

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original article

ผลทันทีของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ต่อการกระดกข้อเท้าและความสามารถในการทรงตัว ในผู้ที่มีกล้ามเนื้อตึง

อริยาภรณ์ จงเสถียรธรรม ป.ร.ด.

คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ติดต่อผู้เขียน: อริยาภรณ์ จงเสถียรธรรม Email: areeyaporn.cho@hcu.ac.th

วันรับ:	21 พ.ย. 2566
วันแก้ไข:	8 พ.ย. 2567
วันตอบรับ:	18 พ.ย. 2567

บทคัดย่อ ความตึงตัวของกล้ามเนื้อทำให้การกระดกข้อเท้าเคลื่อนไ้ลดลง ซึ่งส่งผลต่อการทำงานไม่สมดุลของกล้ามเนื้อและอาจส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัว ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลทันทีของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อต่อการกระดกข้อเท้าและความสามารถในการทรงตัว ผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีภาวะกล้ามเนื้อตึง อายุ 18-25 ปี จำนวน 34 คน ได้รับการสุ่มเลือกวิธียืดกล้ามเนื้อ 2 เทคนิค คือ (1) การยืดเหยียดแบบคงค้าง (static stretching: SS) หรือ (2) การยืดเหยียดแบบพลวัตร (dynamic stretching: DS) ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองเทคนิคโดยทั้งระยะเวลาห่างกันมากกว่า 24 ชั่วโมง ก่อนและทันทีหลังการยืดกล้ามเนื้อผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการประเมินองศาการกระดกข้อเท้าขณะไม่ได้ลงน้ำหนัก (dorsiflexion range of motion: DFROM) องศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าขณะลงน้ำหนัก (lunge range of motion: LROM) และความสามารถในการทรงตัวด้วย star excursion balance test (SEBT) ผลการศึกษาพบว่า การยืดกล้ามเนื้อทั้งสองเทคนิคสามารถเพิ่ม DFROM, LROM และ SEBT score ทันทีหลังการยืดกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการยืดกล้ามเนื้อแบบพลวัตรสามารถเพิ่ม DFROM ได้มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่การยืดกล้ามเนื้อทั้งสองเทคนิคมีประสิทธิภาพในการเพิ่มความสามารถในการทรงตัว (SEBT score) ได้ไม่แตกต่างกัน แสดงถึงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบคงค้างและแบบพลวัตรสามารถเพิ่มการกระดกข้อเท้าและความสามารถในการทรงตัวทันทีหลังการยืดกล้ามเนื้อโดยมีประสิทธิภาพในการเพิ่มความสามารถในการทรงตัวได้ไม่แตกต่างกันในผู้ที่มีกล้ามเนื้อตึง

คำสำคัญ: การยืด; กระดกข้อเท้า; การทรงตัว; กล้ามเนื้อตึง

บทนำ

กล้ามเนื้อตึงจัดเป็นกล้ามเนื้อสำคัญมัดหนึ่งในการทำงานช่วยเรื่องการทรงตัวของร่างกาย ความตึงตัวของกล้ามเนื้อตึงยังทำให้องศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าลดลง การสูญเสียองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าส่งผลต่อวงจรการก้าวเดิน (gait cycle) และท่าทางในชีวิตประจำวัน

ประจำวันทำให้เกิดการเคลื่อนไหวทดแทนเกิดการดูดซับแรงของข้อเท้าที่เปลี่ยนไปส่งผลให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อที่ไม่สมดุล (muscle imbalance) ย่อมเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดกลไกพยาธิสภาพ ดังนั้นองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าและกำลังกล้ามเนื้อส่วนนี้มีผลต่อการเดินและการทรงตัวโดยการลดลงของช่วงการเคลื่อนไหว

ของข้อเท้ามีความสัมพันธ์ต่อการเกิดความบกพร่องของความสามารถในการทรงตัว (balance ability)⁽¹⁾ ทั้งนี้การลดลงขององศาการกระดกข้อเท้าอาจเกิดจากการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อเองหรือเกิดจากความตึงตัวของกล้ามเนื้อ⁽²⁾

การลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อหรือการขยับข้อต่อเป็นวิธีการรักษาเพื่อเพิ่มช่วงองศาการเคลื่อนไหวที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ซึ่งการยืดกล้ามเนื้อเพื่อลดความตึงตัวและเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อนั้นทำได้หลายวิธี เช่น การยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (static stretching) การยืดกล้ามเนื้อแบบพลวัตร (dynamic stretching) หรือการยืดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (proprioceptive neuromuscular facilitation stretching) นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์เชิงบวกขององศาการกระดกข้อเท้าต่อความสามารถในการทรงตัวในขณะหลับตา⁽³⁾ แม้ในปัจจุบันจะมีการศึกษาผลของการยืดเหยียดแบบต่าง ๆ ต่อสมรรถภาพทางกายอยู่มากพอสมควร และมีหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้างอาจส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายหลายด้าน เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กำลังกล้ามเนื้อและความเร็ว เป็นต้น^(2,4) การศึกษาผลของโปรแกรมออกกำลังกายและการยืดกล้ามเนื้อต่อความสามารถในการทรงตัวในผู้สูงอายุพบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายที่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อร่วมกับการออกกำลังกายเพื่อเสริมการทรงตัวนาน 6 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวได้ดีกว่าโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเสริมการทรงตัวเพียงอย่างเดียว⁽⁵⁾ และมีการศึกษาพบว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้างสามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวได้⁽⁶⁾ อย่างไรก็ตาม Chatzopoulos และคณะ⁽⁷⁾ ศึกษาเปรียบเทียบผลทันทีของการยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้างและการยืดกล้ามเนื้อแบบพลวัตร พบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้างทำให้ความสามารถในการทรงตัวลดลง ส่วนการยืดกล้ามเนื้อแบบพลวัตรช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัว จะเห็นได้ว่าการศึกษาผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อต่อการทรงตัว

ยังมีความขัดแย้งและมีการศึกษาไม่มากนัก

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลฉับพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (static stretching) และการยืดกล้ามเนื้อแบบพลวัตร (dynamic stretching) ต่อการกระดกข้อเท้าและความสามารถในการทรงตัวในผู้ที่มีภาวะกล้ามเนื้อตึง

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ completely randomized block design โดยการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ (อ.926/2562)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ที่มีภาวะกล้ามเนื้อตึง อายุ 18-25 ปี จำนวน 34 คน โดยมีเกณฑ์คัดเข้ามีดังนี้ มีภาวะกล้ามเนื้อตึงโดยวัดองศาการกระดกข้อเท้าขณะเข้าเหยียดตรง (non-weight bearing passive ankle dorsiflexion with knee extension) ได้น้อยกว่า 12 องศา⁽⁸⁾ สามารถเคลื่อนไหวข้อเท้าได้อย่างอิสระโดยไม่มีอาการปวดหรือจำกัดกิจวัตรประจำวัน และมีเกณฑ์คัดออก คือ เมื่อมีประวัติผ่าตัดของหลังหรือข้อต่อของรยางค์ขา มีความผิดปกติหรืออาการของระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับหลังและรยางค์ขามีโรคที่ส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัว เช่น การติดเชื้อของหูชั้นใน เนื้องอกในสมอง เส้นประสาทเวสตูลาร์อักเสบ เป็นต้น มีอาการปวดข้อต่อของรยางค์ขาภายใน 2 สัปดาห์ก่อนการทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ใช้อุปกรณ์วัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (standard goniometer) ไทโรสท์เคลื่อนที่ที่มีโปรแกรมวัดความลาดเอียงที่นำเชื่อถือ พื้นราบที่มีการติดเทป 3 เส้น ทำมุมกัน 90 องศา 135 องศา (postero-medial) และ 135 องศา (posterolateral) ตามลำดับ ตลับวัดระยะทาง นาฬิกาจับเวลา (Casio รุ่น HS-3 stopwatch) แท่นออกกำลังกาย (exercise step) และเตียงปรับระดับ

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ทำการวัดผล 3 ตัวแปร คือ องศาการกระดกข้อเท้าขณะไม่ได้ลงน้ำหนัก (dorsiflexion range of motion: DFROM) องศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าขณะลงน้ำหนัก (lunge range of motion: LROM) และความสามารถในการทรงตัว

การวัดองศาการกระดกข้อเท้าขณะไม่ได้ลงน้ำหนัก (DFROM) ทำการวัดองศาการกระดกข้อเท้าในท่านอนคว่ำโดยใช้ standard goniometer วาง stationary arm วางขนานไปกับกระดูกฟิบูลา (fibula) ส่วน movable arm วางขนานไปกับกระดูก metatarsal ที่ 5 จากนั้นผู้วิจัยทำการกระดกข้อเท้าของผู้เข้าร่วมงานวิจัยขึ้นให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยไม่มีการบิดของข้อเท้า⁽⁹⁾ ผู้วิจัยทำการอ่านค่าองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้า ทำซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกค่าที่ได้และนำมาเฉลี่ย

การวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าขณะลงน้ำหนัก (LROM) ผู้วิจัยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบ iOS ที่มีโปรแกรมวัดความลาดเอียงในการวัดองศา LROM โดยโปรแกรมที่ใช้มีค่าความน่าเชื่อถือ (intraclass correlation coefficient: ICC) เท่ากับ 0.96 และความเที่ยงตรงของการวัดองศาการเคลื่อนไหว ICC เท่ากับ 0.83⁽¹⁰⁾ วางโทรศัพท์ไว้ใต้ tibial tuberosity ทำเครื่องหมายที่ขอบบนและขอบล่างของโทรศัพท์โดยผู้เข้าร่วมงานวิจัยยืนบนเส้นที่กำหนดโดยให้นิ้วเท้าที่สอง (second toe) และส้นเท้าของผู้เข้าร่วมงานวิจัยวางอยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยโน้มตัวไปทางด้านหน้าจนเข้าด้านหน้าให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยวัดมุมของกระดูก tibia ต่อแนวตั้ง (vertical axis) ของขาข้างที่อยู่ด้านหลัง เข้าข้างที่ทดสอบจะต้องเหยียดตรงตลอด ผู้เข้าร่วมงานวิจัยรู้สึกตึงบริเวณกล้ามเนื้อน่องมากที่สุดแต่ไม่มีอาการปวดและสั่นเท้าไม่ลอยจากพื้นตลอดเวลาที่ทำการทดสอบ ผู้วิจัยบันทึกค่าองศาข้อเท้าที่ได้ ทำซ้ำ 3 ครั้ง และนำมาเฉลี่ย

ความสามารถในการทรงตัวจะประเมินโดยใช้ star excursion balance test (SEBT) ในทิศทางด้านหน้า (anterior direction) ทิศทางด้านหลังเอนเข้าด้านใน

(posteromedial direction) และทิศทางด้านหลังเอนออกด้านนอก (posterolateral direction) ก่อนการประเมินความสามารถในการทรงตัวผู้วิจัยทำการวัดความยาวขา (true leg length) บันทึกความยาวขาที่ได้ หลังจากนั้นผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะยืนในตำแหน่งที่กำหนด เท้าข้างที่ต้องการทดสอบวางราบกับพื้นขณะทำการทดสอบส้นเท้าหรือปลายเท้าข้างที่ต้องการทดสอบไม่ยกลอยจากพื้น ยกเท้าอีกข้างขึ้นใช้ปลายเท้าก้าวไปตามเส้นเทปทางด้านหน้า (anterior direction) เลื่อนปลายเท้าไปให้ไกลที่สุดโดยเท้าไม่สัมผัสพื้นและเตะปลายเท้าที่พื้นเบาๆ⁽¹¹⁾ วัดระยะทางที่ทำได้ ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยพักระหว่างการทดสอบ 30 วินาที ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้งต่อทิศทาง หลังจากนั้นพัก 1 นาที ทำการทดสอบซ้ำในทิศทาง posterolateral และ posteromedial นำค่าเฉลี่ยของแต่ละทิศทางมาคำนวณคะแนนความสามารถในการทรงตัว (SEBT score) ตามสูตร SEBT score = [(anterior distance + posteromedial distance + posterolateral distance) X 100/3(leg length)]

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าจะถูกประเมินด้วยแบบสอบถามและตรวจประเมินร่างกายเบื้องต้น และลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย จำนวน 34 คน ทุกคนจะได้รับการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองแบบ คือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (static stretching: SS) และการยืดกล้ามเนื้อแบบมีพลวัตร (dynamic stretching: DS) โดยใช้การสุมอย่างง่ายในการเลือกลำดับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยยืนมือทั้งสองข้างดันกำแพง ขาที่ต้องการยืดกล้ามเนื้ออยู่ทางด้านหลังโดยนิ้วเท้าที่สอง (second toe) และส้นเท้าของผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะวางอยู่บนเส้นตรงที่กำหนดไว้ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยย่อเข้าด้านหน้าโน้มตัวไปข้างหน้า (lunge position) จนรู้สึกกล้ามเนื้อน่องของขาด้านหลังตึงโดยส้นเท้าไม่ยกลอยจากพื้น ยืดค้างไว้นาน 30 วินาที ทำซ้ำ 5 ครั้ง โดยพัก 10 วินาทีระหว่างรอบ รวมระยะเวลาในการยืดกล้ามเนื้อทั้งหมด 150 วินาที ส่วนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพลวัตร (dynamic

stretching) ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยยืนบนแท่นออกกำลังกายด้วยปลายเท้าและส้นเท้าอยู่นอกแท่นออกกำลังกาย มือจับราวด้านหน้าเพื่อเพิ่มความมั่นคงให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยงอเข่าข้างที่ไม่ได้ทำการทดสอบค่อยๆ หย่อนส้นเท้าข้างที่ต้องการยืดกล้ามเนื้อลงช้าๆ จนรู้สึกตึงบริเวณน่องด้านหลังแบบทนได้ ไม่มีอาการเจ็บหรือปวด ทำทั้งหมด 15 ครั้งภายในระยะเวลา 50 วินาที โดยพัก 10 วินาทีระหว่างเซต ทำทั้งหมด 3 เซต รวมระยะเวลาในการยืดกล้ามเนื้อทั้งหมด 150 วินาที ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะมีช่วงพักระหว่างเทคนิคการยืดกล้ามเนื้ออย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อไม่ให้ผลของการยืดกล้ามเนื้อก่อนหน้าส่งผลต่อการยืดกล้ามเนื้อที่ทดสอบ^(12,13) ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนจะรับทราบเหมือนกันคือ จะได้รับการรักษาด้วยเทคนิคทางกายภาพบำบัดเพื่อลดอาการตึงบริเวณน่อง ซึ่งตลอดการวิจัยผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนจะไม่ทราบลำดับเทคนิคการยืดกล้ามเนื้อและรายละเอียดการรักษาของผู้เข้าร่วมงานวิจัยคนอื่นๆ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนจะได้รับการประเมินองศาการกระดกข้อเท้าขณะไม่ได้ลงน้ำหนัก (DFROM) องศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าขณะลงน้ำหนัก (LROM) และความสามารถในการทรงตัวทั้งก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้นำเสนอข้อมูล DFROM LROM และ SEBT score ทั้งก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อด้วยค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ข้อมูลเกี่ยวกับประชากรศาสตร์วิเคราะห์ทางสถิติด้วยสถิติเชิงพรรณนา ตัวแปรต่างๆ ถูกนำมาทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk test และใช้ Wilcoxon signed-rank test เพื่อศึกษาผลทันทีของการยืดกล้ามเนื้อและเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งสองเทคนิค โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ $\alpha=0.05$

ผลการศึกษา

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 34 คน เป็นเพศชาย 13 คน และเพศหญิง 21 คน โดยข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมงานวิจัยแสดงในตารางที่ 1

ผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง และการยืดกล้ามเนื้อแบบพลวัตรวม 150 วินาทีสามารถเพิ่มองศาการกระดกข้อเท้าทั้งขณะไม่ได้ลงน้ำหนัก (DFROM) และขณะลงน้ำหนัก (LROM) ทันทีหลังการยืดกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) อีกทั้งคะแนนความสามารถในการทรงตัวหลังการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองแบบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ผลความเปลี่ยนแปลงทันทีหลังการยืดกล้ามเนื้อพบว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบพลวัต (dynamic stretching) สามารถช่วยเพิ่มองศาการกระดกข้อเท้าขณะไม่ได้ลงน้ำหนัก (DFROM) ได้มากกว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (static stretching) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.03$) ในขณะที่ผลความเปลี่ยนแปลงทันทีหลังการยืดกล้ามเนื้อขององศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าขณะลงน้ำหนัก (LROM) และคะแนนความสามารถในการทรงตัว (SEBT score) ของการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองแบบไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3

วิจารณ์

การศึกษาผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อครั้งนี้พบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งแบบคงค้าง (static stretching) และแบบพลวัต (dynamic stretching)

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ข้อมูลพื้นฐาน	ผู้เข้าร่วมวิจัย (n=34)
อายุ (ปี)	20.74±1.33
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	61.56±10.91
ส่วนสูง (เมตร)	1.67±0.08
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	21.97±3.36

ตารางที่ 2 ผลทันทีของการยืดกล้ามเนื้อต่อองศาการกระดกข้อเท้าขณะไม่ได้ลงน้ำหนัก (DFROM) องศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าขณะลงน้ำหนัก (LROM) และคะแนนความสามารถในการทรงตัว (SEBT score)

	การยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง		การยืดกล้ามเนื้อแบบพลวัตร	
	ก่อนยืดกล้ามเนื้อ	หลังยืดกล้ามเนื้อทันที	ก่อนยืดกล้ามเนื้อ	หลังยืดกล้ามเนื้อทันที
DFROM (องศา)	9.62±1.21	12.09±1.54*	9.38±1.21	13.38±1.65*
LROM (องศา)	34.18±6.51	39.82±7.76*	33.41±6.34	38.50±7.12*
SEBT score (คะแนน)	79.61±7.82	83.97±7.65*	79.98±7.73	84.60±7.07*

หมายเหตุ * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการยืดกล้ามเนื้อ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 3 ผลความเปลี่ยนแปลงทันทีหลังการยืดกล้ามเนื้อขององศาการกระดกข้อเท้าขณะไม่ได้ลงน้ำหนัก (Δ DFROM) องศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าขณะลงน้ำหนัก (Δ LROM) และคะแนนความสามารถในการทรงตัว (Δ SEBT score)

	การยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง	การยืดกล้ามเนื้อแบบพลวัตร
Δ DFROM (องศา)	2.47±1.44	4.00±1.58*
Δ LROM (องศา)	5.65±2.50	5.09±3.5
Δ SEBT score (คะแนน)	4.36±2.26	4.62±2.98

หมายเหตุ: ผลความเปลี่ยนแปลงทันที (Δ) = หลังการยืดกล้ามเนื้อทันที-ก่อนการยืดกล้ามเนื้อ

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง ($p < 0.05$)

สามารถเพิ่มองศาการกระดกข้อเท้าทั้ง DFROM และ LROM ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทันทีหลังการยืดเหยียด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ระบุว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งสองแบบสามารถช่วยเพิ่มองศาการกระดกข้อเท้าได้ทันทีหลังการยืดกล้ามเนื้อ^(14,15) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทำให้เกิดเปลี่ยนแปลงของ elastic properties ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ในกล้ามเนื้อจึงทำให้ muscular compliance เพิ่มขึ้น โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของเส้นเอ็น (tendon stiffness) และทำให้ passive stiffness ของ musculotendinous unit ลดลง จึงทำให้เคลื่อนไหวข้อต่อได้มากขึ้น^(14,16,17) ซึ่งแนวคิดนี้ขัดแย้งกับการนำเสนอคำอธิบายของบางงานวิจัยที่พบว่า การเพิ่มขึ้นขององศาการเคลื่อนไหวหลังการยืดกล้ามเนื้ออาจเกิดจากการลดลงของ tendon stiffness⁽¹⁸⁻²⁰⁾ คำอธิบายที่ขัดแย้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างของรูปแบบการ

ยืดเหยียดรวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการยืดเหยียดแบบคงค้างที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษา จากการทบทวนวรรณกรรมอาจพอสรุปได้ว่า การยืดเหยียดอย่างต่อเนื่อง (continuous static stretching) เป็นเวลานาน 10-20 นาที จะเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวโดยการลด tendon stiffness หรือการยืดยาวออกของเส้นเอ็น ในขณะที่การยืดเหยียดแบบ static stretching ที่มีระยะเวลาในการยืดรวม 60-300 วินาที จะเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวโดยเกิดการลดลงของ muscle stiffness และไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเส้นเอ็น⁽¹⁶⁾ ซึ่งการศึกษาของผู้วิจัยในครั้งนี้ใช้การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบคงค้างนาน 30 วินาที จำนวน 5 รอบ รวมระยะเวลายืดเหยียดทั้งหมด 150 วินาที และมีระยะเวลาพักระหว่างรอบ 20 วินาที

การยืดกล้ามเนื้อแบบ dynamic stretching ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ heel drop exercise 15 ครั้ง ภายใน 50 วินาที จำนวน 3 รอบ พบว่า สามารถเพิ่มองศา

การกระดกข้อเท้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าในปัจจุบันการศึกษาผลทันทีของ dynamic stretching ของกล้ามเนื้อตึงยังมีไม่มากนัก แต่ผลการศึกษาแสดงผลในทิศทางเดียวกัน^(12,21) การเพิ่มขึ้นขององศาการกระดกข้อเท้าหลัง dynamic stretching อาจอธิบายด้วยการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นขณะยืดเหยียด โดยพบว่า dynamic stretching สามารถเพิ่มองศาการกระดกข้อเท้า ร่วมกับพบความยาวของเอ็นร้อยหวายเพิ่มขึ้น (lengthen tendon)⁽²¹⁾ และอาจเกิดการลดลงของ tendon stiffness⁽²²⁾ นอกจากนี้ยังพบว่า การยืดเหยียดด้วย heel drop exercise ทำให้เกิดเพิ่มขึ้นของ muscle stiffness⁽²²⁾ ซึ่งผลการศึกษานี้แตกต่างจากผลของการยืดเหยียดแบบ static stretching ที่พบว่า muscle stiffness ลดลงหลังการยืดเหยียด^(14,16,17) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างของรูปแบบการยืดเหยียด การยืดเหยียดโดยใช้ heel drop exercise ซึ่งเป็น eccentric exercise นั้นสามารถทำให้เกิดการบาดเจ็บในเนื้อเยื่อ ซึ่งจะมีผลต่อ calcium homeostasis ในกล้ามเนื้อ ส่งผลต่อ cross-bridge formation การหดตัวของกล้ามเนื้อได้ และการไหลเวียนเลือดที่เพิ่มขึ้นขณะออกกำลังกายทำให้เกิด extracellular muscle edema อาจทำให้เกิดภาวะ pseudohypertrophy จึงทำให้พบว่า muscle stiffness เพิ่มขึ้นหลัง heel drop exercise⁽²²⁾ ก็เป็นไปได้ นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นอย่างเฉียบพลันขององศาการเคลื่อนไหวหลังการยืดเหยียดอาจอธิบายด้วยการเพิ่มขึ้นของระดับความทนทานต่อการยืดเหยียด (stretch tolerance)^(12,23) ทั้งนี้ยังไม่มีคำอธิบายการเพิ่มขึ้นขององศาการเคลื่อนไหวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่แน่ชัด

การศึกษานี้เมื่อเปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบ static stretching กับ dynamic stretching พบว่า dynamic stretching สามารถเพิ่มองศา DFROM ได้ดีกว่า static stretching อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ อาจเพราะการวัดองศาการเคลื่อนไหวขณะไม่ลงน้ำหนักเป็นแบบ passive ankle dorsiflexion จะทำให้เกิดการยืดยาวของกล้ามเนื้อและเอ็นร้อยหวายขณะทำการ

วัดองศา การทำ dynamic stretching นอกจากทำให้ tendon stiffness ลดลง ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของ golgi tendon organs ลดการหดตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อและเอ็นร้อยหวายยืดยาวได้มากขึ้น^(21,22) ร่วมกับคุณสมบัติของกล้ามเนื้อตึงที่สูงขึ้นหลัง dynamic stretching⁽⁷⁾ จึงอาจทำให้ DFROM หลัง dynamic stretching เพิ่มมากกว่า static stretching

จากการทบทวนวรรณกรรมการศึกษาส่วนใหญ่พบว่า static stretching จะให้ผลลดสมรรถภาพทางกายด้านต่างๆ แต่การศึกษาผลของ static stretching ต่อความสามารถในการทรงตัวยังมีอยู่ไม่มากนัก ในขณะที่การศึกษาผลของ dynamic stretching จะให้ผลดีต่อสมรรถภาพทางกาย^(2,4,24) แต่การศึกษานี้พบว่า หลังการยืดกล้ามเนื้อทั้งแบบ static stretching และ dynamic stretching สามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวได้ดีไม่แตกต่างกันเห็นได้จากค่า SEBT score ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองแบบ ซึ่งผลการศึกษาก่อนหน้านี้มีทั้งที่พบว่า static stretching สามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวหลังการยืดกล้ามเนื้อ^(6,25) และบางการศึกษาพบว่า ความสามารถในการทรงตัวลดลงหลัง static stretching^(7,26) และยังพบการลดลงของเวลาปฏิกิริยา (reaction time) เวลาการเคลื่อนไหว (movement time) หลัง static stretching⁽⁷⁾ ส่วน dynamic stretching นั้นพบว่า สามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^(7,27) ผลการศึกษาที่แตกต่างกันนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างของรูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและกลุ่มกล้ามเนื้อ ดังที่มีการศึกษาการยืดเหยียดแบบคงค้างของกล้ามเนื้อต้นขากับกล้ามเนื้อน่องในหนูทดลองซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อต้นขาและกล้ามเนื้อน่องแตกต่างกัน⁽²⁸⁾ และอาจเกิดจากผลของ static stretching ต่อสมรรถภาพทางกายที่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลายืดเหยียดคงค้างตามลักษณะของ does-response effect^(4,25,29) โดยการยืดเหยียดคงค้างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน (มากกว่า 60 วินาที) จะทำให้

สมรรถภาพทางกายลดลง และการยืดเหยียดคงค้างในระยะเวลาค่อนข้างสั้น (15 วินาที) สามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัว⁽⁶⁾ นอกจากนี้อาจเกิดจากความแตกต่างของเทคนิคและอุปกรณ์ที่ใช้การประเมินความสามารถในการทรงตัวของแต่ละการศึกษา โดยการศึกษาของ Chatzopoulos และคณะ⁽⁷⁾ และ Behm และคณะ⁽²⁶⁾ ใช้การประเมินความสามารถในการทรงตัวโดยใช้ swing stability platform และ wobble board ตามลำดับ โดยประเมินระยะเวลาที่สามารถทรงตัวอยู่ได้ จะเห็นได้ว่าการทรงตัวบนอุปกรณ์ที่ไม่มั่นคงจะต้องใช้การทรงตัวจากทั้งร่างกาย ขณะที่ Costo และคณะ⁽⁶⁾ และ Martínez-Jiménez และคณะ⁽²⁵⁾ ใช้เครื่อง Biodex ในการประเมินการทรงตัว และใช้ pressure sensor ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของเท้า รวมถึง Huang และคณะ⁽²⁷⁾ ที่ใช้ force plate ในการประเมิน center of pressure ของเท้า ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้จำกัดเพศของผู้เข้าร่วมวิจัย เนื่องจากการศึกษาก่อนหน้าพบว่า การยืดกล้ามเนื้อในเพศชายและหญิงให้ผลไม่ต่างกัน หรือเพศไม่ส่งผลต่อการตอบสนองของการยืดกล้ามเนื้อนั่นเอง^(30,31)

การศึกษานี้พบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งแบบ static stretching และ dynamic stretching สามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัว น่าจะเป็นเพราะการยืดเหยียดทั้งสองแบบสามารถเพิ่มองศาการกระดกข้อเท้า เนื่องจากองศาการกระดกข้อเท้ามีความสำคัญต่อการทรงตัว และการเดิน ดังนั้นการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อเท้าย่อมส่งผลกระทบต่อองศาการเคลื่อนไหว การทรงตัว และความสามารถในการทรงตัว^(32,33) ดังที่มีการศึกษาพบว่า การขยับข้อต่อช่วยเพิ่มองศาการกระดกข้อเท้า ร่วมกับความสามารถในการทรงตัวที่เพิ่มขึ้นด้วย^(34,35) และยังมีการศึกษาพบว่า หลังการยืดกล้ามเนื้อ quadriceps, hamstrings และ hip adductors ค่า absolute angle error ของข้อเข่ามีค่าลดลง⁽³⁶⁾ ทั้งนี้เนื่องจากการยืดเหยียดส่งผลต่อ joint position sense โดยผ่าน proprioceptive feedback ทำให้การรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อดีขึ้นและส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัว

ข้อจำกัดของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ เป็นการศึกษาในผู้เข้าร่วมงานวิจัยนักศึกษามหาวิทยาลัยที่มีความตึงตัวของกล้ามเนื้อในช่วงอายุ 18-25 ปี เท่านั้น การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลทันทีของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อต่อความสามารถในการทรงตัวแบบภาพรวมอาศัยการชักประวัติโดยไม่ได้ตรวจแยกปัญหาการรับรู้การทรงตัวผ่านระบบการมองเห็น (visual system) และระบบการทรงตัวภายในหูชั้นใน (vestibular system) อย่างละเอียด

สรุป

การยืดเหยียดทั้งแบบคงค้าง (static stretching) และแบบพลวัตร (dynamic stretching) สามารถเพิ่มองศาการกระดกข้อเท้าและเพิ่มความสามารถในการทรงตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้การเพิ่มองศาการกระดกข้อเท้าส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัวโดยอาจผ่านการส่งเสริมการทำงานของการทำงานของรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อให้ดีขึ้น ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการประเมินและพัฒนาความสามารถในการทรงตัวในนักกีฬา หรือนำไปประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมกับผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มสูง

เอกสารอ้างอิง

1. Vandervoort AA, Chesworth BM, Cunningham DA, Rechnitzer PA, Paterson DH, Koval JJ. An outcome measure to quantify passive stiffness of the ankle. Can J Public Health Rev Can Sante Publique 1992;83(Suppl 2):S19-23.
2. Page P. Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. Int J Sports Phys Ther 2012;7(1):109-19.
3. Cipriani DJ, Terry ME, Haines MA, Tabibnia AP, Lyssanova O. Effect of stretch frequency and sex on the rate of gain and rate of loss in muscle flexibility during a hamstring-stretching program: a randomized single-blind longitudinal study. J Strength Cond Res 2012;26(8):2119-29.

4. Merino-Marban R, Romano D, Mayorga-Vega D. Influence of sex on the acute effect of stretching on V sit-and-reach scores in university students. *Cent Eur J Sport Sci Med* 2014;6(2):13-9.
5. Lee JW, Yoon SW, Kim JH, Kim YP, Kim YN. The effect of ankle range of motion on balance performance of elderly people. *J Phys Ther Sci* 2012;24(10):991-4.
6. Behm D, Blazeovich A, Kay A, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016;41(1):1-11.
7. Vittala G, Sundari LPR, Basuki N, Kuswardhani RAT, Purnawati S, Muliarta IM. The addition of active stretching to balance strategy exercise is the most effective as a home-based exercise program in improving the balance of the elderly. *J Midlife Health* 2021;12(4):294-8.
8. Costa PB, Graves BS, Whitehurst M, Jacobs PL. The acute effects of different durations of static stretching on dynamic balance performance. *J Strength Cond Res* 2009;23(1):141-7.
9. Chatzopoulos D, Galazoulas C, Patikas D, Kotzamanidis C. Acute effects of static and dynamic stretching on balance, agility, reaction time and movement time. *J Sports Sci Med* 2014;13(2):403-9.
10. You JY, Lee HM, Luo HJ, Leu CC, Cheng PG, Wu SK. Gastrocnemius tightness on joint angle and work of lower extremity during gait. *Clin Biomech Bristol Avon* 2009;24(9):744-50.
11. Macklin K, Healy A, Chockalingam N. The effect of calf muscle stretching exercises on ankle joint dorsiflexion and dynamic foot pressures, force and related temporal parameters. *Foot Edinb Scotl* 2012;22(1):10-7.
12. Williams CM, Caserta AJ, Haines TP. The TiltMeter app is a novel and accurate measurement tool for the weight bearing lunge test. *J Sci Med Sport* 2013;16(5):392-5.
13. Hoch MC, Andreatta RD, Mullineaux DR, English RA, Medina McKeon JM, Mattacola CG, et al. Two-week joint mobilization intervention improves self-reported function, range of motion, and dynamic balance in those with chronic ankle instability. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc* 2012;30(11):1798-804.
14. Mizuno T, Umemura Y. Dynamic stretching does not change the stiffness of the muscle-tendon unit. *Int J Sports Med* 2016;37(13):1044-50.
15. Iwata M, Yamamoto A, Matsuo S, Hatano G, Miyazaki M, Fukaya T, et al. Dynamic stretching has sustained effects on range of motion and passive stiffness of the hamstring muscles. *J Sports Sci Med* 2019;18(1):13-20.
16. Konrad A, Stafilidis S, Tilp M. Effects of acute static, ballistic, and PNF stretching exercise on the muscle and tendon tissue properties. *Scand J Med Sci Sports* 2017;27(10):1070-80.
17. Nakamura M, Sato S, Kiyono R, Yahata K, Yoshida R, Fukaya T, et al. Comparison of the acute effects of hold-relax and static stretching among older adults. *Biology* 2021;10(2):126.
18. Morse CI, Degens H, Seynnes OR, Maganaris CN, Jones DA. The acute effect of stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit. *J Physiol* 2008;586(1):97-106.
19. Kay AD, Husbands-Beasley J, Blazeovich AJ. Effects of contract-relax, static stretching, and isometric contractions on muscle-tendon mechanics. *Med Sci Sports Exerc* 2015;47(10):2181-90.

20. Wilson G, Elliott B, Wood G. Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:116–23.
21. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol* 2001;90(2):520–7.
22. Kato E, Kanehisa H, Fukunaga T, Kawakami Y. Changes in ankle joint stiffness due to stretching: the role of tendon elongation of the gastrocnemius muscle. *Eur J Sport Sci* 2010;10(2):111–9.
23. Samukawa M, Hattori M, Sugama N, Takeda N. The effects of dynamic stretching on plantar flexor muscle-tendon tissue properties. *Man Ther* 2011;16:618–22.
24. Pamboris GM, Noorkoiv M, Baltzopoulos V, Gokalp H, Marzilger R, Mohagheghi AA. Effects of an acute bout of dynamic stretching on biomechanical properties of the gastrocnemius muscle determined by shear wave elastography. *PloS One* 2018;13(5):e0196724.
25. Magnusson SP, Aagaard P, Nielson JJ. Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle-tendon unit. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(6):1160–4.
26. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol* 2011;111(11):2633–51.
27. Martínez-Jiménez EM, Losa-Iglesias ME, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Díaz-Velázquez JI, López-López D, Calvo-Lobo C, et al. Immediate effects of intermittent bilateral ankle plantar flexors static stretching on balance and plantar pressures. *J Manipulative Physiol Ther* 2020;43(1):24–31.
28. 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(8):1397–402.
29. Huang S, Zhang HJ, Wang X, Lee WC, Lam WK. Acute effects of soleus stretching on ankle flexibility, dynamic balance and speed performances in soccer players. *Biology* 2022;11(3).
30. Bouvier T, Opplert J, Cometti C, Babault N. Acute effects of static stretching on muscle-tendon mechanics of quadriceps and plantar flexor muscles. *Eur J Appl Physiol* 2017;117(7):1309–15.
31. Young W, Elias G, Power J. Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. *J Sports Med Phys Fitness* 2006;46:403–11.
32. Bok SK, Lee TH, Lee SS. The effects of changes of ankle strength and range of motion according to aging on balance. *Ann Rehabil Med* 2013;37(1):10–6.
33. Sung ES, Kim JH. Relationship between ankle range of motion and biodex balance system in females and males. *J Exerc Rehabil* 2018;14(1):133–7.
34. Park D, Lee JH, Kang TW, Cynn HS. Effects of a 4-week self-ankle mobilization with movement intervention on ankle passive range of motion, balance, gait, and activities of daily living in patients with chronic stroke: a randomized controlled study. *J Stroke Cerebrovasc Dis Off J Natl Stroke Assoc* 2018;27(12):3451–9.
35. Kim SL, Lee BH. The Effects of posterior talar glide and dorsiflexion of the ankle plus mobilization with movement on balance and gait function in patient with chronic stroke: a randomized controlled trial. *J Neurosci Rural Pract* 2018;9(1):61–7.
36. Ghaffarinejad F, Taghizadeh S, Mohammadi F. Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *Br J Sports Med* 2007;41(10):684–7.

The Acute Effects of Gastrocnemius Stretching on Ankle Dorsiflexion and Balance in Individuals with Gastrocnemius Muscle Tightness

Areeyaporn Chongsatientam, Ph.D.

Faculty of Physical Therapy, Huachiew Chalermprakiet University, Thailand

Journal of Health Science of Thailand 2025;34(5):884-93.

Corresponding author: Areeyaporn Chongsatientam, Email: areeyaporn.cho@hcu.ac.th

Abstract: Gastrocnemius tightness leads to a reduction in ankle dorsiflexion range of motion, which can cause muscle imbalance and may impact postural stability. The objective of this research was to study the immediate effects of calf muscle stretching on ankle range of motion and balance. Thirty-four individuals with gastrocnemius muscle tightness were randomly assigned to both static stretching (SS) and dynamic stretching (DS) with at least 24 hours interval. The participants were assessed for passive ankle dorsiflexion range of motion (DFROM), maximum lunge range of motion (LROM) and star excursion test (SEBT) before and immediately after each stretching. The result showed that both SS and DS significantly increased DFROM, LROM, and SEBT score immediately after gastrocnemius stretching. The DS resulted in a significantly greater increase in DFROM compared to SS ($p < 0.05$). However, there was no significant difference in the effectiveness of both stretching techniques in improving balance ability (SEBT score). This study concluded that both types of stretching can enhance ankle dorsiflexion and balance ability immediately after stretching in individuals with gastrocnemius muscle tightness.

Keywords: stretching; ankle dorsiflexion; balance; gastrocnemius tightness