

**ผลของการออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง เปรียบเทียบกับตาราง 9 ช่อง และ
วิดีโอออกกำลังกายกล้ามเนื้อขา ต่อความสามารถในการทรงตัว และความสามารถ
ทางกายในผู้สูงอายุ ชุมรมสูงอายุ โรงพยาบาลสมุทรปราการ**

โสมวรรณ พุ่มประกอบศรี

**Effects of four-square exercise, nine-square exercise, and lower limb exercise
video on balance and physical performance in Samutprakan Hospital older
adult club**

Sommawan Pumprakobsri¹

¹แผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลสมุทรปราการ

¹Physical Therapy Department, Samutprakan Hospital

บทคัดย่อ

ผู้สูงอายุมีความเสื่อมเกิดขึ้นในหลายระบบของร่างกาย และอาจนำไปสู่การหกล้ม ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตที่ลดลง การออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัวให้มีความแข็งแรง ช่วยเพิ่มความมั่นคงในการทรงตัวและลดปัจจัยเสี่ยงต่อการล้ม การออกกำลังกายด้วยตาราง 9 ช่อง เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยป้องกันการหกล้ม นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่องมาใช้ป้องกันการหกล้มซึ่งได้ผลในทางคลินิกเช่นกัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ “ผลของการออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง ตาราง 9 ช่อง และวิดีโอออกกำลังกายกล้ามเนื้อขา ต่อการทรงตัวและความสามารถทางกายในผู้สูงอายุ ชุมรมสูงอายุ โรงพยาบาลสมุทรปราการ” เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ผู้สูงอายุ 53 คน ได้รับการสุ่มออกกำลังกายเข้ากลุ่ม 1 ด้วยตาราง 4 ช่อง 18 คน กลุ่ม 2 ด้วยตาราง 9 ช่อง 18 คน และกลุ่ม 3 ด้วยวิดีโอออกกำลังกายกล้ามเนื้อขา 17 คน ฝึกตามโปรแกรมที่บ้าน 25 นาที/ครั้ง 3 ครั้ง/สัปดาห์ รวม 8 สัปดาห์ ประเมินการทรงตัวและความสามารถทางกายด้วย Timed Up and Go (TUG), One Leg Standing Test (OLST) และ Short Physical Performance Battery (SPPB) ก่อนและหลังการฝึก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง และ การทดสอบของครัสคาล-วอลลิส

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่ม 1 และ 2 มีความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการทดสอบ TUG และ OLST ก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ส่วนคะแนน SPPB ในกลุ่ม 1 และ 2 มีการเปลี่ยนแปลงระดับความเร็วในการเดินและความสามารถในการลุกยืนดีขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนฝึกซึ่งมากกว่ากลุ่ม 3 ในระหว่างการฝึกจนสิ้นสุดการฝึกไม่พบว่ามีผู้สูงอายุล้ม ทั้ง 3 กลุ่ม สรุปว่าการออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง ส่งผลต่อการทรงตัวและความสามารถทางกายใกล้เคียงกับตาราง 9 ช่อง จึงสามารถใช้ตาราง 4 ช่องทดแทนตาราง 9 ช่อง ในการออกกำลังกายป้องกันการหกล้มได้

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, ออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง, การทรงตัว, ความสามารถทางกาย, ล้ม

Abstract

Older adults often experience degenerative changes in their body systems, which can lead to falls and subsequently diminished quality of life. Lower limb strengthening exercises that focus on balance can enhance postural control and reduce risk factors for falls. The nine-square step exercise is one intervention aimed at fall prevention, while the four-square step exercise has been introduced for the same purpose in clinical settings.

This study aimed to compare the effects of three types of exercises—nine-square step, four-square step, and lower limb exercise video—on balance and physical performance in members of the Samutprakan Hospital Older Adult Club. This quasi-experimental study included a sample of 53 older adults who were randomly allocated into three exercise groups: Group 1 (four-square step, $n = 18$), Group 2 (nine-square step, $n = 18$), and Group 3 (lower limb exercise video, $n = 17$). Each participant followed a home-based exercise regimen of 25 minutes per session, three sessions per week, for eight weeks.

Balance and physical performance were evaluated before and after the exercise program using the Timed Up and Go (TUG) test, the One Leg Standing Test (OLST), and the Short Physical Performance Battery (SPPB). Data were analyzed using Two-Way Mixed ANOVA and the Kruskal-Wallis Test.

All three groups showed significant improvements in TUG and OLST scores after training ($p < 0.05$), although there were no significant differences between the groups. Changes in SPPB post-training were significantly greater in Groups 1 and 2 compared to Group 3 in terms of gait speed and the chair stand test. There were no falls reported in any of the groups throughout the entire study period.

Therefore, the four-square step exercise is shown to enhance balance and physical performance to a degree comparable to the nine-square step exercise.

Keywords: *older adults, 4 square step exercise, balance, physical performance, falls*

บทนำ

หลายประเทศทั่วโลกกำลังเผชิญกับสังคมผู้สูงอายุ (aging society) องค์การอนามัยโลก (WHO) มีการคาดการณ์ว่าทั่วโลกจะมีจำนวนประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ถึง 1,200 ล้านคนในปี พ.ศ. 2568 และ 2,000 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2593 หรือคิดเป็นร้อยละ 20 ของประชากรโลกทั้งหมด¹ สำหรับประเทศไทยได้ เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ (complete aged society) ตั้งแต่ พ.ศ. 2564 และเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มตัว (super-aged society) ใน พ.ศ. 2565 โดยมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้สูงอายุร้อยละ 3.6 ต่อปี คิดเป็น 400,000 คนต่อปี ซึ่งตามการคาดการณ์การประชากรประเทศไทยของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ในปี พ.ศ. 2576 จะมีประชากรผู้สูงอายุสูงถึงร้อยละ 28 ของประชากรทั้งประเทศ¹⁻² การเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของผู้สูงอายุ ประกอบกับจำนวนวัยทำงานและวัยเด็กแรกเกิดลดลงย่อมส่งผลกระทบต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทย

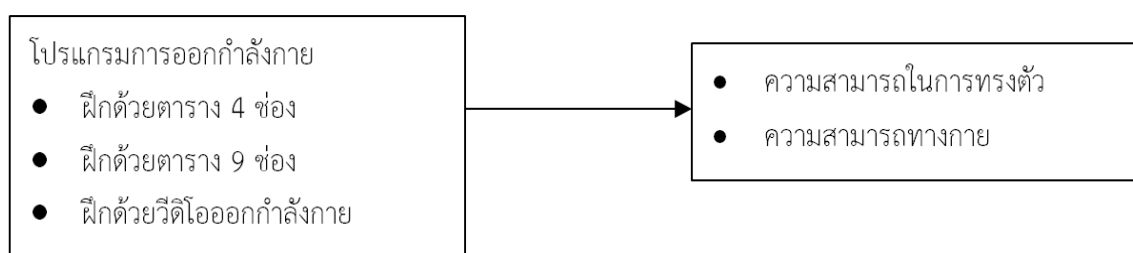
จากรายงานการประเมินและคัดกรองสุขภาพจำแนกตามความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ โดยกระทรวงสาธารณสุข ผ่านระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพ (Health Data Center: HDC) ข้อมูล ณ วันที่ 31 สิงหาคม 2565 พบว่า ในแต่ละปีจะพบอุบัติเหตุผู้สูงอายุหกล้มประมาณ 3 ล้านราย และบาดเจ็บในระดับที่ต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมากกว่า 60,000 รายต่อปี โดยมีผู้เสียชีวิตจากการหกล้มเฉลี่ยวันละ 3 ราย และร้อยละ 50 ของผู้สูงอายุที่ได้รับการรักษาจากการหกล้มจะเสียชีวิตใน 1 ปี³ นอกจากนี้การล้มยังเป็นเหตุให้ผู้สูงอายุเกิดความพิการ ส่งผลกระทบต่อจิตใจ หวาดกลัวการหกล้ม และต้องพึ่งพาผู้อื่นทำให้คุณภาพชีวิตลดลง ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น กระทั่งกระทบต่อเศรษฐกิจของครอบครัวและสังคม⁴

สาเหตุการล้มมีทั้งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ไม่สามารถจัดการได้ (non-modifiable risk factors) เช่น อายุที่เพิ่มขึ้น เพศ และโรคหรือยาบางชนิดที่จำเป็นต้องรับประทาน และปัจจัยเสี่ยงที่สามารถจัดการได้ (modifiable risk factors) เช่น ความบกพร่องด้านความแข็งแรง ความสามารถในการทรงตัว การมองเห็น สิ่งแวดล้อมที่เป็นอันตราย ภาวะระดับกิจกรรมทางกายต่ำ ซึ่งการจัดการกับปัจจัยเสี่ยงที่สามารถปรับแก้ได้เหล่านี้เป็นวิธีการจัดการเพื่อป้องกันการล้มรวมถึงลดผลกระทบการล้มที่สำคัญ⁵ งานกายภาพบำบัด มีบทบาทหนึ่งคือการป้องกันการล้มด้วยฝึกการทรงตัว เพิ่มความมั่นคงของร่างกายในผู้สูงอายุ การสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

การออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัวให้มีความแข็งแรง ช่วยเพิ่มความมั่นคงในการทรงตัวและลดปัจจัยเสี่ยงต่อการล้ม⁶ โดยมีหลายรูปแบบการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการล้ม ปัจจุบันมีการนำรูปแบบการออกกำลังกายโดยใช้ตาราง 9 ช่อง ซึ่งคิดค้นโดยรองศาสตราจารย์เจริญ กระบวนรัตน์⁷ เป็นเครื่องมือที่พัฒนาปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้ รับรู้สั่งงานของสมอง ช่วยประสานความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เพื่อกระตุ้นและพัฒนาปฏิกิริยาความเร็วในการเคลื่อนไหว ความรวดเร็วในการคิด และการตัดสินใจให้มีประสิทธิภาพ มุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาสมองซีกซ้ายและขวาควบคู่กันไป โดยการพัฒนาจากรูปแบบการเคลื่อนไหวพื้นฐานของมนุษย์ นำไปสู่การกำหนดวิธีการโดยใช้หลักการทำงานของสมองมาควบคุมอย่างมีลำดับขั้นตอน เริ่มจากพื้นฐาน เพิ่มความรวดเร็ว ความซับซ้อน และการเปลี่ยนทิศทางมากยิ่งขึ้น จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การฝึกทรงตัวด้วยตาราง 9 ช่อง สามารถส่งเสริมความสามารถในการ

ทรงตัวและการเดินในผู้สูงอายุได้⁸ นอกจากนี้ยังมีรูปแบบการฝึกด้วยตาราง 4 ช่อง ซึ่งถูกออกแบบให้มีหลักการใช้งานเหมือนกับตาราง 9 ช่อง แต่มีจำนวนช่องน้อยกว่า และได้ผลในการเพิ่มความสามารถในการทรงตัวเช่นกัน⁹ แต่ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบว่าการฝึกทั้ง 2 รูปแบบส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัวที่ต่างกันหรือไม่ ดังนั้น เพื่อให้ทราบผลการออกกำลังกายในรูปแบบที่ทำได้ง่าย และช่วยป้องกันการล้มได้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา “ผลของการออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง เปรียบเทียบกับตาราง 9 ช่อง และวิดีโอออกกำลังกายกล้ามเนื้อขา ต่อความสามารถในการทรงตัวและความสามารถทางกายในผู้สูงอายุชมรมสูงอายุ โรงพยาบาลสมุทรปราการ”

กรอบแนวคิดวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดวิจัย

นิยามคำศัพท์

การหกล้ม หมายถึง เหตุการณ์ที่ส่งผลให้บุคคลมาอยู่บนพื้นหรือระดับต่ำกว่าโดยไม่ได้ตั้งใจ¹⁰

การทรงท่า หรือ การทรงตัว (balance) คือ ความสามารถในการรักษาตำแหน่งร่างกายให้มีความสมดุลและความมั่นคงเมื่อย้ายจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง หากมีความบกพร่องในการทรงตัวจะทำให้เกิดการหกล้ม และมักนำไปสู่การบาดเจ็บ ความพิการ การสูญเสียอิสรภาพ และคุณภาพชีวิตที่ลดลง¹¹

ความสามารถทางกาย (physical fitness) ที่สำคัญสำหรับผู้สูงอายุ ประกอบด้วยความสามารถทางกายต่างๆ ได้แก่ ความแข็งแรง ความทนทาน ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ และการทรงตัว¹²

การออกกำลังกายเพื่อป้องกันภาวะหกล้มในผู้สูงอายุ ได้แก่ การฝึกเดิน เป็นการฝึกท่าทางระยะก้าวและจังหวะการเดิน การเปลี่ยนช่วงก้าวเมื่อเปลี่ยนระดับหรือทิศทาง การฝึกการทรงตัวที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายน้ำหนักของร่างกายเมื่อเปลี่ยนท่า เพื่อคงไว้ซึ่งสมดุลของการทรงตัว การฝึกความสามารถเชิงปฏิบัติในการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อฝึกการกระตุ้นหรือการตอบสนองของร่างกายในการทำกิจกรรมต่างๆ จากการศึกษาพบว่า การฝึกเดินต่อเนื่องสามารถลดการหกล้มได้¹³

การออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ได้แก่ กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อน่อง เป็นฝึกโดยใช้แรงต้านจากน้ำหนักของร่างกายเอง หรือ แรงต้านจากภายนอก ทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้น เนื่องจากเมื่อคนเราอายุมากขึ้น มวลกล้ามเนื้อจะค่อยๆ ลดลงจากภาวะกล้ามเนื้อน้อย (sarcopenia) โดยพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะหายไปมากกว่าร้อยละ 40 เมื่ออายุมากกว่า 40 ปี และจะลดลงอย่างมากเมื่ออายุมากกว่า 60 ปี ซึ่งกล้ามเนื้อที่หายไปส่วนใหญ่จะเป็นกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการออก

แรงอย่างรวดเร็ว การออกกำลังกายโดยการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะโพกและขาซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่มีความสำคัญต่อการยืนและการเดินจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยพบว่าการออกกำลังกายด้วยการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะโพกและขา ร่วมกับการฝึกการทรงตัวสามารถลดจำนวนการหกล้มลงได้ถึงร้อยละ 46¹⁴⁻¹⁵

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง เปรียบเทียบกับตาราง 9 ช่อง และวิธีไอ้เอ้ออกกำลังกายกล้ามเนื้อขา ต่อความสามารถในการทรงตัว และความสามารถทางกายในผู้สูงอายุ

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกาย ในกลุ่มและระหว่างกลุ่มผู้สูงอายุที่ใช้ตาราง 4 ช่อง เปรียบเทียบกับตาราง 9 ช่อง และวิธีไอ้เอ้ออกกำลังกายกล้ามเนื้อขา ต่อความสามารถในการทรงตัว และความสามารถทางกายในผู้สูงอายุ
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนการล้มของผู้สูงอายุระหว่างการศึกษาระหว่างกลุ่มที่ใช้ตาราง 4 ช่อง ตาราง 9 ช่อง และกลุ่มที่ใช้วิธีไอ้เอ้ออกกำลังกายกล้ามเนื้อขา

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi experimental research) มีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จากประชากร คือ สมาชิกชมรมผู้สูงอายุ โรงพยาบาลสมุทรปราการ ทั้งหมด ที่ยินยอมเข้าร่วมการศึกษาซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 57 คน โดยแบ่งอย่างสุ่มเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน 19 คน และ 18 คน ตามลำดับ มีเกณฑ์การคัดเลือกเข้าร่วมวิจัย และเกณฑ์การคัดออก ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าร่วมวิจัย (Inclusion criteria) คือ 1) ผู้สูงอายุในชมรมสูงอายุ โรงพยาบาลสมุทรปราการ มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 60 ปี 2) มีประวัติหรือไม่มีประวัติการล้มภายใน 3 เดือน 3) สามารถเดินได้ด้วยตนเองเป็นระยะทางอย่างน้อย 3 เมตร

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) คือ 1) ผู้ที่เพิ่งได้รับการผ่าตัดกระดูกสะโพกภายใน 3 เดือน 2) ผู้ที่มีประวัติการบาดเจ็บของข้อเข่า ข้อสะโพก ภายในระยะเวลา 6 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย เช่น กระดูกรยางค์ขาหัก กล้ามเนื้อ หมอนรองข้อเข่าหรือเอ็นข้อเข่ามีการฉีกขาด ฯลฯ 3) ผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีความผิดปกติของระบบประสาท เช่น โรคหลอดเลือดสมอง โรคพาร์กินสัน หรืออาการมึนงง เวียนศีรษะ 4) ผู้ป่วยมีปัญหาด้านการรับรู้ทางการมองเห็น และการได้ยิน 5) มีความบกพร่องทางการรู้คิด

เกณฑ์การคัดออกขณะทำการวิจัย (Withdrawal criteria) คือ 1) ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการรักษาอื่นที่ส่งเสริมความสามารถในการทรงตัวและการทำงานของกล้ามเนื้อขา นอกเหนือจากการรักษาที่ให้ไว้ในการศึกษา 2) ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องการออกจากโครงการหรือไม่สามารถทำการทดสอบได้จนจบขั้นตอน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 4 ชุด ประกอบด้วย

1. แบบประเมินข้อมูลทั่วไป เป็นแบบประเมินข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย ประกอบด้วย ชื่อ-สกุล อายุ เพศ ระดับการศึกษา ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index, BMI) โรคประจำตัว ประวัติการล้มใน 1 ปีที่ผ่านมา ซึ่งผู้วิจัยออกแบบสร้างขึ้นเอง
2. การประเมินความสามารถในการทรงตัวขณะเปลี่ยนแปลงท่าทางด้วย Timed Up and Go test (TUG) เป็นแบบทดสอบที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Podsiadlo และ Richardson¹⁶⁻¹⁸ การทดสอบทำโดยให้ผู้สูงอายุลุกขึ้นจากเก้าอี้ เดินตรงไปข้างหน้าด้วยอัตราเร็วปกติ เมื่อเดินถึงระยะทางที่กำหนด 3 เมตร แล้วให้หมุนตัวและเดินกลับมานั่งที่เดิม ไม่มีคนช่วยพยุง ค่า TUG ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 13.5 วินาที แปลผลว่ามีความเสี่ยงหกล้มสูง¹⁷⁻¹⁸ ซึ่งพบว่ามีความจำเพาะค่อนข้างดี (specificity 0.74, 95% CI : 0.52 to 0.88) แต่มีความไวไม่ดี (sensitivity 0.31, 95% CI : 0.13 to 0.57) TUG มีข้อจำกัดในการทำนาย ภาวะหกล้มในผู้สูงอายุที่อยู่ในชุมชน (OR 1.01, 95% CI : 1.00 to 1.02, p=0.05) ดังนั้น จึงไม่ควรใช้เครื่องมือนี้เพียงเครื่องมือเดียวในการประเมินความเสี่ยง แต่ควรประเมินร่วมกับเครื่องมืออื่น เพื่อเพิ่มความแม่นยำ¹⁸
3. การประเมินความสามารถในการทรงตัวขณะยืนนิ่งและความสามารถทางกายของผู้สูงอายุด้วย Short Physical Performance Battery (SPPB) เป็นแบบทดสอบที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Professor Dr. Jack M Guralnik แพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านระบาดวิทยาและการสาธารณสุข¹⁹⁻²⁰ ในการประเมินความสามารถทางกายของผู้สูงอายุประกอบด้วย การทดสอบทั้งหมด 3 หัวข้อ ดังนี้
 - 3.1 ประเมินการทรงตัว (balance tests) มี 3 ท่า ได้แก่ 1) ยืนเท้าคู่ชิดกัน (side-by-side stand) 2) ยืนส้นเท้าข้างหนึ่งชิดกับนิ้วหัวแม่เท้าของขาอีกข้างหนึ่ง (semi tandem stand) 3) ยืนส้นเท้าข้างหนึ่งต่อกับปลายนิ้วเท้าของขาอีกข้างหนึ่ง (tandem stand)
 - 3.2 การวัดความเร็วในการเดินทางราบ (gait speed test) ให้ผู้สูงอายุเดินเป็นระยะทาง 3 เมตรด้วยความเร็วปกติ
 - 3.3 ประเมินการยืน การทำงานของกล้ามเนื้อขา ในท่าลุกนั่ง ด้วย chair stand test ให้ผู้สูงอายุที่อยู่ในท่านั่ง แขนสองข้างไขว้กันวางพาดบนหน้าอก ทำการลุกขึ้นยืน-ลงนั่ง 5 ครั้งติดต่อกัน ให้เร็วที่สุดและปลอดภัย จับเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มลุกยืนจนกระทั่งนั่งลงบนเก้าอี้ในครั้งที่ 5การนำไปใช้ ต้องนำคะแนนจากการทดสอบจากทั้ง 3 ส่วนมารวมกัน โดยคะแนนรวมสูงสุดจะได้ 12 คะแนน และคะแนนต่ำสุด 0 คะแนน คะแนน SPPB สูง แสดงว่ามีความสามารถทางกายที่สูง คะแนนที่น้อยกว่า 10 คะแนน บ่งชี้ถึงความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุได้¹⁸⁻¹⁹ เป็นเครื่องมือที่มีความตรงของเครื่องมือ (validity) และความเที่ยงของการวัด (reliability) มากที่สุด แม้ว่าแบบประเมินนี้จะถูกนำไปแปลเป็นภาษาอื่นก็พบว่ามีค่าความตรงของเครื่องมือเช่นกัน และยังมีค่าความเที่ยงของการวัดซ้ำอยู่ในระดับดีถึงดีเยี่ยม (ICC 0.72-0.92)¹⁹⁻²²
4. การประเมินความมั่นคงของการทรงท่าด้วยขาข้างเดียว ด้วยการทดสอบ One Leg Standing Test (OLST) เป็นการทดสอบความมั่นคงของการทรงท่า (postural stability) บนฐานรองรับที่แคบ โดยให้ผู้สูงอายุถอดรองเท้า ยืนบนขาเพียงข้างเดียว แขนแนบลำตัวและลิ้มตามองวัตถุที่อยู่ข้างหน้า ห้าม

ออกไปประมาณ 3 ฟุต²³ พยายามยืนทรงตัวให้นานที่สุดเท่าที่จะทำได้จับเวลาเป็นวินาที หากยืนได้น้อยกว่า 5 วินาที แปลผลว่ามีความเสี่ยงต่อการหกล้ม หากยืนได้ระหว่าง 5-10 วินาที แปลผลว่ามีปัญหาการทรงตัวขณะอยู่หนึ่ง แต่หากยืนได้มากกว่า 10 วินาที แปลผลว่ามีการทรงตัวขณะอยู่หนึ่งดี²⁴ การทดสอบนี้มีค่าความเที่ยงของการวัดคือ (ICC = 0.75)²⁵

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขออนุมัติจริยธรรมการวิจัย โดยผ่านการพิจารณาและได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย โรงพยาบาลสมุทรปราการ เมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2566 ตามหมายเลขหนังสือรับรอง: Th00367
2. ผู้วิจัยทำการเลือกอาสาสมัคร ผู้สูงอายุ ชุมชนสูงอายุ โรงพยาบาลสมุทรปราการ ตามเกณฑ์การคัดเข้าอธิบายวัตถุประสงค์และวิธีการศึกษาอย่างละเอียด ให้แก่ผู้ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การศึกษา และให้ผู้ที่ยินดีเข้าร่วมการศึกษาลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา พร้อมนัดวันเวลาเพื่อทำการทดสอบ โดยแจ้งให้สวมเสื้อผ้าที่สะดวกต่อการเคลื่อนไหว เช่น ใส่กางเกงในวันทดสอบ
3. อาสาสมัครกรอกข้อมูลในแบบสอบถามข้อมูลส่วนตัว
4. ผู้วิจัยแบ่งผู้สูงอายุเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง กลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายด้วยตาราง 9 ช่อง กลุ่มที่ 3 ออกกำลังกายด้วยวิดีโอออกกำลังกายกล้ามเนื้อขา เลือกเข้ากลุ่มโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling)
5. ประเมินสัญญาณชีพเบื้องต้นแก่ผู้สูงอายุทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ อัตราการเต้นหัวใจ ค่าความดันโลหิต หากพบอาการผิดปกติในวันนั้น งดการประเมินด้วยการทดสอบที่เหลือ แนะนำผู้สูงอายุพบแพทย์ และนัดประเมินครั้งต่อไป
6. ก่อนให้โปรแกรมการออกกำลังกาย ผู้วิจัยจะประเมินความสามารถในการทรงตัวขณะเปลี่ยนท่าทางของผู้สูงอายุโดยใช้การทดสอบ TUG ประเมินความสามารถในการทรงตัวขณะยืนนิ่งและความสามารถทางกาย โดยใช้การทดสอบ SPPB และประเมินความมั่นคงของการทรงตัวด้วยขาข้างเดียว โดยใช้การทดสอบ OLST
7. ผู้วิจัยให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการแก่ผู้สูงอายุทั้ง 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมออกกำลังกาย 4 ช่อง เดินบนตารางสี่เหลี่ยม 4 ช่อง ขนาดช่องละ 25 x 25 cm. ทิศทางการเดินตามวิดีโอนี้

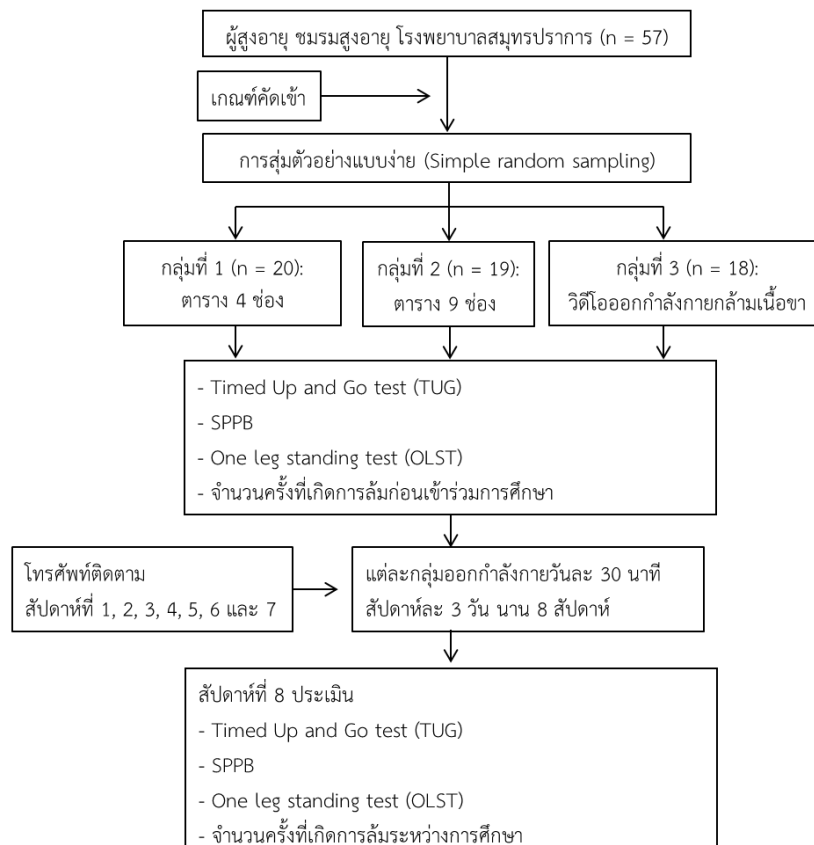
<https://www.youtube.com/watch?v=sgUstakD9eg&t=1172s>

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมออกกำลังกาย 9 ช่อง เดินบนตารางสี่เหลี่ยม 9 ช่อง ขนาดช่องละ 25 x 25 cm. ทิศทางการเดินตามวิดีโอนี้ <https://www.youtube.com/watch?v=K0x-LFrIZ1M&t=240s>

กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมวิดีโอการออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาที่ส่งเสริมความมั่นคงในการทรงตัวในท่ายืนนิ่ง ท่าเดิน และรักษาสอดคล้องขณะที่ร่างกายเคลื่อนไหว ได้แก่ Gluteus maximus

muscle, Gluteus medius muscle, Quadriceps muscle, Gastrocnemius muscle โดยมีท่าบริหารตามวิดีโอนี้ <https://www.youtube.com/watch?v=VelBytayT7g&t=321s>

8. ผู้สูงอายุแต่ละกลุ่มจะได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายเป็นวิดีโอตามข้อ 7 พร้อมคู่มือกลับไปทำที่บ้าน วันละ 25 นาที สัปดาห์ละ 3 วัน ต่อเนื่องกัน 8 สัปดาห์ และบันทึกการออกกำลังกายแต่ละครั้งลงในสมุดบันทึก โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้สาธิต ทดสอบความถูกต้องและให้ความช่วยเหลือตลอดการศึกษา โปรแกรม
9. หากผู้สูงอายุมีอาการปวดมากขึ้นขณะหรือหลังออกกำลังกาย ให้หยุดออกกำลังกายตามโปรแกรม และใช้การประคบเย็นบรรเทาปวดเป็นระยะเวลา 20 นาที ถ้าอาการไม่ดีขึ้น แนะนำให้มาพบแพทย์
10. ผู้วิจัยติดตามอาการทั่วไป การล้ม และการออกกำลังกายตามโปรแกรมของผู้สูงอายุ ผ่าน Line application หรือทางโทรศัพท์ ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7
11. หลังเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกครบ 8 สัปดาห์ ผู้วิจัยประเมินโดยใช้การทดสอบ TUG ประเมินสมรรถนะและกิจกรรมทางกาย โดยใช้การทดสอบ SPPB และประเมินความมั่นคงของการทรงตัวด้วยขาข้างเดียวโดยใช้การทดสอบ OLST ดังในภาพที่ 2
12. นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้อง และนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์
13. ผู้สูงอายุกลุ่มที่ออกกำลังกายตามวิดีโอจำนวน 18 ราย ที่ไม่ได้เข้ากลุ่มวิจัยการฝึกการทรงตัว จะได้รับการให้คำแนะนำเรื่องการป้องกันภาวะหกล้มและภายหลังเสร็จสิ้นการวิจัย ให้ผู้สูงอายุได้รับโปรแกรมการฝึกการทรงตัวด้วยตาราง 4 ช่อง หรือตาราง 9 ช่อง ตามผลการศึกษา เพื่อไม่ให้เสียโอกาส



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรม IBM SPSS version 23

1. วิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่ากลาง (median) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)
2. ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล TUG, SPPB และ OLST ด้วยสถิติ Shapiro Wilk test
3. วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบ TUG, SPPB และ OLST ระหว่าง 3 กลุ่ม หากข้อมูลมีการกระจายตัวปกติ ใช้สถิติ Two-Way Mixed ANOVA หากข้อมูลมีการกระจายตัวไม่ปกติ ใช้สถิติ Kruskal-Wallis Test
4. วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบ TUG และ OLST ก่อนและหลังการทดลองของแต่ละกลุ่ม หากข้อมูลมีการกระจายตัวปกติ ใช้สถิติ Post Hoc Analysis of One Way ANOVA (LSD) หากข้อมูลกระจายตัวไม่ปกติ ใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank Test
5. วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบคะแนน SPPB ก่อนและหลังการฝึก และการเปลี่ยนแปลงของแต่ละกลุ่ม โดยใช้ Chi-Square Test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัย

การศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง เปรียบเทียบกับตาราง 9 ช่อง และการใช้วิดีโอออกกำลังกายกล้ามเนื้อขา ต่อความสามารถในการทรงตัวและความสามารถทางกาย ณ ที่พักอาศัยของผู้สูงอายุ ภายใต้การดูแลของนักกายภาพบำบัด ในผู้สูงอายุ ชุมชนสูงอายุ โรงพยาบาลสมุทรปราการ จำนวนทั้งหมด 57 คน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยใช้การประเมิน TUG, SPPB, OLST และจำนวนครั้งที่เกิดการล้มระหว่างการฝึก แบ่งเป็นกลุ่มออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง (กลุ่ม 1) 20 คน กลุ่มออกกำลังกายด้วยตาราง 9 ช่อง (กลุ่ม 2) 19 คน และกลุ่มออกกำลังกายด้วยวิดีโอออกกำลังกายกล้ามเนื้อขา (กลุ่ม 3) 18 คน

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้สูงอายุที่เข้าร่วมงานวิจัย

ผู้สูงอายุที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกและร่วมการทดสอบมีจำนวน 57 คน แต่มีผู้เข้าร่วม 4 ราย ออกจากงานวิจัยระหว่างการฝึกเนื่องจากเปลี่ยนที่อยู่ชั่วคราว จึงไม่สามารถออกกำลังกายได้ตามโปรแกรม เป็นผลให้เมื่อสิ้นสุดการศึกษา มีผู้เข้าร่วมการฝึกทั้งหมด 53 คน โดยอยู่ในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 จำนวน 18, 18 และ 17 คน ตามลำดับ ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 53 คน แบ่งเป็นเพศชาย 3 คน และเพศหญิง 50 คน คิดเป็นร้อยละ 5.66 และ 94.34 ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง 3 กลุ่ม ทั้งในเรื่องของเพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ระดับการศึกษา โรคประจำตัว ยกเว้นประวัติการล้มใน 1 ปี ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.004$) โดยที่กลุ่ม 3 มีสัดส่วนผู้สูงอายุที่เคยล้มสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลส่วนบุคคล ระหว่างกลุ่ม

ข้อมูลทั่วไป	รายละเอียด	จำนวนคน (%)			p-Value ^c
		กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	
เพศ	ชาย	1 (5.00)	1 (5.26)	1 (5.56)	0.997
	หญิง	19 (95.00)	18 (94.74)	17 (94.44)	
อายุ	Mean ± SD	69.200 ± 6.203	69.579 ± 5.747	70.944 ± 6.178	0.653 ^a
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	Mean ± SD	60.065 ± 9.074	59.421 ± 8.995	62.772 ± 10.394	0.528 ^a
ส่วนสูง (เมตร)	Mean ± SD	1.5525 ± 0.068	1.5626 ± 0.066	1.5556 ± 0.038	0.509 ^b
BMI (กก./ม. ²)	Mean ± SD	24.978 ± 3.847	24.290 ± 3.253	25.059 ± 4.333	0.418 ^a
การศึกษา	ไม่ได้เรียน	0 (0.00)	2 (10.53)	0 (0.00)	0.630
	ประถมศึกษา	12 (60.00)	3 (15.79)	7 (38.89)	
	มัธยมศึกษา	4 (20.00)	8 (42.11)	8 (44.44)	
	ปริญญา	4 (20.00)	6 (31.58)	3 (16.67)	
โรคประจำตัว	ความดันโลหิตสูง	5 (25.00)	9 (47.37)	9 (50.00)	0.218
	ไขมันในเลือดสูง	6 (30.00)	7 (47.37)	6 (33.33)	0.902
	เบาหวาน	4 (20.00)	6 (31.58)	3 (16.67)	0.521
	อื่น ๆ	2 (10.00)	3 (15.79)	3 (16.67)	0.810
ล้มใน 1 ปี	เคย	0 (0.00)	5 (26.32)	8 (44.44)	0.004 [*]
	ไม่เคย	20 (100)	14 (73.68)	10 (55.56)	

^a สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ One-way ANOVA

^b สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ Kruskal Wallis

^c สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ Chi-square test

^{*} มีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

2. ผลประเมินความสามารถในการทรงตัวและความสามารถทางกาย

2.1 การเปรียบเทียบเวลา (วินาที) ในการทรงตัวระหว่างกลุ่มและแต่ละกลุ่ม ก่อนและหลังเข้าร่วม

โปรแกรม

ตารางที่ 2 เวลา (วินาที) ในการทดสอบ TUG และ OLST ของแต่ละกลุ่ม ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรม

ตัวแปร (sec)	ก่อนการฝึก (Mean ± SD)			p- value	หลังการฝึก (Mean ± SD)			p- value
	กลุ่ม 1 (n = 18)	กลุ่ม 2 (n = 18)	กลุ่ม 3 (n = 17)		กลุ่ม 1 (n = 18)	กลุ่ม 2 (n = 18)	กลุ่ม 3 (n = 17)	
TUG	11.15±1.46	10.82±2.12	11.08±2.65	0.889 ^a	9.94±8.19	9.24±1.74	10.37±2.29	0.315 ^d
OLST	14.11±10.83	14.73±11.17	15.39±11.78	0.973 ^d	19.87±8.19	20.79±10.15	18.24±10.25	0.651 ^d

TUG = Timed Up and Go test, OLST = One Leg Standing Test, sec = seconds (วินาที)

^a สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ One-way ANOVA

^d สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ Kruskal Wallis

จากตารางที่ 2 พบว่าระหว่าง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างของผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการทดสอบ TUG อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อใช้สถิติ Wilcoxon Signed Ranks test วิเคราะห์ข้อมูลก่อนและหลังการฝึกในแต่ละกลุ่ม พบว่าเวลาที่ใช้ในการทดสอบ TUG ลดลงหลังการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกกลุ่ม ($p < 0.001$, $p < 0.001$ และ $p = 0.022$ ในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ)

OLST ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทั้งก่อนและหลังการฝึก แต่มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังฝึก เมื่อเทียบกับก่อนการฝึกในทุกกลุ่มโดยใช้สถิติ Wilcoxon Signed Ranks test ($p = 0.002$, $p = 0.001$ และ $p = 0.001$ ในกลุ่ม 1, 2 และ 3 ตามลำดับ)

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถทางกายระหว่างกลุ่มและแต่ละกลุ่ม ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรม
ตารางที่ 3 ค่าคะแนนในการทดสอบ SPPB; SBSS, STS, TS, GST และ CST ของแต่ละกลุ่ม ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรม

ตัวแปร	คะแนน	ก่อนการฝึก				หลังการฝึก			
		กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	p-value ^b	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	p-value ^b
		n (%)	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	n (%)	
SBSS	1	18 (100)	18 (100)	17 (100)	1.000	18 (100)	18 (100)	17 (100)	1.000
STS	0	0 (0)	0 (0)	1 (5.88)	0.347	0 (0)	0 (0)	1 (5.60)	0.347
	1	18 (100)	18 (100)	16 (94.12)		18 (100)	18 (100)	16 (94.10)	
TS	0	1 (5.56)	3 (16.67)	4 (23.53)	0.047	1 (5.60)	2 (11.10)	1 (5.90)	0.347
	1	0 (0.00)	0 (0)	3 (17.65)		0 (0)	0 (0)	3 (17.60)	
	2	17 (94.44)	15 (83.33)	10 (58.82)		17 (94.40)	16 (88.90)	13 (76.50)	
GST	2	3 (16.67)	4 (21.10)	5 (29.41)	0.798	1 (5.60)	1 (5.60)	2 (11.80)	0.013*
	3	10 (55.56)	7 (42.10)	7 (41.18)		2 (11.10)	2 (11.10)	8 (47.10)	
	4	5 (27.78)	7 (36.80)	5 (29.41)		15 (83.30)	15 (83.30)	7 (41.20)	
	0	0 (0)	0 (0)	3 (17.65)		0 (0)	0 (0)	0 (0)	
CST	1	2 (11.11)	4 (22.22)	0 (0)	0.662	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0.017*
	2	5 (27.78)	5 (27.78)	2 (11.76)		3 (16.70)	5 (27.80)	0 (0)	
	3	3 (16.67)	3 (16.67)	8 (47.06)		2 (11.00)	5 (27.80)	2 (11.80)	
	4	8 (44.44)	6 (33.33)	4 (23.53)		13 (72.20)	8 (44.40)	15 (88.20)	
	0-3	0 (0)	0 (0)	0 (0)		0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Total SPPB	4-6	0 (0)	2 (11.11)	3 (17.65)		0 (0)	1 (5.56)	0 (0)	
score	7-9	8 (44.44)	7 (38.89)	4 (23.53)		3 (16.67)	1 (5.56)	3 (17.65)	0.440
	10-12	10 (55.56)	9 (50.00)	10 (58.82)	0.530	15 (83.33)	16 (88.89)	14 (82.35)	

SBSS = Side-By-Side Stand, STS = Semi Tandem Stand, TS = Tandem Stand, GST = Gait Speed test, CST = Chair Stand Test

^b สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ Kruskal Wallis

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก พบว่าผลการทดสอบคะแนนของ GST และ CST มีความแตกต่างกันระหว่าง 3 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.013$ และ $p=0.017$ ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยกลุ่ม 3 มีคะแนนความเร็วในการเดินแตกต่างจาก กลุ่มที่ 1 และ 2 และกลุ่มที่ 3 ยังมีความแตกต่างของคะแนน CST แตกต่างจากกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติ Chi-Square

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงคะแนน SPPB ก่อนและหลังการฝึกในแต่ละกลุ่ม พบว่า กลุ่มที่ 1 และ 2 มีการเปลี่ยนแปลงระดับความเร็วในการเดินที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนฝึกมากกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.033$) และกลุ่มที่ 2 ยังมีการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถในการลุกยืนจากเก้าอี้ดีขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.015$) โดยที่คะแนน SPPB ในทุกการทดสอบ และคะแนนรวมภายหลังการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ 1 และ 2

3. จำนวนครั้งที่เกิดการล้มระหว่างการฝึก

จากการติดตามการล้มระหว่างการฝึกทุกสัปดาห์ และหลังสิ้นสุดการศึกษาในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าไม่มีผู้สูงอายุล้มทั้ง 3 กลุ่ม

อภิปรายผล

การศึกษานี้ เปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุ ณ ที่พักอาศัยของตนเอง โดยใช้ตาราง 9 ช่อง ที่มีการใช้งานทางคลินิกและทางวิจัย ตาราง 4 ช่องที่ผู้วิจัยนำมาใช้เนื่องจากคาดว่าจะมีความซับซ้อนในการกำหนดวิธีการเดินน้อยกว่าตาราง 9 ช่อง และการออกกำลังกายตามวิดีโอออกกำลังกายกล้ามเนื้อขา เมื่อพิจารณาลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครในแต่ละกลุ่ม พบว่า เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง BMI ระดับการศึกษา และโรคประจำตัว ไม่แตกต่างกันระหว่าง 3 กลุ่ม จึงไม่มีผลต่อตัวแปรต่างๆในการศึกษาครั้งนี้

ความสามารถในการทำทดสอบ TUG มีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันระหว่าง 3 กลุ่ม อาจเนื่องมาจากการออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง มีการออกแบบทิศทางการเดินที่ใกล้เคียงกับตาราง 9 ช่อง ได้แก่ เดินหน้า-ถอยหลัง เดินข้างด้านซ้าย-ขวา เดินเฉียงด้านซ้าย-ขวา และกลุ่มออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาตามสื่อภาพการเคลื่อนไหว เป็นการฝึกกล้ามเนื้อที่มีความสำคัญต่อการยืนและการเดินจึงส่งผลดีต่อความสามารถในการทรงตัวเช่นกัน ประกอบกับผู้สูงอายุที่เข้าร่วมในการศึกษานี้ถือว่าเป็นผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการล้มต่ำตั้งแต่ก่อนเข้าร่วมการศึกษา โดยใช้เวลาเฉลี่ยในการทดสอบ TUG น้อยกว่า 13.5 วินาที¹⁷⁻¹⁸

การออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง และตาราง 9 ช่อง เป็นการออกกำลังกายที่ต้องอาศัยการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (dynamic balance) และมีการออกกำลังกายในรูปแบบการก้าวเดิน ซึ่งคล้ายกับกิจกรรมที่ใช้ในการทดสอบด้วย TUG ที่ประกอบด้วย การเดิน การก้าวเพื่อเปลี่ยนทิศทาง จึงทำให้ผล TUG test performance ดีขึ้นภายหลังการฝึกในแต่ละกลุ่ม แม้ไม่มีความแตกต่างระหว่าง 3 กลุ่ม ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของฉัตรสุตา ศรีบุรี²⁶ ที่พบว่าหลังการฝึกที่คล้ายกับการออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง และ 9 ช่อง คือมีการยกขาและก้าวขาไปด้านหน้า-หลัง ผู้สูงอายุสามารถเดินได้เร็วขึ้น และใช้เวลาในการทดสอบ TUG ลดลงได้ และสอดคล้องกับการศึกษาแบบการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ และ meta-analysis ของ Yin-Hsiang Wang²⁷ ที่พบว่า Square-Stepping Exercise (SSE) ส่งผลดีต่อการทรงตัว

ขณะเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ออกกำลังกายชนิดอื่นที่ไม่ใช่ SSE และสอดคล้องกับการศึกษาแบบการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ และ meta-analysis ของ Chuthamat Kitisri²⁸ ที่พบว่ากลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายด้วย SSE ใช้เวลาในการทดสอบ TUG ลดลง แต่ไม่พบที่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุมที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า Square-Stepping Exercise (SSE) มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มความสมดุลให้กับผู้สูงอายุในระยะสั้นซึ่งอาจลดความเสี่ยงที่จะล้มได้ แต่ผลการศึกษาในการศึกษานี้ต่างจากผลการศึกษาของศศิวิมล วรรณพงษ์⁸ ที่พบว่าหลังการฝึกออกกำลังกายด้วยตาราง 9 ช่อง ใช้เวลาในการทดสอบ TUG น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการอบรมความรู้เกี่ยวกับปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยของผู้สูงอายุ สาเหตุและการป้องกันการหกล้ม โรคข้อเข่าเสื่อม โภชนาการ และการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอาสาสมัครในการการศึกษานี้ได้รับการฝึกออกกำลังกายทุกกลุ่ม ทั้งการฝึกเดินด้วยตาราง 4 ช่อง ตาราง 9 ช่อง และการออกกำลังกายตามวิดีโอ ซึ่งการออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาตามสื่อภาพการเคลื่อนไหว ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการยืน เดิน ทำให้เวลาที่ใช้ในการทดสอบ TUG ลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Benavent-Caballer และคณะ²⁹ ที่พบว่าประสิทธิภาพของ TUG มีความสัมพันธ์อย่างมากกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

ความสามารถในการยืนขาเดียว เมื่อทดสอบด้วย OLST ไม่พบความแตกต่างระหว่าง 3 กลุ่มทั้งก่อนการฝึกและหลังการฝึก อาจอธิบายได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการยืนขาเดียวของอาสาสมัครในแต่ละกลุ่ม ที่สามารถยืนขาเดียวได้ยาวนานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนฝึกทั้ง 3 กลุ่ม เนื่องจากการฝึกทั้งการใช้ตาราง 9 ช่อง และ ตาราง 4 ช่อง มีกิจกรรมที่ต้องใช้ขาข้างเดียวในการยืนทรงตัว ในขณะที่ก้าวขาอีกข้างข้ามไปยังช่องต่างๆ ที่กำหนด สอดคล้องกับผลการศึกษาของ เขมภักดิ์ เจริญสุขศิริ และคณะ³⁰ ซึ่งใช้ท่าการออกกำลังกายคล้ายกับการฝึกด้วยตาราง 4 ช่อง และ 9 ช่อง พบว่ากลุ่มออกกำลังกายแบบก้าวตามตารางสามารถทรงตัวขณะอยู่นิ่งได้ระยะเวลานานขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาตามวิดีโอในการการศึกษานี้ซึ่งประกอบด้วยกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดข้อสะโพก กลุ่มเหยียดข้อเข่าและกล้ามเนื้อเขย่งส้นเท้า เป็นกล้ามเนื้อที่มีความเกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมในผู้สูงอายุ¹⁹

ความสามารถทางกายของผู้สูงอายุ เมื่อทดสอบด้วย SPPB ซึ่งเป็นการทดสอบองค์ประกอบบางส่วนของสมรรถนะทางกาย (physical fitness) ในส่วนของการทรงตัว พบว่า ทั้งการยืนเท้าชิดกัน และยืนวางเท้าเหลื่อมกัน ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ทั้งก่อนและหลังการฝึก เนื่องจากอาสาสมัครทุกรายในแต่ละกลุ่มสามารถยืนทรงตัวใน 2 ท่านี้ได้ตั้งแต่ก่อนฝึก

ผลการทดสอบ SPPB ในหัวข้อ ความเร็วในการเดินและความแข็งแรงของขาหลังการฝึกเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกของทั้ง 3 กลุ่ม มีผลการทดสอบคะแนนของ GST และ CST ดีขึ้น แสดงว่าการออกกำลังกายด้วยการก้าวเดิน โดยใช้ตาราง 9 ช่อง หรือ ตาราง 4 ช่อง และการออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาตามวิดีโอออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาเกี่ยวข้องกับการฝึกกล้ามเนื้อขาโดยตรง จึงส่งผลให้ความสามารถในการเดินและการลุกยืนดีขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่าในกลุ่ม 1 และ 2 มีผลการเปลี่ยนแปลงระดับความเร็วในการเดินที่ดีขึ้น มากกว่ากลุ่ม 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากการออกกำลังกาย

แบบเดิน มีการเคลื่อนที่ในหลายทิศทาง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายและเพิ่มการรักษาสมดุลการทรงตัว ส่งผลดีต่อการทรงท่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Buchner และคณะ³¹ ที่พบว่า การออกกำลังกายด้วยการเดินส่งผลดีต่อความเร็วในการเดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถในการลุกยืนจากเก้าอี้ดีขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ น้อมจิตต์ นวลเนตร์³² ที่ประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วย 30-second chair sit to stand test หลังการฝึกออกกำลังกายด้วยตาราง 9 ช่อง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และพบว่าผู้สูงอายุมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งฝึกด้วยการออกกำลังกายเพิ่มความสามารถในการทรงตัวแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวม SPPB มากกว่า 1 คะแนนถือว่าการเปลี่ยนแปลงที่มีความสำคัญทางคลินิกสำหรับผู้สูงอายุในชุมชน (MCID = 1)³³ ในอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม มีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนรวม SPPB อย่างน้อย 1 คะแนน และทุกกลุ่มมีอาสาสมัครที่ได้คะแนนรวม SPPB มากกว่า 10 คะแนนภายหลังการฝึก เพิ่มมากกว่าก่อนการฝึก รวมถึงมีสัดส่วนของอาสาสมัครที่ได้คะแนนรวม SPPB น้อยกว่า 10 คะแนนลดลง โดยเฉพาะในกลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งออกกำลังกายโดยใช้ตาราง 4 ช่อง หรือ ตาราง 9 ช่อง บ่งชี้ว่าอาสาสมัครมีความสามารถทางกายเพิ่มขึ้น อันจะส่งผลดีต่อการลดปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มเนื่องจากมีการทรงตัว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่ดีขึ้น¹⁸⁻¹⁹

ตลอดช่วงการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ไม่พบการล้มในอาสาสมัคร ทั้ง 3 กลุ่ม แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายด้วยการก้าวเดิน โดยใช้ตาราง 9 ช่อง หรือ ตาราง 4 ช่อง และการออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาตามวิดีโอออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาช่วยลดความเสี่ยงต่อการหกล้มได้ สอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Yin-Hsiang Wang²⁷ ที่พบว่า Square-Stepping Exercise (SSE) ส่งผลดีต่อการป้องกันการล้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Ng และคณะ³⁴ และ ัญญรัตน์ อโนทัยสินทวี³⁵ ที่พบว่า มาตรการที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการหกล้มได้อย่างมีนัยสำคัญ คือการออกกำลังกายที่ส่งเสริมการเดินและการทรงตัว (gait, balance, and functional training) นอกจากนี้ การออกกำลังกายแบบผสมผสาน (multiple types of exercise) คือการออกกำลังกายแบบ gait, balance, and functional training ร่วมกับการออกกำลังกายแบบ strength and resistance training และการออกกำลังกายแบบ 3 มิติ (three-dimension) ยังช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บจากการหกล้ม และความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหักจากการหกล้มได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. เนื่องจากการออกกำลังกายด้วยตาราง 4 ช่อง ส่งผลดีต่อการทรงท่าในผู้สูงอายุเทียบเท่ากับการออกกำลังกายด้วยตาราง 9 ช่อง มีความซับซ้อนและใช้พื้นที่ในการฝึกเดินน้อยกว่า จึงเหมาะแก่การนำไปใช้กับผู้สูงอายุ โดยเฉพาะการดูแลผู้สูงอายุในชุมชน เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาฝึกที่โรงพยาบาล ลด

ภาระของผู้ดูแลในการสาธิต นอกจากนี้นักวิจัยยังสามารถนำไปใช้ในการออกกำลังกายแบบกลุ่มเพื่อเพิ่มความสนุกสนานและการมีส่วนร่วมกับผู้อื่นได้

2. วิธีออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบตามการศึกษาส่งผลดีต่อผู้สูงอายุ ปลอดภัย ไม่เกิดการล้ม จึงเป็นรูปแบบที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต

ควรมีการติดตามผลการล้มในระยะยาว เพื่อประเมินและเปรียบเทียบความคงอยู่ของความมั่นคงในการทรงตัวจากกลุ่มผู้สูงอายุที่ใช้ตาราง 4 ช่อง กลุ่มที่ใช้ตาราง 9 ช่องและกลุ่มที่ใช้วิธีโอเอกกำลังกายกล้ามเนื้อขา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.ภก.ผกามาศ พิริยะประสาธน์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับการศึกษานี้ ขอขอบพระคุณ แพทย์หญิงสิริพรรณ มหาแก้ว ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย และขอขอบพระคุณอาสาสมัครผู้สูงอายุทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมกิจกรรมวิจัยอย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

1. มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2562. นครปฐม: สถาบัน; 2563.
2. สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. รายงานการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2583 (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน): สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ; 2562.
3. กรมอนามัย [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 มิ.ย. 2566]. เข้าถึงได้จาก:
<https://doc.anamai.moph.go.th/index.php?r=str-project/view&id=6238#>
4. กรมการแพทย์. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.); 2020. ยากันล้ม คู่มือป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ [เข้าถึงเมื่อ 20 มิ.ย. 2566]. เข้าถึงได้จาก:
<http://agingthai.dms.go.th/agingthai/wp-content/uploads/2020/10/edit-03122020-17.pdf>
5. ไพวรรณ สัทธานนท์. ภาพกายภาพบำบัดในผู้สูงอายุ. พิมพ์ครั้งที่ 4. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2566

6. Zarei H, Norasteh A A, Koohboomi M. The relationship between muscle strength and range of motion in lower extremity with balance and risk of falling in elderly. PTJ 2020; 10(1):33-40. Available from: <http://ptj.uswr.ac.ir/article-1-415-en.html>
7. Krabuanrat C. The 9-square exercise and brain development. Bangkok: Grand Sport Group, 2007.
8. ศศิวิมล วรณพงษ์, เสาวนีย์ นาคมะเร็ง, สุรัสวดี เบนเนตต์, น้อมจิตต์ นวลเนตร. ผลของการออกกำลังกายด้วยตารางเก้าช่องต่อการทรงตัวและพหุปัญญาในผู้สูงอายุเพศหญิง. วารสารกายภาพบำบัด สมาคมกายภาพบำบัดแห่งประเทศไทย [อินเทอร์เน็ต]. พ.ศ.-ส.ศ. 2564 [เข้าถึงเมื่อ 14 ก.ค. 2566]; 43(2): 67-79. เข้าถึงได้จาก: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/tjpt/article/view/240990/171535>
9. Fatmawati V, Indriani. The effect of four-square step exercise and ankle strategy exercise on improving the balance of the elderly in Aisyiyah Branch, West Palbapang, Bantul, Yogyakarta. UJAS [Internet]. 2022 Dec. 13 [cited 2024 Jun 1];2(2):53-9. Available from: <https://e-journal.urecol.org/index.php/uja/article/view/194>
10. World Health Organization. WHO global report on falls prevention in older age. [cited 20 Jun 2023]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241563536>
11. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: theory and practical applications. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
12. Rozanska-Kirschke A, Kocur P, Wilk M, Dylewicz P. The Fullerton Fitness Test as an index of fitness in the elderly. Medical Rehabilitation. 2006 Jul 17;10(2):9-16
13. Pofane.eu.org. Manual for the fall prevention classification system Version 1 (4th April 2007) Manchester 2007 [Available from: <http://www.pofane.eu.org/documents/FallsTaxonomy.pdf>.
14. Robertson MC, Devlin N, Gardner MM, Campbell AJ. Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programmed to prevent falls.1: randomised controlled trial. BMJ 2001 Mar 24; 322: 697-701.
15. Lord SR, Castell S, Corcoran J, Dayhew J, Matters B, Shan A, Williams P. The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. J Am Geriatr Soc. 2003 Dec;51(12):1685-92.
16. Podsiadlo D, Richarolson S. The time “Up & Go”: a test of basic functional mobility for trail elderly person. J AmGeriatrSoc, 1991;39:142-8

17. ชูติมา ชลายนเดชะ. คัดกรองการล้มด้วย Timed Up and Go Test (TUG). วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด [อินเทอร์เน็ต]. ม.ค.-เม.ย. 2557 [เข้าถึงเมื่อ 19 ส.ค. 2566];26(1):5-16. เข้าถึงได้จาก: <https://repository.li.mahidol.ac.th/handle/123456789/10376>
18. สถาบันเวชศาสตร์สมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ. แนวทางเวชปฏิบัติการป้องกันและประเมินภาวะหกล้มในผู้สูงอายุ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท สันทนาการพิมพ์ จำกัด; 2562.
19. Kitchana Kaewkaen. Assessment of physical performance in elderly with Short Physical Performance Battery Test. J Med Health Sci [Internet]. 2019 Aug [cited 2023 Sep 16];26(2):96-111. Available from: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/jmhs/article/view/211880>
20. Mijnders DM, Meijers JM, Halfens RJ, ter Borg S, Luiking YC, Verlaan S, et al. Validity and reliability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community dwelling older people: a systematic review. J Am Med Dir Assoc 2013;14: 170-8.
21. Freiburger E, de Vreede P, Schoene D, Rydwik E, Mueller V, Frändin K, et al. Performance-based physical function in older community-dwelling persons: a systematic review of instruments. Age Ageing 2012;41:712-21.
22. Soares Menezes KVR, Auger C, de Souza Menezes WR, Guerra RO. Instruments to evaluate mobility capacity of older adults during hospitalization: A systematic review. Arch Gerontol Geriatr 2017;72:67-79.
23. Bohannon RW. Single limb stance times: a descriptive meta-analysis of data from individuals at least 60 years of age. PhysTher, 2006;22:70-7.
24. Gulsatitporn S. Physiotherapy in elderly. 2nd ed. Bangkok: Offset Press; 2006.
25. Giorgetti MM, Harris BA, Jette A. Reliability of clinical balance outcome measures in the elderly. Physiotherapy Research International 1998;3(4):274-83
26. ฉัตรสุตา ศรีบุรี, ปารวี มุสิกรัตน์, ปฎิมา ศิลสุกตล, กนกวรรณ ศรีสุภกรกุล. ผลของการฝึกเดินถอยหลังและเดินไปข้างหน้าต่อการทรงตัว ตัวแปรด้านระยะทางและเวลาของการเดิน และความเสี่ยงของการหกล้มในผู้สูงอายุ. วารสารกายภาพบำบัด สมาคมกายภาพบำบัดแห่งประเทศไทย [อินเทอร์เน็ต]. ม.ค.-เม.ย. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 14 ก.ค. 2566]; 44(1): 12-28. เข้าถึงได้จาก: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/tjpt/article/view/242298/175316>
27. Yin-Hsiang Wang, Yun-Hsien Liu, Yea-Ru Yang, Ray-Yau Wang. Effects of square-stepping exercise on motor and cognitive function in older adults: A systematic review and meta-analysis. Geriatric Nursing [Internet]. 2021 Nov-Dec [cited 2023 Sep

- 10];42(6):1583-93. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0197457221003426>
28. Chuthamat Kitisri. Effect of square-stepping exercise on balance in older adults: A systematic review and meta-analysis. *J Phys Fitness Sports Med* [Internet]. 2017 [cited 2023 Sep 10];6(3): 183-190. Available from:
https://www.researchgate.net/publication/317051000_Effect_of_square-stepping_exercise_on_balance_in_older_adults_A_systematic_review_and_meta-analysis
29. Benavent-Caballer P, Sendin-Magdalena A, Francisco Lisón J, Rosado-Calatayud P, Amer-Cuenca JJ, Salvador-Coloma P, et al. Physical factors underlying the Timed “Up and Go” test in older adults. *Geriatric Nursing* [Internet]. 2016 Mar-Apr [cited 2023 Sep 10];37(2):122-7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2015.11.002>
30. เขมรัตน์ เจริญสุขศิริ, นุศราพร แซ่ลิ้ม, วรรณกร สาระพันธุ์, ธัญญลักษณ์พรหมสุข. ผลของการออกกำลังกายแบบก้าวตามตารางกับการฝึกการทรงตัวที่มีต่อการทรงตัวและคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพในผู้สูงอายุไทย. วารสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ. [อินเทอร์เน็ต]. ก.ย.-ธ.ค. 2561 [เข้าถึงเมื่อ 23 พ.ค. 2567]; 99-107. เข้าถึงได้จาก: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JHR/issue/view/12613/Vol12No2>
31. Buchner DM, Cress ME, de Lateur BJ, Esselman PC, Margherita AJ, Price R, et al. A comparison of the effects of three types of endurance training on balance and other fall risk factors in older adults. *Aging (Milano)*. [Internet]. 1997 Feb-Apr [cited 2024 Jun 1];9(1-2):112-9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9177594>
32. น้อมจิตต์ นวลเนตร์, ขนาดดา อรศรี, ณัฐนรี ชัยพิพัฒน์. การเปรียบเทียบการออกกำลังกายด้วยตาราง 9 ช่องกับการออกกำลังกาย เพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัวแบบดั้งเดิมต่อการทรงตัวในผู้สูงอายุเพศหญิง. วารสารกายภาพบำบัด สมาคมกายภาพบำบัดแห่งประเทศไทย [อินเทอร์เน็ต]. ก.ย.-ธ.ค. 2559 [เข้าถึงเมื่อ 10 ส.ค. 2566]; 38(3): 93-102. เข้าถึงได้จาก: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/tjpt/article/view/113530/88255>
33. Perera S, Mody HS, Woodman RC, Studenski SA. Meaningful Change and Responsiveness in Common Physical Performance Measures in Older Adults. *J AGS* [Internet]. 2006 May [cited 2024 Apr 14]; 54(5): 743-9. Available from:
<https://agsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1532-5415.2006.00701.x>
34. Ng CACM, Fairhall M, Wallbank G, Tiedemann A, Michaleff ZA, Sherrington C. Exercise for falls prevention in community-dwelling older adults: trial and participant characteristics, interventions and bias in clinical trials from a systematic review. *BMJ*

Open Sport & Exercise Medicine [Internet]. 2019 Dec [cited 2024 Apr 15]; 5(1): 1-10.

Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6936986>

35. ธัญญรัตน์ อโนทัยสินทวี, แสงสุลี ธรรมไกรสร, พัฒน์ศรี ศรีสุวรรณ. รายงานฉบับสมบูรณ์การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเรื่องมาตรการป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ. โครงการประเมินเทคโนโลยีและนโยบายด้านสุขภาพ, [อินเทอร์เน็ต]. 2557 [เข้าถึงเมื่อ 15 เม.ย. 2567]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.hitap.net/documents/24277>