

## ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มต่อการเดินและความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุในชุมชน

ปารีส พุฒพานิชย์ศิริ วท.ม.\* , สมพร สังขรัตน์ ปส.ด.\*\* , ศิรินันท์ บริพันธ์กุล ปส.ด.\*\* , ศศิกา จินาจิน วท.ม.\* , กัลยพร นันทชัย วท.ม.\* , บุษย์ณกมล เรืองรักเรียน พย.ม.\*

\* โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ ตำบลห้วยใหญ่ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี 20150

\*\*ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตำบลสุเทพ อำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่ 50200

### Abstract: Effects of Falls Prevention Exercise Program on Gait and Falls Risk in Community-dwelling Older Adults

Paris Puipanichsiri, M.Sc.\* , Somporn Sungkarat, Ph.D.\*\* , Sirinun Boripuntakul, Ph.D.\*\* , Sasipa Jinajin, M.Sc.\* , Gallayaporn Nantachai, M.Sc.\* , Budnakamol Ruangrukrien, M.N.S.\*  
\*Somdet Phra Sangharaj Nyanasamvara Geriatric hospital, Huay-Yai, Bang lamung, Chonburi 20150

\*\*Department of Physical Therapy Faculty of Associated Medical Science Chiang Mai University, Suthep, Muang, Chiang Mai 50200

(E-mail: paris\_1911@hotmail.com)

(Received: May 17, 2021; Revised: October 01, 2021; Accepted: October 04, 2021)

**Background:** Falls are the most frequent and serious problems in community-dwelling older people. Therefore, the effective exercise program to improve balance and prevent falls are necessary. **Objective:** To examine the effects of falls prevention exercise program on gait and falls risk in community-dwelling older adults. **Method:** Sixty community-dwelling older adults were allocated into two groups: (1) Participants underwent the falls prevention exercise program for one hour per session, three times per week for three months (experimental group), and (2) Participants received a fall prevention knowledge brochure (control group). Measurements were administered three times: pre-intervention, post-intervention and 1-month follow-up period. 2 x 3 repeated measures ANOVA or Friedman test and Wilcoxon signed-ranks Test were used to analyze data. Significant level was set at  $p < 0.05$ . **Result:** Participants in experimental group performed significantly better in post-intervention and 1-month follow-up period on muscle strength, reaction time, postural sway, PPA score, cadence, gait speed, TUG, anticipatory postural adjustment in first step duration and percent double support time than pre-intervention. Moreover, participants in experimental group performed significantly better on stride length in post-intervention than pre-intervention assessment. Although, this study found better reaction time and PPA score in control group but participants in control group had more fear of falling score in post-intervention than pre-intervention assessment. **Conclusion:** This falls prevention exercise program can improve gait and muscle strength especially in long term effect which resulted in decrease in falls risk. Therefore, this exercise program is an effective intervention to prevent falls and be able to reduce risk of falls in elderly.

**Keywords:** Elderly, Falls, Falls prevention exercise program, Gait, Falls risk

#### บทคัดย่อ

**ภูมิหลัง:** การหกล้มเป็นปัญหาที่สำคัญและพบได้บ่อยในผู้สูงอายุที่อาศัยในชุมชน ดังนั้นโปรแกรมการออกกำลังกาย

ที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความสามารถในการทรงตัวและช่วยป้องกันการหกล้มได้จึงเป็นสิ่งสำคัญ **วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มต่อการเดิน

และความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุในชุมชน **วิธีการ:** ผู้สูงอายุในชุมชนจำนวน 60 คนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) อาสาสมัครที่ได้รับการออกกำลังกายในโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มครั้งละ 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน (กลุ่มทดลอง) 2) อาสาสมัครที่ได้รับแผนพับความรู้เรื่องการป้องกันการหกล้ม (กลุ่มควบคุม) วัดผล 3 ครั้ง คือ ระยะเวลาก่อนการทดลอง หลังการทดลองและติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ  $2 \times 3$  repeated measures ANOVA หรือ Friedman test และ Wilcoxon signed-ranks test กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  **ผล:** อาสาสมัครในกลุ่มทดลองมีผลลัพธ์ที่ดีขึ้นในด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น การแกว่งของจุดรวมมวล คะแนนความเสี่ยงต่อการหกล้ม อัตราการก้าวขา ความเร็วในการเดิน เวลาในการทดสอบ TUG ระยะเวลาในการปรับการทรงตัวโดยการคาดการณ์ในการก้าวขาครั้งแรกและร้อยละของช่วงเวลาที่เท้าทั้งสองข้างรับน้ำหนักทั้งในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับระยะก่อนทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่าอาสาสมัครในกลุ่มทดลองมีความยาวในการก้าวขาที่เพิ่มขึ้นในระยะหลังการทดลอง ถึงแม้ว่าผลการศึกษาระบุว่าอาสาสมัครในกลุ่มควบคุมมีเวลาในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นและคะแนนความเสี่ยงต่อการหกล้มที่ดีขึ้นแต่พบว่าหลังการทดลองอาสาสมัครในกลุ่มควบคุมมีการล้มการหกล้มมากขึ้น **สรุป:** โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มนี้ทำให้ผู้สูงอายุมีรูปแบบการเดินที่ดีและกล้ามเนื้อขาที่แข็งแรงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลที่ดีขึ้นในระยะยาว ซึ่งจะส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการหกล้มที่ลดลง จึงสามารถนำไปใช้เป็นโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มและลดความเสี่ยงต่อการหกล้มได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

**คำสำคัญ:** ผู้สูงอายุ, การหกล้ม โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้ม, การเดิน, ความเสี่ยงต่อการหกล้ม

## บทนำ

การหกล้มเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อคุณภาพชีวิตด้านสาธารณสุขของประเทศ<sup>1</sup> ในประเทศไทยมีรายงานอุบัติการณ์การหกล้มของผู้สูงอายุในชุมชนเพิ่มขึ้นทุกปี<sup>2</sup> การหกล้มในกลุ่มผู้สูงอายุมักส่งผลกระทบต่อสภาพร่างกายและจิตใจ<sup>3</sup> ทำให้เกิดการบาดเจ็บ<sup>1</sup> และอาจเสียชีวิตได้ นอกจากนี้ยังส่งผลทำให้มีคุณภาพชีวิตที่แย่ลง<sup>4</sup> และอาจเป็นภาระพึ่งพิงของครอบครัวและสังคมต่อไป

การป้องกันการหกล้มได้ถูกพัฒนาขึ้นมาอย่างหลากหลาย โดยการปรับปรุงปัจจัยเสี่ยงที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการหกล้มเป็นวิธีที่ยอมรับในปัจจุบันที่สามารถป้องกันการหกล้มได้ดี การออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มเป็นวิธีการปรับปรุงปัจจัยเสี่ยงภายในร่างกายที่เป็นที่นิยมและสามารถป้องกันการหกล้มได้ดี<sup>5-8</sup> เช่นในการศึกษาของ Robertson<sup>5</sup> ได้ทำการศึกษาโปรแกรมการออกกำลังกายที่บ้านจำนวน 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 1 ปี โดยพบว่าสามารถลดอัตรา

การหกล้มและการบาดเจ็บจากการหกล้มได้ถึง 35% ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าอาสาสมัครมีอัตราการหกล้มลดลงหลังได้รับการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้ม<sup>6-7</sup>

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเป็นการออกแบบโดยมีท่าออกกำลังกาย ระยะเวลาในการออกกำลังกาย การปรับความหนักและความท้าทายในการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน ประกอบกับรายงานจากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มที่ดีควรมีเป้าหมายที่ท้าทายการทรงตัว มีการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและมีความเข้มข้นในการออกกำลังกายอย่างน้อย 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ ซึ่งจัดว่ามีประโยชน์สูงสุดในการลดอัตราการหกล้มได้<sup>8</sup>

งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มในรูปแบบการออกกำลังกายแบบกลุ่มซึ่งประกอบไปด้วยสามส่วนคือ 1) การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 2) การฝึกการทรงตัว และ 3) การฝึกการประสานสัมพันธ์ร่างกายและความคล่องตัว โดยได้มีการปรับท่าออกกำลังกายจากการศึกษาก่อนหน้านี้มาใช้เช่น ท่าชกคอกดึงยางยืด ท่ายืนยกส้นเท้า ท่ากางสะโพก และท่ายืนย่อเอวเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ<sup>6</sup> ได้ตัดท่าฝึกที่อาจเสี่ยงทำให้เกิดการหกล้มขณะฝึกออก เช่น ท่าฝึกเดินขึ้นบันได<sup>5</sup> ท่าฝึกก้าวขาข้ามสิ่งกีดขวาง<sup>6</sup> และได้เพิ่มท่าฝึกการยืนทรงตัวบนโคมเพื่อให้เกิดความท้าทายระบบการทรงตัวเป็นต้น

ในปัจจุบันชมรมผู้สูงอายุในชุมชนนิยมเสริมกิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพที่ดีและมีพฤติกรรมสุขภาพที่ดีถูกต้อง ซึ่งการออกกำลังกายแบบกลุ่มสามารถสร้างความสนใจและความสนุกสนานได้ดี อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนว่าโปรแกรมการออกกำลังกายรูปแบบใดที่มีประสิทธิผลในการป้องกันการหกล้มที่สุดและไม่ส่งผลกระทบต่อผู้สูงอายุ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มต่อการเดินและความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุในชุมชน โดยมีสมมุติฐานการศึกษาว่าโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มสามารถลดอัตราการหกล้ม เพิ่มความสามารถในการเดินและส่งผลให้ความเสี่ยงต่อการหกล้มลดลงในผู้สูงอายุได้

## วัตถุประสงค์และวิธีการ

การศึกษานี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการวิจัยและจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชญาณสังวร เพื่อผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข มีการคำนวณหาขนาดประชากรกลุ่มตัวอย่างโดยอ้างอิงจากการศึกษาของ Puipanichsiri<sup>9</sup> ใช้โปรแกรม G\*Power 3.1 ในการคำนวณและวิเคราะห์ด้วยค่า Partial eta<sup>2</sup> เท่ากับ 0.19 ค่า effect size เท่ากับ 0.48 ค่า Power เท่ากับ 0.95 และค่าแอลฟาเท่ากับ 0.05 จะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 14 คนและคำนวณค่าความถดถอยร้อยละ 50

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงต้องมีอาสาสมัครจำนวน 21 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มชนิดสองขั้นตอน (two-stage cluster sampling) สุ่มกลุ่มชมรมผู้สูงอายุในชุมชนในพื้นที่เครือข่ายแล้วจึงใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มชมรมผู้สูงอายุ 4 ชมรม โดยให้แต่ละชมรมอยู่กลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุมเพื่อควบคุมตัวแปรกวน มีผู้สูงอายุตามเกณฑ์และสนใจเข้าร่วมจำนวน 60 คน โดยอาสาสมัครจะได้รับการอธิบายวัตถุประสงค์และวิธีการศึกษาและลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา เกณฑ์การคัดเลือกคือ ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชุมชนที่มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 60 ปี สามารถเดินได้ระยะทางต่อเนื่องอย่างน้อย 10 เมตรโดยไม่ใช้เครื่องช่วยเดิน สามารถทำตามคำสั่งง่ายๆ ได้อย่างเข้าใจตาม cut point ของแบบทดสอบสมรรถภาพสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย (MMSE-Thai 2002) และเป็นบุคคลที่ยินดีเข้าร่วมในการศึกษาด้วยความสมัครใจอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 3 เดือน เกณฑ์การคัดออกคือ บุคคลที่มีความผิดปกติของระบบประสาท ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อและระบบการหายใจและการทำงานของหัวใจที่อาจส่งผลต่อความสามารถในการทดสอบ บุคคลที่มีภาวะซึมเศร้าอย่างรุนแรงตาม cut point ของแบบประเมินความซึมเศร้าในผู้สูงอายุไทย (TGDS) และบุคคลที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มาก่อนทำการทดสอบ 12 ชั่วโมง นอกจากนี้อาสาสมัครจะถูกคัดออกจากการศึกษาเมื่อเข้าร่วมการออกกำลังกายไม่ถึงร้อยละ 80 และไม่ได้เข้าวัดผลในระหว่างการทดลองหรือระยะติดตามผลหลังการทดลอง 1 เดือน แบ่งอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง (experimental group) และกลุ่มควบคุม (control group) กลุ่มละ 30 คน โดยอาสาสมัครกลุ่มทดลองจะได้รับการออกกำลังกายในโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้ม ส่วนอาสาสมัครกลุ่มควบคุมจะได้รับแผ่นพับความรู้ในเรื่องการป้องกันการหกล้ม

รูปแบบเป็นการออกกำลังกายแบบกลุ่มในชมรมผู้สูงอายุ มีเจ้าหน้าที่สาธารณสุข 2 ท่านทำหน้าที่นำออกกำลังกาย ตรวจสอบความถูกต้องของท่าและดูแลความปลอดภัยให้อาสาสมัคร ใช้เวลาในการออกกำลังกายวันละ 1 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 3 เดือน (ทั้งหมด 36 ครั้ง) มีการปรับความยากในการออกกำลังกายพร้อมกันเดือนละ 1 ครั้งทุกเดือน ตามการปรับแรงต้าน จำนวนครั้งในการออกกำลังกาย ขนาดและความยืดหยุ่นของฐานรองรับ ระดับการยืดเกาะและความเร็วในการเคลื่อนไหว ใช้ความหนักในการออกกำลังกายระดับปานกลาง โดยเริ่มการออกกำลังกายจากความยากที่ระดับพื้นฐานไปยังระดับปานกลางและระดับยากตามลำดับ ดังรายละเอียดในคู่มือการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ<sup>10</sup> โดยโปรแกรมการออกกำลังกายประกอบด้วย

- อบอุ่นร่างกาย (10 นาที)
  - ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและขา (10 นาที)
- ได้แก่ ท่าซุกศอกดึงยางยืด ท่ากางแขนสองข้างยืดยางยืดออก ท่ากระดกปลายเท้าสลับกับเขย่งส้นเท้า ท่าย่อเท้าอยู่กับที่ ท่ากางสะโพก ท่ายืนย่อยืด
- ฝึกการทรงตัว การประสานสัมพันธ์ร่างกายและความคล่องตัว (35 นาที) ได้แก่ ท่ายืนบนพื้นนุ่ม ท่ายืนบนขาข้างเดียว

ท่าเดินซิกแซ็ก ท่าเดินก้าวขาข้างข้าง ท่าเดินก้าวขาหน้า-หลัง ท่าโยนรับบอลระดับอก

- ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (5 นาที)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้ม ได้แก่ โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้ม และอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมในการออกกำลังกาย และ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ แบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานและแบบประเมินคัดกรองอาสาสมัคร ส่วนที่สอง คือ เครื่องมือที่ใช้วัดผลการทดลอง ได้แก่ 1) ชุดประเมินความเสี่ยงต่อการหกล้ม (Physiological Profile Assessment; PPA) เป็นชุดประเมินที่มีความเที่ยงตรง น่าเชื่อถือและสามารถใช้จำแนกผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มได้แม่นยำร้อยละ 79<sup>11</sup> มีการประเมินปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ส่งผลทำให้เสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุ ประกอบด้วย การทดสอบ 5 ด้าน ได้แก่ การแกว่งของจุดรวมมวล (postural sway) ปฏิกริยาตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น (reaction time) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข้า (strength) การรับความรู้สึกในการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (proprioception) และความสามารถในการแยกความแตกต่างของความมืด-สว่าง (contrast sensitivity) โดยคะแนนความเสี่ยงต่อการหกล้ม (fall risk score หรือ PPA score) ได้จากการนำผลการประเมินแต่ละด้านไปเข้าสมการทำนายความเสี่ยงต่อการหกล้ม มีเกณฑ์การแปลผลคือ คะแนนน้อยกว่า 0 = มีความเสี่ยงหกล้มต่ำ, 0-1 = มีความเสี่ยงหกล้มเล็กน้อย, 1-2 = มีความเสี่ยงหกล้มปานกลาง และ คะแนนมากกว่า 2 = มีความเสี่ยงหกล้มสูง 2) Mobility lab เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์การเดินและการทรงตัว<sup>12</sup> โดยในการศึกษานี้ได้วัดผลในทดสอบ stand and walk test คือทดสอบการยืนทรงตัวนิ่งและการเดินเป็นระยะทาง 7 เมตรไป-กลับ 3) Timed Up and Go test (TUG) สามารถใช้ทำนายอุบัติการณ์การเกิดการหกล้ม<sup>13</sup> และ 4) แบบประเมินการกลัวการหกล้ม (Falls Efficacy Scale-International; FES-I) ใช้ประเมินเพื่อคัดกรองกลุ่มตัวอย่างที่มีความกลัวการหกล้มซึ่งคะแนนที่สูงแสดงถึงการกลัวการหกล้มที่มาก โดยมีการประเมินผลการศึกษา 3 ครั้งคือ ก่อนการทดลอง หลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง

การศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา independent t-test (ข้อมูลแจกแจงปกติ), chi-square test, Mann-Whitney U test, Fisher's exact test (ข้อมูลแจกแจงไม่ปกติ) ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างอาสาสมัคร 2 กลุ่มในระยะเวลาที่แตกต่างกัน 3 ช่วงโดยใช้สถิติ 2 x 3 repeated measures ANOVA และใช้สถิติ post hoc (Bonferroni's) tests เพื่อระบุความแตกต่างระหว่างคู่ หรือใช้สถิติ Friedman test และ Wilcoxon signed-ranks Test (กรณีข้อมูลแจกแจงไม่ปกติ) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS โดยตั้งค่านัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

## ผล

อาสาสมัครผู้สูงอายุที่เข้าร่วมจนครบโปรแกรมในกลุ่มทดลองจำนวน 28 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 26 คน ในตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครผู้สูงอายุที่เข้าร่วมในการศึกษา เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานในระยะก่อนการทดลองพบว่าไม่มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปร อายุ ดัชนีมวลกาย จำนวนเพศชาย/หญิง จำนวนครั้งการหกล้มในช่วงหกเดือนที่ผ่านมา จำนวนผู้ที่มีประวัติการหกล้ม ระดับการศึกษา คะแนนแบบทดสอบสมรรถภาพสมองเบื้องต้น คะแนนความซึมเศร้า (TGDS) และระยะเวลาในการทดสอบ TUG ระหว่างอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครผู้สูงอายุทั้งสองกลุ่มที่เข้าร่วมในการศึกษา

ข้อมูลพื้นฐาน	ทดลอง (จำนวน=28 คน)		ควบคุม (จำนวน=26 คน)		p-value
	mean	SD	mean	SD	
อายุ (ปี)	68.66	6.00	67.64	5.48	0.82 <sup>a</sup>
ดัชนีมวลกาย (กก/ม <sup>2</sup> )	23.77	4.01	23.61	3.92	0.88 <sup>a</sup>
เพศชาย/เพศหญิง (จำนวน)	4/24		6/20		0.41 <sup>b</sup>
จำนวนครั้งการหกล้ม (ครั้ง)	0.04	0.19	0.19	0.49	0.13 <sup>c</sup>
ผู้ที่มีประวัติหกล้ม (คน)	1		4		0.18 <sup>d</sup>
ระดับการศึกษา (ปี)	5.24	3.87	6.32	3.25	0.25 <sup>c</sup>
แบบทดสอบสมรรถภาพสมองเบื้องต้น (คะแนน)	23.34	3.12	25.68	2.61	0.053 <sup>a</sup>
TGDS (คะแนน)	4.24	3.96	3.36	4.17	0.88 <sup>c</sup>
TUG (วินาที)	12.74	2.7	11.84	1.85	0.37 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Independent t-test, <sup>b</sup>Chi-square test, <sup>c</sup>Mann-Whitney U test, <sup>d</sup>Fisher's Exact test

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาในระยะก่อนการทดลอง หลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลองของอาสาสมัครกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		ติดตามผล 1 เดือน หลังการทดลอง		p-value
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	
การหกล้ม (ครั้ง)	ทดลอง	0.04	0.19	0.11	0.31	0.00	0.00	0.09 <sup>b</sup>
	ควบคุม	0.19	0.49	0.03	0.19	0.07	0.39	0.17 <sup>b</sup>
FES-I (คะแนน)	ทดลอง	22.64	7.09	22.50	6.05	-	-	0.88 <sup>c</sup>
	ควบคุม	21.77	5.33	23.77	6.50	-	-	0.02 <sup>c</sup>
TUG (วินาที)	ทดลอง	12.74	2.7	10.96	1.47	10.74	1.72	0.00 <sup>bc</sup>
	ควบคุม	11.84	1.85	11.82	1.65	11.65	1.89	0.38 <sup>b</sup>
Contrast sensitivity (เดซิเบล)	ทดลอง	19.43	2.17	19.57	2.7	19.25	2.39	0.57 <sup>b</sup>
	ควบคุม	19.81	2.25	20.00	2.4	20.77	2.61	0.30 <sup>b</sup>
Proprioception (องศา)	ทดลอง	2.25	1.09	2.46	1.48	1.69	1.09	0.02 <sup>bc</sup>
	ควบคุม	2.14	1.67	2.35	1.02	2.02	1.13	0.08 <sup>b</sup>
Strength (กิโลกรัม)	ทดลอง	17.36	4.83	20.64	7.12	19.57	5.31	0.02 <sup>a</sup>
	ควบคุม	19.62	6.80	18.77	5.65	19.5	6.14	

**ตารางที่ 2** ผลการศึกษาในระยะก่อนการทดลอง หลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลองของอาสาสมัครกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (ต่อ)

ตัวแปร	กลุ่ม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		ติดตามผล 1 เดือน หลังการทดลอง		p-value
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	
Reaction time (มิลลิวินาที)	ทดลอง	273.96	48.15	252.93	26.76	240.21	32.24	0.01 <sup>bc</sup>
	ควบคุม	266.77	64.53	255.92	37.75	240.28	32.36	0.02 <sup>bc</sup>
Postural sway (ตารางมิลลิเมตร)	ทดลอง	1175.92	705.81	765.71	417.67	831.21	486.53	0.00 <sup>bc</sup>
	ควบคุม	977	657.23	809.38	587.25	966.62	769.03	0.25 <sup>b</sup>
PPA (คะแนน)	ทดลอง	2.25	0.80	0.74	0.65	0.57	0.75	0.00 <sup>bc</sup>
	ควบคุม	1.89	1.07	0.70	0.89	0.50	1.1	0.00 <sup>bc</sup>

หมายเหตุ: แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, \* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
วิเคราะห์ด้วยสถิติ: <sup>a</sup> 2 x 3 repeated measures ANOVA, <sup>b</sup>Friedman's test, <sup>c</sup> Wilcoxon signed-ranks test

ผลการศึกษาในตารางที่ 2 พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนครั้งในการหกล้มในอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม แต่การก้มการหกล้มพบว่ามีหลังการทดลองอาสาสมัครในกลุ่มควบคุมมีการก้มการหกล้มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.02$ ) นอกจากนี้ยังพบว่าอาสาสมัครในกลุ่มทดลองใช้เวลาในการทดสอบ TUG ลดลงในระยะหลังการทดลอง ( $p = 0.00$ ) และระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง ( $p = 0.00$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.00$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับ TUG ในระยะก่อนการทดลอง

ข้อมูลจากชุดประเมินความเสี่ยงต่อการหกล้ม (PPA) ในตารางที่ 2 พบว่าเมื่อทดสอบปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น (reaction time) อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการตอบสนองลดลงในระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับในระยะหลังการทดลองและในระยะก่อนการทดลอง (กลุ่มทดลอง  $p = 0.01$ , กลุ่มควบคุม  $p = 0.02$ ) นอกจากนี้ยังพบว่าอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีคะแนนความเสี่ยงต่อการหกล้ม (PPA) ลดลงในระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลองและระยะหลังการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนน PPA ในระยะก่อนการทดลอง (กลุ่มทดลอง  $p = 0.00$ , กลุ่มควบคุม  $p = 0.00$ ) ในการทดสอบการรับรู้ลึกในการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (proprioception) พบว่าอาสาสมัครในกลุ่มทดลองมี proprioception แย่ลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.02$ ) ในระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับในระยะหลังการทดลอง ( $p = 0.00$ ) เมื่อทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าพบว่ามีเพียงอาสาสมัครในกลุ่มทดลองที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (strength) เพิ่มขึ้นในระยะหลังการทดลอง ( $p = 0.01$ ) และระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง ( $p = 0.06$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.02$ )

เมื่อเปรียบเทียบกับในระยะก่อนการทดลอง และในการทดสอบการแกว่งของจุดรวมมวล (postural sway) พบว่ามีเพียงอาสาสมัครในกลุ่มทดลองมีการแกว่งของจุดรวมมวลลดลงในระยะหลังการทดลอง ( $p = 0.00$ ) และระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง ( $p = 0.00$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.00$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับในระยะก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2)

ในตารางที่ 3 แสดงข้อมูลจากการประเมินด้วย mobility lab โดยพบว่ามีเพียงอาสาสมัครในกลุ่มทดลองเท่านั้นที่มีการเดินที่ดีขึ้นในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับในระยะก่อนการทดลอง โดยใช้ระยะเวลาในการปรับทรงตัวโดยการคาดการณ์ในการก้าวขาครั้งแรก (anticipatory postural adjustment-first step duration: APAFSD) ลดลงในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง ( $p = 0.04$ ,  $p = 0.02$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.02$ ) มีค่าร้อยละของช่วงเวลาที่เท้าทั้งสองข้างรับน้ำหนัก (double support) ลดลงในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง ( $p = 0.00$ ,  $p = 0.00$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.01$ ) มีอัตราการก้าวขา (cadence) เพิ่มขึ้นในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง ( $p = 0.00$ ,  $p = 0.00$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.00$ ) มีความเร็วในการเดิน (speed) เพิ่มขึ้นในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง ( $p = 0.00$ ,  $p = 0.03$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.01$ ) และมีความยาวในการก้าวขา (stride length) เพิ่มขึ้นในระยะหลังการทดลอง ( $p = 0.01$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.03$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับในระยะก่อนการทดลอง

**ตารางที่ 3** ผล mobility lab ในระยะก่อนการทดลอง หลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนของอาสาสมัครกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		ติดตามผล 1 เดือน หลังการทดลอง		p-value
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	
APAFSD (วินาที)	ทดลอง	0.46	0.05	0.45	0.05	0.44	0.03	0.02*
	ควบคุม	0.47	0.04	0.47	0.04	0.47	0.05	
Cadence (ก้าว/นาที)	ทดลอง	114.86	10.52	122.39	10.47	119.73	10.23	0.00*
	ควบคุม	113.53	8.71	113.42	7.8	116.47	6.78	
Double support (% gait cycle)	ทดลอง	20.50	3.91	17.85	2.67	18.51	3.50	0.01*
	ควบคุม	20.17	3.88	19.98	3.54	19.71	3.94	
Speed (เมตร/วินาที)	ทดลอง	0.97	0.16	1.08	0.16	1.03	0.15	0.01*
	ควบคุม	0.99	0.16	0.98	0.14	0.99	0.14	
Stride Length (เมตร)	ทดลอง	0.99	0.09	1.05	0.09	1.03	0.09	0.03*
	ควบคุม	1.04	0.14	1.03	0.12	1.02	0.12	

หมายเหตุ: แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

\*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์ด้วยสถิติ 2 x 3 repeated measures ANOVA

## วิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มต่อการเดินและความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุสุขภาพดีในชุมชน ซึ่งผลการศึกษาเป็นไปตามสมมุติฐานเพียงบางส่วน คือไม่พบว่ามี การเปลี่ยนแปลงจำนวนครั้งในการหกล้ม (falls rate) ของอาสาสมัครในกลุ่มทดลอง และพบว่าอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีความเสี่ยงต่อการหกล้ม (falls risk: PPA score) ที่ลดลงเหมือนกันในระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลองและระยะหลังการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับระยะก่อนการทดลอง แต่ผลการศึกษาพบว่าอาสาสมัครในกลุ่มทดลองมีการเดินที่ดีขึ้นโดยมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า, อัตราการก้าวขาและความเร็วในการเดินที่เพิ่มขึ้น และใช้ระยะเวลาในการทดสอบ TUG, ระยะเวลาในการปรับทรงตัวโดยการคาดการณ์ในการก้าวขาครั้งแรก และร้อยละของช่วงเวลาที่เท้าทั้งสองข้างรับน้ำหนักที่ลดลงทั้งในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับระยะก่อนการทดลอง ซึ่งผลการเดินที่ดีขึ้นนั้นพบว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการหกล้มที่ลดลง

โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มที่นำมาใช้ในการศึกษานี้เป็นโปรแกรมที่ได้มีการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิผลจากการศึกษาก่อนหน้านี้ว่ามีประสิทธิผลในการป้องกันการหกล้มได้ดีที่สุด<sup>9</sup> โดยได้มีการพัฒนาท่าออกกำลังกายจากการศึกษาก่อนหน้านี้<sup>5-8</sup> ซึ่งในผลของการศึกษานี้พบว่าอาสาสมัครในกลุ่มออกกำลังกายมีการเดินที่ดีขึ้นในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง โดยพบว่ามี ความแข็งแรงของ

กล้ามเนื้อเหยียดเข่าที่เพิ่มขึ้น ความเร็วที่เพิ่มขึ้น อัตราการก้าวขาที่เร็วขึ้นและใช้เวลาที่เท้าทั้งสองข้างรับน้ำหนักลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lord<sup>14</sup> ที่พบว่า การออกกำลังกายจำนวน 2 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นเวลา 10 สัปดาห์ที่ประกอบไปด้วยการเคลื่อนไหวแขนและขา การฝึกการทรงตัวและการยืดกล้ามเนื้อสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ อัตราการก้าวขา ความยาวในการก้าวขาและความเร็วในการเดินในผู้สูงอายุได้ นอกจากนี้ความเร็วในการเดินและแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่าที่เพิ่มขึ้นยังมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการหกล้มที่ลดลงด้วย<sup>15,16</sup>

หลังการทดลองพบว่าอาสาสมัครในกลุ่มทดลองมีการแกว่งของจุดรวมมวล เวลาที่ใช้ในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นและคะแนนความเสี่ยงต่อการหกล้มดีขึ้นโดยสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Barnett<sup>6</sup> ที่ได้ศึกษาการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มแบบกลุ่มจำนวน 1 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นเวลา 1 ปี พบว่าหลังการออกกำลังกายอาสาสมัครมีอัตราการหกล้มและการแกว่งของจุดรวมมวลลดลง นอกจากนั้นยังพบว่า อาสาสมัครในกลุ่มออกกำลังกายใช้เวลาในการทดสอบ TUG ลดลงทั้งในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง ซึ่งจากรายงานจากการศึกษาก่อนหน้านี้ว่าผู้ที่มีการหกล้มจะมีจำนวนก้าว และใช้เวลาในการทดสอบ TUG ที่มากกว่าในกลุ่มที่ไม่มีประวัติการหกล้ม<sup>17</sup>

โดยระบบการปรับทรงตัวโดยการคาดการณ์ (APA) ที่ได้จาก mobility lab คือกลไกในการรักษาการทรงตัวให้สมดุลก่อนที่จะมีการเดินและสามารถนำมาใช้บอกถึงความเสี่ยงต่อการหกล้มได้โดยผลจากการศึกษานี้พบว่าในระยะหลังการทดลองและระยะ

ติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง อาสาสมัครในกลุ่มออกกำลังกายใช้ระยะเวลา APAFSD ที่ลดลงซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่ากลุ่มที่เสี่ยงต่อการหกล้มสูงจะใช้เวลา APA ที่มากกว่ากลุ่มที่เสี่ยงต่อการหกล้มต่ำในการเดินที่มีสิ่งกีดขวาง<sup>18</sup>

อีกประเด็นสำคัญของการศึกษานี้คือต้องการศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายในระยะยาวจึงได้ออกแบบให้มีการวัดผลในระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการออกกำลังกาย แม้จะไม่เพียงพอในการนำมาศึกษาอัตราการหกล้ม (fall rate) โดยเวลาที่เหมาะสมคือระยะการติดตามที่มากกว่า 1 ปี แต่ในการศึกษานี้พบว่าอาสาสมัครในกลุ่มทดลองมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าที่เพิ่มขึ้นและมีรูปแบบการเดินที่ดีขึ้นในระยะติดตามผล 1 เดือนหลังการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผลจากการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มนี้สามารถส่งผลกระทบระยะยาวต่อการเดินและการทรงตัว ซึ่งอาจสามารถนำมาทำนายอุบัติเหตุการเกิดหกล้มในอนาคตได้

## สรุป

โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มในการศึกษานี้ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีกล้ามเนื้อขาที่แข็งแรงและมีรูปแบบการ

เดินที่ดีขึ้นจึงสามารถนำไปใช้โปรแกรมนี้ไปใช้ออกกำลังกายในผู้สูงอายุตามชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยซึ่งจะสามารถช่วยลดความเสี่ยงในการหกล้มในผู้สูงอายุได้ในระยะยาว

## ข้อจำกัดของการวิจัยและข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยต่อไป

การควบคุมตัวแปรบางตัวทำได้ยากเช่น กิจกรรมทางกาย ซึ่งการทำกิจกรรมทางกายที่แตกต่างกันอาจส่งผลต่อผลของการศึกษาได้ในการศึกษาครั้งต่อไปผู้วิจัยควรจัดทำสมุดรายงานกิจวัตรประจำวันและกิจกรรมทางกายให้แก่อาสาสมัคร และถ้าต้องการศึกษาผลของอัตราการหกล้มควรต้องติดตามผลของการศึกษาในระยะเวลามากกว่า 1 ปีหลังการทดลอง และเพื่อให้เห็นผลการศึกษาที่ชัดเจนควรเพิ่มกลุ่มออกกำลังกายอีกประเภทในการนำมาเปรียบเทียบนอกเหนือจากกลุ่มควบคุมเพียงกลุ่มเดียว

## ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

การออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มในการศึกษานี้เหมาะสมในการนำไปใช้ได้ทั้งในกลุ่มที่เสี่ยงหกล้มต่ำจนถึงเสี่ยงสูง สามารถนำไปใช้ออกกำลังกายในผู้สูงอายุตามชุมชนได้อย่างปลอดภัย

## References

1. Assantachai P. Condition falls in the elderly and prevention. In: Assantachai P. Health problems are common in older people and prevention. Bangkok: Union creation 1999: p51-66.
2. Kitkumhang V, Kittimanon N, Pannarunothai S. Risk factors of fall in elderly in the community. Journal of Health Science 2006; 15: 787-99.
3. Legters K. Fear of falling. Phys Ther 2002; 82: 264-72.
4. O'Loughlin JL, Robitaille Y, Boivin JF, Suissa S. Incidence of and risk factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly. Am J Epidemiol 1993; 137: 342-54.
5. Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, Devlin N. Preventing injuries in older people by preventing falls: a meta-analysis of individual-level data. J Am Geriatr Soc 2002;50:905-11.
6. Barnett A, Smith B, Lord S, Williams M, Baumand A. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomized controlled trial. Age Ageing 2003;32:407-14.
7. Lord SR, Castell S, Corcoran J, Dayhew J, Matters B, Shan A, et al. 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;51:1685-92
8. Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, Paul SS, Tiedemann A, Whitney J, et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med 2017; 51: 1750-8.
9. Puipanichsiri P, Sungkarat S, Boripuntakul S, Jinajin S, Tanakietpinyo S, Nantachai G, Ruangrukrien B. Comparison of the effectiveness of fall prevention gg programs in healthy elderly. J Gerontol Geriatr Med 2020; 19: 47-63.
10. Somdet Phra Sangharaj Nyanasamvara Geriatric hospital Chonburi province. Falls prevention exercise in elderly handbook. 1<sup>st</sup> ed. Bangkok: Beyond Publishing; 2019.
11. Lord SR, Menz HB, Tiedemann A. A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention. Phys Ther 2003; 83: 237-52.
12. Mancini M, Salarian A, Carlson-Kuhta P, Zampieri C, King L, Chiari L, et al. ISway: a sensitive, valid and reliable measure of postural control. J Neuroeng Rehabil 2012; 9: 59.
13. Botolfsen P, Helbostad JL, Moe-Nilssen R, Wall JC. Reliability and concurrent validity of the Expanded Timed Up-and-Go test in older people with impaired mobility. Physiother Res Int 2008; 13: 94-106.
14. Lord SR, Lloyd DG, Nirui M, Raymond J, Williams P, Stewart RA. The effect of exercise on gait patterns in older women: a randomized controlled trial. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 1996; 51:M64-70.
15. Rehman RZU, Zhou Y, Del Din S, Alcock L, Hansen C, Guan Y, et al. Gait Analysis with Wearables Can Accurately Classify Fallers from Non-Fallers: A Step toward Better Management of Neurological Disorders. Sensors 2020; 20: 6992.
16. Pijnappels M, van der Burg PJ, Reeves ND, van Dieën JH. Identification of elderly fallers by muscle strength measures. Eur J Appl Physiol 2008; 102: 585-92.
17. Montesinos L, Castaldo R, Pecchia L. Wearable Inertial Sensors for Fall Risk Assessment and Prediction in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng 2018; 26: 573-82.
18. Uemura K, Yamada M, Nagai K, Ichihashi N. Older adults at high risk of falling need more time for anticipatory postural adjustment in the precrossing phase of obstacle negotiation. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2011; 66: 904-9.