่งพักมีเวลาความเร็วสูงกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ขณะที่กลุ่มนวดมีค่าต่ำกว่ากลุ่มยืดเหยียดอย่างมีนัยสำคัญ ($p = .031$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มแช่น้ำเย็น ($p > .05$) นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มแช่น้ำเย็นและกลุ่มยืดเหยียด ดังตารางที่ 6 (Table 6.)

Table 6. Post-hoc comparison of speed among different recovery methods using Bonferroni test

Comparison	Mean Difference (bpm)	p-value
Massage vs CWI	0.15	.21
Massage vs Stretching	0.29	.031*
Massage vs Passive Rest	-1.49	<.001*
CWI vs Stretching	0.14	.29
CWI vs Passive Rest	-1.64	<.00*
Stretching vs Passive Rest	-1.78	<.00*

* $P < .05$

7) การเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี Bonferroni หลังการฟื้นฟู พบว่า กลุ่มนวดมีแรงกล้ามเนื้อสูงกว่ากลุ่มแช่น้ำเย็น กลุ่มยืดเหยียด และกลุ่มนั่งพักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .00$) ขณะที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มแช่น้ำเย็นและกลุ่มยืดเหยียด ($p > .05$) ทั้งนี้กลุ่มนั่งพักมีค่าแรงกล้ามเนื้อต่ำกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 7 (Table 7.)

Table 7. Post-hoc comparison of Muscle Strength among different recovery methods using Bonferroni test

Comparison	Mean Difference (bpm)	p-value
Massage vs CWI	9.73	<.00*
Massage vs Stretching	8.42	<.00*
Massage vs Passive Rest	26.11	<.00*
CWI vs Stretching	1.33	.214
CWI vs Passive Rest	16.43	<.00*
Stretching vs Passive Rest	17.70	<.00*

*p < .05

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพ 4 รูปแบบ ได้แก่ การนวด การแช่น้ำเย็น การยืดเหยียด และการนั่งพัก ต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ ความเร็ว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หลังการออกกำลังกายในนักกีฬาเยาวชนชาย ที่มีอายุเฉลี่ยประมาณ 16 ปี จากข้อมูลพื้นฐานพบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกัน ทั้งอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง BMI และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากตัวแปรแทรกซ้อน และสนับสนุนความตรงภายในของการวิจัย โดยค่าดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มอยู่ในเกณฑ์ปกติ (20.70–21.10 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักอยู่ในช่วง 67.90–69.00 ครั้งต่อนาที ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางสรีรวิทยาของนักกีฬาเยาวชนที่มีสมรรถภาพร่างกายอยู่ในเกณฑ์ดี ความสม่ำเสมอของลักษณะพื้นฐานดังกล่าวทำให้การเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

1. ผลของวิธีการฟื้นฟูต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

ผลการวิจัยพบว่าทุกวิธีการฟื้นฟูสามารถลดอัตราการเต้นของหัวใจได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับค่าก่อนการทดลอง อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่ได้รับการนวดมีอัตราการเต้นของหัวใจหลังการฟื้นฟูต่ำที่สุด (68.80 ± 4.53 ครั้งต่อนาที) และลดลงต่ำกว่ากลุ่มแช่น้ำเย็นและกลุ่มยืดเหยียดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ผลดังกล่าวสอดคล้องกับกลไกทางสรีรวิทยาของการนวด ซึ่งมีผลกระตุ้นระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic Nervous System) โดยตรง และยับยั้งระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic Nervous System) ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การนวดยังช่วยลดระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล (Cortisol) และกระตุ้นการหลั่งสารซีโรโทนิน (Serotonin) ส่งผลให้ร่างกายเกิดความผ่อนคลายและลดความตึงเครียดของระบบไหลเวียนโลหิตภายหลังการออกกำลังกาย ได้เร็วกว่าการพักในรูปแบบอื่น ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aboodarda et al. (2015) และการศึกษาของ Hemmings (2001) ที่พบว่าการนวดสามารถกระตุ้นการไหลเวียนของเลือดและการกำจัดของเสียจากกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้น ส่งผลให้ระบบหัวใจทำงานลดลงในช่วงหลังออกกำลังกาย ในขณะที่การแช่น้ำเย็นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก็มีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจได้เช่นกัน แต่ประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากการนั่งพักเฉย ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเป็นเพราะกระบวนการฟื้นฟูตามธรรมชาติภายหลังการออกกำลังกายที่มีส่วนสำคัญต่อการลดอัตราการเต้นของหัวใจโดยรวมในระยะเวลาที่กำหนด

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่าภายหลังการฟื้นฟูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($F = 4.12$, $p = .01$) โดยผลการเปรียบเทียบรายคู่ (Bonferroni) พบว่ากลุ่มนวดมีอัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่ากลุ่มแช่น้ำเย็นและกลุ่มยืดเหยียดอย่างมีนัยสำคัญ ผลดังกล่าวอาจอธิบายได้จากกลไกของการนวดที่ช่วยกระตุ้นระบบประสาทพาราซิมพาเทติก เพิ่มการไหลเวียนเลือดดำกลับหัวใจ และลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงเร็วกว่าวิธีอื่น ขณะที่การแช่น้ำเย็นแม้ช่วยลดการอักเสบและชะลอการเผาผลาญ แต่กลไกการหดตัวของหลอดเลือดอาจทำให้การคืนสู่ภาวะ

ปกติของหัวใจไม่รวดเร็วเท่าการนวด ซึ่งเป็นตัวชี้วัดภาวะฟื้นตัวทางสรีรวิทยาของร่างกาย ดังนั้น การนวดอาจเป็นวิธีการฟื้นฟูที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการลดภาวะความเครียดของระบบหัวใจหลังการฝึกที่เข้มข้น

2. ผลของวิธีการฟื้นฟูต่อความเร็ว

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ได้รับการนวด กลุ่มแช่น้ำเย็น และกลุ่มยืดเหยียดกล้ามเนื้อ มีค่าเวลาในการวิ่ง 10 เมตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการฟื้นฟู ในขณะที่กลุ่มนั่งพักเฉยๆ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญ ($p = .16$) ผลที่ได้สนับสนุนแนวคิดที่ว่า การฟื้นฟูแบบ Active Recovery มีประสิทธิภาพเหนือกว่าการพักเฉยๆ ในด้านการคืนกลับของสมรรถภาพความเร็ว กลไกหลักที่เป็นไปได้คือการกำจัดกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจากการออกกำลังกายอย่างหนัก ซึ่งกรดแลคติกที่คั่งค้างในกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความล้าและลดสมรรถภาพ โดยการแช่น้ำเย็นมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ซึ่งอาจเป็นเพราะอุณหภูมิที่ลดลงช่วยลดการเผาผลาญพลังงานในกล้ามเนื้อ ลดการอักเสบเฉียบพลัน และช่วยให้การส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้การยืดเหยียดกล้ามเนื้อก็ช่วยส่งเสริมการไหลเวียนโลหิต ลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ และฟื้นฟูความยืดหยุ่น ซึ่งล้วนมีความสำคัญต่อการแสดงออกของสมรรถภาพความเร็วในระยะสั้น

ปรากฏการณ์นี้สามารถอธิบายได้ว่า การแช่น้ำเย็นช่วยลดอุณหภูมิในแกนกลางร่างกายและลดอาการบวมในระดับเซลล์กล้ามเนื้อภายหลังการฝึกซ้อมที่หนักหน่วง ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีความพร้อมในการกลับมาออกแรงซ้ำได้ดีกว่าการนั่งพักเฉยๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Crowe et al. (2006) ที่พบว่าความเย็นช่วยลดกระบวนการอักเสบและช่วยให้สมรรถภาพการหดตัวของกล้ามเนื้อคืนกลับมาได้เร็วขึ้น และสอดคล้องกับแนวคิดของ Bleakley & Davison (2010) ซึ่งรายงานว่าการแช่น้ำเย็นช่วยลดอุณหภูมิของกล้ามเนื้อและลดการอักเสบระดับจุลภาค (Microtrauma) ที่เกิดขึ้นหลังออกกำลังกายอย่างหนัก ทำให้ความล้ากล้ามเนื้อลดลง ส่งผลให้กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้นในช่วงเวลาการทดสอบหลังการฟื้นฟู อย่างไรก็ตาม การยืดเหยียดและการนวดแม้จะมีผลช่วยลดเวลาการวิ่งได้เช่นกัน โดยเฉพาะโปรแกรมการยืดเหยียด ซึ่งอาจให้ผลฟื้นฟูในระยะยาวมากกว่าการเร่งการฟื้นตัวเฉียบพลัน ดังนั้น ผลดังกล่าวชี้ว่าการแช่น้ำเย็นเป็นโปรแกรมที่เหมาะสมสำหรับการฟื้นฟูนักกีฬาที่ต้องแข่งขันหรือฝึกซ้อมติดต่อกันหลายวัน แม้การแช่น้ำเย็นจะช่วยฟื้นฟูแรงกล้ามเนื้อในระยะสั้น แต่ในระยะยาวควรใช้ร่วมกับโปรแกรมการยืดเหยียดหรือการนวด เพื่อป้องกันการลดลงของการกระตุ้นกล้ามเนื้อในการสร้างโปรตีน

3. ผลของวิธีการฟื้นฟูต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ผลการวิจัยพบว่าทุกกลุ่มมีค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังและขาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มนวดมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงที่สุด (50.30 ± 4.83 กิโลกรัม) และสูงกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .00$) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มแช่น้ำเย็นมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มยืดเหยียด และกลุ่มนวด ในขณะที่กลุ่มนั่งพักมีค่าต่ำที่สุดทั้งก่อนและหลังการทดลอง และต่ำกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลที่พบในกลุ่มนวดนั้นสอดคล้องกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่าการนวดกล้ามเนื้อช่วยเพิ่มการไหลเวียนโลหิตในพื้นที่ กระตุ้นการส่งสารอาหารและส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ ลดการสะสมของของเสียจากกระบวนการเผาผลาญ และลดความตึงของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการออกกำลังกาย ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงก่อนการทดลองที่พบระหว่างกลุ่ม ($F = 42.15$, $p < .00$) บ่งชี้ว่ากลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีระดับความแข็งแรงพื้นฐานที่แตกต่างกัน ดังนั้นการตีความผลหลังการทดลองควรคำนึงถึงค่าพื้นฐานดังกล่าวควบคู่กันไปด้วย

สำหรับกลุ่มแช่น้ำเย็นที่มีอัตราการพัฒนาสูงที่สุดนั้น อธิบายได้จากกลไกที่ว่าอุณหภูมิที่ต่ำจะช่วยลดการอักเสบและอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้ออย่างเฉียบพลัน ลดการบวมของเนื้อเยื่อ รวมถึงช่วยให้หน่วยการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Motor Unit) สามารถถูกระดมใช้งานได้มากขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ หลังการฟื้นฟู ขณะที่กลุ่มนั่งพักมีอัตราการพัฒนาน้อยที่สุด ยืนยันว่าการพักเฉยๆ โดยไม่มีการกระตุ้นระบบไหลเวียนโลหิตหรือระบบประสาทและกล้ามเนื้อนั้น ไม่สามารถเร่งกระบวนการฟื้นฟู

สมรรถภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าวิธีการที่มีการแทรกแซงโดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Poppendieck et al. (2013) ที่ระบุว่า การใช้โปรแกรมช่วยลดการสะสมของกรดแลคติกและของเสียจากการออกแรงซ้ำ ๆ ทำให้กล้ามเนื้อฟื้นตัวได้เร็วขึ้นและเพิ่มแรงหดตัวได้มากกว่า และจากการศึกษาของ Fyfe et al. (2020) พบว่า การใช้น้ำเย็นในระยะยาวอาจลดการกระตุ้นของสัญญาณชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกล้ามเนื้อและอาจชะลอการพัฒนาความแข็งแรงในระยะยาว

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าวิธีการฟื้นฟูที่ต่างกันส่งผลต่อตัวชี้วัดสมรรถภาพร่างกายในมิติที่ต่างกัน โดยการนวดมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดอัตราการเต้นของหัวใจและรักษาระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยรวม ขณะที่การแช่น้ำเย็นมีประสิทธิภาพโดดเด่นในด้านการฟื้นฟูความเร็วและอัตราการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ส่วนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลในหลายตัวชี้วัด และการนึ่งพอกแคดมีประสิทธิภาพต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ข้อค้นพบเหล่านี้มีนัยสำคัญต่อการวางแผนการฟื้นฟูสมรรถภาพในนักกีฬาเยาวชน กล่าวคือ หากเป้าหมายคือการคืนฟื้นความเร็วและแรงในระยะเวลาย่นสั้น การแช่น้ำเย็นถือเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่หากมุ่งเน้นการผ่อนคลายและลดความเครียดของระบบหัวใจ การนวดจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่า ดังนั้น ผู้ฝึกสอนและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาคควรเลือกใช้วิธีการฟื้นฟูให้สอดคล้องกับเป้าหมายและข้อจำกัดในแต่ละสถานการณ์ เนื่องจากงานวิจัยนี้เน้นเฉพาะการฟื้นฟูระยะสั้น จึงยังไม่อาจสรุปผลในระยะยาวได้ และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ขึ้นหลากหลายชนิดกีฬา พร้อมติดตามผลในระยะยาว เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ครอบคลุมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโรงเรียนเทศบาล 1 วัดเจียงอี และสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่ให้การสนับสนุนด้านสถานที่ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์การกีฬา และเครื่องมือในการทดสอบสมรรถภาพต่าง ๆ รวมทั้งนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาที่มีส่วนร่วมในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลอง และขอขอบคุณอาสาสมัครนักกีฬาและผู้เข้าร่วมการทดลองทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเข้าร่วมการวิจัยด้วยความตั้งใจ สละเวลาเพื่อให้นักศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Aboodarda, S. J., Spence, A. J., & Button, D. C. (2015). Pain pressure threshold of a muscle tender spot increases following local and non-local rolling massage. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16(1), 265. <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0729-5>.
- Afonso, J., Olivares- Jabalera, J., & Andrade, R. (2021). Time to move from mandatory stretching? We need to differentiate "Can I?" from "Do I have to?". *Frontiers in Physiology*, 12, 714166. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.714166>.
- Bleakley, C. M., & Davison, G. W. (2010). What is the biochemical and physiological rationale for using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 44(3) , 179– 187. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.065565>.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). Periodization-: theory and methodology of training. *Human kinetics*.
- Crowe, M. J., O'connor, D., & Rudd, D. (2007). Cold water recovery reduces anaerobic performance. *International journal of sports medicine*, 28(12), 994-998. <https://doi.org/10.1055/s-2007-965118>.
- Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., & Dugue, B. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise

- recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: A systematic review with meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 403. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00403>.
- Davis, H. L., Alabed, S., & Chico, T. J. A. (2020). Effect of sports massage on performance and recovery: a systematic review and meta-analysis. *BMJ open sport & exercise medicine*, 6(1). <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000614>.
- Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., & Dugué, B. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: A systematic review with meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 403. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00403>.
- Elias, G. P., Varamenti, E., Nikolaidis, M. G., & Mougios, V. (2013). Duration of cold-water immersion after training affects the recovery of performance in elite athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(4), 415–422. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.4.415>.
- Fyfe, J. J., Bishop, D. J., & Stepto, N. K. (2020). Interference between concurrent resistance and endurance exercise: Molecular bases and the role of individual training variables. *Sports Medicine*, 44(6), 743–762. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0162-1>.
- Hemmings, B. (2001). Physiological, psychological and performance effects of massage therapy in sport: A review of the literature. *Physical Therapy in Sport*, 2(4), 165–170. <https://doi.org/10.1054/ptsp.2001.0061>.
- Halson, S. L. (2013). Recovery techniques for athletes. *Sports Science Exchange*, 26(120), 1-6.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., ... & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*, 13(2), 240-245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>.
- Kwiecien, S. Y., & McHugh, M. P. (2021). The cold truth: The role of cryotherapy in the treatment of injury and recovery from exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 121(8), 2125-2142. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04683-8>.
- Marqués Jiménez, D., Calleja González, J., Arratibel Imaz, I., Delextrat, A., & Terrados Cepeda, N. (2017). Fatigue and recovery in soccer: Evidence and challenge. *Open Sports Sciences Journal*, 52-70. <https://doi.org/10.2174/1875399X01710010052>.
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2015). Recovery in soccer: Part I - Post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Medicine*, 45(12), 1483-1498.
- Nelson, A. G., & Jouko, K. (2007). *Stretching anatomy*. Australia: Human Kinetics.
- Poppendieck, W., Faude, O., Wegmann, M., & Meyer, T. (2013). Cooling and performance recovery of trained athletes: A meta-analytical review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(3) , 227– 242. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.3.227>.
- Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A. (2015). Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports medicine-open*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0006-z>.
- Van Hooren, B., & Peake, J. M. (2018). Do we need a cool-down after exercise? A narrative review of the psychophysiological effects and the effects on performance, injuries and the long-term adaptive response. *Sports Medicine*, 48(7), 1575-1595. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0916-2>.
- Wiewelhoeve, T., Döweling, A., Schneider, C., Hottenrott, L., Meyer, T., Kellmann, M., ... & Ferrauti, A. (2019). A meta-analysis of the effects of foam rolling on performance and recovery. *Frontiers in physiology*, 10, 449926. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00376>