

COMPARISON OF THE ACCURACY TO PREDICT FALLS OF THE FIGURE OF 8 WALK
TEST WITH AND WITHOUT DUAL-TASK IN OLDER ADULTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Physical Therapy
Department of Physical Therapy
FACULTY OF ALLIED HEALTH SCIENCES
Chulalongkorn University
Academic Year 2020
Copyright of Chulalongkorn University

การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์การล้มของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดโดยมี
และไม่มีการทำงานสองอย่างพร้อมกันในผู้สูงอายุ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชากายภาพบำบัด ภาควิชากายภาพบำบัด

คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title COMPARISON OF THE ACCURACY TO PREDICT FALLS
OF THE FIGURE OF 8 WALK TEST WITH AND WITHOUT
DUAL-TASK IN OLDER ADULTS

By Miss Tidarat Nualyong

Field of Study Physical Therapy

Thesis Advisor Associate Professor AKKRADATE SIRIPHORN, Ph.D.

Accepted by the FACULTY OF ALLIED HEALTH SCIENCES, Chulalongkorn
University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Master of Science

..... Dean of the FACULTY OF ALLIED
HEALTH SCIENCES
(Associate Professor PALANEE AMMARANOND, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Assistant Professor SUJITRA BOONYONG, Ph.D.)

..... Thesis Advisor
(Associate Professor AKKRADATE SIRIPHORN, Ph.D.)

..... External Examiner
(PAGAMAS PIRIYAPRASARTH, Ph.D.)

วิทยานิพนธ์ นวลง : การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์การล้มของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดโดยมีและไม่มีการทำงานสองอย่างพร้อมกันในผู้สูงอายุ. (COMPARISON OF THE ACCURACY TO PREDICT FALLS OF THE FIGURE OF 8 WALK TEST WITH AND WITHOUT DUAL-TASK IN OLDER ADULTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.อัศวเดช ศิริพร

วัตถุประสงค์: การทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W) เป็นการวัดความสามารถในการเดินที่มีลักษณะทางโค้ง ดังนั้นการเพิ่มการทำงานสองอย่างในเวลาเดียวกันใน F8W น่าจะช่วยเพิ่มความสามารถในการทำนายความเสี่ยงของการล้มในอนาคตของผู้สูงอายุ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ 1.) เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W) และการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดร่วมกับการทำงานสองอย่างในเวลาเดียวกัน (F8W test with dual-tasking) ในการพยากรณ์การล้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของผู้สูงอายุ 2.) เพื่อทดสอบความเชื่อถือได้และความตรงของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดร่วมกับการทำงานสองอย่างในเวลาเดียวกันในผู้สูงอายุ **วิธีการวิจัย:** อาสาสมัครผู้สูงอายุ 80 คน ทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W) และการเดินร่วมกับทำงานสองอย่างในเวลาเดียวกัน โดยการเดินร่วมกับการลบเลขถอยหลังที่ละ 3 ลำดับ (F8W+cog) และการเดินร่วมกับการถือถาดที่มีแก้วบรรจุน้ำวางบนถาด (F8W+motor) ทำการบันทึกจำนวนครั้งของการล้มที่เกิดขึ้นในช่วง 6 เดือนหลังการประเมิน จากนั้นคำนวณพื้นที่ใต้กราฟ (AUC) ของ The receiver operating characteristic curve เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำในการแยกผู้สูงอายุที่ล้ม รวมทั้งศึกษาความเชื่อถือได้และความตรงของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดร่วมกับการทำงานสองอย่างในเวลาเดียวกัน ในผู้สูงอายุ **ผลการศึกษา:** การทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดร่วมกับทำงานสองอย่างในเวลาเดียวกัน ในลักษณะ F8W+motor มีค่าความแม่นยำในการแยกผู้สูงอายุที่ล้มมากที่สุด (AUC = 0.74) ในขณะที่ F8W และ F8W+cog มีค่าความแม่นยำเท่ากัน (AUCs = 0.69) ทั้งนี้ F8W+motor มีค่าตัดแบ่งของเวลาที่มากกว่า 12 วินาที รวมทั้งค่าความไวเท่ากับ 76.5% และค่าความจำเพาะเท่ากับ 65.1% นอกจากนี้ การประเมิน F8W, F8W+cog และ F8W+motor ในการวัดด้วยเวลาและจำนวนก้าวในผู้สูงอายุ มีค่าความเชื่อถือได้ภายในผู้ประเมินคนเดียวกันและระหว่างผู้ประเมิน อยู่ในระดับดีเยี่ยม ($ICC_{3,3} = 0.95-0.99$ และ $ICC_{2,3} = 0.92-0.99$) และมีค่าความตรงตามสภาพ เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับดีถึงดีเยี่ยม โดยใช้การวัดด้วยเวลา ($r = 0.89, 0.80,$ และ 0.88) และระดับปานกลางถึงดี โดยใช้การวัดด้วยจำนวนก้าว ($r = 0.62, r_s = 0.63,$ และ $r = 0.52$) **สรุป:** การทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดร่วมกับทำงานสองอย่างในเวลาเดียวกัน ในลักษณะ F8W+motor โดยใช้การวัดด้วยเวลา สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินเพื่อทำนายความเสี่ยงในการล้มในผู้สูงอายุ โดยมีค่าความแม่นยำในการแยกผู้สูงอายุที่ล้มมากกว่า F8W และ F8W+cog

สาขาวิชา กายภาพบำบัด

ปีการศึกษา 2563

ลายมือชื่อ นิสิต

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6270004737 : MAJOR PHYSICAL THERAPY

KEYWORD: curved path, fall occurrence, receiver operating characteristic curve, walking

Tidarat Nuayong : COMPARISON OF THE ACCURACY TO PREDICT FALLS OF THE FIGURE OF 8 WALK TEST WITH AND WITHOUT DUAL-TASK IN OLDER ADULTS. Advisor: Assoc. Prof. AKKRADATE SIRIPHORN, Ph.D.

Background: The figure of eight walk test (F8W) is a measurement tool that examines the ability to walk on a curved path. Adding secondary tasks to the F8W test may increase its ability to predict falls in older adults. This research aimed 1.) to examine the accuracy of the F8W test and the F8W test with dual-tasking for predicting future falls in older adults; 2.) to investigate the reliability and the concurrent validity of the F8W test with and without dual-task in older adults. *Methods:* Eighty older adults between the ages of 60 and 80 were recruited. At the beginning of the study, participants completed the standard F8W test, F8W+cog (walking while doing serial subtractions by threes) and F8W+motor (walking while carrying a glass of water on the tray with one hand). The number of falls was documented during a six-month follow-up. The area under the receiver operating characteristic curve (AUC) was used to compare the accuracy for predicting falls. The cut-off points and the psychometric properties of the tests were computed. Sixteen older adults were recruited for reliability and the concurrent validity of the F8W test with and without dual-task in older adults. *Results:* The F8W+motor time was the most accurate for predicting falls in older adults, with an AUC of 0.74, whereas the standard F8W and the F8W+cog time both had AUCs of 0.69. The F8W+motor's optimal cut-off score was > 12 s, with a sensitivity of 76.5% and a specificity of 65.1%. The time and step counts of F8W, F8W+cog, and F8W+motor demonstrated excellent intra-rater and inter-rater reliability ($ICC_{3,3} = 0.95-0.99$ and $ICC_{2,3} = 0.92-0.99$, respectively). The F8W, F8W+cog, and F8W+motor time were all considerably well correlated to excellently correlated with TUG ($r = 0.89, 0.80, \text{ and } 0.88$, respectively). The F8W, F8W+cog, and F8W+motor steps were moderately correlated with TUG ($r = 0.62, r_s = 0.63, \text{ and } r = 0.52$, respectively). *Conclusion:* The F8W with a motor task time was a more potent tool for detecting fall risk than the standard F8W or the F8W+cog. Clinicians may utilize the F8W+motor time as preliminary guidelines when making clinical judgments concerning older adults who are at risk of falling.

Field of Study: Physical Therapy

Student's Signature

Academic Year: 2020

Advisor's Signature

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the 90th Anniversary of Chulalongkorn University Fund (Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund).

I would like to thank my advisor Assoc. Prof. Akkradate Siriphorn, Ph.D. for a lot of help, continued support, encouragement, and guiding me throughout this project.

I would like to thank all the participants of the study. Besides, I also thank Mr.Prasert Inta, Ms.Pakaon Saipan, Asst. Prof. Sujitra Boonyong, Ph.D., and Mr.Pantawit Aphihsakul for providing the assistance to conduct this study.

I would like to thank the Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University and Department of Physical Therapy, Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute staff, seniors, and friends for their never-ending support over my study life.

Finally, I also thank my parents for their continued support and encouragement.

Tidarat Nualyong

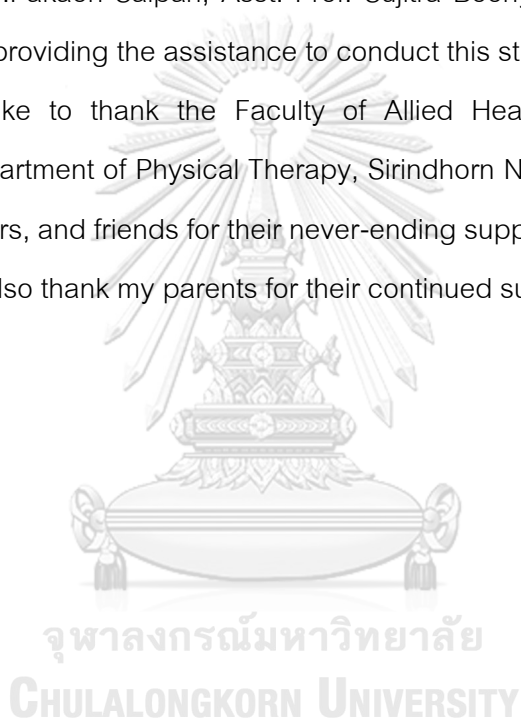


TABLE OF CONTENTS

	Page
ABSTRACT (THAI).....	iii
ABSTRACT (ENGLISH).....	iv
ACKNOWLEDGEMENTS	v
TABLE OF CONTENTS	vi
LIST OF TABLES.....	x
LIST OF FIGURES	xi
CHAPTER I INTRODUCTION.....	1
1.1 Background and rationale.....	1
1.2 Objectives of the study.....	3
1.3 Research question.....	4
1.4 Hypothesis of the study.....	4
1.5 Keywords.....	4
1.6 Scope of the study.....	4
1.7 Brief method	5
1.8 Conceptual framework.....	6
CHAPTER II LITERATURE REVIEW	7
2.1 Older adults	7
2.1.1 Definition of older adults	7
2.1.2 Epidemiology and prevalence of older adults.....	7
2.1.3 Age-related changes in physical functions	8
2.2 Balance and postural control.....	11

2.2.1 Definition of balance and postural control.....	11
2.2.2 Balance in older adults	12
2.2.3 Gait in older adults.....	13
2.3 Falls.....	14
2.3.1 Definition of falls.....	14
2.3.2 Prevalence of falls in older adults.....	14
2.3.3 Risk factors of falling	15
2.3.4 Biomechanics of falls	16
2.4 Cognitive function and dual-task in older adults.....	16
2.4.1 Definition of cognitive function and dual-task in older adults.....	16
2.4.2 The theory related task in older adults.....	16
2.4.3 Cognitive and motor tasks in older adults	19
2.5 Balance assessment tools in older adults	22
2.6 Balance Assessment tools with dual-task in older adults when walking.....	25
2.6.1 Assessment tools with dual-task for balance in older adults.....	25
CHAPTER III MATERIAL AND METHODS	30
3.1 Research design	30
3.2 Sample size	31
3.2.1 Study I: Accuracy of F8W, F8W+cog, and F8W+motor to predict falls in older adults	31
3.2.2 Study II: Reliability and validity study.....	32
3.3 Participants	33
3.4 Instrumentations.....	35
3.5 Research protocol.....	37

3.6 Statistical analysis.....	40
3.7 Ethical consideration	44
3.8 Risk and the investigator's responsibility	44
3.9 Gantt chart.....	45
3.10 Budget	46
CHAPTER IV RESULTS	47
4.1 The comparison of the assessment performance between F8W, F8W+cog, and F8W+motor for predicting falls in older adults.....	47
4.2 Reliability and validity study.....	54
CHAPTER V DISCUSSION	58
5.1 The comparison of the assessment performance between F8W, F8W+cog, and F8W+motor for predicting falls in older adults.....	58
5.2 Reliability and validity study.....	62
CHAPTER VI CONCLUSION.....	66
REFERENCES	67
APPENDIX.....	76
APPENDIX A ETHICAL APPROVAL GRANTED BY THE RESEARCH ETHICS REVIEW COMMITTEE FOR RESEARCH INVOLVING HUMAN RESEARCH PARTICIPANTS, HEALTH SCIENCES GROUP, CHULALONGKORN UNIVERSITY, THAILAND.....	77
APPENDIX B SCREENING QUESTIONNAIRE	78
APPENDIX C COLLECTING DATA FORM I	79
APPENDIX D COLLECTING DATA FORM II	84
APPENDIX E PARTICIPANTS INFORMATION SHEET AND PARTICIPANTS INFORMED CONSENT FORM I	90

APPENDIX F PARTICIPANTS INFORMATION SHEET AND PARTICIPANTS INFORMED
CONSENT FORM II 97

APPENDIX G A PART OF THESIS PUBLISHED AS CONFERENCE PROCEEDINGS 104

VITA..... 122



LIST OF TABLES

	Page
Table 1. Demographic characteristics of participants in the accuracy study (n=80)...	48
Table 2. The scores of F8W, F8W+cog, and F8W+motor in non-faller and faller older adults.	49
Table 3. AUC, cut-off score, sensitivity, specificity, LR+, and LR- of F8W, F8W+cog, and F8W+motor for predicting falls in older adults.....	51
Table 4. Demographic characteristics of participants in the reliability and validity study (n=16).....	54
Table 5. Mean \pm Standard deviations of assessments (n = 16).....	55
Table 6. The Intra-rater reliability ($ICC_{3,3}$) of assessments and standard error of measurement (SEM).....	56
Table 7. The Inter-rater reliability ($ICC_{2,3}$) of assessments, standard error of measurement (SEM), and minimal detectable change at 95%CI (MDC_{95}).	56
Table 8. Concurrent validity of assessments with timed up and go test (TUG).	57

LIST OF FIGURES

	Page
Figure 1. The figure of eight walk test (F8W).....	22
Figure 2. Sample size calculation. The total sample size was 80 participants.	31
Figure 3. Sample size calculation. The total sample size was 16 participants.	32
Figure 4. The cones and a stopwatch.....	35
Figure 5. A glass of water and the tray.....	35
Figure 6. The tape measure and the masking tape	36
Figure 7. An adjustable chair.....	36
Figure 8. The figure of eight walk test in usual walking (F8W).....	37
Figure 9. The figure of eight walk test with cognitive dual-task (F8W+cog).....	38
Figure 10. The figure of eight walk test with motor dual-task (F8W+motor).....	38
Figure 11. The timed up and go test (TUG).....	40
Figure 12. The area under the ROC curve (AUC) of the F8W, F8W+cog, and F8W+motor (time).....	52
Figure 13. The area under the ROC curve (AUC) of the F8W, F8W+cog, and F8W+motor (steps).....	53
Figure 14. Ethical approval granted.....	77

CHAPTER I

INTRODUCTION

1.1 Background and rationale

The world's older population is rapidly growing (1). Falls in older adults are one of the main problems associated with advancing age (2). Several factors, including decreased eyesight, decreased muscular strength, and decreased joint awareness, are related to a higher risk of falling (3). Many older adults fall while walking (4, 5), causing a decline of movement or activity in their daily lives (6). Daily walking also often involves curved paths, for example, walking in a shopping mall or between furniture at home (7). In the past year, poor performance on straight-path walking and curved-path walking tests has been linked to higher fall rates (8). Thus, an assessment of curved path walking performance, for example, through the timed up and go test (TUG) or the figure of eight walk test (F8W), is necessary to evaluate the risk of falling in older adults (9).

The figure of eight walk test (F8W) is a measurement tool that assesses the ability to walk on a curved path (10). It was developed to evaluate curved walking skills in everyday life, which cannot be evaluated by straight-line walking tests. The F8W test included both straight and curved portions in which participants steer themselves both clockwise and counter-clockwise. Unlike a conventional dual-task paradigm, the cognitive demand in the F8W is embedded in the task (10). To navigate complicated settings, it is necessary to combine different sensory inputs to plan a goal-directed action (11). Balance control is more demanding in curved-route walking than straight-route walking, especially in the mediolateral direction. Walking on a curved path requires rotation of the center of mass and reorientation of the body around the curve; healthy adults employ a trunk roll motion as well as adjustments to the stance width and stride length of both the inner and outer legs (12, 13). Straight-path walking and curved-path walking have distinct motor patterns:

straight-path walking needs symmetric foot placement, whereas curved-path walking needs asymmetric foot placement (7). The cognitive processes of flexibility and set-shifting are required to switch between motor patterns, such as moving from straight to curved sections, when completing the F8W test (7, 8, 11, 12). The link between straight-path walking and executive function has been well-recognized (14). Switching between motor strategies, including changes to biomechanical and movement control, is necessary to alternate between straight and curved pathways (10). While walking on a curved path, the center of gravity has been shown to shift medially to the lower limbs, extending the stance duration on that side and increasing step length on the lateral side of the lower limbs (11). However, adaption to curving routes proves challenging for people with mobility issues (10). A previous study by Hess et al. (2010) showed that, in older adults with mobility disabilities, the F8W has excellent inter-rater reliability (intraclass correlation coefficient [ICC] = 0.90) and good test-retest reliability (ICC = 0.84) (10). F8W time has been validated with gait (gait speed and modified Gait Abnormality Rating Scale), physical function (Late-Life Function and Disabilities Instrument and Survey of Activities and Fear of Falling in older adults), confidence in walking (Gait Efficacy Scale), and movement control (step length and step width). The F8W step count has been validated with step width variability and fear of falling (10). The F8W test also has excellent reliability and validity when used in clinical or home environments about one year after knee replacement surgery in older adults (15). Associations with physical functions in daily life, activity limitations, and performance of daily living activities were shown to build the validity of the F8W (10). F8W is associated with tests of cognitive function (16). Physiologic attributes and cognitive abilities related to F8W include reaction time, self-efficacy, heel-to-floor time, and cognitive processing speeds (16). Previous studies have demonstrated that the complex walking configuration of F8W produces a

greater degree of change in the gait than straight-path walking tests in people with Alzheimer's disease (AD) (17, 18).

Many activities in everyday life, such as walking while talking, require multiple perceptions at the same time (19). In these situations, performance is reduced for either the primary task, secondary task, or both, due to limited information perception ability (18). Gait efficiency might not correlate with the capacity to walk in complicated home surroundings and community settings, which requires not only mobility but also cognitive function. Research on the association between cognitive function and complicated walking tasks in older adults is limited (7).

To the best of our knowledge, no study had investigated the accuracy of the F8W test in predicting future falls in older adults. Further, a systematic review by Muir-Hunter and Wittwer (2016) revealed that dual-task gait assessments are more strongly associated with eventual falls than single-task gait assessments (20). Thus, modifying the F8W test by adding secondary tasks might improve its accuracy in predicting future falls in older adults. Therefore, this research aimed 1.) to examine the accuracy of the F8W test and the F8W test with dual-tasking (both cognitive and motor) for predicting future falls in older adults; 2.) to investigate the reliability and the concurrent validity of the F8W test with and without dual-task in older adults.

1.2 Objectives of the study

- The primary aim is to compare the accuracy of the F8W test and the F8W test with dual-task in their ability to predict future falls in older adults.
- The secondary aim is to investigate the reliability and the concurrent validity of the F8W test with and without dual-task in older adults.

1.3 Research question

- Is the F8W with dual-task accuracy better than the original F8W test for predicting future falls in older adults?
- Is the F8W with dual-task has acceptable reliability and validity in older adults?

1.4 Hypothesis of the study

- The F8W with dual-task is more accurate in predicting future falls in older adults than the F8W test.
- The F8W test with dual-task has acceptable reliability and validity in older adults.

1.5 Keywords

- Curved path, fall occurrence, receiver operating characteristic curve, walking

1.6 Scope of the study

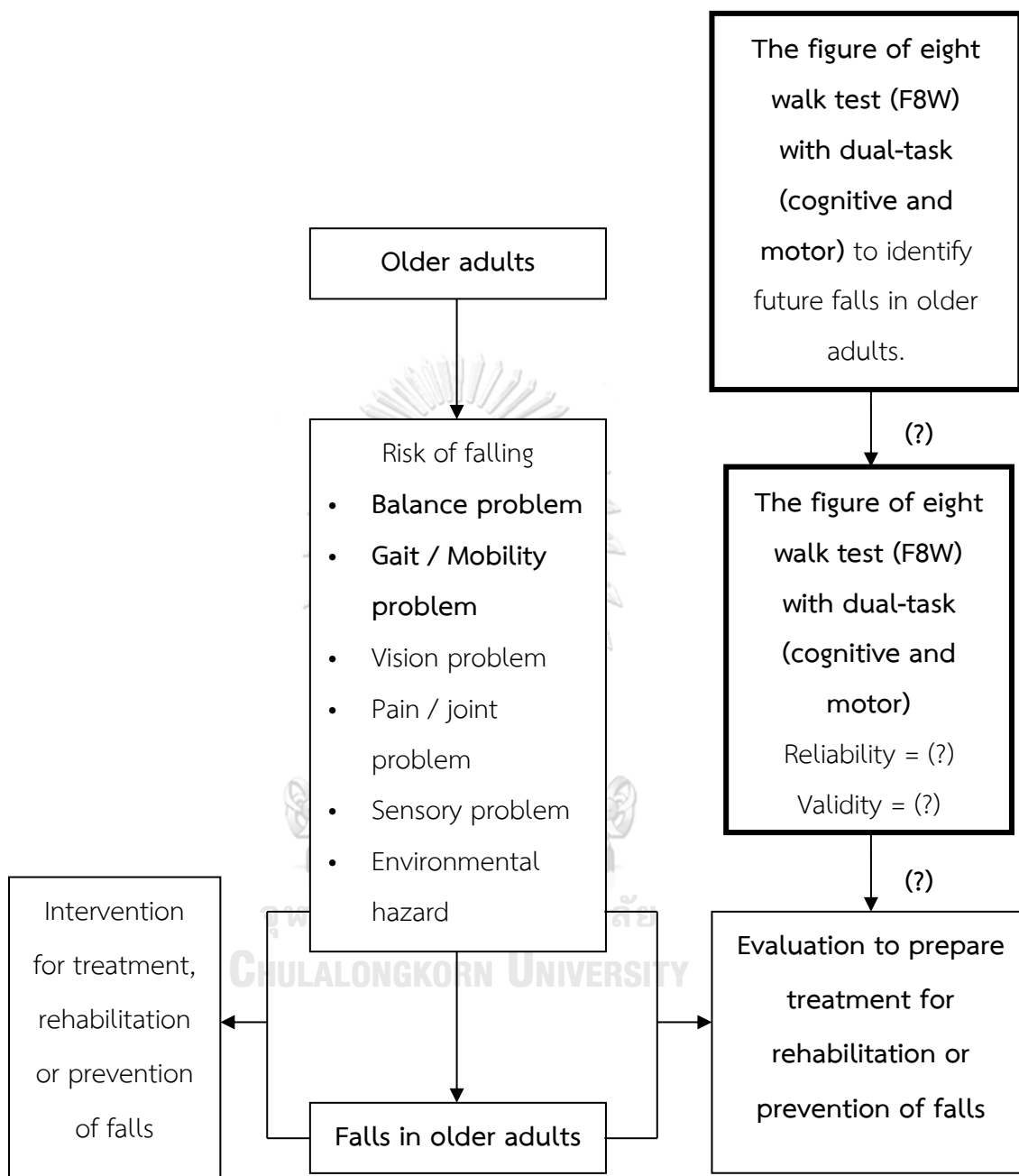
- Setting: the urban communities in Thailand (Bangkok, Nonthaburi, and Lopburi).
- Population: Older adults age 60 – 80 years old.
- Design of study:
 - Study I: A prospective cohort study compared the accuracy of the F8W test and the F8W test with dual-task in their ability to predict future falls in older adults. The number of falls (occurrence of falls) was recorded during the six months follow-up period. The area under the receiver operating characteristic (ROC) curve was used to compare their accuracy.
 - Study II: A cross-sectional study investigated the inter-rater and intra-rater reliabilities and concurrent validity of the F8W test with dual-task and timed up and go test (TUG) in older adults.

1.7 Brief method

- To compare the accuracy of the F8W test and the F8W test with dual-task (cognitive and motor) in their ability to identify future falls in older adults. The researcher explained the testing procedures to the participants and put on the waist belt of the participant, then randomly order the tests with the computer. The participants were asked to perform the F8W in usual walking, walking with the cognitive dual-task, and walking with the motor dual-task. The test was performed three times, and the average in usual walking, walking with the cognitive dual-task, and walking with the motor dual-task. The researcher recorded time, the number of steps, and the occurrence of falls every month for six months by telephone.



1.8 Conceptual framework



CHAPTER II

LITERATURE REVIEW

2.1 Older adults

The proportion of the older population is overgrowing, owing to changes in healthcare, medical technology, and living standards worldwide (1).

2.1.1 Definition of older adults

“Older adults” means those aged 65 years and older, with people between the ages of 65 and 74 being referred to as “early older adults” and all of those older are called “late older adults” when they are over 75 years old (21). At present, the United Nations (UN) still does not have a set age limit to designate an individual as “older adults.” However, as a realistic measure, the United Nations (UN) uses 60 years as a starting point for the analysis of statistical data for older adults. Most developed world countries use 65 years as the cut-off point for older adults. Thailand describes the older adults as a person over 60 completed years of age and who has Thai nationality (22).

2.1.2 Epidemiology and prevalence of older adults

Between 2000 and 2050, according to estimates made by the WHO, the percentage of the world’s population of age over 60 years is anticipated to double from around 11% to 22% (23). Today, growing numbers of people are becoming aware of the demographic transition of Thailand to an aging society. Nevertheless, most people, particularly planners and politicians, are unlikely to realize how rapidly this change to an aging society is taking place. Thailand met the demographic criterion for an “aging society in 2005, when the proportion of the population aged 60 years or older exceeded 10%. Thailand is expected to become a complete aged society in 2021 when the ratio of the older adults hits 20%. Thailand is also expected

to reach a “super-aged society” status (The population of older adults is 28%) in the next 20 years (22).

2.1.3 Age-related changes in physical functions

- Impaired aerobic capacity/endurance

Older adults are at the risk of losing their aerobic exercise ability, mainly due to physical and physiological changes occurring as they age, sedentary habits, and the risk of system-restricting disease processes. However, the aerobic capacity is directly influenced by individual patterns of behavior that can differ from person to person, from complete inactivity to regular and intense activities. Aerobic function deficits may be associated with many problems in older adults, including adjustment to age-related physiological changes and clinical pathology. Reducing or decreasing physical activity is common in older adult people and is often associated with illness, work limitations, restricted activity, and cognitive limitations (24). Endurance capacity had been decreased dramatically in the 60 – 80 years due to the deterioration of neuromuscular functions, which affect muscle strength and power. Muscle atrophy had been considered as one of the primary reasons for dynapenia. However, The previous research demonstrated that the reduced structure and function of the nervous system and impairments in intrinsic muscle quality could result in the development of dynapenia (25).

- Impaired joint mobility

Joint mobility was a direct factor of posture and movement that was affected behavior and activity for all individuals. Changes occur in joint mobility as a person age that had been affected health and work. The ability of the joint was moved passively, taking the joint surfaces and surrounding tissue into account. The particular features of joint movement were created by interactions between muscle, tendon, ligament, synovium, capsule, cartilage, and bone at a joint. Due to the direct relationship between the structure and function, the movement of the joints was directly affected by any changes in the associated tissues. The changes in the connective tissue were occurred at a person's age, depending on the pathology. However, the connective tissue was also influenced by specific factors such as the level of exercise, pathology, the characteristics of the structure, and injuries that were previously occurred. Changes in joints were reflected by age-related changes found in kinetics at both body segments and between the joint surfaces, such as the range of movement of the joints had been decreased with age (24). The previous research showed that increasing age was associated with the reduced joint range of motion, depending on the pattern of daily use of each of the main joints in the body. Especially the shoulder and back flexibility were reduced in the older adults (26).

- Impaired muscle performance

Changes in muscle structure and function were related to sarcopenia contribute to the risk of falling, weakness, and impaired movement in older adults. Because muscles were essential for movement and metabolism, the development of musculoskeletal conditions was associated with muscle loss (24). The aging process was related to the loss of muscle mass, and sarcopenia was a type of muscle loss (muscle atrophy) that occurred with aging (27).

- Impaired motor control

Age-related changes in neural control. Thus, previous research showed the effect of motor control in older adults, age-related changes in neuromuscular and sensory systems. Differences in the age of brain structure, function, and biochemistry were contributed to the efficiency of the motor control. Motor control was changed on extensive involvement of the prefrontal cortex and basal ganglia networks in older adults. Conversely, these systems were the most adversely affected by the aging process. Age-related changes in brain structure and production of neurotransmitters were led to increased demand for compensatory cognitive processes (28).

- Impaired postural

Posture is the result of static and dynamic elements. Static posture means the ability to position the body in a support area, such as while sitting or standing. Dynamic posture implies the ability to control or reposition the body while there is a moving part of the body or the body into the support area. Posture defects with changing body functions and limited activities are part of the older adults, such as having a thoracic curvature (thoracic kyphosis), forward head, and decrease of the curve at the lumbar spine. These things are more apparent in older adults and result from behavior or habits in various postures until accumulation and change occur. In addition, changes in posture and balance are associated with aging and health problems such as osteoarthritis, spinal stenosis, and osteoporosis affecting the biomechanics of postural alignment of the older adults (24).

2.2 Balance and postural control

2.2.1 Definition of balance and postural control

Balance is an ability to maintain the center of mass of a body within the base of support with minimal postural sway. Postural control is defined as the perform of achieving, restoring, or maintaining a balance during any posture or activity. It is the coordination of multiple systems in the body, such as the nervous system and the sensory system. Postural control requires information from many systems, such as vision, perception in the inner ear, and awareness of joints. The data received was responded to the circumstances of the situation. Each system worked together to help the posture. When the environmental conditions were changed, the central nervous system was modified commands to use various sensory systems to help control position. In situations on standard surfaces, the body has been used 70 percent of the sensory system, 10 percent from the visual system, and 20 percent from the inner ear system (29).

Postural control is not just a static response. It also includes the use of complex skills to coordinate while moving, and the primary goal of balance is postural orientation and postural equilibrium. Postural orientation involves the alignment of the head and trunk with respect to gravity, the visual surround, support surfaces, and internal references. The postural orientation also uses data from the sensory system (somatosensory), the balance control system in the inner ear (vestibular), and the visual system. Postural orientation involves the synergy of these systems and data receiving in each order to maintain postural stability, and there will be a selection of appropriate sensory systems. It depends on the goals of the movement and the related environment. Postural equilibrium involves the coordination of strategies to stabilize the center of body mass (COM) during both self-initiated and external disturbances of stability. The specific response strategy selected depends on the individual's expectations, prior experience and goals,

including the characteristics of the external postural displacement. Anticipatory postural adjustments are adjustments before the voluntary limb movement to maintain stability in the posture by compensating for destabilizing forces associated with a limb movement. Also, the amount of cognitive processing plays an essential role in balancing, which will depend on the complexity of the task, affecting the balance and individual ability (30). The decrease in attention and concentration causes that is allocated for additional cognitive task affects balance in a negative way (31).

2.2.2 Balance in older adults

Balance disorders and the risk of falls in older adults is a major public health problem. There are ongoing efforts to reduce falls and fall injuries in older adults. The previous study demonstrated functional constraints of upright stability from the center of pressure (COP) in older adults. The results were revealed the preservation of functional limits in older adults accompanied by shakier, faster, and larger body sway in both mediolateral and anterior-posterior directions. In addition, it was showed increased irregularity of body sway pattern in both directions, increased mediolateral sway frequency, and increased variability, area, and the velocity of the center of pressure (COP) displacement in the anterior-posterior direction. These changes could be interpreted as compensatory adjustments to the age-related deterioration in sensory neural and motor functions (32).

The older adults with and without balance problems showed changes in the motor systems and the impaired postural control that might significantly contribute to the failure to maintain balance. Some of these changes in the motor system, including muscular weakness and coordination among synergistic muscles activated in response to instability. The deficiencies in the ability had been led to substantial changes in dynamic movements of tasks and environmental demands (33). Besides,

The deterioration of sensory systems in older adults had been associated with the decreased ability of older adults to respond to changes in their environment and keep the balance; the visual system is especially essential for maintaining balance (34). Balance impairment was a major risk factor of falls and fear of falling. Major risk factors were related to various functional, physical, and psychological changes that occurred in older adults. The previous study suggested that advanced age, female, gait, balance, and history of falls. Fear of falling was associated with a history of falls (35).

2.2.3 Gait in older adults

Walking involves the activity of many systems, such as the nervous system, cardiorespiratory, and musculoskeletal system. The individual gait patterns of each person is influenced by age, mood, personality, and sociocultural factors. For those older adults, their walking speed could be an indicator of their general health and the status of their living. Walking safety requires cognition and executive control. Gait disorders can lead to loss of personal freedom, injuries, falls and can result in decreased quality of life. Acute gait disorders indicate a cerebrovascular or other neurological injuries, including systemic diseases or drug side effects. The prevalence was shown an increase in gait disorders from 10% in people aged 60 - 69 years and more than 60% in older adults of more than 80 years (36). Walking performance decreases with advancing age. According to a previous study in 848 healthy elderly adults (73 – 91 years), gait speed and stride length were significantly reduced from age 85 years in women and 90 years in men. In one year's study, 41 (4.8%) participants experienced recurrent falls, and 142 (16.7%) of them fell at least once. Walking speed had a significant relationship with the history of falls and with life-space restriction, including weakness. By the growing of age, people's stride length and gait speed were decreased. Therefore, the slower walking speed had been

affected the functional decline in older adults (37). The reduced gait speed while walking had been identified as a strong predictor of future falls in older adults (38).

2.3 Falls

2.3.1 Definition of falls

A fall is defined as “inadvertently coming to rest on the ground, floor or other lower level, excluding intentional change in position to rest in furniture, wall or other objects” (33, 39).

2.3.2 Prevalence of falls in older adults

Increased sensitivity of falling is one of the major problems associated with aging (2). Fallen from a height is one of the essential causes for older adults who get hospitalized or even died. This cause of injury is often compared to a fall on the ground. The rate of death from brain injuries in older adults high rises (40). In a study of older adults who were 70 years old and over, one of the causes of falls was the gradual loss of balancing ability and other health problems. In 28 weeks, there was 36 percent of older adult participants reported falling at least once, 16 percent of older adult participants fell at least twice, and 7 percent of older adult participants fell at least three times (41). The previous study demonstrated that 7.8% of the participants had experienced falls during the six-month follow-up period. The older adults group age 60-69 years old had the highest fall incidence and the largest frequency of participants. Moreover, 11.5% of older women had a problem with balance (42). The previous study in 406 community-dwelling Thai older adults reported the participants had fallen with physical consequences 97.2% and reported fall-related health problems. One in ten participants had fallen within six months in the fall history and even fewer had fallen in the fall history of three months (43). The

periods of fall collection were ranged from six months to two years. Most of the articles had been regarded walking performance as potential predictors of falls (44).

2.3.3 Risk factors of falling

Risk factors for falls in older adults. For example, in older adults, males had different activities decline, stroke, inflammation of the knee and gait deficiencies. There was an increased body sway in balance, which was related to falling in older adults. The females had an amount of drug received, which was caused blood pressure to drop while changing posture and reduced muscle strength, which was related to the risk of falling (45).

The previous studies reported men and women separately and the evidence of differences between the sexes in certain falls risk factors. However, the limitations of these researches were cross-sectional, so these were not always possible to be certain about the direction of effect (46).

The previous studies showed that older adults lost balance caused by many factors such as dizziness, vision problem, reduction in sensation, pain / joint problem, postural hypotension, environmental hazards, polypharmacy, musculoskeletal system, and psychological factors (47, 48). The accumulation of multiple impairments usually causes falls in the aging population. Falls risk factors have been future categorized into intrinsic and extrinsic. Extrinsic risk factors or external falls were those in which a major external contribution was considered sufficient to cause a fit, active person to fall, such as a fall off a ladder. Intrinsic risk factors or internal falls were those where there was no or minimal external contribution to the fall, and that individual mainly fell from a stability or balance disorder. A trip on a hazard, such as a step while walking, was considered to be a minor external contribution to the fall, and the fall was identified as internal. The fall was marked as internal, although the circumstances were unclear (45).

2.3.4 Biomechanics of falls

Advanced age, low visual depth perception, muscle weakness, vestibular, and proprioceptive deterioration are key associated risk factors in falls (3). Changes in physical conditions resulted in a decrease in muscle mass. These changes affected the quality of life (49). Also, the fear of falling was another factor that caused older adults to avoid doing certain activities that might cause falling or used support devices to walk. As a result, older adults had been reduced physical activity (50). A variety of physiological and psychological factors had been adversely affected the mobility of older people. For instance, factors that were changed in joint problems, bones, neurological diseases, and muscle weakness were led to mobility impairments (9). As a result, many older people fell while they were walking (4, 5). An aging process was well documented for cognitive impairment or impairment recognized as a risk factor for decreased physical function and daily living activity (6).

2.4 Cognitive function and dual-task in older adults

2.4.1 Definition of cognitive function and dual-task in older adults

The dual-task is cognitive processes involving two (or more) tasks that overlap in time (i.e., when two task sets need to be managed simultaneously) (51).

2.4.2 The theory related task in older adults

The ability to divide the focus between cognitive and motor behavior were investigated in the quantification of the volume of cognitive capacity retained for motor functioning (28). In particular, most dual-task intervention research focused on more structural issues, such as finding the functional processing stage in the dual-task or bottleneck of attention (52). Importantly, research on the effect of the method on multitasking costs showed that both these costs were decreased for dual-task performance (53).

The key point was that processing at this stage was considered to be severely limited in capacity and might therefore cause a “central” bottleneck. (52)

Classifications of secondary task types

In each article, the secondary tasks were grouped according to their domains of the task. Based on the classification system of secondary tasks in systematic review and meta-analysis by Al-Yahya et al. (54), the following first four categories have been defined; each at the behavioral and/or cognitive levels was plausibly distinct from the other categories. An additional form of the manual task had been introduced, which was previously used in clinical settings.

- **Reaction time tasks:** these were related to tasks involving calculating the time elapsed between sensory input and a behavioral response. Typically, these tasks were used to measure the processing speed when slow processing could underlie a general attention deficit.
- **Discrimination and decision-making tasks:** these were applied to tasks that were involved selective attention and a response to a particular stimulus or function. These tasks were typically used to investigate the inhibition of attention and response.
- **Mental tracking tasks:** These were referred to tasks involved that information be held in mind while performing a mental process. Usually, these tasks were used to evaluate sustained attention, sustained focus, speed of information processing, and working memory, such as counting backward by ones.
- **Verbal fluency tasks:** These were referred to tasks requiring spontaneous production of words under defined search conditions.
- **Manual tasks:** These were applied to the functions of balancing one or both arms, such as cup- or tray-taking tasks (44, 54).

The previous study had been revealed in a Meta - analysis by Yu-Hsiu Chu et al (2013). Eight studies of mental tracking tasks were significantly correlated with the incidence of falls with dual-task-related results. The previous study used mental tracking tasks, such as a simple task, counting backward by ones. The other studied with community-dwelling participants used more difficult tasks, counting backward by threes. Five studies used manual tasks and in four studies, the incidence of falls was significantly positively linked to dual-task-related performance. The previous study used manual tasks, such as cup - or tray - taking tasks or carrying a glass of water. Of the three verbal fluency task studies, the incidence of falls in two studies was significantly associated with dual-task-related performance (44).

The current analysis indicated that the population of interest was unique to an acceptable level of complexity and that a successful result was possible with a properly chosen complexity. A more challenging level of the secondary task might be more suitable for the community-dwelling population, such as counting backward by threes, reciting the alphabet, or carrying a full cup of water (18, 44, 55, 56).

Developing guidelines for using dual-task gait testing to measure risk in clinical settings would ensure the clinically feasible recommendations were made. Dual-task testing was a helpful tool for evaluating cognition's role in maintaining postural stability. Dual-task gait research in mong healthy community-dwelling older adults indicated a slowing in gait velocity and an increase in stride time gait variability (20).

For dual-task TUG tests, it was common to perform manual tasks such as carrying a cup of water (TUGmanual) or a cognitive task such as a serial subtraction task (TUGcognitive) (55).

2.4.3 Cognitive and motor tasks in older adults

In everyday life, we often have to perform multiple cognitive and motor tasks at the same time. For example, we walk on a sidewalk while avoiding barriers, obeying traffic lights, and chatting with someone else (19).

The motor tasks skill had been used gross motor skill, fine motor skill, bilateral body coordination, and type of material (i.e., carrying a ball and carrying a cup of water). Carrying a cup of water was the upper limb function, which was twofold: They function as part of the postural system and control objects, thereby allowing the upper limb to be free of the postural system was interacted with the purpose.

A manual task was required a postural adjustment, which was started before movement begins. It was thought that the attention was demanded of the maneuver should be increased further, and it was a common task so that no learning was taken place (18, 56, 57).

The cognitive task skill was used attention, memory, visual sensory to cognitive processing, concentration, rote learning (i.e., digit-forward subtest and recalling digits) (18, 58). The performance of either the main assignment, the secondary task, or both were decreased if the cognitive load of concurrent assignments were exceeded the cognitive ability (18).

Just as a single test could not evaluate all cognitive function components, gait efficiency might not correlate with the capacity to walk in the complicated home surrounding and community settings under straight-path conditions. Research on the association between cognitive function and complicated walking tasks in older adults had been limited. While cognitive flexibility and set-shift interventions were linked with walking velocity during the obstacle course, these measures were not connected with the usual walking speed. Daily walking also frequently involves curved paths. Such as, walk between furniture at home or walk into a shopping mall (7). Poor performance on the straight and curved path walking performance were linked to a history of higher fall rates in the past year (8).

Cognition has an important factor in the maintenance of postural stability. For older adults, cognitive impairment is associated with an increased risk of falling. In clinical practice, the dual-task assessment might be used to determine the role of cognition in postural stability and the preservation of function during combined tasks (20).

In certain activities, such as two activities, it interferes with posture. Especially in older adults. Because control of the balance involves cortex and high-level cognitive function (31).

Older people's cognitive functions, balance, and mobility were decreased with aging. It was observed that when dual-task or a complex task was given, they had an extremely high difficulty performing the tasks. Because of declining stability and age-related posture control, older people needed more attention to protecting their balance. When two tasks were performed concurrently, the ability of attention was used effectively. The attention was shared according to the levels of complexity of the tasks. The reduction in focus and attention was contributed to a negative effect on the balance of attention provided to additional cognitive tasks (31).

The most commonly used screening tools were divided into physical function tools and psychological function tools in older adults (59). The cognitive and sensorimotor processing functions of the brain had been contributed to declining in navigation skills for walking in some environments in older adults. For example, older adults were slower initiating and performing a movement (10).

Some recent studies suggested a balanced assessment in dual-task conditions in which the participant performs a primary (usually postural) and a secondary (typically cognitive or motor) task simultaneously, such as walking associated with subtracting threes (starting at 100) (60).

The age-related deterioration of the visual, somatosensory, and vestibular systems had been resulted in a higher level of attention to maintaining balance in

older adults. Besides, there was an age-related loss of brain mass, particularly in the frontal lobe, which was contributed to impaired cognitive processing. These were changed to limit the possible compensation of neural plasticity for locomotive alterations and age-related postural control, explaining the worst performance of dual tasks and falls in aging (60).

In their daily lives, individuals rarely carried out activities with all their attention focused on what they did. People tended to perform their everyday motor tasks in combination with cognitive tasks. This dual-task was reduced the amount of attention focused on the main motor task, potentially was increasing the risk of falling. The importance of approximating physical tests, such as TUG, to real-life conditions was therefore recognized by complementing the motor task with cognitive tasks, thus enabling the focus not only on the final score but also on the process (i.e., the performance of the qualitative aspects) (59).

Some previous studies assessed the performance of older adults in TUG by adding a dual-task, such as responding to continuous simple subtraction or counting backward in threes. These studies focused only on the main motor task (59, 61, 62). Gait speed and change in gait speed under dual-task examination were found to be appropriate methods for assessing fall risk in older adults without a diagnosis of cognitive impairment (18).

In addition, some research evaluated the performance not only in the motor task (number of seconds needed to execute the TUG), but also the performance of the secondary task, assessing the number of hits and cognitive task errors (59, 63).

Besides, it had been revealed in a systematic review by Muir-Hunter and Wittwer (2016) that the protocol for assessing the effects of the combined primary and secondary tasks varied across studies. Nine studies assessed the primary task as a single-task activity, and two studies assessed the performance of both primary and secondary tasks as a single task before evaluating the simultaneous performance of

both tasks. The dual-task cost was the test result used for the assessment of future fall risk in three studies. Gait velocity in the dual-task condition was used as a predictor in two studies (20).

2.5 Balance assessment tools in older adults

The figure of eight walk test (F8W) (10) (9)

The F8W is a measurement tool that assesses the ability to walk in the curved path (10). It was developed to evaluate curved walking skills in everyday life, which could not be evaluated by straight-line walking tests. A previous study by Hess et al. (2010) revealed that the F8W in older adults with mobility disability had excellent interrater reliability (Intraclass correlation coefficients (ICC) =0.90) and good test-retest reliability (ICC = 0.84) (10). The F8W time had been proven to be a valid measure when compared with gait (Gait speed and modified Gait Abnormality Rating Scale), physical function (Late-Life Function and Disabilities Index, Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly), confidence in walking (Gait Efficacy Scale), and movement control (step length and step width). The F8W step had been proven to be a valid measure when compared with step width variability and fear of falling (10).

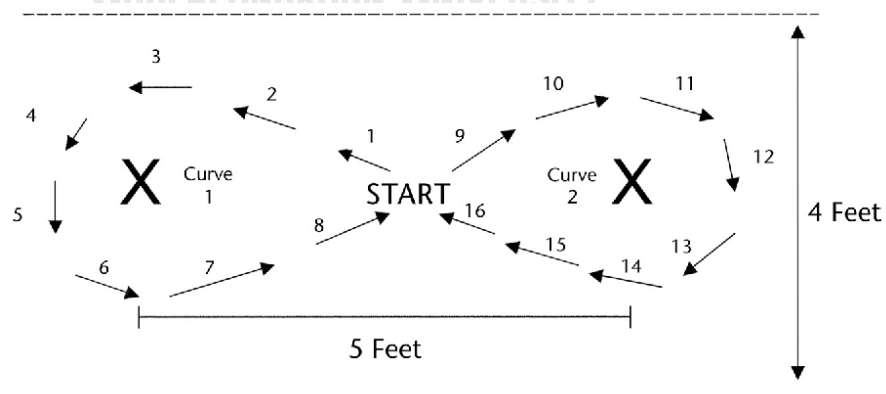


Figure 1. The figure of eight walk test (F8W)

(10).

The F8W test had been shown excellent reliability and validity when used in a clinical or home environment for patients around one year following knee replacement (15).

The figure of eight walk test had been demonstrated excellent inter-rater reliability (intra-class correlation coefficient (ICC) range 0.944–0.999) in stroke-specific impairments. An 8.2s F8W test time was found to be the most representative of discriminating between healthy older adults people and subjects with stroke (64).

The figure of eight walk test was negatively associated with both step length and step width in older adults. Using the 8 seconds F8W cut-off score was described the walking motor skill, 50 percent (n=17) completed the F8W in 8 seconds, suggesting the good walking motor ability (65).

The figure of eight walk test (F8W) and the habitual gait speed (HGS) were useful tests of walking performance in 414 participants who were among mobility-limited older adults. The previous study showed that tests for the contribution of different models of cognition between HGS and F8W (Trails A test; assessed visuoperceptual and psychomotor speed, Trails B test; assessed switching of attention, cognitive flexibility such as all executive functions and walking memory, as well as psychomotor speed and visuoperceptual abilities, Trails B-A; determined executive function by diminishing the influence of psychomotor speed). These results demonstrated that F8W and HGS had been shown strongly correlated with each other ($r=-0.67$, $p<0.0001$). Physiologic and health attributes had been shown greater than 10% of the adjusted variance in F8W and HGS were peak leg press velocity, trunk muscle extension endurance, leg press strength, ankle range of motion, self-efficacy, and executive function. The contribution of different models of cognition showed that Trails A had been demonstrated 6% variance in HGS and 12% variance in F8W, Trails B had 14% of the variation in both tests, Trails B-A had 9% variance in F8W and 12% variance in HGS. F8W and HGS had been associated with

tests of cognitive function. Physiologic attributes and cognitive function uniquely had been associated with F8W, reaction time, self-efficacy, heel-to-floor time, and cognitive processing speed, which had been linked to falls. HGS had been associated with pain severity (16).

A previous study by Hunter et al. (2019) had been revealed that the figure of eight walk test (F8W) and a straight path (SP) had been used to measure the effect of learning to use a cane on cognitive demands and gait in people with Alzheimer's disease (AD) who aged 50 years and older. Seventeen participants with AD and twenty-five healthy control walked in SP (6 meters) and F8W under three conditions: single-task (walking without gait aid), dual-task (walking with gait aid), and multitasking (walking with gait aid and counting backward by ones). Stride time variability and velocity were recorded with accelerometers. This study demonstrated that the more complex walking configuration of F8W formed a greater degree of change in the gait than the straight path. Participants with AD had significantly slower gait speed than the older adults for all F8W conditions ($p=0.001$). The group of participants with AD showed significantly greater stride time variability for all of the F8W conditions: single-task ($p=0.003$), dual-task ($p=0.004$), and multitasking ($p<0.001$) and for straight path multitasking ($p=0.03$). The between-group comparison demonstrated significant between people with AD and older adults only in the multitasking conditions of F8W ($p<0.001$). Including the cognitive-task cost showed significant for interaction between task and group ($p=0.003$) (17).

The figure of eight walk test (F8W) and a straight path (SP) had been used to measure the effect of learning to use a 4-wheeled walker on cognitive demands and gait in people with Alzheimer's disease (AD) who aged at least 50 years. Twenty participants with AD and twenty-two healthy control walked in SP (6 meters) and F8W under three task conditions: single-task (walking without gait aid), dual-task (walking with a 4-wheeled walker), and multitasking (walking with a 4-wheeled walker

and counting backward by ones). This study had been demonstrated that gait velocity had been shown significantly slower in participants with AD than healthy controls across all conditions ($p < 0.025$). Stride time variability had been shown significantly between groups in straight path single task ($p = 0.045$) and multitasking ($p = 0.031$), and F8W multitasking ($p = 0.036$). Only the gait velocity task cost had been shown a significant effect on the group ($p = 0.022$). The performance on gait and cognitive of the multitasking condition had been deteriorated in both groups (66).

The figure of eight walk test was used to measure walking abilities in older adults with impairment of mobility. It was developed to evaluate curved walking skills in everyday life, which could not have assessed using straight-line walking tests (10).

2.6 Balance Assessment tools with dual-task in older adults when walking

Assessment tools for measure balance under multiple conditions at the same time might be more sensitive to balancing and falling problems than evaluating balance in one operation (67). There were many models of clinical assessment involving balance. The clinical evaluation model had been developed by walking abilities related to different environmental characteristics. Such as changing direction while walking, talking, and holding together while walking (33).

2.6.1 Assessment tools with dual-task for balance in older adults

- Timed Up and Go Test with dual-task (56)

Timed Up and Go Test with dual-task is a test of body balance while walking together with two functions. It has been developed from the Timed Up and Go Test to be more relevant to the balance elements. Beginning with sitting in a chair, then rise up from the chair after that walked forward for 3 meters and turned back then walked to sit in a chair as before with the addition of thought processing, it is called

Timed Up and Go Test with dual-task. The ability of the Timed Up and Go Test under the dual-task conditions helps to distinguish the risk of falls in older adults. The previous study was used the Timed Up and Go Test with dual-task (motor) in older adults with a history of falls and without a history of falls. It had been shown 27.2 seconds and 9.7 seconds, respectively. The Timed Up and Go Test with dual Task (cognitive) in the older adults with a history of falls and without a history of falls was found that 27.7 seconds and 9.7 seconds, respectively. The cut-off score in the Timed Up and Go Test with dual Task (motor) had been shown 14.5 seconds, and the Timed Up and Go Test with dual Task (cognitive) had been shown 15 seconds for predict falls (56). The sensitivity was 0.57 and the specificity was 0.70 (61).

A previous study by Lundin-Olsson et al. revealed that it investigated the effect of performing multiple tasks on balance, falls, and mobility in frail older adults. Physical frailty was defined by severely impaired mobility, strength, endurance, and balance. They changed the TUG to add a manual task (i.e., carrying a glass of water) and found that frail older adults had a time difference of more than 4.5 seconds between the TUG_{manual} and the TUG were more likely to fall during the following six months. They concluded that the time gap between the TUG and TUG_{manual} was differentiated for older adults who were likely to fall (56, 57).

In TUG dual-task test, either a cognitive task such as a serial subtraction task (TUG_{cognitive}) or a manual task such as carrying a cup of water (TUG_{manual}) was commonly performed while the TUG test was being performed. Previous research had been shown that the time difference in output on dual and single-task TUG tests was a strong predictor of frailty and fell (55).

- Dynamic Gait Index (DGI) (33, 68)

Dynamic Gait Index (DGI) is a test of body balance by walking. It uses different reactions to control the balance of the body, which are graded according to the ability to perform various activities, with scores from 0 – 3. The cut-off score has been shown a score less than 19 in a total of 24 points at risk of falling (68), and the interrater reliability (ICC = 0.77), sensitivity was 0.71, and specificity was 0.53 in fall prediction (69). A modified version of the DGI (the mDGI) was developed by Shumway-cook and colleagues (2013). The mDGI retains the original eight tasks but uses a new scoring system, for example, change in gait speed, gait with horizontal head turns, gait with vertical head turns, gait and pivot turn, step over obstacle, step around obstacles, and upstairs (33).

- Functional Gait Assessment (FGA) (33, 70)

Functional Gait Assessment (FGA) is a test of body balance while walking. Ten topics need to be evaluated, for example, change in gait speed, gait with horizontal head turns, gait with vertical head turns, gait and pivot turn, step over obstacle, gait with narrow base of support, gait with eyes closed, ambulating backward and steps. It will work together while walking, based on testing with the Dynamic Gait Index (DGI). Which has a cut score of 22 points in 30 points to be used to separate the risk of falling in older adults and can be used as a tool to measure body balance while walking, including those who have vestibular disorders. The inter-rater reliability (ICC = 0.86) was considered good, and the intra-rater reliability (ICC = 0.74) (70). The sensitivity was 0.85, and the specificity was 0.86 (71).

Complex walking tasks are intended to improve both the anticipatory and reactive components of postural control during ambulation. Furthermore, tasks are utilized to increase the capacity to walk in altered sensory situations or perform other tasks (e.g., varying the cognitive load) (33).

Mobility tests are also important in gerontology as they recognize possible impairments and reduce morbidity. Researchers and specialists refer to mobility measures to recognize improvements in mobility, detect early signs of deterioration, and help direct therapeutic strategies. Gait speed can be used as a predictor of adverse effects as it represents the health and functional status of older adults. Many testing instruments are used to measure older adult's mobility and balance, such as the Dynamic Gait Index (DGI) Timed Up and Go (TUG) test. These tools were varied from each other in terms of their functional level, content, and characteristics. At the same time, there was a lack of agreement about which evaluation tool was used. The choice was depended on the goals of the user, as well as the tool's properties. Several considerations had been taken into account to determine the best evaluation measure in the research field and practice. In a systematic analysis by Soubra et al (2019), most assessments were reported that most assessments were permitted the use of assistive devices and did not require much administration equipment. However, the major differences between tests were depended on the main objective of assessment, the time and space needed for performance, and interpretation outcomes. Most of the experiments were intended to interpret quantitative results; however, few studies had been investigated both quantitative and qualitative results. Quantitative findings were based mainly on the time taken to complete a task, and the overall distance walked. On the other hand, qualitative findings were based on test performance and the observer's evaluation (9).

Therefore, any selected measurement was appropriate to the target population. Several factors could have impacted the way a person walks. For example, height, weight, personality, race or weather, social standing, and psychological factors could have influenced gait. In addition, including various cultures, subsequent aging experiences occurred on different scales. Such as older people growing up in certain countries had a walking pattern that

might not be identical or similar to that of other older people in different communities or nations (9).

Moreover, previous studies had been identified various control strategies for adjusting to changing circumstances in different age groups and genders. Therefore, those were some limitations that should be considered (31).

To the best of our knowledge, no study had investigated the accuracy of the F8W test in predicting future falls in older adults. Further, a systematic review by Muir-Hunter and Wittwer (2016) revealed that dual-task gait assessments are more strongly associated with eventual falls than single-task gait assessments (20). Thus, modifying the F8W test by adding secondary tasks might improve its accuracy in predicting future falls in older adults. Therefore, this research aimed 1.) to examine the accuracy of the F8W test and the F8W test with dual-tasking (both cognitive and motor) for predicting future falls in older adults; 2.) to investigate the reliability and the concurrent validity of the F8W test with and without dual-task in older adults.

CHAPTER III

MATERIAL AND METHODS

3.1 Research design

This study was a prospective cohort research design to compare the accuracy of the F8W test and the F8W test with dual-task ability to identify future falls in older adults. Each participant was asked to perform the following tests: 1.) the figure of eight walk test in self-selected speed (F8W), 2.) the figure of eight walk test with the cognitive dual-task (F8W+Cog), and 3.) the figure of eight walk test with the motor dual-task (F8W+Motor). The number of falls in six months follow-up was recorded. Additionally, a cross-sectional study was investigated the inter-rater and intra-rater reliability and concurrent validity of the F8W test with dual-task and timed up and go test (TUG) in older adults.

3.2 Sample size

3.2.1 Study I: Accuracy of F8W, F8W+cog, and F8W+motor to predict falls in older adults

The sample size was calculated by the MedCalc version 19.1.5 software (Copyright © 1993-2020 MedCalc Software bv). The type I (Alpha, Significance) and type II (Beta, 1-Power) error were set at 0.05 and 0.20, respectively. An expected area under the ROC curve and a null hypothesis value were set at 0.7 and 0.5, respectively. The previous study reported that the incidence of falls in older adults in Thailand was 26% (43). Thus, the ratio of sample sizes in negative/positive groups was set at 0.74.

The number of positive cases (From the history of fall within six months) required 36 and negative cases required 27. The calculated total sample size was 63 (Figure 2). With the dropout rate at 25% and provided balance to the research participants, the total sample size was 80 participants.

Sample size: area under ROC curve

Type I and II error

Type I error (Alpha, Significance): 0.05

Type II error (Beta, 1-Power): 0.20

Input

Area under ROC curve: 0.7

Null Hypothesis value: 0.5

Ratio of sample sizes in negative / positive groups: 0.74

Results

Number of positive cases required: 36

Number of negative cases required: 27

Total sample size (both groups together): 63

		Type I Error - Alpha			
		0.20	0.10	0.05	0.01
Type II Error	0.20	21 + 16	28 + 21	36 + 27	54 + 40
	0.10	29 + 22	38 + 29	47 + 35	68 + 51
Beta	0.05	37 + 28	47 + 35	57 + 43	80 + 60
	0.01	55 + 41	67 + 50	79 + 59	105 + 78

Calculate Exit

Figure 2. Sample size calculation. The total sample size was 80 participants.

3.2.2 Study II: Reliability and validity study

The sample size was calculated by Wan Nor Arifin (© Wan Nor Arifin 2017-2020). The minimum acceptable reliability (ICC) (ρ_0) was set 0.60, Expected reliability (ICC) (ρ_1) was set 0.9, Significance level (α) and power ($1 - \beta$) were set 0.05 and 80% (72). The calculated total sample size was 14 (Figure 3). With the dropout rate at 10%, the total sample size was 16 participants.

Sample Size Calculator (web)

Intra-class Correlation Coefficient (ICC) - Hypothesis Testing¹

Minimum acceptable reliability (ICC) (ρ_0):

Expected reliability (ICC) (ρ_1):

Significance level (α): Two-tailed

Power ($1 - \beta$): %

Number of raters/repetitions per subject (k):

Expected dropout rate: %

Sample size, n =

Sample size (with 10% dropout), n_{drop} =

Figure 3. Sample size calculation. The total sample size was 16 participants.

3.3 Participants

Older adults (female and male) aged 60 to 80 years were recruited from the urban communities in Thailand. The settings for data collection were as follows:

- Bangkok: Faculty of Allied Health Sciences (Chulalongkorn University), The senior citizen club of Bang Khan District and Pathum Wan District
- Nonthaburi Province (Mueng Nonthaburi, Bang Bua Thong, and Pak Kret District): Senior citizen center of Nonthaburi Municipality, Talat Khwan Sub-district, Watlannaboon, Sanambinnam, Rattanathibet, Bang Rak Phatthana, Pakkred Ruamjai, Tha-It, and Pranangklao Hospital.
- Lopburi Province (Mueng Lopburi District): The senior citizen club of Pho Kao Ton Sub-district and Thanon Yai Sub-district

Older adults were recruited because of the distribution of the area and representative sample of the target population for a research study. The participants received information from either print or personal media. Research information leaflets were placed at the information board at each place for data collection.

The inclusion criteria were as follows:

- 1.) age of 60–80 years (male and female)
- 2.) ability to walk independently without a gait aid for at least 6 meters
- 3.) ability to be reached by phone (either the participant's or a relative's)

The following were the exclusion criteria:

- 1.) a history of visual disorders or impaired eyesight
- 2.) a history of orthopedic or neurological diseases that might impair walking or balance, such as severe osteoarthritis, stroke, heart disease, vertigo (vestibular condition), or Parkinson's disease
- 3.) a history of lower limb surgery that could have an impact on walking, such as knee or hip replacement surgery
- 4.) the inability to follow simple instruction
- 5.) dizziness that makes one unable to maintain standing balance
- 6.) pain or fatigue of the legs that might affect walking or balance ability
- 7.) consumption of alcohol within 24 hours before the tests

In the preparation process, the researcher explained the objectives, study process, and benefits of this research. The participants were then requested to provide written informed consent to participate in this study. The gender ratio and ratio of ages (60-70 years and 71-80 years) were established by stratified sampling. Because several factors could have impacted the way a person walks. So changing circumstances in different age groups and genders should be considered.

3.4 Instrumentations

The following instrumentations were used in this study:

3.4.1. Two cones (Figure 4.)

3.4.2 A stopwatch (Figure 4.)



Figure 4. The cones and a stopwatch

3.4.3. A glass of water with a volume of 350 ml. (Figure 5.)

3.4.4 A plastic tray (size 20 x 28 cm²) (Figure 5.)



Figure 5. A glass of water and the tray

3.4.5. The tape measure (Figure 6.)

3.4.6 The masking tape (Figure 6.)

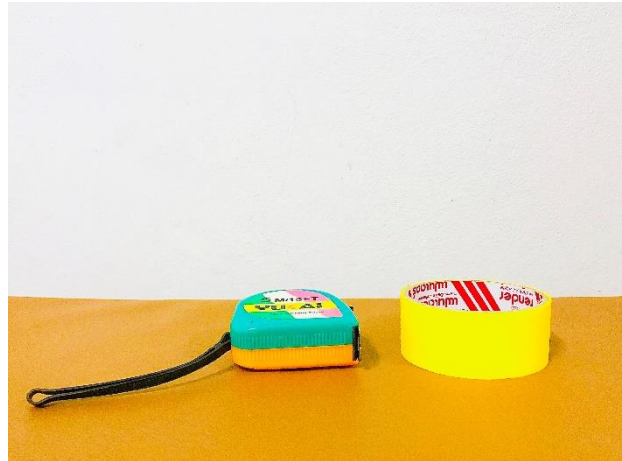


Figure 6. The tape measure and the masking tape

3.4.7. An adjustable chair (Figure 7.)



Figure 7. An adjustable chair

3.5 Research protocol

All participants were screened by the research assistant with a questionnaire to collect participant characteristics such as age, gender, weight, height, the number of falls in the previous six months, and the eligibility checklist related to inclusion and exclusion criteria. All participants were then assessed with the F8W by the principal investigator, blinded to the participant's information.

The F8W consisted of 3 conditions:

- 1) the figure of eight walk test in usual walking (F8W) (Figure 8.).
- 2) the figure of eight walk test with cognitive dual-task (F8W+cog; walking while doing serial subtractions by threes) (Figure 9.).
- 3) the figure of eight walk test with motor dual-task (F8W+motor; walking while carrying a glass of water on the tray with one hand) (Figure 10.).



Figure 8. The figure of eight walk test in usual walking (F8W)

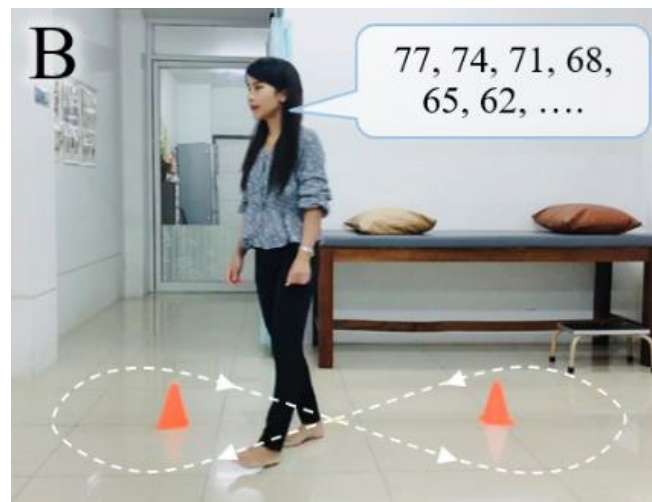


Figure 9. The figure of eight walk test with cognitive dual-task (F8W+cog)



Figure 10. The figure of eight walk test with motor dual-task (F8W+motor)

The F8W+cog task required participants to complete the figure of eight walk test while doing serial subtractions by threes from a randomly selected number between 80 and 99 (73).

For the F8W+motor, the participants were asked to perform the figure of eight walk test while carrying a glass of water on the tray. A glass of water was filled to 1 cm from the top of the glass (60). The participant was instructed to walk steadily in order to prevent spilling water.

In the F8W tests with dual-task, participants were instructed to perform the best of both tasks to use their natural strategy in the context of divided attention.

Therefore, even though the water spilled or wrong answered serial subtractions, the participants continued to walk until they finished the pathway.

The participant was asked to walk with the usual speed in an eight-round shape between two cones, which both cones are at 5 feet apart, and walk back to the starting point. During the F8W test with dual-task, the participants were asked to perform F8W and dual-task simultaneously with the instruction to “perform both tasks as well as possible without prioritizing either gait or dual tasks (cognitive and motor).” The participants were asked to continue walking until they back to the starting point even though the water spilled or wrong answered serial subtractions. The time and step were recorded by the principal investigator as following the methods (primary task) of previous studies (10, 20, 44, 56, 57, 59, 61, 62).

Each test was performed three times, and the average score was used for further analysis. Each participant was allowed 1 or 2 practice trials before data collection. There was a one-minute rest during each trial. The order of the test was chosen randomly using computer randomization to counteract the order effects.

The principal investigator recorded the occurrence of falls every month for six months follow-up period by telephone calls (the participant’s telephone or relative’s telephone) (44).

In the six-months follow-up to the baseline examination, participants were interviewed by monthly telephone calls with a standardized questionnaire on any falls they had been experienced, including the causes and circumstances of any falls that had been occurred. The questionnaire was used at the baseline and performed for the follow-up questionnaire to assess the occurrence of falls.

For intra-rater reliability ($ICC_{3,3}$), the participants were tested a total of 3 times over two separate visits by the principal investigator on the first day and one more time seven days later.

For inter-rater reliability ($ICC_{2,3}$), the participants were tested using the F8W, F8W+cog, and F8W+motor by two separate assessors (the principal investigator and research assistant) on the same day, and the participants were allowed to rest for

ten minutes in between the tests. The principal investigator and research assistant had been blinded to each other's results.

For criterion validity, the participants were examined using the timed up and go test (TUG) (Figure 11.) by the principal investigator. The participant was asked to stand up from the chair, walk 3 meters at the usual speed, turn around a cone, and then return to sit down on the chair. The time was recorded using a stopwatch. All the assessors (the principal investigator and research assistant) were physical therapists with more than five years of experience.



Figure 11. The timed up and go test (TUG)

3.6 Statistical analysis

Data were analyzed using the MedCalc version 19.1.5 software (Copyright © 1993-2020 MedCalc Software bv) for reliability, validity, and accurate analysis. Descriptive statistics were used to describe participant characteristics. The Shapiro-Wilk test was used to confirm the normal distribution of the data.

Moreover, the independent variables for statistical analysis were single-task (F8W test), dual-task (F8W test with dual-task) and TUG. The dependent variables

were time, the number of steps, the occurrence of falls in six months later, and the validity of the F8W test with dual-task and timed up and go test (TUG) in older adults.

The Intraclass Correlation Coefficient (ICC) for comparison between assessors and 95% confidence intervals (CI) was calculated (74). For inter-rater reliability (ICC_{2,3}), the researcher calculated using the scores from F8W, F8W+cog, and F8W+motor by two separate assessors (the principal investigator and research assistant) on the same day. For intra-rater reliability (ICC_{3,3}), the scores from F8W, F8W+cog, and F8W+motor were calculated by the principal investigator on the first day and one more time seven days later. The score was calculated from time and the number of steps.

The interpretation of the reliability value was as follows:

ICC > 0.90	suggested for clinical measure measurements (excellent reliability)
ICC > 0.75	good to excellent reliability
ICC = 0.50 – 0.75	moderate to good reliability
ICC = 0.25 – 0.49	fair reliability
ICC = 0.00 – 0.24	little or no relationship (poor reliability) (75).

To identify the relationships between the F8W test with dual-task and timed up and go test (TUG) in older adults. The Pearson product-moment correlation coefficient or Spearman's rank correlation coefficient was used for values from both sessions to reveal the concurrent validity between the tests.

The interpretation of validity analysis was as follows:

$r > 0.90$	suggested for clinical measure measurements (excellent correlation)
$r > 0.75$	good to excellent correlation
$r = 0.50 - 0.75$	moderate to good correlation
$r = 0.25 - 0.49$	fair correlation
$r = 0.00 - 0.24$	little or no relationship (poor correlation) (75).

The Receiver Operating Characteristic (ROC) was generated on the basis of the results of the within- and between-group comparisons. The ROC was analyzed by plotting the graph between the true positive rate (sensitivity) and the false positive rate (1-specificity) for the various cut-off points.

The area under the ROC curve (AUC) was used to compare the accuracy for predicting falls in older adults between the F8W and F8W with dual-task. The AUC was calculated and used to measure how well a parameter could create discrimination between two (fallers or non-fallers) diagnosis classes.

The interpretation of AUC was as follows:

$AUC > 0.9$	high accuracy
$AUC = 0.7-0.9$	moderate accuracy
$AUC = 0.5-0.69$	low accuracy
$AUC < 0.5$	predicting values due to chance (76).

The optimal cut-off score of each test was selected using the high Youden's Index to obtain cut-off scores for F8W and F8W with dual-task between two (fallers or non-fallers) diagnosis classes. The Youden's Index = sensitivity + specificity -1 (77).

The likelihood ratios (LR) were used to interpret diagnostic tests on the probability of falls. The positive likelihood ratio (LR+) was calculated by sensitivity/1-specificity, and the effect of a positive test was provided the probability of falls. The negative likelihood ratio (LR-) was calculated by 1-sensitivity/specificity, and the effect of the negative test was provided the probability of falls. The positive likelihood ratios (LR+) and negative likelihood ratios (LR-) were used to represent the probability of correctly discriminating between fallers and non-fallers in older adults.

The likelihood ratio more than 1 (>1) was shown an association with falls, whereas the likelihood ratio less than 1 (<1) was shown an association with lack of falls.

The interpretations of the LR+ and the LR- were as follows:

LR+ >10 and LR- < 0.1 the potential for clinical decisions

LR+ 5-10 and LR- 0.1-0.2 the required additional information for clinical decisions

LR+ 2-5 and LR- 0.2-0.5 the difficulty for clinical decisions

LR+ 1-2 and LR- 0.5-1 did not suggest clinical decisions (75).

The accuracy of the test at the selected cut-off point was also used to determine its ability to identify fallers and non-faller correctly. The accuracy was determined as an accurate test to predict falls in older adults and discriminate fallers and non-fallers in older adults (78, 79).

3.7 Ethical consideration

Participants had been explained objectives, process benefits, and the dangers that might have occurred, including unwanted side effects that might have happened. Suppose adverse events might have occurred from this research. The participant had been helped. If there was an event at risk of fractures, the researcher prepared to send the participant to a nearby hospital and coordinate with the agency to see a doctor and perform service procedures quickly. The researcher was responsible for all medical expenses. The participant's personal information had been kept confidential. This research was registered with the Thai Clinical Trials Registry (TCTR20201012001). The ethical agreement was obtained from the Chulalongkorn University Human Ethics Committee (COA No. 204/2020).

3.8 Risk and the investigator's responsibility

Falling while doing a test was a potential risk. No previous studies have occurred. However, the researcher was careful while testing and increased safety by wearing a belt in the lumbar area of the participant. The researcher stayed on the left side of the participant. The participant was under the supervision of the researchers throughout the study.

3.9 Gantt chart

	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020	May 2020	Jun 2020	Jul 2020	Aug 2020	Sep 2020	Oct 2020	Nov 2020	Dec 2020	Jan 2021	Feb 2021	Mar 2021	Apr 2021	May 2021	Jun 2021		
Literature review	✓	✓	✓	✓																	
Write a thesis proposal	✓	✓	✓	✓																	
Defense thesis proposal				✓	✓	✓															
Ethical considerations							✓	✓	✓												
Data collection										✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Data analysis																				✓	
Writing and send a publication																				✓	✓
Writing a thesis																				✓	✓
Defense thesis																					✓

3.10 Budget

Description	Total (THB)
Senior personnel	-
Participants	300 THB * 1 time * 80 persons = 24,000 100 THB * 2 times * 16 persons = 3,200
Research assistant	-
Equipment and Supplies	
- The stopwatch	1000 * 4 = 4,000
- The cone	250 * 4 = 1,000
- A glass of water	50 * 4 = 200
- Bottled water	15 * 96 = 1,440
- The tray	100 * 4 = 400
- The masking tape	25 * 16 = 400
- The tape measure	500 * 5 = 2,500
- Safety belt	1200 * 5 = 6,000
- External hard disk	2000 * 1 = 2,000
- Printing ink	3,000
- A4 paper	1,000
- Copy fee	2,000
Total	51,140

CHAPTER IV

RESULTS

4.1 The comparison of the assessment performance between F8W, F8W+cog, and F8W+motor for predicting falls in older adults.

Eighty participants were recruited. The demographic data of the participants are shown in Table 1. The participants were 60 to 80 years old. The mean ages of non-fallers and fallers were 69.87 ± 6.02 and 71.00 ± 5.49 years, respectively. Of the participants, 40 (50.0%) were women, and 40 (50.0%) were men. The mean body mass indexes (BMI) of non-faller and faller older adults were 24.80 ± 3.91 and 24.38 ± 3.71 kg/m², respectively. Twenty-two participants (27.5%) had fallen in the previous six months.

During the six months following the test, 17 (21%) fallers older adults, as follows: 12 participants had fallen once, 3 participants had fallen twice, and 2 participants had fallen more than three times. Of the 17 fallers older adults for which location was reported, 9 (52.94%) occurred in the home, 6 (35.29%) outside the home (around the participant's own home), and 2 (11.77%) outdoors in the community. Causes of falls were reported, 7 (41.18%) occurred tripping on objects, 7 (41.18%) appeared slipping, and 3 (17.64%) occurred loss of balance. However, 16 (94.12%) fallers older adults, walking was the most common fall-related activity, and 1 (5.88%) occurred during stair descent. All faller participants reported that they didn't have a fractured, but they had mild injuries.

Table 1. Demographic characteristics of participants in the accuracy study (n=80).

Characteristics	Non-fallers (n=63)	Fallers (n=17)	P-value
	Mean (SD)	Mean (SD)	
Age (years); mean (SD)	69.87 (6.02)	71.00 (5.49)	0.488
Age (years); n (%)			
- 60–70	32 (40%)	8 (10%)	
- 71–80	31 (38.75%)	9 (11.25%)	
Sex; n (%)			0.419
- Male	33 (41.25%)	7 (8.75%)	
- Female	30 (37.50%)	10 (12.50%)	
Body mass index (kg/m ²); mean (SD)	24.80 (3.91)	24.38 (3.71)	0.692
Occurrence of falls at six months; n (%)			
No fall	63 (78.75%)	-	
Once	-	12 (15%)	
Twice	-	3 (3.75%)	
≥ 3 times	-	2 (2.5%)	

*Statistical significance at $P < 0.05$

Table 2 shows the median and interquartile ranges of F8W, F8W+cog, and F8W+motor tests in non-falling and falling older participants. The Mann-Whitney tests revealed that fallers took significantly longer to complete all tests than non-fallers. However, the number of steps taken in the tests was not statistically significant.

Table 2. The scores of F8W, F8W+cog, and F8W+motor in non-faller and faller older adults.

Assessment	Non-faller (n = 63) Median (IQR)	Faller (n = 17) Median (IQR)	P-value
F8W			
- Time (s)	9.5 (8.6–10.9)	10.7 (9.6–13.0)	0.017*
- Step (number of steps)	15.7 (14.7–17.3)	17.0 (15.8–18.7)	0.144
F8W+cog			
- Time (s)	11.3 (9.9–14.0)	12.9 (12.0–14.9)	0.019*
- Step (number of steps)	18.0 (16.3–19.9)	19.0 (17.8–21.0)	0.142
F8W+motor			
- Time (s)	11.3 (10.3–13.5)	14.3 (11.9–17.1)	0.003*
- Step (number of steps)	18.3 (17.3–20.0)	19.7 (17.8–22.7)	0.118

Note: Mann-Whitney test. IQR: interquartile range; F8W: the figure of eight walk test; F8W+cog: the figure of eight walk test with cognitive task; F8W+motor: the figure of eight walk test with motor task.

*Statistical significance at $p < 0.05$.

For predicting the occurrence of falls in older adults, the time it took to execute the F8W+motor test was a more accurate predictor of falling than the time taken for the F8W and F8W+cog tests. This study found that the AUC of F8W+motor test time was moderately accurate in differentiating between fallers and non-fallers, but the AUCs of F8W time and F8W+cog time had low accuracy. The cut-off score of the F8W+motor time between faller and non-faller older adults was > 12 s, with AUC = 0.74, sensitivity = 76.5%, and specificity = 65.1%. The cut-off scores of the F8W time was > 9.8 s with AUC = 0.69, sensitivity = 76.5%, and specificity = 57.1%. The cut-off scores of the F8W+cog time was > 10.9 s with AUC = 0.69, sensitivity = 100%, and specificity = 42.9%. Additionally, the LR+ and LR- suggested that the F8W+motor time was a better predictor than the F8W time and F8W+cog time for differentiating fallers from non-fallers (Table 3 and Figure 12).

The F8W, F8W+cog, and F8W+motor step counts exhibited a comparable AUC of 0.62 and low accuracy when predicting the occurrence of falls in older adults. Furthermore, the F8W, F8W+cog, and F8W+motor step counts lacked sufficient classification power (Table 3 and Figure 13).

Table 3. AUC, cut-off score, sensitivity, specificity, LR+, and LR- of F8W, F8W+cog, and F8W+motor for predicting falls in older adults.

Test	AUC	SE	95%CI	Cut-off score	Sensitivity	Specificity	LR+	LR-
F8W								
- Time (s)	0.69*	0.07	0.6–0.8	> 9.8	76.5	57.1	1.8	0.4
- Step (Number of steps)	0.62	0.08	0.5–0.7	> 15.7	76.5	50.8	1.6	0.5
F8W+cog								
Time (s)	0.69*	0.06	0.6–0.8	> 10.9	100	42.9	1.8	0.0
- Step (Number of steps)	0.62	0.07	0.5–0.7	> 16.7	88.2	34.9	1.4	0.3
F8W+motor								
- Time (s)	0.74*	0.07	0.6–0.8	> 12.0	76.5	65.1	2.2	0.4
- Step (Number of steps)	0.62	0.08	0.5–0.7	> 19.3	58.8	65.1	1.7	0.6

Note: F8W: the figure of eight walk test; F8W+cog: the figure of eight walk test with cognitive dual-task; F8W+motor: the figure of eight walk test with motor dual-task; AUC: area under the ROC curve; SE: standard error; LR+: positive likelihood ratio; LR-: negative likelihood ratio.

*Statistical significance at $P < 0.05$.

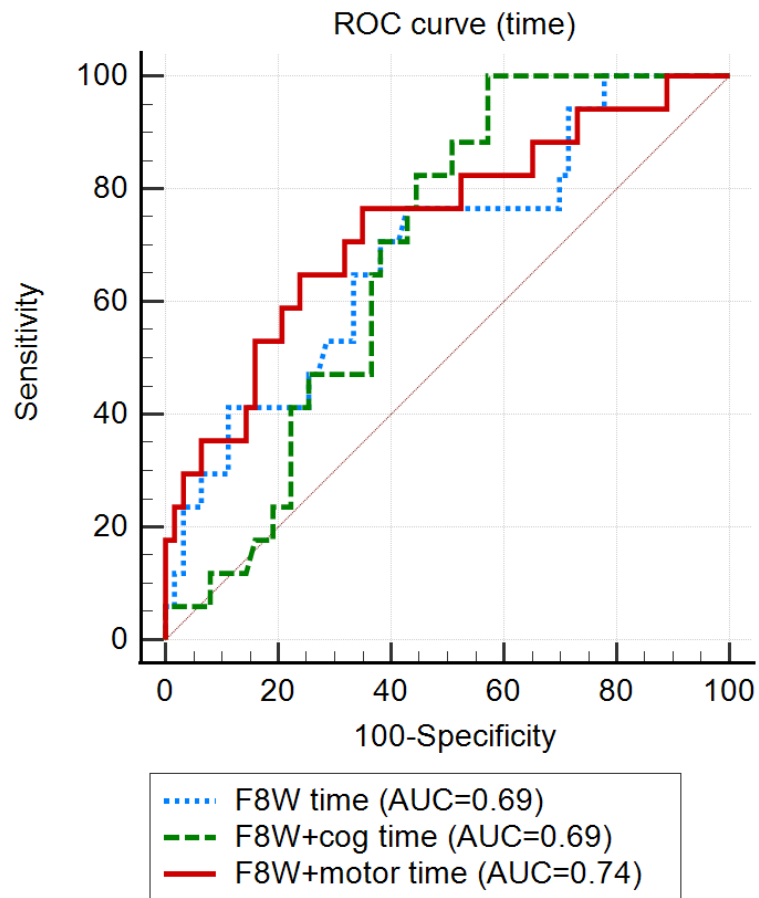


Figure 12. The area under the ROC curve (AUC) of the F8W, F8W+cog, and F8W+motor (time).

Note: F8W time: the figure of eight walk test (time); F8W+cog time: the figure of eight walk test with cognitive dual-task (time); F8W+motor time: the figure of eight walk test with motor dual-task (time); ROC: the receiver operating characteristic curve; AUC: the area under the ROC curve.

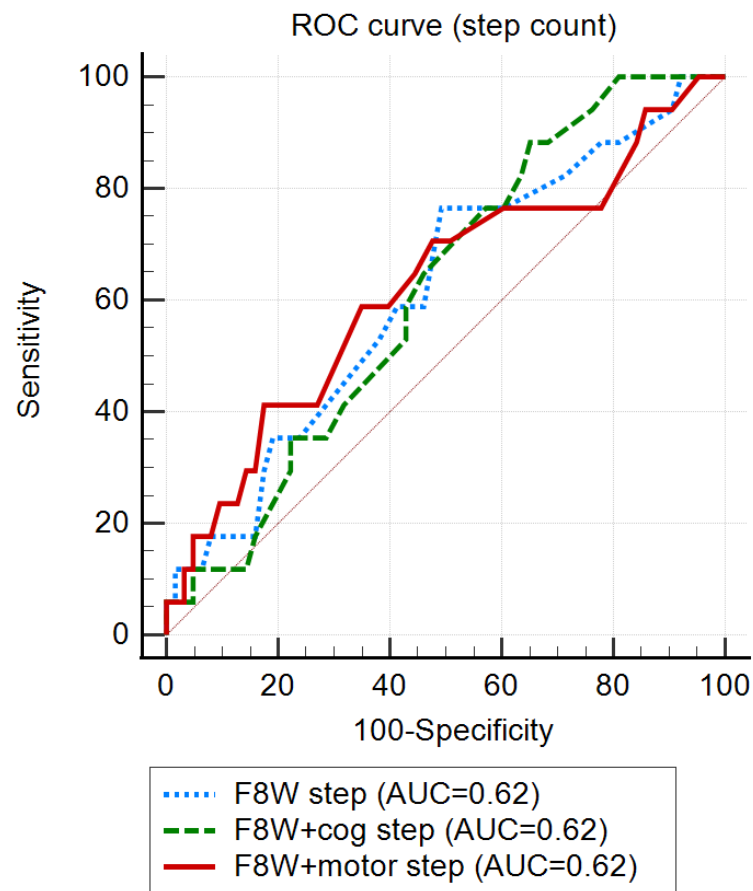


Figure 13. The area under the ROC curve (AUC) of the F8W, F8W+cog, and F8W+motor (steps).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Note: F8W step: the figure of eight walk test (steps); F8W+cog step: the figure of eight walk test with cognitive dual-task (steps); F8W+motor step: the figure of eight walk test with motor dual-task (steps); ROC: the receiver operating characteristic curve; AUC: the area under the ROC curve.

4.2 Reliability and validity study

Sixteen persons were tested at the baseline and participated in the follow-up. Of the participants, 9 (56.25%) were women, and 7 (43.75%) were men. The participants were 60 to 80 years old, and the mean age was 66.19 years (SD = 4.75 years), the mean Body mass index (BMI) was 24.09 kg/m² (SD = 2.77 kg/m²), one participant (6.25%) had two falls in the previous six months, and 15 participants (93.75%) did not fall in the previous six months. Descriptive statistics for all of the participants were presented in Table 4.

Table 4. Demographic characteristics of participants in the reliability and validity study (n=16).

Characteristics	Mean (SD)
Age (year); mean (SD)	66.19 (4.75)
Sex; n (%)	
Female	9 (56.25)
Male	7 (43.75)
Body mass index (kg/m ²); mean (SD)	24.09 (2.77)
History of falls in the previous six months; n (%)	
No fall	15 (93.75)
Once	0 (0)
Twice	1 (6.25)

The means and standard deviations of assessment in each group of the assessor were reported in Table 5.

Table 5. Mean \pm Standard deviations of assessments (n = 16).

Assessment	Assessor A		Assessor B
	First assessment	Second assessment	First assessment
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD
F8W (Time)	10.26 \pm 1.38	10.20 \pm 1.56	10.45 \pm 1.36
F8W+cog (Time)	12.16 \pm 2.80	12.10 \pm 2.74	12.18 \pm 2.68
F8W+motor (Time)	11.58 \pm 1.79	11.66 \pm 1.74	12.02 \pm 1.60
F8W (Step)	16.14 \pm 1.49	15.55 \pm 1.55	16.22 \pm 1.36
F8W+cog (Step)	17.73 \pm 2.14	17.62 \pm 2.00	17.65 \pm 2.21
F8W+motor (Step)	17.37 \pm 1.64	17.67 \pm 1.62	17.56 \pm 2.02
TUG	12.76 \pm 1.94		

Note F8W: the figure of eight walk test; F8W+cog: the figure of eight walk test with cognitive dual-task; F8W+motor: the figure of eight walk test with motor dual-task.

The results indicated the time and number of steps of F8W, F8W+cog and F8W+motor provided excellent reliability of both intra-rater reliability and inter-rater reliability, $ICC_{3,3} = 0.95-0.99$ and $ICC_{2,3} = 0.92-0.99$, respectively (Tables 6 and 7).

The SEMs were reported in Tables 6 and 7. The SEMs of the time in F8W, F8W+cog and F8W+motor were 0.22 – 0.75 seconds and 0.26 – 0.51 seconds. The SEMs of the number of steps in F8W, F8W+cog, and F8W+motor were 0.69 – 1.20 steps and 0.31 – 0.59 steps, respectively. The MDC_{95} of time and the number of steps were 0.71 – 1.41 seconds and 0.86 – 1.62 steps.

Table 6. The Intra-rater reliability ($ICC_{3,3}$) of assessments and standard error of measurement (SEM).

Assessment	Intra-rater Reliability			
	$ICC_{3,3}$	95% CI	P-value	SEM
F8W (Time)	0.98	0.93 – 0.99	<0.001*	0.24
F8W+cog (Time)	0.99	0.98 – 0.99	<0.001*	0.22
F8W+motor (Time)	0.98	0.93 – 0.99	<0.001*	0.75
F8W (Step)	0.95	0.85 – 0.98	<0.001*	0.99
F8W+cog (Step)	0.96	0.88 – 0.99	<0.001*	1.20
F8W+motor (Step)	0.98	0.93 – 0.99	<0.001*	0.69

*Statistical significance $P < 0.05$

Table 7. The Inter-rater reliability ($ICC_{2,3}$) of assessments, standard error of measurement (SEM), and minimal detectable change at 95%CI (MDC_{95}).

Assessment	Inter-rater Reliability				MDC_{95}
	$ICC_{2,3}$	95% CI	P-value	SEM	
F8W (Time)	0.95	0.90 – 0.99	<0.001*	0.26	0.71
F8W+cog (Time)	0.99	0.96 – 0.99	<0.001*	0.33	0.92
F8W+motor (Time)	0.92	0.75 – 0.97	<0.001*	0.51	1.41
F8W (Step)	0.96	0.88 – 0.98	<0.001*	0.31	0.86
F8W+cog (Step)	0.97	0.92 – 0.99	<0.001*	0.36	0.99
F8W+motor (Step)	0.92	0.76 – 0.97	<0.001*	0.59	1.62

*Statistical significance $P < 0.05$

The F8W, F8W+cog and F8W+motor times showed significantly correlation (good to excellence) with the TUG ($r = 0.89, 0.80$ and 0.88). The number of steps of F8W, F8W+cog and F8W+motor showed significantly correlation (moderate to good) with TUG ($r = 0.62, r_s = 0.63$ and $r = 0.52$) (Table 8).

Table 8. Concurrent validity of assessments with timed up and go test (TUG).

Assessment	Timed up and go test (TUG)	
	r	P-value
F8W (Time)	0.89 ^a	<0.001*
F8W+cog (Time)	0.80 ^a	<0.001*
F8W+motor (Time)	0.88 ^a	<0.001*
F8W (Step)	0.62 ^a	0.010*
F8W+cog (Step)	0.63 ^b	0.009*
F8W+motor (Step)	0.52 ^a	0.038*

*Statistical significance at $P < 0.05$

^a = Pearson product-moment correlation coefficient (r)

^b = Spearman's rank correlation coefficient (r_s)

CHAPTER V

DISCUSSION

This study showed that the F8W+motor time was shown to be more accurate for identifying fall risks than F8W and F8W+cog time between fallers and non-fallers in older adults. In addition, this study demonstrated that the time and number of steps of F8W, F8W+cog, and F8W+motor provided excellent reliability of both intra-rater reliability and inter-rater reliability. Furthermore, the time and number of steps of F8W, F8W+cog, and F8W+motor were significantly correlated with TUG in older adults. Moreover, The cut-off point for the F8W+motor >12 s with sensitivity (76.5%) and specificity (65.1%) was helpful to discriminate between fallers and non-fallers older adults.

5.1 The comparison of the assessment performance between F8W, F8W+cog, and F8W+motor for predicting falls in older adults.

F8W+motor time was shown to be more accurate than F8W and F8W+cog times in distinguishing between fallers and non-fallers for the older adults in this study. The results showed that the time taken for the F8W+motor test had moderate accuracy for discriminative performance (AUC = 0.74) with sensitivity (76.5%) and specificity (65.1%). Furthermore, the cut-off point of > 12 s for F8W+motor time was useful in distinguishing between fallers and non-fallers. The F8W+motor time showed a positive likelihood ratio (LR+) of 2.2 and a negative likelihood ratio (LR -) of 0.4, indicating that the F8W+motor test was better than the F8W and F8W+cog tests for distinguishing fallers from non-fallers. In contrast, because of the lack of adequate classification power, the step parameters of the three tests could not be utilized to predict falls.

Depending on the extent of walking independence, the relationship between straight and curved walking ability varies. In autonomous walking groups, F8W findings had been associated with walking velocity and cadence, whereas in supervised

walking groups, F8W results were associated with walking velocity and stride length (80). Older people who have difficulty turning while walking have reported being staggered, not rotating throughout the turn, needing five or more steps or weight adjustments to complete the turn, and requiring three seconds or more to complete the turn. The turning performance of young adults differs from that of older individuals because young people use a pivot turn, while older adults use alternative tactics to complete a turn. This might reflect the switch from feedforward to feedback processes in older adults. The pivot turn is a quick, open-looped motion that requires feedforward mechanisms, while a multiple-step turn is a slower, more closed-looped motion that seems to need more feedback (81). F8W efficiency has been shown to be substantially related to both response time and heel-to-floor time (a measure of swift leg coordination). Reaction time, movement speed, and self-efficacy have all been linked to falls. The capacity to rapidly catch oneself after a disturbance, for example, is viewed as a key skill in preventing a fall or fall-related injury (14). Furthermore, it has been demonstrated that reaction time is closely associated with falls and fall-related injuries (16, 82).

In the current study, the F8W times were accurate for discriminative performance (AUC = 0.69) with a sensitivity of 76.5% and a specificity of 57.1% when differentiating between fallers and non-fallers. Furthermore, Coyle et al. (2020) showed in a prior study that older persons who did well on the F8W had a significantly lower risk of falls, emergency department visits, and hospitalizations at any point during the year after the performance evaluation (83). Our study investigated the impact of dual-tasking on F8W's ability to distinguish between fallers and non-fallers in older people. The F8W+motor time was shown to be more accurate than standard F8W time and F8W+cog time in distinguishing between fallers and non-fallers in older adults. This study is consistent with previous research by Oh-Park et al. (2013), which found that, both younger and older adults showed a drop in gait velocity and an increase in stride-to-stride variability when walking was combined with holding a tray and maintaining it as stable as possible. Furthermore, because attention was focused on holding the tray while walking, tray stability and gait

performance decreased during dual-tasking as compared to single-tasking (84). These findings confirmed the “posture first strategy” concept, as well as the decreased ability of older people to prioritize upper limb duties over walking despite specific guidance to do so. Our findings were also similar to prior research, which found that walking while doing a secondary motor task (carrying sticks) reduced gait velocity and increased stride-to-stride variability (85). Walking while simultaneously executing upper limb tasks such as buttoning (fine motor activity) or carrying an object had been shown to cause gait deterioration in older adults (84-86).

Motivation might also influence the ability to walk while carrying a tray and keeping it as stable as possible. Placing a glass of water on the tray might stimulate more stability attempts, but this approach might cause performance anxiety and introduce additional task priorities (84). Our findings were consistent with previous research by Tang et al. (2015), which found that a dual-task TUG that allowed participants to hold a cup of water (weighted approximately 135 g) while conducting the test was more sensitive than a single-task TUG in recognizing prefrail individuals, but a dual-task TUG that required a concurrent mathematical task was not (73).

Several factors might explain the differences in ability between motor and cognitive dual-tasking. Carrying a cup of water without spilling it requires prolonged attention, the endurance to apply a continuous grip beyond a certain force threshold, and the capacity to maintain a stable arm and trunk position while the body's center of mass is moving in both the horizontal and vertical planes (73). In dual-task testing, the secondary task should be sufficiently difficult that participants are working at or near the limit of their ability. Furthermore, the previous study demonstrated that TUG manual was required a high dynamic balance control capacity, which might explain the reduced postural control ability associated with frailty (73). This might also explain why the F8W+motor time was more accurate than F8W time and F8W+cog time in distinguishing between fallers and non-fallers.

In this study, the F8W, F8W+cog, and F8W+motor step counts all exhibited poor accuracy and a similar AUC of 0.62, which were not significant for recognizing

the occurrence of falls in older adults. In a recent study, Fujii et al. (2018) discovered that the F8W times of an independent group were connected to walking velocity and cadence based on walking independence level. A supervised group, on the other hand, was less able to modify motor techniques and decelerated walking velocity when the walking path changed from straight to curved. The supervised group might have taken longer strides to accomplish the F8W more quickly. As a consequence, in the supervised group, F8W time was linked to stride length but not cadence (80).



5.2 Reliability and validity study

This study demonstrated the time and number of steps of F8W, F8W+cog and F8W+motor provided excellent reliability of intra-rater reliability and inter-rater reliability. Consistency with the findings by Hess et al. (2010), the time and number of steps of F8W had been shown excellent inter-rater reliability (ICC = 0.90 and 0.92) and good test-retest reliability (ICC = 0.84 and 0.82) in older adults with mobility impairment (10). These results were also consistent with the findings of Wong et al. (2013), the F8W test showed excellent intra-rater and test-retest correlation coefficient (ICC = 0.94–0.99 and 0.97–0.98, respectively), and the inter-rater correlation coefficient (ICC = 0.97–0.99) for stroke-specific impairments (64).

A new finding from this study was that the time and number of steps of F8W+cog provided excellent intra-rater reliability and excellent inter-rater reliability. The time and number of steps of the F8W+motor provided excellent intra-rater reliability and excellent inter-rater reliability. Therefore, this study's findings were excellent and reliable, indicating that these assessments could be used for professional assessment purposes (75). Intra-rater reliability is used as an expression of the repeatability of the measurements within the rater. Inter-rater reliability is the extent to which two or more raters agree. It is used to address the issue of consistency in the implementation of a rating system. High inter-rater reliability values referred to a high degree of agreement between two examiners. Therefore, psychometric properties of outcome measures, such as reliability and validity to change, are widely used parameters and clearly important for clinical measurement selection (87).

The standard error of measurement (SEM) demonstrated the accuracy of each measure. It offered a simple indicator of absolute reliability. When the test is perfectly reliable, the standard error of measurement equals zero. When the test is entirely unreliable, the standard error of measurement is at its maximum, equal to the standard deviation of the observed scores. The SEM was shown to be small in this study. The MDC₉₅ time and number of steps were 0.71 – 1.41 seconds and 0.86 – 1.62 steps. These values showed that the calculation error did not affect the

smallest value of the shift. In clinical applications, the measured value should be greater than the MDC_{95} value (88).

The F8W, F8W+cog, and F8W+motor time were good to excellent correlated with the TUG. The timed up and go test (TUG) is one of the most well-known tests. It is widely regarded as the gold standard in fall risk assessment and offered various benefits (89). It is easy to perform and to describe and, therefore, widely used (90). The timed up and go test (TUG), which incorporates essential mobility components, is widely used for measuring the risk for falls among older adults (91). The number of steps of F8W, F8W+cog, and F8W+motor also were moderate to good correlated with TUG. These findings were consistent with Barker et al. 2019, which showed that the F8W test was found to be excellent reliability ($r = 0.921$). It was also shown to be valid ($r = 0.834$) with TUG and timed walking test when used in the home or clinic for about one year after joint replacement surgery in older adults (15). This study was consistent with previous study that the F8W time was validated with gait (gait speed, $r = -0.570$ and modified Gait Abnormality Rating Scale, $r = 0.281$), confidence in walking (Gait Efficacy Scale, $r = -0.468$), physical function (Late-Life Function and Disability Index, $r = -0.469$ and Survey of Activities and Fear of Falling in the older adults $r = 0.370$), and motion control (step length, $r = 0.279$ and step width, $r = -0.277$). In addition, the number of steps of F8W also had validity with step width variability ($r = -0.339$) and fear of falling ($r = -2.50$) (10). In this study, the values F8W, F8W + cog, and F8W + motor calculated with time were found to have a higher correlation coefficient than that obtained from the number of steps. The potential reason might be attributed, in part, to the same unit of measurement as the TUG measurement.

This study was the first study of the intra-rater reliability, inter-rater reliability, SEM, MDC_{95} , and concurrent validity of the F8W with dual-task and TUG in older adults. As a result, the dual-task F8W could be used to direct clinicians in their choice of methods to progressively increase cognitive difficulties to ensure that people perform close to their capacity to identify deficits. Moreover, the figure of eight walk test (F8W) is a measurement tool that measures the ability to walk along

the straight and curved line in both clockwise and counter-clockwise directions. F8W was developed to evaluate curved walking skills in everyday life that could not be assessed by straight-line walking tests (10). Adding dual-task with cognitive or motor tasks might improve the accuracy of predicting falls in older adults. The dual-task walking might necessarily require a greater proportion of physical and mental capacity, resulting in gait performance decrements not seen in simple walking tasks. On the other hand, TUG is a single turn or a single task embedded in a composite measure (10, 15, 64). In a previous study, Schoene et al. (2013) found that the TUG was not useful for distinguishing fallers from non-fallers in healthy, high-functioning populations of older adults. However, it was more useful in less-healthy or lower-functioning populations (92).

Strengths and Limitations

The key strengths of this study include that it was a prospective study and that it was the first study to examine the cut-off point for F8W with dual-tasking for identifying fall risks. In older individuals, the F8W+motor time was a more potent measure for assessing fall risks than the F8W and F8W+cog time. The time and step counts of F8W, F8W+cog, and F8W+motor demonstrated high intra-rater and inter-rater reliability ($ICC_{3,3} = 0.95-0.99$ and $ICC_{2,3} = 0.92-0.99$, respectively). The length of time for F8W, F8W+cog, and F8W+motor were all considerably well correlated to excellently correlated with TUG ($r = 0.89, 0.80, \text{ and } 0.88$, respectively). The numbers of steps for F8W, F8W+cog, and F8W+motor were moderately correlated with TUG ($r = 0.62, r_s = 0.63, \text{ and } r = 0.52$, respectively). Furthermore, no participant dropped out in the six-months follow-up period in which we tracked the occurrence of falls. A monthly phone call was utilized to ensure that participants remembered their falls properly. There were, however, certain limitations to this study that should be mentioned. First, the participants were limited to urban-dwelling older adults. Second, only people who could follow simple directions were tested in this study. Because the various cognitive activities in dual-task testing showed distinct effects in

adults with mild cognitive impairment (18), the standard diagnostic strategy for cognitive testing should be addressed. Finally, with a cut-off of > 12 s, the F8W+motor time would detect 76.5% of falling older adults while excluding 65.1% of non-falling older adults, indicating that the F8W+motor time is a sensitive screening test. The percentage of fallers accurately recognized as high-risk was referred to as sensitivity. Specificity, on the other hand, was defined as the fraction of non-fallers who were accurately classified as low-risk (93). Other procedures with a high-sensitivity cut-point for screening and a high-specificity cut-point for ruling individuals in or out may be more feasible.



CHAPTER VI

CONCLUSION

In older adults, F8W+motor time was more accurate than F8W and F8W+cog time in predicting fall risks. A cut-off point of > 12 s for F8W+motor time was useful in distinguishing between fallers and non-fallers among older adults. As a result, clinicians can use these cut-points as early guidelines for making clinical judgments concerning older adults who have mobility difficulties that increase their risk of falling. Moreover, the time and step counts of F8W, F8W+cog, and F8W+motor demonstrated high intra-rater and inter-rater reliability. The length of time for F8W, F8W+cog, and F8W+motor were all considerably well correlated to excellently correlated with TUG. The numbers of steps for F8W, F8W+cog, and F8W+motor were moderately correlated with TUG. Future research is needed to ascertain the criterion-specific cut-off points in the multicenter community utilizing population-representative samples. Furthermore, including multitasking may increase the accuracy of predicting falls in older persons. As a result, a combination of suitably rigorous concurrent cognitive and motor activities may be utilized to detect early indicators of posture function regression in older persons.

REFERENCES

1. Beard JR, Officer A, de Carvalho IA, Sadana R, Pot AM, Michel JP, et al. The World report on ageing and health: a policy framework for healthy ageing. *Lancet*. 2016;387(10033):2145-54.
2. Peel NM. Epidemiology of falls in older age. *Can J Aging*. 2011;30(1):7-19.
3. Jacobson BH, Sellers J, Monaghan T, Schnaiter-Brasche J, Loy K, Estrada C, et al. Comparison of a static, independent balance protocol and the National Institute on Aging balance protocol on stability and risk of falling in the elderly. *Activities, Adaptation & Aging*. 2019;43(1):37-50.
4. van Schooten KS, Yang Y, Feldman F, Leung M, McKay H, Sims-Gould J, et al. The Association Between Fall Frequency, Injury Risk, and Characteristics of Falls in Older Residents of Long-Term Care: Do Recurrent Fallers Fall More Safely? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2018;73(6):786-91.
5. Gimmon Y, Riemer R, Kurz I, Shapiro A, Debbi R, Melzer I. Perturbation exercises during treadmill walking improve pelvic and trunk motion in older adults-A randomized control trial. *Arch Gerontol Geriatr*. 2018;75:132-8.
6. Saez de Asteasu ML, Martinez-Velilla N, Zambom-Ferraresi F, Casas-Herrero A, Izquierdo M. Role of physical exercise on cognitive function in healthy older adults: A systematic review of randomized clinical trials. *Ageing Res Rev*. 2017;37:117-34.
7. Lowry KA, Brach JS, Nebes RD, Studenski SA, VanSwearingen JM. Contributions of cognitive function to straight- and curved-path walking in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(5):802-7.
8. Welch SA, Ward RE, Kurlinski LA, Kiely DK, Goldstein R, VanSwearingen J, et al. Straight and Curved Path Walking Among Older Adults in Primary Care: Associations With Fall-Related Outcomes. *Pm r*. 2016;8(8):754-60.
9. Soubra R, Chkeir A, Novella JL. A Systematic Review of Thirty-One Assessment Tests to Evaluate Mobility in Older Adults. *Biomed Res Int*. 2019;2019:1354362.
10. Hess RJ, Brach JS, Piva SR, VanSwearingen JM. Walking skill can be assessed in older adults: validity of the Figure-of-8 Walk Test. *Phys Ther*. 2010;90(1):89-99.

11. Hicheur H, Vieilledent S, Berthoz A. Head motion in humans alternating between straight and curved walking path: Combination of stabilizing and anticipatory orienting mechanisms. *Neuroscience Letters*. 2005;383(1):87-92.
12. Courtine G, Schieppati M. Human walking along a curved path. I. Body trajectory, segment orientation and the effect of vision. *Eur J Neurosci*. 2003;18(1):177-90.
13. Patla AE, Adkin A, Ballard T. Online steering: coordination and control of body center of mass, head and body reorientation. *Experimental Brain Research*. 1999;129(4):629-34.
14. Montero-Odasso M, Verghese J, Beauchet O, Hausdorff JM. Gait and cognition: a complementary approach to understanding brain function and the risk of falling. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60(11):2127-36.
15. Barker KL, Batting M, Schlüssel M, Newman M. The reliability and validity of the Figure of 8 Walk test in older people with knee replacement: does the setting have an impact? *Physiotherapy*. 2019;105(1):76-83.
16. Odonkor CA, Thomas JC, Holt N, Latham N, Vanswearingen J, Brach JS, et al. A comparison of straight- and curved-path walking tests among mobility-limited older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68(12):1532-9.
17. Hunter SW, Divine A, Omana H, Wittich W, Hill KD, Johnson AM, et al. Effect of Learning to Use a Mobility Aid on Gait and Cognitive Demands in People with Mild to Moderate Alzheimer's Disease: Part I - Cane. *J Alzheimers Dis*. 2019;71(s1):S105-s14.
18. Hunter SW, Divine A, Frengopoulos C, Montero Odasso M. A framework for secondary cognitive and motor tasks in dual-task gait testing in people with mild cognitive impairment. *BMC Geriatr*. 2018;18(1):202.
19. Wechsler K, Drescher U, Janouch C, Haeger M, Voelcker-Rehage C, Bock O. Multitasking During Simulated Car Driving: A Comparison of Young and Older Persons. *Front Psychol*. 2018;9:910.
20. Muir-Hunter SW, Wittwer JE. Dual-task testing to predict falls in community-dwelling older adults: a systematic review. *Physiotherapy*. 2016;102(1):29-40.
21. Orimo H, Ito H, Suzuki T, Araki A, Hosoi T, Sawabe M. Reviewing the definition of "elderly". *Geriatrics and Gerontology International*. 2006;6.
22. (TGRI) FoTGRaDI. SITUATION OF THE THAI ELDERLY 2014. 2016.

23. Pongiglione B, De Stavola BL, Ploubidis GB. A Systematic Literature Review of Studies Analyzing Inequalities in Health Expectancy among the Older Population. *PLoS One*. 2015;10(6):e0130747.
24. Guccione AA, Wong RA, Avers D. *GERIATRIC PHYSICAL THERAPY*. 3rd. Mosby. 2012.
25. Mendonca GV, Pezarat-Correia P, Vaz JR, Silva L, Heffernan KS. Impact of Aging on Endurance and Neuromuscular Physical Performance: The Role of Vascular Senescence. *Sports Med*. 2017;47(4):583-98.
26. Medeiros HB, de Araujo DS, de Araujo CG. Age-related mobility loss is joint-specific: an analysis from 6,000 Flexitest results. *Age (Dordr)*. 2013;35(6):2399-407.
27. Malafarina V, Úriz-Otano F, Iniesta R, Gil-Guerrero L. Sarcopenia in the elderly: Diagnosis, physiopathology and treatment. *Maturitas*. 2012;71(2):109-14.
28. Seidler RD, Bernard JA, Burutolu TB, Fling BW, Gordon MT, Gwin JT, et al. Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neurosci Biobehav Rev*. 2010;34(5):721-33.
29. Peterka RJ. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology*. 2002;88(3):1097-118.
30. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006;35 Suppl 2:ii7-ii11.
31. Sertel M, Sakızlı E, Bezgin S, Savcun Demirci C, Yıldırım Şahan T, Kurtoğlu F. The effect of single-tasks and dual-tasks on balance in older adults. *Cogent Social Sciences*. 2017;3(1):1330913.
32. Degani AM, Leonard CT, Danna-dos-Santos A. The effects of early stages of aging on postural sway: A multiple domain balance assessment using a force platform. *Journal of Biomechanics*. 2017;64:8-15.
33. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control: translating research into clinical practice*. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2017.
34. Osoba MY, Rao AK, Agrawal SK, Lalwani AK. Balance and gait in the elderly: A contemporary review. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2019;4(1):143-53.
35. Thiamwong L, Suwanno J. Fear of Falling and Related Factors in a Community-based Study of People 60 Years and Older in Thailand. *International Journal of*

Gerontology. 2017;11.

36. Pirker W, Katzenschlager R. Gait disorders in adults and the elderly : A clinical guide. Wiener klinische Wochenschrift. 2017;129(3-4):81-95.
37. Shimada H, Kim H, Yoshida H, Suzukawa M, Makizako H, Yoshida Y, et al. Relationship between Age-Associated Changes of Gait and Falls and Life-Space in Elderly People. J Phys Ther Sci. 2010;22(4):419-24.
38. Patel P, Lamar M, Bhatt T. Effect of Type of Cognitive Task and Walking Speed on Cognitive Motor Interference during Dual-Task Walking. Neuroscience. 2013;260.
39. Organization WH. WHO global report on falls prevention in older age. World Health Organization. 2007.
40. Allen CJ, Hannay WM, Murray CR, Straker RJ, Hanna MM, Meizoso JP, et al. Causes of death differ between elderly and adult falls. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2015;79(4):617-21.
41. Graafmans WC, Ooms ME, Hofstee HM, Bezemer PD, Bouter LM, Lips P. Falls in the elderly: a prospective study of risk factors and risk profiles. Am J Epidemiol. 1996;143(11):1129-36.
42. Safarpour M, Hosseini SR, Mohamadzade M, Bijani A, Fotouhi A. Predictors of Incidence of Fall in Elderly Women; A Six-Month Cohort Study. Bull Emerg Trauma. 2018;6(3):226-32.
43. Worapanwisit T, Prabpai S, Rosenberg E. Correlates of Falls among Community-Dwelling Elderly in Thailand. Journal of Aging Research. 2018;2018:1-10.
44. Chu YH, Tang PF, Peng YC, Chen HY. Meta-analysis of type and complexity of a secondary task during walking on the prediction of elderly falls. Geriatr Gerontol Int. 2013;13(2):289-97.
45. Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF. Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. J Gerontol. 1989;44(4):M112-7.
46. Gale CR, Westbury LD, Cooper C, Dennison EM. Risk factors for incident falls in older men and women: the English longitudinal study of ageing. BMC Geriatr. 2018;18(1):117.
47. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Engl J Med. 1988;319(26):1701-7.

48. Rubenstein LZ, Powers CM, MacLean CH. Quality indicators for the management and prevention of falls and mobility problems in vulnerable elders. *Ann Intern Med.* 2001;135(8 Pt 2):686-93.
49. Siparsky PN, Kirkendall DT, Garrett WE, Jr. Muscle changes in aging: understanding sarcopenia. *Sports Health.* 2014;6(1):36-40.
50. Tinetti ME, Richman D, Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. *J Gerontol.* 1990;45(6):P239-43.
51. Koch I, Poljac E, Müller H, Kiesel A. Cognitive Structure, Flexibility, and Plasticity in Human Multitasking-An Integrative Review of Dual-Task and Task-Switching Research. *Psychological Bulletin.* 2018;144.
52. Pashler H. Dual-task interference in simple tasks: data and theory. *Psychol Bull.* 1994;116(2):220-44.
53. Schumacher EH, Seymour TL, Glass JM, Fencsik DE, Lauber EJ, Kieras DE, et al. Virtually perfect time sharing in dual-task performance: uncorking the central cognitive bottleneck. *Psychol Sci.* 2001;12(2):101-8.
54. Al-Yahya E, Dawes H, Smith L, Dennis A, Howells K, Cockburn J. Cognitive motor interference while walking: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews.* 2011;35(3):715-28.
55. Chen HY, Tang PF. Factors Contributing to Single- and Dual-Task Timed "Up & Go" Test Performance in Middle-Aged and Older Adults Who Are Active and Dwell in the Community. *Phys Ther.* 2016;96(3):284-92.
56. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the Probability for Falls in Community-Dwelling Older Adults Using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy.* 2000;80(9):896-903.
57. Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. Attention, frailty, and falls: the effect of a manual task on basic mobility. *J Am Geriatr Soc.* 1998;46(6):758-61.
58. Rabaglietti E, De Lorenzo A, Brustio PR. The Role of Working Memory on Dual-Task Cost During Walking Performance in Childhood. *Frontiers in Psychology.* 2019;10(1754).
59. Tomas-Carus P, Biehl-Printes C, Pereira C, Veiga G, Costa A, Collado-Mateo D. Dual task performance and history of falls in community-dwelling older adults.

Experimental Gerontology. 2019;120:35-9.

60. Ansai JH, Aurichio TR, Rebelatto JR. Relationship between balance and dual task walking in the very elderly. *Geriatr Gerontol Int.* 2016;16(1):89-94.
61. Hofheinz M, Mibs M. The Prognostic Validity of the Timed Up and Go Test With a Dual Task for Predicting the Risk of Falls in the Elderly. *Gerontol Geriatr Med.* 2016;2:2333721416637798-.
62. Ponti M, Bet P, Oliveira CL, Castro PC. Better than counting seconds: Identifying fallers among healthy elderly using fusion of accelerometer features and dual-task Timed Up and Go. *PloS one.* 2017;12(4):e0175559-e.
63. Porciuncula F, Rao A, Mclsaac T. Aging-related decrements during specific phases of the dual-task Timed Up-and-Go test. *Aging clinical and experimental research.* 2015;28.
64. Wong SS, Yam MS, Ng SS. The Figure-of-Eight Walk test: reliability and associations with stroke-specific impairments. *Disabil Rehabil.* 2013;35(22):1896-902.
65. Bland K, Lowry K, Krajek A, Woods T, VanSwearingen J. Spatiotemporal variability underlying skill in curved-path walking. *Gait & Posture.* 2019;67:137-41.
66. Hunter SW, Divine A, Omana H, Wittich W, Hill KD, Johnson AM, et al. Effect of Learning to Use a Mobility Aid on Gait and Cognitive Demands in People with Mild to Moderate Alzheimer's Disease: Part II - 4-Wheeled Walker. *J Alzheimers Dis.* 2019;71(s1):S115-s24.
67. Shumway-Cook A, Woollacott M, Kerns KA, Baldwin M. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1997;52(4):M232-40.
68. Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 1997;77(8):812-9.
69. Whitney SL, Marchetti GF, Schade A, Wrisley DM. The sensitivity and specificity of the Timed "Up & Go" and the Dynamic Gait Index for self-reported falls in persons with vestibular disorders. *J Vestib Res.* 2004;14(5):397-409.
70. Wrisley D, Marchetti GF, Kuharshy DK, Hitney SL. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the Functional Gait Assessment 2004. 906-18 p.
71. Wrisley DM, Kumar NA. Functional gait assessment: concurrent, discriminative,

- and predictive validity in community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 2010;90(5):761-73.
72. Bonett D. Sample size requirements for estimating intraclass correlations with desired precision. *Stat Med.* 2002;21:1331-5.
73. Tang PF, Yang HJ, Peng YC, Chen HY. Motor dual-task Timed Up & Go test better identifies prefrailty individuals than single-task Timed Up & Go test. *Geriatr Gerontol Int.* 2015;15(2):204-10.
74. Weir J. Quantifying Test-Retest Reliability Using The Intraclass Correlation Coefficient and the SEM. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association.* 2005;19:231-40.
75. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice (3rd Edition).* 2015:628.
76. Swets JA. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science.* 1988;240(4857):1285-93.
77. Youden WJ. Index for rating diagnostic tests. *Cancer.* 1950;3(1):32-5.
78. Baratloo A, Hosseini M, Negida A, El Ashal G. Part 1: Simple Definition and Calculation of Accuracy, Sensitivity and Specificity. *Emerg (Tehran).* 2015;3(2):48-9.
79. Riley RD, Ahmed I, Debray TPA, Willis BH, Noordzij JP, Higgins JPT, et al. Summarising and validating test accuracy results across multiple studies for use in clinical practice. *Stat Med.* 2015;34(13):2081-103.
80. Fujii K, Kobayash M, Sato M, Asakawa Y. Relationship between straight and curved walking abilities among inpatients in the subacute phase according to walking independence level. *Phys Ther Rehabil Sci.* 2018;7(2):49-53.
81. Thigpen MT, Light KE, Creel GL, Flynn SM. Turning difficulty characteristics of adults aged 65 years or older. *Phys Ther.* 2000;80(12):1174-87.
82. Lord SR, Menz HB, Tiedemann A. A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention. *Phys Ther.* 2003;83(3):237-52.
83. Coyle PC, Perera S, Shuman V, VanSwearingen J, Brach JS. Development and Validation of Person-Centered Cut-Points for the Figure-of-8-Walk Test of Mobility in Community-Dwelling Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2020;75(12):2404-11.
84. Oh-Park M, Holtzer R, Mahoney J, Wang C, Raghavan P, Verghese J. Motor dual-

task effect on gait and task of upper limbs in older adults under specific task prioritization: pilot study. *Aging Clin Exp Res*. 2013;25(1):99-106.

85. Laessle U, Hoeck HC, Simonsen O, Voigt M. Residual attentional capacity amongst young and elderly during dual and triple task walking. *Human Movement Science*. 2008;27(3):496-512.

86. Ebersbach G, Dimitrijevic MR, Poewe W. Influence of concurrent tasks on gait: a dual-task approach. *Percept Mot Skills*. 1995;81(1):107-13.

87. Rydwik E, Bergland A, Forsén L, Frändin K. Psychometric Properties of Timed Up and Go in Elderly People: A Systematic Review. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics*. 2011;29:102-25.

88. Dontje ML, Dall PM, Skelton DA, Gill JMR, Chastin SFM, Seniors USPT. Reliability, minimal detectable change and responsiveness to change: Indicators to select the best method to measure sedentary behaviour in older adults in different study designs. *PloS one*. 2018;13(4):e0195424-e.

89. Buisseret F, Catinus L, Grenard R, Jojczyk L, Fievez D, Barvaux V, et al. Timed Up and Go and Six-Minute Walking Tests with Wearable Inertial Sensor: One Step Further for the Prediction of the Risk of Fall in Elderly Nursing Home People. *Sensors (Basel)*. 2020;20(11):3207.

90. Herman T, Giladi N, Hausdorff JM. Properties of the 'timed up and go' test: more than meets the eye. *Gerontology*. 2011;57(3):203-10.

91. Asai T, Oshima K, Fukumoto Y, Yonezawa Y, Matsuo A, Misu S. Does dual-tasking provide additional value in timed "up and go" test for predicting the occurrence of falls? A longitudinal observation study by age group (young-older or old-older adults). *Aging Clinical and Experimental Research*. 2020.

92. Schoene D, Wu SM, Mikolaizak AS, Menant JC, Smith ST, Delbaere K, et al. Discriminative ability and predictive validity of the timed up and go test in identifying older people who fall: systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2013;61(2):202-8.

93. Barry E, Galvin R, Keogh C, Horgan F, Fahey T. Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta- analysis. *BMC Geriatrics*. 2014;14(1):14.

94. Nualyong T, Siriphorn A. Reliability and validity of the figure of eight walk test with and without dual-task in older adults. International Physical Therapy Research Symposium 2021 Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. 2021:186-95.





APPENDIX

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

APPENDIX A

**ETHICAL APPROVAL GRANTED BY THE RESEARCH ETHICS REVIEW COMMITTEE FOR
RESEARCH INVOLVING HUMAN RESEARCH PARTICIPANTS, HEALTH SCIENCES
GROUP, CHULALONGKORN UNIVERSITY, THAILAND**

AF 02-12

The Research Ethics Review Committee for Research Involving Human Research
Participants, Group I, Chulalongkorn University
Jamjuree 1 Building, 2nd Floor, Phayathai Rd., Patumwan district, Bangkok 10330, Thailand,
Tel: 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 204/2020

Certificate of Approval

Study Title No. 101.2/63 : COMPARISON OF THE ACCURACY TO PREDICT FALLS OF THE
FIGURE OF 8 WALK TEST WITH AND WITHOUT DUAL-TASK IN
OLDER ADULTS

Principal Investigator : MISS TIDARAT NUALYONG

Place of Proposed Study/Institution : Faculty of Allied Health Sciences,
Chulalongkorn University

The Research Ethics Review Committee for Research Involving Human Research
Participants, Group I, Chulalongkorn University, Thailand, has approved constituted in accordance
with Belmont Report 1979, Declaration of Helsinki 2013, Council for International Organizations of
Medical Sciences (CIOM) 2016, Standards of Research Ethics Committee (SREC) 2013, and National
Policy and guidelines for Human Research 2015.

Signature: *Prida Tasanapradit* Signature: *Raveenam Mingpakane*
(Associate Prof. Prida Tasanapradit, M.D.) (Assistant Prof. Raveenam Mingpakane, Ph.D.)
Chairman Secretary

Date of Approval : 9 September 2020 Approval Expire date : 8 September 2021

The approval documents including;

- 1) Research proposal
- 2) Participant Information Sheet and Consent Form
- 3) Researcher
- 4) Questionnaires
- 5) Advertising leaflet

 Protocol No. 101.2/63
Date of Approval: 9 SEP 2020
Approval Expire Date: 8 SEP 2021

The approved investigator must comply with the following conditions:

1. It's unethical to collect data of research participants before the project has been approved by the committee.
2. The research/project activities must end on the approval expired date. To renew the approval, it can be applied one month prior to the expired date with submission of progress report.
3. Strictly conduct the research/project activities as written in the proposal.
4. Using only the documents that bearing the RECCU's seal of approval: research tools, information sheet, consent form, invitation letter for research participation (if applicable).
5. Report to the RECCU for any serious adverse events within 5 working days.
6. Report to the RECCU for any amendment of the research project prior to conduct the research activities.
7. Report to the RECCU for termination of the research project within 2 weeks with reasons.
8. Final report (AF 01-15) and abstract is required for a one year (or less) research/project and report within 30 days after the completion of the research/project.
9. Research project with several phases; approval will be approved phase by phase, progress report and relevant documents for the next phase must be submitted for review.
10. The committee reserves the right to site visit to follow up how the research project being conducted.
11. For external research proposal the dean or head of department oversees how the research being conducted.

Figure 14. Ethical approval granted

APPENDIX B
SCREENING QUESTIONNAIRE

แบบสอบถาม
โครงการวิจัยเรื่อง

ผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัย

หมายเลข :

วันที่ :/...../.....

(ภาษาไทย): การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์การล้มของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดโดยมีและไม่มีการทำงานสองอย่างพร้อมกันในผู้สูงอายุ

(ภาษาอังกฤษ): COMPARISON OF THE ACCURACY TO PREDICT FALLS OF THE FIGURE OF 8 WALK TEST WITH AND WITHOUT DUAL-TASK IN OLDER ADULTS

เกณฑ์การคัดเข้าร่วมโครงการวิจัย

- ผู้สูงอายุ 60 – 80 ปี (ทั้งเพศชายและหญิง)
- สามารถเดินได้เองอย่างน้อย 6 เมตร โดยไม่หยุดพัก
- สามารถติดต่อได้ทางโทรศัพท์ (เป็นระยะเวลา 6 เดือน)

เกณฑ์การคัดออกจากโครงการวิจัย

- มีประวัติเป็นโรคที่มีความบกพร่องและไม่สามารถแก้ไขได้ทางการมองเห็น เช่น มีปัญหาสายตาสายตาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยเลนส์ เป็นต้น
- มีประวัติเป็นโรคที่มีผลต่อการเคลื่อนไหวและการทำกิจกรรม เช่น โรคข้อเข่าเสื่อมที่ไม่สามารถเข้าร่วมการทดสอบได้, เวียนศีรษะบ้านหมุน, โรคหลอดเลือดสมอง และ โรคพาร์กินสัน เป็นต้น
- มีประวัติการบาดเจ็บบริเวณขาที่ส่งผลต่อการเดิน เช่น การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า/สะโพก เป็นต้น
- ไม่สามารถเข้าใจหรือปฏิบัติตามคำสั่งได้
- มีอาการเวียนศีรษะ หรือบ้านหมุน ในวันที่ทำการทดสอบ
- มีอาการเจ็บ/ปวด/เมื่อยล้าของขา ในวันที่ทำการทดสอบ
- มีประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ก่อนทำการทดสอบภายใน 24 ชั่วโมง

สรุปผล ผ่านเกณฑ์ ไม่ผ่านเกณฑ์

ผู้คัดกรอง.....

APPENDIX C
COLLECTING DATA FORM I

แบบบันทึกข้อมูล (สำหรับการศึกษาที่ 1)

ผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัย หมายเลข :

วันที่ :/...../.....

โครงการวิจัยเรื่อง

(ภาษาไทย): การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์การล้มของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดโดยมีและไม่มีการทำงานสองอย่างพร้อมกันในผู้สูงอายุ

(ภาษาอังกฤษ): COMPARISON OF THE ACCURACY TO PREDICT FALLS OF THE FIGURE OF 8 WALK TEST WITH AND WITHOUT DUAL-TASK IN OLDER ADULTS

ส่วนที่ 1. ลักษณะข้อมูลประชากร

1. อายุ ปี
2. เพศ หญิง ชาย
3. ค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) กิโลกรัมต่อตารางเมตร (kg/m^2)
(น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เมตร)
4. ประวัติการหกล้มในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา จำนวน..... ครั้ง

ส่วนที่ 1.1 คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่กำหนด เพื่อประเมินความถี่, ลักษณะการหกล้ม, สถานที่ และการบาดเจ็บ (52) (ประวัติการหกล้มใน 6 เดือนที่ผ่านมา)

ความถี่, ลักษณะ, สถานที่ และการบาดเจ็บจากการล้ม	จำนวน (✓)
สถานที่หกล้ม	
● ภายในบ้าน	
● รอบตัวบ้าน	
● บริเวณในชุมชน	
● บริเวณนอกชุมชน	
ลักษณะหรือสาเหตุการหกล้ม	
● สะดุด (Tripped on an external object)	
● ลื่น (Slipped)	
● สูญเสียการทรงตัว (Loss of balance)	
● ก้าวขาผิดจังหวะหรือก้าวพลาด (Missed step)	
● กล้ามเนื้ออ่อนแรง (Muscle weakness)	
● อื่นๆ ระบุ ...	
กิจกรรมที่ทำขณะหกล้ม	
● หกล้มขณะเดิน	
● หกล้มขึ้น-ลง บันได	
● หกล้มขณะเอื้อมหยิบของ	
● หกล้มขณะลุกยืน หรือเปลี่ยนท่าทาง	
● อื่นๆ ระบุ ...	
การบาดเจ็บจากการหกล้มที่เกิดขึ้น	
● กระดูกหัก	
● ไม่มีกระดูกหัก แต่มีการบาดเจ็บอื่นๆ เช่น ฟกช้ำ แผลถลอก เป็นต้น	
● ไม่มีการบาดเจ็บ	

หมายเหตุ:

.....

ส่วนที่ 2. แบบบันทึกการประเมิน (วันประเมิน:/...../.....) ผู้ประเมิน.....

การทดสอบ	(1) การเดินเป็นรูปเลขแปด แบบปกติ (F8W - Usual walk)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

การทดสอบ	(2) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการลบเลขทีละ 3 ไปเรื่อย ๆ (F8W – Cognitive)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

การทดสอบ	(3) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการถือถาดที่มีแก้วน้ำวางอยู่ (F8W – Motor)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

ส่วนที่ 3 การติดตามจำนวนการหกล้มภายในระยะ 6 เดือน หลังจากการประเมินครั้งแรก

การประเมิน							
จำนวนการหกล้มที่เกิดขึ้น (ภายในระยะ 6 เดือน หลังจากการ ประเมินในครั้งแรก)	เดือน						จำนวน การหกล้ม ทั้งหมด (ครั้ง)
	1	2	3	4	5	6	
● 0 ครั้ง							
● 1 ครั้ง							
● 2 ครั้ง							
● 3 ครั้ง							
● ≥ 3 ครั้ง (ระบุจำนวน ครั้ง)							

ส่วนที่ 3.1 คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่กำหนด เพื่อประเมินความถี่, ลักษณะการหกล้ม, สถานที่ และการบาดเจ็บ(52) (ติดตามการหกล้มภายใน 6 เดือน)

ความถี่, ลักษณะ, สถานที่ และการบาดเจ็บจากการล้ม	การหกล้ม (✓) ในเดือนที่					
	1	2	3	4	5	6
สถานที่หกล้ม						
● ภายในบ้าน						
● รอบตัวบ้าน						
● บริเวณในชุมชน						
● บริเวณนอกชุมชน						
ลักษณะหรือสาเหตุการหกล้ม						
● สะดุด (Tripped on an external object)						
● ลื่น (Slipped)						
● สูญเสียการทรงตัว (Loss of balance)						
● ก้าวขาผิดจังหวะหรือก้าวพลาด (Missed step)						
● กล้ามเนื้ออ่อนแรง (Muscle weakness)						
● อื่นๆ ระบุ ...						
กิจกรรมที่ทำขณะหกล้ม						
● หกล้มขณะเดิน						
● หกล้มขึ้น-ลง บันได						
● หกล้มขณะเอื้อมหยิบของ						
● หกล้มขณะลุกยืน หรือเปลี่ยนท่าทาง						
● อื่นๆ ระบุ ...						
การบาดเจ็บจากการหกล้มที่เกิดขึ้น						
● กระดูกหัก						
● ไม่มีกระดูกหัก แต่มีการบาดเจ็บอื่นๆ เช่น ฟก ช้ำ แผลถลอก เป็นต้น						
● ไม่มีการบาดเจ็บ						

หมายเหตุ:

APPENDIX D
COLLECTING DATA FORM II

แบบบันทึกข้อมูล (สำหรับการศึกษาที่ 2)

ผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัย หมายเลข :

วันที่ :/...../.....

โครงการวิจัยเรื่อง

(ภาษาไทย): การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์การล้มของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดโดยมีและไม่มีการทำงานสองอย่างพร้อมกันในผู้สูงอายุ

(ภาษาอังกฤษ): COMPARISON OF THE ACCURACY TO PREDICT FALLS OF THE FIGURE OF 8 WALK TEST WITH AND WITHOUT DUAL-TASK IN OLDER ADULTS

ส่วนที่ 1. ลักษณะข้อมูลประชากร

1. อายุ ปี
2. เพศ หญิง ชาย
3. ค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) กิโลกรัมต่อตารางเมตร (kg/m^2)
(น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เมตร)
4. ประวัติการหกล้มในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา จำนวน..... ครั้ง

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่กำหนด เพื่อประเมินความถี่, ลักษณะการหกล้ม, สถานที่ และการบาดเจ็บ (52) (ประวัติการหกล้มในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา)

ความถี่, ลักษณะ, สถานที่ และการบาดเจ็บจากการล้ม	จำนวน (✓)
สถานที่หกล้ม	
● ภายในบ้าน	
● รอบตัวบ้าน	
● บริเวณในชุมชน	
● บริเวณนอกชุมชน	
ลักษณะหรือสาเหตุการหกล้ม	
● สะดุด (Tripped on an external object)	
● ลื่น (Slipped)	
● สูญเสียการทรงตัว (Loss of balance)	
● ก้าวขาผิดจังหวะหรือก้าวพลาด (Missed step)	
● กล้ามเนื้ออ่อนแรง (Muscle weakness)	
● อื่นๆ ระบุ ...	
กิจกรรมที่ทำขณะหกล้ม	
● หกล้มขณะเดิน	
● หกล้มขึ้น-ลง บันได	
● หกล้มขณะเอื้อมหยิบของ	
● หกล้มขณะลุกยืน หรือเปลี่ยนท่าทาง	
● อื่นๆ ระบุ ...	
การบาดเจ็บจากการหกล้มที่เกิดขึ้น	
● กระดูกหัก	
● ไม่มีกระดูกหัก แต่มีการบาดเจ็บอื่นๆ เช่น ฟกช้ำ แผลถลอก เป็นต้น	
● ไม่มีการบาดเจ็บ	

หมายเหตุ:

.....

ส่วนที่ 2. แบบบันทึกการประเมิน (วันประเมิน:/...../.....) ผู้ประเมินคนที่ 1.....

การทดสอบ	(1) การเดินเป็นรูปเลขแปด แบบปกติ (F8W - Usual walk)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

การทดสอบ	(2) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการลบเลขทีละ 3 ไปเรื่อย ๆ (F8W – Cognitive)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

การทดสอบ	(3) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการถือถาดที่มีแก้วน้ำวางอยู่ (F8W – Motor)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

ส่วนที่ 3. แบบบันทึกการประเมิน (วันประเมิน:/...../.....) ผู้ประเมินคนที่ 2.....

การทดสอบ	(1) การเดินเป็นรูปเลขแปด แบบปกติ (F8W - Usual walk)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

การทดสอบ	(2) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการลบเลขทีละ 3 ไปเรื่อย ๆ (F8W – Cognitive)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

การทดสอบ	(3) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการถือถาดที่มีแก้วน้ำวางอยู่ (F8W – Motor)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

ส่วนที่ 4. แบบบันทึกการประเมิน (วันประเมิน:/...../.....) ผู้ประเมินคนที่ 1.....

การทดสอบ	(1) การเดินเป็นรูปเลขแปด แบบปกติ (F8W - Usual walk)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

การทดสอบ	(2) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการลบเลขทีละ 3 ไปเรื่อย ๆ (F8W – Cognitive)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

การทดสอบ	(3) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการถือถาดที่มีแก้วน้ำวางอยู่ (F8W – Motor)				หมายเหตุ
การเดินเป็นรูปเลขแปด (F8W)	การวัดด้วยเวลา (F8W time) หน่วย วินาที (s)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	
	การวัดด้วยจำนวนก้าว (F8W steps) หน่วย จำนวนก้าว (n)				
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (จำนวนก้าว)	

การทดสอบ	(4) ความสามารถในการทรงตัวด้วย Time Up and Go Test (TUG)			หมายเหตุ
ความสามารถในการทรงตัวด้วย Time Up and Go Test	การวัดด้วยเวลา หน่วย วินาที (s)			
	ครั้งที่ 1.	ครั้งที่ 2.	ครั้งที่ 3.	ค่าเฉลี่ย (วินาที)



APPENDIX E
PARTICIPANTS INFORMATION SHEET AND PARTICIPANTS INFORMED
CONSENT FORM I

**เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
และหนังสือแสดงยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
(สำหรับการศึกษาที่ 1)**

ชื่อโครงการ	การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์การล้มของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดโดยมีและไม่มีการทำงานสองอย่างพร้อมกันในผู้สูงอายุ
ชื่อผู้วิจัย	นางสาวธิดารัตน์ นวลยง ตำแหน่ง นิสิตปริญญาโท
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.อัครเดช ศิริพร
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย	ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 154 ถ.พระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์มือถือ 0 8301 0115 8, E-mail: numwhanasha@gmail.com

ขอเรียนเชิญให้เป็นผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยนี้ ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัยนี้ โปรดทำความเข้าใจว่า งานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

1. งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดโดยมีและไม่มีการทำงานสองอย่างพร้อมกันในผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์การล้มของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดโดยมีและไม่มีการทำงานสองอย่างพร้อมกันในผู้สูงอายุ

2. รายละเอียดของผู้เข้าร่วมการวิจัยและคุณสมบัติ

- ผู้ที่มี อายุ 60–80 ปี จำนวน 80 คน
- มีเกณฑ์การคัดเข้า/เกณฑ์การคัดออก ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า

- ท่านมีอายุระหว่าง 60 – 80 ปี (ทั้งเพศชายและหญิง)
- สามารถเดินได้ด้วยตนเองเป็นระยะทางอย่างน้อย 6 เมตร
- สามารถติดต่อได้ทางโทรศัพท์

เกณฑ์การคัดออก

- ไม่สามารถเข้าใจและปฏิบัติตามคำสั่งได้อย่างถูกต้อง
- มีประวัติความผิดปกติทางสายตาที่ไม่สามารถแก้ไขได้
- มีประวัติทางโรคที่มีผลต่อการเคลื่อนไหวหรือการทำกิจกรรม เช่น ข้อเข่าเสื่อม, เวียนศีรษะบ้านหมุน, โรคหลอดเลือดสมอง และโรคพาร์กินสัน เป็นต้น
- มีประวัติการบาดเจ็บของขาที่ส่งผลต่อการเดิน เช่น การได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าหรือข้อสะโพก เป็นต้น
- มีอาการเวียนศีรษะในวันที่ทำการทดสอบ
- มีอาการปวดหรือล้าของขาในวันที่ทำการทดสอบ
- มีประวัติการดื่มสุรารายใน 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ
- วิธีการได้มาซึ่งกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยผู้วิจัยตีพิมพ์ประกาศเชิญชวน และ/หรือ ใช้การเชิญชวนท่านโดยวาจา
บริเวณสถานที่ดำเนินการวิจัย ในชุมชน/ชุมชนผู้สูงอายุ บริเวณดังนี้
 1. กรุงเทพมหานคร ได้แก่ บริเวณคณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ชมรมผู้สูงอายุเขตบางเขนและเขตปทุมวัน
 2. จังหวัดนนทบุรี (อำเภอ เมืองนนทบุรี, บางบัวทอง และปากเกร็ด) ได้แก่ บริเวณ ชมรมผู้สูงอายุเทศบาลนครนนทบุรี, ตลาดขวัญ, วัดลานนาบุญ, สนามบินน้ำ, รัตนาธิเบศร์, บางรักพัฒนา, ปากเกร็ดร่วมใจ, ท่าอิฐ, ชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า และศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ
 3. จังหวัดลพบุรี (อำเภอ เมืองลพบุรี) ได้แก่ ชมรมผู้สูงอายุตำบลโพธิ์เก้าต้น และชมรมผู้สูงอายุถนนใหญ่

เนื่องจากเป็นสถานที่ที่สามารถเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากร ทั้งนี้ได้ขออนุญาตหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดังกล่าว เพื่อดำเนินการตีพิมพ์ประกาศเชิญชวนในบริเวณพื้นที่สำหรับตีพิมพ์ประกาศ/ประชาสัมพันธ์ของแต่ละพื้นที่หรือหน่วยงานนั้น และขออนุญาตเพื่อใช้สถานที่ในการดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัย รวมทั้งข้อมูลในใบประชาสัมพันธ์จะแสดงข้อมูลรายละเอียดของผู้เข้าร่วมการวิจัยและข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ เพื่อติดต่อหรือสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้

- เหตุผลที่ท่านได้รับเชิญเข้าร่วมโครงการวิจัย เนื่องจากท่านมีคุณสมบัติตรงตามลักษณะของผู้เข้าร่วมการวิจัย และผ่านเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออกทุกประการ

3. การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ตามเกณฑ์การคัดเข้า-คัดออก

- ท่านจะต้องผ่านการคัดกรองก่อนจึงจะเป็นผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้
- การคัดกรองทำโดยใช้แบบสอบถาม ได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง และประวัติการล้มในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา เป็นต้น ใช้เวลาในการคัดกรองประมาณ 20 นาที สถานที่ดำเนินการวิจัย ในชุมชน/ชุมชนผู้สูงอายุ บริเวณดังนี้

1. กรุงเทพมหานคร ได้แก่ บริเวณคณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ชมรมผู้สูงอายุเขตบางเขนและเขตปทุมวัน

2. จังหวัดนนทบุรี (อำเภอ เมืองนนทบุรี, บางบัวทอง และปากเกร็ด) ได้แก่ บริเวณ ชมรมผู้สูงอายุเทศบาลนครนนทบุรี, ตลาดขวัญ, วัดลานนาบุญ, สนามบินน้ำ, รัตนาธิเบศร์, บางรักพัฒนา, ปากเกร็ดร่วมใจ, ท่าอิฐ, ชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า และศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ

3. จังหวัดลพบุรี (อำเภอ เมืองลพบุรี) ได้แก่ ชมรมผู้สูงอายุตำบลโพธิ์เก้าต้น และชมรมผู้สูงอายุถนนใหญ่

- ในการคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยนั้น หากพบว่าท่านไม่อยู่ในเกณฑ์คัดเข้าหรือพบความผิดปกติ เช่น ความผิดปกติในการทรงตัว เป็นต้น ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบและให้คำแนะนำในการออกกำลังกาย เพื่อลดความผิดปกติดังกล่าวหรือแนะนำให้เข้ารับการตรวจประเมินโดยละเอียดจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญต่อไป

4. การเข้าร่วมงานวิจัยมีการดำเนินการ ดังนี้

- เมื่อท่านยินยอมในการเข้าร่วมโครงการวิจัยและลงนามเอกสารแสดงเจตนาในการยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยได้รับการบอกกล่าวและเต็มใจแล้ว จะมีขั้นตอนที่จะขอให้ท่านปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการคัดกรอง

ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย และประโยชน์ของการวิจัย

ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์ประวัติทั่วไป และประวัติการเจ็บป่วย ได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก

ส่วนสูง และประวัติการล้มในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา เป็นต้น และประเมินความพร้อมของร่างกาย ใช้เวลาประมาณ 20 นาที

2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

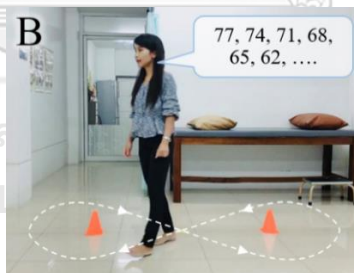
ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนในการทดสอบแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย และใส่เข็มขัดบริเวณเอวของผู้เข้าร่วมวิจัย จากนั้นทำการสุ่มลำดับการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยท่านจะได้รับการทดสอบทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ

- 1.) การเดินเป็นรูปเลขแปด (ดังรูปที่ 1)
- 2.) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการลบเลขที่ละ 3 ไปเรื่อย ๆ (ดังรูปที่ 2)
- 3.) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการถือถาดที่มีแก้วน้ำวางอยู่ (ดังรูปที่ 3)

โดยทำรูปแบบละ 3 รอบ ระหว่างการทดสอบแต่ละรูปแบบ มีระยะเวลาในการพัก 1 นาที ทั้งนี้ผู้วิจัยจะเดินตามและอยู่ในระยะที่สามารถเข้าไปช่วยประคองได้ทันทีหากเสียการทรงตัว



รูปที่ 1. การเดินเป็นรูปเลขแปด



รูปที่ 2. การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการลบเลขที่ละ 3 ไปเรื่อย ๆ



รูปที่ 3. การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการถือถาดที่มีแก้วน้ำวางอยู่

ผู้วิจัยจะบันทึกระยะเวลาและจำนวนก้าวในแต่ละครั้งของการทดสอบ ในขั้นตอนการเก็บข้อมูล ใช้เวลาประมาณ 10 นาที รวมระยะเวลาทั้งหมดของขั้นตอนการคัดกรองและการเก็บข้อมูล คือ 30 นาที เมื่อจบการทดสอบแล้ว ผู้วิจัยจะขอโทรศัพท์ถามว่า มีการหกล้มหรือไม่ เดือนละ 1 ครั้ง โดยแต่ละครั้งใช้เวลาไม่เกิน 5 นาที เป็นเวลา 6 เดือน นอกจากนี้การคัดกรองและการเก็บข้อมูล จะดำเนินการภายใต้การดูแลของ นักกายภาพบำบัด ซึ่งมีใบประกอบวิชาชีพอย่างใกล้ชิด และดำเนินการในบริเวณชุมชน/ชุมชนผู้สูงอายุ ดังนี้

1. กรุงเทพมหานคร ได้แก่ บริเวณคณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ชมรมผู้สูงอายุเขตบางเขนและเขตปทุมวัน
2. จังหวัดนนทบุรี (อำเภอ เมืองนนทบุรี, บางบัวทอง และปากเกร็ด) ได้แก่ บริเวณ ชมรมผู้สูงอายุเทศบาลนครนนทบุรี, ตลาดขวัญ, วัดลานนาบุญ, สนามบินน้ำ, รัตนาธิเบศร์, บางรักพัฒนา, ปากเกร็ดร่วมใจ, ท่าอิฐ, ชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า และศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ
3. จังหวัดลพบุรี (อำเภอ เมืองลพบุรี) ได้แก่ ชมรมผู้สูงอายุตำบลโพธิ์เก้าต้น และชมรมผู้สูงอายุถนนใหญ่

5. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็น**ความลับ** หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

6. ข้อมูลส่วนตัวของท่านจะถูกเก็บรักษาไว้ และจะได้รับการปกปิดเป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย และการรายงานผลจะรายงานเป็นข้อมูลส่วนรวม ซึ่งจะไม่สามารถติดตามมาถึงท่านได้ และ**ข้อมูลดังกล่าวจะถูกทำลายทันทีเมื่อเสร็จสิ้นโครงการวิจัย**

7. ความเสี่ยง/อันตราย ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมงานวิจัย

- ท่านมีความเสี่ยงที่จะล้มขณะทดสอบ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการอย่างรอบคอบและให้ความระมัดระวังเป็นอย่างดี รวมทั้งเพิ่มความปลอดภัยในระหว่างที่ดำเนินการทดสอบ โดยใส่เข็มขัดบริเวณเอวของท่าน และอยู่ทางด้านข้างเพื่อคอยระวังอันตรายตลอดการทดสอบ หากพบว่าท่านกำลังเสียการทรงตัว ผู้วิจัยจะประคองท่านทันที เพื่อป้องกันการหกล้ม อย่างไรก็ตาม หากเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยในครั้งนี้ หรือเป็นลม วิงเวียนศีรษะ ผู้วิจัยจะดำเนินการปฐมพยาบาลเบื้องต้น และนำท่านส่งโรงพยาบาลที่ใกล้เคียงทันที และประสานงานกับต้นสังกัด

เพื่อให้ท่านพบแพทย์และดำเนินขั้นตอนการบริการอย่างรวดเร็ว โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่ารักษาพยาบาลทั้งหมด

8. ประโยชน์ในการเข้าร่วมการวิจัยและของงานวิจัย

- การวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย โดยท่านจะทราบถึงผลการตรวจร่างกายเบื้องต้นและความเสี่ยงต่อการเกิดการล้ม
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้ คือ ผลของการวิจัยจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพยากรณ์ความเสี่ยงในการล้มขณะทำงานสองอย่างในผู้สูงอายุโดยใช้การทดสอบด้วยการเดินเป็นรูปเลขแปด

9. ในการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ท่านจะได้รับค่าชดเชยการเสียเวลา หลังเสร็จโครงการวิจัยเป็นจำนวน คนละ 300 บาท และในกรณี สำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เข้าร่วมการคัดกรอง แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ ท่านจะรับการชดเชยการเสียเวลา เป็นของที่ระลึก (ถุงผ้าลดโลกร้อน จำนวน 1 ใบ)

10. การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดย**สมัครใจ** สามารถ**ปฏิเสธ**ที่จะเข้าร่วมหรือ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ **โดยไม่ต้องให้เหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับแต่ประการใด**

11. **หากมีข้อสงสัย** โปรดสอบถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ท่านทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

12. **หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าว** สามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัย และเข้าใจข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทุกประการแล้ว
จึงลงนามยินยอม เข้าร่วมการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และได้รับเอกสารไว้ 1 ชุดแล้ว

ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

(นางสาวธิดารัตน์ นวลยง)

(.....)

ผู้วิจัยหลัก

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

วันที่...../...../.....

วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

วันที่...../...../.....



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

APPENDIX F
PARTICIPANTS INFORMATION SHEET AND PARTICIPANTS INFORMED
CONSENT FORM II

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

และหนังสือแสดงยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

(สำหรับการศึกษาที่ 2)

ชื่อโครงการ	การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์การล้มของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดโดยมีและไม่มีการทำงานสองอย่างพร้อมกันในผู้สูงอายุ
ชื่อผู้วิจัย	นางสาวธิดารัตน์ นวลยง ตำแหน่ง นิสิตปริญญาโท
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.อัศวเดช ศิริพร
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย	ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 154 ถ.พระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์มือถือ 0 8301 0115 8, E-mail: numwhanasha@gmail.com

ขอเรียนเชิญให้เป็นผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยนี้ ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัยนี้ โปรดทำความเข้าใจว่า งานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

1. งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดโดยมีและไม่มีการทำงานสองอย่างพร้อมกันในผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อทดสอบความเชื่อถือได้และความตรงของการทดสอบการเดินเป็นรูปเลขแปดแบบดัดแปลงร่วมกับการทำงานสองอย่างในเวลาเดียวกันในผู้สูงอายุ

2. รายละเอียดของผู้เข้าร่วมการวิจัยและคุณสมบัติ

- ผู้ที่มี อายุ 60 – 80 ปี จำนวน 16 คน
- มีเกณฑ์การคัดเข้า/เกณฑ์การคัดออก ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า

- ท่านมีอายุระหว่าง 60 – 80 ปี (ทั้งเพศชายและหญิง)
- สามารถเดินได้ด้วยตนเองเป็นระยะทางอย่างน้อย 6 เมตร
- สามารถติดต่อได้ทางโทรศัพท์

เกณฑ์การคัดออก

- ไม่สามารถเข้าใจและปฏิบัติตามคำสั่งได้อย่างถูกต้อง
- มีประวัติความผิดปกติทางสายตาที่ไม่สามารถแก้ไขได้
- มีประวัติทางโรคที่มีผลต่อการเคลื่อนไหวหรือการทำกิจกรรม เช่น ข้อเข่าเสื่อม, เวียนศีรษะบ้านหมุน, โรคหลอดเลือดสมอง และโรคพาร์กินสัน เป็นต้น
- มีประวัติการบาดเจ็บของขาที่ส่งผลต่อการเดิน เช่น การได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าหรือข้อสะโพก เป็นต้น
- มีอาการเวียนศีรษะในวันที่ทำการทดสอบ
- มีอาการปวดหรือล้าของขาในวันที่ทำการทดสอบ
- มีประวัติการดื่มสุรารายใน 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ
- วิธีการได้มาซึ่งกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยผู้วิจัยติดประกาศเชิญชวน และ/หรือ ใช้การเชิญชวนท่านโดยวาจา บริเวณสถานที่ดำเนินการวิจัย ในชุมชน/ชุมชนผู้สูงอายุ บริเวณดังนี้
 1. กรุงเทพมหานคร ได้แก่ บริเวณคณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ชมรมผู้สูงอายุเขตบางเขนและเขตปทุมวัน
 2. จังหวัดนนทบุรี (อำเภอ เมืองนนทบุรี, บางบัวทอง และปากเกร็ด) ได้แก่ บริเวณ ชมรมผู้สูงอายุเทศบาลนครนนทบุรี, ตลาดขวัญ, วัดลานนาบุญ, สนามบินน้ำ, รัตนาธิเบศร์, บางรักพัฒนา, ปากเกร็ดร่วมใจ, ท่าอิฐ, ชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า และศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ
 3. จังหวัดลพบุรี (อำเภอ เมืองลพบุรี) ได้แก่ ชมรมผู้สูงอายุตำบลโพธิ์เก้าต้น และชมรมผู้สูงอายุถนนใหญ่

เนื่องจากเป็นสถานที่ที่สามารถเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากร ทั้งนี้ได้ขออนุญาตหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดังกล่าว เพื่อดำเนินการติดประกาศเชิญชวนในบริเวณพื้นที่สำหรับติดป้ายประกาศ/ประชาสัมพันธ์ของแต่ละพื้นที่หรือหน่วยงานนั้น และขออนุญาตเพื่อใช้สถานที่ในการดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัย รวมทั้งข้อมูลใน ใบประชาสัมพันธ์จะแสดงข้อมูลรายละเอียดของผู้เข้าร่วมการวิจัยและข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ เพื่อติดต่อหรือสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้

- เหตุผลที่ท่านได้รับเชิญเข้าร่วมโครงการวิจัย เนื่องจากท่านมีคุณสมบัติตรงตามลักษณะของผู้เข้าร่วมการวิจัย และผ่านเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออกทุกประการ

3. การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ตามเกณฑ์การคัดเข้า-คัดออก

- ท่านจะต้องผ่านการคัดกรองก่อนจึงจะเป็นผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้
- การคัดกรองทำโดยใช้แบบสอบถาม ได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง และประวัติการล้มในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา เป็นต้น ใช้เวลาในการคัดกรองประมาณ 20 นาที สถานที่ดำเนินการวิจัย ในชุมชน/ชุมชนผู้สูงอายุ บริเวณดังนี้

1. กรุงเทพมหานคร ได้แก่ บริเวณคณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ชมรมผู้สูงอายุเขตบางเขนและเขตปทุมวัน

2. จังหวัดนนทบุรี (อำเภอ เมืองนนทบุรี, บางบัวทอง และปากเกร็ด) ได้แก่ บริเวณ ชมรมผู้สูงอายุเทศบาลนครนนทบุรี, ตลาดขวัญ, วัดลานนาบุญ, สนามบินน้ำ, รัตนาธิเบศร์, บางรักพัฒนา, ปากเกร็ดร่วมใจ, ท่าอิฐ, ชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า และศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ

3. จังหวัดลพบุรี (อำเภอ เมืองลพบุรี) ได้แก่ ชมรมผู้สูงอายุตำบลโพธิ์เก้าต้น และชมรมผู้สูงอายุถนนใหญ่

- ในการคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยนั้น หากพบว่าท่านไม่อยู่ในเกณฑ์คัดเข้าหรือพบความผิดปกติ เช่น ความผิดปกติในการทรงตัว เป็นต้น ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบและให้คำแนะนำในการออกกำลังกาย เพื่อลดความผิดปกติดังกล่าวหรือแนะนำให้เข้ารับการตรวจประเมินโดยละเอียดจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญต่อไป

4. การเข้าร่วมงานวิจัยมีการดำเนินการ ดังนี้

- เมื่อท่านยินยอมในการเข้าร่วมโครงการวิจัยและลงนามเอกสารแสดงเจตนาในการยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยได้รับการบอกกล่าวและเต็มใจแล้ว จะมีขั้นตอนที่จะขอให้ท่านปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการคัดกรอง

ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย และประโยชน์ของการวิจัย

ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์ประวัติทั่วไป และประวัติการเจ็บป่วย ได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง และประวัติการล้มในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา เป็นต้น และประเมินความพร้อมของร่างกาย ใช้เวลาประมาณ 20 นาที

2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนในการทดสอบแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย และใส่เข็มขัดบริเวณเอวของผู้เข้าร่วมวิจัย จากนั้นทำการสุ่มลำดับการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยท่านจะได้รับการทดสอบทั้งสิ้น 2 ครั้ง ดังนี้

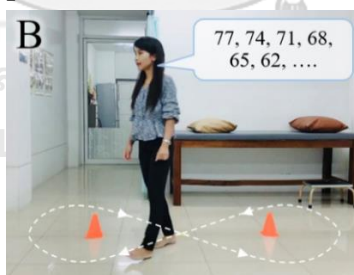
ครั้งที่ 1 ผู้วิจัยคนที่ 1 และ 2 จะทำการทดสอบท่าน 3 รูปแบบ คือ

- 1.) การเดินเป็นรูปเลขแปด (ดังรูปที่ 1)
- 2.) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการลบเลขที่ละ 3 ไปเรื่อย ๆ (ดังรูปที่ 2)
- 3.) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการถือถาดที่มีแก้วน้ำวางอยู่ (ดังรูปที่ 3)

โดยทำรูปแบบละ 3 รอบ ระหว่างการทดสอบแต่ละรูปแบบ มีระยะเวลาในการพัก 1 นาที และในแต่ละครั้ง มีระยะเวลาพักระหว่างครั้ง 10 นาที ทั้งนี้ผู้วิจัยจะเดินตามและอยู่ในระยะที่สามารถเข้าไปช่วยประคองได้ทันทีหากเสียการทรงตัว



รูปที่ 1. การเดินเป็นรูปเลขแปด



รูปที่ 2. การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการลบเลขที่ละ 3 ไปเรื่อย ๆ



รูปที่ 3. การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการถือถาดที่มีแก้วน้ำวางอยู่

ผู้วิจัยจะบันทึกระยะเวลาและจำนวนก้าวในแต่ละครั้งของการทดสอบ และจะทำการวัดซ้ำอีกครั้ง ระยะเวลา 7 วัน หลังจากการทดสอบวันแรก

ครั้งที่ 2 ผู้วิจัยคนที่ 1 จะทำการทดสอบท่าน 4 รูปแบบ คือ

- 1.) การเดินเป็นรูปเลขแปด (ดังรูปที่ 1)
- 2.) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการหลบเลขที่ละ 3 ไปเรื่อย ๆ (ดังรูปที่ 2)
- 3.) การเดินเป็นรูปเลขแปดพร้อมกับการถือถาดที่มีแก้วน้ำวางอยู่ (ดังรูปที่ 3)
- 4.) การลุกยืนจากเก้าอี้ เดินระยะทาง 3 เมตร หมุนตัวกลับ แล้วเดินกลับมานั่งที่เดิม (ดังรูปที่ 4)



รูปที่ 4. การลุกยืนจากเก้าอี้ เดินระยะทาง 3 เมตร หมุนตัวกลับ แล้วเดินกลับมานั่งที่เดิม

ในขั้นตอนการเก็บข้อมูล ใช้เวลาประมาณ 20 นาที รวมระยะเวลาทั้งหมดของขั้นตอนการคัดกรองและการเก็บข้อมูล คือ 40 นาที และดำเนินการในบริเวณชุมชน/ชุมชนผู้สูงอายุ ดังนี้

1. กรุงเทพมหานคร ได้แก่ บริเวณคณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ชมรมผู้สูงอายุเขตบางเขนและเขตปทุมวัน
2. จังหวัดนนทบุรี (อำเภอ เมืองนนทบุรี, บางบัวทอง และปากเกร็ด) ได้แก่ บริเวณชมรมผู้สูงอายุเทศบาลนครนนทบุรี, ตลาดขวัญ, วัดลานนาบุญ, สนามบินน้ำ, รัตนาธิเบศร์, บางรักพัฒนา, ปากเกร็ดร่วมใจ, ท่าอิฐ, ชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาล พระนั่งเกล้า และศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ
3. จังหวัดลพบุรี (อำเภอ เมืองลพบุรี) ได้แก่ ชมรมผู้สูงอายุตำบลโพธิ์เก้าต้น และชมรมผู้สูงอายุถนนใหญ่

5. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็น**ความลับ** หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

6. ข้อมูลส่วนตัวของท่านจะถูกเก็บรักษาไว้ และจะได้รับการปกปิดเป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย และการรายงานผลจะรายงานเป็นข้อมูลส่วนรวม ซึ่งจะไม่สามารถติดตามมาถึงท่านได้ และข้อมูลดังกล่าวจะถูกทำลายทันทีเมื่อเสร็จสิ้นโครงการวิจัย

7. ความเสี่ยง/อันตราย ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมงานวิจัย

- ท่านมีความเสี่ยงที่จะล้มขณะทดสอบ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการอย่างรอบคอบและให้ความระมัดระวังเป็นอย่างดี รวมทั้งเพิ่มความปลอดภัยในระหว่างที่ดำเนินการทดสอบ โดยใส่เข็มขัดบริเวณเอวของท่าน และอยู่ทางด้านข้างเพื่อคอยระวังอันตรายตลอดการทดสอบ หากพบว่าท่านกำลังเสียการทรงตัว ผู้วิจัยจะประคองท่านทันที เพื่อป้องกันการหกล้ม อย่างไรก็ตาม หากเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยในครั้งนี้ หรือเป็นลม วิงเวียนศีรษะ ผู้วิจัยจะดำเนินการปฐมพยาบาลเบื้องต้น และนำท่านส่งโรงพยาบาลที่ใกล้เคียงทันที และประสานงานกับต้นสังกัด เพื่อให้ท่านพบแพทย์และดำเนินขั้นตอนการบริการอย่างรวดเร็ว โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่ารักษาพยาบาลทั้งหมด

8. ประโยชน์ในการเข้าร่วมการวิจัยและของงานวิจัย

- การวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย โดยท่านจะทราบถึงผลการตรวจร่างกายเบื้องต้นและความเสี่ยงต่อการเกิดการล้ม
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้ คือ ผลของการวิจัยจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพยากรณ์ความเสี่ยงในการล้มขณะทำงานสองอย่างในผู้สูงอายุโดยใช้การทดสอบด้วยการเดินเป็นรูปเลขแปด

9. ในการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ท่านจะได้รับค่าชดเชยการเสียเวลา ในแต่ละครั้งเป็นจำนวน คนละ 100 บาท (จำนวนการเข้าร่วมในการประเมินทั้งหมดรวม 2 ครั้ง เป็นจำนวนเงินรวมทั้งหมด 200 บาท) และในกรณี สำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เข้าร่วมการคัดกรอง แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ ท่านจะรับการชดเชยการเสียเวลา เป็นของที่ระลึก (ถุงผ้าลดโลกร้อน จำนวน 1 ใบ)

10. การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดย**สมัครใจ** สามารถ**ปฏิเสธ**ที่จะเข้าร่วมหรือ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับแต่ประการใด

11. **หากมีข้อสงสัย** โปรดสอบถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ท่านทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

12. **หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าว** สามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัย และเข้าใจข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทุกประการแล้ว จึงลงนามยินยอม เข้าร่วมการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และได้รับเอกสารไว้ 1 ชุดแล้ว

ลงชื่อ

ลงชื่อ

(นางสาวธิดารัตน์ นวลยง)

(.....)

ผู้วิจัยหลัก

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

วันที่...../...../.....

วันที่...../...../.....

ลงชื่อ

(.....)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พยาน

วันที่...../...../.....

APPENDIX G
A PART OF THESIS PUBLISHED AS CONFERENCE PROCEEDINGS
(FULL PAPER)

International Physical Therapy Research Symposium 2021
June 2nd, 2021 Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand (94).

RELIABILITY AND VALIDITY OF THE FIGURE OF EIGHT WALK TEST WITH
AND WITHOUT DUAL-TASK IN OLDER ADULTS.

Tidarat Nualyong¹, Akkradate Siriphorn^{1*}

¹Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University. Bangkok, Thailand

***Corresponding Author:** Akkradate Siriphorn, Email: akkradate.s@chula.ac.th

Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University, 154 Chula-pat 2 Bld, Rama I Road, Wangmai, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Background: The Figure of eight walk test (F8W) is a measurement tool that measures the ability to walk along the straight and curved line. Adding dual-task with cognitive or motor tasks may improve the accuracy of predicting falls in older adults. **Objective:** This study investigated the inter-rater, intra-rater reliabilities, and concurrent validity of the F8W with dual-task and timed up and go test (TUG) in older adults. **Methods:** This research was a cross-section study. Sixteen participants were recruited (male: female = 7:9; age = 66.19±4.75 years). Participants completed the F8W test, the F8W with cognitive dual-task (F8W+cog), the F8W with motor dual-task (F8W+motor), and TUG. The time and number of steps taken were recorded. **Results:** The times and number of steps of F8W,

F8W+cog and F8W+motor provided excellent reliability of both intra-rater reliability and inter-rater reliability ($ICC_{3,3} = 0.95 - 0.99$ and $ICC_{2,3} = 0.92 - 0.99$, respectively). The time of F8W, F8W+cog, and F8W+motor were significantly correlated (good to excellent correlation) with the TUG ($r = 0.89, 0.80$ and 0.88 , respectively). The number of steps of F8W, F8W+cog, and F8W+motor were significantly correlated (moderate to good correlation) with the TUG ($r = 0.62, r_s = 0.63$, and $r = 0.52$, respectively). The minimum detectable change of the time and the number of F8W, F8W+cog and F8W+motor were $0.71 - 1.41$ seconds and $0.86 - 1.62$ steps in older adults. **Conclusion:** The F8W, F8W+cog, and F8W+motor tests have excellent reliability and good validity in older adults.

Keywords: older adults; dual-task; Figure of eight walk test

Introduction

The older adult population is increasing rapidly (1). Falling is one of the major issues of aging (2). Age-related changes, such as decreased vision, decreased muscle strength, decreased joint awareness, are associated with older adult's fall risk (3). Most older adults fell while walking (4), leading the older adults to limit their everyday movements or activities (5).

Normal walking more commonly involves curved paths, e.g., walking between home furniture or shopping malls (6). Poor performance on curved-path walking and straight-path walking has been associated with a trend of higher fall rates over the past year (7). Therefore, the curved walking route measurement, e.g., the timed up and go test (TUG) and the Figure 8 walking test (F8W), is essential to determine the risk of fall in older adults. Among these tests, TUG is the most common (8). The timed up and go test (TUG) is one of the most well-known tests. It is widely regarded as the gold standard in fall risk assessment and offers various benefits (9). It is easy to perform and to describe and, therefore, widely used (10). The timed up and go test (TUG), which incorporates essential mobility components, is widely used for measuring the risk for falls among older adults (11). Besides, TUG is recommended in the fall prevention guidelines from the British Geriatric Society, American Academy of

Orthopedic Surgeons, and American Geriatric Society to use as a regular screening test among community-dwelling older adults (12). However, the previous research found that TUG had an area under the receiver operating curve (AUC) of 0.62, suggesting a low accuracy in identifying older adults who were fallers and non-fallers (13).

The F8W is a clinical measurement which evaluates the ability to walk along a curved path (14). It was developed to assess curved walking capabilities in everyday life that cannot be assessed by straight-line walking tests. A previous study by Hess et al. (2010) found that the F8W exhibited excellent inter-rater reliability (ICC = 0.90) and good intra-rater reliability (ICC = 0.84) in older adults with mobility impairment (14). There are two parameters in F8W, i.e., time and number of steps. The F8W time was validated with gait (gait speed and modified Gait Abnormality Rating Scale), confidence in walking (Gait Efficacy Scale), physical function (Late-Life Function and Disability Index and Survey of Activities and Fear of Falling in the Older adults), and motion control (step length and step width). The F8W step was validated with the variability of step width and fear of falling (14).

The F8W test had excellent validity and reliability when used in a home environment or clinic for approximately one year after joint replacement surgery in older adults (15). Construction validity of the F8W has been shown by the association with the physical function in real life, the limitation of tasks, and the performance of daily life activities. The F8W test was also studied in cognitive function research. The response rate, self-efficacy, heel-to-floor time, and cognitive rate associated with falls were physiological and cognitive characteristics associated explicitly with the F8W (16). The previous studies have shown that in people with Alzheimer's disease (AD), a more complicated walking configuration of F8W has provided a higher degree of change in the gait than a straight path (17, 18).

Walking in everyday life, such as walking while talking and avoiding obstacles on the road, require multiple perceptions concurrently (19). In such situations, either the primary task, the secondary task, or the performance of both the primary and

secondary tasks will be diminished due to the limited capacity of perception of the information (20). The straight-line gait performance can not be consistent with walking in a complicated home setting and community settings that use agility and cognitive function. However, the research on the relationship between cognitive performance and challenging walking activity in older adults is currently limited (6). Also, adding dual-task with cognitive or motor tasks might increase predicting falls in older adults. This study aimed to assess the inter-rater and intra-rater reliability and concurrent validity of the dual-task F8W test in older adults. Our hypotheses were: (1) the F8W with dual-task would be good reliability and (2) the F8W with dual-task would be moderate to good validity to detect balance abilities as assessed with TUG. The results of this study may help clinicians to use a balance evaluation to improve the quality of older adult's health.

Materials and methods

Participants

Sixteen community-dwelling older adults living in urban areas in Thailand were recruited. The sample size was calculated by Wan Nor Arifin (© Wan Nor Arifin 2017-2020). The minimum acceptable reliability (ICC) (ρ_0) was set 0.60, Expected reliability (ICC) (ρ_1) was set 0.9, Significance level (α) and power ($1 - \beta$) were set 0.05 and 80% (21). The calculated total sample size was 14. With the dropout rate at 10%, the total sample size was 16 participants. Outcome measures have been implemented in compliance with standardized protocols. History information was obtained on the individual's relevance, such as age, sex, weight, height, number of falls in the previous six months, and the qualifying checklist for inclusion and exclusion requirements. The inclusion and exclusion criteria were listed below. Inclusion criteria were as follows: 1) age 60-80 years (male and female), 2) independent walking at least 6 meters without gait aid. Exclusion criteria were as follows: 1) history of the visual disorder or reduced vision, 2) history of orthopedic or neurological diseases that may affect walking or balance ability, such as severe

osteoarthritis, stroke, heart disease, vestibular disorder, and Parkinson's disease, 3) history of lower limb surgery that may affect walking, such as knee or hip replacement surgery, 4) unable to follow simple instructions, 5) had dizziness that unable to maintain a standing balance, 6) had pain/fatigue of the legs that may affect walking or balance ability, and 7) had consumed alcohol within 24 hours before the tests. The Ethics Review Committee for Research Involving Human Subject, Chulalongkorn University, approved the study protocol. All participants were informed of the aim and procedures of the analysis. Their informed permission was granted before the start of the study.

The Figure of eight walk test (F8W)

Participants were instructed to stand between two cones (1.52 m or 5 feet apart). Participants were instructed to walk at the normal pace or self-selected speed and direction, following a figure of eight walking paths and around the cones, stopping as they went back to the starting point. The time and number of steps taken have been recorded. The F8W consists of three conditions as follows: (1) Traditional F8W test; (2) F8W test with cognitive dual-task (F8W+cog); walking while doing serial subtractions by threes; and (3) F8W test with motor dual-task (F8W+motor); walking while carrying a tray with a glass of water on one hand.

For the F8W+motor, the participant was asked to complete the F8W test while carrying a glass of water on the tray. A glass of water was filled up to 1 cm from the top of the glass (22). The participant was asked to maintain dynamic stability in order to prevent spilling water while walking. For the F8W+cog, the participant was asked to complete a figure of eight walk test while conducting serial subtractions by three of a randomly chosen number between 80 and 99. During the dual-task F8W test, the participant was asked to execute both F8W and dual-task simultaneously. The instruction was as follows: "to perform both tasks as well as possible without giving priority to either gait or dual tasks (cognitive and motor)." Each test was carried out three times, and the average score was used for analysis.

Each participant was allowed 1 or 2 practice trials before data collection in each condition. During each trial, there was a one-minute rest time. Software randomization was used to randomize the order of the tests.



Figure 1. The figure of eight walk test (F8W) consists of 3 conditions: A) traditional F8W, B) F8W with cognitive dual-task (F8W+cog): walking while doing serial subtractions by threes, and C) F8W with motor dual-task (F8W+motor): walking while carrying a tray with a glass of water on one hand.

Timed Up and Go

Participants were told to start the test while sitting on a chair. They were asked to stand up, walk 3 meters at the normal pace or self-chosen speed, turn around a cone, then go back to a chair and sit down. Timing began when the assessor said "Go" and stopped at the chair seat's first touch. The time to complete the test was measured using a stopwatch.

Procedure

For intra-rater reliability, the participants were assessed on two separate visits by one assessor (assessor A) on the first day and another seven days later. For inter-rater reliability, two assessors (assessor A and B) assessed the participants using the F8W, F8W+cog, and F8W+ motor on the same day. Participants were permitted to rest for 10 minutes between the tests. Assessor A and B have been blinded to each

other's results. For concurrent validity, the participants were assessed by the assessor using the TUG and F8W tests. Software randomization was used to randomize the order of the tests. All the assessors were physical therapists with more than five years of experience.

Statistical analysis

Data were analyzed using MedCalc version 19.1.5 (Copyright © 1993-2020 MedCalc Software). Descriptive statistics were used to describe the characteristics of the participants. The Shapiro-Wilk test was used to validate normal data distribution. The Intraclass Correlation Coefficient (ICC) and 95% confidence intervals (CI) were calculated (23, 24). For inter-rater reliability (ICC_{2,3}), the researcher calculated using the scores from F8W, F8W+cog, and F8W+motor by two separate assessors (Assessor A and B) on the same day. For intra-rater reliability (ICC_{3,3}), the F8W, F8W+cog, and F8W+motor were calculated on the first day and one more time seven days later.

To identify the concurrent validity of the F8W tests with dual-task and TUG in older adults. The Pearson product-moment correlation coefficient or Spearman's rank correlation coefficient were used.

The standard error of measurement (SEM) was calculated, which shows the accuracy of each measurement and provides a definite indication of absolute reliability and minimal change in value (Minimal detectable change: MDC) (25). The standard error of measurement (SEM) was calculated as $SEM = SD \times \sqrt{1-ICC}$, and the minimal detectable change at 95% CIs (MDC₉₅) was calculated as $MDC_{95} = 1.96 \times \sqrt{2} \times SEM$.

Results

Sixteen persons were tested at the baseline and participated in the follow-up. Of the participants, 9 (56.25%) were women, and 7 (43.75%) were men. The participants were 60 to 80 years old, and the mean age was 66.19 years (SD = 4.75 years), the mean Body mass index (BMI) was 24.09 kg/m²(SD = 2.77 kg/m²), one participant (6.25%) had two falls in the previous six months, and 15 participants (93.75%) did not fall in the previous six months. Descriptive statistics for all of the participants were presented in Table 1.

Table 1. Demographic characteristics of participants in the study (n=16).

Characteristics	Mean (SD)
Age (year); mean (SD)	66.19 (4.75)
Sex; n (%)	
Female	9 (56.25)
Male	7 (43.75)
Body mass index (kg/m ²); mean (SD)	24.09 (2.77)
History of falls in the previous six months; n (%)	
No fall	15 (93.75)
Once	0 (0)
Twice	1 (6.25)

The means and standard deviations of assessment in each group of the assessor were reported in Table 2.

Table 2. Mean \pm Standard deviations of assessments (n = 16).

Assessment	Assessor A		Assessor B
	First assessment	Second assessment	First assessment
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD
F8W (Time)	10.26 \pm 1.38	10.20 \pm 1.56	10.45 \pm 1.36
F8W+cog (Time)	12.16 \pm 2.80	12.10 \pm 2.74	12.18 \pm 2.68
F8W+motor (Time)	11.58 \pm 1.79	11.66 \pm 1.74	12.02 \pm 1.60
F8W (Step)	16.14 \pm 1.49	15.55 \pm 1.55	16.22 \pm 1.36
F8W+cog (Step)	17.73 \pm 2.14	17.62 \pm 2.00	17.65 \pm 2.21
F8W+motor (Step)	17.37 \pm 1.64	17.67 \pm 1.62	17.56 \pm 2.02
TUG	12.76 \pm 1.94		

The results indicated the time and number of steps of F8W, F8W+cog and F8W+motor provided excellent reliability of both intra-rater reliability and inter-rater reliability $ICC_{3,3} = 0.95-0.99$ and $ICC_{2,3} = 0.92-0.99$ respectively (Tables 3 and 4).

The SEMs were reported in Tables 3 and 4. The SEMs of the time in F8W, F8W+cog and F8W+motor were 0.22 – 0.75 seconds and 0.26 – 0.51 seconds. The SEMs of the number of steps in F8W, F8W+cog, and F8W+motor were 0.69 – 1.20 steps and 0.31 – 0.59 steps, respectively. The MDC_{95} of time and the number of steps were 0.71 – 1.41 seconds and 0.86 – 1.62 steps.

Table 3. Intra-rater reliability ($ICC_{3,3}$) of assessments and standard error of measurement (SEM).

Assessment	Intra-rater Reliability			
	$ICC_{3,3}$	95% CI	<i>P-value</i>	SEM
F8W (Time)	0.98	0.93 – 0.99	<0.001*	0.24
F8W+cog (Time)	0.99	0.98 – 0.99	<0.001*	0.22
F8W+motor (Time)	0.98	0.93 – 0.99	<0.001*	0.75
F8W (Step)	0.95	0.85 – 0.98	<0.001*	0.99
F8W+cog (Step)	0.96	0.88 – 0.99	<0.001*	1.20
F8W+motor (Step)	0.98	0.93 – 0.99	<0.001*	0.69

*Statistical significance $P < 0.05$

Table 4. The Inter-rater reliability ($ICC_{2,3}$) of assessments, standard error of measurement (SEM), and minimal detectable change at 95%CI (MDC_{95}).

Assessment	Inter-rater Reliability				MDC_{95}
	$ICC_{2,3}$	95% CI	<i>P-value</i>	SEM	
F8W (Time)	0.95	0.90 – 0.99	<0.001*	0.26	0.71
F8W+cog (Time)	0.99	0.96 – 0.99	<0.001*	0.33	0.92
F8W+motor (Time)	0.92	0.75 – 0.97	<0.001*	0.51	1.41
F8W (Step)	0.96	0.88 – 0.98	<0.001*	0.31	0.86
F8W+cog (Step)	0.97	0.92 – 0.99	<0.001*	0.36	0.99
F8W+motor (Step)	0.92	0.76 – 0.97	<0.001*	0.59	1.62

*Statistical significance $P < 0.05$

The F8W, F8W+cog and F8W+motor times showed significantly correlation (good to excellence) with the TUG ($r = 0.89, 0.80$ and 0.88). The number of steps of F8W, F8W+cog and F8W+motor of the number of steps showed significantly correlation (moderate to good) with TUG ($r = 0.62, r_s = 0.63$ and $r = 0.52$) (Table 5).

Table 5. Concurrent validity of assessments with timed up and go test (TUG).

Assessment	Timed up and go test (TUG)	
	<i>r</i>	<i>P-value</i>
F8W (Time)	0.89 ^a	<0.001*
F8W+cog (Time)	0.80 ^a	<0.001*
F8W+motor (Time)	0.88 ^a	<0.001*
F8W (Step)	0.62 ^a	0.010*
F8W+cog (Step)	0.63 ^b	0.009*
F8W+motor (Step)	0.52 ^a	0.038*

*Statistical significance at $P < 0,05$

^a = Pearson product-moment correlation coefficient (r)

^b = Spearman's rank correlation coefficient (r_s)

Discussion

This study demonstrated the times and number of steps of F8W, F8W+cog and F8W+motor provided excellent reliability of intra-rater reliability and inter-rater reliability. Consistency with the findings by Hess et al. (2010), the times and number of steps of F8W had been shown excellent inter-rater reliability (ICC = 0.90 and 0.92) and good intra-rater reliability (ICC = 0.84 and 0.82) in older adults with mobility impairment (14). These results are also consistent with the findings of Wong et al. (2013), the F8W test showed excellent intra-rater and test-retest correlation coefficient ICC = 0.94–0.99 and 0.97–0.98, respectively, and the inter-rater correlation coefficient ICC = 0.97–0.99 for stroke-specific impairments (26).

A new finding from this study was that the time and number of steps of F8W+cog provided excellent intra-rater reliability and excellent inter-rater reliability. The time and number of steps of the F8W+motor provided excellent intra-rater reliability and excellent inter-rater reliability. Therefore, this study's findings were excellent and reliable, indicating that these assessments could be used for professional assessment purposes (23). Intra-rater reliability was used as an expression of the repeatability of the measurements within the rater. Inter-rater reliability was the extent to which two or more raters agree. It was used to address the issue of consistency in the implementation of a rating system. High inter-rater reliability values referred to a high degree of agreement between two examiners. Therefore, psychometric properties of outcome measures, such as reliability and validity to change, are widely used parameters and clearly important for clinical measurement selection (12).

The standard error of measurement (SEM) demonstrated the accuracy of each measure. It offered a simple indicator of absolute reliability, which had the difference seen to be small, the SEM value was small. It was shown to be small in this study. The MDC₉₅ time and number of steps were 0.71 – 1.41 seconds and 0.86 – 1.62 steps. These values showed that the calculation error did not affect the smallest

value of the shift. In clinical applications, the measured value should be greater than the MDC_{95} value (25).

The F8W, F8W+cog, and F8W+motor times were good to excellent correlated with the TUG. The timed up and go test (TUG) is one of the most well-known tests. It is widely regarded as the gold standard in fall risk assessment and offered various benefits (9). It is easy to perform and to describe and, therefore, widely used (10). The timed up and go test (TUG), which incorporates essential mobility components, is widely used for measuring the risk for falls among older adults (11). The number of steps of F8W, F8W+cog, and F8W+motor also were moderate to good correlated with TUG. These findings are consistent with the study results of Barker et al. 2019, which showed that the F8W test was found to be excellent reliability ($r = 0.921$). It was also shown to be valid ($r = 0.834$) with TUG and timed walking test when used in the home or clinic for about one year after joint replacement surgery in older adults (15). This study was consistent with previous study that the F8W time was validated with gait (gait speed, $r = -0.570$ and modified Gait Abnormality Rating Scale, $r = 0.281$), confidence in walking (Gait Efficacy Scale, $r = -0.468$), physical function (Late-Life Function and Disability Index, $r = -0.469$ and Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly $r = 0.370$), and motion control (step length, $r = 0.279$ and step width, $r = -0.277$). In addition, the number of steps of F8W also had validity with step width variability ($r = -0.339$) and fear of falling ($r = -2.50$) (14). In this study, the values F8W, F8W + cog, and F8W + motor calculated with time were found to have a higher correlation coefficient than that obtained from the number of steps. The potential reason may be attributed, in part, to the same unit of measurement as the TUG measurements.

This study has been the first study of the intra-rater reliability, inter-rater reliability, SEM and MDC_{95} , and concurrent validity of the F8W with dual-task and TUG in older adults. As a result, the dual-task F8W could be used to direct clinicians in their choice of methods to progressively increase cognitive difficulties to ensure that people perform close to their capacity to identify deficits. Moreover, The Figure of eight walk test (F8W) was a measurement tool that measures the ability to walk

along the straight and curved line in both clockwise and counter-clockwise directions. F8W was developed to evaluate curved walking skills in everyday life that cannot be assessed by straight-line walking tests (14). Adding dual-task with cognitive or motor tasks may improve the accuracy of predicting falls in older adults. The dual-task walking may necessarily require a greater proportion of physical and mental capacity, resulting in gait performance decrements not seen in simple walking tasks. On the other hand, TUG was a single turn or a single task embedded in a composite measure (14, 15, 26). In a previous study, Schoene et al. (2013) found that the TUG was not useful for distinguishing fallers from non-fallers in healthy, high-functioning populations of older adults. However, it was more useful in less-healthy or lower-functioning populations (27).

However, there were some limitations to this research that should be noted. Because the participants were older adults in urban areas and most of them had no history of falls. Only one participant had a falling history (6.25%), and others did not have a history of falling in the previous 6 months (93.75%). Therefore, the results of this study cannot be applied as a prognostic test in older adults with other conditions, such as older adults with movement problems or older adults with balance problems that often had a history of falling.

This study was cross-sectional. Thus, a prospective study still needs to determine which test offers the best predictive validity for the occurrence of potential adverse outcomes, such as the decline in mobility or fall. For the best predictive validity of the occurrence of falls in older adults, future studies are required to evaluate the implications of dual-task in the F8W test. It may be used successfully to assess the balance to enhance the quality of life of older adults.

Conclusion

This study demonstrated the times and number of steps of F8W, F8W+cog and F8W+motor provided excellent reliability of both intra-rater reliability and inter-rater reliability. The times and number of steps of F8W, F8W+cog, and F8W+motor were significantly correlated with TUG in older adults. The MDC_{95} of F8W, F8W+cog, and F8W+motor in times and the number of steps were 0.71 – 1.41 seconds and 0.86 – 1.62 steps in older adults. Besides, the F8W, F8W+cog, and F8W+motor times are a useful and easy-to-use diagnostic tool for testing advanced walking performance in older adults.

Acknowledgments

This study was supported by the 90th Anniversary of Chulalongkorn University Fund (Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund).

Declaration of interest statement

All authors of this study declare no conflict of interest.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

References

1. Beard JR, Officer A, de Carvalho IA, Sadana R, Pot AM, Michel JP, et al. The World report on ageing and health: a policy framework for healthy ageing. *Lancet*. 2016;387(10033):2145-54.
2. Peel NM. Epidemiology of falls in older age. *Can J Aging*. 2011;30(1):7-19.
3. Jacobson BH, Sellers J, Monaghan T, Schnaiter-Brasche J, Loy K, Estrada C, et al. Comparison of a static, independent balance protocol and the National Institute on Aging balance protocol on stability and risk of falling in the elderly. *Activities, Adaptation & Aging*. 2019;43(1):37-50.

4. Gimmon Y, Riemer R, Kurz I, Shapiro A, Debbi R, Melzer I. Perturbation exercises during treadmill walking improve pelvic and trunk motion in older adults-A randomized control trial. *Arch Gerontol Geriatr.* 2018;75:132-8.
5. Saez de Asteasu ML, Martinez-Velilla N, Zambom-Ferraresi F, Casas-Herrero A, Izquierdo M. Role of physical exercise on cognitive function in healthy older adults: A systematic review of randomized clinical trials. *Ageing Res Rev.* 2017;37:117-34.
6. Lowry KA, Brach JS, Nebes RD, Studenski SA, VanSwearingen JM. Contributions of cognitive function to straight- and curved-path walking in older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(5):802-7.
7. Welch SA, Ward RE, Kurlinski LA, Kiely DK, Goldstein R, VanSwearingen J, et al. Straight and Curved Path Walking Among Older Adults in Primary Care: Associations With Fall-Related Outcomes. *Pm r.* 2016;8(8):754-60.
8. Soubra R, Chkeir A, Novella J-L. A Systematic Review of Thirty-One Assessment Tests to Evaluate Mobility in Older Adults. *BioMed Research International.* 2019;2019:1354362.
9. Buisseret F, Catinus L, Grenard R, Joczcyk L, Fievez D, Barvaux V, et al. Timed Up and Go and Six-Minute Walking Tests with Wearable Inertial Sensor: One Step Further for the Prediction of the Risk of Fall in Elderly Nursing Home People. *Sensors (Basel).* 2020;20(11):3207.
10. Herman T, Giladi N, Hausdorff JM. Properties of the 'timed up and go' test: more than meets the eye. *Gerontology.* 2011;57(3):203-10.
11. Asai T, Oshima K, Fukumoto Y, Yonezawa Y, Matsuo A, Misu S. Does dual-tasking provide additional value in timed “up and go” test for predicting the occurrence of falls? A longitudinal observation study by age group (young-older or old-older adults). *Aging Clinical and Experimental Research.* 2020.
12. Rydwik E, Bergland A, Forsén L, Frändin K. Psychometric Properties of Timed Up and Go in Elderly People: A Systematic Review. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics.* 2011;29:102-25.

13. Chantanachai T, Pichaiyongwongdee S, Jalayondeja C. Fall prediction in Thai elderly with timed up and go and tandem walk test: A cross-sectional study. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet thangphaet*. 2014;97 Suppl 7:S21-5.
14. Hess RJ, Brach JS, Piva SR, VanSwearingen JM. Walking skill can be assessed in older adults: validity of the Figure-of-8 Walk Test. *Phys Ther*. 2010;90(1):89-99.
15. Barker KL, Batting M, Schlüssel M, Newman M. The reliability and validity of the Figure of 8 Walk test in older people with knee replacement: does the setting have an impact? *Physiotherapy*. 2019;105(1):76-83.
16. Odonkor CA, Thomas JC, Holt N, Latham N, Vanswearingen J, Brach JS, et al. A comparison of straight- and curved-path walking tests among mobility-limited older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68(12):1532-9.
17. Hunter SW, Divine A, Omana H, Wittich W, Hill KD, Johnson AM, et al. Effect of Learning to Use a Mobility Aid on Gait and Cognitive Demands in People with Mild to Moderate Alzheimer's Disease: Part I - Cane. *J Alzheimers Dis*. 2019;71(s1):S105-s14.
18. Hunter SW, Divine A, Omana H, Wittich W, Hill KD, Johnson AM, et al. Effect of Learning to Use a Mobility Aid on Gait and Cognitive Demands in People with Mild to Moderate Alzheimer's Disease: Part II - 4-Wheeled Walker. *J Alzheimers Dis*. 2019;71(s1):S115-s24.
19. Wechsler K, Drescher U, Janouch C, Haeger M, Voelcker-Rehage C, Bock O. Multitasking During Simulated Car Driving: A Comparison of Young and Older Persons. *Front Psychol*. 2018;9:910.
20. Hunter SW, Divine A, Frengopoulos C, Montero Odasso M. A framework for secondary cognitive and motor tasks in dual-task gait testing in people with mild cognitive impairment. *BMC Geriatr*. 2018;18(1):202.
21. Bonett D. Sample size requirements for estimating intraclass correlations with desired precision. *Stat Med*. 2002;21:1331-5.

22. Ansai JH, Aurichio TR, Rebelatto JR. Relationship between balance and dual task walking in the very elderly. *Geriatr Gerontol Int.* 2016;16(1):89-94.
23. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice* (3rd Edition). 2015:628.
24. Weir J. Quantifying Test-Retest Reliability Using The Intraclass Correlation Coefficient and the SEM. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association.* 2005;19:231-40.
25. Dontje ML, Dall PM, Skelton DA, Gill JMR, Chastin SFM, Seniors USPT. Reliability, minimal detectable change and responsiveness to change: Indicators to select the best method to measure sedentary behaviour in older adults in different study designs. *PloS one.* 2018;13(4):e0195424-e.
26. Wong SS, Yam MS, Ng SS. The Figure-of-Eight Walk test: reliability and associations with stroke-specific impairments. *Disabil Rehabil.* 2013;35(22):1896-902.
27. Schoene D, Wu SM, Mikolaizak AS, Menant JC, Smith ST, Delbaere K, et al. Discriminative ability and predictive validity of the timed up and go test in identifying older people who fall: systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc.* 2013;61(2):202-8.

VITA

NAME Tidarat Nualyong

DATE OF BIRTH 10 September 1986

PLACE OF BIRTH Bangkok, Thailand

INSTITUTIONS ATTENDED Bachelor of Science (Physical Therapy),
Faculty of Health Science, Srinakharinwirot University,
Thailand

HOME ADDRESS Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute
(Physical Therapy Department) 88/26 Soi Bamrasnaradura,
Tiwanon Road, Amphoe Muang, Nonthaburi 11000, Thailand

PUBLICATION Nualyong T, Siriphorn A. Reliability and validity of the figure
of eight walk test with and without dual-task in older adults.
International Physical Therapy Research Symposium 2021
Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. 2021:186-95.

AWARD RECEIVED -