

ผลทันทีของรูปแบบการยืดกล้ามเนื้อเอ็นข้อเท้าที่แตกต่างกันต่อองศาการกระดกข้อเท้าขึ้นและความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในเพศหญิงวัยทำงานที่สวมรองเท้าส้นสูง

The immediate effect of different calf muscle stretching techniques on ankle dorsiflexion range of motion and dynamic balance in women workers wearing high-heeled shoes

■ วีระศักดิ์ ต๊ะปัญญา*
Weerasak Tapanya*

สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา
Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao, Phayao Province, Thailand

* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: wee_pt2nu@hotmail.com)
* Corresponding author (Email: wee_pt2nu@hotmail.com)

Received September 2015
Accepted as revised October 2015

Abstract

Objective: The purpose of this study was to examine the immediate effect of different calf muscle stretching techniques on ankle dorsiflexion range of motion and dynamic balance in women workers wearing high-heeled shoes.

Methods: Comparing the effects of dynamic stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching (PNF stretching) in 28 volunteers aged 21-45 years who had worn high-heeled shoes of minimum 5 centimeters, 20 hours per week for at least 1 year. Ankle dorsiflexion range of motion in weight bearing lunge position and Star Excursion Balance Test (SEBT) were performed before and after each technique of stretching.

Results: The results showed ankle dorsiflexion range of motion and SEBT score significantly increased after both stretching techniques ($p<0.01$) with no significant difference of mean change between both stretching techniques.

Conclusion: PNF stretching and dynamic stretching can increase ankle dorsiflexion range of motion and dynamic balance. Therefore, both techniques of stretching exercise program should be recommended to female wearing high-heeled shoes to increase ankle dorsiflexion range of motion and dynamic balance.

Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(1): 90-99. Doi: 10.14456/jams.2016.8

Keywords: Dynamic stretching, PNF stretching, high-heeled shoes, ankle dorsiflexion range of motion, balance

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลทันทีของรูปแบบการยืดกล้ามเนื้อน่องที่ต่างกันต่อองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นและความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในเพศหญิงวัยทำงานที่สวมใส่รองเท้าส้นสูง

วิธีการ: เปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching) และการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อ (proprioceptive neuromuscular facilitation stretching; PNF stretching) ในอาสาสมัครอายุ 21-45 ปี ที่สวมใส่รองเท้าส้นสูงตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไป 20 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี จำนวน 28 คน อาสาสมัครได้รับการทดสอบการวัดองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นในท่า weight bearing lunge position และทดสอบการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวด้วย Star Excursion Balance Test (SEBT) ก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 2 รูปแบบ

ผลการศึกษา: พบว่าหลังการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 2 รูปแบบ องศาการกระดกข้อเท้าขึ้นและคะแนนการทดสอบการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (SEBT score) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลของการยืดกล้ามเนื้อที่ต่างกันทั้ง 2 รูปแบบ

สรุปผลการศึกษา: การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวและการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อสามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นและเพิ่มความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว ดังนั้นจึงควรแนะนำการออกกำลังกายแบบยืดกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกขึ้นของข้อเท้าและความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว ในเพศหญิงที่สวมใส่รองเท้าส้นสูงได้

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(1): 90-99. Doi: 10.14456/jams.2016.8

คำรหัส: การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว การยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อ รองเท้าส้นสูง องศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้น การทรงตัว

บทนำ

ค่านิยมของแฟชั่นการแต่งกายของสุภาพสตรีได้พัฒนาจากอดีตมาจนถึงปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง ทั้งด้านเสื้อผ้า กระเป๋าถือ หรือ รองเท้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสวมรองเท้าส้นสูง ซึ่งนับว่ามีอิทธิพลต่อความขึ้นขบของสุภาพสตรีเป็นอย่างมาก จากการสำรวจของ American Podiatric Medical Association¹ ในปี 2014 พบว่าร้อยละ 49 ของผู้หญิงที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไปสวมใส่รองเท้าส้นสูงในชีวิตประจำวัน และประมาณร้อยละ 71 ของผู้ที่สวมใส่รองเท้าส้นสูงมักบ่นว่ามีอาการปวดเท้าและขาส่วนล่างจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความสัมพันธ์เป็นอย่างมากระหว่างข้อเท้ากับส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะรยางค์ส่วนล่างหรือหลังส่วนล่างทั้งในด้านคินเนติกส์และคินเนเมติกส์ เนื่องจากส่วนต่างๆ ดังกล่าวทำงานโดยมีการเคลื่อนไหวจากปลายรยางค์เข้าสู่แกนกลางของลำตัว (closed

kinematic chain)² หลายการศึกษารายงานว่าการสวมใส่รองเท้าส้นสูงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปวดของเท้า^{3,4} เข่า^{3,5} และหลังส่วนล่าง^{6,7} นอกจากนี้ยังมีรายงานปัญหาทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในด้านอื่นๆ อีกมากมาย โดยเฉพาะการลดลงของมุมการเคลื่อนไหวของข้อเท้าซึ่งนับเป็นปัญหาด้านๆ จากการสวมใส่รองเท้าส้นสูง⁸ เนื่องจากกล้ามเนื้อน่องมีการหดตัวตลอดเวลา ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อน่องหดสั้นและส่งผลต่อมุมการเคลื่อนไหวของข้อเท้าลดลงได้ในที่สุด⁹

การออกกำลังกายยืดกล้ามเนื้อแบบทำให้ (passive stretching exercise) จัดเป็นรูปแบบการรักษาที่นิยมนำมาใช้เพื่อเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อ ลักษณะการยืดมีหลายวิธีเช่น การยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (static stretching) การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching) และการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อ

(proprioceptive neuromuscular facilitation stretching; PNF stretching) เป็นต้น การยืดกล้ามเนื้อแต่ละวิธีให้ผลที่แตกต่างกัน และการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการยืดกล้ามเนื้อแต่ละวิธียังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลของรูปแบบการยืดกล้ามเนื้อ Rees และคณะ¹⁰ ทดสอบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF stretching พบว่าสามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าได้ร้อยละ 7.8 และ Wang¹¹ เปรียบเทียบผลของ static stretching และ dynamic stretching พบว่าการยืดทั้งสองแบบทำให้องศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าเพิ่มขึ้นภายหลังจากการยืดกล้ามเนื้อแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างรูปแบบของการยืด แต่การศึกษาของ Enyre และคณะ¹² ที่เปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อต่อช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเท้าระหว่าง static stretching และ PNF stretching ด้วยเทคนิค contract-relax และเทคนิค contract-relax with antagonist contraction พบว่า PNF stretching สามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าได้มากกว่า static stretching โดยเฉพาะเทคนิค contract-relax with antagonist contraction จะเห็นได้ว่าการศึกษาที่ผ่านมา ยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ว่าวิธีการยืดกล้ามเนื้อรูปแบบไหนส่งผลต่อการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวได้ดีกว่า และยังไม่พบการศึกษาเปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF stretching และ dynamic stretching ต่อช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเท้าในผู้ที่สวมใส่รองเท้าส้นสูงมาก่อนซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่มีความน่าสนใจและอาจให้ผลดีในการเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวได้มากกว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (static stretching)

องศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าที่ลดลงส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (dynamic balance) Basnett และคณะ¹³ ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ขององศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าในทิศทางกระดกขึ้น (ankle dorsiflexion range of motion; ROM) กับความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวด้วยการทดสอบ Star Excursion Balance Test (SEBT) พบว่าองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลการทดสอบ SEBT โดยเฉพาะในทิศทางด้านหน้า เนื่องจากการควบคุมการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวไปในทิศทางด้านหน้าต้องอาศัยการเคลื่อนไหวของข้อเท้าประมาณร้อยละ 31 ของปัจจัยทั้งหมด¹³ จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่าองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว และการยืดกล้ามเนื้ออาจเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นได้ ดังนั้นการยืดกล้ามเนื้ออาจส่งผลทำให้ความสามารถในการทรงตัว

ขณะเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นได้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการยืดกล้ามเนื้อที่ต่างกันต่อองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้น และความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในวัยทำงาน เพศหญิงที่สวมใส่รองเท้าส้นสูง

วิธีการศึกษา

อาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้หญิงวัยทำงานที่สวมใส่รองเท้าส้นสูง อายุระหว่าง 21-45 ปี จำนวน 28 ราย คำนวณจากการศึกษาของ Etnyre และคณะ¹² ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป G*Power 3.1 โดยกำหนดค่า Power เท่ากับ 80% และค่า Alpha level เท่ากับ 0.05 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครแสดงในตารางที่ 1 เกณฑ์คัดเข้าคือ เป็นบุคคลที่สวมใส่รองเท้าส้นสูง สูงตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไป 20 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี^{3,14} ส่วนเกณฑ์คัดออกคือที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และระบบประสาท ที่ส่งผลต่อการทรงตัวและองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้า การศึกษาผ่านการพิจารณาจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์จากมหาวิทยาลัยพะเยา

Table 1 Subjects demographic data (mean±standard deviation).

Variables	Mean±SD
Age (years)	29.14±4.91
Weight (kilograms)	52.71±9.18
Height (centimeters)	160.68±6.88
Leg length (centimeters)	83.32±4.45
Heel-height (centimeters)	7.21±1.73
Wearing high-heeled shoes (hours/week)	42.50±12.92

ก่อนการทดสอบ ผู้วิจัยแจ้งอาสาสมัครงดออกกำลังกายอย่างน้อย 48 ชั่วโมง งดเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ คาเฟอีน และยาต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อการทดสอบอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จากนั้นวัดข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ความยาวขา ขาข้างที่ถนัด¹⁵ และประวัติการสวมรองเท้าส้นสูง การทดสอบแบ่งออกเป็น 2 วันคือ การยืดแบบ PNF stretching และ dynamic stretching โดยรูปแบบการยืดขึ้นกับการสุ่มและมีระยะเวลาพัก 48 ชั่วโมง¹⁶ ระหว่างการยืดแต่ละรูปแบบ วัดองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกเท้าขึ้น (ankle dorsiflexion ROM) และความสามารถในการทรงตัว

ขณะเคลื่อนไหว (SEBT) ทั้งก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อ

1) การยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching¹¹

อาสาสมัครยืนตรงหันหน้าเข้าหาผนัง มือทั้งสองข้างทาบไปบนผนังในระดับเดียวกับหัวไหล่ เขยียดขาข้างถนัดซึ่งคือข้างที่จะยืดไปข้างหลังจนรู้สึกตึงบริเวณน่อง¹³ จากนั้นงอศอกโน้มตัวไปข้างหน้าแล้วดันตัวขึ้นกลับสู่ท่ายืน โดยกำหนดจังหวะในการยืดกล้ามเนื้อด้วยเครื่องกำหนดจังหวะ (metronome) 60 ครั้งต่อนาที (รูปที่ 1) ยืดกล้ามเนื้อทั้งหมด 3 ชุด ชุดละ 60 วินาที โดยมีระยะพัก 20 วินาทีระหว่างการยืดในแต่ละชุด



Figure 1 Dynamic Stretching. A, Starting position; B, Stretching position

2) การยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF Stretching; hold-relax with agonist contraction technique¹⁷

อาสาสมัครนอนหงายบนเตียงผู้วิจัยยืดกล้ามเนื้อด้วยวิธี passive stretching กล้ามเนื้อ gastrocnemius โดยกระดกปลายเท้าขึ้นจนถึงจุดที่เริ่มรู้สึกตึงบริเวณน่อง ค้างไว้ 10 วินาที จากนั้นผู้วิจัยยืดกล้ามเนื้อแบบเพิ่มแรง ร่วมกับออกคำสั่งให้อาสาสมัครออกแรงเกร็งด้านไว้ในท่าถีบปลายเท้าลง (plantarflexion) เป็นเวลานาน 6 วินาที ซึ่งเป็นลักษณะการหดตัว

ของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมตริก (isometric contraction) ต่อมาผู้วิจัยออกคำสั่งให้อาสาสมัครยืดผ่อนคลายและทำการยืด passive ต่อไปจนถึงจุดที่รู้สึกตึงบริเวณน่องจุดใหม่ จากนั้นผู้วิจัยทำการยืดแบบ passive ต่อไปร่วมกับการที่อาสาสมัครหดตัวกล้ามเนื้อกระดกข้อเท้าขึ้นแบบคอนเซนตริก (concentric contraction) ค้างไว้ 30 วินาที (ดังรูปที่ 2) ทำการยืดกล้ามเนื้อทั้งหมด 4 ครั้งโดยมีระยะพัก 20 วินาทีระหว่างการยืดแต่ละครั้ง



Figure 2 Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching; PNF stretching.

3) การวัดองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกเท้าขึ้น

อาสาสมัครถูกทดสอบองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกเท้าขึ้นในท่า weight-bearing lunge position ผู้วิจัยใช้ fluid inclinometer วัดองศาการเคลื่อนไหวโดยวางไว้หน้าต่อ tibial tuberosity จากนั้นออกคำสั่งให้อาสาสมัครโน้มตัวไปข้างหน้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยที่สันเท้าข้างที่ถูกทดสอบไม่ยกออกจากพื้น ทำการทดสอบทั้งหมด 2 รอบ และบันทึกผลค่าที่สูงที่สุด¹³

4) การทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวด้วย Star Excursion Balance

ผู้วิจัยติดสายวัดบนพื้นเรียบโดยให้ทำมุมกัน 135° และ 90° เป็น 3 ทิศทาง ได้แก่ ทิศด้านหน้า (anterior) ด้านหลังข้างนอก (posterolateral) และ ด้านหลังข้างใน (posteromedial) อาสาสมัครยืนตรงบนขาข้างที่ถนัดโดยให้จุดกึ่งกลางของฝ่าเท้าระหว่างตาตุ่มนอกและตาตุ่มในวางบนตำแหน่งจุดศูนย์กลางหรือจุดตัดของเส้นทุกเส้นตรงกลาง มือทั้งสองข้างจับไว้บริเวณสะโพก พยายามยื่นปลายเท้าไปแตะสายวัดตามแนวของสายวัดแต่ละเส้นให้ไกลที่สุดโดยที่ไม่ลงน้ำหนัก

(รูปที่ 3) โดยที่สามารถทำได้อย่างมั่นคง ไม่มีอาการเซ หรือเกิดการเคลื่อนไหวชดเชยของร่างกาย หลังจากนั้นอาสาสมัครจึงเท้ากลับมายืนลงน้ำหนักในท่าเดิมโดยไม่มีอาการเซ การเคลื่อนไหวชดเชยของร่างกาย หรือการล้มเกิดขึ้น หากอาสาสมัครมีอาการดังกล่าวต้องทดสอบใหม่อีกครั้งหลังจากได้รับการอธิบายและสาธิตจากผู้วิจัยจนกว่าจะทำได้ถูกต้อง ผู้วิจัยวัดระยะทางบนเส้นจากจุดศูนย์กลางถึงจุดที่หัวแม่เท้าแตะ¹⁸ ทำการทดสอบในแต่ละทิศทางทั้งหมด 3 รอบ โดยพักระหว่างรอบเป็นเวลา 10 วินาที และเมื่อมีการเปลี่ยนทิศทางให้พักเป็นเวลา 20 วินาที ผู้วิจัยบันทึกค่าสูงสุดในแต่ละทิศทางและคำนวณค่าตัวแปรตามสูตร

$$\text{SEBT score} = \frac{(\text{Anterior distance} + \text{Posterolateral distance} + \text{Posteromedial distance}) \times 100}{3 (\text{Leg length})}$$

ผู้วิจัยได้ทดสอบความน่าเชื่อถือของการทดสอบการวัดองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกเท้าขึ้นในท่า weight-bearing lunge position และการทดสอบ SEBT ในอาสาสมัครจำนวน 10 ราย โดยการสุ่ม ทำการทดสอบ 2 รอบ

ในแต่ละรอบมีระยะห่าง 2 วัน พบว่าการทดสอบทั้งสองมีความน่าเชื่อถือในการทดสอบซ้ำ (test-retest reliability) คือ

ICC_{3,1} = 0.93 ที่ $p < 0.001$ และ ICC_{3,1} = 0.88 ที่ $p < 0.002$ ตามลำดับ

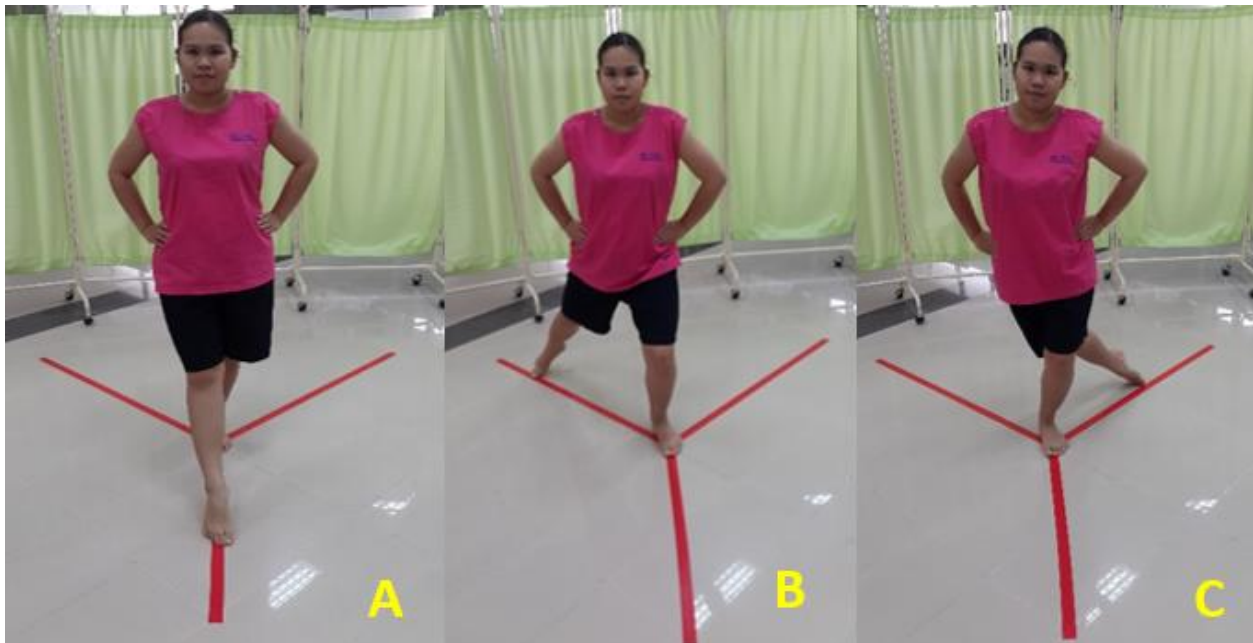


Figure 3 Star Excursion Balance Test; SEBT. A, Anterior direction; B, Posterolateral direction; C, Posteromedial direction

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) อธิบายลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร และใช้สถิติ paired sample t-test ทดสอบความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวของการกระดกเท้าขึ้น คะแนนการทดสอบ SEBT ระหว่างก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อ ความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวของการกระดกเท้าขึ้น และคะแนนของการทดสอบ SEBT ระหว่างรูปแบบของการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบ ข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS version 17.0 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

การยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อ (Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching; PNF stretching)

หลังการยืดกล้ามเนื้อพบว่าองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นและความสามารถในการทรงตัวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการยืดกล้ามเนื้อ ($p < 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยความแตกต่างขององศาการกระดกขึ้นของข้อเท้า (ankle dorsiflexion ROM) 6.82 ± 4.00 องศา คะแนนการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวใน

ทิศด้านหน้า (anterior) เท่ากับ 0.18 ± 0.15 ทิศด้านหลังข้างใน (posteromedial) 0.23 ± 0.18 ทิศด้านหลังข้างนอก (posterolateral) 0.22 ± 0.21 และคะแนนรวมของการทดสอบ (SEBT score) เท่ากับ 0.21 ± 0.11 ดังแสดงในตารางที่ 2

การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching)

หลังการยืดกล้ามเนื้อพบว่าองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นและความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการยืดกล้ามเนื้อ ($p < 0.01$) โดยค่าเฉลี่ยความแตกต่างขององศาการกระดกขึ้นของข้อเท้า (ankle dorsiflexion ROM) 4.71 ± 4.67 องศา คะแนนการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในทิศด้านหน้า (anterior) 0.15 ± 0.19 ทิศด้านหลังข้างใน (posteromedial) 0.19 ± 0.18 ทิศด้านหลังข้างนอก (posterolateral) 0.13 ± 0.25 และคะแนนรวมของการทดสอบ (SEBT score) เท่ากับ 0.16 ± 0.17 ดังแสดงในตารางที่ 2

การเปรียบเทียบผลระหว่างรูปแบบการยืดกล้ามเนื้อ

หลังการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองวิธี พบว่ามีการเพิ่มขึ้นขององศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้น (ankle dorsiflexion ROM) และความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงหลังจากยืดกล้ามเนื้อพบว่าการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบไม่มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ผลการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF stretching มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่า

การยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching เล็กน้อยดังแสดงในตารางที่ 2

Table 2 Comparison of SEBT score and ankle dorsiflexion ROM between PNF stretching and dynamic stretching.

Variables	PNF stretching		Dynamic stretching		Mean difference between pre & post		
	pre	post	pre	post	PNF	DYN	p-value
SEBT score	2.51±0.23	2.72±0.21 [#]	2.54±0.25	2.70±0.22 [†]	0.21±0.11	0.16±0.17	0.16
Anterior	2.77±0.22	2.95±0.21 [#]	2.77±0.29	2.91±0.20 [†]	0.18±0.15	0.15±0.19	0.51
Posteromedial	2.42±0.34	2.65±2.28 [#]	2.42±0.38	2.61±0.31 [†]	0.23±0.18	0.19±0.18	0.38
Posterolateral	2.34±0.36	2.56±0.33 [#]	2.44±0.33	2.57±0.38 [†]	0.22±0.21	0.13±0.25	0.11
Ankle dorsiflexion ROM (degrees)	32.18±8.78	39.00±7.73 [#]	34.00±7.58	38.71±8.42 [†]	6.82±4.00	4.71±4.67	0.06

[#] Significant greater than Pre-PNF stretching at $p<0.01$

[†] Significant greater than Pre-dynamic stretching at $p<0.01$

PNF - PNF stretching, **DYN** - Dynamic stretching

วิจารณ์ผล

ผลการศึกษา พบว่าการเพิ่มขึ้นขององศาการเคลื่อนไหว การกระดกข้อเท้าขึ้น และคะแนนทดสอบการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (SEBT score) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) หลังการยืดกล้ามเนื้อของทั้ง 2 วิธี องศาการเคลื่อนไหวที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากทั้งปัจจัยทางระบบประสาท (neurological factors) และปัจจัยทางกลศาสตร์ (mechanical factors) โดยปัจจัยทางระบบประสาทอธิบายได้ว่า การยืดช่วยยับยั้งการทำงานของรีเฟล็กซ์ (reflex activity) โดยผ่านตัวรับรู้ Golgi tendon organ¹⁹ นอกจากนี้ยังมีการรายงานว่าการยืดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ muscle-tendon unit อีกด้วย กล่าวคือ ขณะยืดกล้ามเนื้อจะเกิดการกระตุ้นที่ muscle spindle และ Golgi tendon organ ผ่าน 3 กลไกหลัก คือ stretch reflex, reciprocal inhibition และ autogenic inhibitor²⁰ ดังนั้นการยืดกล้ามเนื้อจึงส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นขององศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้า ส่วนปัจจัยทางด้านกลศาสตร์อธิบายได้ว่า การยืดกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดการส่งแรง (force transmission) อัตราการส่งแรง (rate of force transmission) และอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว (rate of change in length) หรืออัตราการเปลี่ยนแปลงแรงดึงตัว (rate of change in tension) ดังนั้นการยืดจึงทำให้เกิดการหย่อนตัวของเนื้อเยื่อส่วนที่ยืดหยุ่นได้ (elastic component)²⁰ แต่เมื่อเปรียบเทียบผลหลังการยืดกล้ามเนื้อด้วยรูปแบบทั้งสอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า

ทั้งเทคนิคการยืดแบบ PNF stretching และการยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงองศาการเคลื่อนไหว (ROM) ที่เพิ่มขึ้นและให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wang และคณะ¹¹ ที่พบว่าองศาการเคลื่อนไหวของการงอสะโพกเหยียดเข่า และกระดกข้อเท้าขึ้นเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching อีกทั้งยังพบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching ทำให้ระยะทางของการทดสอบ SEBT เพิ่มขึ้นทุกทิศทาง และการศึกษาของ Etnyre และคณะ¹² ที่พบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF เทคนิค contract-relax with antagonist contraction สามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังจากการยืดกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานเปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF stretching และ dynamic stretching ต่อองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้ามาก่อน นอกจากนี้ ยังพบว่าหลังการยืดกล้ามเนื้อของทั้งสองวิธี ค่าคะแนนการทดสอบการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (SEBT Score) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มขึ้นของการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวด้วยการทดสอบ SEBT ภายหลังจากการยืดกล้ามเนื้อของ สามารถอธิบายได้จากการวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวของการทดสอบ SEBT ซึ่งจะเห็นได้ว่าขาข้างที่ถูกทดสอบหรือขาข้างที่มีการยืนลงน้ำหนักเพื่อรักษาการทรงตัวจะมีการเคลื่อนไหวในลักษณะ closed kinematic chain ที่ต้องอาศัยการเคลื่อนไหวร่วมกันของร่างกายส่วนล่างทั้ง 3 ข้อต่อ คือ

การงอข้อสะโพก (hip flexion) การงอข้อเข่า (knee flexion) และการกระดกข้อเท้าขึ้น (ankle dorsiflexion) ดังนั้นจากการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบที่ช่วยให้กล้ามเนื้อที่มีความยืดหยุ่นและองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าเพิ่มขึ้น จึงทำให้ความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองศาการเคลื่อนไหวในการกระดกข้อเท้าขึ้นและคะแนนที่ได้จากการทดสอบ SEBT พบว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับพอใช้¹³ แสดงให้เห็นว่าองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถส่งผลต่อการทรงตัวของคนได้ การยืดกล้ามเนื้อยังส่งผลต่อการรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อ (proprioceptive joint sense) เนื่องจากการยืดกล้ามเนื้อทำให้เกิดการกระตุ้นการรับรู้ความรู้สึกต่อการเปลี่ยนแปลงความยาวและความตึงตัวของกล้ามเนื้อต่อแรงภายนอกที่ใช้ในการยืด การรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อเป็นกลไกหนึ่งในการรักษาการทรงตัวผ่านระบบรับรู้ความรู้สึกและสั่งการ (sensorimotor system) ดังนั้น การยืดกล้ามเนื้อจึงมีส่วนช่วยให้ความสามารถในการทรงตัวดีขึ้นตามมา²⁰⁻²² อย่างไรก็ตาม การรักษาการทรงตัวต้องอาศัยการทำงานร่วมกันหลายระบบเช่นเดียวกับการทดสอบความสามารถในการทรงตัวด้วย SEBT ที่ไม่สามารถแยกผลการทดสอบเฉพาะเจาะจงในระบบใดระบบหนึ่ง ดังนั้นในการเพิ่มความสามารถในการทรงตัวต้องมีการพัฒนาหรือฝึกฝนร่วมกันในหลายระบบนอกเหนือจากระบบรับรู้ความรู้สึกและสั่งการ

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือ ยังมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัวนอกเหนือจากองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้า เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างกล้ามเนื้อส่วนล่าง (lower limb muscles strength) การรับรู้ตำแหน่งของ

ข้อต่อ (proprioception) ความไวในการตอบสนองของระบบเวสติบูลาร์ (vestibular response) และเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (reaction time) เป็นต้น ซึ่งไม่ได้ใช้ตัวแปรในการศึกษานี้ ดังนั้นในอนาคตอาจมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการยืดกล้ามเนื้อหรือการฝึกรูปแบบอื่นเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัวต่อไป นอกจากนี้ การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการยืดกล้ามเนื้อและทดสอบองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้นและความสามารถในการทรงตัวในขาข้างที่ถนัดเพียงข้างเดียว ในอนาคตจึงควรยืดกล้ามเนื้อและทำการทดสอบในทั้งสองข้างเพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของการยืดกล้ามเนื้อที่ให้ประหว่งขาทั้งสองข้าง

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้สรุปว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (dynamic stretching) และการยืดแบบกระตุ้นระบบประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อ (proprioceptive neuromuscular facilitation stretching; PNF stretching) สามารถช่วยเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวในการกระดกข้อเท้าขึ้นได้ ซึ่งส่งผลมาต่อการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (dynamic balance) ได้โดยไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

1. Edge Research. Public Opinion Research on Foot Health and Care: Findings from a Survey of 1000 US Adults. American Podiatric Medical Association. 2014.
2. Guichet JM, Javed A, Russell J, Saleh M. Effect of the foot on the mechanical alignment of the lower limbs. Clin Orthop Relat Res. 2003; 415: 193-201.
3. Dawson J, Thorogood M, Marks SA, Juszczak E, Dodd C, Lavis G, et al. The prevalence of foot problems in older women: a cause for concern. J Public Health Med. 2002; 24: 77-84.
4. Opila-Correia KA. Kinematics of high-heeled gait. Arch Phys Med Rehabil. 1990; 71: 304-9.
5. Edwards L, Dixon J, Kent JR, Hodgson D, Whittaker VJ. Effect of shoe heel height on vastus medialis and vastus lateralis electromyographic activity during sit to stand. J Orthop Surg Res. 2008; 3: 2. doi: 10.1186/1749-799X-3-2.
6. Barton CJ, Coyle JA, Tinley P. The effect of heel lifts on trunk muscle activation during gait: a study of young healthy females. J Electromyogr Kinesiol. 2009; 19: 598-606.
7. Lee CM, Jeong EH, Freivalds A. Biomechanical effects of wearing high-heeled shoes. Int J Ind Ergon. 2001; 28: 321-6.
8. Csapo R, Maganaris CN, Seynnes OR, Narici MV. On muscle, tendon and high heels. J Exp Biol. 2010; 213: 2582-8.
9. Kerrigan DC, Johansson JL, Bryant MG, Boxer JA, Della Croce U, Riley PO. Moderate-heeled shoes and knee joint torques relevant to the development and progression of knee osteoarthritis. Arch Phys Med Rehabil. 2005; 86: 871-5.
10. Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML, McLachlan KA, Coutts AJ. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-producing characteristics of the ankle in active women. J Strength Cond Res. 2007; 21: 572-7.
11. Wang W. The Effects of static stretching versus dynamic stretching on lower extremity joint range of motion, static balance, and dynamic balance. [master's thesis]. UWM Digital Commons: University of Wisconsin-Milwaukee; 2013, 225.
12. Etnyre BR, Abraham LD. Gains in range of ankle dorsiflexion using three popular stretching techniques. Am J Phys Med. 1986; 65: 189-96.
13. Basnett CR, Hanish MJ, Wheeler TJ, Miriovsky DJ, Danielson EL, Barr JB, et al. Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. Int J Sports Phys Ther. 2013; 8: 121-8.
14. Kim Y, Lim JM, Yoon B. Changes in ankle range of motion and muscle strength in habitual wearers of high-heeled shoes. Foot Ankle Int. 2013; 34: 414-9.
15. Velotta J, Weyer J, Ramirez A, Winstead J, Bahamonde R. Relationships between leg dominance tests and type of task. Proceedings of the XXIXth International Conference on Biomechanics in Sports. 2011. Available from: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/5014>
16. Spornoga SG, Uhl TL, Arnold BL, Gansneder BM. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. J Athl Train. 2001; 36: 44-8.

17. Yuktasir B, Kaya F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *J Bodyw Mov Ther.* 2009; 13: 11-21.
18. Bouillon LE, Baker JL. Dynamic balance differences as measured by the star excursion balance Test between adult-aged and middle-aged women. *Sports Health.* 2011; 3: 466-9.
19. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sørensen H, Kjaer M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol.* 1996; 497: 291-8.
20. Behm DG, Bambury A, Cahill F, Power K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36: 1397-402.
21. Chong RK, Do MC. Interaction between transient change in local muscle structure and segmented leg motor responses. *Percept Mot Skills.* 2002; 95: 155-62.
22. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2010; 20: 169-81.