ผลของการฝึกเดินถอยหลังและเดินไปข้างหน้าต่อการทรงตัว ตัวแปรด้านระยะทางและเวลาของการเดิน และความเสี่ยงของการหกล้มในผู้สูงอายุ

Effects of backward and forward walking training on balance, spatiotemporal gait characteristics and risk of fall in elderly

ฉัตรสุดา ศรีบุรี[1], ปารวี มุสิกรัตน์[1], ปฏิมา ศิลสุภดล[2], กนกวรรณ ศรีสุภรกรกุล[1,*]

Chatsuda Sriburi[1], Paravee Musikarat[1], Patima Silsupadol[2], Kanokwan Srisupornkornkool[1,*]

[1]ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[2]ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[1] Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University

[2] Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: การฝึกเดินถอยหลังและเดินไปข้างหน้าสามารถเพิ่มความสามารถการเดิน และการทรงตัว อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเดินถอยหลัง และการฝึกเดินไปข้างหน้าต่อการทรงตัว ความสามารถในการเดินและความเสี่ยงในการหกล้มในผู้สูงอายุ

วัตถุประสงค์: เปรียบเทียบผลของการฝึกเดินถอยหลังและการฝึกเดินไปข้างหน้าต่อการทรงตัว ตัวแปรด้านระยะทางและเวลาของการเดิน และความเสี่ยงของการหกล้มในผู้สูงอายุ

วิธีการวิจัย: อาสาสมัครจำนวน 20 คน ที่มีอายุอยู่ในช่วง 60-79 ปี ถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มฝึกเดินถอยหลัง (BWT) และกลุ่มฝึกเดินไปข้างหน้า (FWT) กลุ่มละ 10 คน ทั้งสองกลุ่มได้รับการฝึก 60 นาทีต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ โดยนักกายภาพบำบัดฝึกให้เป็นเวลา 2 วัน และอาสาสมัครฝึกเองที่บ้าน 1 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ อาสาสมัครถูกทดสอบ Timed Up and Go (TUG) และความเร็วในการเดิน ระยะเวลาของการก้าว ความยาวก้าว และความถี่ของการก้าว ในช่วงก่อนฝึก หลังฝึกครบ 4 สัปดาห์ และหลังฝึกครบ 8 สัปดาห์ โดยใช้สถิติ Two-way Mixed-Effect ANOVA และทดสอบ post hoc โดยใช้สถิติ Bonferroni

ผลการวิจัย: โปรแกรมการฝึกเดินถอยหลังและฝึกเดินไปข้างหน้าสามารถเพิ่มความเร็วในการเดิน และลดเวลาในการทดสอบ TUG อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) หลังจากฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ แต่ทั้งสองกลุ่มนี้ไม่มีความแตกต่างกันทั้งค่าตัวแปรในการเดิน และการทดสอบ TUG (p >0.05)

สรุปผล: ทั้งการฝึกเดินถอยหลังและฝึกเดินไปข้างหน้านั้นสามารถเพิ่มความเร็วในการเดิน การทรงตัวและลดความเสี่ยงในการหกล้มได้เช่นกัน

คำสำคัญ: การเดิน ทรงตัว ผู้สูงอายุ และหกล้ม

ABSTRACT

Background: Backward and forward walking training can improve gait and balance ability. However, there is no study that investigated the comparison between backward and forward walking training on gait, balance and risk of fall in elderly.

Objective: To compare the effects of backward and forward walking training on balance, spatiotemporal gait characteristics and risk of fall in elderly.

Methods: Twenty elderly, aged 60-79 years old, who are at risk of fall were recruited into this study. Participants were allocated into backward walking training group (BWT; n=10) and forward walking training group (FWT; n=10). Participants were trained by a physical therapist 60 minutes/day, twice a week and exercised at home once a week for 8 weeks. Timed Up and Go (TUG), gait

*Corresponding author: Kanokwan Srisupornkornkool. Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand. Email: kanokwans@nu.ac.th

Received: 02 Jun 2020; Revised: 07 Jan 2021; Accepted: 12 Jan 2021

velocity, step time, step length and cadence were recorded at pre-training, after 4 weeks, and after 8 weeks of training. Two-way Mixed-Effect ANOVA and Bonferroni were used for data analysis.

Results: Gait velocity was significantly increased and TUG was significantly decreased in both groups (p<0.05) after 4 and 8 weeks of training. However, there was no significant difference between BWT and FWT groups on all outcome measures (p>0.05).

Conclusion: Both backward and forward walking training could improve balance performance, gait velocity, and risk of fall in the elderly.

Keywords: Gait, Balance, Elderly, Fall

บทนำ

ผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจอารมณ์ และสังคม โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงแบบเสื่อมถอยในทุกระบบของร่างกาย เช่น ภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลดลง การบกพร่องในการทรงตัว การรับสัมผัส การประมวลผลที่ช้าและมีประสิทธิภาพที่น้อยลง[1] ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่สำคัญที่ก่อให้เกิดโรคและความบกพร่องต่าง ๆ รวมถึงความเสี่ยงในการหกล้มตามมาได้[2]

การพลัดตกหกล้มในผู้สูงอายุถือเป็นปัญหาที่สำคัญและพบบ่อย ในประเทศไทยการหกล้มจัดเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับต้น ๆ ของการบาดเจ็บโดยไม่ตั้งใจ[3] ซึ่งการหกล้มส่งผลต่อทั้งทางร่างกาย จิตใจและทางเศรษฐกิจ ผลกระทบต่อร่างกายมีตั้งแต่การบาดเจ็บเพียงเล็กน้อยจนถึงรุนแรงมากจนถึงเสียชีวิตได้ และผลต่อจิตใจนั้นจะส่งผลให้ผู้สูงอายุกลัวการหกล้ม และไม่มีความมั่นใจในการทำกิจกรรมต่าง ๆ[4] ดังนั้นการป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะลดผลกระทบดังกล่าว ในปัจจุบันมีวิธีการป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุหลากหลายวิธี ซึ่งวิธีการที่นำมาใช้อย่างแพร่หลาย คือ การออกกำลังกายเพื่อป้องกันหรือลดการหกล้มในผู้สูงอายุ[5]

เนื่องจากสาเหตุส่วนใหญ่ของการหกล้มมักจะเกิดขึ้นในขณะเดิน[6] และการบกพร่องในการเดินนั้นจัดเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสี่ยงในการหกล้มได้ ดังนั้น การฝึกเดินจึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในการป้องการหกล้มในผู้สูงอายุ จากการศึกษาของ Okubo และคณะ[7] พบว่า การฝึกเดินไปข้างหน้านั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ ได้จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การเดินเป็นวิธีการฝึกที่เพื่อป้องกันการหกล้ม เช่นเดียวกับการฝึกการทรงตัวและการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ขา[8] อย่างไรก็ตาม การฝึกเดินส่วนใหญ่มักเป็นการฝึกเดินไปทางด้านหน้า[5,8]

แม้ว่าการเดินถอยหลัง (Backward Walking; BW) จะมีรูปแบบการเคลื่อนไหวของร่างกายภายนอกที่มีความแตกต่างกับการเดินไปข้างหน้า แต่มีหลายการศึกษาพบว่า มุมของข้อต่อ (joint angle) ของรยางค์ขาและรูปแบบของโมเมนต์ (moment pattern) ในการเดินไปข้างหน้ามีความคล้ายคลึงกับการเดินถอยหลัง ซึ่งจากลักษณะชีวกลศาสตร์ (biomechanics) ที่คล้ายคลึงกันอาจจะกล่าวได้ว่าการเดินถอยหลังนั้นมีรูปแบบการเคลื่อนไหวที่เสมือนกับการเดินไปข้างหน้าในทิศทางย้อนกลับ[9-11] ทำให้การทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อรยางค์ขาของการเดินถอยหลังและการเดินไปข้างหน้า มีรูปแบบการทำงานในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ หากกล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบ concentric ในขณะเดินไปข้างหน้า ในวงจรการเดินถอยหลังในช่วงนั้นกล้ามเนื้อจะมีการทำงานแบบ eccentric แทน เช่น ช่วงสุดท้ายของ swing phase ในการเดินถอยหลัง กล้ามเนื้อ hip flexor จะหดตัวแบบ eccentric เพื่อลดความเร็วของขา แต่การเดินไปข้างหน้ากล้ามเนื้อ hip flexor จะเกิดการหดตัวแบบ concentric เพื่อเริ่มการเคลื่อนไหวในช่วง swing phase เป็นต้น[9] นอกจากนี้ การเดินถอยหลังยัง

เป็นการเคลื่อนไหวที่ท้าทายต่อการทรงตัวมากกว่า เนื่องจากเป็นการเคลื่อนไหวในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการเดินปกติและเป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่มีการใช้การมองเห็นในการเคลื่อนที่เพื่อไปสู่เป้าหมายหรือในการปรับท่าทางขณะเดิน[12] และมีหลาย ๆ เหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่จำเป็นต้องใช้การเคลื่อนไหวในทิศทางนี้ เช่น การก้าวถอยหลังเพื่อหมุนตัวกลับ หรือการก้าวถอยหลังเพื่อนั่งลง เป็นต้น[13] ดังนั้น การฝึกการทรงตัวในทิศทางถอยหลังอาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการฝึกเพื่อช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถทำกิจกรรมดังกล่าวได้ดีขึ้น และป้องกันหรือลดความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุได้

การฝึกเดินถอยหลัง เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการฝึกและการฟื้นฟูเพื่อปรับปรุงการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะใน ผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน (Parkinson's disease)[14] ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (stroke)[15] และผู้ป่วยเด็กสมองพิการ (cerebral palsy)[16] ซึ่งผลการศึกษา พบว่า การฝึกเดินถอยหลังนั้นทำให้อาสาสมัครมีความยาวของรอบการเดินดีขึ้น (stride length) ความเร็วในการเดินเพิ่มขึ้น (gait velocity) ระยะเวลาในช่วง swing phase นานขึ้น ลดระยะเวลาที่เท้าทั้งสองแตะพื้นเวลาเดียวกันลง (double support time) และเพิ่มการทรงตัว การศึกษาของ Wang และคณะ[17] ได้วิเคราะห์อภิมาน (meta-analysis) ถึงผลการฝึกเดินถอยหลังและเดินไปข้างหน้า พบว่ากลุ่มที่เดินฝึกเดินถอยหลังมีความเร็วของการเดินไปข้างหน้า และความยาวของรอบการเดิน (stride length) เพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ฝึกเดินไปข้างหน้า โดยความเร็วในการเดินที่เพิ่มขึ้นหลังจากการฝึกเดินถอยหลัง อาจเนื่องจากการฝึกเดินถอยหลังนั้นสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ขาได้มากกว่าการฝึกเดินไปข้างหน้า ซึ่งการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ขานั้นอาจจะส่งผลให้ความเร็วในการเดินเพิ่มขึ้น

การฝึกเดินถอยหลังอาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มการทรงตัว เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ขา และเพิ่มความสามารถในการเดิน ป้องกันหรือลดความเสี่ยงในการหกล้มได้ ซึ่งปัจจุบันการออกกำลังกายด้วยการฝึกเดินถอยหลังนั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายในการฝึกเพื่อป้องกันหรือลดการหกล้มในผู้สูงอายุ และยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาผลของการฝึกเดินถอยหลังต่อการทรงตัว ตัวแปรด้านระยะทางและเวลาการเดิน และความเสี่ยงของการหกล้มในผู้สูงอายุ ดังนั้น การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเดินถอยหลังกับการฝึกเดินไปข้างหน้าต่อความสามารถในการทรงตัว ความสามารถในการเดิน และความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุ

วิธีการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

อาสาสมัครจำนวน 20 คน คำนวณจากโปรแกรม G-power 3.1 มีค่า statistic power เท่ากับ 80% ค่า alpha error level เท่ากับ 0.05 และค่า effect size จากการศึกษาของ Binns และ Taylor[18] เท่ากับ 0.37 คำนวณด้วยสถิติ F-tests และใช้คำนวณการป้องกันการขาดของกลุ่มตัวอย่างระหว่างการทดลอง โดยกำหนดให้ เปอร์เซ็นต์ที่ยอมรับได้ (% attrition) เท่ากับ 20% อาสาสมัคร มีอายุระหว่าง 60-79 ปี มีประวัติการหกล้มหรือไม่มีการหกล้ม ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา มีค่าการทดสอบ Timed up & go test (TUG) มากกว่าหรือเท่ากับ 12 วินาทีขึ้นไป[19] มีระดับกิจกรรมอยู่ในกลุ่มที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายน้อย (inactive group) โดยทำการทดสอบด้วยแบบสัมภาษณ์ลักษณะกิจวัตรประจำวัน[20] สามารถเดินได้ด้วยตนเองเป็นระยะทางอย่างน้อย 20 เมตร โดยสามารถใช้เครื่องช่วยเดินได้หากมีความจำเป็นที่ต้องใช้ สามารถอ่านและสื่อสารภาษาไทยได้ และได้คะแนนความสามารถในการทำงานของสมองตามระดับการศึกษาด้วยแบบประเมิน Mini - Mental State Examination (MMSE) ฉบับภาษาไทย มากกว่า 22 คะแนนขึ้นไป ในกรณีอาสาสมัครจบการศึกษาระดับสูงกว่าประถมศึกษาขึ้น

ไป ได้คะแนนมากกว่า 17 คะแนนขึ้นไปในกรณีจบการศึกษาระดับประถมศึกษา และได้คะแนนมากกว่า 14 คะแนนขึ้นไปในกรณีไม่ได้เรียน (อ่านไม่ออก เขียนไม่ได้)[21] ได้ถูกคัดเข้าร่วมโครงการวิจัย และอาสาสมัครถูกคัดออกหากมีปัญหาทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันและการทรงตัว เช่น กระดูกแขน ขาหัก และมีการผิดรูปของกระดูกแขนและขา มีปัญหาทางระบบประสาทที่ส่งผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันและการทรงตัว เช่น อาการวูบ บ้านหมุน และโรคหลอดเลือดสมอง มีปัญหาทางด้านสายตาที่ไม่สามารถแก้ไขด้วยการใส่แว่นตา มีภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ (arrythmia) และมีภาวะความดันโลหิตสูง โดยมีความดันโลหิตมากกว่า 180/100 mmHg อาสาสมัครจะถูกถอดถอนออกจากโครงการวิจัยหากอาสาสมัครออกกำลังกายอย่างอื่นร่วมด้วยในขณะที่เข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายนี้

งานวิจัยนี้ทำการปกปิดผู้ประเมิน และผู้ฝึก โดยผู้ประเมินถูกปกปิดโปรแกรมการออกกำลังกายของอาสาสมัคร ส่วนผู้ฝึกถูกปกปิดผลการประเมินต่าง ๆ ของอาสาสมัคร นอกจากนี้ อาสาสมัครได้ถูกปกปิดผลการประเมินจนกว่าจะสิ้นสุดการวิจัย การฝึกออกกำลังกายทำการฝึกที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 2 แห่งในอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ทำการสุ่มด้วยระบบการสุ่มอย่างง่าย ได้เป็น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่ 1 ฝึกด้วยโปรแกรมเดินถอยหลัง และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมเดินไปข้างหน้า งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (IRB: 0137/62) และการลงทะเบียนงานวิจัยแบบทดลองทางคลินิก (Thai Clinical Trials Registry (TCTR): TCTR20190728002)

<u>ขั้นตอนการวิจัย</u>

อาสาสมัคร 20 คน ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน โดย 10 คน ในพื้นที่ของโรงพยาบาลส่งเสริมตำบลที่ 1 ถูกฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเดินถอยหลัง (BWT) และอีก 10 คน ในพื้นที่ของโรงพยาบาลส่งเสริมตำบลที่ 2 ถูกฝึกด้วยโปรแกรมเดินไปข้างหน้า (FWT) ซึ่งโปรแกรมการฝึกในครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้มีการพัฒนาขึ้นมาโดยปรับปรุงจากโปรแกรมออกกำลังกาย The Otago Exercise Program (OEP)[22] ในแต่ละกลุ่มถูกแบ่งเพศและอายุ ให้มีจำนวนเท่ากัน อาสาสมัครในแต่ละกลุ่มถูกฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 60 นาที โดยทำการฝึกกับนักกายภาพบำบัดที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 2 วันต่อสัปดาห์ และฝึกเองที่บ้าน 1 วันต่อสัปดาห์ โดยผู้วิจัยได้มีการแจกคู่มือการออกกำลังกายให้อาสาสมัครสำหรับการฝึกที่บ้าน ทำการประเมินการทรงตัว ความเสี่ยงในการหกล้ม และตัวแปรด้านระยะทางและเวลาของการเดินช่วงก่อนการฝึก และหลังฝึก 4 และ 8 สัปดาห์

ก่อนเริ่มโครงการวิจัย คณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) และความเหมาะสมของเนื้อหาโปรแกรมในการฝึกและคู่มือโดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกายภาพบำบัด และการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ จำนวน 3 ท่าน จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) ของเนื้อหาในโปรแกรมการฝึกเดินถอยหลังและเดินไปข้างหน้า ซึ่งได้คะแนนเท่ากับ 0.6-1.0 คะแนน บ่งชี้ว่า ท่าออกกำลังกายมีความเหมาะสมตามจุดประสงค์และสามารถนำไปใช้ได้ นอกจากนี้ ได้ทำการทดสอบความเชื่อมั่นภายในตัวผู้วัด (intra-rater reliability) ในการทดสอบ 10 Meter Walk Test และการทดสอบ Timed Up and Go พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient: ICC) ของการทดสอบ 10 Meter Walk Test มีค่าอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก ($ICC_{(3,3)}$ = 0.86-0.97) และการทดสอบ Timed Up and Go มีค่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($ICC_{(3,3)}$ = 0.93)

<u>โปรแกรมการฝึก</u>

โปรแกรมการฝึกทั้งสองโปรแกรมประกอบไปด้วย การอบอุ่นร่างกาย โดยการยืดกล้ามเนื้อและ

เคลื่อนไหวร่างกาย 15 นาที การฝึกทรงตัวขณะยืนใช้เวลา 5 นาที ประกอบด้วย การย่อเข่า ยืนขาเดียว และยืนต่อเท้า การฝึกเดินใช้เวลาในการฝึกประมาณ 20 นาที ดังแสดงในตารางที่ 1 และการผ่อนคลายร่างกายโดยการยืดกล้ามเนื้อและเคลื่อนไหวร่างกาย 15 นาที รวมเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการฝึกประมาณ 60 นาที ซึ่งทั้งสองกลุ่มจะมีลำดับขั้นตอนการฝึกที่เหมือนกัน แต่จะมีความแตกต่างกันที่การฝึกเดินในรูปแบบเดินถอยหลังหรือเดินไปข้างหน้า และมีการเพิ่มความก้าวหน้าของโปรแกรมการฝึกในทุก ๆ 2 สัปดาห์ หากอาสาสมัครไม่สามารถฝึกในโปรแกรมที่มีการเพิ่มความก้าวหน้าได้ทั้งหมด อาสาสมัครจะยังคงได้ฝึกในโปรแกรมเดิมอีก 2 สัปดาห์ โดยการเพิ่มความก้าวหน้าทำได้โดยการเพิ่มจำนวนก้าว ลดการช่วยพยุง เปลี่ยนแปลงพื้นที่ฐานรองรับ (base of support) และเดินในขณะทำกิจกรรมอย่างอื่นร่วมด้วย (dual tasks) ได้แก่ เดินถือบอล เดาะบอลบนพื้น ถือแก้วใส่น้ำ โยนบอลขึ้นไปและรับบอล และนับเลขถอยหลัง โดยมีรายละเอียดโปรแกรมการฝึกแสดง ดังตารางที่ 1

ในการเพิ่มความก้าวหน้า อาสาสมัครได้รับการประเมินความสามารถในการออกกำลังกายของท่าออกกำลังกายในสัปดาห์ถัดไป หากอาสาสมัครสามารถทำท่าออกกำลังกายในสัปดาห์ถัดไปได้ และหากอาสาสมัครไม่สามารถปฏิบัติในโปรแกรมที่มีการเพิ่มความก้าวหน้าได้ทั้งหมด ให้อาสาสมัครฝึกท่าออกกำลังกายในสัปดาห์นั้นต่อไป และอาสาสมัครต้องทำการบันทึกการฝึกออกกำลังกายในสมุดบันทึกทุกครั้งที่ออกกำลังกาย

<u>วิธีการประเมิน</u>

การประเมินการทรงตัวและความเสี่ยงในการหกล้ม (Timed Up and Go test: TUG)

ให้อาสาสมัคร นั่งอยู่บนเก้าอี้ที่มีพนักพิง ผู้ประเมินให้คำสั่งว่า “ไป” ให้อาสาสมัครลุกขึ้นยืนจากเก้าอี้ และเดินด้วยความเร็วปกติ (comfortable walking speed) เป็นระยะทาง 3 เมตร หลังจากนั้นหมุนตัวและเดินกลับมา แล้วนั่งลงพิงพนักเก้าอี้อีกครั้ง โดยเริ่มจับเวลาเมื่อหลังของอาสาสมัครพ้นพนักเก้าอี้ และหยุดเวลาเมื่อหลังของอาสาสมัครพิงเก้าอี้อีกครั้งทำการบันทึกเวลาที่อาสาสมัครทำการทดสอบได้ ซึ่งทำการทดสอบจำนวน 2 ครั้งและนำเวลาทั้ง 2 ครั้งมาเฉลี่ย ในขณะทำการทดสอบอาสาสมัครสามารถใช้เครื่องช่วยพยุงได้เมื่อต้องการ[19]

การประเมินตัวแปรด้านระยะทางและเวลาของการเดิน (10 Meter Walk test)

อาสาสมัครถูกสวมกระเป๋าคาดเอวที่มีโทรศัพท์มือถือรุ่น Samsung Galaxy Grand 2 อยู่ภายใน ติดตั้งโทรศัพท์ในแนวนอน (horizontal orientation) บนระดับกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 3 (third lumbar vertebra) เพื่อทำการเก็บข้อมูลตัวแปรด้านระยะทางและเวลาของการเดิน (spatiotemporal gait variables) ได้แก่ ความเร็วในการเดิน (gait velocity) ระยะเวลาของการก้าว (step time) ความยาวก้าว (step length) และความถี่ของการก้าว (cadence) ด้วยแอปพลิเคชัน Gait Analyzer ซึ่งเป็นแอปพลิเคชั่นที่มีความเที่ยงตรงตามสภาพ (concurrent validity) สำหรับการประเมินข้อมูลตัวแปรด้านระยะทางและเวลาของการเดินอยู่ในเกณฑ์สูงถึงสูงมาก โดยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (the Pearson correlation coefficient (r)) เท่ากับ 0.79-1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นภายในตัวผู้วัด (intra-rater reliability) ($ICC_{(2,1)}$= 0.937) และระหว่างผู้วัด (inter-rater reliability) ($ICC_{(3,1)}$ = 0.945, 0.956 และ 0.964 สำหรับผู้ประเมิน 3 คน) อยู่ในเกณฑ์ดีมาก[23] จากนั้นให้อาสาสมัครเดินด้วยความเร็วปกติ (comfortable walking speed) เป็นระยะทาง 20 เมตร โดยผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลตัวแปรด้านระยะทางและเวลาของการเดินในช่วง 10 เมตร ตรงกลางของทางเดิน และทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง และนำเวลาทั้ง 3 ครั้งมาเฉลี่ย[24] ในขณะทำการทดสอบอาสาสมัครสามารถใช้เครื่องช่วยพยุงได้เมื่อต้องการ

ตารางที่ 1 โปรแกรมการฝึกเดินและการเพิ่มความก้าวหน้าของการฝึกเดิน ทุก ๆ 2 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมเดินถอยหลัง (BWT) และกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมเดินไปข้างหน้า (FWT)

ประเภทการฝึกเดิน	สัปดาห์ที่ 1-2	สัปดาห์ที่ 3-4	สัปดาห์ที่ 5-6	สัปดาห์ที่ 7-8
ฝึกเดินถอยหลัง/ฝึกเดินไปข้างหน้า	1) เดิน 10 ก้าว จำนวน 4 รอบ จับกำแพง	1) เดิน 10 ก้าว จำนวน 4 รอบ ไม่จับกำแพง	1) เดิน 10 ก้าว จำนวน 6 รอบ ไม่จับกำแพง	1) เดินบนปลายเท้า10 ก้าว จำนวน 4 รอบ ไม่จับกำแพง
	2) เดินในที่แคบ 10 ก้าว จำนวน 4 รอบ จับกำแพง	2) เดินในที่แคบ 10 ก้าว จำนวน 4 รอบ ไม่จับกำแพง	2) เดินต่อเท้า10 ก้าว จำนวน 4 รอบ ไม่จับกำแพง	2) เดินร่วมกับนับเลขถอยหลัง 10 ก้าว 4 รอบ
	3) เดินซิกแซก 4 รอบ ใช้เครื่องพยุง/ผู้ช่วย	3) เดินซิกแซก 4 รอบ ไม่ใช้เครื่องพยุง/ผู้ช่วย	3) เดินบนปลายเท้า 10 ก้าว จำนวน 4 รอบ จับกำแพง	3) เดินร่วมกับถือแก้วที่ใส่น้ำอยู่ จำนวน 4 รอบ ไม่จับกำแพง
	4) เดินรูปเลขแปด 4 รอบ ใช้เครื่องพยุง/ผู้ช่วย	4) เดินรูปเลขแปด 4 รอบ ไม่ใช้เครื่องพยุง/ผู้ช่วย	4) เดินร่วมกับถือแก้วที่ใส่น้ำอยู่ จำนวน 4 รอบ จับกำแพง	4) เดินร่วมกับเดาะบอลบนพื้น 10 ก้าว จำนวน 4 รอบ ไม่จับกำแพง
		5) เดินต่อเท้า10 ก้าว จำนวน 4 รอบ จับกำแพง	5) เดินร่วมกับเดาะบอลบนพื้น 10 ก้าว จำนวน 4 รอบ จับกำแพง	5) เดินร่วมกับการโยนบอลขึ้นไปและรับบอล 10 ก้าว 4 รอบ
		****<u>หมายเหตุ</u>** ถ้าผู้สูงอายุทำไม่ได้ อนุญาตให้มีการจับกำแพง ใช้เครื่องช่วยหรือช่วยเหลือได้	****<u>หมายเหตุ</u>** ถ้าผู้สูงอายุทำไม่ได้ อนุญาตให้มีการจับกำแพง ใช้เครื่องช่วยหรือช่วยเหลือได้	****<u>หมายเหตุ</u>** ถ้าผู้สูงอายุทำไม่ได้ อนุญาตให้มีการจับกำแพง ใช้เครื่องช่วยหรือช่วยเหลือได้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั่วไปถูกทดสอบการกระจายตัวโดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk test พบว่า อายุ คะแนนความสามารถของการทำงานของสมอง (MMSE) น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และเวลาในการทดสอบด้วย TUG มีการกระจายตัวของข้อมูลแบบปกติ ส่วนจำนวนครั้งในการหกล้ม มีการกระจายตัวของข้อมูลแบบไม่ปกติ ข้อมูลทั่วไปได้แสดงค่าเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD) สำหรับการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของ อายุ คะแนนความสามารถของการทำงานของสมอง น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และเวลาในการทดสอบด้วย TUG ใช้สถิติ independent t-test และใช้สถิติ Mann-Whitney U test ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของจำนวนครั้งในการหกล้ม และข้อมูลการแจกแจงความถี่ของจำนวนครั้งในการหกล้มและจำนวนเพศของทั้งสองกลุ่ม ใช้สถิติ Fisher's Exact test ในการทดสอบ โดยค่าที่ได้ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

Gait velocity, step length, step time และ cadence และเวลาในการทดสอบด้วย TUG มีการกระจายตัวปกติจากการทดสอบด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test จึงแสดงค่าเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD) โดยใช้สถิติ Two-way Mixed-ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (กลุ่ม BWT และ FWT) และภายในกลุ่ม (ก่อนฝึก หลังฝึก 4 สัปดาห์และ 8 สัปดาห์) และทดสอบ post hoc โดยใช้สถิติ Bonferroni สำหรับการเปรียบเทียบเชิงพหุคูณของกลุ่มข้อมูล โดยค่าที่ได้ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่าอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีอายุ MMSE น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เวลาในการทดสอบด้วย TUG ประวัติการหกล้ม และเพศ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 2

ตัวแปรด้านระยะทางและเวลาในการเดิน

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความเร็วในการเดิน ระยะเวลาของการก้าว ความยาวก้าว และความถี่ของการก้าว ก่อนและหลังการฝึก 4 สัปดาห์และ 8 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 3

ผลการศึกษาไม่พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างกลุ่ม (กลุ่มฝึกเดินถอยหลังและฝึกเดินไปข้างหน้า) และเวลาในการฝึก (ก่อนฝึก หลังฝึก 4 สัปดาห์และหลังฝึก 8 สัปดาห์) (interaction effect) ส่งผลต่อตัวแปรด้านระยะทางและเวลาในการเดิน และยังไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (main effect of group) ของทุกตัวแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม พบว่าปัจจัยหลักด้านเวลาในการฝึก (main effect of time) มีผลต่อความเร็วในการเดิน ($F_{(2,36)}= 5.444$, $p = 0.009$, $\eta_p^2 = 0.232$) และความยาวก้าว ($F_{(2,36)}= 4.201$, $p = 0.023$, $\eta_p^2 = 0.189$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอาสาสมัครมีความเร็วในการเดินมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบผลการฝึก ก่อนและภายหลังการฝึก 4 สัปดาห์ ($p = 0.042$) และผลการฝึกก่อนและหลัง 8 สัปดาห์ ($p = 0.047$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลการฝึก 4 สัปดาห์และ 8 สัปดาห์ ถึงแม้ว่าปัจจัยหลักด้านเวลาในการฝึกส่งผลต่อความยาวก้าว แต่เมื่อเปรียบเทียบเชิงพหุคูณของกลุ่มข้อมูล พบเพียง ความแตกต่างของความยาวก้าวระหว่างก่อนฝึกกับหลังจากฝึกเป็นเวลา 4 สัปดาห์เกือบถึงระดับนัยสำคัญ (marginally significant) ($p = 0.053$) ดังภาพที่ 1

เวลาในการทดสอบ Timed Up and Go (TUG)

สำหรับการประเมินการทรงตัวและความเสี่ยงในการหกล้มประเมินจากเวลาในการทดสอบ TUG โดยเวลาเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบ TUG ก่อนและหลังการฝึก 4 สัปดาห์และ 8 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัยกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมเดินถอยหลัง (BWT) และกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมเดินไปข้างหน้า (FWT)

ข้อมูลทั่วไป	อาสาสมัครทั้งหมด (n= 20 คน)	กลุ่มฝึกเดินถอยหลัง (BWT) (n=10 คน)	กลุ่มฝึกเดินไปข้างหน้า (FWT) (n=10 คน)	*p*-value
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	
อายุ (ปี)	69.95 ± 5.19	69.10 ± 4.65	70.80 ± 5.79	0.371[a]
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	56.1 ± 7.72	54.58 ± 6.85	57.76 ± 8.57	0.542[a]
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	154.19 ± 6.76	153.23 ± 8.25	155.14 ± 5.12	0.736[a]
ดัชนีมวลกาย (BMI) (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	23.83 ± 3.66	23.54 ± 3.12	24.11 ± 4.29	0.336[a]
MMSE (คะแนน)	22.05 ± 4.30	21.10 ± 4.28	23.00 ± 4.32	0.574[a]
TUG (วินาที)	16.16 ± 2.59	16.20 ± 3.32	16.11 ± 1.76	0.518[b]
การหกล้ม				
(จำนวนครั้ง)	0.50 ± 0.83	0.60 ± 0.71	0.40 ± 0.97	
(จำนวนคน)				1.00[c]
ไม่เคยหกล้ม	15	7	8	
หกล้ม 1 ครั้ง	2	1	1	
หกล้ม ≥ 2 ครั้ง	3	2	1	
เพศ (จำนวนคน)				1.00[c]
ชาย	17	9	8	
หญิง	3	1	2	

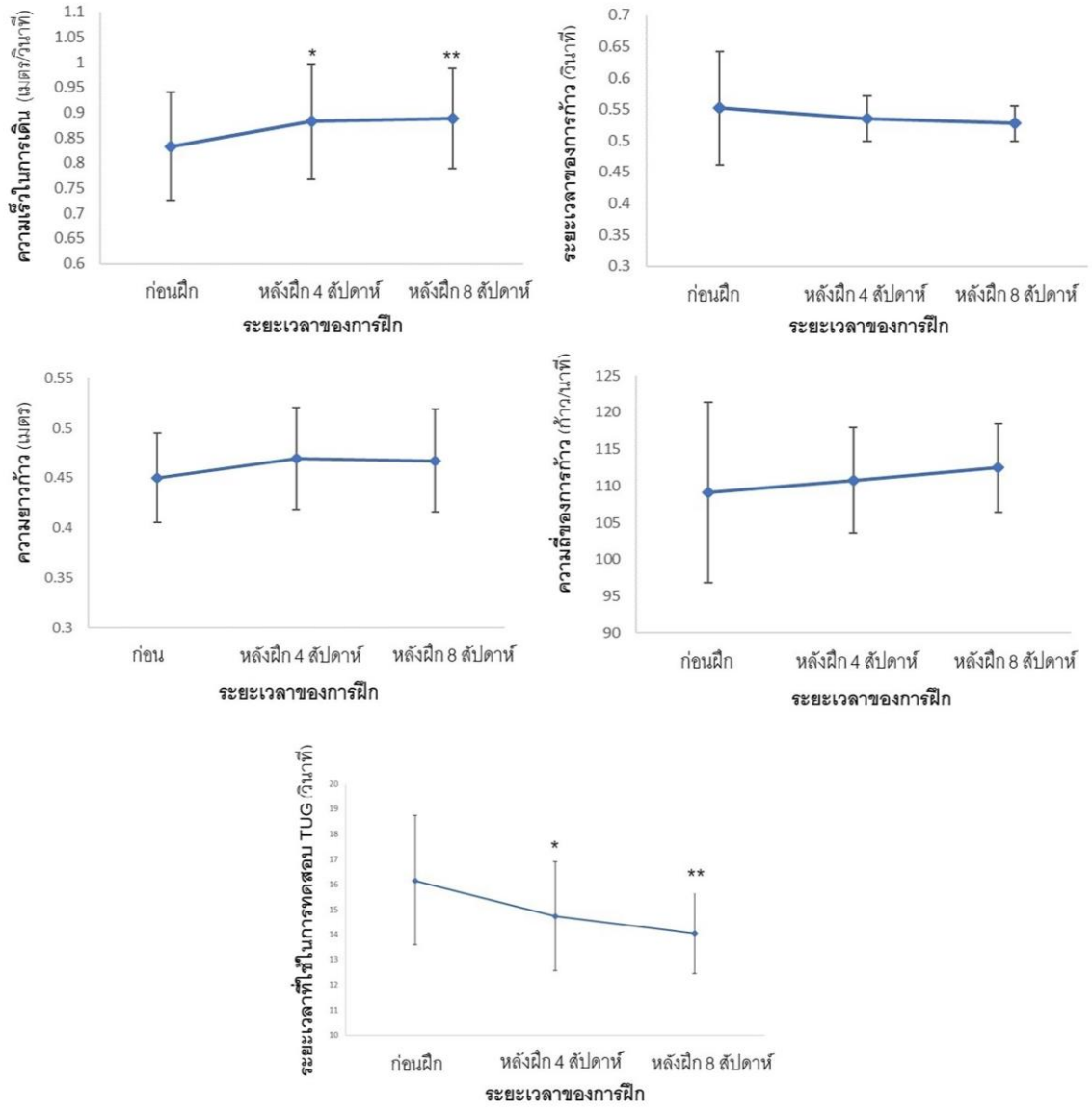
หมายเหตุ: TUG = Timed Up and Go และ MMSE = Mini-Mental State Examination ฉบับภาษาไทย, [a] = ทดสอบโดยใช้สถิติ independent t-test, [b] = ทดสอบโดยใช้สถิติ Mann-Whitney U test, [c]= ทดสอบโดยใช้สถิติ Fisher's exact test โดยค่าที่ได้ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

ไม่พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างกลุ่ม (กลุ่มฝึกเดินถอยหลังและฝึกเดินไปข้างหน้า) และเวลาในการฝึก (ก่อนฝึก หลังฝึก 4 สัปดาห์และหลังฝึก 8 สัปดาห์) (interaction effect) ส่งผลต่อเวลาในการทดสอบ TUG และยังไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (main effect of group) ของเวลาในการทดสอบ TUG อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม พบว่า ปัจจัยหลักด้านเวลาในการฝึก (main effect of time) มีผลต่อเวลาในการทดสอบ TUG ($F_{(2, 18)}$= 12.475, $p < 0.001$, η_p^2 = 0.409) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอาสาสมัครมีเวลาในการเดินดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการฝึกก่อนและ ภายหลังการฝึก 4 สัปดาห์ (p = 0.034) และผลการฝึกก่อนและหลัง 8 สัปดาห์ (p = 0.001) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลการฝึก 4 สัปดาห์และ 8 สัปดาห์ ดังรูปที่ 1

ตารางที่ 3 แสดงค่าตัวแปรด้านระยะทางและเวลาในการเดิน และการประเมินการทรงตัว และความเสี่ยงในการหกล้ม ด้วยแบบทดสอบ Timed Up and Go ;TUG ก่อนการฝึก หลังฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมเดินถอยหลัง (BWT) และกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมเดินไปข้างหน้า (FWT)

ตัวแปร	กลุ่มฝึกเดินถอยหลัง (BWT) (n=10)					กลุ่มฝึกเดินไปข้างหน้า (FWT) (n=10)				
	ก่อนฝึก (Mean ± SD)	หลังฝึก 4 สัปดาห์ (Mean ± SD)	หลังฝึก 8 สัปดาห์ (Mean ± SD)	Mean Difference		ก่อนฝึก (Mean ± SD)	หลังฝึก 4 สัปดาห์ (Mean ± SD)	หลังฝึก 8 สัปดาห์ (Mean ± SD)	Mean Difference	
				T1	T2				T1	T2
ความเร็วในการเดิน (เมตร/วินาที)	0.79 ± 0.10	0.87 ± 0.11*	0.89 ± 0.09*	0.08	0.10	0.87 ± 0.10	0.90 ± 0.12	0.89 ± 0.11	0.02	0.02
ระยะเวลาของการก้าว (วินาที)	0.58 ± 0.12	0.54 ± 0.04	0.54 ± 0.03	-0.04	-0.04	0.53 ± 0.02	0.53 ± 0.03	0.52 ± 0.03	0.00	-0.01
ความยาวก้าว (เมตร)	0.44 ± 0.05	0.47 ± 0.05	0.47 ± 0.06	0.03	0.03	0.46 ± 0.05	0.47 ± 0.05	0.46 ± 0.05	0.01	0.00
ความถี่ของการก้าว (ก้าว/นาที)	105.31 ± 16.24	109.20 ± 8.65	110.88 ± 6.43	3.88	5.57	112.90 ± 5.01	112.31 ± 5.41	114.04 ± 5.50	-0.59	1.14
Timed Up and Go (วินาที)	16.20 ± 3.32	14.69 ± 2.46	14.43 ± 1.87	-1.52	-1.77	16.11 ± 1.76	14.78 ± 1.99	13.66 ± 1.30	-1.34	-2.45

หมายเหตุ: T1 = ความแตกต่างระหว่างหลังฝึก 4 สัปดาห์กับก่อนฝึก, T2 = ความแตกต่างระหว่างหลังฝึก 8 สัปดาห์กับก่อนฝึก,* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$



รูปที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าของตัวแปรด้านระยะทางและเวลาในการเดิน ก่อนการฝึก หลังฝึก 4 สัปดาห์ และหลังฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมเดินถอยหลัง (BWT) และกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมเดินไปข้างหน้า (FWT) โดยการทดสอบเปรียบเทียบเชิงพหุคูณ (post hoc analysis) ด้วยสถิติ Bonferroni

หมายเหตุ: * คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4, ** คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8

บทวิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเดินถอยหลังกับการฝึกเดินไปข้างหน้าต่อการทรงตัว ตัวแปรด้านระยะทางและเวลาของการเดิน และความเสี่ยงในการหกล้มในผู้สูงอายุ ในอาสาสมัครจำนวน 20 คน ประกอบด้วย กลุ่มฝึกเดินถอยหลังจำนวน 10 คน และกลุ่มฝึกเดินไปข้างหน้าจำนวน 10 คน โดยอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีคุณลักษณะที่เหมือนกัน คือ มีความเสี่ยงหกล้ม โดยวัดจากค่าเวลาในการทดสอบ TUG มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 12 วินาทีขึ้นไป มีระดับกิจกรรมอยู่ในกลุ่มที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายน้อย คือ ผู้สูงอายุที่ออกกำลังกาย 0-1 ครั้ง/สัปดาห์ หรือมีระยะเวลารวมในการทำกิจกรรมอื่น ๆ ไม่เกิน 30 นาที/วัน หรือมีความหนักใน

การออกกำลังกาย และการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ประเมินโดย Borg scale score ไม่เกิน 10 คะแนน[20] และมีอายุ เพศ คะแนนของแบบประเมิน MMSE น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เวลาในการทดสอบด้วย TUG และประวัติการหกล้ม ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้อาสาสมัคร 2 กลุ่ม ไม่ได้มีการออกกำลังกายอย่างอื่นร่วมด้วยในขณะที่เข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายนี้ และจากบันทึกจำนวนครั้งในการออกกำลังกายอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มฝึกเดินถอยหลัง ออกกำลังกายเฉลี่ย 22 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 92 ส่วนกลุ่มฝึกเดินไปข้างหน้า ออกกำลังกายเฉลี่ย 23 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 96 ซึ่งทั้ง 2 กลุ่ม มีการออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่องตามที่กำหนดไว้ และอาสาสมัครทุกคนในการวิจัยนี้สามารถออกกำลังกายได้ตามโปรแกรมการฝึกที่มีการเพิ่มความก้าวหน้าในทุก ๆ 2 สัปดาห์ จนครบ 8 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงความเร็วการเดินภายหลังการฝึกของการศึกษานี้ มีความคล้ายคลึงกับผลการศึกษาอื่น ๆ ที่ผ่านมา ซึ่งพบว่าการฝึกเดินไปทางด้านหน้าและเดินถอยหลังสามารถเพิ่มความเร็วการเดินได้ภายหลังการฝึก[16,25,26] ซึ่งการที่ความเร็วการเดินเพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกสามารถอธิบายได้จากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่เพิ่มมากขึ้น[27,28] อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างระหว่างโปรแกรมการฝึกทั้ง 2 รูปแบบ ซึ่งอธิบายได้จากการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์ขาที่ทำหน้าที่หลักในขณะเดินหลายมัด มีการทำงานคล้ายคลึงกันในการเดินไปข้างหน้าและเดินถอยหลัง โดยเฉพาะกล้ามเนื้อ gluteus maximus, biceps femoris (short head) และ tibialis anterior แต่ก็มีกล้ามเนื้อบางมัด เช่น กล้ามเนื้อ rectus femoris และ iliacus ที่มีแรงหดตัวของกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อที่ในขณะเดินไปข้างหน้ามากกว่าเดินถอยหลัง[29] ผลการศึกษานี้มีความแตกต่างกับบางการศึกษาที่พบว่าการฝึกการเดินถอยหลังสามารถเพิ่มความเร็วในการเดินไปข้างหน้ามากกว่าการฝึกเดินไปข้างหน้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [30-32] โดย Wang และคณะ ในปี ค.ศ 2018[15] ได้วิเคราะห์ผลจากการวิเคราะห์อภิมาน (meta-analysis) เกี่ยวกับการฝึกเดินถอยหลังต่อความเร็วในการเดินไว้ว่า ความเร็วในการเดินที่เพิ่มขึ้นหลังจากการฝึกเดินถอยหลัง อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากการเดินถอยหลังนั้นสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาได้มากกว่าการฝึกเดินไปข้างหน้า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kramer และ Reid ในปี ค.ศ 1981[33] ทำการเปรียบเทียบผลด้านชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) จากการวิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายเคลื่อนไหว (cinematographic) และเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (electromyography; EMG) ของการเดินถอยหลังกับการเดินไปข้างหน้าในอาสาสมัครผู้ใหญ่ พบว่า ในขณะเดินถอยหลังกล้ามเนื้อรยางค์ขา ได้แก่ กล้ามเนื้อ vastus medialis, vastus lateralis และ semitendinosus มีการทำงานมากกว่าการเดินไปข้างหน้า และเนื่องด้วยในขณะเดินถอยหลังจะไม่มีการใช้โมเมนตัมเพื่อช่วยในการดึงรยางค์ขาให้ก้าวไปด้านหลังในช่วง swing phase จึงส่งผลให้ในการเดินถอยหลังจะมีการใช้กล้ามเนื้อในการดึงและควบคุมรยางค์ขามากกว่าการเดินไปข้างหน้า[34] ซึ่งอาจจะส่งผลให้กลุ่มฝึกเดินถอยหลังมีการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากกว่า และทำให้ความเร็วในการเดินเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยการเดินไปข้างหน้า อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่ายังมีความไม่ชัดเจนถึงความแตกต่างหรือความคล้ายคลึงเกี่ยวกับชีวกลศาสตร์ของการเดินถอยหลังและเดินไปข้างหน้า จึงอาจส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการฝึกเดินทั้งสองรูปแบบยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับชีวกลศาสตร์ระหว่างการเดินถอยหลังกับการเดินไปข้างหน้าให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ถึงแม้ว่าผลของความเร็วในการเดินของการศึกษาครั้งนี้เพิ่มขึ้นทั้งการฝึกเดิน 2 แบบ แต่ค่าความแตกต่างของความเร็วในการเดินหลังจากฝึกไปแล้ว 8 สัปดาห์เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึกในกลุ่มฝึกเดินถอยหลังเท่ากับ 0.10 เมตร/วินาที และกลุ่มฝึกเดินไปข้างหน้าเท่ากับ 0.02 เมตร/วินาที ซึ่งความเร็วที่เปลี่ยนแปลงหลังจากฝึกเดินทั้ง 2 แบบในครั้งนี้มีค่า

น้อยกว่าค่าชี้วัดการเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุด (minimal detectable change; MDC) เมื่อเทียบกับการศึกษาของ Mangione และคณะ[35] ซึ่งพบว่า ค่า MDC ของความเร็วในการเดิน (gait speed) ในผู้สูงอายุ มีค่าเท่ากับ 0.19 เมตรต่อวินาที

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่ายังมีความแตกต่างในผลการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกเดินถอยหลังและการเดินไปข้างหน้า ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่ามีความแตกต่างกันในกลุ่มประชากรที่ศึกษา รูปแบบในการฝึก ความหนัก ความถี่ ระยะเวลา และการเพิ่มความยากในการฝึก รวมถึงวิธีการประเมิน ดังนั้น ยังมีความจำเป็นที่ต้องทำการศึกษาถึงผลของการฝึกเดินถอยหลังต่อความสามารถในการเดินต่อไป ซึ่งอาจจะต้องทำการประเมินเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านรูปแบบการเคลื่อนไหว (kinematic) และแรง (kinetic) ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวร่างกายหรือส่วนของร่างกายร่วมด้วย

มีการศึกษาก่อนหน้าพบว่าความเร็วในการเดินที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการลดลงของระยะเวลาในช่วง stance phase แต่ระยะเวลาในช่วง swing phase จะมีการเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ขณะเดินมีการก้าวขาไปข้างหน้าได้ยาวขึ้น และทำให้ความยาวรอบในการเดิน (stride length) เพิ่มมากขึ้น[36] ในการวิจัยนี้พบความเร็วในการเดิน (gait velocity) เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างของระยะเวลาของการก้าว (step time) ความยาวก้าว (step length) และความถี่ของการก้าว (cadence) ภายหลังจากการฝึก อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาพบเพียงความยาวก้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากฝึกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ การที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากโปรแกรมการฝึกนี้ได้มีการกำหนดระยะก้าว และจำนวนก้าวเพียง 10 ก้าวตลอดระยะเวลาของการศึกษา จึงอาจทำให้ระยะเวลาของการก้าว ความยาวก้าว และความถี่ของการก้าวไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งผลที่ได้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ Grobbelaar และคณะ[14] ที่ทำการศึกษาถึงผลของการฝึกเดินถอยหลังเปรียบเทียบกับการเดินไปข้างหน้าในผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน โดยโปรแกรมการฝึกทั้งสองกลุ่มจะเพิ่มความยากขึ้นในแต่ละสัปดาห์ และมีการเพิ่ม cognitive task ร่วมด้วยขณะเดิน (dual tasks) เป็นต้น ทำการประเมินการเดินด้วยอุปกรณ์ six Opal inertial sensors เป็นระยะทาง 10 เมตร (10-m walk test) ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วในการเดิน ความยาวก้าว และความถี่ของการก้าว เพิ่มขึ้นหลังการฝึกเดินทั้งเดินถอยหลังและเดินไปข้างหน้า และมีการศึกษาที่สนับสนุนว่าการทำงานพร้อมกันสองอย่าง (dual tasks) ในขณะเดิน จะสามารถเพิ่มความสามารถในการเดิน[37] อาจจะเป็นไปได้ว่าการฝึกลักษณะนี้จะช่วยลด attentional load ในขณะทำงานสองอย่าง ทำให้กระบวนการประมวลผลข้อมูลทำงานได้ดีขึ้น[38] ถึงแม้ว่าในการศึกษาในครั้งนี้จะมีการเพิ่มความยากของโปรแกรมโดยให้มีการทำงานพร้อมกันสองอย่าง (dual tasks) โดยการเพิ่ม motor และ cognitive tasks ร่วมขณะเดิน ผลการศึกษาพบเพียงความเร็วในการเดินเพิ่มขึ้นหลังจากการฝึกทั้ง 2 โปรแกรม แต่ไม่พบว่าระยะเวลาของการก้าว ความยาวก้าว และความถี่ของการก้าว เพิ่มขึ้น อาจจะเป็นไปได้ว่ามีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อระยะเวลาของการก้าว ความยาวก้าว และความถี่ของการก้าว เช่น ความเร็วในการก้าว ความยาวก้าว และจังหวะในการก้าว ที่ใช้ในการฝึก ดังนั้น ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะต้องพิจารณาถึงการปรับเปลี่ยนความเร็วในการเดิน ความยาวก้าว และจังหวะในการก้าวเดิน เป็นส่วนหนึ่งของการเพิ่มความก้าวหน้าของโปรแกรมในการเดิน

สำหรับความสามารถในการทรงตัวและความเสี่ยงในการหกล้ม ในการวิจัยนี้ใช้การทดสอบ TUG เป็นตัวบ่งชี้ผลการศึกษาพบว่า เวลาในการทดสอบ TUG ลดลงหลังจากฝึกเดินทั้งฝึกเดินถอยหลังและฝึกเดินไปข้างหน้าในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึก จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การเดินถอยหลังและเดินไปข้างหน้าสามารถเพิ่มความสามารถการทรง

ตัวและการเดินสำหรับผู้สูงอายุ ทั้งนี้อาจเนื่องจากโปรแกรมการฝึกนี้ได้มีการออกแบบท่าออกกำลังกายให้มีความท้าทายการทรงตัว ได้แก่ การเดินโดยการลดการช่วยพยุง เดินในที่แคบ การเดินแบบเปลี่ยนทิศทาง (เดินซิกแซกและเดินรูปเลขแปด) การเดินแบบลดพื้นที่ฐานรองรับ (การเดินบนปลายเท้าและการเดินต่อเท้า) การเดินพร้อมกับทำงานอย่างอื่นร่วมด้วย (dual tasks) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Keeratithaworn และคณะ[39] ได้ศึกษาการฝึกการทรงตัวอย่างง่ายต่อความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุไทยเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งท่าออกกำลังกายในโปรแกรมนี้ ประกอบด้วย การเดินต่อเท้า (tandem walk) การเดินแบบก้าวเฉียง การเดินถอยหลัง การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มการทรงตัวขณะอยู่นิ่ง และการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา ผลการศึกษาพบว่า เวลาในการทดสอบ TUG ลดลง และการทดสอบ single leg balance time test (SLBT) ใช้เวลาในการทรงท่าอยู่ได้นานขึ้น ซึ่งอาจบ่งชี้ได้ว่า ผู้สูงอายุมีความสามารถในการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มมากขึ้น และการศึกษาของ Cha และคณะ[26] ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกเดินไปข้างหน้าและเดินถอยหลังบนลู่วิ่ง (treadmill) ในผู้ใหญ่สุขภาพดีช่วงอายุ 19-24 ปี เป็นเวลา 4 สัปดาห์ต่อผลความสามารถในการทรงตัว ทำการประเมินจุดศูนย์ถ่วง (center of gravity: COG) ในทิศทางการทรงตัวด้านหน้า-หลัง (anterior-posterior balance) และด้านข้าง (medial-lateral balance) ด้วยเครื่อง Good Balance ผลการศึกษาพบว่า การฝึกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ สามารถเพิ่ม การทรงตัวด้านหน้า-หลัง (anterior-posterior balance) ส่งผลให้เพิ่มความสามารถในการทรงตัวทั้งในกลุ่มฝึกเดินไปข้างหน้าและเดินถอยหลัง จากการศึกษาที่ผ่านมาจะเห็นว่าทั้งการฝึกเดินถอยหลังหรือฝึกเดินไปข้างหน้านั้นสามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวและลดความเสี่ยงในการหกล้มได้

ถึงแม้ว่าการศึกษาครั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างของเวลาทดสอบ TUG ระหว่างฝึกเดินถอยหลังและฝึกเดินไปข้างหน้า แต่พบว่า ในส่วนของการฝึกเดินไปข้างหน้า มีค่าความแตกต่างของเวลาทดสอบ TUG หลังจากฝึกไปแล้ว 8 สัปดาห์กับก่อนฝึก เท่ากับ 2.45 วินาที ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าชี้วัดการเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุด (MDC) เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษา Donoghue และคณะ[40] ซึ่งได้วัดค่าชี้วัดการเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุดของการทดสอบ TUG ในอาสาสมัครที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป ผลการศึกษาพบว่า ค่าชี้วัดการเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุดที่ระดับค่าความเชื่อมั่น 95% ของการทดสอบ TUG มีค่าเท่ากับ 2.08 วินาที

<u>ข้อจำกัดของงานวิจัย</u>

ขนาดของประชากรของงานวิจัยนี้มีขนาดเล็ก จากการคำนวณค่าอำนาจในการทดสอบของการศึกษานี้ พบว่า ค่าอำนาจในการทดสอบ (power; 1-β) เท่ากับ 0.30 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าอำนาจในการทดสอบปกติที่ใช้สำหรับการวิจัย คือ มากกว่า 0.80 ขึ้นไป ควรมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 93 คน[41] และผลการวิจัยนี้เฉพาะกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มและมีระดับกิจกรรมอยู่ในกลุ่มที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายน้อยเท่านั้น นอกจากนี้ อาสาสมัครผู้สูงอายุที่เข้าร่วมการศึกษา เป็นกลุ่มที่มีระดับกิจกรรมอยู่ในกลุ่มที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายน้อยและเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มในระดับปานกลางถึงสูง[42] อาจจะยังไม่สามารถนำผลนี้ไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มประชากรกลุ่มอื่น ๆ ได้ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มจำนวนอาสาสมัครที่จะเข้าร่วมงานวิจัยให้มากขึ้น และควรมีการศึกษาในผู้สูงอายุกลุ่มอื่น เช่น ผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดี ผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงในการหกล้มต่ำ และในผู้สูงอายุที่มีระดับกิจกรรมทางกายอยู่ในกลุ่มที่มีการทำกิจกรรมทางกายระหว่างวันเป็นประจำ (lifestyle active group) และกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ (exercise group) เป็นต้น และควรปรับโปรแกรมให้เหมาะสมกับอาสาสมัครแต่ละกลุ่ม เช่น การปรับเปลี่ยนความเร็วใน

การเดิน ความยาวก้าว และจังหวะในการก้าวเดิน เป็นต้น นอกจากนี้ ควรมีการประเมินรูปแบบการเคลื่อนไหวและแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของขาหลังจากการฝึกเดินถอยหลังและเดินไปข้างหน้า

สรุปผลการวิจัย

โปรแกรมการฝึกเดินถอยหลังและฝึกเดินไปข้างหน้ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มความเร็วในการเดินและความสามารถการทรงตัวในผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงในการหกล้มและมีกิจกรรมทางกายมีระดับกิจกรรมอยู่ในกลุ่มที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายน้อย หลังจากฝึกอย่างน้อย 4 สัปดาห์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยและขอขอบพระคุณภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

1. Thongcharoen V, editor. Science and art of gerontological nursing. Bangkok: Textbook project of Faculty of Nursing, Mahidol University, 2011. (in Thai).
2. Navaratnarajah A, Jackson SHD. The physiology of ageing. Medicine.2017; 45(1): 6–10.
3. Srichang N, Kawi L. Fall prediction in Thai older adults (aged 60 and above) for 2017-2021. Bangkok: Division of Non Communicable Diseases, Department of Disease Control, Ministry of Public Health, 2017. (in Thai).
4. Hadjistavropoulos T, Delbaere K, Fitzgerald TD. Reconceptualizing the Role of Fear of Falling and Balance Confidence in Fall Risk. J Aging Health. 2010; 23(1): 3–23.
5. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. Cochrane Database Syst Rev. 2012; 9: 1-18.
6. Robinovitch SN, Feldman F, Yang Y, Schonnop R, Leung PM, Sarraf T, et al. Video capture of the circumstances of falls in elderly people residing in long-term care: an observational study. Lancet. 2013; 381(9860): 47–54.
7. Okubo Y, Osuka Y, Jung S, Rafael F, Tsujimoto T, Aiba T, et al. Walking can be more effective than balance training in fall prevention among community-dwelling older adults. Geriatr Gerontol Int. 2015; 16(1): 118–25.
8. Shier V, Trieu E, Ganz DA. Implementing exercise programs to prevent falls: systematic descriptive review. Inj Epidemiol. 2016; 3(1): 16.
9. Winter DA, Pluck N, Yang JF. Backward Walking: A simple reversal of forward walking?. J Mot Behav. 1989; 21(3): 291–305.
10. 1horstensson A. How is the normal locomotor program modified to produce backward walking? Exp Brain Res. 1986; 61: 664–8.
11. Grasso R, Bianchi L, Lacquaniti F. Motor patterns for human gait: backward versus forward locomotion. J Neurophysiol. 1998; 80: 1868–85.

12. Reynolds RF, Day BL. Visual guidance of the human foot during a step. J Physiol. 2005; 569(2): 677–84.
13. Chan BKS, Marshall LM, Winters KM, Faulkner KA, Schwartz AV, Orwoll ES. Incident fall risk and physical activity and physical performance among older men: The Osteoporotic fractures in men study. Am J Epidemiol. 2007; 165(6): 696–703.
14. Grobbelaar R, Venter R, Welman KE. Backward compared to forward over ground gait retraining have additional benefits for gait in individuals with mild to moderate Parkinson's disease: A randomized controlled trial. Gait Posture. 2017; 58: 294–9.
15. 1Rose DK, DeMark L, Fox EJ, Clark DJ, Wludyka P. A Backward walking training program to improve balance and mobility in acute stroke. J Neurol Phys Ther. 2018; 42(1): 12–21.
16. Abdel-aziem AA, El-Basatiny HM. Effectiveness of backward walking training on walking ability in children with hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2016; 31(6): 790–7.
17. Wang J, Yuan W, An R. Effectiveness of backward walking training on spatial-temporal gait characteristics: A systematic review and meta-analysis. Hum Mov Sci. 2018; 60: 57–71.
18. Binns L, Taylor D. The effect of the Otago Exercise Programme on strength and balance in community dwelling older women. NZ J Physiother; 2011; 39(2): 63-8.
19. Lusardi MM, Fritz S, Middleton A, Allison L, Wingood M, Phillips E, et al. Determining risk of falls in community dwelling older adults. J Geriatr Phys Ther. 2017; 40(1): 1-36.
20. Thaweewannakij T, Amatachaya S, Peungsuwan P, Mato L. Balance, fall and quality of life in active and inactive elderly. J Med Technol Phys Ther. 2010; 22(3): 271-9.
21. Committee for MMSE-Thai 2002. MMSE-Thai 2002. Bangkok: Institute of Geriatric Medicine, Department of Medical Services; 2002. (in Thai).
22. Campbell AJ, Robertson MC. Otago Exercise Programme to prevent falls in older people: a home-based, individually tailored strength and balance retraining program. Otago, NZ: Accident Compensation Corporation; 2003.
23. Silsupadol P, Prupetkaew P, Kamnardsiri T, Lugade V. Smartphone-based assessment of gait during straight walking, turning, and walking speed modulation in laboratory and free- living environments. IEEE J Biomed Health Inform. 2020; 24(4): 1188-95.
24. Peters DM, Fritz SL, Krotish DE. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults. J Geriatr Phys Ther. 2013; 36(1): 24–30.
25. Wnuk B, Durmała J, Ziaja K, Kotyla P, Woźniewski M, Błaszczak E. A controlled trial of the efficacy of a training walking program in patients recovering from Abdominal Aortic Aneurysm surgery. Adv Clin Exp Med. 2016; 25(6): 1241–371.
26. Cha HG, Kim TH, Kim MK. Therapeutic efficacy of walking backward and forward on a

slope in normal adults. J Phys Ther Sci. 2016; 28(6): 1901–3.

27. Batista FS, Gomes GA de O, Neri AL, Guariento ME, Cintra FA, Sousa M da LR de, et al. Relationship between lower-limb muscle strength and frailty among elderly people. Sao Paulo Med J. 2012; 130(2): 102–8.
28. Uematsu A, Tsuchiya K, Kadono N, Kobayashi H, Kaetsu T, Hortobágyi T, et al. A behavioral mechanism of how increases in leg strength improve old adults' gait speed. PloS One. 2014; 9:e110350.
29. Blazkiewicz M. Muscle force distribution during forward and backward locomotion. Acta Bioeng Biomech. 2013; 15(3): 3-9.
30. Abdel-Aziem AA, El-Basatiny HM. Effectiveness of backward walking training on walking ability in children with hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2016; 31(6): 790–7.
31. Yang YR, Yen JG, Wang RY, Yen LL, Lieu FK. Gait outcomes after additional backward walking training in patients with stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2005; 19(3): 264–73.
32. Kim KH, Lee KB, Bae YH, Fong SSM, Lee SM. Effects of progressive backward body weight supported treadmill training on gait ability in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. Tech Health Care. 2017; 25(5): 867-76.
33. Kramer JF, Reid DC. Backward walking: a cinematographic and electromyographic pilot study. Physiother Can. 1981; 33(2): 77–86.
34. Kraemer CC. An electromyographic study of forward and backward walking in normals and in subjects following anterior cruciate ligament repair. Physical Therapy Scholarly Projects. 1998: 265.
35. Mangione KK, Craik RL, McCormick AA, Blevins HL, White MB, Sullivan-Marx EM, et al. Detectable changes in physical performance measures in elderly African Americans. Phys Ther. 2010; 90(6): 921–7.
36. Hebenstreit F, Leibold A, Krinner S, Welsch G, Lochmann M, Eskofier BM. Effect of walking speed on gait sub phase durations. Hum Mov Sci. 2015; 43: 118-24.
37. Yang YR, Cheng SJ, Lee YJ, Liu YC, Wang R-Y. Cognitive and motor dual task gait training exerted specific training effects on dual task gait performance in individuals with Parkinson's disease: A randomized controlled pilot study. PLoS One. 2019; 14(6): e0218180.
38. Swallow KM, Jiang YV. Attentional load and attentional boost: a review of data and theory. Front Psychol. 2013; 4: 274.
39. Keeratithaworn N, Panich K, Ajjimaporn A, Kuptniratsaikul V. Effect of 4 week simple balance exercise on balance ability in Thai elderly. J Sports Sci. 2015;15(1): 203-11.
40. Donoghue OA, Savva GM, Börsch-Supan A, Kenny RA. Reliability, measurement error and minimum detectable change in mobility measures: a cohort study of community-dwelling adults aged 50 years and over in Ireland. BMJ Open. 2019; 9(11): e030475.

41. Pitisuttithum P, Picheansoonthon C. Textbook of clinical research. Bangkok: Amarin Printing and Publishing Public; 2011. (In Thai).

42. Centers for Disease Control and Prevention National Center for Injury Prevention and Control: CDC. Algorithm for fall risk screening, assessment, and intervention. 2017.