

บทความวิจัย**ผลฉับพลันของการนวดแบบสวีดิชและการนวดน้ำแข็งที่มีต่อการผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังการฝึกซ้อมในนักกีฬาฟุตบอล**

นันทชนก เปี้ยแก้ว, ชญาพันธุ์ สุวรรณเนตร และณัฐฐาพร อะวิสัย

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

Received: 22 February 2023 / Revised: 27 February 2023 / Accepted: 31 December 2023

บทคัดย่อ

การฟื้นฟูกล้ามเนื้อหลังการแข่งขันถือเป็นกระบวนการสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพของนักกีฬา การนวดเป็นวิธีการหลักวิธีหนึ่งในเทคนิคการผ่อนคลายกล้ามเนื้อเพื่อการฟื้นฟูและเตรียมพร้อมสำหรับการแข่งขันครั้งต่อไป

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการนวดแบบสวีดิชและการนวดน้ำแข็งที่มีต่อการผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังการฝึกซ้อมในนักกีฬาฟุตบอล

วิธีดำเนินการวิจัย นักกีฬาฟุตบอลชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ เพศชาย จำนวน 14 คน เข้าทดสอบ 2 วัน เป็นการศึกษาทดลองแบบไขว้ (Cross-Over Study Design) โดยวันแรกใช้วิธีการผ่อนคลายกล้ามเนื้อด้วยการนวดแบบสวีดิช พัก 2 สัปดาห์ และวันที่สองใช้วิธีการผ่อนคลายกล้ามเนื้อด้วยการนวดน้ำแข็ง ใช้ระยะเวลาคนละ 20 นาที เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้า (Visual Analogue Scale; VAS) ด้วยการวิเคราะห์

ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with Repeated Measures)

ผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้าของกลุ่มที่นวดแบบสวีดิช และกลุ่มที่นวดน้ำแข็ง เปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้า เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง พบว่าไม่แตกต่างกัน

สรุปผลการวิจัย การนวดแบบสวีดิชและการนวดน้ำแข็ง มีผลต่อการผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังการฝึกซ้อมในนักกีฬาฟุตบอลไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : การนวดแบบสวีดิช / การนวดน้ำแข็ง / การผ่อนคลายกล้ามเนื้อ / ฟุตบอล

ORIGINAL ARTICLE

THE ACUTE EFFECTS OF SWEDISH AND ICE MASSAGES ON MUSCLE
RELAXATION AFTER TRAINING IN FUTSAL ATHLETES

Nunchanok Piakaew, Chadaphan Suwannate and Nutthaporn Awilai

Faculty of Sports Science, Kasembundit University

Received: 22 February 2023 / Revised: 27 February 2023 / Accepted: 31 December 2023

Abstract

Fastening recovery after the match is an important process to improve an athlete's performance. Massage is one main method among muscle relaxation techniques to recover and prepare for the next competition.

Purpose Study the acute effect of Swedish and ice massage on muscle relaxation after training in futsal athletes.

Methods 14 male futsal athletes from Sisaket Rajabhat University participated in the test in two days, a cross-over study design. The first day includes Swedish massage to relax muscles, a washout period of 2 weeks, and the second with ice massage to relax muscles. Allow 20 minutes for each person to compare their heart rates (HR), breathing rate (BR), tympanic temperature (TT), and fatigue score (Visual Analogue Scale; VAS) were tested using One-way ANOVA with Repeated Measures.

Results

1. Average HR, BR, TT, and VAS in the Swedish and ice massage group. Comparing the results before and after the experiment. At the 05 level, it was found to be significantly different.

2. Average HR, BR, TT, and VAS in the Swedish and ice massage group. Comparing the results between groups after the experiment did not display any statistical significance.

Conclusion Swedish and ice massage affect muscle relaxation after training in futsal athletes were comparable.

Keywords: Swedish Massage / Ice Massage / Muscle Relaxation / Futsal

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมทั้งในประเทศไทยและรวมถึงทั่วโลก มีการจัดการแข่งขันฟุตบอลกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นกีฬาที่สนุกสนาน ตื่นเต้นตลอดการแข่งขันและมีรูปแบบการเล่นที่เป็นไป ด้วยความรวดเร็ว ทำให้นักกีฬาต้องแสดงออกทางทักษะกีฬาและสมรรถภาพทางกายสูงสุดเพื่อให้ได้รับชัยชนะในการแข่งขันแต่ละครั้ง (Prommuang, 2017) ดังนั้นนักกีฬาจึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงความเมื่อยล้าที่เกิดจากการแข่งขันได้

ในทางสรีรวิทยาความเมื่อยล้า หมายถึง การลดลงของความสามารถในการสร้างพลังสูงสุด (Maximal Force Capacity) ของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นผลมาจากกลไกของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neural and Muscular Mechanisms) (Gandevia, 2001) ดังนั้นตัวแปรสำคัญที่เป็นสาเหตุ ให้เกิดความเมื่อยล้า คือกรดแลคติก (Lactic Acid) และถ้าหากมีเวลาในการพักฟื้นไม่เพียงพอทำให้อาการดังกล่าว มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า Overtraining คือการฝึกที่หนักมากเกินไป ในทางกลับกันหากร่างกายสามารถจัดหรือเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปจากร่างกายได้รวดเร็ว ก็จะส่งผลให้ร่างกายเกิดการฟื้นคืนสภาพสู่สภาวะปกติได้รวดเร็ว (Kanang, 2018) ดังนั้นในปัจจุบัน จะเห็นได้ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันกีฬา หรือการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ นั้นให้ความสำคัญกับการฟื้นตัวเป็นสำคัญ (Nedelec et al., 2013) โดยการนำเทคนิคหรือวิธีการต่างๆ มาใช้ในการฟื้นตัว อาทิเช่น การยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ การยืดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว การยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบ

ประสาท การฟังเพลงจังหวะช้า การแช่น้ำเย็น และการนวด

การนวดเป็นหนึ่งวิธีการที่ได้รับความนิยมใช้ในการผ่อนคลายกล้ามเนื้อของนักกีฬา (Namprai, 2019) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การนวดแบบสวีดิช (Swedish Massage) ที่ใช้เทคนิคการนวด 3 รูปแบบ คือ การลูบ (Effeurage) การบีบ (Petrissage) และการเคาะ (Tapotement) (Aourell et al., 2005) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำให้เกิดการกระตุ้นระบบประสาทรับความรู้สึก ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติได้ (Mense, 1983) โดยการนวดแบบสวีดิชส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจลดลงได้มากกว่าการนั่งพัก เนื่องจากการกระตุ้นที่ตัวรับประสาทส่วนปลาย (Peripheral Receptor) ทำให้มีการส่งกระแสประสาทไปยังประสาทไขสันหลังและต่อไปยังสมอง ช่วยให้รู้สึกผ่อนคลายและสบาย จึงส่งผลให้มีอัตราการหายใจที่ช้าลง (Resnick, 2016) และส่งผลต่อการไหลเวียนเลือดที่ผิวหนังและอุณหภูมิผิวหนัง (Mori H. et al., 2004) ทำให้การไหลเวียนเลือดที่ผิวหนัง (Skin Blood Flow) และอุณหภูมิผิวหนัง (Skin Temperature) เพิ่มขึ้น ซึ่งช่วยเพิ่มการระบายความร้อนจากแกนกลางร่างกายสู่ภายนอก เช่นเดียวกับกลไกการระบายความร้อนของร่างกาย โดยเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นระบบประสาทจะสั่งการให้หลอดเลือดบริเวณผิวหนังขยายตัว (Vasodilation) แล้วเกิดการระบายความร้อน จากหลอดเลือดออกสู่ผิวหนัง จึงส่งผลให้อุณหภูมิแกนกลางร่างกายภายหลังการนวดลดลง นอกจากนี้

ยังไปกระตุ้นใยประสาทขนาดใหญ่ของระบบประสาท นำลงจากศูนย์ควบคุมความเจ็บปวดที่สมอง ส่งผลให้มีการหลั่งสารที่มีคุณสมบัติคล้าย มอร์ฟินออกมา ได้แก่ สารเอนโดรฟิน และเอนเคฟาลิน ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย สร้างความรู้สึก เป็นสุข (Well-Being) (Linguist, Tracy, & Savik, 2003) จึงทำให้ลดความวิตกกังวลซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของศรีนยาและคณะ (Saranya et al., 2013) พบว่า การนวดมีผลช่วยลดคะแนนความวิตกกังวล (Visual Analog Scale) เนื่องจากการนวดทำให้เกิดการกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนเอนโดรฟินเพิ่มมากขึ้นในกระแสเลือด

นอกจากนี้ ยังมีการใช้ความเย็นเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกาย ไม่เป็นเพียงการบรรเทาอาการเจ็บปวดที่ได้รับจากการบาดเจ็บจากการกีฬาเพียงอย่างเดียว การใช้ความเย็นนั้นยังสามารถเป็นการฟื้นฟูหรือคืนสภาพของกล้ามเนื้อจากการเมื่อยล้าซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่หนักหรือนานเกินไป จนทำให้มีกรดแลคติกคั่งค้างอยู่ในกล้ามเนื้อและในร่างกายจนทำให้มีอาการปวดเมื่อยและอักเสบระบบกล้ามเนื้อ (Wilcock et al., 2006) การนวดน้ำแข็งเป็นการนวดต้นแบบของการนวดแบบสมัยใหม่ การนวดน้ำแข็งโดยทั่วไปนิยมใช้เทคนิคการสั่น Vibration เป็นการทำให้ส่วนของร่างกายมีการเคลื่อนไหวซ้าๆ ในลักษณะเร็ว โดยใช้ถุงน้ำแข็งแนบกับผิวหนัง จากนั้นสั่นหรือเคลื่อนที่ไปในแนวหน้าหลังหรือแนวข้างซึ่งการสั่นจะจับด้วยมือเพียงมือเดียวหรือสองมือก็ได้ และการคลึง Kneading เป็นการใช้ฝ่ามือวางบนถุงน้ำแข็งแนบกับผิวหนัง จากนั้นออกแรงกดให้ลึกถึงกล้ามเนื้อ คลึงให้กล้ามเนื้อมีการเคลื่อนไหว การคลึงอาจจะทำพร้อมกันทั้งสองมือ เช่น ในส่วนของแขนหรือขา สำหรับในส่วนที่มีพื้นที่เล็กๆ อาจจะใช้มือเดียวโดย

พยายามหมุนและกดเป็นวงกลม (Choobun, 2008) การนวดน้ำแข็งมีผลช่วยลดอาการเกร็งโดยช่วยกระตุ้นการทำงานของอัลฟามอเตอร์นิวโรนและลดการทำงานของแกมมามอเตอร์นิวโรนทำให้ความถี่ในการสั่งงานลดลง จึงลดอาการเกร็งช่วยลดความล้าหลังการออกกำลังกาย (Ingram et al., 2008) ช่วยให้มีความรู้สึกผ่อนคลายได้ (Siam, 2008) และมีผลทางด้านระบบหมุนเวียนโลหิต (Hemodynamic) จากการศึกษาพบว่า ความเย็นมีผลต่อระดับอัตราการเต้นของหัวใจในระยะฟื้นฟูตัวภายหลังการออกกำลังกายลดลงทุกช่วง 5 นาที (Manop, 2007) และจากงานวิจัยของ Vaile J และคณะในปี 2008 พบว่า การแช่ตัวในน้ำเย็นอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที สามารถลดอุณหภูมิร่างกายได้ เนื่องจากความเย็นจะเป็นการกระตุ้นตัวรับลดอุณหภูมิที่ผิวหนัง ซึ่งจะส่งกระแสประสาทไปยังสมองส่วนไฮโปทาลามัส เพื่อสั่งการให้เกิดกลไกการลดอุณหภูมิแกนกลางลงมาให้อยู่ในระดับปกติผ่านระบบการระบายความร้อนที่ผิวหนังได้ และด้วยรูปแบบวิธีการหรือเทคนิคต่างๆ ที่นำมาใช้นั้น จะมีมากมายหลากหลายวิธี ขึ้นอยู่กับประเภทความหนักของงาน ความเหมาะสม กฎกติกากการแข่งขัน แต่สิ่งที่เหมือนกันคือการใช้ความสำคัญกับการฟื้นฟูหรือฟื้นฟูสภาพให้เร็วที่สุด เพื่อที่นักกีฬาจะคงแสดงความสามารถได้อย่างเต็มที่ และด้วยรูปแบบวิธีการหรือเทคนิคที่มากมายหลากหลายวิธีนั้น จึงเป็นที่มาในการศึกษาวิจัยครั้งนี้โดยการใช้วิธีการฟื้นฟูตัว 2 วิธีคือ วิธีนวดแบบสวีดิชและวิธีนวดด้วยน้ำแข็ง เพื่อใช้ในการฟื้นฟูตัวหรือการผ่อนคลายให้กับนักกีฬาฟุตบอลภายหลังการฝึกซ้อม ซึ่งคาดว่า ผลจากการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นทางเลือกวิธีการหนึ่งในการที่ทำให้เกิดการผ่อนคลายหลังการฝึกซ้อมในนักกีฬาได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาผลลัพท์ของการนวดแบบสวีดิชและการนวดน้ำแข็งที่มีต่อการผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังการฝึกซ้อมในนักกีฬาฟุตบอล

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาฟุตบอลชายมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษที่เก็บตัวฝึกซ้อมเพื่อเข้าร่วมการแข่งขันในรายการกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือและกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย จำนวน 14 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive random sampling)

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายของมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ อายุระหว่าง 19–22 ปี
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นบุคคลที่มีสุขภาพดีแข็งแรง และไม่มีปัญหาด้านการบาดเจ็บเกี่ยวกับกระดูกและกล้ามเนื้อ

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจาก การวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่มีความสนใจที่เข้าร่วมการทดลองอีกต่อไป
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับยาที่มีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ เช่น ยาคลายกล้ามเนื้อ, ยาบรรเทาอาการอักเสบชนิดที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ (NSAIDS) เป็นต้น
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยแพ้ความเย็นจากน้ำแข็ง โดยมีสีผิวเปลี่ยนเป็นสีขาวซีดและมัน ตามด้วยการเกิดแผลพุพองและบวม เป็นต้น (Lorentzen et al., 2020)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการนวดแบบสวีดิช การนวดน้ำแข็งและการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ
2. ดำเนินการหากลุ่มตัวอย่าง และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์คัดเลือก จำนวน 14 คน
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับทราบรายละเอียดวิธีปฏิบัติตัวในการทดสอบ และการเก็บข้อมูล และลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
4. ดำเนินการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 2 วัน เป็นการศึกษาดทดลองแบบไขว้ (Cross-Over Study Design) โดยวันที่หนึ่งเป็นวิธีการผ่อนคลายกล้ามเนื้อด้วยการนวดแบบสวีดิช จากนั้นพัก 2 สัปดาห์ และวันที่สองเป็นวิธีการผ่อนคลายกล้ามเนื้อด้วยการนวดน้ำแข็ง โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 10 คน เป็นผู้นวด และทำการเก็บข้อมูลในเวลาเดิม 19.00 น. ทุกครั้ง
5. การทดลองวันที่หนึ่ง ผู้เข้าร่วมวิจัยถูกบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และระดับความเมื่อยล้าก่อนการทดลอง จากนั้นจึงให้ผู้เข้าร่วมวิจัยฝึกซ้อมเสมือนการแข่งขันจริงเป็นเวลาทั้งสิ้น 50 นาที ผู้วิจัยกำหนดความหนักของการออกกำลังกายด้วยการประเมินการพูดคุย (Talk Test) โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องไม่สามารถพูดโต้ตอบได้อย่างปกติ และวิธีการประเมินจาก Borg Rating of Perceived Exertion (Borg CR10 Scale) โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องประเมินตนเองให้รักษาระดับความหนักของการออกกำลังกายอยู่ที่ระดับ 5.8 ขึ้นไป (ระดับ Hard หรือ Severe) ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ที่กำหนดระดับความหนักของการฝึกซ้อมในนักกีฬาฟุตบอล (Matzenbacher et al., 2016)

6. เมื่อสิ้นสุดการฝึกซ้อม ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการผ่อนคลายกล้ามเนื้อด้วยการนวดแบบสวีดิชคนละ 20 นาที ประกอบไปด้วยการนวดขา 10 นาที และการนวดแขน 10 นาที โดยใช้เทคนิค Effleurage, Wringing, Squeezing, Broadening, Vibration, และ Rolling เมื่อเสร็จสิ้นการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ผู้เข้าร่วมวิจัยถูกบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ

อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้าอีกครั้ง

7. การทดลองวันที่สอง ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยปฏิบัติเช่นเดิมโดยเมื่อสิ้นสุดการฝึกซ้อม ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการผ่อนคลายกล้ามเนื้อด้วยการนวดน้ำแข็ง คนละ 20 นาที ประกอบไปด้วยการนวดขา 10 นาที และการนวดแขน 10 นาที โดยใช้เทคนิค Vibration และ Kneading (Palmar)



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการทดสอบและการเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้าของนักกีฬาฟุตบอลชาย ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with Repeated Measures) โดยกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วย LSD Post Hoc test

ผลการวิจัย

1. จากตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้า ช่วงก่อนการทดลองครั้งที่ 1 (Pre1), หลังการทดลองครั้งที่ 1 (Post1), ก่อนการทดลองครั้งที่ 2 (Pre2) และหลังการทดลองครั้งที่ 2 (Post2) ของนักกีฬาฟุตบอลชาย พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้า ช่วงก่อนการทดลองครั้งที่ 1 (Pre1), หลังการทดลองครั้งที่ 1 (Post1), ก่อนการทดลองครั้งที่ 2 (Pre2) และหลังการทดลองครั้งที่ 2 (Post2) ของนักกีฬาฟุตบอลชาย

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
อัตราการเต้นของหัวใจ	ระหว่างกรทดลอง	2892.906	3	964.302	101.202	<.001
	ภายในกลุ่ม	495.482	52	9.529		
	รวม	3388.388	55			
อัตราการหายใจ	ระหว่างกรทดลอง	775.429	3	258.476	160.145	<.001
	ภายในกลุ่ม	83.929	52	1.614		
	รวม	859.357	55			
อุณหภูมิในช่องหู	ระหว่างกรทดลอง	29.997	3	9.999	57.440	<.001
	ภายในกลุ่ม	9.052	52	.174		
	รวม	41.827	55			
คะแนนความเมื่อยล้า	ระหว่างกรทดลอง	286.119	3	95.373	201.268	<.001
	ภายในกลุ่ม	24.641	52	.474		
	รวม	310.760	55			

* P<.05

2. จากตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้า จำแนกตามช่วงก่อนการทดลองครั้งที่ 1 (Pre1), หลังการทดลองครั้งที่ 1 (Post1), ก่อนการทดลองครั้งที่ 2 (Pre2) และหลังการทดลองครั้งที่ 2 (Post2) ของนักกีฬาฟุตบอลชาย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 จำนวน 4 คู่ ได้แก่ ก่อนการทดลองครั้งที่ 1 (Pre1) กับหลังการทดลองครั้งที่ 1 (Post1), ก่อนการทดลองครั้งที่ 1 (Pre1) กับหลังการทดลองครั้งที่ 2 (Post2), หลังการทดลองครั้งที่ 1 (Post1) กับก่อนการทดลองครั้งที่ 2 (Pre2) และ ก่อนการทดลองครั้งที่ 2 (Pre2) กับหลังการทดลองครั้งที่ 2 (Post2)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 คู่ จำแนกตามช่วงก่อนการทดลองครั้งที่ 1 (Pre1), หลังการทดลองครั้งที่ 1 (Post1), ก่อนการทดลองครั้งที่ 2 (Pre2) และหลังการทดลองครั้งที่ 2 (Post2) ของนักกีฬาฟุตบอลชาย

เงื่อนไข	อัตราการเต้นของหัวใจ		อัตราการหายใจ		อุณหภูมิในช่องหู		คะแนนความเมื่อยล้า	
	Mean±SD	Sig.	Mean±SD	Sig.	Mean±SD	Sig.	Mean±SD	Sig.
Pre1	86.67±3.29	<.001*	25.82±1.11	<.001*	38.36±.30	<.001*	7.51±.33	<.001*
Post1	69.14±1.78		18.53±0.90		37.02±.45		2.28±.50	
Post1	69.14±1.78	<.001*	18.53±0.90	<.001*	37.02±.45	<.001*	2.28±.50	<.001*
Pre2	80.03±4.69		26.39±1.76		38.48±.33		6.78±1.11	
Pre2	80.03±4.69	<.001*	26.39±1.76	<.001*	38.48±.33	<.001*	6.78±1.11	.038*
Post2	70.46±1.43		18.82±1.11		36.90±.52		3.10±0.52	
Post2	70.46±1.43	<.001*	18.82±1.11	<.001*	36.90±.52	<.001*	3.10±0.52	<.001*
Pre1	86.67±3.29		25.82±1.11		38.36±.30		7.51±0.33	

* P<.05

3. จากตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าความแตกต่าง (Mean Difference) ของอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 คู่ จำแนกตามช่วงก่อนการทดลองครั้งที่ 1 (Pre1), หลังการทดลองครั้งที่ 1 (Post1), ก่อนการทดลองครั้งที่ 2 (Pre2) และหลังการทดลองครั้งที่ 2 (Post2) ของนักกีฬาฟุตบอลชาย

พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 คู่ ได้แก่ ก่อนการทดลองครั้งที่ 1 (Pre1) กับหลังการทดลองครั้งที่ 1 (Post1), ก่อนการทดลองครั้งที่ 1 (Pre1) กับหลังการทดลองครั้งที่ 2 (Post2), หลังการทดลองครั้งที่ 1 (Post1) กับก่อนการทดลองครั้งที่ 2 (Pre2) และ ก่อนการทดลองครั้งที่ 2 (Pre2) กับหลังการทดลองครั้งที่ 2 (Post2)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่าง (Mean Difference) ของอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 คู่ จำแนกตามช่วงก่อนการทดลองครั้งที่ 1 (Pre1), หลังการทดลองครั้งที่ 1 (Post1), ก่อนการทดลองครั้งที่ 2 (Pre2) และหลังการทดลองครั้งที่ 2 (Post2) ของนักกีฬาฟุตบอลชาย

เงื่อนไข	อัตราการเต้นของหัวใจ	อัตราการหายใจ	อุณหภูมิในช่องหู	คะแนนความเมื่อยล้า
Pre1	17.53571*	7.28571*	1.34000*	5.22857*
Post1				
Post1	-10.89286*	-7.85714*	-1.46500*	-4.50000*
Pre2				
Pre2	9.57143*	7.57143*	1.57786*	-3.67857*
Post2				
Post2	16.21429*	7.00000*	1.45286*	4.40714*
Pre1				

* P<.05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าวิธีการนวดแบบสวีดิช และวิธีการนวดน้ำแข็งช่วยให้อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิในช่องหู และคะแนนความเมื่อยล้าหลังการทดลองลดลงไม่แตกต่างกัน ซึ่งการฟื้น

ตัวของกล้ามเนื้อหลังจากการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับของเสียซึ่งได้แก่ กรดแลคติก ไฮโดรเจนไอออน (H⁺) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) รวมไปถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ระหว่างการออกกำลังกาย สำหรับการฟื้นตัวด้วยการพักภายหลังการออกกำลังกาย

กายอย่างเต็มที่จะต้องเวลา 25 นาทีเพื่อเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่สะสมอยู่ออกไปได้ครึ่งหนึ่งและใช้เวลา 1 ชั่วโมง 15 นาที ในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่สะสมอยู่ออกประมาณ 95% ฟอสและเคเตเยียน (Foss and Keteyian, 1998) ซึ่งการนวดแบบสวีดิชช่วยลดการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในร่างกาย (Lindgren et al., 2010) โดยมีผลทำให้การทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกลดลง และส่งผลให้ระบบประสาทพาราซิมพาเทติกลดการทำงานลงตามมา ซึ่งเป็นกลไกการชดเชยของร่างกายเพื่อปรับให้เกิดความสมดุลในการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ส่งผลให้การตอบสนองทางสรีรวิทยาของร่างกาย เช่น ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก อัตราการหายใจและอุณหภูมิร่างกายลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจตุพร (Jatuporn et al., 2013) พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังได้รับการนวด เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างกลุ่ม พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักในกลุ่มที่ได้รับการนวดเท้าแบบสวีดิชมีค่าลดต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการศึกษาของ Resnick PB. (2016) เรื่องการเปรียบเทียบผลของการพักผ่อนและการนวดต่อการกลับสู่สภาวะสมดุลภายหลังการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ต่ำกว่าระดับสูงสุด (Submaximal Aerobic Exercise) พบว่าการนวดแบบสวีดิชส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจลดลงได้มากกว่าการนั่งพัก เนื่องจากการกระตุ้นที่ตัวรับประสาทส่วนปลาย (Peripheral Receptor) ทำให้มีการส่งกระแสประสาทไปยังประสาทไขสันหลังและต่อไปยังสมอง ช่วยให้รู้สึกผ่อนคลายและสบาย จึงส่งผลให้อัตราการหายใจที่ช้าลง นอกจากนี้พบว่า ผลฉับพลันของการ

นวดบริเวณหลังส่วนล่างต่อการไหลเวียนเลือดที่ผิวหนังและอุณหภูมิผิวหนัง (Mori H. et al., 2004) ทำให้การไหลเวียนเลือดที่ผิวหนัง (Skin Blood Flow) และอุณหภูมิผิวหนัง (Skin Temperature) เพิ่มขึ้น ซึ่งช่วยเพิ่มการระบายความร้อนจากแกนกลางร่างกายสู่ภายนอก เช่นเดียวกับกลไกการระบายความร้อนของร่างกาย โดยเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นระบบประสาทจะสั่งการให้หลอดเลือดบริเวณผิวหนังขยายตัว (Vasodilation) แล้วเกิดการระบายความร้อน จากหลอดเลือดออกสู่ผิวหนัง จึงส่งผลให้อุณหภูมิแกนกลางร่างกายภายหลังการนวดลดลง

การนวดแบบสวีดิชยังช่วยให้ร่างกายผ่อนคลาย ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีควบคุมประตูของ Melzack & Wall (1982) ได้กล่าวว่าการนวดแบบสวีดิช เป็นการกระตุ้นใยประสาทขนาดใหญ่ เอ เบต้า หรือ เอ แอลฟา ให้ส่งสัญญาณประสาทกระตุ้นการทำงานของเซลล์ เอส จี ซึ่งจะไปยังยังการทำงานของที เซลล์ ทำให้กลไกควบคุมประตูที่ระดับไขสันหลังปิด จึงไม่มีสัญญาณประสาทส่งผ่านไปยังสมอง ทำให้ไม่เกิดอาการปวดเมื่อยเนื่องจากสมองไม่รับรู้ถึงความปวดเมื่อย จึงส่งผลให้ความรู้สึกปวดเมื่อยลดลง ขณะเดียวกันการกระตุ้นใยประสาทขนาดใหญ่ของระบบประสาทนำลงจากศูนย์ควบคุมความเจ็บปวดที่สมอง ส่งผลให้มีการหลั่งสารที่มีคุณสมบัติคล้ายมอร์ฟินออกมา ได้แก่ สารเอนดอร์ฟิน และเอนเคฟาลิน ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย สร้างความรู้สึกเป็นสุข (Well-Being) (Linguist, Tracy, & Savik, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจตุพร (Jatuporn et al., 2013) พบว่า คะแนนความวิตกกังวลจาก Visual Analog Scale ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภายหลังได้รับการนวด และรายงานการวิจัยของ

ศรันยาและคณะ (Saranya et al., 2013) พบว่า การนวดมีผลช่วยลดคะแนนความวิตกกังวล เนื่องจากการนวดทำให้เกิดการกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนเอนโดรฟินเพิ่มมากขึ้นในกระแสเลือด

สำหรับผลการทดลองของการนวดน้ำแข็งที่มีต่อการผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังการฝึกซ้อมในนักกีฬาฟุตบอลนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของมานอป (Manop, 2007) ได้ศึกษาผลของความเย็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายพบว่าระดับอัตราการเต้นของหัวใจในระยะฟื้นตัวลดลงทุกช่วง 5 นาที จากการศึกษาพบว่า การใช้ความเย็นเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกาย ไม่เป็นเพียงการบรรเทาอาการเจ็บปวดที่ได้รับจากการบาดเจ็บจากการกีฬาเพียงอย่างเดียว การใช้ความเย็นยังสามารถฟื้นฟูหรือคืนสภาพของกล้ามเนื้อจากการเมื่อยล้าซึ่งมีสาเหตุมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่หนักหรือนานเกินไปจนทำให้มีการแตกตึกคั่งค้างอยู่ในกล้ามเนื้อ จึงทำให้มีอาการปวดเมื่อยและอักเสบระบมกล้ามเนื้อ (Wilcock et al., 2006) โดยกลไกที่ทำให้ปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดลดลงเนื่องจากความเย็นทำให้เส้นเลือดฝอยเกิดการหดตัว (Peripheral vasoconstriction) และลดการไหลเวียนของเลือดไปยังกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำการเคลื่อนไหว จึงช่วยให้กล้ามเนื้อเกิดการฟื้นตัวได้ดี (Yanagisawa et al., 2003) สอดคล้องกับงานวิจัยของอินแกรมและคณะ (Ingram et al., 2008) ซึ่งให้เห็นว่าการแช่น้ำเย็นให้ผลดีที่สุดภายหลังการออกกำลังกายจนเกิดความล้า โดยกลุ่มที่แช่น้ำเย็นไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงของขา ภายหลังชั่วโมงที่ 48 การแช่น้ำเย็นส่งผลให้ความสามารถการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำๆ กลับสู่สภาวะเดิมได้เร็วขึ้น

อดัมซีก (Adamczyk et al., 2016) พบว่า การนวดน้ำแข็งและแช่น้ำเย็นมีผลต่อการสลายกรดแลคติกและป้องกันการเกิด DOMS ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้คือหากนักกีฬามีอาการเมื่อยล้าที่กล้ามเนื้อเฉพาะจุดควรใช้วิธีการนวดน้ำแข็ง ในทางกลับกันหากต้องการคลายอาการเมื่อยล้าทั้งตัวหรือไม่ให้กล้ามเนื้อเกิดการบาดเจ็บควรใช้การแช่น้ำเย็น และผลจากการวิจัยครั้งนี้จะพบว่า อุณหภูมิในช่องหูลดลงแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง สอดคล้องกับการศึกษาของธีรพัฒน์ ลัดดาวงศ์ และคณะ (2559) พบว่าการฟื้นฟูสภาพด้วยการนวดและการแช่น้ำเย็นช่วยให้อุณหภูมิในช่องหูลดลงได้ ซึ่งเป็นวิธีการวัดอุณหภูมิแกนกลางร่างกายแบบหนึ่งเนื่องจากสะดวกง่ายต่อการใช้ ปลอดภัย แม่นยำ รวดเร็ว อ่านค่าง่าย จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวแปรที่บอกถึงอุณหภูมิแกนกลางร่างกายของนักกีฬาได้ โดยน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไปช่วยดึงความร้อนออกจากผิวหนัง ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของผิวหนังลดลง ความร้อนจากร่างกายที่ถูกพามาที่กระแสเลือดก็จะถูกระบายไปกับน้ำเย็นจากภายนอกจึงส่งผลให้อุณหภูมิในช่องหูลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Vaile J และคณะ ในปี 2008 พบว่าการแช่ตัวในน้ำเย็นอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที สามารถลดอุณหภูมิร่างกายได้ ผลดังกล่าวสามารถอธิบายว่า ร่างกายจะมีกลไกการควบคุมอุณหภูมิ (Thermoregulation) ซึ่งสมองส่วน Hypothalamus จะทำงานเพื่อสร้างสมดุลระหว่างการสร้างและการระบายความร้อนให้อุณหภูมิแกนกลาง (Core Temperature) ซึ่งหากวัดอุณหภูมิที่บริเวณทวารหนัก (Rectal Temperature) จะอยู่ในช่วง 36.7-37.5 องศาเซลเซียส แต่ถ้าวัดที่ช่อง

หู (Tympanic Temperature) จะอยู่ในช่วง 35.7-37.5 องศาเซลเซียส ดังนั้นการแช่ตัวในน้ำเย็นจะเป็นการกระตุ้นตัวรับลดอุณหภูมิที่ผิวหนัง ซึ่งจะส่งกระแสประสาทไปยังสมองส่วนไฮโปทาลามัส เพื่อสั่งการให้เกิดกลไกการลดอุณหภูมิแกนกลางลงมาให้อยู่ในระดับปกติผ่านระบบการระบายความร้อนที่ผิวหนังได้

สรุปผลการวิจัย การนวดแบบสวีดิชและการนวดน้ำแข็งส่งผลให้ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิช่องหูและคะแนนความเมื่อยล้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังการฝึกซ้อมในนักกีฬาฟุตบอลที่ไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย ควรเพิ่มการประเมินผลจากตัวแปรอื่นที่แสดงถึงสภาวะการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ เช่น ความดันโลหิต กรดแลคติกในเลือด หรือความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (EMG Biofeedback)

กิตติกรรมประกาศ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนักกีฬาฟุตบอลชายมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Adamczyk, J. G., Krasowska, I., Boguszewski, D., & Reaburn, P. (2016). The use of thermal imaging to assess the effectiveness of ice massage and cold-water immersion as methods for supporting post-exercise recovery. *Journal of thermal biology, 60*, 20-25.

Aourell, M., Skoog, M. and Carleson, J. (2005). Effects of Swedish massage on blood pressure. *Complementary therapies in clinical practice, 11*, 242-246.

Foss ML & Keteyian SJ. (1998). Fox's Physiological Basic for Exercise and Sport. 6th ed The McGraw-Hill Companies, Michigan

Fukuda, S. and Morimoto, K. (2001). Lifestyle, stress and cortisol response: Review I: Mental stress. *Environmental health and preventive medicine, 6*, 9-14.

Gandevia S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological reviews, 81*(4), 1725-1789.

Ingram, J., Dawson, B., Carmel, G., Wallman, K. and Beilby, J. (2007). Effect of water immersion method on post-exercise recovery from simulated team sport exercise. *Journal of Science & medicine in sport, 12*, 417-421.

Jacobson, E. (1962). *You Must Relax*. New York: Mc Graw-Hill Boo.

Jatuporn, W., Chantip, S., Viraporn, J., Chalida, D., Amporn, R., and Sittinun, K., (2013). *Effects of Swedish foot massage on physiological response and relaxation in healthy young adult: crossover study*. Master's Thesis, Faculty of Sports Science, Kasetsart University. Nakhon Pathom.

- Kanang, S. (2018). Fatigue in sports and exercise. *Journal of Sports Science and Health*, 19(1), 2-9.
- Krejcie, R. V. & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.
- Laddawan Choobun. (2008). *An Effects of Applied Thai Massage on Response Time in Thai National Women Volleyball Players, Master's Project, M.Sc. (Sports Science)*. Bangkok: Graduate School. Srinakharinwirot University.
- Laddawong, T., Silapabanleng, S., Boonyalitipun, K., Roongruengsiriwat, P., Lertjankhajor, K., Nimprasansup, N. (2017). Comparative study of effect between cold water immersion and massage on recovery from repeated rock climbing in climbers. *Thammasat Medical Journal*. 17(4), 530-539.
- Lindgren, L., Rundgren, S., Winso, O., Lehtipalo, S., Wiklund, U., Karlsson, M., Stenlund, H., Jacobsson, C. and Brulin, C. (2010). Physiological responses to touch massage in healthy volunteers. *Autonomic neuroscience: basic & clinical*, 158, 105-110.
- Linguist, R., Tracy M.F., & Savik, K. (2003). Personal use of complementary and alternative therapies by critical care nurses. *Journal Critical Care Nursing Clinic North America*, 15(3), 393-399.
- Lorentzen AK, Davis C, Penninga L. (2020). Interventions for frostbite injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews, Issue 12*. Art.
- Mackereth, P. (2000). Tough places to be tender: contracting for happy or 'good enough' endings in therapeutic massage/bodywork? *Complementary therapies in nursing and midwifery*, 6, 111-115.
- Marnop, L., (2007). *Effects of cooling treatments on recovery periods after exercise*. Master. Arts (Physical Education). Kasetsart University. Bangkok.
- Matzenbacher, Fernando & Pasquarelli, Bruno & Rabelo, Felipe & Dourado, Antonio & Durigan, Julia & Gonçalves, Hécio & Reeberg Stanganelli, Luiz. (2016). The Use of the Rating of Perceived Exertion to Monitor and Control the Training Load in Futsal. *Journal of Exercise Physiology Online*, 19, 42-52.
- Melzack, R., & Wall, P.D. (2003). *Pain management*. London: Elsevier.

- Mense, S. (1983). Basic neurobiologic mechanisms of pain and analgesia. *The American journal of Medicine*, 75, 4-14.
- Mori, H., Ohsawa, H., Tanaka, T. H., Taniwaki, E., Leisman, G., & Nishijo, K. (2004). Effect of massage on blood flow and muscle fatigue following isometric lumbar exercise. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 10(5), CR173–CR178.
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2013). Recovery in soccer: part ii-recovery strategies. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(1), 9–22.
- Prommuang Prin. (2017). *Effects of core stability training combined with nine square matrix on agility in futsal players*. Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD). 1719.
- Resnick P. B. (2016). Comparing the Effects of Rest and Massage on Return to Homeostasis Following Submaximal Aerobic Exercise: A Case Study. *International journal of therapeutic massage & bodywork*, 9(1), 4–10.
- Saranya, H., et al., (2003). Foot Reflexology. *Journal of Thai Traditional and Alternative Medicine*, 7, 51-63.
- Sarayut Namprai. (2019). *Effects of massage combined with aroma oil on pain and physical performance in soccer players*. Faculty of Physical Education Srinakharinwirot University.
- Siam, P. (2008). *Effects of ice massage, ice massage with water immersion and ice massage with aquatic exercise upon the recovery of muscle after exercise induce delayed onset muscle soreness*. Master's Thesis, Faculty of Sports Science, Kasetsart University. Bangkok.
- Vaile, J., Halson, S., Gill, N., & Dawson, B. (2008). Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat. *Journal of sports sciences*, 26(5), 431–440.
- Wilcock, I., M. Cronin and W.A. Hing. (2006). Water immersion, active recovery and passive recovery effects on explosive exercise and blood plasma fraction. *Journal of Sports Science*, 11, 95-101.
- Yanagisawa, O., Niitsu, M., Takahashi, H., Goto, K., & Itai, Y. (2003). Evaluations of cooling exercised muscle with MR imaging and ³¹P MR spectroscopy. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(9), 1517–1523.