

ผลของการฝึกก้าวขาเพื่อรักษาสมดุลจากการกระตุ้นให้เสียสมดุลด้วยตนเองต่อความสามารถ
ในการทรงตัว ความเสี่ยงในการหกล้มและภาวะกลัวการหกล้มในผู้สูงอายุที่อาศัยในชุมชน
ศุภกรใจ วุฒิกิจโกศล ภก.
งานกายภาพบำบัดกลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟูโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า

Effect of voluntary-induced stepping response training on balance, risk to fall, and fear of
falling among community-dwelling older adults
Sukjai Vuttikitgosol PT.
Physical therapy and rehabilitation department, Pranangkla Hospital

บทคัดย่อ

บทนำ การฝึกปฏิบัติการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขาสามารถลดอัตราการหกล้มได้ถึงร้อยละ 50 แต่ยังมีข้อจำกัดในการฝึกอย่างต่อเนื่องเพื่อคงผลของการป้องกันการหกล้ม จากค่าใช้จ่ายที่เกิดจากอุปกรณ์ที่มีราคาแพงหรือต้องใช้แรงช่วยจากนักกายภาพบำบัดในการทำให้เสียสมดุล การฝึกปฏิบัติการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขาผ่านการกระตุ้นให้เกิดเสียสมดุลด้วยตนเอง (volitional-induced stepping response training; VSR) จึงเป็นทางเลือกที่สำคัญของปัญหานี้

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการฝึก VSR กับการฝึกโดยให้แรงรบกวนการทรงตัวจากนักกายภาพบำบัด (manual perturbation) ต่อความสามารถในการทรงตัว ความเสี่ยงในการหกล้มและภาวะกลัวการหกล้มในผู้สูงอายุที่อาศัยในชุมชน

วิธีการศึกษา เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุมในผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มจำนวน 60 คนถูกสุ่มแบบปกปิดออกเป็นกลุ่ม VSR และกลุ่ม manual perturbation กลุ่ม VSR ได้รับการฝึกปฏิบัติการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขาผ่านการกระตุ้นให้เกิดเสียสมดุลด้วยตนเอง ครั้งละ 30 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในขณะที่กลุ่ม manual perturbation ได้รับการฝึกเช่นเดียวกันแต่ใช้แรงช่วยจากนักกายภาพบำบัดในการทำให้เสียสมดุลโดยผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการประเมินความสามารถในการทรงตัว ความเสี่ยงในการหกล้ม ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และภาวะกลัวการหกล้มที่ก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก 4 สัปดาห์และ 8 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและ repeated-measures ANOVA

ผลการศึกษา หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกพบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ย Mini-BESTest เพิ่มขึ้น ($p < 0.001$) ระยะเวลาเฉลี่ยในการประเมิน TUG และ FTSTS ลดลง และคะแนนเฉลี่ยของ FES-I ลดลง ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ของการฝึกและเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องจนเมื่อฝึกครบ 8 สัปดาห์ (time effect $p < 0.001$) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่ม มีเพียงคะแนนเฉลี่ย Mini-BESTest ของกลุ่ม VSR ที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม manual perturbation อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ถึง 8 (interaction effect $p < 0.001$)

อภิปรายและสรุปผล การฝึกแบบ VSR มีผลต่อความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่สัมพันธ์กับการทรงตัว ความเสี่ยงในการหกล้ม และภาวะกลัวการหกล้มไม่แตกต่างจากการฝึกโดยให้แรงรบกวนการทรงตัวจากนักกายภาพบำบัด ในผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงของการหกล้ม

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, หกล้ม, การฝึกปฏิบัติการปรับการทรงตัว

ผู้นิพนธ์ประสานงาน:

ศุภกรใจ วุฒิกิจโกศล ภภ. งานกายภาพบำบัดกลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟูโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า

โทร. 02-528-4567 ต่อ 41201 E-mail: Vuttikitgosol@gmail.com

Abstract

Introduction: Perturbation-based balance training reduced fall rate up to 50 percent. But the cost effective for long-term maintenance of fall prevention effect of these training program is high from expensive equipment or requiring physical therapist. Volitional-induced stepping response training (volitional-induced stepping response training; VSR) is an important solution to this problem.

Objective: To investigating effects of VSR training and therapist-applied perturbations (manual perturbation) training on balance, risk to fall, and fear of falling among community-dwelling older adults at-risk of fall

Methods: The design of this study was a randomized controlled trial. Sixty older adults at-risk of fall were randomly allocated into either the VSR group and the manual perturbation group. The VSR group received 30-minute volitional-induced stepping response training, 2 time a week for 8 weeks whereas the manual perturbation group received the same training but used physical therapist-induced perturbation. Participants' balance and fall risk, lower limb strength and fear of falling were assessed at baseline and at the 4th week and the 8th week. Data gathered were analyzed by descriptive statistics and repeated measures ANOVA.

Results: Both groups showed significant improvements of Mini-BESTest and FES-I scores, time to complete TUG and FTSTS test from baseline to at the 4th week of training and continued to increase at 8th week of training (time effect $p < 0.001$). When comparing between two groups, the Mini-BESTest scores were significantly improved in the VSR group than the manual perturbation group, from 4th week of training to 8th week of training (interaction effect $p < 0.001$).

Discussion and conclusion: This study showed that VSR improved balance, leg muscle strength and reduced risk of falling and fear of falling in community-dwelling older adults at-risk of fall as same as therapist-applied perturbations training

Keywords: elderly, falls, reaction balance training

Corresponding author:

Sukjai Vuttikitgosol, PT. Physical therapy and rehabilitation department, Pranangkla Hospital

Tel. 02-528-4567 ต่อ 41201 E-mail: Vuttikitgosol@gmail.com

บทนำ (Introduction)

ในแต่ละปีมีผู้สูงอายุร้อยละ 27 หกล้มอย่างน้อย 1 ครั้งและอุบัติการณ์หกล้มนี้เพิ่มมากขึ้นตามอายุ⁽¹⁾ ผลจากการหกล้มอาจเป็นอันตรายถึงชีวิต หรือทำให้กระดูกหักจนนำไปสู่การเจ็บป่วยเรื้อรัง กลัวการหกล้มจนไม่กล้าทำกิจกรรมหรือเดินออกนอกบ้านด้วยตนเอง⁽²⁾ สาเหตุการหกล้มในผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชุมชนส่วนใหญ่คือการลื่น สะดุด หรือก้าวพลาดบนพื้นระดับเดียวกันในขณะเดิน⁽¹⁾ สาเหตุหนึ่งมาจากความบกพร่องของปฏิกิริยาการปรับการทรงตัว (reactive balance) ซึ่งเป็นกลไกการตอบสนองอัตโนมัติ (adaptive mechanism) เมื่อเสียการทรงตัวจากแรงรบกวนที่ไม่รู้ล่วงหน้าเพื่อป้องกันตนเองจากการหกล้ม⁽³⁾ การเสื่อมที่เป็นไปตามวัยขององค์ประกอบต่างๆ ของการควบคุมการทรงตัว เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา⁽⁴⁾ ระบบรับรู้ความรู้สึกจากการมองเห็นข้อต่อ ผิวกาย และเวสติบูลาร์⁽⁵⁻⁷⁾ ทำให้ผู้สูงอายุใช้ข้อมูลจากการมองเห็นในการควบคุมการทรงตัวมากขึ้น (visual reliance)⁽⁸⁾ กล้ามเนื้อควบคุมการทรงตัวตอบสนองช้าลง⁽⁸⁾ มีการลดลงของมวลกระดูกที่เสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหักมากขึ้น ข้อเสื่อม และเกิดการยึดติดของข้อได้ง่ายขึ้น⁽⁹⁾ ล้วนเป็นปัจจัยส่งเสริมให้ปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวทำงานได้ล่าช้าและไม่มีประสิทธิภาพจนเป็นปัจจัยเสี่ยงของการหกล้มที่สำคัญ⁽¹⁰⁻¹¹⁾ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าผู้สูงอายุเลือกใช้ปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวเพื่อรักษาสมดุลในรูปแบบการก้าวขา (stepping strategy) แม้ในการเสียสมดุลเพียงเล็กน้อยที่จุดศูนย์ถ่วงมวลยังคงอยู่ในฐานรองรับเมื่อเปรียบเทียบกับวัยผู้ใหญ่ที่ใช้รูปแบบข้อเท้า (ankle strategy) หรือรูปแบบข้อสะโพก (hip strategy) มากกว่า⁽¹²⁾ รูปแบบการก้าวขาที่ผู้สูงอายุใช้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการรักษาสมดุลต่ำเนื่องจากความยาวของการก้าวขาสั้นและมักไม่เพียงพอในการรักษาสมดุลด้วยการก้าวขาเพียง 1 ก้าว (single step response) ต้องใช้การก้าวขາหลายก้าว (multiple step response) และมักทำให้จุดศูนย์ถ่วงตกไปทางด้านข้างทำให้ต้องก้าวขาอีกหลายครั้งเพื่อรักษาสมดุล ซึ่งการก้าวขาหลายครั้งเพื่อรักษาสมดุลมักไม่สำเร็จและนำไปสู่การหกล้ม นอกจากความยาวของการก้าวขาที่สั้นลง ผู้สูงอายุยังมีการชนกันของขาในขณะก้าวมากกว่าในวัยผู้ใหญ่โดยเฉพาะเมื่อต้องก้าวขาเพื่อรักษาสมดุลในขณะเดิน พบในช่วงที่มีการยกเท้าขึ้น (control of swing phase) และในขณะที่จะวางเท้าลง (landing)⁽¹³⁾ ซึ่งการชนกันของขานี้เป็นการทำงานความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของการหกล้มในชีวิตประจำวันเช่นกัน⁽¹³⁾

จากการศึกษาแบบทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์หือมิทาน แนะนำว่าโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มที่ไม่มีการฝึกปฏิกิริยาการปรับการทรงตัว (reactive balance training) เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม จะมีประสิทธิภาพของการป้องกันการหกล้มต่ำ การฝึกปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขา (stepping response training) สามารถลดอัตราการหกล้มได้ถึงร้อยละ 50 และเพิ่มความเร็วในการตอบสนอง ความสามารถในการทรงตัวและการเดิน ความสามารถในการปรับการทรงตัวเมื่อเสียการทรงตัว⁽¹⁴⁾ การฝึกปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขาสามารถลดอัตราการหกล้มได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การออกกำลังกายทั่วไป หรือการฝึกการปรับการทรงตัวแบบรู้ล่วงหน้า (anticipatory balance control) ที่สามารถป้องกันการหกล้มได้เพียงร้อยละ 24-38⁽¹⁵⁾ การฝึกปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขานี้ ไม่ทำให้เกิดอันตรายที่ไม่พึงประสงค์หรือรุนแรงกับผู้สูงอายุ ผู้ป่วยพาร์กินสันหรือผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองทั้งในขณะฝึกในห้องปฏิบัติการและฝึกกับนักกายภาพบำบัด⁽¹⁴⁾ การฝึกปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขาในการศึกษาที่ผ่านมาประกอบด้วย การฝึกผ่านการกระตุ้นโดยการทำให้เสียสมดุลจากแรงรบกวนภายนอก (external perturbation) เช่น พื้นที่สามารถขยับได้ (moveable platform) ติดตั้งบนพื้นหรือบนลู่วิ่งที่มีการเคลื่อนที่โดยที่ผู้ฝึกไม่ทราบล่วงหน้าในแนวเส้นตรงในทิศทางหน้า หลัง ซ้ายและขวา และในรูปแบบกระดกขึ้นลง หรือ

ฝึกโดยใช้ระบบรอก (cable-release system) ที่ให้แรงดึงในขณะที่ผู้ฝึกเอนตัวไปในทิศทางต่างๆ จนจุดศูนย์ถ่วงมวลออกนอกฐานรองรับจากนั้นรอกจะปล่อยแรงช่วยดึงทันทีโดยที่ผู้ฝึกไม่ทราบล่วงหน้า เพื่อกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขา พบว่าการฝึกด้วย moveable platform หรือระบบรอกสามารถลดอัตราการหกล้ม ความรุนแรงของการหกล้ม และความเสี่ยงต่อการหกล้มได้มากกว่ากลุ่มควบคุม⁽¹⁶⁾ แต่การฝึกด้วยอุปกรณ์นี้มีข้อจำกัดในการนำมาใช้ในทางคลินิกเนื่องจากอุปกรณ์มีราคาแพง ขนาดใหญ่ไม่เหมาะกับการฝึกเองที่บ้านหรือในชุมชนหรือแม้แต่คลินิกกายภาพบำบัดทั่วไป ในทางคลินิกจึงมีการประยุกต์ใช้แรงรบกวนการทรงตัวจากนักกายภาพบำบัด (manual multi-direction perturbation) เพื่อกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขา โดยนักกายภาพบำบัดให้แรงช่วย (support) คล้ายการทำงานของระบบรอกตั้งให้ผู้สูงอายุเอนตัวไปในทิศทางต่างๆ จนจุดศูนย์ถ่วงมวลเคลื่อนที่ออกนอกฐานรองรับ จากนั้นนักกายภาพบำบัดจะปล่อยมือที่ support ออกโดยไม่บอกให้ผู้สูงอายุทราบล่วงหน้า พบว่าการฝึกด้วยวิธีนี้รวมกับการฝึกการทรงตัวและการรับรู้เป็นเวลา 45 นาทีต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทำให้ผู้สูงอายุมีภาวะกลัวการหกล้มลดลง มีรูปแบบก้าวขาและเดินที่เร็วขึ้น และยังช่วยลดความเสี่ยงของการหกล้มจากการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทรงตัว และการเดินในผู้ป่วยพาร์กินสันและผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ไม่พบรายงานเกี่ยวกับอันตรายที่รุนแรงจากการฝึกชนิดนี้ แต่การฝึกนี้อาจทำให้ผู้สูงอายุที่ไม่สะดวกเดินทางมาฝึกที่คลินิก จากปัญหาค่าใช้จ่าย หรือปัญหาการเดินทางไม่สามารถเข้าถึงการฝึกได้ ทำให้ผลของการป้องกันการหกล้มลดลงเมื่อไม่ได้รับการฝึกต่อเนื่อง

Chayasit และคณะได้ทำการศึกษาผลของการฝึกปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขา ผ่านการกระตุ้นให้เกิดเสียสมดุลด้วยตนเอง (volitional-induced stepping response training; VSR) โดยให้ผู้ฝึกเอนตัวไปในทิศทางต่างๆ ด้วยตนเองจนเกิดการเสียสมดุลจนต้องก้าวขาเพื่อปรับการทรงตัว พบว่าการฝึก VSR นี้ให้ผลที่ไม่แตกต่างจากการฝึกด้วย moveable platform ในการเพิ่มความกว้างของก้าว (step width) เพิ่มอัตราความสำเร็จของการก้าวขาเพื่อรักษาสมดุลเพียง 1 ก้าว ลดการก้าวขหลายก้าวและการเอื้อมมือจับเพื่อรักษาสมดุลเพื่อปรับการทรงตัวในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง และมีเฉพาะกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบ VSR เท่านั้นที่มีร้อยละของการก้าวขาต้านอ่อนแรงเพื่อปรับการทรงตัวเพิ่มขึ้น⁽¹⁷⁾ อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่พบการศึกษาผลของการฝึก VSR ในผู้สูงอายุ ซึ่งน่าจะเป็นรูปแบบการฝึกที่สำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนในการป้องกันการหกล้ม ที่ผู้สูงอายุสามารถฝึกได้เองอย่างต่อเนื่องที่บ้าน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึก VSR กับการให้แรงรบกวนการทรงตัวจากนักกายภาพบำบัด (manual perturbation) เพื่อกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขาต่อความสามารถในการทรงตัว ความเสี่ยงในการหกล้มและภาวะกลัวการหกล้มในผู้สูงอายุที่อาศัยในชุมชน

วัตถุประสงค์ (Objectives)

เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขาผ่านการกระตุ้นให้เกิดเสียสมดุลด้วยตนเอง (VSR) กับการให้แรงรบกวนการทรงตัวจากนักกายภาพบำบัด (manual perturbation) ต่อความสามารถในการทรงตัว ความเสี่ยงในการหกล้มและภาวะกลัวการหกล้มในผู้สูงอายุที่อาศัยในชุมชน

วิธีการศึกษา (Materials and Methods)

รูปแบบงานวิจัย

การทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (randomized controlled trial; RCT) โดยมีการประเมินที่ก่อนการฝึก (baseline) ระหว่างฝึก (4 สัปดาห์) และหลังการฝึกปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขา (8 สัปดาห์) ในผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชุมชนจำนวน 60 คน

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม G*Power 3.1 โดยกำหนดสถิติชนิด ANOVA: repeated measures, within-between interaction กำหนด test family เป็น F tests กำหนดค่า Effect size เท่ากับ 0.27 ค่า Power เท่ากับ 0.8 และค่าแอลฟาเท่ากับ 0.05 และกำหนด number of measurements เท่ากับ 3 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 24 คน และ เพื่อป้องกันการถอนตัวหรือยุติการเข้าร่วมในระหว่างการศึกษา (drop out) จึงเพิ่มขนาดตัวอย่างอีกร้อยละ 20 รวมมีผู้เข้าร่วมวิจัยกลุ่มละ 30 คน

เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย (inclusion criteria)

1. เป็นผู้ที่มีความอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 60 ปีขึ้นไปที่อยู่อาศัยอยู่ในชุมชน สามารถทำกิจวัตรประจำวันพื้นฐานได้ด้วยตนเอง
2. สามารถเดินได้ด้วยตนเองอย่างน้อย 3 เมตรโดยใช้หรือไม่ใช้เครื่องช่วยเดิน
3. มีความเสี่ยงต่อการล้มเมื่อประเมินด้วย Thai-FRAT หรือ TUG

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1. มีการบกพร่องของการสื่อสาร ไม่สามารถทำตามคำสั่งได้
2. มีปัญหาการรับรู้ คะแนน MMSE น้อยกว่า 24 คะแนน
3. มีปัญหาทางสายตา การได้ยินที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขที่มีผลต่อการทดสอบและการออกกำลังกาย
4. มีโรคหรือภาวะอื่นๆ ทางระบบประสาทที่มีผลต่อการทรงตัว เช่น โรคพาร์กินสัน เวียนศีรษะบ้านหมุน โรคหลอดเลือดสมอง เป็นต้น มีโรคหรือภาวะทางระบบกระดูกที่ขัดขวางการประเมินการทรงตัว เช่น กระดูกหักที่ยังสมานไม่สมบูรณ์ ภาวะข้อเสื่อมหรือโรคเกาต์ที่มีอาการปวด เป็นต้น
5. เป็นโรคหัวใจหรือโรกระบบทางเดินหายใจที่อาการทางคลินิกยังไม่คงที่

เครื่องมือในการวิจัย

1. แบบทดสอบสภาพสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย (Thai Mini-Mental State Examination; MMSE-Thai) ประกอบด้วย 6 ข้อคำถามเกี่ยวกับ Orientation, Registration, Attention, Calculation, Language และ Recall คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่า 23 ถือว่าผิดปกติ อย่างไรก็ตามคะแนน MMSE ได้รับอิทธิพลจากระดับการศึกษาจึงต้องใช้จุดตัดตามระดับการศึกษา 1) ไม่ได้เรียนหนังสือ <14 เต็ม 23 (ไม่ต้องทำข้อ 4, 9, 10) ; 2) เรียนระดับประถมศึกษา <17 เต็ม 30) เรียนระดับสูงกว่าประถมศึกษา <22 เต็ม 30 แบบประเมินนี้มีความน่าเชื่อถือ ค่า ICC=0.98⁽¹⁸⁻¹⁹⁾

2. แบบประเมินปัจจัยเสี่ยงของการหกล้ม (Thai Fall Risk Assessment Test; Thai-FRAT) ใช้สำหรับการคัดกรองความเสี่ยงของการหกล้ม โดยประเมิน 6 ปัจจัยเสี่ยงของการหกล้มหลักประกอบด้วย ประวัติการหกล้ม การบกพร่องของการทรงตัว เพศหญิง การใช้ยาบางประเภท ปัญหาสายตา และการอาศัยอยู่ในบ้านทรงไทยจากการสอบถาม คะแนนเต็ม 11 คะแนน และจุดตัดที่ดีที่สุดในการบ่งชี้ความเสี่ยงของการหกล้มคือ มีคะแนนเท่ากับ 4 โดยมีค่าความไวและความจำเพาะเท่ากับ 0.92 และ 0.83 ตามลำดับ พบว่า Thai-FRAT มีความตรงและความน่าเชื่อถือในการประเมินความเสี่ยงต่อการหกล้ม⁽²⁰⁾

3. แบบประเมิน Timed Up and Go test (TUG) ใช้สำหรับการคัดกรองความเสี่ยงของการหกล้ม ผ่านการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะลุกขึ้นยืนและเดินเป็นระยะทาง 3 เมตร การประเมินนี้มีความตรงในการวัดการทรงตัวเมื่อเปรียบเทียบกับแบบประเมินการทรงตัว BBS ($r = -0.72$) และมีความน่าเชื่อถือในการวัดดีเยี่ยม (ICC = 0.95-0.99) จุดตัด (cutoff score) ที่ระบุความเสี่ยงของการหกล้ม คือ 13.20 วินาที ที่ AUC เท่ากับ 0.63 (0.59 to 0.66) ที่ความไว (sensitivity) เท่ากับ 0.39 (0.22-0.59) และความจำเพาะ (specificity) เท่ากับ 0.74(0.63-0.88)⁽²¹⁻²²⁾

4. แบบประเมิน Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) ใช้ประเมินความสามารถในการทรงตัวและความเสี่ยงของการหกล้ม ประเมินความสามารถในการทรงตัวใน 4 ด้านคือ 1.) Anticipatory, 2.) Reactive postural control, 3.) Sensory orientation, และ 4.) Dynamic gait มีทั้งหมด 14 รายการทดสอบ ในแต่ละการทดสอบคะแนนความสามารถในการทรงตัวแบ่งเป็น 3 ระดับคะแนน ทรงตัวไม่ได้หรือได้ไม่ดีได้ 0 คะแนน และได้ 2 คะแนน ถ้าทรงตัวได้ปกติหรือได้ตามเวลาที่กำหนด คะแนนเต็มเท่ากับ 28 คะแนน แบบประเมินนี้มีความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับดี (ICC = 0.86) มีความเที่ยงในการวัดซ้ำอยู่ในระดับปานกลาง (ICC = 0.73) คะแนนที่จุดตัดที่ระบุความเสี่ยงของการหกล้มคือ 16 จาก 28 คะแนน ที่ AUC เท่ากับ 0.84 มีความถูกต้องในการทำนายการหกล้ม (posttest accuracy) สูงถึง 85% ที่ความไวเท่ากับ 85% และความจำเพาะเท่ากับ 75%⁽²²⁾ ในผู้สูงอายุที่สุขภาพดีที่อาศัยอยู่ในชุมชน

5. แบบประเมิน The Five Times Sit to Stand Test (FTSTS) ใช้เพื่อประเมินความแข็งแรงของขา ในขณะที่ทำกิจกรรม การเคลื่อนย้ายตนเอง การทรงตัว ที่สัมพันธ์กับความเสี่ยงจากการหกล้มในผู้สูงอายุ โดยให้ผู้ทดสอบลุกขึ้นยืนจากท่านั่งและกลับไปนั่งจำนวน 5 ครั้ง จับเวลาที่ใช้ในการลุกยืนที่สมบูรณ์ทั้ง 5 ครั้ง หน่วยเป็นวินาที การแปลผลขึ้นกับระยะเวลาที่ใช้ หากใช้เวลาน้อยแสดงถึงความแข็งแรงของขาในขณะที่ทำกิจกรรมที่มาก เวลาเฉลี่ยในผู้ที่มีอายุระหว่าง 60-69 ปี คือ 11.4 วินาทีสำหรับ อายุระหว่าง 70-79 ปี คือ 12.6 วินาที และผู้ที่มีอายุที่มากกว่า 80 ปีคือ 14.8 วินาที การทดสอบนี้มีความเที่ยงระหว่างตัวผู้ประเมินและในการทดสอบซ้ำที่ดีเยี่ยม (ICC: 0.91-0.98)⁽²³⁾ ในผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดี

6. แบบประเมิน Thai Fall-related Self Efficacy Scale (FES-I) ใช้ประเมินภาวะกลัวการหกล้ม ประกอบด้วยคำถามที่เกี่ยวข้องกับระดับความกลัวการหกล้มเมื่อต้องทำกิจกรรม 16 กิจกรรม ทั้งกิจกรรมทางกาย และกิจกรรมทางสังคมทั้งที่ง่ายและยากเหมาะกับผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชุมชน เกณฑ์การให้คะแนน 1-4 คะแนน ให้คะแนนเท่ากับ 1 คะแนนคือไม่กลัวหกล้มเลย ให้คะแนนเท่ากับ 2 คะแนน คือกลัวหกล้มเล็กน้อย ให้คะแนนเท่ากับ 3 คะแนน คือกลัวหกล้มมาก และให้คะแนนเท่ากับ 4 คะแนน คือ กลัวหกล้มมากที่สุด คะแนนรวมอยู่ระหว่าง 16-64 คะแนน การแปลผล คะแนน 16-21 คะแนน แสดงว่าไม่กลัวการหกล้ม คะแนน 22-27 คะแนน แสดงว่ากลัวการหกล้มเล็กน้อยถึงปานกลาง และคะแนน 28-64 คะแนน แสดงว่ากลัวการหกล้มมาก แบบประเมินนี้พบว่ามีความเที่ยง เท่ากับ 0.95 และมีค่าความตรง (Concurrent validity) เท่ากับ 0.94⁽²⁴⁾

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การศึกษานี้ได้รับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์โรงพยาบาลพระนั่งเกล้าเอกสารเลขที่ PE 6522

2. ผู้วิจัยคนที่ 2-4 ที่ทำหน้าที่ประเมินทำความเข้าใจเกณฑ์การประเมินและฝึกฝนการใช้แบบประเมิน และทดสอบ inter-rater reliability และ intra-rater reliability ของผู้วิจัยกับอาสาสมัครจำนวน 12 คน จนได้ค่า reliability อยู่ในระดับดี (ค่า ICC อยู่ในช่วง 0.96-0.99)

3. ผู้วิจัยคนที่ 1 ทำหน้าที่คัดกรองผู้สูงอายุตามเกณฑ์การคัดเข้า หากผู้สูงอายุผ่านเกณฑ์การคัดเข้า ผู้วิจัยจะอธิบายเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ขั้นตอน ประโยชน์และความเสี่ยงของการวิจัยให้กับผู้สูงอายุ เพื่อประกอบการพิจารณาเข้าร่วมงานวิจัย หากผู้สูงอายุตัดสินใจเข้าร่วม ให้ลงชื่อในใบแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

4. ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการสอบถามข้อมูลเบื้องต้น เช่น อายุ น้ำหนัก ระดับความสามารถในการเคลื่อนไหว เป็นต้น ประเมินการรับรู้ด้วยแบบประเมิน MMSE ประวัติการล้มและความเสี่ยงของการล้มด้วยแบบประเมิน Thai-FRAT และ TUG เพื่อคัดกรองอีกครั้งว่าผู้เข้าร่วมวิจัยมีคุณสมบัติที่ไม่ตรงตามเกณฑ์คัดออก จากนั้น

ผู้สูงอายุที่เข้าร่วมวิจัยจะถูกสุ่มเข้ากลุ่มฝึกด้วยวิธีการสุ่มหยิบซองปิดผนึกจำนวน 60 ซองที่มีชื่อกลุ่ม VSR หรือกลุ่ม manual perturbation ระบุไว้ภายในปะปนกันอย่างละ 30 ซอง

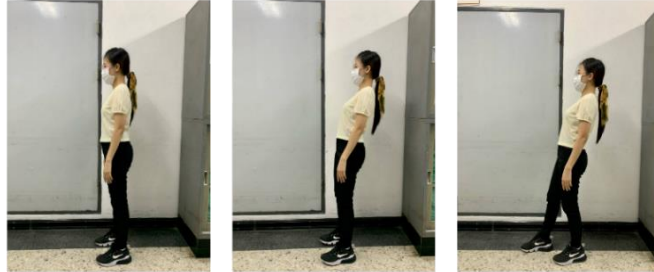
5. ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการประเมินก่อนเริ่มโปรแกรมการฝึก โดยผู้วิจัยคนที่ 2-4 ที่ไม่ทราบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่กลุ่ม VSR หรือกลุ่ม manual perturbation ประกอบด้วยการประเมินการทรงตัวและความเสี่ยงของการหกล้มด้วยแบบประเมิน Mini-BESTest ประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยแบบประเมิน FTSST และประเมินภาวะกล้ามเนื้อการหกล้มด้วยแบบประเมิน Thai FES-I

6. ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสองกลุ่มจะได้รับการให้ความรู้เพื่อการสร้างตระหนักรู้ต่อความเสี่ยงของการหกล้ม ปัจจัยเสี่ยงของการหกล้ม ความสำคัญของการป้องกันการหกล้ม ความรู้เกี่ยวกับวิธีการลดความเสี่ยงของการหกล้มการปรับสภาพแวดล้อมเพื่อลดความเสี่ยง และคำแนะนำเกี่ยวกับการโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้ม ผ่านการบรรยาย และคู่มือการป้องกันการหกล้ม หลังจากที่ได้รับการประเมินก่อนเข้าร่วมการศึกษา (baseline)

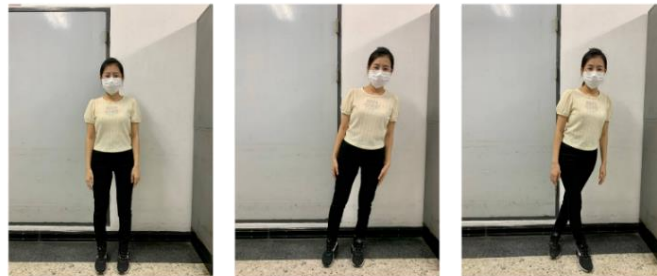
7. ผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่ม VSR จะได้รับการฝึกโดยผู้วิจัยคนที่ 5 ในครั้งแรก จะได้รับการฝึกภายใต้คำแนะนำของนักกายภาพบำบัด เพื่อแนะนำการจัดสถานที่ฝึกและกำหนดระดับความยากของการฝึกให้เหมาะสมกับระดับความสามารถตั้งต้นของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคน ผ่านการสาธิต ทดลองทำและให้ข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อปรับทำการฝึกจนผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถทำได้อย่างถูกต้อง โดยให้ผู้ฝึกเอนตัวโดยที่ไม่มีกรงข้อเท้าหรือข้อสะโพกไปด้านหน้า ด้านหลัง ด้านซ้ายและขวาด้วยตนเองจนรู้สึกว่ายากกว่าตนเองสูญเสียการทรงตัวจนต้องก้าวขาออกมาเพื่อรักษาสมดุล ฝึกด้านละ 30 ครั้ง (10 ครั้งพัก 2-5 นาที) ฝึก 2 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากนั้นจะมีการติดตามการฝึกทางโทรศัพท์อาทิตย์ละ 1 ครั้งเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของการฝึก ประเมินปัญหาหรือข้อจำกัดที่เกิดขึ้น และปรับความยากของการฝึกให้เพิ่มมากขึ้น ระดับของความยากจะถูกกำหนดจาก limit of stability ของแต่ละคนที่ตนเองรับรู้ เช่น คนที่มี limit of stability น้อยก็จะเอนตัวออกมาได้เพียงเล็กน้อยก็จะกระตุ้นให้เกิดรูปแบบการก้าวขาเพื่อปรับการทรงตัวเกิดขึ้น หากผู้เข้าร่วมวิจัยมีระดับความสามารถเพิ่มมากขึ้น จะต้องเอนตัวออกมาได้ไกลมากขึ้นเช่นกันถึงจะกระตุ้นให้เกิดรูปแบบการก้าวขาเพื่อปรับการทรงตัว



รูปที่ 1 การฝึก VSR ทางด้านหน้า



รูปที่ 2 การฝึก VSR ทางด้านหลัง



รูปที่ 3 การฝึก VSR ทางด้านซ้าย



รูปที่ 4 การฝึก VSR ทางด้านขวา

8. ผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่ม manual perturbation ฝึกโดยมีแรงช่วยจากนักกายภาพบำบัดที่บริเวณไหล่หรือสะโพก เพื่อให้ผู้สูงอายุกล้าเอนตัวจนจุดศูนย์ถ่วงมวลเคลื่อนที่ออกนอกฐานรองรับของร่างกาย จากนั้นนักกายภาพบำบัดจะปล่อยมือที่ช่วย ออกโดยไม่บอกให้ผู้สูงอายุทราบล่วงหน้า เพื่อกระตุ้นให้เกิดรูปแบบการก้าวขาเพื่อปรับการทรงตัวกำหนดระดับความยากของการฝึกให้เหมาะกับระดับความสามารถตั้งต้นของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคน ฝึกด้านละ 30 ครั้ง (10 ครั้งพัก 2-5 นาที) ฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ระดับของความยากจะถูกกำหนดจาก limit of stability ของแต่ละคนหากนักกายภาพบำบัดพบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยมีระดับความสามารถเพิ่มมากขึ้น จะกระตุ้นให้มีการเอนตัวออกมาไกลมากขึ้นเพื่อกระตุ้นให้เกิดการก้าวขาเพื่อรักษาสมดุล

9. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการประเมินการทรงตัวและความเสี่ยงของการหกล้มด้วยแบบประเมิน Mini-BESTest ประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยแบบประเมิน FTSSST ประเมินภาวะกลัวการหกล้มด้วยแบบประเมิน Thai FES-I ข้าเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4 ของการฝึกและครั้งสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 8 ของการฝึก

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Statistical Software for analysis (SPSS) โดยตั้งค่านัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความถี่ และใช้สถิติ Two-way Repeated-Measures ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรระหว่างกลุ่ม VSR และกลุ่ม manual perturbation ที่ก่อนการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และเมื่อสิ้นสุดการฝึกที่ 8 สัปดาห์

ผลการศึกษา (Results)

ผู้สูงอายุที่เข้าร่วมวิจัยมีอายุระหว่าง 60-82 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 71.67) ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนมีการรู้คิดปกติ (คะแนนเฉลี่ย MMSE เท่ากับ 27.05) มีความเสี่ยงต่อการหกล้มเมื่อประเมินด้วย TUG (>13.20 วินาที) และ Thai-FRAT (>4 คะแนน) และ Mini-BESTest (<16 คะแนน) มีคนที่เคยหกล้มในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมาถึงร้อยละ 65 ที่ก่อนการฝึกไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของอายุ ระยะเวลาเมื่อประเมินด้วย TUG และ FTSTS และคะแนน Thai-FRAT, Mini-BESTest และ Thai FES-I ระหว่างผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่ม VSR และกลุ่ม manual perturbation ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนสามารถเข้าร่วมการฝึกและการประเมินตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยไม่มีเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ เช่น การล้ม การบาดเจ็บ หรืออื่นๆ ตลอดช่วงระยะเวลาฝึก

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานและความเสี่ยงต่อการหกล้มของผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนได้รับการฝึก

ข้อมูลพื้นฐาน	ผู้เข้าร่วมทั้งหมด (60 คน)	VSR (30 คน)	Manual perturbation (30 คน)	t	p-value
อายุ (ปี)	68.85 (6.01)	68.83 (6.09)	68.87 (6.03)	0.021	0.983
เพศ ชาย/หญิง: จำนวน	17/43	8/22	9/21	-	-
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	62.89 (11.96)	61.56 (13.37)	62.21 (10.42)	0.86	0.396
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	157.83 (7.80)	157.87 (7.83)	157.80 (7.90)	-0.03	0.974
BMI	25.17 (4.04)	24.58 (4.37)	25.76 (3.66)	1.14	0.260
ประวัติเคยหกล้ม/ไม่หกล้ม : จำนวน	39/21	20/10	19/11	-0.27	0.791
MMSE(คะแนน/30)	27.05 (1.51)	26.57 (1.59)	27.53 (1.28)	2.59	0.012
FRAT (คะแนน/11)	5.85 (2.11)	6.13 (2.21)	5.57 (5.17)	-1.04	0.301
TUG (วินาที)	15.24 (4.84)	17.78 (4.53)	15.70 (5.17)	0.73	0.471
Mini-BESTest (คะแนน/28)	14.60 (2.94)	14.90 (3.34)	14.30 (2.51)	-0.79	0.434
FTSTS (วินาที)	19.28 (5.87)	19.30 (5.84)	19.26 (6.00)	-0.03	0.975
FES-I (คะแนน/64)	35.36 (9.42)	34.67 (9.14)	36.07 (9.80)	0.57	0.569

ผลของการฝึกแบบ VSR ต่อความสามารถในการทรงตัวและความเสี่ยงของการล้ม

จากตารางที่ 2 คะแนน Mini-BESTest ของทั้งสองกลุ่ม VSR และ Manual perturbation ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อได้รับการฝึก 4 สัปดาห์ และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อได้รับการฝึกต่อเนื่องจนครบ 8 สัปดาห์ (time effect $p < 0.0001$) แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทรงตัว แต่ไม่พบความแตกต่างของคะแนน Mini-BEST ที่เพิ่มขึ้นของทั้งสองกลุ่ม (group effect $p = 0.595$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับเมื่อฝึกไป 4 สัปดาห์ และก่อนฝึกกับเมื่อฝึกครบ 8 สัปดาห์ แต่พบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและชนิดของการฝึกต่อคะแนน Mini-BESTest (interaction effect $p < 0.0001$) ที่พบว่าการเพิ่มของคะแนน Mini-BESTest ของกลุ่ม VSR ในช่วงจาก 4 สัปดาห์จนถึง 8 สัปดาห์มากกว่ากลุ่ม Manual perturbation อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.042$ แสดงในตารางที่ 3)

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ TUG ของทั้งสองกลุ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อได้รับการฝึกด้วย VSR และ Manual perturbation 4 สัปดาห์ และลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อได้รับการฝึกครบ 8 สัปดาห์ (time effect $p < 0.0001$ แสดงในตารางที่ 2) แต่การลดลงของระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ TUG ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าเมื่อฝึกจนครบ 8 สัปดาห์ ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทดสอบ TUG ลดลงเหลือ 10.93 ± 2.14 วินาที และ 11.14 ± 2.72 วินาทีในกลุ่ม VSR และ Manual perturbation ตามลำดับ ที่บ่งชี้ว่าผู้เข้าร่วมวิจัยจากทั้งสองกลุ่มไม่มีความเสี่ยงของการหกล้มเมื่อประเมินด้วย TUG

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของคะแนน Mini-BESTest และ FES-I และระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ TUG และ FTSTS ของกลุ่ม VSR และ Manual perturbation ที่ก่อนได้รับการฝึก เมื่อฝึก 4 สัปดาห์ และเมื่อฝึกครบ 8 สัปดาห์

ตัวแปร	Test			F (p-value)		
	baseline	4 weeks	8 weeks	Group	Time	Interaction effect
Mini-BESTest						
VSR	14.90 (3.33)	22.57 (2.43)	26.57 (1.43)	0.29	968.62	14.92
Manual perturbation	14.30 (2.51)	24.27 (2.51)	26.50 (1.72)	(0.595)	(0.000)	(0.000)
TUG						
VSR	15.19 (4.78)	12.77 (2.80)	10.93 (2.14)	0.04	124.59	0.42
Manual perturbation	15.70 (5.17)	12.65 (3.54)	11.14 (2.72)	(0.836)	0.000	(0.659)
FTSTS						
VSR	19.30 (5.84)	16.44 (5.15)	14.59 (3.98)	0.176	209.05	3.27
Manual perturbation	19.26 (6.00)	16.94 (4.72)	14.59 (4.26)	(0.678)	(0.000)	(0.075)
FES-I						
VSR	34.67 (9.14)	27.63 (7.43)	22.27 (5.60)	0.04	192.81	2.51
Manual perturbation	36.07 (9.80)	26.20 (6.70)	21.40 (4.46)	(0.852)	(0.000)	(0.090)

ผลของการฝึกแบบ VSR ต่อความแข็งแรงของขาในขณะทำกิจกรรม

จากตารางที่ 2 ผู้เข้าร่วมวิจัยที่ได้รับการฝึกด้วย VSR หรือ Manual perturbation มีระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ FTSTS ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อได้รับการฝึก 4 สัปดาห์ และลดลงมากขึ้นเมื่อได้รับการฝึกครบ 8 สัปดาห์ (time effect $p < 0.0001$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของเวลาที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ระยะเวลาของการฝึก 4 สัปดาห์ และลดลงมากขึ้นเมื่อได้รับการฝึกครบ 8 สัปดาห์ ระยะเวลาที่ลดลงแสดงถึงการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของขาที่สัมพันธ์กับการทรงตัว

ผลของการฝึกแบบ VSR ต่อภาวะกล้ามเนื้อ

คะแนน FES-I ของทั้งสองกลุ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อได้รับการฝึกด้วย VSR และ Manual perturbation เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อได้รับการฝึกครบ 8 สัปดาห์ (time effect $p < 0.0001$) แต่การลดลงของคะแนน FES-I ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การลดลงของคะแนน FES-I แสดงถึงการลดลงของภาวะกล้ามเนื้อ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของคะแนนหรือระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของการประเมินด้วย Mini-BESTest, FES-ITUG, FTSTS ของกลุ่ม VSR และ Manual perturbation ที่ก่อนได้รับการฝึก เมื่อฝึก 4 สัปดาห์ และเมื่อฝึกครบ 8 สัปดาห์

ตัวแปร	VSR		Manual perturbation		เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม	
	Mean different (standard error)	P value	Mean different (standard error)	P value	Mean different (standard error)	P value
Mini-BESTest (คะแนน /28)						
ก่อนการฝึกกับ 4 สัปดาห์	7.67 (0.34)	0.000	9.97 (0.35)	0.000	0.60 (0.76)	0.429
4 สัปดาห์กับ 8 สัปดาห์	4.00 (4.35)	0.000	2.23 (0.27)	0.000	-1.70 (0.71)	0.042
ก่อนการฝึกกับ 8 สัปดาห์	12.20 (0.37)	0.000	11.67 (0.44)	0.000	0.07 (0.48)	0.890
TUG (วินาที)						
ก่อนการฝึกกับ 4 สัปดาห์	-2.41 (0.49)	0.000	-3.05 (3.08)	0.000	-0.51 (1.38)	0.715
4 สัปดาห์กับ 8 สัปดาห์	-1.84 (0.67)	0.000	-1.51 (0.23)	0.000	1.28 (0.88)	0.885
ก่อนการฝึกกับ 8 สัปดาห์	-4.26 (0.67)	0.000	-4.56 (0.52)	0.000	-0.21 (0.70)	0.757
FTSTS (วินาที)						
ก่อนการฝึกกับ 4 สัปดาห์	-7.03 (0.65)	0.000	-9.87 (1.16)	0.000	0.48 (1.58)	0.976
4 สัปดาห์กับ 8 สัปดาห์	-5.37 (0.57)	0.000	-4.80 (0.72)	0.000	1.28 (1.32)	0.343
ก่อนการฝึกกับ 8 สัปดาห์	-12.40 (1.05)	0.000	-14.67 (1.37)	0.000	0.327 (1.10)	0.769
FES-I (คะแนน /64)						
ก่อนการฝึกกับ 4 สัปดาห์	-7.03 (0.65)	0.000	-9.87 (1.16)	0.000	-1.40 (2.32)	0.551
4 สัปดาห์กับ 8 สัปดาห์	-5.37 (0.57)	0.000	-4.80 (0.72)	0.000	1.43 (1.67)	0.396
ก่อนการฝึกกับ 8 สัปดาห์	-12.4 (1.05)	0.000	-14.67 (1.37)	0.000	-0.87 (1.12)	0.446

อภิปรายผล (Discussion)

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกๆ ที่แสดงให้เห็นว่าการฝึกก้าวขาเพื่อรักษาสมดุลจากการกระตุ้นให้เสียสมดุลด้วยตนเอง (VSR) ต่อความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่สัมพันธ์กับการทรงตัวความเสี่ยงในการหกล้ม และภาวะก้ำกักรหกล้มในผู้สูงอายุที่อาศัยในชุมชน โดยมีสมมุติฐานว่าการฝึกแบบ VSR มีผลต่อความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่สัมพันธ์กับการทรงตัวความเสี่ยงในการหกล้ม และภาวะก้ำกักรหกล้ม ไม่แตกต่างจากการฝึกก้าวขาเพื่อรักษาสมดุลด้วยน้กกายภาพบำบัด (Manual perturbation) ผลการศึกษานี้ยืนยันสมมุติฐานว่าการฝึกแบบ VSR มีผลต่อการเพิ่มความสามารถในการทรงตัว เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่สัมพันธ์กับการทรงตัวลดความเสี่ยงต่อการหกล้มและภาวะก้ำกักรหกล้ม ได้ไม่แตกต่างจากการฝึกแบบ Manual perturbation

เช่นเดียวกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าฝึกโดยมีน้กกายภาพบำบัดทำให้เสียสมดุลสามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวเพิ่มความไวปฏิกิริยาในการตอบสนอง ลดอัตราการหกล้มได้ในผู้สูงอายุ ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองและผู้ป่วยพาร์กินสัน⁽²⁵⁻²⁷⁾ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบ manual perturbation ในผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มเพียง 4 สัปดาห์ เพิ่มความสามารถในการควบคุมการทรงตัว ลดลงความเสี่ยงของการหกล้ม ดังจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ย Mini-BESTest ที่เพิ่มจาก 14.30 เป็น 24.27 คะแนนและระยะเวลาของการทดสอบ TUG ลดลงจาก 15.70 วินาที เป็น 12.65 วินาที และยังมี การเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องเมื่อได้รับการฝึกต่อจนครบ 8 สัปดาห์ ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนน Mini-BESTest (26.50 คะแนน) และระยะเวลาของการทำ TUG (11.14 วินาที) ก็ใกล้เคียงกับผู้สูงอายุปกติที่ไม่มีความเสี่ยงของการหกล้ม ที่ค่าเฉลี่ยของคะแนน Mini-BESTest และระยะเวลาของการทำ TUG เท่ากับ (24.7 ± 2.2) คะแนน และ 9.4 วินาที ตามลำดับ⁽²⁸⁻³⁰⁾ ผลจากการที่มีการควบคุมการทรงตัวที่ดีขึ้นทำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยมีภาวะก้ำกักรหกล้มลดลง โดยความสามารถในการควบคุมการทรงตัวที่เพิ่มขึ้น สัมพันธ์กับความแข็งแรงของขาที่เพิ่มขึ้นดังจะเห็นได้จากระยะเวลาของการทดสอบด้วย FTSTS ลดลง และที่สำคัญการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบ VSR ด้วยตนเองที่บ้านให้ผลไม่แตกต่างกับการฝึกด้วย manual perturbation ในผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงของการหกล้มและภาวะก้ำกักรหกล้ม ผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่ม VSR สามารถทำการฝึกเองได้ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์โดยไม่เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ขึ้น และพบว่ามี การเพิ่มขึ้นของการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และมีการลดลงของความเสี่ยงของการหกล้มและภาวะการก้ำกักรหกล้ม ตั้งแต่ 4 สัปดาห์แรกของการฝึกและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องจนใกล้เคียงกับผู้สูงอายุทั่วไปเมื่อฝึกครบ 8 สัปดาห์เช่นเดียวกับการฝึกด้วย Manual perturbation จากน้กกายภาพบำบัด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการฝึกปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขาเป็นการฝึกที่จำเพาะกับงาน (task specificity) ที่มีการทำให้เสียสมดุลเพื่อกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวในรูปแบบก้าวขา ที่คล้ายกับปฏิกิริยาการปรับการทรงตัวที่ต้องใช้จริงเมื่อเกิดการลื่น สะดุดหรือก้าวพลาดในขณะที่เดิน ซึ่งการฝึกซ้ำๆ ทำให้ร่างกายเกิดการ เรียนรู้ สร้างและพัฒนาชุดคำสั่ง (motor program) จนเกิดการตอบสนองที่มีประสิทธิภาพและเก็บไว้ในสมอง เมื่อเกิดการสะดุด หรือลื่นขึ้นร่างกายจะสามารถดึงเอาชุดคำสั่งของการเคลื่อนไหวนี้มาใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องสร้าง ขึ้นใหม่ ทำให้สามารถตอบสนองได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ⁽¹⁴⁾ มีความยากของการฝึกในระดับที่เร่งเร้า (challenge) ให้เกิดการเรียนรู้ มีการปรับความยากโดยการเพิ่มระยะทางการเอนมากขึ้นตามระดับ limit of stability ที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าการฝึก manual perturbation การทำให้เสียสมดุลจะเป็นชนิดที่ไม่รู้ล่วงหน้า (external perturbation) ซึ่งกลไกของการตอบสนองที่เกิดขึ้นจะควบคุมผ่าน feedback mechanism ในขณะที่การฝึกด้วย VSR การทำให้เสียสมดุลจะเป็นชนิด internal perturbation ที่ผู้ฝึกสามารถคาดเดาได้ว่าจะเกิดการสูญเสียการทรงตัวเมื่อใด แต่กลไกในการควบคุมการทรงตัวจะมีทั้งแบบ anticipatory mechanism ที่ใช้ในช่วงแรกของผู้ฝึก

สามารถคาดเดาว่าจะเกิดการเสียสมดุลเมื่อใดและควบคุมผ่าน feedback mechanism เมื่อเกิดการเสียสมดุลจนต้องก้าวขาเพื่อรักษาสมดุล แต่การฝึกแบบ VSR แสดงให้เห็นว่าสามารถเพิ่มการควบคุมการทรงตัวในช่วงสัปดาห์ที่ 4-8 ได้มากกว่าการฝึกแบบ manual perturbation อาจเนื่องมาจากผู้สูงอายุในกลุ่ม VSR ได้รับการสอนท่าของการฝึกและประเมินจนแน่ใจว่าผู้ป่วยสามารถทำได้ถูกต้องในครั้งแรกที่เป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้การเคลื่อนไหวในช่วง cognitive stage และรูปแบบการฝึกด้วยตนเองกระตุ้นให้ผู้สูงอายุต้องใช้ internal feedback ของตนเองตั้งแต่ช่วงแรกของการฝึก จึงมีการพัฒนาในช่วง associative stage ของการเรียนรู้การเคลื่อนไหวเร็วกว่าการฝึก manual perturbation ที่ในช่วงแรกจะได้ feedback จากนักกายภาพบำบัดที่เป็น augmented feedback ซึ่งหากในช่วง associative stage ผู้ให้การฝึกไม่ลดปริมาณ augmented feedback ลงจะทำให้เกิดการจำกัดการเรียนรู้ได้⁽³²⁾ การติดตามผู้ป่วยผ่านทางโทรศัพท์อาทิตย์ละ 1 ครั้ง ทำให้เกิดการฝึกที่ต่อเนื่องและสามารถให้คำแนะนำในการเพิ่มความยากของการฝึกให้เหมาะสมกับระดับความสามารถที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การฝึกซ้ำๆ ในสิ่งแวดล้อมที่ใช้ชีวิตประจำวัน (relevance environment) ยังกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้การเคลื่อนไหวในขั้นของ transfer of learning ได้มากกว่า⁽³²⁾

จากการที่การฝึกทั้งสองแบบไม่แตกต่างกัน การฝึก VSR จึงเป็นอีกทางเลือกของการฝึกเพื่อป้องกันการหกล้มที่ยั่งยืน เนื่องจากฝึกด้วยตนเองที่บ้านได้ทำให้ฝึกได้อย่างต่อเนื่อง ประหยัดค่าใช้จ่ายเนื่องจากไม่ต้องใช้อุปกรณ์อะไรเลย ไม่ต้องเสียค่าเดินทางมาฝึกกับนักกายภาพบำบัด หากหยุดการฝึกผลของการป้องกันการหกล้มหายไป⁽³¹⁾ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัดที่ไม่ได้ประเมินของการฝึกในระยะยาวในการป้องกันหรือลดจำนวนของการหกล้มที่เกิดขึ้น ในการศึกษาต่อไปจึงควรติดตามอัตราการหกล้มและการบาดเจ็บที่เกิดจากการหกล้ม

สรุปผล (Conclusion) และข้อเสนอแนะ (Recommendation)

การฝึกแบบ VSR มีผลต่อความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อขาที่สัมพันธ์กับการทรงตัว ความเสี่ยงในการหกล้ม และภาวะกลัวการหกล้ม ในผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงของการหกล้ม แต่การนำการฝึก VSR ไปประยุกต์ใช้นักกายภาพบำบัดควรประเมินความพร้อมของผู้สูงอายุที่ต้องสามารถทำกิจวัตรประจำวันพื้นฐานได้ด้วยตนเองและสามารถเดินได้ด้วยตนเองอย่างน้อย 3 เมตรโดยใช้หรือไม่ใช้เครื่องช่วยเดิน โดยในครั้งแรกของการฝึกต้องได้รับการสอนและประเมินจนแน่ใจว่าผู้สูงอายุสามารถทำการฝึกได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

เอกสารอ้างอิง (References)

1. นิพา ศรีซ้าง, ลวิตรา กำวี (2559). รายงานการพยากรณ์การพลัดตกหกล้มของผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2560 - 2564. สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. หน้า 1-8. การพยากรณ์การพลัดตกหกล้มในผู้สูงอายุ ปี 2560-2564.pdf (thaincd.com)
2. ประเสริฐ อัสสันตชัย. ปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยในผู้สูงอายุและการป้องกัน 2554; 51-66.
3. รัมภา บุญสินสุข. การควบคุมการทรงตัว : จากพื้นฐานสู่การตรวจร่างกายและแนวทางการฟื้นฟู. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬารัตน์; 2555. หน้า 98-9.
4. McCormick R, Vasilaki A. Age-related changes in skeletal muscle: changes to life-style as a therapy. Biogerontology 2018;19(6): 519 – 36.
5. Lord, S., & Sherrington, C. Falls in Older People: Risk Factors and Strategies for Prevention. Inj Prev; 2001.

6. Shaffer, S. W., & Harrison, A. L. (2007). Aging of the Somatosensory System: A Translational Perspective. *Phys Ther* 2007, 87(2) : 193–207.
7. Arshad Q, Seemungal BM. Age-Related Vestibular Loss: Current Understanding and Future Research Directions [published correction appears in *Front Neurol*. 2017 Aug 21;8:391]. *Front Neurol* 2016; 7: 231.
8. Woollacott MH. Systems contributing to balance disorders in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000; 55(8): 424 - 28.
9. Roberts S, Colombier P, Sowman A, et al. Ageing in the musculoskeletal system. *Acta Orthop* 2016; 87(sup363):15-25.
10. Kanekar N, Aruin AS. The effect of aging on anticipatory postural control. *Exp Brain Res*. 2014; 232(4) : 1127 - 36.
11. Rogers MW, Mille ML. Timing paradox of stepping and falls in ageing: not so quick and quick(er) on the trigger. *J Physiol* 2016; 594(16): 4537 - 47.
12. Jensen JL, Brown LA, Woollacott MH. Compensatory stepping: the biomechanics of a preferred response among older adults. *Exp Aging Res*. 2001;27(4):361-376.
13. Maki BE, McIlroy WE. Control of rapid limb movements for balance recovery: age-related changes and implications for fall prevention. *Age Ageing*. 2006;35 Suppl 2:ii12-ii18.
14. Okubo Y, Schoene D, Lord SR. Step training improves reaction time, gait and balance and reduces falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017;51(7):586-593.
15. Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017;51(24):1750-1758.
16. Mansfield A, Peters AL, Liu BA, Maki BE. Effect of a perturbation-based balance training program on compensatory stepping and grasping reactions in older adults: a randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2010;90(4):476-491.
17. Chayasit P, Hollands K, Hollands M, Boonsinsukh R. Immediate effect of voluntary-induced stepping response training on protective stepping in persons with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil*. 2022;44(3):420-427.
18. Dick JP, Guiloff RJ, Stewart A, et al. MiniMental State Examination in neurological patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1984;47:496-499.
19. Tombaugh TN, McIntyre NJ. The MiniMental State Examination: a comprehensive review. *J Am Geriatr Soc*. 1992;40:922–935.
20. Thiamwong, L. Psychometric testing of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I) in Thai older adults. *Songklanagarind Med J* 2011; 29 : 277-87.
21. Gafner SC, Allet L, Hilfiker R, Bastiaenen CHG. Reliability and Diagnostic Accuracy of Commonly Used Performance Tests Relative to Fall History in Older Persons: A Systematic Review. *Clin Interv Aging* 2021; 16: 1591-616.

22. Yingyongyudha A, Saengsirisuwan V, Panichaporn W, Boonsinsukh R. 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. *J Geriatr Phys Ther* 2016; 39(2) : 64-70.
23. Bohannon RW. Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders. *Percept Mot Skills*. 2006;103(1):215-222.
24. ลัดดา เกียมวงศ์. (2554). การทดสอบคุณสมบัติของเครื่องมือประเมินอาการกลัวหกล้มในผู้สูงอายุไทย. *สงขลานครินทร์เวชสาร*. 2554; 29(6) : 277-87.
25. Kurz I, Gimmon Y, Shapiro A, Debi R, Snir Y, Melzer I. Unexpected perturbations training improves balance control and voluntary stepping times in older adults - a double blind randomized control trial. *BMC Geriatr*. 2016;16:58. Published 2016 Mar 4.
26. Marigold DS, Eng JJ, Dawson AS, Inglis JT, Harris JE, Gylfadóttir S. Exercise leads to faster postural reflexes, improved balance and mobility, and fewer falls in older persons with chronic stroke. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(3):416-423.
27. Alayat MSM, Almatrafi NA, El Fiky AAR, Elsodany AM, Shousha TM, Basuodan R. The Effectiveness of Perturbation-Based Training in the Treatment of Patients With Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurosci Insights*. 2022;17:26331055221114818.
28. Magnani PE, Genovez MB, Porto JM, et al. Use of the BESTest and the Mini-BESTest for Fall Risk Prediction in Community-Dwelling Older Adults Between 60 and 102 Years of Age. *J Geriatr Phys Ther*. 2020;43(4):179-184.
29. O'Hoski S, Winship B, Herridge L, et al. Increasing the clinical utility of the BESTest, mini-BESTest, and brief-BESTest: normative values in Canadian adults who are healthy and aged 50 years or older. *Phys Ther*. 2014;94(3):334-342.
30. Bohannon RW. Reference values for the timed up and go test: a descriptive meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther*. 2006;29(2):64-68.
31. Hopewell S, Copsey B, Nicolson P, Adedire B, Boniface G, Lamb S. Multifactorial interventions for preventing falls in older people living in the community: a systematic review and meta-analysis of 41 trials and almost 20000 participants. *Br J Sports Med*. 2020;54(22):1340-1350.
32. Schmidt R.A, Lee TD. Motor learning and control: A behavioral emphasis. (5th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics; 2011