บทความวิจัย

ผลของการฝึกสปีดแลดเดอร์ที่มีต่อการทรงตัวและสมรรถภาพทางกายด้านต่างๆในผู้สูงอายุ

ธีรศักดิ์ จันทร์ประโคน[1] และนภัสกร ชื่นศิริ[1,2]

[1] คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] หน่วยปฏิบัติการวิจัยสรีรวิทยาการออกกำลังกายในบุคคลกลุ่มพิเศษ

Received: 22 October 2023 / Revised: 31 October 2023 / Accepted: 31 December 2023

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกสปีดแลดเดอร์อันส่งผลต่อการทรงตัวและสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุ

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างคือกลุ่มผู้สูงอายุที่มีสุขภาพแข็งแรง จำนวน 36 คน อายุเฉลี่ย 63.94±2.90 ปี แบ่งออก เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์ จำนวน 18 คน (ชาย 1 คน) และกลุ่มควบคุมจำนวน 18 คน (ชาย 1 คน) โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ตามช่วงอายุ เพศ และเวลาในก้าวเท้าเป็นสี่เหลี่ยม กลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ใช้ระยะเวลาฝึก 40-50 นาทีต่อครั้ง เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมให้ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ ทดสอบตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป องค์ประกอบของร่างกาย ความสามารถทางแอโรบิก ความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ และการทรงตัว ใช้การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆ ระหว่างกลุ่มที่ฝึกสปีดแลดเดอร์ และกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการฝึกของแต่ละกลุ่ม ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม (Mixed model ANOVA measurement) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีทดสอบของฟิชเชอร์ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์มีการพัฒนาความสามารถทางแอโรบิก (122.72±17.91 ครั้ง, $p<0.001$) ความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง (23.67±3.41 ครั้ง, $p<0.001$) และการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (4.98±0.49 วินาที, $p=0.003$) เพิ่มมากขึ้น และมีค่าตัวแปรต่างๆ ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งมีอัตราการเต้นของหัวใจ (73±7 ครั้งต่อนาที, $p=0.026$) ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก (114±14 มิลลิเมตรปรอท, $p=0.016$) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย(35.26±5.32 เปอร์เซ็นต์, $p=0.011$) น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้กลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์ยังมีคะแนนความสนุกสนานของการออกกำลังกายเท่ากับ 4.79

สรุปผลการวิจัย การฝึกสปีดแลดเดอร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในผู้สูงอายุได้ โดยช่วยพัฒนาการทรงตัวและสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุได้ รวมทั้งมีความสนุกสนานเป็นอย่างมาก ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกอยากออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องต่อไป

คำสำคัญ: สปีดแลดเดอร์ / การทรงตัว / สมรรถภาพทางกาย / ผู้สูงอายุ / ความคล่องแคล่วว่องไว / ความสนุกสนานของการออกกำลังกาย

Corresponding Author: อาจารย์ ดร.นภัสกร ชื่นศิริ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ E-mail: Napasakorn.C@chula.ac.th

ORIGINAL ARTICLE

EFFECTS OF SPEED LADDER TRAINING ON BALANCE AND VARIOUS ASPECTS OF PHYSICAL FITNESS IN OLDER

Theerasak Janprakhon[1] and Napasakorn Chuensiri[1,2]

[1] Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

[2] Exercise physiology in Special Population Research Units

Received: 22 October 2023 / Revised: 31 October 2023 / Accepted: 31 December 2023

Abstract

Purpose To investigate effects of speed ladder training on balance and physical fitness in older adults.

Methods Thirty-six healthy older adults, aged between 63.94±2.90 years, were participated in this study. They were matched by sex, age and four-square step test time and were divided into 2 groups including the experimental group (n=18; male=1), which performed speed ladder training 3 sessions/week (40-50 min/session) for 8 weeks, and the control group (n=18; male=1), had kept the normal daily life without structural exercise. Body composition, aerobic capacity, muscle strength and endurance, flexibility, static balance (single and two-leg stance), dynamic balance and agility were measured before and after 8 weeks of the study period. The mixed model ANOVA measurement followed by Fisher's least significant difference (LSD) multiple comparison was used to determine the significance difference in all variables before and after training. The statistical significance level was set at $p<.05$.

Results After 8 weeks, the speed ladder training group demonstrated significant improvement in aerobic capacity (122.72±17.91 steps, $p<0.001$), lower muscle strength and endurance (23.67±3.41 reps, $p<0.001$) and dynamic balance (4.98±0.49 sec, $p=0.003$). Moreover, all variables were better than the control group. Resting heart rate (73±7 bpm, $p=0.026$), systolic blood pressure (114±14 mmHg, $p=0.016$), and fat percentage (35.26±5.32, $p=0.011$) of the speed ladder training group were significantly lower than the control group. The physical activity enjoyment scale of the intervention group is at 4.79, indicating the highest level of pleasure while training with the speed ladder.

Conclusion Speed ladder training could apply to older adults. It can improve balance and physical fitness. The speed ladder program also had a high level of enjoyment which could promote exercise adherence in older adults.

Key word: Speed ladder / Balance / Physical fitness / Older adults / Agility / Physical activity enjoyment

Corresponding Author: Dr.Napasakorn Chuensiri, Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand; E-mail: Napasakorn.C@chula.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

องค์การสหประชาชาติรายงานว่าในปี 2050 จะมีประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไปมากกว่า 2000 ล้านคน (United Nations, 2017) แสดงให้เห็นว่าจำนวนประชากรสูงอายุมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Lutz et al., 2008) และในปัจจุบันหลายๆประเทศมีแนวโน้มที่ผู้สูงอายุจะอยู่เพียงลำพังมากขึ้นเรื่อยๆ (U.S. Department of Health and Human Services, 2018) การลดลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อช่วงล่าง (Doherty, 2003) การสูญเสียความสามารถในการทรงตัว และการเดิน (Granacher et al., 2011a; Granacher et al., 2011b) เป็นปัจจัยที่เพิ่มความเสี่ยงที่จะหกล้มในผู้สูงอายุมากขึ้น โดย 50 เปอร์เซ็นต์ของการล้มในผู้สูงอายุเกิดขึ้นระหว่างการเดิน (Li et al., 2006) การลดลงของสมรรถภาพทางกาย (Physical function) ในผู้สูงอายุจะทำให้เสี่ยงต่อการหกล้มบาดเจ็บ กระดูกหัก เกิดความเครียด และคุณภาพชีวิตที่จะแย่ลงตามมา (Castillo de Lima et al., 2020) ยังส่งผลกระทบให้ต้นทุนค่าดูแลรักษาสุขภาพเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากทั่วโลก ทั้งทางตรงและทางอ้อม (Fries et al., 2011) ความสามารถในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเองอย่างมีคุณภาพโดยไม่ต้องการความช่วยเหลือจากบุคคลอื่นจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับผู้สูงอายุ การใช้ชีวิตอย่างมีคุณภาพได้ด้วยตัวเองของผู้สูงอายุขึ้นอยู่กับสมรรถภาพทางกายในการรักษาระดับความสามารถในการทำกิจกรรมหรือสมรรถนะการทำกิจกรรม ได้แก่ ความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ ความทนทานของระบบหัวใจและหายใจ ความยืดหยุ่น การทรงตัว และความคล่องแคล่วว่องไว สิ่งที่จะช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถรักษาระดับความสามารถในการทำกิจกรรมได้ คือ กิจกรรมทางกายและการออกกำลังกาย (Apóstolo et al., 2018; Gray & Butler, 2017) ซึ่งจะช่วยพัฒนาสมรรถนะในการทำกิจกรรมได้เป็นอย่างดี

แนวทางในออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุประกอบด้วย การฝึกความทนทานของระบบหัวใจและหายใจ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การทรงตัว และความยืดหยุ่น (Chodzko-Zajko et al., 2009; Elsawy & Higgins, 2010) นอกจากนี้ วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (American College of Sports Medicine; ACSM) ได้มีการแนะนำแนวทางกิจกรรมทางกายสำหรับผู้สูงอายุเพิ่มเติมโดยเพิ่มการออกกำลังกายที่มีการผสมสานของ การทรงตัว (Balance) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) การทำงานประสานสัมพันธ์ (Coordination) และจังหวะการเดิน (Gait) (Liguori et al., 2021) โดยจะใช้แบบฝึกที่มีหลายๆ องค์ประกอบ (Multi-modal exercise training) เพื่อเป็นแนวทางใหม่ในการฝึกออกกำลังกายในผู้สูงอายุ (Donath et al., 2016a) ซึ่งการฝึกความคล่องแคล่วว่องไว (Luesopha & Yimlamai, 2019) เป็นการฝึกที่มีรูปแบบการฝึกหลายองค์ประกอบรวมกันตามแนวทางนั้น เนื่องจากการฝึกความคล่องแคล่วว่องไว เป็นการฝึกที่ผสมผสานความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง (Changes of direction) การเคลื่อนไหวแบบหยุดและไป (Stop and go pattern) ความแข็งแรง (Strength) และการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (Dynamic balance) ซึ่งเป็นแนวทางในการฝึกสมรรถนะในการควบคุมการเคลื่อนที่แบบบูรณาการสำหรับผู้สูงอายุ (Donath et al., 2016c) ในปัจจุบันได้มีการนำการฝึกความ

คล่องแคล่วว่องไวมาประยุกต์ใช้ในผู้สูงอายุมากขึ้น (Morat et al., 2020) โดยฝึกความคล่องแคล่วว่องไว 2-3 วันต่อสัปดาห์ จะช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Ćwirlej-Sozanska et al., 2018; Morat et al., 2020) ความทนทานของกล้ามเนื้อ (Ćwirlej-Sozanska et al., 2018) การทรงตัว (Morat et al., 2020) ความสามารถทางด้านระบบหัวใจและหลอดเลือด (Morat et al., 2020) ซึ่งมีความจำเป็นในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุเป็นอย่างมาก และยังมีส่วนช่วยพัฒนาความมั่นใจในการทรงตัว (Balance confidence) ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงที่จะล้มในผู้สูงอายุ (Liu-Ambrose et al., 2004a; Liu-Ambrose et al., 2004b)

สปีดแลดเดอร์ (Speed ladder) เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในการฝึกความเร็ว การทำงานประสานสัมพันธ์ การทรงตัว และความคล่องแคล่วว่องไวในหลากหลายกลุ่มอายุ และเพศ (White, 2017) มีลักษณะใกล้เคียงกับการฝึกการเดิน (Step training) ในผู้สูงอายุที่นิยมฝึกด้วยตารางรูปแบบต่างๆ แต่มีความเร็วในการฝึกและความซับซ้อนของการเคลื่อนไหวที่มากกว่า โดยประโยชน์ของการฝึกก้าวเท้าช่วยพัฒนาความสามารถทางกาย (Physical fitness) เช่น การทรงตัว ความคล่องแคล่วว่องไว ความแข็งแรงและกำลังในกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง และพัฒนาการทำงานของสมอง เช่น การตอบสนองด้วยการก้าวเท้า (Choice stepping reaction time) การยั้งตัว (Inhibitory action) และความสามารถในการคิดวิเคราะห์สถานการณ์ (Executive function) (Okubo et al., 2017)

จากที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย และการทรงตัวของผู้สูงอายุ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเอารูปแบบการฝึกสปีดแลดเดอร์ที่มีประโยชน์ในการเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหวและสมรรถภาพทางกายมาศึกษาในผู้สูงอายุ โดยคาดหวังว่าการฝึกสปีดแลดเดอร์จะช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกาย และการทรงตัวของผู้สูงอายุ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่ใช้ในการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุได้ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้มีสุขภาพที่ดีได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกสปีดแลดเดอร์ (Speed ladder) ที่มีต่อการทรงตัว และสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุ

วัตถุประสงค์รอง เพื่อศึกษาผลของการฝึกสปีดแลดเดอร์ (Speed ladder) ที่มีต่อความสนุกสนานในการออกกำลังกาย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2563 การทดสอบก่อนและหลังการทดลอง รวมทั้งการฝึกสปีดแลดเดอร์ ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย เป็นอาสาสมัครทั้งหญิงและชาย อายุ 60-70 ปี ในกรุงเทพมหานครที่ไม่มีกิจกรรมออกกำลังกายแบบเป็นรูปแบบเป็นประจำมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ในระยะเวลา 3 เดือนที่ผ่าน

มาก่อนการเข้าร่วมงานวิจัย โดยมีดัชนีมวลกาย <30 (Weir & Jan, 2022) ความดันโลหิต <140/90 mmHg (Jones et al., 2021) ไม่มีภาวะความผิดปกติ หรือความบกพร่องทางร่างกายที่จะเป็นอุปสรรคในการฝึก และผ่านการประเมินแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (2019 PAR-Q+) คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีสตาร์พาวเวอร์ (G*power) และใช้ข้อมูลตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของ Morat และคณะ (Morat et al., 2020) กำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test; β) ที่ 0.8 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Probable error; α) ที่ 0.05 ได้ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size; d) ที่ 0.2 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 36 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน โดยการดำเนินการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified random sampling) โดยจำแนกกลุ่มตัวอย่างของเป็นกลุ่มอายุ เพศ และการทดสอบก้าวเท้าเป็นสี่เหลี่ยม (Four square step test) จากนั้นใช้การสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีจับฉลาก (Simple random sampling) เพื่อเลือกเข้ากลุ่มการประชาสัมพันธ์ เพื่อรับสมัครอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยผ่านประชาสัมพันธ์ทางโซเชียลมีเดีย และติดต่อชุมชนด้วยตัวเอง แจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบรายละเอียดวิธีการปฏิบัติตัวในการทดสอบและการเก็บข้อมูล และลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ตลอดจนดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การทดสอบตัวแปรก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง ประกอบไปด้วย

ด้านสรีรวิทยา (Physiological data) ทั่วไป ได้แก่ ส่วนสูง น้ำหนักตัว อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิต

องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกายและความหนาแน่นของมวลกระดูก (Dual Energy X-ray Absorptiometry scanner) ยี่ห้อ GE healthcare รุ่น Prodigy ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยจะใช้ค่าตัวแปรมวลร่างกายปราศจากไขมัน (Lean mass) เปอเซ็นต์ไขมัน ความหนาแน่นของแร่ธาตุในกระดูก (Bone mineral density)

ความสามารถทางแอโรบิกด้วยแบบทดสอบยกเท้าขึ้น-ลง (2 Minute step test) นับจำนวนครั้งที่ทำได้ใน 2 นาที ความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อรยางค์ล่างด้วยแบบทดสอบการลุก-นั่งเก้าอี้ใน 30 วินาที (30s Chair stand test) ความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อรยางค์บนด้วยแบบทดสอบงอแขนยกน้ำหนักใน 30 วินาที (30s Arm curl) ความยืดหยุ่นของรยางค์ล่างด้วยแบบทดสอบนั่งเก้าอี้ยื่นแขนแตะปลายเท้า (Sit and reach) ความยืดหยุ่นของรยางค์บนด้วยแบบทดสอบแขนไขว้หลังแตะกัน (Back scratch)

ความสามารถในการทรงตัวขณะอยู่นิ่ง (Static balance) ด้วยเครื่องวัดความสามารถในการทรงตัว ยี่ห้อ BIODEX รุ่น Biodex Balance SystemTM SD ประเทศ สหรัฐอเมริกาโดยการทดสอบ Postural stability test ยืนสองเท้า และยืนเท้าเดียว ค่าที่ได้จะเป็นดัชนีความมั่นคง (Stability index) มีเกณฑ์มาตรฐานในช่วง 1.79-3.35 (Zenoni et al., 2011) ความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวและความคล่องแคล่วว่องไวด้วยแบบทดสอบลุกเดินจากเก้าอี้และกลับ 8 ฟุต (8 Feet up and go) ให้เร็วที่สุด (วินาที) โดยมีเกณฑ์ในช่วง 5.0-5.3 วินาทีในผู้หญิง และ 4.8-5.1 วินาที ในผู้ชายอายุ 60-70 ปี (Liguori et al., 2021)

ความความสนุกสนานในการออกกำลังกาย วัดด้วยการประเมินความสนุกสนานของการออกกำลังกาย (Physical Activity Enjoyment Scale) แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีต่อกิจกรรมออกกำลังกาย ภายหลังการสิ้นสุดการฝึกสปีดแลดเดอร์ 8 สัปดาห์ (เฉพาะในกลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์) กำหนดค่าคะแนนแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ 4.51-5.00 มีความสนุกสนานมากที่สุด 3.51-4.50 มีความสนุกสนานมาก 2.51-3.50 มีระดับความสนุกสนานปานกลาง 1.51-2.50 มีความสนุกสนานน้อย 1.00-1.50 ไม่มีความสนุกสนาน

โปรแกรมการฝึกสปีดแลดเดอร์สำหรับผู้สูงอายุได้รับการพิจารณาตรวจสอบ ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) เพื่อหาความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ (item objective congruence; IOC) และปรับปรุงโปรแกรมการฝึกให้มีความเหมาะสม ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.85 ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึก ดังนี้

กลุ่มควบคุม จำนวน 18 คน (ชาย 1 คน) ประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันปกติ

กลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์ จำนวน 18 คน (ชาย 1 คน) ฝึกสปีดแลดเดอร์ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ใช้ระยะเวลาฝึก 40-50 นาทีต่อครั้ง แบ่งเป็น การอบอุ่นร่างกายแบบมีการเคลื่อนไหว 10 นาที ฝึกสปีดแลดเดอร์ 8 ท่า เป็นเวลา 20-30 นาที ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที ในการฝึกสปีดแลดเดอร์แต่ละท่าจะฝึกจำนวน 3 รอบ ระยะเวลาในการฝึกประมาณ 1 นาทีต่อท่า และพักเมื่อจบการฝึกแต่ละท่าประมาณ 30-60 วินาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์

ในสัปดาห์ ที่ 1-4 ฝึกสปีดแลดเดอร์ด้วยท่าที่มีความซับซ้อนต่ำ โดยให้ทำด้วยความเร็วที่เร็วที่สุดที่จะทำได้ ประกอบด้วย 8 ท่าการฝึก Two feet, One in run, In & out, Sidestep, In & out sidestep, X-cross sidestep, Behind crossover, Icky shuffle

ในสัปดาห์ ที่ 5-8 ฝึกสปีดแลดเดอร์ด้วยท่าที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ประกอบด้วย 8 ท่าการฝึก High knee two feet, High knee one in run, High knee sidestep, Two feet + in & out run, Sidestep + in & out sidestep, In & out sidestep + X-cross sidestep, Icky shuffle + Behind crossover, 2 steps Forward 1 step backward

การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 28 โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบการแจกแจงของข้อมูลก่อนว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยใช้วิธีการทดสอบชาพิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆ ระหว่างกลุ่มที่ฝึกสปีดแลดเดอร์ (Speed ladder) และกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการฝึกของแต่ละกลุ่ม ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม (Mixed model ANOVA measurement) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีทดสอบของฟิชเชอร์ (Fisher's least significant difference) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านสรีรวิทยาทั่วไปและตัวแปรด้านการทรงตัวของผู้สูงอายุระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตัวแปร	Control (N=18)		Speed ladder (N=18)		สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม (P-value)			
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	เวลา	กลุ่ม	เวลา* กลุ่ม	ขนาดอิทธิพล (ES)
ด้านสรีรวิทยาทั่วไป								
อายุ (ปี)	63.61±3.09		64.11±2.85					
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	155.78±5.42		154.72±4.46					
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	54.07 ±7.24	54.41 ±7.19	53.34 ±6.66	52.67 ±6.72	0.919	0.455	0.761	0.001
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	22.28 ±2.73	22.43 ±2.77	22.27 ±2.54	22.00 ±2.50	0.926	0.926	0.926	0.002
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	78.00 ±9.00	79.00 ±8.00	75.00 ±8.00	73.00 ±7.00†	0.824	0.026	0.563	0.005
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	125.00 ±12.00	125.00 ±20.00	118.00 ±11.00	114.00 ±14.00†	0.548	0.016	0.570	0.005
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	67.00 ±8.00	64.00 ±15.00	62.00 ±8.00	60.00 ±9.00	0.395	0.068	0.963	<0.001
ด้านการทรงตัว								
ความสามารถในการทรงตัวขณะอยู่นิ่ง (คะแนน)	0.41 ±0.14	0.40 ±0.13	0.41 ±0.11	0.31± 0.08*†	0.077	0.123	0.125	0.034
ความสามารถในการทรงตัวขณะอยู่นิ่งด้วยขาข้างเดียว (คะแนน)	1.12 ±0.47	1.10 ±0.49	1.11 ±0.38	0.79± 0.24*†	0.091	0.097	0.129	0.034
ความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว และความคล่องตัว (วินาที)	5.69 ±0.67	5.85 ±0.73	5.72 ±0.52	4.98± 0.49*†	0.047	0.005	0.003	0.124

p<.05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

†p<.05 แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตัวแปร	Control (N=18)		Speed ladder (N=18)		สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม (P-value)			
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	เวลา	กลุ่ม	เวลา* กลุ่ม	ขนาดอิทธิพล (ES)
องค์ประกอบของร่างกาย								
มวลไขมัน (กิโลกรัม)	20.37 ±4.86	20.70 ±4.80	18.77 ±4.56	18.05 ±4.12	0.854	0.054	0.631	0.003
เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	38.54 ±4.38	38.91 ±4.08	36.11 ±5.77	35.26 ±5.32†	0.836	0.011	0.606	0.004
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)	31.95 ±3.22	31.96 ±3.00	32.74 ±3.89	32.80 ±4.27	0.968	0.343	0.976	<0.001
ค่าความหนาแน่นของแร่ธาตุในกระดูก (กรัมต่อตารางเซนติเมตร)	0.98 ±0.09	0.99 ±0.09	1.01 ±0.11	1.01 ±0.10	0.902	0.216	0.945	<0.001
สมรรถภาพทางแอโรบิก								
ความสามารถในการยกขาขึ้น-ลง 2 นาที (ครั้ง)	92.44 ±14.19	98.33 ±15.52	96.39 ±15.92	122.72 ±17.91*†	<0.001	<0.001	0.008	0.098
ความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อ								
ความสามารถในการลุก-นั่งเก้าอี้ใน 30 วินาที (ครั้ง)	18.11 ±4.70	16.50 ±3.65	18.17 ±3.42	23.67 ±3.41*†	0.035	<0.001	<0.001	0.186
ความสามารถในการยกน้ำหนักท่า Arm Curl (ครั้ง)	20.03 ±3.70	21.08 ±2.97	21.00 ±3.16	23.39 ±3.40*†	0.031	0.040	0.397	0.011
ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ								
ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง (เซนติเมตร)	12.53 ±7.76	12.97 ±8.50	4.42 ±10.93	9.72 ±10.84	0.209	0.015	0.287	0.017
ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อรยางค์บน (เซนติเมตร)	0.17 ±5.06	-0.14 ±5.58	1.72 ±5.69	3.11 ±7.27	0.701	0.092	0.548	0.005

*p<.05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

†p<.05 แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

ผลการวิจัย

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั่วไปก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์ และกลุ่มความควบคุม ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์ มีความสามารถทางแอโรบิก ความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง ความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อรยางค์บน การทรงตัวขณะอยู่นิ่งขณะยืนสองขาและยืนขาเดียว การทรงตัวขณะเคลื่อนไหวและความคล่องแคล่วว่องไวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 รวมทั้งมีค่าดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้ กลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์ยังมีอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ รวมทั้งได้คะแนนความสนุกสนาน 4.79 หมายถึง มีความสนุกสนานมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การฝึกสปีดแลดเดอร์ (Speed ladder) สามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกาย และการทรงตัวในผู้สูงอายุได้ โดยพบว่า หลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์มีการลดลงของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก อาจเป็นเพราะการฝึกออกกำลังกายด้วยสปีดแลดเดอร์ประกอบไปด้วยท่าออกกำลังกายที่มีการก้าวเท้าอย่างรวดเร็ว สลับกับการพัก ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงมากขึ้น ใกล้เคียงกับการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนักสูง (High intensity interval training) โดยมีช่วงออกกำลังประมาณ 1 นาที ความหนักประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง สลับกับช่วงพัก 30-60 วินาที รวมเวลาการฝึกประมาณ 20-30 นาที เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลให้มีการพัฒนาของการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในแบบเดียวกับการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนักสูง ซึ่งโดยการเพิ่มปริมาณเลือดขณะที่หัวใจขยายตัวสูงสุด (Preload) เป็นผลจากการเพิ่มปริมาณของเลือดดำกลับสู่หัวใจ ทำให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจแต่ละครั้ง (SV) เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณของเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที (CO) เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง(Astorino et al., 2017) และที่ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพักลดลง อาจเป็นเพราะแรงเค้นเฉือนที่เกิดจากการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนักสูงยังช่วยกระตุ้นให้การทำให้ของผนังหลอดเลือดทำงานได้ดีขึ้น เพิ่มการยืดหยุ่นและขยายตัวของหลอดเลือด ส่งผลให้แรงต้านทานส่วนปลายของหลอดเลือดลดลง จึงอาจทำให้ความดันโลหิตขณะบีบตัวขณะพักลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Izadi et al., 2018) นอกจากนี้การพัฒนาการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด ยังส่งผลช่วยพัฒนาความสามารถทางแอโรบิก โดยจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า กลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์มีความสามารถทางแอโรบิกเพิ่มขึ้น ด้วยการฝึกสปีดแลดเดอร์ใกล้เคียงกับการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนักสูง ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) และกระตุ้นให้กล้ามเนื้อมีความสามารถในการดึงออกซิเจนไปใช้เป็นพลังงานมากขึ้น จากการมีเส้นเลือดฝอย และความหนาแน่นของไมโตคอนเดรียเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการเผาผลาญพลังงานดีขึ้น สอดคล้องกับ Astorino et al. (2017)

ที่ศึกษาการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนักสูง พบว่า มีปริมาณของเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที และความสามารถในการใช้ออกซิเจนที่กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Astorino et al., 2017) ด้วยความสามารถในการเผาผลาญพลังงานที่ดีขึ้น จึงพบว่ากลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์มีการลดลงของเปอร์เซ็นต์ไขมัน

นอกจากนี้ การฝึกสปีดแลดเดอร์ยังส่งผลให้ความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นโดยจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อรยางค์ล่างในกลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์มีการเพิ่มขึ้น เนื่องจากการฝึกสปีดแลดเดอร์สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการก้าวเท้าในทิศทางต่างๆ ได้ เช่น Gluteus, Hamstring, Quadriceps, Adductor, gastrocnemius เป็นต้น (Hansen & Kennelly, 2017) อีกทั้งการเพิ่มความเร็วของการฝึกก้าวเท้า และการเพิ่มความซับซ้อนในรูปแบบการฝึกก้าว (Pattern complexity) ในหลายๆ ทิศทางนั้นทำให้ร่างกายจำเป็นต้องใช้การทำงานของระบบประสาทส่วนกลางมากขึ้นเพื่อเพิ่มการทำงานและเรียนรู้ของระบบมอเตอร์ (Giannouli et al., 2019) ทำให้มีการใช้กล้ามเนื้อรวมทั้งระบบประสาทการรับรู้ และสั่งการของกล้ามเนื้อมากขึ้น ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Lichtenstein et al. (2020) ได้ทำการศึกษาการฝึกความคล่องแคล่วว่องไว ในผู้สูงอายุ อายุ 60-80 ปี โดยการฝึกประกอบไปด้วยรูปแบบการท้าทายการทรงตัว การหยุดและไป การเปลี่ยนทิศทาง การกระโดดข้ามสิ่งกีดขวาง การหมุน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า การฝึกความคล่องแคล่วว่องไว (Agility training) สามารถพัฒนาการทรงตัว (Balance) ความแข็งแรง (Strength) และกำลังกล้ามเนื้อ (Muscle power) ได้ (Lichtenstein et al., 2020) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ล่างยังเป็นองค์ประกอบที่ส่งผลให้ความสามารถในการทรงตัวขณะอยู่นิ่งขณะยืนด้วยขาสองข้าง และการทรงตัวขณะอยู่นิ่งขณะยืนด้วยขาข้างเดียว ของกลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์พัฒนาขึ้น อีกทั้งการฝึกสปีดแลดเดอร์มีท่าออกกำลังกายที่รบกวนสมดุลหรือท้าทายความสามารถในการรักษาสมดุลของร่างกาย มีการลดพื้นที่ฐานรองรับน้ำหนัก (Base of support) เช่น การยืนเท้าสองข้างใกล้กัน การยกขายืนข้างเดียวชั่วขณะ และการเคลื่อนไหวที่รบกวนหรือเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์กลางร่างกาย (การก้าวข้ามอุปสรรคสิ่งกีดขวาง) (Liguori et al., 2021) ทำให้ระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมการทรงตัวของร่างกาย ประกอบไปด้วย ระบบรับความรู้สึก (Sensory system) ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) และระบบควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor control) มีการพัฒนามากขึ้น โดยจะพัฒนาระบบการรับรู้ เช่น ระบบการมองเห็น (Visual system) ระบบการทรงตัวของหูชั้นใน (Vestibular system) ระบบรับรู้ของข้อต่อ (Proprioceptive sensation) ระบบประสาทส่วนกลาง และระบบควบคุมการเคลื่อนไหวโดยการตอบสนองของร่างกายเพื่อรักษาการทรงตัว ด้วยลักษณะท่าทางการฝึกที่มีการเคลื่อนไหวหลายทิศทาง และท้าทายการทรงตัว จึงทำให้ร่างกายพัฒนาการควบคุมสมดุลเพื่อรักษาการทรงตัวของกลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์ดีขึ้น ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ De lima et al. (2020) ได้ทำการศึกษาการฝึกสปีดแลดเดอร์ (Speed ladder) ในผู้สูงอายุ อายุ 60 ปีขึ้นไป พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของความคล่องแคล่วว่องไว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความเร็วในการเดิน และการทรงตัว (De Lima et al., 2020) นอกจากนี้ กลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์ยังมีการ

เพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์บน อาจเป็นเพราะลักษณะการฝึกสปีดแลดเดอร์มีการประกอบไปด้วยท่าออกกำลังกายที่มีความเร็ว และความซับซ้อนของการก้าวเท้าในท่าทางฝึกต่างๆ มีการเคลื่อนไหวแขนและกล้ามเนื้อช่วงบนเพื่อช่วยในการเร่งความเร็ว และรักษาสมดุลร่างกายในการทรงตัว (Ratamess, 2012)

การฝึกสปีดแลดเดอร์เป็นการออกกำลังกายที่มีการทำงานหลายอย่างพร้อมกันในระดับสูง (ความเร็ว การทำงานประสานสัมพันธ์ การทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ) ซึ่งการออกกำลังกายที่มีหลายองค์ประกอบร่วมกับการเคลื่อนไหวที่มีความเร็วสูงจะช่วยพัฒนาการเคลื่อนไหวอย่างคล่องตัว (Functional mobility) ในผู้สูงอายุ (Bohrer et al., 2019; Donath et al., 2016a; Donath et al., 2016b) โดยจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า กลุ่มฝึกสปีดแลดเดอร์มีความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Bohrer et al. (2019) ได้ทำการศึกษาการฝึกออกกำลังกายที่มีหลายองค์ประกอบร่วมกับการเคลื่อนไหวที่มีความเร็วสูงของกล้ามเนื้อข้อเท้าที่มีต่อการเสี่ยงล้มในผู้สูงอายุ อายุ 60 ปีขึ้นไป โดยการฝึกประกอบไปด้วยการฝึกแรงต้าน ความคล่องแคล่วว่องไว และการทำงานประสานสัมพันธ์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น (Bohrer et al., 2019) โดยสมรรถภาพทางกายที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความสามารถในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้อย่างปลอดภัยด้วยตนเองโดยปราศจากการเมื่อยล้าและยังมีพลังงานเหลือพอที่จะเพลิดเพลินไปกับกิจกรรมยามว่าง (Rikli & Jones, 1999) และเมื่อพบกับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่ไม่คาดคิด ผู้สุงอายุสามารถหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุจากการล้มได้ นอกจากประโยชน์ทางด้านร่างกายแล้ว การฝึกสปีดแลดเดอร์ยังมีความรู้สึกสนุกสนานในการออกกำลังกาย ทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกท้าทายในการฝึก และรู้สึกสนุกสนานที่สามารถทำท่าต่างๆ ในการฝึกสปีดแลดเดอร์ได้อย่างคล่องแคล่วว่องไว (O'Neil-Pirozzi et al., 2022) ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความอยากออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องอีกด้วย

สรุปผลการวิจัย การฝึกสปีดแลดเดอร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในผู้สูงอายุได้ โดยช่วยพัฒนาพัฒนาการทรงตัวและสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุได้ รวมทั้งมีความปลอดภัยและสนุกสนาน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกอยากออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Apóstolo, J., Cooke, R., Bobrowicz-Campos, E., Santana, S., Marcucci, M., Cano, A., Vollenbroek-Hutten, M., Germini, F., D'Avanzo, B., Gwyther, H., & Holland, C. (2018). Effectiveness of interventions to prevent pre-frailty and frailty progression in older adults: a systematic review. *JBI Database System Rev Implement Rep, 16*(1), 140-232.

Astorino, T. A., Edmunds, R. M., Clark, A., King, L., Gallant, R. A., Namm, S., Fischer, A., & Wood, K. M. (2017). High-Intensity Interval Training Increases Cardiac Output and VO_2max. *Medicine and science in sports and exercise, 49*(2), 265–273.

Bohrer, R. C. D., Pereira, G., Beck, J. K., Lodovico, A., & Rodacki, A. L. F. (2019). Multicomponent Training Program with High-Speed Movement Execution of Ankle Muscles Reduces Risk of Falls in Older Adults. *Rejuvenation Research, 22*(1), 43-50.

Castillo de Lima, V., Castaño, L. A. A., Boas, V. V., & Uchida, M. C. (2020). A Training Program Using an Agility Ladder for Community-Dwelling Older Adults. Journal of visualized experiments : JoVE, (157), e60468

Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and science in sports and exercise, 41*(7), 1510-1530.

Ćwirlej-Sozanska, A., Wisniowska-Szurlej, A., Wilmowska-Pietruszynska, A., Druzbicki, M., Sozanski, B., Wołoszyn, N., & Guzik, A. (2018). Evaluation of the Effect of 16 Weeks of Multifactorial Exercises on the Functional Fitness and Postural Stability of a Low-Income Elderly Population. *Topics in Geriatric Rehabilitation, 34*, 251-261.

Doherty, T. J. (2003). Invited review: Aging and sarcopenia. *Journal of applied physiology, 95*(4), 1717-1727.

Donath, L., Kurz, E., Roth, R., Zahner, L., & Faude, O. (2016a). Leg and trunk muscle coordination and postural sway during increasingly difficult standing balance tasks in young and older adults. *Maturitas, 91,* 60–68.

Donath, L., Roth, R., Hürlimann, C., Zahner, L., & Faude, O. (2016b). Pilates vs. Balance Training in Health Community-Dwelling Seniors: a 3-arm, Randomized Controlled Trial. *International journal of sports medicine, 37*(3), 202-210.

Donath, L., van Dieën, J., & Faude, O. (2016c). Exercise-Based Fall Prevention in the Elderly: What About Agility? *Sports medicine, 46*(2), 143-149.

Elsawy, B., & Higgins, K. E. (2010). Physical activity guidelines for older adults. *American Family Physician, 81*(1), 55-59.

Fries, J. F., Bruce, B., & Chakravarty, E. (2011). Compression of morbidity 1980-2011: a focused review of paradigms and progress. *Journal of aging research, 2011*, 261702.

Giannouli, E., Morat, T., & Zijlstra, W. (2019). A Novel Square-Stepping Exercise Program for Older Adults (StepIt): Rationale and Implications for Falls Prevention. *Frontiers in medicine (Lausanne), 6*, 318.

Granacher, U., Bridenbaugh, S. A., Muehlbauer, T., Wehrle, A., & Kressig, R. W. (2011a). Age-related effects on postural control under multi-task conditions. *Gerontology, 57*(3), 247-255.

Granacher, U., Muehlbauer, T., Zahner, L., Gollhofer, A., & Kressig, R. W. (2011b). Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults. *Sports medicine, 41*(5), 377-400.

Gray, M., & Butler, K. (2017). Preventing weakness and stiffness – A top priority for health and social care. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology, 31*(2), 255-259.

Hansen, D., & Kennelly, S. (2017). *Plyometric anatomy*. Human Kinetics.

Izadi, M. R., Ghardashi Afousi, A., Asvadi Fard, M., & Babaee Bigi, M. A. (2018). High-intensity interval training lowers blood pressure and improves apelin and NOx plasma levels in older treated hypertensive individuals. *Journal of physiology and biochemistry, 74*(1), 47–55.

Jones, D. W., Whelton, P. K., Allen, N., Clark, D., 3rd, Gidding, S. S., Muntner, P., Nesbitt, S., Mitchell, N. S., Townsend, R., & Falkner, B. (2021, Jun). Management of Stage 1 Hypertension in Adults With a Low 10-Year Risk for Cardiovascular Disease: Filling a Guidance Gap: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Hypertension, 77*(6), e58-e67.

Li, W., Keegan, T. H., Sternfeld, B., Sidney, S., Quesenberry, C. P., Jr., & Kelsey, J. L. (2006). Outdoor falls among middle-aged and older adults: a neglected public health problem. *American journal of public health, 96*(7), 1192-1200.

Liguori, G., Feito, Y., Fountaine, C., & Roy, B. A. (2021). *ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Wolters Kluwer.

Liu-Ambrose, T., Khan, K. M., Eng, J. J., Janssen, P. A., Lord, S. R., & McKay, H. A. (2004a). Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: a 6-month randomized, controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society, 52*(5), 657-665.

Liu-Ambrose, T., Khan, K. M., Eng, J. J., Lord, S. R., & McKay, H. A. (2004b). Balance confidence improves with resistance or agility training. Increase is not correlated with objective changes in fall risk and physical abilities. *Gerontology, 50*(6), 373-382.

Luesopha, P. & Yimlamai, T. (2019) Effects of Speed Endurance Training and Anaerobic Capacity in Collegiate Male Football Players. Journal os Sports Science and Health. 20(3),16-26.

Lutz, W., Sanderson, W., & Scherbov, S. (2008). The coming acceleration of global population ageing. *Nature, 451*(7179), 716-719.

Morat, M., Faude, O., Hanssen, H., Ludyga, S., Zacher, J., Eibl, A., Albracht, K., & Donath, L. (2020). Agility training to integratively promote neuromuscular, cognitive, cardiovascular and psychosocial function in healthy older adults: A study protocol of a one-year randomized-controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(6), Article 1853.

O'Neil-Pirozzi, T. M., Cattaneo, G., Solana-Sánchez, J., Gomes-Osman, J., & Pascual-Leone, Á. (2022). The Importance of Motivation to Older Adult Physical and Cognitive Exercise Program Development, Initiation, and Adherence. Frontiers in Aging,

Okubo, Y., Schoene, D., & Lord, S. R. (2017). Step training improves reaction time, gait and balance and reduces falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine, 51*(7), 586-593.

Ratamess, N. (2012). *ACSM's Foundations of Strength Training and Conditioning*. Lippincott Williams & Wilkins.

Rikli, R., & Jones, J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for a community-residing adults. *Journal of Aging and Physical Activity, 7*, 129-161.

U.S. Department of Health and Human Services. (2018). *2017 A Profile of Older Americans*.

United Nations. (2017). *World Population Prospects: the 2016 Revision*. United Nations.

Weir, C. B., & Jan, A. (2022). BMI Classification Percentile And Cut Off Points. In *StatPearls*. StatPearls Publishing LLC.

White, R. (2017). *Speed and Agility Ladders*. Coach and Athletic Director.

Zenoni, M., Axtell, R., Crandall, I., Katalinas, M., Sollanek, K., & Finn, J. (2011). Stability Performance Assessment Among Subjects of Disparate Balancing Abilities: Revisited. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 43*, 914.