IMMEDIATE EFFECT OF VOLUNTARY-INDUCED STEPPING RESPONSE TRAINING ON BALANCE RECOVERY PERFORMANCE AND CONFIDENCE IN OLDER ADULTS: PILOT STUDY

Chutikan YOOSRI[1], Pornprom CHAYASIT[1], Rumpa BOONSINSUKH[1] and Nithinun CHAIKEEREE[1*]
1 Faculty of Physical Therapy, Srinakharinwirot University, Thailand; nithinun @g.swu.ac.th
(Corresponding Author)

ARTICLE HISTORY
Received: 9 June 2025 **Revised:** 23 June 2025 **Published:** 7 July 2025

ABSTRACT

This study aimed to investigate the immediate effects of Voluntary-Induced Stepping Response (VSR) on stepping responses to prevent fall and balance confidence among community-dwelling older adults. Twenty-five participants underwent 1 hour session of VSR training. Participants were asked to lean forward until felt loss of balance before voluntarily stepping 10 time each leg. Warm-up, cool-down, and rest during training were to prevent muscle fatigue. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) items 14-18 assessing postural response and the Balance Recovery Confidence (BRC) scale were administered to participants before training and 30 minutes after the training. Change in characteristic of stepping response and relationship between those measures were examined. Results showed significant improvements in total score on the postural response domain of the BESTest and the BRC after training ($p < .001$), with large effect sizes (0.793 and 0.852, respectively). The percentage of participants able to maintain balance with a single step increased from 12% to 64% and the use of trunk flexion strategies decreased from 76% to 44%. In summary, an hour session of VSR training could enhance compensatory stepping responses performance and balance confidence in older adults. The effect of long-term VSR training still needs to be evaluated before it is implemented into community-based fall prevention programs for older adults.

Keywords: VSR Training, Elderly, Postural Responses, Balance Confidence, Fall Prevention

CITATION INFORMATION: Yoosri, C., Chayasit, P., Boonsinsukh, R., & Chaikeeree, N. (2025). Immediate Effect of Voluntary-Induced Stepping Response Training on Balance Recovery Performance and Confidence in Older Adults: Pilot Study. *Procedia of Multidisciplinary Research, 3*(7), 4

ผลทันทีของการฝึกก้าวเท้าป้องกันล้ม โดยการเหนี่ยวนำให้เสียสมดุลด้วยตนเองต่อสมรรถนะและความมั่นใจในการกลับสู่สมดุลในผู้สูงอายุ: การศึกษานำร่อง

ชุติกาญจน์ อยู่ศรี[1], พรพรหม เชยะสิทธิ[1], รัมภา บุญสินสุข[1] และ นิธินันท์ ชัยคีรี[1*]

1 คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; nithinun@g.swu.ac.th (ผู้ประพันธ์บรรณกิจ)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลทันทีของการฝึกก้าวเท้าป้องกันการล้มโดยเหนี่ยวนำให้เสียสมดุลด้วยตนเอง Voluntary-Induced Stepping Response: VSR ต่อสมรรถนะและความมั่นใจในการกลับสู่สมดุลในผู้สูงอายุ อาสาสมัคร 25 คน ได้รับการฝึก VSR โดยการเอนตัวไปข้างหน้า จนกระทั่งรู้สึกว่ากำลังจะเสียสมดุล หากเป็นไปได้ให้ก้าวข้างใดข้างหนึ่งเพียงก้าวเดียวเพื่อป้องกันการล้ม ฝึกข้างละ 10 ครั้ง ฝึก 1 ชั่วโมง รวมอบอุ่น-ผ่อนคลายร่างกาย และพักระหว่างฝึก และอาสาสมัครได้รับการประเมินด้วย Balance Evaluation System Test: BESTest ข้อที่ 14-18 หมวดการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนที่ไม่รู้ล่วงหน้า และแบบประเมินความมั่นใจในการกลับสู่สมดุล Balance Recovery Confidence: BRC ก่อนและหลังฝึก 30 นาที พบว่า หลังการฝึกคะแนนรวมของแบบประเมินทั้งสองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ในระดับมาก (effect size = 0.793 และ 0.852 ตามลำดับ) โดยมีผู้ที่ใช้การก้าวครั้งเดียวเพื่อช่วยทรงตัวเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 12 เป็น 64 ใช้การงอตัวลดลงจากร้อยละ 76 เป็น 44 สรุปได้ว่า การฝึก VSR ระยะสั้นสามารถส่งเสริมการก้าวชดเชยและความมั่นใจได้ และควรมีการศึกษาผลระยะยาวก่อนนำไปใช้จริงในชุมชน

คำสำคัญ: การฝึก VSR, ผู้สูงอายุ, การตอบสนองทางการทรงตัว, ความมั่นใจในการทรงตัว, การป้องกันการหกล้ม

ข้อมูลการอ้างอิง: ชุติกาญจน์ อยู่ศรี, พรพรหม เชยะสิทธิ, รัมภา บุญสินสุข และ นิธินันท์ ชัยคีรี. (2568). ผลทันทีของการฝึกก้าวเท้าป้องกันล้ม โดยการเหนี่ยวนำให้เสียสมดุลด้วยตนเองต่อสมรรถนะและความมั่นใจในการกลับสู่สมดุลในผู้สูงอายุ: การศึกษานำร่อง. *Procedia of Multidisciplinary Research, 3*(7), 4

บทนำ

ผู้สูงอายุเป็นประชากรกลุ่มที่กำลังมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมาก องค์การอนามัยโลกได้คาดการณ์ว่า ในปี 2593 จำนวนผู้สูงอายุทั่วโลกจะมีถึง 2,100 ล้านคน ซึ่งนับเป็นกว่าสองเท่าของปัจจุบัน โดยผู้สูงอายุในเอเชียจะเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 24 ของปัจจุบัน ผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม เนื่องจากเป็นวัยที่ร่างกายมีความเสื่อมถอยซึ่งความถี่ของการหกล้มเพิ่มขึ้นตามอายุ มีรายงานว่า ร้อยละ 28-35 ของผู้สูงอายุที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป หกล้มทุกปี และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 32-42 สำหรับผู้ที่มีอายุมากกว่า 70 ปี การล้มในผู้สูงอายุเกิดได้จากหลายปัจจัย ทั้งปัจจัยภายในและภายนอกร่างกาย เช่น การอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย การรับประทานยาหลายชนิด (poly pharmacy) กล้ามเนื้ออ่อนแรง ความบกพร่องในการมองเห็น การทรงตัวที่บกพร่อง ความไม่มั่นคงขณะการเดิน ซึ่งสองประการหลังนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่เพิ่มความเสี่ยงของการหกล้มในผู้สูงอายุ (Ngamsangiam & Suttanon, 2020) ผู้สูงอายุส่วนมากสูญเสียการควบคุมการทรงตัวหลังจากมีการรบกวนสมดุลขณะเดินบนพื้นลื่น หรือพื้นต่างระดับ หรือการเดินสะดุด (Yang et al., 2013) สาเหตุส่วนหนึ่งมาจากความบกพร่องในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (postural response) ไม่สามารถก้าวชดเชยที่ถูกต้องได้ (stepping response) ซึ่งอาจนำไปสู่การไม่สามารถเดิน หรือขึ้นลงบันไดได้อย่างปลอดภัย และไม่สามารถแต่งกายได้อย่างอิสระ (Yingyongyudha et al., 2016) นอกจากปัจจัยด้านร่างกายยังมีปัจจัยด้านจิตวิทยา เช่น ความกลัวการล้ม ความมั่นใจในการทำกิจวัตรประจำวันที่ต้องอาศัยการทรงตัว ซึ่งปัจจัยทางจิตวิทยานี้มีบทบาทสำคัญในการกำหนดประสิทธิภาพของการทรงตัวและการเดิน (Soh, 2022) ผู้สูงที่มีความไม่มั่นใจและความกลัวการล้มมักเคยล้มมากกว่าผู้ที่มีความมั่นใจ {Thompson LA, 2021#}

รายงานวิจัยก่อนหน้าเกี่ยวกับการทรงตัวในผู้สูงอายุได้แสดงให้เห็นถึงการเสื่อมถอยของความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (postural response) ซึ่งโดยปกติแบ่งได้เป็นสองลักษณะ การตอบสนองโดยยืนอยู่กับที่ (in-place strategy) มักพบเมื่อถูกรบกวนสมดุลเพียงเล็กน้อย โดยกลับมามั่นคงได้ด้วยการเคลื่อนไหวรอบข้อเท้า และ/หรือ ข้อสะโพก ไม่มีการขยายฐานรองรับ และการก้าวชดเชยที่ถูกต้อง (stepping response) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อแรงรบกวนสมดุลมาก จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มสูงมักจะใช้กลยุทธ์การก้าวชดเชยที่ไม่ถูกต้องมากกว่าบุคคลที่มีความเสี่ยงต่อการล้มต่ำ (Horak, 2006) โดยสาเหตุอาจมาจากการสูญเสียการรับรู้ทางประสาทสัมผัส ความแข็งแรงของรอบข้อเท้าลดลง ความบกพร่องในการประมวลผลทางความคิด รวมถึงความบกพร่องในการเลือกใช้กลยุทธ์การรับรู้ตำแหน่งของร่างกายและการเคลื่อนไหวเพื่อการทรงตัวให้เหมาะสมกับสถานการณ์และสภาพแวดล้อม ทำให้แม้ในเหตุการณ์ที่มีการเสียสมดุลเพียงเล็กน้อย ผู้สูงอายุเลือกใช้การก้าวชดเชยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ กล่าวคือ ก้าวสั้นๆ หลายก้าว ทำให้เกิดความล้มเหลวของการกลับสู่สมดุล และนำไปสู่การล้มได้ (Horak, 2006) การฝึกการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก สามารถลดอุบัติการณ์การล้มหลังการฝึกได้อย่างมีนัยสำคัญในผู้สูงอายุ (McCrum et al., 2017) ส่วนหนึ่งของโปรแกรมการฝึกได้แก่ การฝึกการก้าวชดเชยที่ถูกต้อง (stepping response) ในทิศทางต่างๆ ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาเป็นรูปแบบการฝึกผ่านการกระตุ้นโดยการทำให้เสียสมดุลจากแรงรบกวนภายนอก (external perturbation) เช่น ใช้พื้นที่สามารถขยับได้ (moveable platform) ใช้ลู่วิ่งที่มีการเคลื่อนที่ โดยที่ผู้ฝึกไม่ทราบล่วงหน้าในทิศทางด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้าง เพื่อกระตุ้นให้เกิด stepping response พบว่า การล้มในห้องปฏิบัติการและการล้มในชีวิตประจำวันลดลงภายหลังการฝึก (McCrum et al., 2017) อย่างไรก็ตาม การฝึกด้วยอุปกรณ์นี้มีข้อจำกัดในการนำมาใช้ในทางคลินิกเนื่องจากอุปกรณ์มีราคาแพง ซับซ้อนในการตั้งค่า ขนาดใหญ่ไม่เหมาะกับการฝึกเองที่บ้านหรือในชุมชน

Chayasit et al. (2022) ได้แสดงให้เห็นว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพของ stepping response เพื่อป้องกันการล้มสามารถทำได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ราคาสูง จากการวิจัยโดยให้อาสาสมัครผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองฝึกก้าวขาป้องกันการล้มผ่านการกระตุ้นให้เกิดการเสียสมดุลด้วยตนเอง (voluntary-induced stepping response training: VSR) ซึ่งเป็นการฝึกที่ใช้หลักการเดียวกับการฝึกด้วยเครื่องมือทางห้องปฏิบัติการ กล่าวคือ การทำให้จุดศูนย์กลางมวลร่างกายของอาสาสมัครเคลื่อนออกไปจนออกนอกฐานรองรับเพื่อเป็นการเหนี่ยวนำให้เกิดการก้าวชดเชย ในการฝึกนี้ผู้เข้าร่วม

ได้รับคำแนะนำให้เอนตัวไปข้างหน้าโดยไม่งอสะโพกและเข่า จนกระทั่งรู้สึกว่ากำลังเสียสมดุล และถ้าเป็นไปได้ให้ก้าวไปเพียงก้าวเดียวเพื่อป้องกันการล้ม ทำครั้งละไม่เกิน 10 นาที ทำทั้งสองข้างสลับกัน โดยมีช่วงพัก (ประมาณ 10 นาที) ผู้เข้าร่วมทุกคนทำได้สูงสุด 3 เซสชัน เซสชันละ 10 นาที พบว่าการฝึก VSR นี้ ให้ผลที่ไม่แตกต่างจากการฝึกด้วยอุปกรณ์ทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาสาสมัครผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองถูกเหนี่ยวนำให้เสียสมดุลด้วยพื้นที่เลื่อนได้ (moveable platform) โดยช่วยให้ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองสามารถก้าวขาออกไปได้กว้างมากขึ้นขณะที่เกิดการก้าวขาชดเชย เพิ่มอัตราความสำเร็จของการก้าวขาเพื่อรักษาสมดุลเพียง 1 ก้าว ลดอัตราการก้าวขาหลายก้าว และการเอื้อมมือจับเพื่อรักษาสมดุลในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง นอกจากนี้ยังพบว่ามีเพียงกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบ VSR เท่านั้น ที่มีร้อยละของการก้าวขาด้านอ่อนแรง (affected side) เพิ่มขึ้นเพื่อรักษาสมดุล (Chayasit et al., 2022) นอกจากนี้ยังมีผลการศึกษาของ กนิษฐา เสนาะเสียง (2565) ได้ทำการศึกษาผลทันทีของการฝึกการก้าวเท้าป้องกันล้มด้วยตนเอง ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลัน พบว่าสามารถเพิ่มการก้าวป้องกันล้มได้ดีเช่นกัน จากที่กล่าวมาข้างต้น การฝึกก้าวเท้าป้องกันล้มด้วยตนเองจึงเป็นวิธีการที่น่าสนใจในการนำมาฝึกก้าวขาป้องกันการล้มให้กับผู้สูงอายุ เพราะผู้สูงอายุมีความบกพร่องในเรื่องของ stepping response ด้วยเช่นกัน แต่ลักษณะการก้าวชดเชยในผู้สูงอายุแตกต่างจากผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (Chayasit et al., 2020) จึงยังไม่สามารถสรุปได้ว่าการฝึกแบบ VSR จะให้ผลดีต่อความสามารถในการก้าวป้องกันล้มในผู้สูงอายุ และไม่ทราบถึงผลกระทบของ VSR ที่มีต่อระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุลในผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชุมชนและเป็นผู้ที่มีปัญหา stepping response อีกทั้งหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับผลของการฝึกแบบ VSR ต่อความสามารถของ stepping response ในผู้สูงอายุยังมีจำกัด จึงจำเป็นต้องทำวิจัยเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของ VSR training ในผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาผลทันทีของ การฝึกแบบ VSR ต่อความสามารถของ stepping response และระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุลของผู้สูงอายุในชุมชน โดยคาดว่าผลจากการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลนำร่องให้กับการพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อเพิ่มความสามารถของการก้าวชดเชยที่ถูกต้อง (stepping response) ในผู้สูงอายุและทำให้ผู้สูงอายุมีระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุลที่ดีขึ้นได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) เพื่อศึกษาผลทันทีของการฝึกก้าวเท้าป้องกันล้ม โดยการเหนี่ยวนำให้เสียสมดุลด้วยตนเอง (Voluntary induced stepping response; VSR) วัดผลก่อน-หลังในอาสาสมัคร 1 กลุ่ม (One-group pretest-posttest design) ต่อความสามารถในการก้าวชดเชยที่ถูกต้อง (stepping response) และระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุล โครงการวิจัยนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์ (เลขที่ BRO 2025-018)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษานี้ได้แก่ผู้สูงอายุที่มารับการบริการผู้ป่วยนอกที่โรงพยาบาลโนนดินแดง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยเป็นผู้ที่มีปัญหาก้าวชดเชยที่ถูกต้อง การคำนวณขนาดตัวอย่างทำโดยใช้ข้อมูลเบื้องต้นจากการศึกษาก่อนหน้าที่ใกล้เคียง คืองานวิจัยเรื่อง “ผลทันทีของการฝึกการก้าวเท้าป้องกันล้มด้วยตนเองในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลัน” (กนิษฐา เสนาะเสียง, 2565} ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการก้าวป้องกันล้ม กำหนดค่า Effect size = 0.79 (Large effect size) ค่า power ที่ร้อยละ 80 และค่า alpha เท่ากับ 0.05 ทำการคำนวณโดยใช้ คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ G*power 3.1.9.4 ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 20 คน และกำหนดค่า drop out ไว้ที่ร้อยละ 20 จึงได้จำนวนขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมที่ 25 คน

การศึกษานี้ได้คัดเลือกผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป สามารถเดินได้ด้วยตนเองอย่างน้อย 3 เมตร โดยไม่ใช้คนหรืออุปกรณ์ช่วยเหลือ และสามารถยืนได้ด้วยตนเองอย่างน้อย 30 วินาที โดยไม่ใช้คนหรืออุปกรณ์ช่วยเหลือ (inclusion criteria) เข้าสู่งานวิจัย อย่างไรก็ตามหากมีลักษณะตรงกับข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้จะถูกคัดออก (exclusion criteria)

ได้แก่ เป็นผู้ที่ไม่มีความบกพร่องในการก้าวชดเชยที่ถูกต้องทางด้านหน้า เมื่อประเมินด้วยแบบประเมิน BESTest ฉบับภาษาไทย มีการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ หรือร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายจากแหล่งอื่น มีประวัติเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น เป็นโรคอ้วน โดยมีค่าดัชนีมวลกาย ตั้งแต่ 30 กิโลกรัม/เมตร^2 ขึ้นไป เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ที่ไม่สามารถควบคุมตัวชี้วัดทางสุขภาพทางการแพทย์ให้อยู่ในระดับปกติได้ และ/หรือ เป็นโรคเส้นประสาทส่วนปลายที่เกิดจากเบาหวาน (peripheral neuropathy) มีการบกพร่องของการสื่อสาร ไม่สามารถทำตามคำสั่งได้ มีประวัติเป็นโรคหัวใจและการไหลเวียนเลือดและโรคปอด เช่น โรคหัวใจขาดเลือด (heart attack) โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ (cardiac arrhythmia) โรคหลอดเลือดแดงแข็ง (atherosclerosis) ภาวะเจ็บหน้าอกจากหลอดเลือดหัวใจตีบ (angina pectoris) โรคลิ้นหัวใจ (valve heart disease) ภาวะหลอดเลือดดำส่วนปลายอุดตันเฉียบพลัน (acute deep vein thrombosis) โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (chronic obstructive pulmonary disease) มีภาวะสมองเสื่อม วัดโดยใช้แบบประเมิน Montreal Cognitive Assessment (MoCA) ที่มีคะแนนน้อยกว่าเท่ากับ 18 คะแนน (Tangwongchai et al., 2009) ป่วยเป็นโรคหรือภาวะอื่นๆ ทางระบบประสาทที่มีผลต่อการทรงตัว เช่น โรคพาร์กินสัน เวียนศีรษะบ้านหมุน โรคหลอดเลือดสมอง เป็นต้น มีโรคหรือภาวะทางระบบกระดูกที่ขัดขวางการประเมินการทรงตัว เช่น กระดูกหักที่ยังสมานไม่สมบูรณ์ ภาวะข้อเสื่อมหรือโรคเกาต์ที่มีอาการปวด เป็นต้น และมีปัญหาทางสายตา การได้ยินที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขที่มีผลต่อการทดสอบและการออกกำลังกาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมและคัดกรองอาสาสมัคร ดำเนินการโดยประชาสัมพันธ์โครงการและหาอาสาสมัครที่สนใจเข้าร่วมโครงการจากผู้สูงอายุทั่วไปที่มารับบริการแบบผู้ป่วยนอก ที่โรงพยาบาลโนนดินแดง เมื่อมีผู้สูงอายุสนใจเป็นอาสาสมัคร จะได้รับการคัดเลือกตามเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออกของงานวิจัย และได้รับการชี้แจงข้อปฏิบัติ วัตถุประสงค์ อธิบายและสาธิตขั้นตอนการปฏิบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องโดยก่อนลงนามในแบบฟอร์มขอความยินยอม (consent form) และนัดหมายวันให้มาเข้าร่วมงานวิจัย

ก่อนเริ่มการเก็บข้อมูล อาสาสมัครได้รับการเตรียมความพร้อม โดยการแจ้งให้รับประทานยาประจำตัวก่อนเข้ารับการทดสอบ สวมใส่กางเกงและเสื้อที่กะทัดรัดพอดีตัวเพื่อสะดวกในการก้าวขาฝึกการทรงตัว และเมื่อถึงวันนัดหมายเข้าร่วมงานวิจัย อาสาสมัครจะได้รับการประเมินสัญญาณชีพ วัดค่าความดันโลหิตขณะพัก ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 140/90 มิลลิเมตรปรอท และชีพจรขณะพัก ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 120 ครั้งต่อนาที หากมีค่าความดันโลหิตมากกว่า 140/90 มิลลิเมตรปรอท ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 10 นาที จึงทำการวัดซ้ำ เมื่อมีค่าน้อยกว่า 140/90 จึงดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป

การศึกษานี้เก็บข้อมูลลักษณะทั่วไปและลักษณะทางคลินิกของอาสาสมัคร ซึ่งได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง โรคประจำตัว ยาที่ได้รับอยู่ในปัจจุบัน ประวัติการล้มในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา ขาที่ใช้เริ่มก้าวเดิน ความเร็วในการเดิน และความเสี่ยงในการล้มซึ่งเป็นการแปลผลจากความเร็วในการเดินที่วัดได้ การทดสอบความเร็วในการเดินทำโดยให้อาสาสมัครเดินเป็นระยะทาง 10 เมตร (10 meter walk test; 10MWT) เดินให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยไม่วิ่ง ทดสอบ 3 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและรายงานเป็นข้อมูลความเร็วในการเดินของอาสาสมัครรายคนและนำไปคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่ม และแปลผลความเสี่ยงในการล้ม โดยในอาสาสมัครที่เดินด้วยความเร็วต่ำกว่า 0.8 m/s จะรายงานข้อมูลเป็นผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม (Montero-Odasso et al., 2022) ทดสอบการทรงตัวยืนขาเดียว (single leg stance; SLS) เพื่อประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง เช่น gluteus หรือ quadriceps และประเมินความสามารถในการทรงตัวบนฐานรองรับที่แคบ โดยให้อาสาสมัครยืนในท่าปกติแขนกอดอก กางขาออกให้กว้างเท่ากับไหล่ ยกขาข้างเดียวค้างไว้โดยให้งอเข่า 90 องศา เป็นเวลา 30 วินาที เริ่มจับเวลาเมื่อขาข้างหนึ่งยกพ้นพื้น จนไปถึงเท้าแตะพื้นหรือแตะกับขาอีกข้าง (Vieira et al., 2019) ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล หากไม่สามารถยืนขาเดียวได้ 10 วินาทีขึ้นไปแสดงถึงการทรงตัวในท่ายืนที่ไม่ดีเสี่ยงต่อการหกล้ม (Oliveira et al., 2018) การเอื้อมแตะจากท่านั่งบนพื้น (sit-and-Reach Test; SRT) เป็นการประเมินความยืดหยุ่นของ

กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง (low back muscle) และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (hamstring และ gastrocnemius) ที่ทำได้ง่าย ปลอดภัย (Kawano et al., 2010) ทดสอบโดยให้อาสาสมัครนั่งบนพื้นโดยเหยียดขาตรงและเอื้อมมือไปข้างหน้าให้ถึงปลายเท้าหรือเกินจากปลายเท้าจากนั้นวัดระยะ (เซนติเมตร) ที่อาสาสมัครทำได้ ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล โดยการเอื้อมได้ในระยะ 0-10 เซนติเมตร แสดงถึงระดับความยืดหยุ่นในเกณฑ์ปกติ และหากมีคะแนนติดลบ แสดงถึงความยืดหยุ่นที่อยู่ในระดับต่ำ (Rikli & Jones, 1999)

การประเมินความมั่นใจทำโดยใช้แบบประเมินประเมินระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุล (The Balance Recovery Confidence; BRC scale) ซึ่งประกอบด้วย คำถาม 19 ข้อ เกี่ยวกับความมั่นใจในการที่จะทรงตัวป้องกันการล้มในสถานการณ์ต่างๆ ที่เสี่ยงต่อการสูญเสียการทรงตัว เช่นความมั่นใจในการปรับตัวกลับสู่สมดุล หลังจากเสียการทรงตัวขณะเดินขึ้นบันได ที่ไม่มีราวจับ ขณะเดินเข้าห้องน้ำ หรือขณะเดินลงทางลาดเตี้ย เป็นต้น พร้อมภาพประกอบสำหรับทุกข้อคำถาม เกณฑ์ประเมินระดับความมั่นใจจาก “ทำไม่ได้เลย” ให้ 0 คะแนน ถึง “มั่นใจมากว่าทำได้” ให้ 10 คะแนน แบบประเมินนี้มีความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำสูง (test-retest reliability) (ICC3,1 = 0.94) และ มีความสอดคล้องภายในข้อคำถามในระดับที่สูง (internal consistency) (Cronbach’s α = 0.97) (Soh, 2022) โดยการวิจัยจัยนี้ใช้แบบประเมิน BRC ฉบับภาษาไทย ซึ่งค่าความเชื่อมั่นในการทดสอบซ้ำอยู่ในระดับสูง (ICC = 0.985) (ชญาณี ลิ้มสุวรรณ และคณะ, 2566) ทำการประเมินโดยผู้วิจัยหลัก อ่านข้อคำถาม ให้อาสาสมัครฟัง พร้อมกับให้ดูรูปภาพประกอบการให้คะแนนแต่ละข้อคำถาม โดยไม่ช่วยตีความหรือปรับเปลี่ยนข้อความเป็นอย่างอื่นที่ไม่ได้อยู่ในแบบสอบถาม

การประเมินการทรงตัว BESTest เป็นแบบประเมินทางคลินิกที่มีการประเมินหลากหลายหมวด โดยแต่ละหมวดมีความเที่ยงในการวัดซ้ำและมีความตรงในการประเมินการทรงตัวจึงสามารถทดสอบและนำผลประเมินเฉพาะบางหมวดมาใช้ได้ สำหรับการวิจัยนี้เลือกใช้การประเมินในหมวดการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (reactive postural response) ข้อที่ 14 -18 (Horak et al., 2009) ซึ่งแบบประเมินนี้มีในฉบับภาษาไทย (Rattanavichit et al., 2020) การประเมินนี้ทำโดยให้อาสาสมัครทำท่าทางการทรงตัว ได้แก่ การตอบสนองอยู่กับที่ด้านหน้าและด้านหลัง การก้าวชดเชยที่ถูกต้องด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้าง ผู้วิจัยหลักทำการประเมินสมรรถนะของอาสาสมัคร ตามเกณฑ์การประเมิน 4 ระดับ จาก 0 ถึง 3 คะแนน โดย 0 คะแนน คือ ทำไม่ได้หรือทำได้ไม่ดี และ 3 คะแนน คือ ทำได้ปกติหรือทำได้ดี คะแนนเต็มของแบบประเมินหัวข้อนี้ คือ 18 คะแนน ทำการทดสอบ 2 ครั้ง โดยใช้คะแนนที่ดีที่สุดมาวิเคราะห์ขณะทำการทดสอบมีการบันทึกวิดีโอ เพื่อศึกษาลักษณะของ stepping response ทิศทางด้านหน้า ซึ่งเป็นด้านหลักที่สนใจในการศึกษานี้ ลักษณะที่สังเกตและบันทึก ได้แก่ ก้าว 1 ก้าวเพื่อรักษาสมดุล ก้าวมากกว่า 1 ก้าวเพื่อรักษาสมดุล ไม่มีการก้าว ขาแรกที่เริ่มต้นก้าว ก้าวแล้วขาทรุด ก้าวแต่ทรงตัวไม่ได้ การคว้าจับ และการงอตัว (trunk bending strategy) โดยรายงานผลเป็นร้อยละของอาสาสมัคร ขณะทดสอบผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับอนุญาตให้สวมรองเท้าคู่ที่ใส่เป็นประจำโดยควรเป็นรองเท้าส้นแบน หรือถอดรองเท้าและถุงเท้าออก

การฝึก VSR ประกอบด้วย การอบอุ่นร่างกาย (warm up) 15 นาที จากนั้นทำ VSR 1 เซต เป็นเวลา 30 นาที การผ่อนคลายร่างกาย (cool down) 15 นาที รวมเวลาฝึกทั้งหมดประมาณ 1 ชั่วโมง การอบอุ่นร่างกาย (warm up) 15 นาที เริ่มจากส่วนศีรษะไปส่วนขา การก้าวเท้าป้องกันการล้มด้วยตนเอง (VSR) 30 นาที เริ่มจาก ผู้ช่วยผู้วิจัย (นักกายภาพบำบัดปฏิบัติการ) อธิบายพร้อมสาธิตท่าทางการฝึก กล่าวคือ ให้อาสาสมัครเอนลำตัวไปทางด้านหน้า โดยที่ไม่มีการงอข้อเข่าหรือข้อสะโพกด้วยตนเองจนรู้สึกว่าตนเองสูญเสียการทรงตัว จากนั้นให้ก้าวขาออกมาเพื่อรักษาสมดุล ถ้าเป็นไปได้ให้ก้าวเพียง 1 ก้าว ฝึกให้ก้าวขา ข้างละ 10 นาที ฝึกทั้งสองข้าง และให้พักระหว่างรอบเป็นเวลา 5 นาที โดยให้นั่งพักในท่าที่สบาย ระหว่างการฝึกผู้วิจัยจะสังเกตท่าทางของผู้เข้าร่วมวิจัยและให้ข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อปรับท่าการฝึกจนอาสาสมัครสามารถทำได้อย่างถูกต้อง และระหว่างทดสอบและฝึก อาสาสมัครใส่เข็มขัด และมีพนักงานช่วยเหลือคนไข้อยู่ด้านข้างตลอดเวลาเพื่อป้องกันการล้มหรืออุบัติเหตุระหว่างการฝึก หลังจากนั้นเป็นการผ่อนคลายร่างกาย (cool down) 15 นาที โดยการขยับร่างกายและยืดเหยียดแขนขา และเมื่อสิ้นสุดช่วงการฝึก VSR อาสาสมัคร

พักเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นจะได้รับการประเมินด้วยแบบประเมิน BRC แบบประเมินการทรงตัว BESTest หัวข้อการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (Reactive postural response) ข้อที่ 14-18

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั่วไปและลักษณะทางคลินิก วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยนำข้อมูลที่ได้มาแจกแจงความถี่และแสดงผลเป็นจำนวน (frequencies) และร้อยละ (percentage) ข้อมูลต่อเนื่องที่มีการแจกแจงแบบปกตินำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

เปรียบเทียบคะแนนก่อนหลังจากผลการประเมิน BESTest หัวข้อ Reactive postural response และแบบสอบถาม BRC scale โดยใช้สถิติ Wilcoxon test เนื่องด้วยข้อมูลมีการกระจายตัวไม่ปกติเมื่อทดสอบด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test (Non parametric) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และคำนวณ ค่าขนาดของผล (effect size) เพื่อแสดงขนาดของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการฝึก โดยใช้สูตร $r = (Z(\sqrt{N})$ โดยที่ Z คือ ค่าที่ได้จากการทดสอบ Wilcoxon Signed Rank Test และ N คือ จำนวนคู่ของข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ (จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด) ค่าที่ได้จากสูตรดังกล่าวถูกใช้เพื่อตีความขนาดของผลการฝึก ตามเกณฑ์ ซึ่งจำแนกระดับของขนาดของผลไว้ดังนี้ 0.10-0.29 คือ ขนาดเล็ก (small effect) 0.30-0.49 คือ ขนาดปานกลาง (medium effect) และ ≥ 0.50 คือ ขนาดใหญ่ (large effect) (Pallant, 2020)

ผลการวิจัย

ลักษณะทั่วไปและลักษณะทางคลินิกของอาสาสมัคร

อาสาสมัครในการศึกษาครั้งนี้เป็นผู้สูงอายุจำนวน 25 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อาสาสมัครทุกคนสามารถเดินได้ระยะทางมากกว่า 3 เมตรโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน ดัชนีมวลกายเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์อ้วนระดับ 1 ความเร็วในการเดิน ความยืดหยุ่นซึ่งประเมินจากระยะการเอื้อมแตะจากท่านั่งบนพื้น และระยะเวลาในการยืนขาเดียว อยู่ในเกณฑ์ปกติเมื่อเทียบกับผู้สูงอายุโดยทั่วไป อาสาสมัครทุกคนถนัดขาขวา และส่วนใหญ่ไม่มีประวัติการหกล้มในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา (รายละเอียดไว้ในตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปและลักษณะทางคลินิกของอาสาสมัคร (general and clinical characteristics)

ข้อมูล	**ผู้สูงอายุ (n=25)**		
	Mean ± SD	**min**	**max**
อายุ (ปี)	67.5 ± 3.7	60	73
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	61.8 ± 10.8	46	84
ส่วนสูง (เมตร)	1.6 ± 0.1	1.5	1.7
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	25.3 ± 3.3	20.4	32.9
ความเร็วของการเดิน (เมตร/วินาที)	1.8 ± 0.4	1.0	2.8
การเอื้อมแตะจากท่านั่งบนพื้น (เซนติเมตร)	7.0 ± 3.2	0.0	12.0
ระยะเวลาในการยืนขาเดียว (วินาที)	16.2 ± 6.9	8	30
เพศ			
- ชาย: คน (ร้อยละ)	6 (24)		
- หญิง: คน (ร้อยละ)	19 (76)		
ขาข้างที่ถนัด			
- ขวา: คน (ร้อยละ)	25 (100)		
- ซ้าย: คน (ร้อยละ)	0 (0)		

ข้อมูล	ผู้สูงอายุ (n=25)		
	Mean ± SD	**min**	**max**
ประวัติการหกล้มในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา			
- เคยหกล้ม: คน (ร้อยละ)	7 (28)		
- ไม่เคยหกล้ม: คน (ร้อยละ)	18 (72)		
การเดิน ≥ 3 เมตร			
- ไม่ใช้คนหรืออุปกรณ์ช่วยเหลือ: คน (ร้อยละ)	25 (100)		
- ใช้คนหรืออุปกรณ์ช่วยเหลือ: คน (ร้อยละ)	0 (0)		

ข้อมูลในตารางแสดงค่า Mean ± Standard deviation, minimum และ maximum ยกเว้น เพศ ประวัติการหกล้มในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา และการเดิน ≥ 3 เมตร แสดงเป็นความถี่ (ร้อยละ)

Body Mass Index; BMI= ดัชนีมวลกาย, gait speed test; GST=ความเร็วของการเดิน, Sit-and-Reach Test; SRT= การเอื้อมแตะจากท่านั่งบนพื้น, single leg stance test; SLT= การทดสอบยืนขาเดียว

ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก และระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุลก่อนและหลังการฝึกก้าวเท้าป้องกันการล้มด้วยตนเอง (VSR) ทันที

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (BESTest ข้อที่ 14-18) และระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุล (BRC scale) ก่อนและหลังการฝึกก้าวเท้าป้องกันการล้มด้วยตนเอง (VSR) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้ง BESTest ข้อที่ 14-18 และ BRC scale ในอาสาสมัครผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกก้าวเท้าป้องกันการล้มด้วยตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของคะแนน BESTest ข้อที่ 14-18 พบว่าเพิ่มขึ้นค่าเฉลี่ยร้อยละ 16.79 ± 15.24 ของคะแนนที่วัดก่อนการฝึก โดยมีช่วงการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0 ถึง 50 คะแนน ขณะที่ BRC scale การเปลี่ยนแปลงมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.13 ± 12.47 ของคะแนนที่วัดก่อนการฝึก มีช่วงการเปลี่ยนแปลงต่ำสุดคือ -0.8 และค่าสูงสุดคือ 45.8 คะแนน โดยมีค่าขนาดของผล (effect size) เท่ากับ 0.793 สำหรับ BESTest ข้อที่ 14-18 และ 0.852 สำหรับ BRC scale ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง (large effect)

ตารางที่ 2 ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (BESTest ข้อที่ 14 -18) และระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุล (The Balance Recovery Confidence; BRC scale) ก่อนและหลังการฝึกก้าวเท้าป้องกันการล้มด้วยตนเอง (VSR)

ตัวแปร	ผู้สูงอายุก่อนได้รับการฝึก	ผู้สูงอายุหลังได้รับการฝึกทันที	Sig.
	Mean ± SD	**Mean ± SD**	
BESTest ข้อที่ 14 -18 (คะแนน)	11.2 ± 2.0	12.9 ± 1.9	<0.001*
ระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุล (คะแนน)	116.9 ± 36.3	129.8 ± 34.8	<0.001*

Balance Evaluation Systems Test: BESTest, The Balance Recovery Confidence; BRC scale = ระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุล

* $p < 0.05$ โดยใช้การทดสอบ Wilcoxon Sign Rank Test

ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกแยกรายข้อตามลักษณะและทิศทางของการตอบสนอง

จากการประเมินความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกแยกรายข้อตามลักษณะและทิศทางของการตอบสนอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความสามารถในการตอบสนองขณะยืนอยู่กับที่ ทั้งในทิศทางด้านหน้าและด้านหลัง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก (p = .317) ในขณะที่คะแนนความสามารถในการการตอบสนองโดยการก้าวเท้าป้องกันล้มเพิ่มขึ้นเกือบทุกทิศทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = .020 ถึง .001) ยกเว้นทิศทางด้านข้าง(ซ้าย) ซึ่งเป็นด้านขาข้างที่ไม่ถนัด (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกแยกรายข้อตามลักษณะและทิศทางของการตอบสนอง

คะแนนความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (BESTest หมวด postural response)	**ก่อนฝึก Median (IQR) Min-max**	**หลังฝึกทันที Median (IQR) Min-max**	**Sig.**
การตอบสนองอยู่กับที่ (BESTest ข้อที่ 14-15)			
- ด้านหน้า (คะแนน)	2 (2-2)	2 (2-2)	.317
	1-3	1-3	
- ด้านหลัง (คะแนน)	2 (2-2)	2 (2-2)	.317
	1-3	1-3	
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง (BESTest ข้อที่16-18)			
- ด้านหน้า (คะแนน)	2 (1-2)	3 (2-3)	<.001*
	1-2	1-3	
- ด้านหลัง (คะแนน)	2 (1-2)	2 (2-2)	.002*
	1-3	1-3	
- ด้านข้างขวา (คะแนน)	2 (2-2)	2 (2-2)	.020*
	0-3	2-3	
- ด้านข้างซ้าย (คะแนน)	2 (2-2)	2 (2-2)	.059
	1-3	2-3	

ข้อมูลในตารางแสดงค่า Median, Interquartile Range (IQR) , minimum, maximum

Balance Evaluation System Test (BESTest) (Rattanavichit et al., 2020)

* p < 0.05 โดยใช้การทดสอบ Wilcoxon Sign Rank Test

ลักษณะการก้าวชดเชย ขณะการทดสอบการก้าวชดเชยที่ถูกต้องทางด้านหน้าก่อนและหลังการฝึกก้าวเท้าป้องกันการล้มด้วยตนเอง (VSR)

จากการสังเกตลักษณะการก้าวชดเชยที่ถูกต้องทางด้านหน้า (BESTest ข้อที่ 16) พบว่าอาสาสมัครมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะการก้าวชดเชยที่ดีขึ้น โดยมีจำนวนผู้ที่สามารถก้าวเพียง 1 ก้าวเพื่อรักษาสมดุลเพิ่มขึ้น ขณะที่จำนวนผู้ที่ต้องก้าวมากกว่า 1 ก้าวเพื่อรักษาสมดุลลดลง (ตารางที่ 5) นอกจากนี้ พบว่าจำนวนผู้ที่มีการงอตัว (trunk bending strategy) และผู้ที่ใช้รูปแบบการตอบสนองแบบคว้าจับลดลง เช่นกัน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ลักษณะการก้าวชดเชย ขณะการทดสอบการก้าวชดเชยที่ถูกต้องทางด้านหน้า (BESTest ข้อที่16) ก่อนและหลังการฝึกก้าวเท้าป้องกันการล้มด้วยตนเอง (VSR)

ลักษณะการก้าว	ลักษณะการก้าวชดเชยที่ถูกต้องด้านหน้า (n=25)	
	ก่อนฝึก จำนวน (ร้อยละ)	หลังฝึกทันที จำนวน (ร้อยละ)
ก้าว 1 ก้าวเพื่อรักษาสมดุล	3 (12)	16 (64)
ก้าวมากกว่า 1 ก้าวเพื่อรักษาสมดุล	22 (88)	9 (36)
ไม่มีการก้าว	0 (0)	0 (0)
ขาแรกที่เริ่มต้นก้าว		
-ขวา	17 (68)	25 (100)
- ซ้าย	8 (32)	0 (0)
การคว้าจับ	14 (56)	5 (20)
การงอตัว (trunk bending strategy)	19 (76)	11 (44)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกที่แสดงให้เห็นว่าการก้าวเท้าป้องกันล้มด้วยตนเอง (Voluntary Induced Stepping Response; VSR) เพียง 1 เซสชั่น เป็นเวลารวม 1 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก และระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุลของผู้สูงอายุได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อประเมินอาสาสมัครผู้สูงอายุด้วยแบบบประเมิน Balance Evaluation System Test; BESTest หัวข้อการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (Reactive postural response) ข้อที่ 14-18 และแบบประเมินระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุล (Balance Recovery Confidence; BRC scale) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาจาก effect size และ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความสามารถและระดับความมั่นใจ บ่งชี้ให้เห็นว่า การฝึก VSR ให้ผลดีในระดับสูง (large effect) จากผลการวิเคราะห์แยกตามลักษณะและทิศทางของการตอบสนองที่พบว่าการฝึกนี้ เพิ่มความสามารถในการตอบสนองโดยการก้าวขาป้องกันการล้ม โดยไม่มีผลต่อความสามารถในด้านการตอบสนองขณะยืนอยู่กับที่ อาจอธิบายได้ว่า ท่าทางการฝึกที่อาสาสมัครต้องถ่ายน้ำหนักไปไกลจนสุดขอบเขตฐานรองรับนั้นเป็นการฝึกกลไกการทรงตัวที่ต่างจากการรักษาสมดุลร่างกายโดยไม่ต้องเคลื่อนไหวฐานรองรับ (fixed-support strategy) ซึ่งมักเกิดขึ้นเมื่อถูกรบกวนสมดุลด้วยแรงผลักที่ทำให้จุดศูนย์กลางมวลร่างกายเคลื่อนที่ไปเพียงเล็กน้อย (Horak, 2006) สอดคล้องกับหลักการฝึกทักษะ Task-specific training ที่เป็นการฝึกกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีความจำเพาะจนเกิดการเรียนรู้และทำทักษะนั้นๆ ได้ (Lang et al., 2009) การฝึก VSR จึงช่วยเพิ่มความสามารถในการตอบสนองโดยการก้าวขาป้องกันการล้ม โดยที่ไม่มีผลข้ามไปยังทักษะการรักษาสมดุลร่างกายโดยไม่ต้องเคลื่อนไหวฐานรองรับ (transfer of training)

ในขณะที่การฝึก VSR ซึ่งในการศึกษานี้ฝึกเฉพาะในทิศทางด้านหน้า แต่ส่งผลดีต่อการเพิ่มความสามารถในการก้าวเท้าป้องกันการล้มในทิศทางอื่นๆ ซึ่งได้แก่ ด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้าง (ขวา) ชี้ให้เห็นว่า ลักษณะที่สำคัญของ VSR ในการฝึกใช้กลยุทธ์การทรงตัวด้วยการก้าวขาเฉพาะเมื่อจุดศูนย์กลางมวลร่างกายเคลื่อนไปจนสุดขอบเขตของฐานรองรับ (ปลายเท้า) แล้วจึงก้าวขา เป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญที่จำเป็นต้องใช้เมื่อถูกรบกวนดุลแบบเดียวกันนี้ในทิศทางอื่นๆ (Schoenfeld et al., 2024) อีกทั้งการฝึกในทิศทางด้านหน้าซึ่งเป็นทิศทางหลักของการก้าวขาเดินจึงอาจช่วยในการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปยังทิศทางอื่นได้ (Xiong et al., 2016)

การเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนของจำนวนอาสาสมัครที่สามารถใช้การก้าวเพียง 1 ก้าวเพื่อรักษาสมดุล (จากร้อยละ 12 เป็นร้อยละ 64) แสดงถึงความสามารถในการประมวลข้อมูลของการเสียสมดุลและตอบสนองได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการป้องกันการล้ม (Devasahayam et al., 2022) การลดลงของจำนวนผู้ที่ต้องก้าวมากกว่า 1 ก้าว (จากร้อยละ 88 เหลือ 36) เป็นการเน้นย้ำถึงการพัฒนาความสามารถในการคาดการณ์และ

ตอบสนองต่อการเสียสมดุลได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการศึกษาก่อนหน้านี้ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง รายงานว่า ความสามารถในการก้าวขาเพียงครั้งเดียวเพื่อช่วยทรงตัวเมื่อถูกรบกวนสมดุลนั้นเป็นผลรวมของการที่สามารถก้าวขาได้ไกลขึ้น (step length) และเร็วขึ้น (step velocity) ซึ่งอาจเกิดจากการที่สามารถคาดการณ์ปริมาณการถูกรบกวนสมดุลและเลือกใช้กลยุทธ์การทรงตัวที่เหมาะสมกับงานได้ดีขึ้น (Chayasit et al., 2022)

การเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการเริ่มต้นก้าวโดยขาขวาซึ่งเป็นข้างถนัดมากขึ้น (จากร้อยละ 68 เป็น 100) แม้ว่าในการฝึกทำทั้งขาซ้ายและขวาในจำนวนที่เท่ากัน (ข้างละ 10 ครั้ง) อาจเป็นผลจากการเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหว (motor learning) ผ่านการฝึกซ้ำ (Mansfield et al., 2007) การที่อาสาสมัครทั้งหมดเลือกใช้ขาขวาในการเริ่มต้นก้าวหลังการฝึกอาจสัมพันธ์กับความถนัดข้าง (laterality) อาจอธิบายได้จากแนวคิดที่ว่า ระบบประสาทมักเลือกใช้รูปแบบการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานมากที่สุด (Luchies et al., 1994) ต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ โดย Chayasit et al. (2022) ซึ่งพบว่า VSR ช่วยให้การก้าวขาเพื่อทรงตัวดีขึ้นทั้งสองข้าง เนื่องจากลักษณะของอาสาสมัครงานวิจัยที่ต่างกัน กล่าวคือ ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองซึ่งเป็นอาสาสมัครของงานก่อนหน้านี้ มีอาการอัมพาตของขาด้านหนึ่ง เมื่อได้รับการฝึกการที่ต้องใช้ความคิดในการควบคุมการเคลื่อนไหวจึงเกิดการฟื้นคืนความสามารถในการใช้งานขาด้านอัมพาตทั้งในด้านการก้าวไปด้านหน้าและการทำหน้าที่รับน้ำหนักในขณะที่ใช้ขาด้านปกติก้าวไปด้านหน้า หลังฝึก VSR จึงเห็นผลดีเกิดขึ้นในการก้าวขาทั้งสองด้าน ต่างจากการศึกษาปัจจุบันซึ่งทำในผู้สูงอายุที่ใช้งานขาทั้งสองข้างได้ปกติ จึงพบการเปลี่ยนแปลงที่ขาด้านถนัดเด่นชัด

การลดลงของรูปแบบการงอตัว (trunk bending strategy) จากร้อยละ 76 เหลือร้อยละ 44 แสดงให้เห็นว่า อาสาสมัครมีแนวโน้มที่จะพึ่งพากลยุทธ์การทรงตัวแบบเคลื่อนที่ฐานรองรับ (change-in-support strategy) มากกว่ากลยุทธ์แบบอยู่กับที่ (fixed-support strategy) หลังจากได้รับการฝึก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Maki and McIlroy (1997) ที่ระบุว่าการก้าวชดเชยเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าในการรับมือกับการเสียสมดุลที่รุนแรง (Maki & McIlroy, 1997) นอกจากนี้ การลดลงอย่างมากของรูปแบบการตอบสนองแบบคว้าจับ (จากร้อยละ 56 เหลือร้อยละ 20) แสดงถึงความมั่นใจที่เพิ่มขึ้นในความสามารถของตนเองในการควบคุมสมดุล ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่สำคัญเนื่องจากการพึ่งพาการคว้าจับมักเป็นสัญญาณของความกลัวการล้มและความไม่มั่นใจในความสามารถในการรักษาสมดุล (Young & Williams, 2015) การที่อาสาสมัครลดการพึ่งพากลยุทธ์นี้แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาของการรับรู้ความสามารถของตนเอง (self-efficacy) ในการควบคุมสมดุลร่างกาย

นอกจากการพัฒนาทางด้านสมรรถภาพทางกายแล้ว การฝึก VSR สามารถเพิ่มคะแนนแบบประเมิน BRC บ่งชี้ถึงระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุลที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dominguez (2020) ที่พบว่า การฝึกเพื่อป้องกันการล้มไม่เพียงแต่พัฒนาความสามารถทางกายเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อปัจจัยทางด้านจิตใจ (Dominguez, 2020) โดยเฉพาะความมั่นใจในการทรงตัวของผู้สูงอายุ การเพิ่มขึ้นของระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุลอาจเป็นผลมาจากการที่ผู้สูงอายุได้มีประสบการณ์ในการรับมือกับสถานการณ์ที่ต้องปรับตัวต่อแรงรบกวนภายนอกผ่านการการฝึก VSR ทำให้เกิดความคุ้นเคยและมั่นใจในความสามารถของตนเองมากขึ้น ความมั่นใจนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ เนื่องจากความกลัวการล้ม (fear of falling) เป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่ทำให้ผู้สูงอายุจำกัดการเคลื่อนไหวของตนเอง ซึ่งในระยะยาวอาจนำไปสู่การถดถอยของความสามารถในการทรงตัวและเพิ่มความเสี่ยงต่อการล้มได้ (Demircioglu-Karagoz et al., 2025)

จากผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าการฝึกก้าวเท้าป้องกันการล้มด้วยตนเอง (VSR) มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทั้งสมรรถภาพทางกายและความมั่นใจในการทรงตัวของผู้สูงอายุ โดยให้ผลทันทีหลังการฝึกเพียงระยะสั้น การวิจัยนี้มีข้อจำกัดของนำผลการศึกษาไปอธิบายได้เฉพาะในผู้สูงอายุที่ยืนและเดินได้เองแต่มีปัญหาก้าวชดเชยที่ถูกต้อง โดยไม่คลอบคลุมถึงผู้สูงอายุที่ต้องใช้เครื่องช่วยเดินหรือมีปัญหาสุขภาพอื่นที่ส่งผลต่อความเข้าใจและการเรียนรู้การเคลื่อนไหว เช่น ผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองเสื่อม เป็นต้น จึงควรระมัดระวังในการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในกลุ่มประชากรที่มีลักษณะแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการศึกษานำร่องนี้ บ่งชี้ถึงประโยชน์ของการฝึกนี้ที่อาจนำไปประยุกต์ใช้

ในแนวทางการป้องกันการล้มในระดับชุมชน และจำเป็นต้องทำการศึกษาต่อไปในอนาคตโดยออกแบบงานวิจัยให้เป็นโปรแกรมการฝึกแบบระยะยาว และติดตามผลต่อเนื่องเพื่อประเมินความคงทนของผลลัพธ์และความสามารถในการถ่ายโอนทักษะที่ได้รับไปสู่สถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

เอกสารอ้างอิง

กนิษฐา เสนาะเสียง. (2565). *ผลทันทีของการฝึกการก้าวเท้าป้องกันล้มด้วยตนเองในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลัน*. สารนิพนธ์ (วท.ม. (กายภาพบำบัด)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชญาณี ลิ้มสุวรรณ, รัมภา บุญสินสุข, วันวิสาข์ พานิชาภรณ์, นิธินันท์ ชัยคีรี และ พรพรหม เชยะสิทธิ์. (2566). *ความเชื่อมั่นและความตรงเชิงสภาพของแบบประเมินระดับความมั่นใจในการกลับสู่สมดุลฉบับภาษาไทย (BRC-Thai) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง*. บทความนำเสนอในการประชุมวิชาการกายภาพบำบัดแห่งชาติ ครั้งที่ 5.

Chayasit, P., Hollands, K., Hollands, M., & Boonsinsukh, R. (2022). Immediate effect of voluntary-induced stepping response training on protective stepping in persons with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation, 44*(3), 420-427.

Chayasit, P., Hollands, K., Hollands, M., & Boonsinsukh, R. (2020). Characteristics of Voluntary-induced Stepping Response in Persons with Stroke compared with those of healthy Young and Older Adults. *Gait & Posture, 82*, 75-82.

Demircioglu-Karagoz, A., Sahin, U. K., Dag, O., & Sari, I. F. (2025). Fear of falling is a top issue for older adults with a history of falling: multidimensional perspective. *Psychogeriatrics, 25*(3), e70029.

Devasahayam, A. J., Farwell, K., Lim, B., Morton, A., Fleming, N., Jagroop, D., ... & Mansfield, A. (2023). The effect of reactive balance training on falls in daily life: an updated systematic review and meta-analysis. *Physical therapy, 103*(1), pzac154.

Dominguez, L. (2020). Postural control and perturbation response in aging populations: fall risk implications. *Journal of Neurophysiology, 124*(5), 1309-1311.

Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and ageing, 35*(suppl_2), ii7-ii11.

Horak, F. B., Wrisley, D. M., & Frank, J. (2009). The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Physical therapy, 89*(5), 484-498.

Kawano, M. M., Ambar, G., Oliveira, B. I., Boer, M. C., Cardoso, A. P., & Cardoso, J. R. (2010). Influence of the gastrocnemius muscle on the sit-and-reach test assessed by angular kinematic analysis. *Brazilian Journal of Physical Therapy, 14*, 10-15.

Lang, C. E., MacDonald, J. R., Reisman, D. S., Boyd, L., Kimberley, T. J., Schindler-Ivens, S. M., ... & Scheets, P. L. (2009). Observation of amounts of movement practice provided during stroke rehabilitation. *Archives of physical medicine and rehabilitation, 90*(10), 1692-1698.

Luchies, C. W., Alexander, N. B., Schultz, A. B., & Ashton-Miller, J. (1994). Stepping responses of young and old adults to postural disturbances: kinematics. *Journal of the American Geriatrics Society, 42*(5), 506-512.

Maki, B. E., & McIlroy, W. E. (1997). The role of limb movements in maintaining upright stance: the “change-in-support” strategy. *Physical therapy, 77*(5), 488-507.

Mansfield, A., Peters, A. L., Liu, B. A., & Maki, B. E. (2007). A perturbation-based balance training program for older adults: study protocol for a randomised controlled trial. *BMC geriatrics, 7*, 1-14.

McCrum, C., Gerards, M. H., Karamanidis, K., Zijlstra, W., & Meijer, K. (2017). A systematic review of gait perturbation paradigms for improving reactive stepping responses and falls risk among healthy older adults. *European review of aging and physical activity, 14*, 1-11.

Montero-Odasso, M., Van Der Velde, N., Martin, F. C., Petrovic, M., Tan, M. P., Ryg, J., ... & Masud, T. (2022). World guidelines for falls prevention and management for older adults: a global initiative. *Age and ageing, 51*(9), afac205.

Ngamsangiam, P., & Suttanon, P. (2020). Risk factors for falls among community-dwelling elderly people in Asia: a systematic review. *Science & Technology Asia,* 105-126.

Oliveira, M. R., Vieira, E. R., Gil, A. W., Fernandes, K. B., Teixeira, D. C., Amorim, C. F., & Da Silva, R. A. (2018). One-legged stance sway of older adults with and without falls. *PloS one, 13*(9), e0203887.

Pallant, J. (2020). *SPSS Survival Manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. 7th ed. Routledge.

Rattanavichit, Y., Chaikeeree, N., Boonsinsukh, R., Wittana, K., Meangsombut, P., Teachachaisakul, P., & Locaapichai, H. (2020). แบบประเมินการทรงตัว Mini-BESTest ฉบับภาษาไทย: การแปลพร้อมกับการศึกษาความเที่ยงของผู้ประเมินและความตรงของแบบประเมินในผู้สูงอายุ. *วารสารกายภาพบำบัด, 42*(3), 174-185.

Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *Journal of aging and physical activity, 7*(2), 162-181.

Schoenfeld, M. J., Thom, J., Williams, J., Stagg, C. J., & Zich, C. (2024). Relationship between skill training and skill transfer through the example of bimanual motor learning. *European Journal of Neuroscience, 59*(1), 54-68.

Soh, S. L. H. (2022). Measures of falls efficacy, balance confidence, or balance recovery confidence for perturbation-based balance training. *Frontiers in sports and active living, 4*, 1025026.

Tangwongchai, S., Phanasathit, M., Charernboon, T., Akkayagorn, L., Hemrungrojn, S., Phanthumchinda, K., & Nasreddine, Z. (2009). The validity of thai version of the montreal cognitive assessment (MoCA-T). *Dement Neuropsychol, 3*(2), 172.

Vieira, E. R., Oliveira, M., Gil, A., Fernandes, K., Teixeira, D., Amorim, C. F., & Silva, R. D. (2019). One-Legged Stance Balance of Older Adults with and Without Falls. *Innovation in Aging, 3*(Supplement_1), S470-S470.

Xiong, Y. Z., Xie, X. Y., & Yu, C. (2016). Location and direction specificity in motion direction learning associated with a single-level method of constant stimuli. *Vision Research, 119*, 9-15.

Yang, F., Bhatt, T., & Pai, Y. C. (2013). Generalization of treadmill-slip training to prevent a fall following a sudden (novel) slip in over-ground walking. *Journal of biomechanics, 46*(1), 63-69.

Yingyongyudha, A., Saengsirisuwan, V., Panichaporn, W., & Boonsinsukh, R. (2016). The Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) demonstrates higher accuracy in identifying older adult participants with history of falls than do the BESTest, Berg Balance Scale, or Timed Up and Go Test. *Journal of geriatric physical therapy, 39*(2), 64-70.

Young, W. R., & Williams, A. M. (2015). How fear of falling can increase fall-risk in older adults: applying psychological theory to practical observations. *Gait & posture, 41*(1), 7-12.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.

Copyright: © 2025 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).