

ผลเฉียบพลันของการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่มีต่ออาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อ

เรวดี สุตาจันทร์* อำพร ศรียาภัย** สุพิตร สมาชิกโต***

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลเฉียบพลันของการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่มีต่ออาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อ ในกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อจากการเล่นกีฬาแบดมินตัน ด้วยแบบประเมินมาตรวัดความปวดด้วยสายตา ที่ระดับ 6-7 อายุระหว่าง 20-22 ปี จำนวน 30 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ กลุ่มที่ 2 ได้รับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และกลุ่มที่ 3 ได้รับการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ทำการวัดอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) และเจาะเลือดหาค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) ก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อตามโปรแกรมที่กำหนด ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการวิเคราะห์การแปรปรวนทางเดียว (One Way Analysis of Variance: ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มด้วยการทดสอบค่าที (paired t-test) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่าอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) และค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) ของการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับ การวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะ ค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) ก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ โดยค่าเฉลี่ยมีทิศทางที่เพิ่มขึ้น จึงสรุปได้ว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อมีแนวโน้มทำให้อาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นได้

คำสำคัญ : การยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ แบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ อาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด เอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส

*นิสิตวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

***รองศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ติดต่อผู้พิมพ์: เรวดี สุตาจันทร์ E-mail: totoray_wat@hotmail.com มือถือ 089-9465698

วันที่รับบทความ 24 กุมภาพันธ์ 2564 วันที่แก้ไขบทความ 30 พฤษภาคม 2564 วันที่ตอบรับ 13 มิถุนายน 2564

Acute Effects of Static, Dynamic and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Soreness.

Rewat Sudachan* Amphorn Sriyabaya**Supit Samahito***

Abstract

This research was aimed to study the significant effects of the Static stretching (SS), Dynamic stretching (DS), and Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching (PNFS) on the muscle soreness after badminton match. Subjects were 30 badminton players, age between 20-22 years old who were simple random sampling by muscle soreness test with VAS 6-7 and divided into 3 groups; 10 players for static stretching (SS), 10 players for dynamic stretching (DS), and 10 players for the proprioceptive neuromuscular facilitation stretching (PNFS). The parameters of the muscle soreness recovery were measured by using Pain Pressure threshold (PPT) and Creatine phosphokinase enzyme (CPK) level. One Way Analysis of Variance: ANOVA and paired t-test were used for statistical. Statistical significance was set at .05.

The results showed that the average number of Pain pressure threshold after these 3 muscular stretch-treatments did not statistically different, which was considered the same. According to the Creatine phosphokinase enzyme (CPK) level, the result from each treatment was significantly different, especially in PNFS treatment and its tended to cure the simultaneous muscle soreness for a bit. PNFS could stimulate the level of muscle soreness.

Keywords: Static stretching, Dynamic stretching, Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, Pain pressure threshold, Creatine phosphokinase enzyme

บทนำ

กีฬาแบดมินตันเป็นกีฬาที่สามารถออกกำลังกายได้ครบทุกส่วนของร่างกาย จัดเป็นกีฬาที่ไม่มีการปะทะกันระหว่างผู้เล่น แต่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ เนื่องจากในระหว่างการเล่นกีฬามีการเคลื่อนไหวร่างกายตลอดเวลา มีการหยุดอย่างกะทันหันของข้อต่อและกล้ามเนื้อ มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วของร่างกาย มีการเคลื่อนไหวของแขนและขาในมุมที่กว้างกว่าช่วงมุมปกติ ซึ่ง ธวัช วีระศิริวัฒน์ (2538, หน้า 53) กล่าวไว้ว่า

* Master of Science students Faculty of Sports Science Kasetsart University

**Lecturer, Faculty of Sports Science Kasetsart University

***Associate Professor Faculty of Sports Science Kasetsart University

Contract: Rewat Sudachan E-mail.: totoray_wat@hotmail.com Mobile: 089-9465698

Received: February 24, 2021 ; Revised: May 31, 2021 ; Accepted: June 13, 2021

ความอ่อนตัวนั้น เป็นความสามารถของข้อต่อและกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ตลอดทุกการเคลื่อนไหว โดยประสิทธิภาพการทำงานขึ้นอยู่กับกระดูก ลักษณะทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ เอ็นยึดกล้ามเนื้อ เอ็นยึดข้อต่อ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน รอบๆ ข้อต่อ ความอ่อนตัวจึงเป็นสมรรถภาพพื้นฐานที่นักกีฬาจะต้องเสริมสร้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และป้องกันการบาดเจ็บได้

การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อเป็นเป็นอาการที่เกิดขึ้นได้บ่อยจากการเล่นกีฬาประมาณร้อยละ 10-55 ของการบาดเจ็บทั้งหมด (Jarvinen et al., 2005, pp. 745-764) รวมถึงอาการที่เรียกว่าการระบมของกล้ามเนื้อหลังการเล่นกีฬา (Delayed-onset muscle soreness: DOMS) ซึ่งอาการดังกล่าวเป็นการบาดเจ็บภายในโครงสร้างของกล้ามเนื้อที่มีสาเหตุมาจากกล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบ Eccentric มากเกินไป (Armstrong, 1984, pp. 529-538) อาการระบมของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นประมาณ 6-12 ชั่วโมงหลังการเล่นกีฬา และจะมีอาการรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ ประมาณ 24-72 ชั่วโมงหลังการเล่นกีฬา ต่อมาอาการจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 5-7 วัน อาการส่วนใหญ่จะปวด บวม มีจุดกดเจ็บ ย่อมส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเล่นกีฬาลดลงทั้ง ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และมีการจำกัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ที่อาจพบได้บ่อยทั้งในนักกีฬาระดับมืออาชีพและระดับสมัครเล่น (Pearcey et al., 2015, pp. 5-13) ส่วนสาเหตุของการระบมของกล้ามเนื้อยังไม่แน่ชัด แต่ส่วนใหญ่เกิดจากการสะสมของกรดแลคติก การหดตัวซ้ำๆ ของกล้ามเนื้อ การทำลายเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและใยกล้ามเนื้อ (Veigar Zubia, 2013, pp. 13206-11) ทั้งนี้การลดการระบมของกล้ามเนื้อมีหลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น การนวด การสั่นสะเทือนกล้ามเนื้อ การประคบเย็น และการใช้เครื่องมือทางกายภาพบำบัด นอกจากนี้ยังมีวิธีการยืดกล้ามเนื้อเพื่อช่วยลดอาการดังกล่าว จากการศึกษาของ McGrath et al. (2014, pp. 14-21) ที่ศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: PNFS) ต่อการระบมของกล้ามเนื้อหลังการเล่นกีฬา ในนักกีฬาที่ออกกำลังกายที่มีความหนักสูงสุด โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ 19 คน กลุ่มยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ 20 คน และกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการยืดกล้ามเนื้อ 18 คน ผลการศึกษาพบว่า ในกลุ่มที่ยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ และกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการยืดกล้ามเนื้อมีอาการปวดลดลงทั้ง 24 และ 48 ชั่วโมงหลังการออกกำลังกาย แต่กลุ่มยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่กลับพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hebert et al. (2011, pp. 1-38) ที่พบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ไม่สามารถลดการระบมของกล้ามเนื้อหลังการเล่นกีฬาได้

จากการศึกษาที่ผ่านมา ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการยืดกล้ามเนื้อในหลังการออกกำลังกาย ซึ่งการยืดกล้ามเนื้อแต่ละแบบนั้น มีวิธีที่แตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปการยืดกล้ามเนื้อแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ แบบอยู่กับที่ แบ่งย่อยได้อีก 2 ประเภท คือ การยืดกล้ามเนื้อโดยใช้แรงของตัวเอง (Active stretching) และการยืดกล้ามเนื้อจากแรงที่ไม่ได้กระทำด้วยตัวเอง (Passive stretching) โดยที่ทั้ง 2 ลักษณะนั้นให้คงค้างไว้ประมาณ 30 วินาที (ภทริศวรรค์ ดำเสน, 2552, หน้า 14) การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่เป็นการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วเพื่อให้กล้ามเนื้อทำงานเต็มองศาการเคลื่อนไหว และจะเพิ่มความเร็วและองศาของการเคลื่อนไหว ทำให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (George, 1994, หน้า 7) และสุดท้ายคือการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ เป็นการยืดกล้ามเนื้อที่อาศัยขบวนการเพิ่มพูนหรือเร่งเร้า การ

ตอบสนองของกลไกทางระบบประสาทกล้ามเนื้อ โดยกระตุ้นผ่านทางตัวรับรู้ความรู้สึก (proprioceptor) (วีระชัย ไควสุวรรณ์, 2537, หน้า 11) จะเห็นได้ว่าการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 รูปแบบนั้นมีวิธีการที่แตกต่างกัน และผลที่ได้ยังไม่สามารถระบุชัดเจนได้ว่าการยืดกล้ามเนื้อด้วยวิธีใดสามารถลดสารเคมีที่จะมาทำลายกล้ามเนื้อ หรือ แม้แต่การยืดกล้ามเนื้อบางรูปแบบกลับทำให้มีการเพิ่มขึ้นของสารเคมีบางชนิดที่จะมาทำลายกล้ามเนื้อ

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลเฉียบพลันของการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่มีต่ออาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อในนักกีฬาแบดมินตันที่ได้รับการบาดเจ็บ เพื่อให้ทราบว่าวิธีการยืดกล้ามเนื้อแบบไหนมีประสิทธิภาพมากที่สุดที่จะช่วยฟื้นฟูสภาพในการบาดเจ็บจากการเล่นแบดมินตัน และเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง เพื่อไม่ให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อบาดเจ็บจนไม่สามารถแข่งขันต่อไปได้อีก

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่มีต่ออาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) ในผู้ที่มีอาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อจากการเล่นแบดมินตัน
2. ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่มีต่อเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) ในผู้ที่มีอาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อจากการเล่นแบดมินตัน

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มประชากร กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายและหญิง ชั้นปีที่ 3 และ 4 อายุ 20-22 ปี สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตอุดรธานี จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion criteria) คือเป็นผู้ที่มีร่างกายแข็งแรง โดยผ่านการทดสอบสมรรถภาพทางกาย ในด้าน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด และองค์ประกอบของร่างกายโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง ผ่านการเรียนวิชาแบดมินตันและไม่มีการบาดเจ็บของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ภายใน 6 เดือน ก่อนทำการวิจัย และเกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) คือ มีภาวะกระดูกหักหรือข้อเคลื่อนหลุดภายใน 1 ปีที่ผ่านมา มีการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อต่อก่อนเข้าร่วมก่อนเข้าร่วมวิจัย มีปัญหาในเรื่องที่เกี่ยวกับการทรงตัว และเป็นนักกีฬาแบดมินตันตั้งแต่ระดับมหาวิทยาลัยขึ้นไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบโปรแกรมการยืดกล้ามเนื้อ 3 รูปแบบ และได้ผ่านการตรวจความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญก่อนนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (IOC=0.87)

1.1 โปรแกรมการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching: SS) จำนวน 9 ท่า โดยให้ยืดค้างไว้ท่าละ 30 วินาที ต่อ 1 ครั้ง (จำนวน 6 ครั้ง และพักระหว่างครั้ง 5 วินาที) สรุปร ทำทั้งหมด 6 ครั้ง เป็นเวลา 3 นาทีต่อ 1 ท่า รวม 18 นาที

1.2 โปรแกรมการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (Dynamic stretching: DS) จำนวน 9 ท่า โดยให้ยืดค้างไว้ท่าละ 3 วินาทีต่อ 1 ครั้ง (ท่า 10 ครั้งต่อ 1 เซ็ต แล้วพักระหว่างเซ็ต 5 วินาที ทำจำนวน 6 เซ็ต) สรุป ทำทั้งหมด 60 ครั้ง เป็นเวลา 3 นาทีต่อ 1 ท่า รวม 18 นาที

1.3 โปรแกรมการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: PNFS) จำนวน 9 ท่า โดยให้ยืดค้างไว้ 20 วินาที ต่อ 1 ครั้ง (ท่าซ้ำ 3 ครั้งต่อเซ็ต แล้วพักระหว่างเซ็ต 5 วินาที ทำจำนวน 3 เซ็ต) สรุป ทำทั้งหมด 9 ครั้ง เป็นเวลา 3 นาทีต่อ 1 ท่า รวม 18 นาที

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องวัดระดับอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (Pain pressure) ยี่ห้อ Algometer รุ่น J TECH, Medical Industries ขนาดของหัววัด 1 ตารางเซนติเมตร (หน่วยวัดเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

2.2 เครื่องตรวจวิเคราะห์เลือดหาค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคโนเนส ยี่ห้อ Mindray BC 6800; Creatine Kinase Kit (IFCC Method) (หน่วยวัดเป็นไมโครกรัม/ลิตร)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่มีผลต่อการฟื้นฟูสภาพภายหลังการระบมของกล้ามเนื้อหลังการเล่นกีฬา ในนักกีฬาทั่วไปและนักกีฬาแบดมินตัน แล้วสร้างโปรแกรมการยืดกล้ามเนื้อตามหลักวิชาการและข้อค้นพบจากการทบทวนเอกสาร โดยผ่านตรวจคุณภาพของเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (IOC=0.87)

2. นำโปรแกรมที่ได้ไปทดลองใช้และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง ต่อจากนั้นได้ประชุมกลุ่มตัวอย่างเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอน วิธีการ ข้อห้าม ข้อควรระวัง และข้อควรปฏิบัติในระหว่างเข้าร่วมโครงการ พร้อมทั้งให้กลุ่มตัวอย่างเซ็นเอกสารความยินยอมในการเข้าร่วมวิจัย

3. ก่อนทำการทดลองได้ให้กลุ่มตัวอย่างแข่งแบดมินตันจนเกิดอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อ โดยกำหนดระดับความหนักของการออกกำลังกายคือให้กลุ่มตัวอย่างแข่งขันแบดมินตันจนมีความรู้สึกเจ็บระบมกล้ามเนื้อ ที่สามารถบอกระดับความรู้สึกเจ็บความปวดด้วยมาตรวัดความปวดด้วยสายตา (Visual analog scale) ในระดับไม่ต่ำกว่า 6-7 จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างวัดระดับอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (Pain pressure) โดยใช้เครื่องวัดยี่ห้อ Algometer รุ่น J TECH, Medical Industries ขนาดของหัววัด 1 ตารางเซนติเมตร (หน่วยวัดเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และทำการเจาะเลือดหาค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคโนเนส (CPK) ด้วยพยาบาลวิชาชีพ (เลขที่ใบประกอบวิชาชีพ 4411159495) โดยใช้เครื่องตรวจเลือดเพื่อหาค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคโนเนส (CPK) ยี่ห้อ Mindray BC 6800; Creatine Kinase Kit (IFCC Method) (หน่วยวัดเป็นไมโครกรัม/ลิตร)

4. จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยการเรียงลำดับค่าอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) จากมากไปน้อย และสุ่มลำดับที่ 1 อยู่กลุ่ม 1 (ยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่) ลำดับที่ 2 อยู่กลุ่ม 2 (ยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่) ลำดับที่ 3 อยู่กลุ่ม 3 (ยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ) ไปเรื่อยจนครบทุกคน

5. หลังการทดลองทำการวัดอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) และเจาะเลือดหาค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) ใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์เลือดหาค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส ยี่ห้อ Mindray BC 6800; Creatine Kinase Kit (IFCC Method) (หน่วยวัดเป็นไมโครกรัม/ลิตร) แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) และค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) และทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล (Goodness of fit) โดยใช้สถิติ Shapiro-wilk test

2. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way Analysis of Variance: ANOVA) เพื่อทดสอบหาความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ของอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) และค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) ของการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ก่อนการยืดกล้ามเนื้อและหลังการยืดกล้ามเนื้อ

3. วิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่ม ของอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) และค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) ของการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ก่อนการยืดกล้ามเนื้อ และหลังการยืดกล้ามเนื้อ โดยใช้สถิติ paired t-test

4. ทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คน (แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ 10 คน) เพศชาย 15 คนและเพศหญิง 15 คน มีอายุเฉลี่ย 21 ปี (SD=1.00) ส่วนสูง 166.50 (SD=17.33) ซม. น้ำหนักเฉลี่ย 61.25 (SD=11.29) กก.

2. ค่าเฉลี่ยอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) และค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) ก่อนการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบจากผลการทดลอง พบว่าการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) และค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) ก่อนการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way Analysis of Variance: ANOVA) ของอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) (กิโกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และการวัดค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) (ไมโครกรัม/ลิตร) ก่อนการยืดกล้ามเนื้อของการยืดกล้ามเนื้อ แบบอยู่กับที่ (n=10) แบบเคลื่อนที่ (n=10) และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (n=10)

	แหล่งความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ย (SD)	SS	DS	MS	F	P
PPT	ยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่	27.69 (5.89)	116.26	2	58.13	2.44	0.10
	ยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่	27.68 (7.32)					
	แบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ	32.56 (8.29)					
	ประสาทมกล้ามเนื้อ						
CPK	ยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่	141.25 (75.15)	40501.58	2	20250.79	0.62	0.54
	ยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่	153.00 (63.09)					
	แบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ	119.50 (69.79)					
	ประสาทมกล้ามเนื้อ						

3. ค่าเฉลี่ยอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) และค่าเอนไซม์ครีเอติฟอสโฟไคนเนส (CPK) หลังการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบ

จากผลการทดลอง พบว่าการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) และค่าเอนไซม์ครีเอติฟอสโฟไคนเนส (CPK) หลังการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way Analysis of Variance: ANOVA) ของอาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และการวัดค่าเอนไซม์ครีเอติฟอสโฟไคนเนส (CPK) (ไมโครกรัม/ลิตร) หลังการยืดกล้ามเนื้อของการยืดกล้ามเนื้อ แบบอยู่กับที่ (n=10) แบบเคลื่อนที่ (n=10) และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (n=10)

	แหล่งความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ย (SD)	SS	DS	MS	F	P
PPT	ยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่	27.67 (4.81)	158.43	2	79.21	1.51	0.24
	ยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่	23.68 (5.43)					
	แบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ	28.02 (4.30)					
	ประสาทมกล้ามเนื้อ						
CPK	ยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่	134.75 (79.94)	4622.33	2	2311.16	0.47	0.62
	ยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่	150.25 (52.61)					
	แบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ	134.00 (72.62)					
	ประสาทมกล้ามเนื้อ						

4. อาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) ของการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ก่อนและหลังการทดลอง

จากผลการทดลอง พบว่าอาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) ของการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบ ก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของอาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ของการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (n=10) เคลื่อนที่ (n=10) และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (n=10) ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้สถิติ paired t-test

			Mean	SD	Mean diff	t	sig
PPT	SS	ก่อนการยืดกล้ามเนื้อ	27.69	5.89	0.02	0.008	0.99
		หลังการยืดกล้ามเนื้อ	27.67	4.81			
	DS	ก่อนการยืดกล้ามเนื้อ	27.68	7.32	4.00	1.63	0.15
		หลังการยืดกล้ามเนื้อ	23.68	5.43			
	PNFS	ก่อนการยืดกล้ามเนื้อ	32.56	8.29	4.54	1.62	0.13
		หลังการยืดกล้ามเนื้อ	28.02	4.30			

5. ค่าเอนไซม์ครีเอติฟอสโฟไคนเนส (CPK) ของการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ก่อนและหลังการทดลอง

จากผลการทดลอง พบว่าค่าเอนไซม์ครีเอติฟอสโฟไคนเนส (CPK) ของการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบ ก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้น การยืดกล้ามเนื้อแบบ PNFS มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของของการวัดค่าเอนไซม์ครีเอติฟอสโฟไคนเนส (CPK) (ไมโครกรัม/ลิตร) ของการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (n=10) เคลื่อนที่ (n=10) และแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (n=10) ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้สถิติ paired t-test

			Mean	SD	Mean diff	t	sig
CPK	SS	ก่อนการยืดกล้ามเนื้อ	141.25	75.14	6.50	0.17	0.86
		หลังการยืดกล้ามเนื้อ	134.75	134.75			
	DS	ก่อนการยืดกล้ามเนื้อ	153.00	153.00	2.75	0.55	0.60
		หลังการยืดกล้ามเนื้อ	150.25	150.25			
	PNFS	ก่อนการยืดกล้ามเนื้อ	119.50	119.50	-14.50	-6.86	0.00*
		หลังการยืดกล้ามเนื้อ	134.00	134.00			

*p < .05

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองสรุปว่า อาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อแบบกด และค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนส (CPK) ก่อนการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 1) ในขณะที่หลังการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNFS พบว่าค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนส (CPK) เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นแสดงว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบ PNFS สามารถก่อให้เกิดการเจ็บระบบกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลและความแตกต่างของอาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) และเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนส (CPK) ของการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบ ซึ่งผลการทดลองพบว่า การทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยอาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) หลังการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนส (CPK) หลังการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการแข่งขันแบดมินตันของนักกีฬาสมัครเล่นเป็นการแข่งขันประเภทความทนทาน โดยกีฬาประเภทความทนทานทุกชนิดจะเกิดการสะสมของเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนสค่อนข้างน้อยมากๆ (Baird et al., 2012, p. 10) ดังนั้น จึงทำให้ไม่เกิดความแตกต่างเมื่อทำการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ก่อนและหลังการทดลอง ส่วนการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (DS) ตรงข้ามกับการศึกษาของ Hackney et al. (2008) พบว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ในนักกีฬาเพศชายที่ได้รับการฝึกและไม่ได้รับการฝึกแบบมีแรงต้านที่กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบ Eccentric ทำให้เอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนสเพิ่มสูงขึ้นในเวลา 24 ชม. รวมทั้งการศึกษาของ Tofas et al., (2008) พบว่า นักกีฬาที่มีการฝึกแบบพลัยโอเมตริกมากกว่า 2-5 นาที มีเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนสเพิ่มสูงขึ้นในเวลา 48 ชม. ส่วนการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (PNFS) มีผลต่อค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนส (CPK) มีค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (SS) และแบบเคลื่อนที่ (DS) อย่างไรก็ตามผลของการยืดกล้ามเนื้อต่อค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนส (CPK) อาจขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการยืด ซึ่งการศึกษาของ Suzuki et. al. (2004) ที่ศึกษาการยืดกล้ามเนื้อหลังการเล่นรักบี้ฟุตบอลในระดับความหนักต่ำสุด 1 ชั่วโมง พบว่าไม่มีผลต่อค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนส (CPK) ในขณะที่หลังทำการแข่งขัน 7 นาทีกลับพบว่า ค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนส (CPK) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Gill et al., 2006) ซึ่งการศึกษาดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า การยืดกล้ามเนื้อสามารถลดระดับของเสียที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึม อันจะส่งผลให้ลดระดับความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อที่เกิดการบาดเจ็บ (Cheung et al., 2003)

นอกจากนั้นผลการศึกษานี้ยังพบว่า หลังการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNFS มีค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคนเนส (CPK) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการยืดกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เป็นเพราะการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNFS ส่งผลต่อระบบไหลเวียนเลือดที่ลดลง เพราะการยืดค้างจะทำให้หลอดเลือดตีบแคบจากการดึงค้างของกล้ามเนื้อ เลือดไหลเวียนไปที่กล้ามเนื้อได้น้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ

Monteiro et al. (2014, p. 12) ที่ทำการทดลองโดยให้นักกีฬา 11 คน ยึดกล้ามเนื้อแบบแบบ PNFS บริเวณกล้ามเนื้อต้นขาเป็นเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที หลังจากที่ยกกำลังกายด้วยท่า สควอท (Overhead half squat) พบว่า ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 90 วินาที ในการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อด้วยการยึดกล้ามเนื้อ จึงจะให้นักกีฬาลดอาการปวดกล้ามเนื้อได้ และการยึดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (PNFS) ในครั้งนี้ใช้เทคนิค Hold Relax เป็นการยึดที่ต้องยึดกล้ามเนื้อให้ถึงจุดที่รู้สึกตึงแล้วออกแรงเกร็งต้านในทิศทางตรงกันข้าม ทำให้เกิดกระบวนการรีเฟล็กซ์ยืดเกิดขึ้นในขณะที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ Muscle tendon unit จะไม่เกิดแรงตึงตัวของกล้ามเนื้อตลอดช่วงของการยึด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kargarfard et al. (2016) ที่ศึกษาผลการนวดในนักกีฬาเพาะกายที่ยกกำลังกายในระดับความหนักสูงสุดต่อการระบมของกล้ามเนื้อ พบว่า ค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนส (CPK) เพิ่มขึ้นหลังจากยกกำลังกาย 48 ชั่วโมง นอกจากนั้นยังมีการศึกษาเกี่ยวกับ Meta analysis ที่มาสนับสนุนผลการศึกษาดังกล่าว (Guo et al., 2017) ซึ่งตรงข้ามกับการศึกษาของ Cheung et al. (2003, p. 9) ที่พบว่า การยึดกล้ามเนื้อแบบ PNFS ก่อนการแข่งขัน สามารถลดระดับความเจ็บปวดจากการระบมของกล้ามเนื้อได้ ทำให้กล้ามเนื้อคลายตัว อาการเจ็บระบมกล้ามเนื้อแบบกด (PPT) จึงลดลง จึงช่วยให้ลดอาการเจ็บปวดและเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวได้มาก เช่นเดียวกับการศึกษาของ Chen et al. (2011) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลการยึดกล้ามเนื้อแบบ SS กับการยึดกล้ามเนื้อแบบ PNFS (เทคนิค Contract-relax-agonist-contract) ต่อการทำลายกล้ามเนื้อหลังจากการหดตัวแบบ Eccentric ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกมาแล้ว จำนวน 30 คน พบว่า ค่าเอนไซม์ครีเอตินฟอสโฟไคเนสและการระบมของกล้ามเนื้อในกลุ่มที่ได้รับการยึดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อลดลงมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการยึดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ ซึ่งขัดแย้งกับผลการทดลองในครั้งนี้ ซึ่งความเป็นไปได้ที่เทคนิค Hold Relax ยังไม่ได้ทำให้การไหลเวียนเลือดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบนี้ยังไม่ได้ช่วยให้การเคลื่อนย้ายของเสียที่เกิดจากการใช้งานกล้ามเนื้อจากการเล่นกีฬาแบบมินตันออกไปได้ในระยะเวลาที่สั้น

ข้อเสนอแนะงานวิจัย

ควรจะออกแบบการวิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวแต่ให้ได้รับการยึดครบทั้งสามแบบ Repeated design เพื่อลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างคน

เอกสารอ้างอิง

- ธวัช วีระศิริวัฒน์. 2538. *หลักและการฝึกกีฬา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ภัทรศิริ ดำเสน. 2552. *ผลการฝึกยึดกล้ามเนื้อ แบบกระตุ้นการรับรู้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ และการฝึกยึดกล้ามเนื้อจากแรงภายนอกที่มีต่อความอ่อนตัว* (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วีระชัย โค้วสุวรรณ. 2537. *การป้องกันการบาดเจ็บทางกีฬา*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- Armstrong, R.B. (1984) Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16(4). 529-538.

- Baird, M.F., S.M. Graham and J.S. Baker. 2012. Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 12(3). 1–13.
- Chen, C.H., K. Nosaka, H.L. Chen, M.J. Lin, K.W. Tseng and T.C. Chen. 2011. Effects of flexibility training on eccentric exercise-induced muscle damage. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(3). 491-500.
- Cheung, K., Hume, P., and Maxwell, L. 2003. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *British Journal of Sports Medicine*, 33, 145–164.
- George, F.S. 1994. *The Stretching handbook*. Simon & Schuster: Sydney.
- Gill, N. D., Beaven, C. M., and Cook, C. 2006. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *Journal of Sports Science and Medicine*. 40, 260–263.
- Guo, J., Li, L., Gong, Y., Zhu, R., Xu, J., Zou, J., et al. 2017. Massage alleviates delayed onset muscle soreness after strenuous exercise: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*. 8: 747.
- Hackney, K.J., H.J. Engels and R.J. Gretebeck. 2008. Resting energy expenditure and delayed-onset muscle soreness after full-body resistance training with an eccentric concentration. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5). 1602–1609.
- Hebert R, de Noronha M, Kamper S. 2011. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane database of systematic reviews*. 7(5). 1-38.
- Jarvinen, T.A., Jarvinen, T.L., Kaariainen, M., Kalimo, H. and Jarvinen, M. 2005. Muscle injuries: biology and treatment. *The American Journal of Sports Medicine*, 33, 745-764.
- Kargarfard, M., Lam, E. T., Shariat, A., Shaw, I., Shaw, B. S., and Tamrin, S. B. 2016. Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. *Journal of Sports Science*, 34, 959–965.
- McGrath R.P., Whitehead J.R. and Caine DJ. 2014. The Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Post-Exercise Delayed Onset Muscle Soreness in Young Adults. *International Journal of Exercise Science*, 7(1). 14-21.
- Monteiro, E.R.J., A.D. SkarabotVigotsky, A.F. Brown, T.M. Gomes and J.S. Novaes. 2014. Acute effects of difference self-massage volumes on the FMSTM overhead deep squat performance, *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(4). 94-104.
- Peake, J., K. Nosaka and K. Suzuki. (2005). Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. *Exercise Immunology Review*, 11(12). 64–85.

- Pearcey, G.E., Bradbury-Squires, D.J., Kawamoto, J.E., Drinkwater, E.J., Behm, D.G. and Button, D.C. 2015. Foam rolling for delayed onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training*, 50(7). 5-13.
- Suzuki, M., Umeda, T., Nakaji, S., Shimoyama, T., Mashiko, T., and Sugawara, K. 2004. Effect of incorporating low intensity exercise into the recovery period after a rugby match. *Journal of Sports Science and Medicine*, 38, 436–440.
- Tofas, T., A.Z. Jamurtas and I. Fatouros. 2008. Plyometric exercise increases serum indices of muscle damage and collagen breakdown. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2). 490–496.
- Veqar Zubia. 2013. Causes and management of delayed onset muscle soreness: A review. *Elixir Human Physiology*, 55(11). 13205-11.