

Sports Coaching Science

วิทยาศาสตร์การโค้ช

(Original articles)

(นิพนธ์ต้นฉบับ)

ผลการอบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหวร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
ความสามารถในการวิ่ง และความยืดหยุ่น

วิภาวดี กิจมี¹, สายนที ปราดนาผล²

¹สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

²ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการอบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหวร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้กับการอบอุ่นร่างกายเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว ต่อความยืดหยุ่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการวิ่ง ผู้เข้าร่วมการศึกษามีสุขภาพดีจำนวน 14 คนทำการอบอุ่นร่างกาย 2 โปรแกรมคือ อุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหวร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการอบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว อุ่นร่างกายโดยวิ่งจ็อกกิ้งที่กำหนดความเร็วด้วยตนเอง 10 นาทีและวิ่งเร็วระยะทาง 30 เมตรจำนวน 3 รอบ จากนั้นยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้มัดละ 20 วินาที ทำซ้ำ 2 ครั้งประกอบด้วยกล้ามเนื้อ hamstring, quadriceps, hip adductor, gluteus maximus, gastrocnemius, tibialis anterior and solei บันทึกความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและเวลาที่ใช้วิ่ง 100 เมตรก่อนและหลังการอบอุ่นร่างกาย ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการศึกษา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความยืดหยุ่นของข้อเข่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง ($p>0.05$) ขณะที่เวลาที่ใช้วิ่งและความยืดหยุ่นของข้อสะโพกและข้อเท้ามีค่าเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ภายหลังการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว ส่วนผลต่างของเวลาที่ใช้วิ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อระหว่างการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ดังนั้นการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและไม่มีผลลบต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังลดความสามารถในการวิ่ง 100 เมตร

(Journal of Sports Science and Technology 2012;12 (2): 27 - 37)

คำสำคัญ: อุ่นร่างกาย ยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ความยืดหยุ่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การวิ่งเร็ว

บทนำ

การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ (Static stretching, SS) เป็นส่วนหนึ่งของการอบอุ่นร่างกายที่นักกีฬานิยมปฏิบัติก่อนการฝึกซ้อมหรือแข่งขันเพื่อหวังผลในการเพิ่มสมรรถภาพทางกายและเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหว ซึ่งประเมินได้จากความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้น¹ ซึ่งผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ต่อความยืดหยุ่นและสมรรถภาพทางกายนั้นยังไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน หลายการศึกษาพบว่าให้ผลในการลดสมรรถภาพทางกาย เช่น ลดพลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ²

และไม่มีผลต่อความยืดหยุ่น³ ขณะที่หลายการศึกษาพบว่าไม่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย เช่น เวลาของการแสดงปฏิกิริยา⁴ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการกระโดด⁵⁻⁷ แต่ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น⁸ ซึ่งผลการศึกษาที่แตกต่างกันนั้น มีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ระยะเวลาในการยืดกล้ามเนื้อ ซึ่งมีผลของปริมาณการยืดกล้ามเนื้อเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ที่ใช้เวลามากกว่าหรือเท่ากับ 30 วินาทีนั้นลดความสามารถในการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อและลดความสามารถในการกระโดดสูง⁹ แต่ยังคงเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อได้⁸ ส่วนการยืดกล้ามเนื้อที่ใช้เวลาน้อยกว่า 30 วินาทีนั้นไม่มีผลต่อเวลาแสดงปฏิกิริยา พลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการกระโดดสูง การวิ่งระยะสั้น และความคล่องแคล่วว่องไว ขณะที่เวลาในการยืดกล้ามเนื้อ 20 วินาทีต่อมัตนั้นเป็นเวลาที่ไม่มีความกระทบต่อความสามารถในการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ⁹⁻¹¹ นอกจากนี้ยังมีอีกหลายปัจจัยที่ให้ผลดีต่อสมรรถภาพทางกาย เช่นการอบอุ่นร่างกายที่มีการแนะนำว่าควรทำอย่างน้อย 10 นาทีที่ความหนักปานกลาง¹² ซึ่งสมรรถภาพทางกายที่เพิ่มขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิแกนกลางของร่างกายและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น¹³ และเพื่อช่วยลดผลด้านลบของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ควรทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายเมื่อสิ้นสุดการยืดกล้ามเนื้อตั้งแต่ 3 นาทีขึ้นไป¹⁴

จึงเกิดคำถามการวิจัยว่าหากควบคุมปัจจัยดังกล่าวโดยยืดกล้ามเนื้อขาแต่ละ 20 วินาที อบอุ่นร่างกายไม่น้อยกว่า 10 นาทีที่ความหนักปานกลางและมีระยะพักหลังการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้มากกว่า 3 นาที การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ร่วมกับการอบอุ่นร่างกายดังกล่าวจะให้ผลอย่างไรต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการวิ่งและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ร่วมกับการอบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหวต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เวลาที่ใช้วิ่ง 100 เมตรและความยืดหยุ่น
2. เพื่อศึกษาผลการอบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหวต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เวลาที่ใช้วิ่ง 100 เมตรและความยืดหยุ่น
3. เพื่อเปรียบเทียบผลการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ร่วมกับการอบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหว และการอบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เวลาที่ใช้วิ่ง 100 เมตรและความยืดหยุ่น

อุปกรณ์และระเบียบวิธีวิจัย

อุปกรณ์ในการวิจัย

1. เครื่องวัดมุมในการเคลื่อนไหว (Goniometer)
2. เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง (a mechanical beam medical scale (Health O Meter 402KL)
3. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย (Polar F6 Heart Rate Monitor, Oy, Finland)
4. เครื่องวัดความเร็ว SmartspeedTM (Fusion Sport Pty Ltd, Coopers Plains, Queensland, Australia)
5. เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (Back Leg Dynamometer รุ่น Takei A5002, Fitness Monitors, Wrexham, UK)
6. เครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Lange skinfold caliper, Beta Technology Incorporated, Massachusetts, USA)
7. แบบบันทึกการทดสอบ

ขอบเขตการวิจัย

เป็นการศึกษาแบบ Within-subject measure design กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นอาสาสมัครเพศชาย และหญิงที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมหาวิทยาลัย อายุ 18-25 ปี จำนวน 14 คน มีสุขภาพดี ไม่มีอาการบาดเจ็บของหลังและรยางค์ขา และไม่เป็นนักกีฬาระดับจังหวัดและหรือระดับชาติเพื่อป้องกันผลของเพดานความสามารถของผู้เข้าร่วมการศึกษา (ceiling effect) เมื่อคำนวณหา Power เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มที่ระดับอัลฟาเท่ากับ 0.05, degree of freedom = 2 และ $f = 0.60$ ด้วยช่วงความเชื่อมั่น 95% พบว่ามี Power เท่ากับ 81%

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1. ก่อนทำการทดสอบ

1.1 เก็บข้อมูลทั่วไปประกอบด้วย เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ซึ่งพฤษภาคมและน้ำหนักของไขมันใต้ผิวหนัง เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายตามวิธีการของ Beam & Szymanski¹⁵

1.2 สอนวิธีการอบอุ่นร่างกายและยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ให้ถูกต้อง

1.3 งดฝึกซ้อมหรือออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และงดดื่มกาแฟหรืออาหารที่มีส่วนผสมของกาแฟ 2 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ

2. วันถัดไปให้ผู้เข้ารับการทดสอบจับสลากเพื่อจัดลำดับการอบอุ่นร่างกาย 2 โปรแกรม ดังนี้

2.1 โปรแกรมที่ 1 อบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว ประกอบด้วย

2.1.1 การเดินช้า ๆ ร่วมกับการยกเข่าให้สูงขึ้น แล้ววิ่งเหยาะๆ โดยกำหนดความเร็วด้วยตนเอง เป็นเวลา 10 นาที ควบคุมความหนักในการวิ่งให้อยู่ในระดับปานกลาง (64-76 % HRmax) โดยใช้เครื่องควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย จากนั้นวิ่ง 30 เมตรจำนวน 3 รอบที่ความหนัก 60, 80 และ 100% perceived maximal effort¹⁶

2.1.2 บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจก่อนและหลังอบอุ่นร่างกาย

2.1.3 พัก 5 นาทีโดยไม่มีการยืดกล้ามเนื้อ จากนั้นวัดความยืดหยุ่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และระยะเวลาในการวิ่ง 100 เมตร

2.2 โปรแกรมที่ 2 อบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหวร่วมกับยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ประกอบด้วย

2.2.1 อบอุ่นร่างกายตามข้อ 2.1.1 เหมือนโปรแกรมที่ 1

2.2.2 ยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ด้วยการยืดกล้ามเนื้ออย่างช้าๆ ประกอบด้วย quadriceps, gluteus maximus, hamstrings, adductors, tibialis anterior, gastrocnemius และ soleus โดยยืดสุดช่วงการเคลื่อนไหวให้รู้สึกตึง ยืดค้างไว้แต่ละ 20 วินาที ทำซ้ำ 2 เซ็ต ระยะเวลาพักระหว่างเซ็ต 30 วินาที (ตารางที่ 1) (ปรับปรุง^{4,13,17})

2.1.4 พัก 5 นาที จากนั้นวัดความยืดหยุ่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และระยะเวลาในการวิ่ง 100 เมตรตามลำดับ

3. การทดสอบทั้งสองโปรแกรมมีระยะเวลายาวกันอย่างน้อย 1 วันและทำการทดสอบในเวลาเดียวกันของวัน

4. ตัวแปรที่ทำการประเมินก่อนและหลังการอบอุ่นร่างกายประกอบด้วย

4.1 ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ hamstrings

ใช้การทดสอบ An active knee extension (AKE) test โดยให้ผู้เข้ารับการศึกษานอนหงายบนเบาะแข็ง งอสะโพกให้ตั้งฉาก 90 องศา ติดเครื่องหมายที่ตำแหน่ง greater trochanter, the lateral femoral epicondyle, และ the lateral malleolus จากนั้นวางโกนิอิมิเตอร์ (goniometer) ในแนวดังกล่าว ผู้วิจัยจับเข่าและข้อเท้าของผู้เข้ารับการศึกษาคิด

จากนั้นเหยียดเข่าออกให้ถึงจุดที่รู้สึกตึง จากนั้นผู้วิจัยร่วมทำการวัดมุมในการเหยียดเข่าจริงจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำค่าได้มาหาค่าเฉลี่ย (ปรับปรุง¹⁸⁾)

4.2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าขา (Quadriceps)

เริ่มจากให้ผู้เข้าร่วมการศึกษายืนบนแป้นเหล็ก กางขาให้เท้าอยู่ในตำแหน่งเดียวกันกับหัวไหล่เพื่อให้เกิดความมั่นคงในการทรงท่า มือจับที่แต่ละปลายของด้ามจับ บอกให้ผู้เข้ารับการทดสอบงอเข่าประมาณ 135 องศา ยืนหลังตรง เพื่อลดการทำงานของกล้ามเนื้อหลังโดยควบคุมให้สะโพกอยู่ในแนวเดียวกันกับข้อเท้า ยึดตัวตรง ตามองตรง หายใจเข้าให้เต็มที่จากนั้นค่อย ๆ ผ่อนลมหายใจออกในขณะที่เหยียดเข่า ออกแรงเต็มที่ ทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย¹⁹

4.3 เวลาในการวิ่ง 100 เมตร

จับเวลาที่วิ่งที่ดีที่สุดที่วิ่ง 100 เมตร ด้วยเครื่องวัดความเร็ว SmartspeedTM ซึ่งวางในตำแหน่ง 0, 50 และ 100 เมตร ผู้เข้าร่วมการศึกษายืนหลังเส้นที่ทำเครื่องหมายไว้ 0.3 เมตรห่างจากกล้องตัวแรกโดยให้ขาข้างที่ถนัดอยู่ด้านหน้า สวมรองเท้าผ้าใบ ทำการวิ่ง 1 รอบ บันทึกเวลาที่เข้าใกล้ 0.01 วินาที (ปรับปรุง²⁰⁾)

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความยืดหยุ่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และเวลาที่วิ่ง 100 เมตร ระหว่างก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ร่วมกับการอบอุ่นร่างกาย และการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวโดยใช้สถิติ Paired T-test และเปรียบเทียบความยืดหยุ่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และเวลาที่วิ่ง 100 เมตรระหว่างการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ร่วมกับการอบอุ่นร่างกาย และการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวโดยใช้สถิติ Independent T-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.05$

ตารางที่ 1 วิธีการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ (ปรับปรุง^{4,13,17)})

ท่าที่ยืด	วิธีการยืด
1. Hamstrings	นั่งบนพื้นเหยียดขาออกทั้งสองข้าง งอเข่าซ้าย เอาสันเท้าซ้ายวางไว้บนเข่าขวา จากนั้นเหยียดเข่าซ้าย ไน้มตัวไปทางด้านหน้า หลังตรง รับรู้ถึงแรงตึงทางด้านหลังขา
2. Quadriceps	นอนคว่ำ จับที่ข้อเท้าหรือเท้าขวา งอเข่าหาสะโพกค้างไว้ 20 วินาที ผู้เข้าร่วมการศึกษาคควรจะรู้สึกตึงบริเวณหน้าขา
3. Adductors	butterfly stretch: นั่งโดยให้สันเท้าทั้งสองข้างมาชิดกัน เข่าทั้งสองข้างแบะออกจากกัน จากนั้นออกแรงกดเบา ๆ ที่หัวเข่าทั้งสองข้างแนบลงชิดพื้น
4. Gluteus maximus	นอนหงายขาซ้ายเหยียดตรง จากนั้นงอเข่าและสะโพกขวา ให้เข่าขวาชิดอก รับรู้ถึงการตึงที่กล้ามเนื้อก้น แล้วทำสลับขาอีกข้างหนึ่ง แล้วทำสลับขาอีกข้างหนึ่ง
5. Gastrocnemius	ยืนตรง ขาซ้ายอยู่ด้านหน้า ขาขวาอยู่ด้านหลัง จากนั้นใช้มือยันกำแพงไนมตัวไปด้านหน้า เข่าขวาเหยียดตรง รับรู้ถึงการตึงกล้ามเนื้อน่องด้านขวา แล้วทำสลับขาอีกข้างหนึ่ง
6. Soleus	ยืนตรง ขาซ้ายอยู่ด้านหน้า ขาขวาอยู่ด้านหลัง จากนั้นใช้มือยันกำแพงไนมตัวไปด้านหน้า งอเข่าทั้งสองข้าง รับรู้ถึงการตึงกล้ามเนื้อน่องด้านขวา แล้วทำสลับขาอีกข้างหนึ่ง
7. Tibialis anterior	นอนหงาย ลงน้ำหนักที่ข้อศอกทั้งสองข้าง จากนั้นงอเข่าและสะโพกข้างขวา พร้อมกับใช้มือจับที่ปลายเท้าด้านนอก จากนั้นเหยียดเข่าขึ้นจนสุด แล้วทำสลับขาอีกข้างหนึ่ง

ตารางที่ 2 ความน่าเชื่อถือของการวัดความยืดหยุ่นของข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า ในตัวผู้วัด

ตัวแปรในการศึกษา	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ช่วง	ICC	SEM	P-value
มุมข้อสะโพก (องศา)	29.54±0.003	0.005-0.071	0.997	0.055	0.000
มุมข้อเข่า (องศา)	161.86±0.010	0.143-3.802	0.989	0.100	0.000
มุมข้อเท้า (องศา)	26.18±0.023	0.214-2.148	0.994	0.152	0.000

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและผลต่างของค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และเวลาที่วิ่ง 100 เมตร ระหว่างการอบอุ่นร่างกายร่วมกับยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว (n=14)

รูปแบบการอบอุ่นร่างกาย	ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (กิโลกรัม)			เวลาที่วิ่ง 100 เมตร (วินาที)		
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	ก่อน	หลัง	ผลต่าง
ยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ร่วมกับการอบอุ่นร่างกาย	139.11 (43.73)	150.68 (54.22)	12.86 (31.46)	15.37 (1.80)	16.02* (1.90)	0.65 (0.60)
อบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว	139.11 (43.73)	141.71 (45.79)	3.89 (19.28)	15.37 (1.80)	15.83* (1.76)	0.46 (0.57)

* หมายถึงมีความแตกต่างกับก่อนการศึกษาย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยืดหยุ่นของข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า ระหว่างการอบอุ่นร่างกายร่วมกับยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว (n=14)

รูปแบบการอบอุ่นร่างกาย	ความยืดหยุ่นของข้อสะโพก (องศา)		ความยืดหยุ่นของข้อเข่า (องศา)		ความยืดหยุ่นของข้อเท้า (องศา)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
การอบอุ่นร่างกายร่วมกับยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้	29.43 (5.58)	36.29* (5.94)	169.29 (4.03)	167.57 (5.98)	30.57 (4.03)	38.86* (5.05)
การอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว	29.43 (5.58)	35.00* (6.25)	169.29 (4.03)	167.71 (4.50)	30.57 (4.03)	37.14* (5.79)

* หมายถึงมีความแตกต่างกับก่อนการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

สถานที่ทำการวิจัย

สนามกีฬาสมโภชเชียงใหม่ 700 ปี อ.เมือง จ. เชียงใหม่

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาผลการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ร่วมกับการอบอุ่นร่างกาย และการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวต่อ ความยืดหยุ่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเวลาที่วิ่ง 100 เมตร มีผู้เข้าร่วมการศึกษา จำนวน 14 คน สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้คือ

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการศึกษา

ผู้เข้าร่วมการศึกษาคือนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี เป็นเพศชายจำนวน 8 คนและหญิงจำนวน 6 คน มีอายุเฉลี่ย 22.79 ± 1.37 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 61.87 ± 14.07 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 167.71 ± 10.24 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายเท่ากับ 14.87 ± 5.13 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก 79.21 ± 2.69 ครั้งต่อนาที

2. ความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัด (Intrarater reliability)

วัดความยืดหยุ่นของข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า จำนวน 2 ครั้งในเวลาต่างกันในวันทำ Active Hip Extension, Active Knee Extension และ Active Ankle Dorsiflexion พบว่ามีค่า Intraclass Correlation Coefficient ($ICC_{3,1}$) ของข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า เท่ากับ 0.997, 0.99 และ 0.99 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัดอยู่ในระดับสูง ($p < 0.001$) และมีค่า standard error of measurement (SEM) เท่ากับ 0.055, 0.100 และ 0.152 องศาตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความคลาดเคลื่อนในการวัดน้อยและอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (ตารางที่ 2)

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ก่อนและหลังการอบอุ่นร่างกายร่วมกับยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และ การอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และผลต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ระหว่างการอบอุ่นร่างกายทั้งสองโปรแกรมมีค่าไม่ต่างกัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3)

4. เวลาที่ใช้วิ่ง 100 เมตร

เวลาที่ใช้วิ่ง 100 เมตรก่อนและหลังการอบอุ่นร่างกายร่วมกับยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และ การอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และผลต่างของเวลาที่ใช้ในการวิ่ง 100 เมตรระหว่างการอบอุ่นร่างกายทั้งสองโปรแกรมมีค่าไม่ต่างกัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3)

5. ความยืดหยุ่นของข้อต่อ

เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการศึกษา มุมข้อสะโพกและข้อเข่าหลังการอบอุ่นร่างกายร่วมกับยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และ การอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนมุมของข้อเข่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง ($p > 0.05$) ภายหลังการอบอุ่นร่างกายทั้งสองโปรแกรม (ตารางที่ 4) และผลต่างของมุมของข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้าระหว่างการอบอุ่นร่างกายทั้งสองโปรแกรมมีค่าไม่ต่างกัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 5)

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ต้องการหาวิธีการเพื่อลดผลด้านลบของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้โดยผสมผสานกับการอบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหวที่ความหนักปานกลางและการวิ่งที่ 60, 80 และ 100% ของแรงพยายามซึ่งเป็นทักษะเฉพาะสำหรับการวิ่ง (specific skill) ที่คาดว่าจะส่งเสริมสมรรถภาพในการวิ่งรวมทั้งใช้เวลายืดกล้ามเนื้อ 20 วินาทีต่อมัดซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อแรงหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยเปรียบเทียบกับ การอบอุ่นร่างกายเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว ว่าให้ผลเช่นไรต่อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เวลาที่ใช้วิ่ง 100 เมตร และความยืดหยุ่น ทำการศึกษาแบบ Within-subject measure design ในอาสาสมัครที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมหาวิทยาลัย อายุ 18-25 ปี จำนวน 14 คน ข้อมูลทั่วไปพบว่ากลุ่มอาสาสมัครมีเปอร์เซ็นต์ไขมันที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอและมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักค่อนข้างสูง

ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อนั้นเป็นความสามารถในการยับยั้งข้อต่อไปได้จนสุดช่วงการเคลื่อนไหวโดยที่ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อ musculotendinous unit¹ และการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้เป็นวิธีการเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อที่นักกีฬานิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากกระทำได้ง่ายและก่อให้เกิดการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อได้น้อย²¹ ซึ่งมีรายงานว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ที่ข้อสะโพกเป็นเวลา 10, 20 และ 30 วินาทีนั้นสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของข้อสะโพกได้ไม่แตกต่างกัน²² ส่วนจำนวนครั้งในการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ที่ให้ประสิทธิภาพในการเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อได้สูงสุดอยู่ในช่วง 4-6 ครั้ง²³ ส่วนการศึกษาในครั้งนี้พบว่า เมื่อทำการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ 2 ครั้งท่าละ 20 วินาทีซึ่งเป็นเวลาที่ไม่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ⁹⁻¹¹ มุมข้อสะโพกและข้อเท้าก็มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ภายหลังการอบอุ่นร่างกายร่วมกับยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวเป็นเวลา 5 นาที ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Zakas⁸ ที่รายงานความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งและปริมาณการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ไว้ว่า หากยืดแล้วใช้เวลาไม่เกิน 30 วินาทีไม่ว่าจะยืดโดยวิธีการใดหรือปริมาณเท่าใดสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นได้ไม่แตกต่างกัน ส่วนมุมของข้อเท้าที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งตรงกันข้ามกับผลการศึกษาของ DePino *et al*¹⁴ ซึ่งพบว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ท่าละ 30 วินาที ทำซ้ำ 4 ครั้งให้ผลในการเพิ่มมุมในการเหยียดข้อเท้าภายใน 3 นาทีแรกหลังการยืดกล้ามเนื้อ และหลังจากนั้นมุมการเคลื่อนไหวของข้อเท้าจะกลับเข้าสู่ค่าเดิมในนาทีที่ 6 หลังการยืดกล้ามเนื้อ อาจอธิบายได้ว่าเกิดจากความแตกต่างกันในเรื่องเวลาและจำนวนครั้งที่ใช้ในการยืดกล้ามเนื้อ วิธีการยืดกล้ามเนื้อ รวมทั้งระยะเวลาในการทดสอบมุมการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ยังอาจเป็นไปได้ว่าผู้เข้าร่วมการศึกษาทำการยืดกล้ามเนื้อ hamstring ไม่ถูกต้องหรือทำที่ปฏิบัติในการศึกษานี้มีแรงกระทำต่อกล้ามเนื้อ hamstring น้อยกว่าท่ายืดของ Depino *et al*¹⁴ จึงทำให้พบว่ามีเพียงมุมการเคลื่อนไหวของข้อเท้าเท่านั้นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการอบอุ่นร่างกายทั้งสองรูปแบบพบว่าให้ผลการเปลี่ยนแปลงมุมของข้อสะโพก ข้อเท้าและข้อเท้าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ซึ่งความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นของรยางค์ขานั้นเป็นตัวบ่งชี้ถึงการที่ musculotendinous units (MTU) มีความยืดหยุ่น (compliance) เพิ่มขึ้นโดยจะมีการเปลี่ยนแปลงความยาวเนื่องจากมีแรงภายนอกมากระทำ ส่งผลให้เอ็นหย่อน ไม่สามารถส่งแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อผ่านกระดูกได้อย่างมีประสิทธิภาพแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อจึงลดลง²⁴ ดังนั้นเมื่อกำลังหดตัวจะยังไม่สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนไหวข้อต่อได้ทันที²⁵ และต้องใช้พลังงานมากขึ้นในระยะ eccentric phase เพื่อทำให้กล้ามเนื้อหดตัว²⁶ สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่พบว่า การอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้มีผลทำให้กำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง²⁵ ตรงกันข้ามกับผลการศึกษาที่พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ และไม่แตกต่างจากการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว ($p > 0.05$) ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wong *et al*⁷ ที่ทำการศึกษเหมือนกันคือยืดกล้ามเนื้อมัดละ 20 วินาที จำนวน 2 เซ็ต ระยะพักระหว่าง

กล้ามเนื้อแต่ละมัด 1 นาที พบว่าการอบอุ่นร่างกายแบบแอโรบิกเป็นเวลา 13 นาทีนั้นให้ผลต่อความสามารถในการวิ่งเร็ว ระยะทาง 30 เมตรซ้ำ ๆ กัน (repeated-sprint ability) ไม่แตกต่างจากการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ และผลการศึกษานี้ของ McMillian⁶ ที่ไม่พบความแตกต่างของความสามารถในการโยนเมตติชบอระหว่างการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวและการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการอบอุ่นร่างกายและหรือการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้เพียง 20 วินาทีต่อมัด น่าจะมีผลช่วยลดผลด้านลบของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ได้ นอกจากนี้เวลาหลังการทดสอบน่าจะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการฝึก การศึกษานี้ออกแบบให้มีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและเวลาที่วิ่ง 100 เมตรในนาที่ที่ 5 ภายหลังการอบอุ่นร่างกายในแต่ละโปรแกรม ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ผลเฉียบพลันของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้จะหายไปแล้ว⁷ สอดคล้องกับผลการศึกษานี้ของ Torres et al²⁷ ที่ยืดกล้ามเนื้อแขนแบบค้างไว้ 15 วินาที จำนวน 2 เซ็ตพบว่าในนาที่ที่ 5 ภายหลังการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อมีค่าไม่แตกต่างจากการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว

แต่อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 5-10 นาทีที่ความหนักปานกลางนั้นสามารถเพิ่มความสามารถในการทำกิจกรรมที่ใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 วินาทีได้ หากทำการทดสอบในระยะพักภายใน 5 นาทีและยังไม่มีอาการเมื่อยล้าเกิดขึ้น²⁸ ดังนั้นการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว จึงน่าจะเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ แต่ผลการศึกษานี้ไม่เป็นไปตามนั้น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความเมื่อยล้าหรือหมดพลังงานสำรองก่อนการวิ่งจริง²⁹ โดยขณะทำการอบอุ่นร่างกายและวิ่งระยะทาง 30 เมตรด้วยแรงพยายามสูงสุดที่ 60, 80 และ 100% นั้นผู้เข้าร่วมการศึกษาล้วนเป็นผู้ที่ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอและมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักค่อนข้างสูง แม้จะมีความเมื่อยล้าเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่ได้บันทึกระดับความเหนื่อยของแต่ละคนไว้ ซึ่งความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นอาจส่งผลต่อให้ความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่ง³⁰ สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่รายงานว่าความฟิตของผู้เข้าร่วมการศึกษานี้เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการฝึกโดยอาสาสมัครทั่วไปจะได้รับผลกระทบต่อสมรรถภาพทางกายจากการยืดแบบค้างไว้มากกว่านักกีฬาที่มีการฟิตซ้อมมาอย่างดีหรือมีกิจกรรมหนักหนากการสม่ำเสมอ^{10,29} ดังนั้นพบว่าเวลาที่ใช้ในการวิ่ง 100 เมตรภายหลังการอบอุ่นร่างกายมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผล

การอบอุ่นร่างกายที่ความหนักปานกลางเป็นเวลา 10 นาที ร่วมกับการวิ่งเร็วระยะทาง 30 เมตรจำนวน 3 รอบ ร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อขาแบบค้างไว้ จำนวน 7 มัด ๆ ละ 20 วินาที จำนวน 2 เซ็ต ให้ผลในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกและข้อเท้า ยกเว้นข้อเข่า ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แต่ลดความสามารถในการวิ่งระยะ 100 เมตร ซึ่งผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีค่าไม่แตกต่างจากการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

1. Chandler TJ, Kibler WB, Uhl TL, Wooten B, Kiser A, Stone E. Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *Am J Sports Med* 1990; 18(2): 134-136.
2. Winchester JB, Nelson AG, Landin D, Young MA, Schexnayder IC. Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *J Strength Cond Res* 2008; 22(1): 13-19.
3. Young WB, Behm DG. Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med Phys Fitness* 2003; 43:21-27.

4. Perrier ET, Pavol MJ, Hoffman MA. The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *J Strength Cond Res*. 2011; 25(7): 1925-1931.
5. Zakas A, Balaska P, Grammatikopoulou MG, Aikaterini V, Zakas N. Acute effects of stretching duration on the range of motion of elderly women. *J Bodyw Mov Ther* 2005; 9(4): 270-276.
6. McMillian D, Moore J, Hatler B, Taylor D. Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *J Strength Cond Res* 2006; 20(3): 492-499.
7. Wong PL, Lau PW, Mao de W, Wu YY, Behm DG, Wisløff U. Three days of static stretching within a warm-up does not affect repeated-sprint ability in youth soccer players. *J Strength Cond Res* 2011; 25(3): 838-845.
8. Zakas A. The effect of stretching duration on the lower-extremity flexibility of adolescent soccer players. *J Bodyw Mov Ther* 2005; 9(3): 220-225.
9. Fletcher IM, Jones B. The effect of different warm up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *J Strength Cond Res* 2004; 18: 885-888.
10. Little T, Williams A. Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high- speed motor capacities in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 2006; 20(1): 203-207.
11. Zakas A, Doganis G, Papakonstandinou V, Sentelidis T, Vamvakoudis E. Acute effects of static stretching duration on isokinetic peak torque production of soccer players. *J Bodyw Mov Ther* 2006; 10: 89-95.
12. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2006.
13. Fletcher IM, Monte-Colombo MM. An investigation into the effects of different warm-up modalities on specific motor skills related to soccer performance. *J Strength Cond Res* 2010; 24(8): 2096-2101.
14. DePino GM, Webright WG, Arnold BL. Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *J Athl Train* 2000; 35: 56-59.
15. Beam JR, Szymanski DJ. Validity of 2 skinfold calipers in estimating percent body fat of college-aged men and women. *J Strength Cond Res* 2010; 24(12): 3448-3456.
16. Grays C, Devito G, Nimmo MA. Effect of active warm up on metabolism prior to and during intense active exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 2091-2096.
17. Kistler BM, Walsh MS, Horn TS, Cox RH. The acute effects of static stretching on the sprint performance of collegiate men in the 60- and 100-m dash after a dynamic warm-up. *J Strength Cond Res* 2010; 24(9): 2280-2284.

18. Miller DK, Kieffer HS, Kemp HE, Torres SE. Off-season physiological profiles of elite national collegiate athletic association division III male soccer players. *J Strength Cond Res* 2011; 25(6): 1508-1513.
19. Friedman SM, Munoz B, West SK, Rubin G, Fried LP. Falls and fear of falling: which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 1329-1335.
20. Duthie GM, Pyne DB, Ross AA, Livingstone SG, Hooper SL. The reliability of ten-meter sprint time using different starting techniques. *J Strength Cond Res* 2006; 20: 246-251.
21. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretching on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 1994; 74: 845-850.
22. Borms J, Vanroy P, Santens JP, Haentjens A. Optimal duration of static stretching exercises for improving of coxofemoral flexibility. *J Sports Sci* 1987; 5: 39-47.
23. Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV, Garrett WE. Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. *Am J Sports Med* 1990; 18(3): 300-309.
24. Rosenbaum D, Hennig EM. The influence of stretching and warm-up exercises on Achilles tendon reflex activity. *J Sport Sci* 1995; 13: 481-490.
25. Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A. Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q Exerc Sport* 1998; 69: 411-415.
26. Fowles JR, Sale DQ, MacDougall JD. Reduced strength after passive stretching of the human plantar flexors. *J Appl* 2000; 89: 1179-1188.
27. Torres EM, Kraemer WJ, Vingren JL, Volek JS, Hatfield DL, Spiering BA, et al. Effect of stretching on upper body muscular performance. *J Strength Cond Res* 2008; 22: 1279-1285.
28. Bishop D. Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med* 2003; 33: 483-498.
29. Unick J, Kieffer HS, Cheesman W, Feeney A. The acute effect of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *J Strength Cond Res* 2005; 19(1): 206-212.
30. Ross A, Leveritt M, Riek S. Neural influences on sprint running-Training adaptations and acute responses. *Sports Med* 2001; 31(6): 409-425.