



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การศึกษาเรื่องการทรงตัวและหกล้มในผู้สูงอายุไทย”

โดย อาจารย์แตงเนาวรัตน์ จามรจันทร์ และคณะ  
มกราคม พ.ศ. 2548

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การศึกษาเรื่องการทรงตัวและหกล้มในผู้สูงอายุไทย”

คณะผู้วิจัย

1. อาจารย์แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิตอนงค์ ก้าวกสิกรรม
3. อาจารย์สุจิตรา บุญหยง

สังกัด

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชุดโครงการ  
การวิจัยเพื่อผู้สูงอายุ

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสำนักงานกองทุนสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) และสำนักงานกองทุนสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)





## Executive Summary

การศึกษาเรื่องการทำงานของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุไทย ได้นำภาวะความกลัวการหกล้มมาเป็นปัจจัยในการศึกษา เนื่องจากเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการเคลื่อนที่ของมนุษย์ ส่งผลให้ความสามารถในการทรงตัวลดลง การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในผู้สูงอายุไทยทั้งเพศชายและเพศหญิง อายุระหว่าง 65 -80 ปีที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล เพศละ 30 คน โดยคัดกรองมาจากผู้สูงอายุ 380 คน แต่ละเพศแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน คือ กลุ่มที่กลัวการหกล้ม และกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม โดยใช้แบบประเมินภาวะความกลัวการหกล้ม ผู้สูงอายุทั้งหมดถูกวัดระยะจำกัดการทรงตัวทางด้านหน้าและด้านหลังด้วยเครื่องวัดสมดุลร่างกาย และใช้เครื่องตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อตรวจวัดเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อของขาขวา (rectus femoris, biceps femoris, tibialis anterior, และ gastrocnemius (medial head)) เมื่อถูกรบกวนสมดุลไปทางด้านหน้าในท่ายืน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างภาวะความกลัวการหกล้มและความสามารถในการทรงตัว ระดับความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุไทย เมื่อทดสอบด้วยเครื่องวัดสมดุลร่างกาย และการตอบสนองของกล้ามเนื้อของข้อเข่าและข้อเท้าเพื่อรักษาสมดุลการทรงตัวเมื่อถูกรบกวนให้เสียสมดุล ผลจากการวิจัยครั้งนี้สรุปว่า ระยะจำกัดการทรงตัวทางด้านหน้าของผู้สูงอายุในกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม และกลุ่มกลัวการหกล้ม ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่า การใช้ระบบกายสัมผัส ระบบการมองเห็น และระบบเวสติบิวลารีในการรักษาสมดุลของผู้สูงอายุทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ขณะที่ผู้สูงอายุเพศชายกลุ่มไม่กลัวการหกล้มมีระยะทางที่เคลื่อนที่ไปได้มากที่สุดทางด้านหน้ามากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจมาจากมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มอื่น นอกจากนี้ ผู้สูงอายุกลุ่มไม่กลัวการหกล้มมีระยะจำกัดการทรงตัวทางด้านหลังมากกว่ากลุ่มที่กลัวการหกล้มโดยมีระยะทางที่เคลื่อนที่ไปด้านหลังและความสามารถในการควบคุมทิศทางมากกว่ากลุ่มกลัวการหกล้มอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าผู้สูงอายุที่ไม่กลัวการหกล้มมีการทำงานร่วมกันของระบบกายสัมผัสและระบบเวสติบิวลารีที่ดีกว่ากลุ่มที่กลัวการหกล้ม และผู้สูงอายุทั้ง 2 กลุ่มและทั้ง 2 เพศ สามารถทรงตัวอยู่ได้แม้ถูกรบกวนสมดุลการทรงตัวในท่ายืน โดยสามารถใช้การควบคุมของกล้ามเนื้อข้อเท้าเพื่อปรับร่างกายให้คงอยู่ได้โดยไม่ล้มลงมาด้านหน้า กล้ามเนื้อที่ตอบสนองอันดับแรกของกลุ่มคือ tibialis anterior ตามด้วย rectus femoris, biceps femoris และ gastrocnemius (medial head) และพบว่ากลุ่มที่กลัวการหกล้มนั้น กล้ามเนื้อ tibialis anterior ตอบสนองช้ากว่ากลุ่มไม่กลัวการหกล้มทั้ง 2 เพศ แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มไม่กลัวการหกล้มมีประสิทธิภาพดีกว่าและอาจหมายถึงมีความแข็งแรงมากกว่าจากการศึกษาครั้งนี้ผู้สูงอายุใช้การทำงานของข้อเท้าควบคุมสมดุลการทรงตัว แสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อข้อเท้ามีความแข็งแรงอยู่ในระดับดี มิฉะนั้นกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเท้าจะตอบสนองเพื่อควบคุมสมดุลก่อน มีผลให้ลำดับการตอบสนองของกล้ามเนื้อเปลี่ยนไป พบว่าภาวะความกลัวการหกล้มมีผลต่อการ

ควบคุมสมดุลการทรงตัว เนื่องจากการตอบสนองของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นก่อนจะแสดงถึงประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อ และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่ากลุ่มที่ไม่กั้วการหกล้มมีการตอบสนองของกล้ามเนื้อก่อนกลุ่มที่กั้วการหกล้ม แสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่กั้วการหกล้มมีแนวโน้มของการหกล้มได้ง่ายกว่ากลุ่มที่ไม่กั้วการหกล้ม การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและประสิทธิภาพในการทรงตัวสามารถเป็นวิธีการป้องกันการหกล้มได้

## ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย)

การศึกษาเรื่องการทรงตัวและหกล้มในผู้สูงอายุไทย

(ภาษาอังกฤษ)

A study in fall and balance in Thai elderly population

ชื่อสกุลผู้วิจัย

อาจารย์ แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตอนงค์ ก้าวกลีกรรม

อาจารย์ สุจิตรา บุญหยง

## บทคัดย่อ

**บทนำ** การหกล้มเป็นปัญหาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ สาเหตุที่ทำให้หกล้มนั้นส่วนใหญ่เกิดจากการลดลงหรือสูญเสียการทรงตัว การสูญเสียการทรงตัวพบมากในผู้สูงอายุที่กัวการหกล้มและกล้ามเนื้ออ่อนแอซึ่งภาวะความกลัวการหกล้มเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทรงตัว การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการทรงตัว และความแตกต่างของการทำงานของกล้ามเนื้อขาเพื่อรักษาสมดุลร่างกายเมื่อเสียสมดุลขณะยืนในผู้สูงอายุไทยที่มีภาวะความกลัวการหกล้มและไม่มีภาวะความกลัวการหกล้ม

**วัตถุประสงค์** ศึกษาระดับการทรงตัว ความสัมพันธ์ระหว่างความกลัวการหกล้มกับการทรงตัวในผู้สูงอายุ และอิทธิพลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเข่าและข้อเท้ากับการทรงตัว

**วิธีการศึกษา** ประชากรผู้สูงอายุไทยทั้งเพศชายและหญิง อายุระหว่าง 65-80 ปี เพศละ 30 คน แต่ละเพศแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่กัวการหกล้มและกลุ่มที่ไม่กัวการหกล้ม กลุ่มละ 15 คน ทำการทดสอบการทรงตัวขณะยืนโดยวัดจุดศูนย์กลางแรงกดที่เท้า (ระยะจำกัดการทรงตัว) ขณะโน้มตัวไปด้านหน้าและเอนตัวมาทางด้านหลัง และวัดเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่กล้ามเนื้อ tibialis anterior, rectus femoris, biceps femoris และ gastrocnemius (medial head) ของขาขวา เมื่อถูกรบกวนให้เสียสมดุลไปด้านหน้า

**ผลการศึกษา** กลุ่มที่ไม่กัวการหกล้มเพศชายมีความสามารถในการโน้มตัวมาด้านหน้าได้ระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดมากกว่าทุกกลุ่มทั้งระหว่างเพศและในเพศเดียวกัน โดยมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  และกลุ่มที่ไม่กัวการหกล้มทั้ง 2 เพศ สามารถเอนตัวมาด้านหลังได้ระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดและความสามารถในการควบคุมทิศทางมากกว่ากลุ่มที่กัวการหกล้ม โดยมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  และเมื่อถูกรบกวนสมดุลการทรงตัวขณะยืนพบว่าทุกกลุ่มมีการทำงานของกล้ามเนื้อ tibialis anterior ก่อนกล้ามเนื้อขาข้ออื่น โดยที่กลุ่มที่ไม่กัวการหกล้มกล้ามเนื้อจะทำงานก่อนกลุ่มที่กัวการหกล้มโดยมีค่าความแตกต่างทางสถิติที่  $p < 0.05$  และกลุ่มที่ไม่กัวการหกล้มทั้ง 2 เพศไม่มีความแตกต่างกัน

**สรุปผลการศึกษา** ภาวะความกลัวการหกล้มเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การเคลื่อนไหวลดลง ประสิทธิภาพทางกายลดลงส่งผลให้เกิดภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรง อันเป็นสาเหตุให้การทรงตัวลดลง และเกิดการหกล้มได้ง่ายขึ้น วิธีหนึ่งในการแก้ไขหรือป้องกันการหกล้มคือการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเข่าและข้อเท้า และเพิ่มประสิทธิภาพในการทรงตัว



**Project Title**                    **A study in fall and balance in Thai elderly population**

**Names of the Investigator** Dannaovarat Chamonchant

Asst. Prof. Dr. Chitanongk Gaogasigam

Sujitra Boonyong

## **Abstract**

**Introduction:** Fall is a common problem in the elderly. Fall mostly results from impairment or loss of balance. Loss of balance in the elderly is usually accompanied with fear of falling and weakness of lower limb muscles. Fear of falling is a factor influenced on the balance ability. This study investigated the balance ability in Thai elderly with and without fear of falling. The study also compared the activity of lower limb muscles during anterior perturbation.

**Objectives:** To investigate the balance ability in the elderly and the relationship between fear of falling and balance including the influence of the knee and ankle musculatures on balance.

**Methods:** Sixty males and females Thai elderly, aged 65-80 years, volunteered in this study. They were classified into two main groups; one having a fear of falling (FF) (15 males and 15 females) and another without the fear (NFF) (15 males and 15 females). Balance ability was evaluated by mean of the measurement of change in center of pressure in term of limit of stability during postural change to maximal forward and backward leaning on the force platform on which they were standing. The onset time of of the right lower limb muscle activity, such as tibialis anterior, rectus femoris, biceps femoris and gastrocnemius (medial head) was also detected during anterior perturbation.

**Results:** There was a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) in the value of limit of stability (maximum excursion) during forward leaning in the male –non fear group comparing with other groups. The male-non fear group had the greater value of limit of stability. In comparison with the fear of falling group, the non fear group had the greater value of limit of stability (maximum excursion and direction control) in backward leaning which was statistically significant different ( $p < 0.05$ ). The tibialis anterior firstly responded to anterior perturbation in order to keep the balance. The onset time of the tibialis anterior in non fear group was statistically different from the fear of falling group ( $p < 0.05$ ). However, there was no difference of the onset time of tibialis anterior between male and female

**Conclusion:** Fear of falling is a factor that diminishes the quality of movement, decreases the physical capability which consequently results in weakening muscles. Fear of falling can cause balance impairment and therefore can increase the incidence of fall. Strengthening exercise of knee and ankle musculatures accompanied with balancing exercise can be the way to alleviate and prevent this problem.



## สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
แนวคิดโดยย่อของความสำเร็จหรือเหตุผลของการศึกษาวิจัย	9
วัตถุประสงค์หลักของโครงการ	10
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	10
แนวทางการดำเนินการวิจัย	10
ผลการวิจัย	15
การอภิปรายผล	36
ข้อสรุป	39
เอกสารอ้างอิง	40

## รายการตารางประกอบ

	หน้า
ตารางที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นในกลุ่มประชากรผู้สูงอายุไทยทั้งเพศชายและเพศหญิง	17
ตารางที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นในกลุ่มประชากรผู้สูงอายุไทยเพศชาย	19
ตารางที่ 3 ข้อมูลเบื้องต้นในกลุ่มประชากรผู้สูงอายุไทยเพศหญิง	21
ตารางที่ 4 คุณลักษณะของอาสาสมัคร	22
ตารางที่ 5 ระยะเวลาจำกัดการทรงตัวด้านหน้าของอาสาสมัคร 60 คน	23
ตารางที่ 6 ระยะเวลาจำกัดการทรงตัวด้านหลังของอาสาสมัคร 60 คน	23
ตารางที่ 7 ระยะเวลาจำกัดการทรงตัวด้านหน้าของอาสาสมัครเพศหญิงและเพศชายที่ กลัวหกล้มและไม่กลัวหกล้ม	25
ตารางที่ 8 ระยะเวลาจำกัดการทรงตัวด้านหลังของอาสาสมัครเพศหญิงและเพศชายที่ กลัวหกล้มและไม่กลัวหกล้ม	25
ตารางที่ 9 เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head) และ rectus femoris เมื่อ สัมผัสกับกล้ามเนื้อ tibialis anterior หลังรบกวนสมดุลการทรงตัว ในผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง	32
ตารางที่ 10 เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ biceps femoris, rectus femoris และ tibialis anterior เมื่อสัมผัสกับกล้ามเนื้อ gastrocnemius (medial head) หลังรบกวนสมดุลการทรงตัวในผู้สูงอายุ เพศชายและเพศหญิง	34

## รายการภาพประกอบ

	หน้า
รูปที่ 1	ขั้นตอนการคัดกรองอาสาสมัคร 12
รูปที่ 2	เครื่องวัดสมดุลง่ายกาย 13
รูปที่ 3	การวัดระยะจำกัดการทรงตัว 14
รูปที่ 4	การติดขั้วบันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ขาข้างขวา 15
รูปที่ 5	การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius(medial head), 28 rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลง่ายกายการทรงตัวขณะยืน ในเพศหญิงที่ไม่กลัวหกล้ม
รูปที่ 6	การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius(medial head), 29 rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลง่ายกายการทรงตัวขณะยืน ในเพศหญิงที่กลัวหกล้ม
รูปที่ 7	การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius(medial head), 30 rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลง่ายกายการทรงตัวขณะยืน ในเพศชายที่ไม่กลัวหกล้ม
รูปที่ 8	การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius(medial head), 31 rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลง่ายกายการทรงตัวขณะยืน ในเพศชายที่กลัวหกล้ม
รูปที่ 9	กราฟแท่งแสดงเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ 33 ขาข้างขวาเมื่อสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อ tibialis anterior
รูปที่ 10	กราฟแท่งแสดงเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ 35 ขาข้างขวาเมื่อสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head)



## บทนำ

การหกล้มในผู้สูงอายุเป็นปัญหาสำคัญด้านการสาธารณสุข เนื่องจากเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บและต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล และอาจเสียชีวิตในเวลาต่อมา การหกล้มมักเกิดในผู้ที่มีสุขภาพไม่ดีและมีความสามารถในการทำงานน้อยลง พบว่าประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป เคยมีประสบการณ์การหกล้มมากกว่า 1 ครั้งต่อปี อัตราการเสียชีวิตจากการหกล้มจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุ 75 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและเพศหญิง ทุกเชื้อชาติและชาติพันธุ์<sup>1,2,3,4</sup>

จากรายงานในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า การหกล้มนำไปสู่การบาดเจ็บภายนอก ประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ของผู้ที่มารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินได้รับบาดเจ็บอันเนื่องมาจากการหกล้ม และมักเกิดในเด็กที่อายุต่ำกว่า 5 ปี และผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 65 ปี การบาดเจ็บส่วนมากที่เกิดจากการหกล้ม คือ กระดูกหัก โดยเฉพาะที่ข้อตะโพก มีสาเหตุจากการหกล้มถึง 95 เปอร์เซ็นต์<sup>5</sup> และมักเกิดในผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 70 ปี โดยเฉพาะในเพศหญิงพบข้อตะโพกหักมากถึง 75-80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเด็กแล้วผู้สูงอายุที่หกล้ม จะต้องพักรักษาตัวอยู่ในโรงพยาบาลมากกว่าเด็กถึง 10 เท่า ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลและรักษาผู้สูงอายุที่ได้รับการบาดเจ็บเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ผู้สูงอายุที่บาดเจ็บโดยเกิดภาวะกระดูกหักส่วนใหญ่ไม่สามารถกลับไปใช้ชีวิตหรือทำงานได้ตามปกติ ทำให้ความสามารถในการทำงาน และคุณภาพชีวิตลดลง<sup>6</sup>

การหกล้มในผู้สูงอายุ 30 - 70 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากการเดินสะดุดสิ่งของ หรือลื่นล้ม ก้าวพลาดและมักเกิดขณะเดิน เนื่องจากการเดินเป็นกิจกรรมที่ทำมากที่สุดในแต่ละวัน แม้ว่าผู้สูงอายุจะเดินอย่างอิสระ แต่ความสามารถในการควบคุมสมดุลการทรงตัวนั้นลดลงทำให้เมื่อลื่นหรือสะดุดจะเกิดการหกล้มได้ง่าย<sup>7</sup>

ผู้สูงอายุที่เคยหกล้มจะขาดความมั่นใจในการทำกิจกรรมในแต่ละวัน เรียกภาวะนี้ว่า “ภาวะความกลัวการหกล้ม”(fear of falling)<sup>8,9,10</sup> ซึ่งทำให้ลดความสามารถของร่างกายในการทำงาน ลดบทบาททางสังคม และนำไปสู่ความเสี่ยงต่อการหกล้มเพิ่มขึ้น

## ปัจจัยที่ทำให้เกิดการหกล้ม

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการหกล้มในผู้สูงอายุจะเพิ่มอัตราการหกล้มในผู้สูงอายุ<sup>3</sup> แบ่งเป็น ปัจจัยภายใน (Intrinsic Factor) และปัจจัยภายนอก (Extrinsic Factor) ได้แก่

ปัจจัยภายใน (Intrinsic Factor) เป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และทางจิตใจ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพร่างกายเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผู้สูงอายุหกล้มได้ง่าย<sup>11,12,13</sup> ได้แก่ อายุที่เพิ่มขึ้น ประวัติการหกล้มในอดีต การเจ็บป่วยเรื้อรัง การได้รับการรักษาทางยา



เช่น ยากล่อมประสาท ยาคลายเครียด มีความบกพร่องในด้านการทรงตัวและการเคลื่อนไหว ระบบประสาทรับรู้ความรู้สึกบกพร่อง รวมถึงการมองเห็นภาพที่ไม่ชัดเจน ภาวะความเมื่อยล้า ความบกพร่องทางการรับรู้ การเรียนรู้และความเข้าใจต่อสิ่งแวดล้อม ความผิดปกติทางระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ระบบกระดูก และปัญหาของเท้า

ปัจจัยภายนอก (Extrinsic Factors) จะเป็นปฏิกริยาของร่างกายในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องนำมาพิจารณาในการสร้างโปรแกรมป้องกันการหกล้ม<sup>14</sup> ผู้ที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาจะเกิดการบาดเจ็บจากการหกล้มน้อยกว่าผู้ที่กั้วหรือไม่อยากเคลื่อนไหว ซึ่งอาจมีภาวะของกระดูกบาง หรือการป้องกันตนเองไม่ให้หกล้ม ผู้สูงอายุที่อยู่เฉยๆ ไม่ค่อยเคลื่อนไหว ไม่แข็งแรง มีแนวโน้มที่จะหกล้ม ผู้สูงอายุมักจะเกิดการบาดเจ็บจากการหกล้มเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย เช่น บันไดหรือพื้นที่ที่ไม่คุ้นเคยเมื่อออกจากบ้าน นอกจากนี้ ปัจจัยภายนอกอื่นๆ ได้แก่ แสงสว่างไม่เพียงพอ ทางขึ้นบันไดที่ไม่ปลอดภัยหรือพื้นต่างระดับ และพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดความเสี่ยง<sup>6,14</sup>

### การตรวจประเมินผู้สูงอายุที่หกล้ม

ผู้สูงอายุที่หกล้มควรได้รับการตรวจประเมินเพื่อหาสาเหตุของการหกล้ม และแนวทางในการแก้ไขสาเหตุของการหกล้มเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการหกล้มอีก การซักประวัติเป็นสิ่งจำเป็นในการหาสาเหตุของการหกล้ม และควรถามถึงกิจกรรมที่ทำก่อนและขณะล้มลง โดยเฉพาะการเคลื่อนไหวหรือการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนทิศทาง บริเวณที่หกล้ม และ สภาพแวดล้อม เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการป้องกัน

การทดสอบการทรงตัวเบื้องต้นจะดูความสามารถเคลื่อนไหว และความสามารถในการเคลื่อนย้ายตนเองได้อย่างปลอดภัยไปยังที่ต่างๆ เช่น การนั่ง การลุกขึ้นยืนจากเก้าอี้ การยืน การเอื้อมมือมาด้านหน้า ขณะยืน การเดินอย่างอิสระ และการหมุนตัว 360 องศา<sup>6</sup>

การทดสอบที่นิยมใช้ คือ การยืนบนขาข้างเดียวเป็นระยะเวลา 5 วินาที (one leg balance) โดยให้ผู้ถูกทดสอบเลือกขาข้างที่ถนัด การยืนนั้นต้องให้งอข้อเข่าของขาด้านหลังข้มขึ้นและเท้าต้องพันทัน ให้ทรงตัวในท่านั้นนานที่สุดเท่าที่จะทำได้ การทดสอบนี้สามารถคาดเดาถึงแนวโน้มของการเกิดการหกล้มได้<sup>6</sup>

การทดสอบด้วยวิธีอื่นเช่นแบบทดสอบ timed "Up & Go"<sup>15</sup> และ "Get-Up and Go"<sup>16</sup> โดยเป็นการประเมินการเดินและการทรงตัว

แบบทดสอบ timed "Up & Go"<sup>15</sup> ทดสอบโดยให้ผู้ป่วยลุกขึ้นจากเก้าอี้นั่งมาตรฐานสี่ที่พนักแขน ให้เดินเป็นระยะทาง 3 เมตร แล้วหมุนตัวเดินกลับมานั่งที่เก้าอี้ โดยผู้ถูกทดสอบใส่รองเท้าที่ใช้เดินปกติในแต่ละวัน อาจใช้เครื่องช่วยเดินถ้าจำเป็น เช่น ไม้เท้า แต่ต้องเดินด้วยตนเองโดยไม่มีคนช่วย ผู้ทดสอบจะ

บันทึกเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ถ้าเวลาในการทดสอบเกินกว่าหรือ เท่ากับ 30 วินาที แสดงว่าผู้ถูกทดสอบ มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหว หรือต้องการความช่วยเหลือ และมีความเสี่ยงต่อการหกล้ม

แบบทดสอบ "Get-Up and Go"<sup>16</sup> ทดสอบโดยให้ผู้ถูกทดสอบนั่งบนเก้าอี้มาตรฐานไม่มีที่พักแขน เก้าอี้วางห่างจากผนังห้อง 3 เมตร ผู้ถูกทดสอบยืนขึ้นและเดินไปที่ผนังห้อง อาจใช้เครื่องช่วยเดินถ้าจำเป็น หมุนตัวกลับโดยไม่สัมผัสผนังห้อง เดินกลับมานั่งเก้าอี้ การทดสอบนี้ไม่ต้องจับเวลา ผู้ทดสอบสังเกต ความสามารถในการทรงตัวและการเดิน

### **คำจำกัดความของคำว่า “หกล้ม”**<sup>17,18</sup>

คำจำกัดความของคำว่า “หกล้ม” ในทางงานวิจัย หมายถึง ภาวะที่ผู้สูงอายุล้มลงไปสู่พื้น หรือพบว่า นอนอยู่ที่พื้น หรือเป็นภาวะที่ล้มไปกระทบกับวัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ในบริเวณนั้น เช่น เก้าอี้ เคาน์เตอร์ แล้ว ต้องพยายามดึงตัวกลับมาเพื่อการทรงตัว<sup>17</sup> งานวิจัยส่วนใหญ่จะทำการรวบรวมสมดุผลการทรงตัวโดยไป รวบรวมฐานที่รองรับน้ำหนักขณะยืน กรณีนี้การหกล้มหรือการสูญเสียการทรงตัวจะหมายถึง การเปลี่ยนแปลงหรือการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางมวล (center of mass) ออกมานอกฐานที่รองรับน้ำหนัก ของร่างกาย หรือในทางคลินิกอาจให้คำจำกัดความของการหกล้มว่า เป็นการหลุดจากฐานที่รองรับน้ำหนัก ของร่างกายโดยไม่ได้ตั้งใจ คำจำกัดความนี้ไม่ได้หมายถึง ขณะยืนเท่านั้น แต่รวมถึงขณะลุกขึ้นยืนจาก เก้าอี้แล้วเกิดภาวะหงายหลังลงมานั่งบนเก้าอี้โดยไม่ได้ตั้งใจ หรือเซไปกระทบกับผนังห้อง ในปี 1987 คณะทำงานเกี่ยวกับการป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุของ Kellogg International ให้คำจำกัดความของ การหกล้มว่า “การล้มลงสู่พื้นหรือระดับต่ำกว่าโดยไม่ได้ตั้งใจที่ไม่ได้เกิดจากแรงกระแทกอย่างแรง ภาวะไม่ รู้สติ ภาวะอ่อนแรงทันทีทันใดจากโรคภาวะหลอดเลือดในสมองและโรคลมชัก”<sup>18</sup> คำจำกัดความนี้เหมาะ กับการศึกษาการหกล้มที่มีปัจจัยเสี่ยงจากความบกพร่องของระบบประสาทการรับรู้และการเคลื่อนไหว และควบคุมการทรงตัว

### **คำจำกัดความของ “การทรงตัว”**

การทรงตัว หมายถึง ความสามารถในการรักษาจุดศูนย์กลางมวลของร่างกายให้คงอยู่บนฐานที่ รองรับร่างกาย<sup>17</sup> การทรงตัวที่ดีเกิดจากการทำงานหลายระบบของร่างกายที่ให้ข้อมูลสู่ระบบประสาทที่ ถูกต้อง สมองจะรับข้อมูลที่ส่งมาจากส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น ตา หูชั้นใน ข้อต่อ กล้ามเนื้อ และผิวหนัง เพื่อรวบรวม ประเมินและประมวลข้อมูล แล้วจึงกำหนดให้ร่างกายปรับสมดุลการทรงตัว นอกจากการ ทำงานของระบบต่างๆ ของร่างกายแล้ว มีปัจจัยอื่นที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการทรงตัว คือ ภาวะความกลัว การหกล้ม การได้รับหรือการใช้ยา และความผิดปกติของร่างกาย ความเสื่อมของร่างกาย

## การควบคุมการทรงตัว

จากแนวคิดเรื่อง การควบคุมการเคลื่อนไหว<sup>17</sup> ระบบประสาทจะมีโปรแกรมในการควบคุมการเคลื่อนไหวที่สามารถนำมาใช้ได้ทันที ระบบประสาทส่วนกลางจะทำหน้าที่เชื่อมโยงส่วนต่างๆ ของร่างกายให้ทำงานต่อสภาวะต่างๆ เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบที่สมองได้จดจำจากการทำงานที่ผ่านมา และเป็นการทำงานซ้ำๆ จนเกิดเป็นรูปแบบเดิมๆ ที่เรียกว่า รูปแบบการเคลื่อนไหว ขั้นตอนการทำงานจะเกิดการตอบสนองแบบอัตโนมัติเป็นการเคลื่อนไหวออกมาทำให้สามารถทรงตัวอยู่ได้ ระบบประสาทส่วนกลางจึงไม่ต้องทำงานเสมอไปเมื่อเสียการทรงตัว การทำงานเพื่อรักษาสมดุลของร่างกายขณะยืน เป็นการทำงานของข้อเท้า ข้อตะโพก และการก้าวเท้าออกไปเพื่อสร้างฐานรองรับน้ำหนักใหม่

งานวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการควบคุมการทรงตัวจะศึกษา

1. สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ(Electromyogram;EMG) เพื่อบันทึกการทำงานของกล้ามเนื้อที่ควบคุมการทรงตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสมดุล
2. รูปแบบการเคลื่อนไหว(kinematics) การเปลี่ยนแปลงของจุดศูนย์กลางมวล(center of mass; COM) และมุมที่เปลี่ยนไปขณะรักษาสมดุลการทรงตัว
3. แรงกระทำ แรงที่เกิดขึ้น ทิศทางของแรง(kinetics) เพื่อปรับตัวให้ทรงตัวอยู่ได้เมื่อถูกรบกวนการทรงตัว

การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มีความสัมพันธ์ต่อการหกล้มในผู้สูงอายุ Woollacott และคณะ<sup>19</sup> ได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของอายุกับลำดับการทำงานของกล้ามเนื้อเมื่อเสียสมดุลการทรงตัวขณะยืนพบว่า กล้ามเนื้อที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการหดตัวก่อน คือ กล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเท้า และกล้ามเนื้อที่อยู่ส่วนบนจะทำงานตามมา พบว่าผู้สูงอายุมีการตอบสนองของกล้ามเนื้อที่ใช้การกระดกข้อเท้าช้ากว่าผู้ที่อยู่ในวัยหนุ่มสาว เมื่อถูกรบกวนให้เสียสมดุลการทรงตัวทางด้านหน้า<sup>19,20</sup> และกล้ามเนื้อขาที่อนบนจะทำงานก่อนกล้ามเนื้อขาที่อนล่าง โดยเฉพาะในผู้ที่มีความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง<sup>21</sup> และพบว่ามีการทำงานของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเท้า 2 ด้านพร้อมกันมากกว่าในผู้ที่อายุน้อยกว่า จะเห็นว่าผู้สูงอายุจะเกิดภาวะการเกร็ง(stiffness) ของข้อเท้าและข้อเข่ามากกว่าผู้ที่อายุน้อยกว่าในการรักษาการทรงตัวเมื่อถูกรบกวนสมดุล

กรณีที่ผู้สูงอายุมีพยาธิสภาพที่ข้อเท้า กล้ามเนื้อที่ควบคุมการทำงานของข้อเท้าอ่อนแรงหรือภาวะที่มีการสูญเสียการรับความรู้สึกที่บริเวณส่วนปลาย ผู้สูงอายุจะใช้การทำงานของข้อตะโพกมากกว่าข้อ

เท้าเพื่อรักษาสมดุลการทรงตัว<sup>22,23</sup> นอกจากนี้ การลื่นล้มบนพื้นลื่น พื้นเปียกน้ำ กล้ามเนื้อของข้อตะโพก จะทำงานเนื่องจากต้องใช้แรงเพิ่มขึ้นในการทรงตัว

ขณะที่ข้อตะโพกทำงาน กล้ามเนื้อ tibialis anterior และกล้ามเนื้อ gastrocnemius จะไม่ทำงาน ดังนั้น ถ้าใช้ข้อตะโพกในการรักษาสมดุล บทบาทการทำงานของข้อเท้าจะลดลง อาจเกิดจากความยืดหยุ่นและความแข็งแรงของข้อเท้าไม่เพียงพอต่อการทำงาน<sup>17</sup>

การเสียสมดุลไปด้านหน้าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเซไปด้านหลัง พบว่า ผู้สูงอายุที่ปัญหาด้านการทรงตัวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อซ้ำกว่าผู้ที่มีการทรงตัวระดับปกติ<sup>17,20</sup> ผู้สูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงระบบประสาทยนต์ทำให้มีผลกระทบต่อการทำงาน จึงไม่สามารถรักษาสมดุลการทรงตัวไว้ได้ การเปลี่ยนแปลงนั้น ได้แก่ กล้ามเนื้ออ่อนแรง มีความบกพร่องของระบบการทำงานของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อต่อ และมีความสามารถจำกัดในการรักษาสมดุลการทรงตัวเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง แต่ถ้ามีแรงกระทำจากภายนอกมารบกวนอย่างรวดเร็วและรุนแรง ทำให้เสียสมดุลและหลุดจากฐานรองรับ ร่างกายจะใช้การก้าวเท้าออกไปหรือกระโดดเพื่อสร้างฐานรองรับใหม่

### ระบบประสาทรับความรู้สึกกับการทรงตัว

ประสาทรับความรู้สึกประกอบไปด้วย ตา หู และองค์ประกอบของเวสติบิวลาร์ (หูชั้นใน) การรับรู้ของข้อต่อและการสัมผัส การรับรส การดมกลิ่น

ระบบประสาทรับความรู้สึกที่เกี่ยวข้องหรือมีบทบาทสำคัญต่อการทรงตัว คือ การมองเห็น ระบบเวสติบิวลาร์ ระบบกายสัมผัส การที่มนุษย์เราใช้ระบบต่างๆ มาทำงานร่วมกันจะทำให้สามารถเรียนรู้และปรับตัวได้อย่างรวดเร็วในการรักษาสมดุลและเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ<sup>17</sup>

ประสาทรับความรู้สึกส่งข้อมูลมายังระบบประสาทส่วนกลางเพื่อดำเนินการให้ร่างกายทำการเคลื่อนไหวในรูปแบบที่เหมาะสม โดยประเมินถึงน้ำหนัก แรงที่ถูกระทำ

### ระบบการมองเห็นต่อการทรงตัว

การมองเห็นเป็นส่วนที่สำคัญของการทรงตัวของมนุษย์ รับข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการเคลื่อนไหวของร่างกายกับสิ่งแวดล้อมรอบกาย ทำให้เราแยกแยะสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัว เพื่อช่วยในการตัดสินใจว่าควรเคลื่อนไหวในรูปแบบใด และให้ข้อมูลความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ รอบตัว เมื่อใช้ระบบการมองเห็นรับข้อมูลทำให้สามารถบอกตำแหน่งของร่างกายที่สัมพันธ์ต่อสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้ ระบบการมองเห็นจะรับข้อมูลของการทำงานของข้อต่อ ส่งไปยังระบบประสาทส่วนกลาง<sup>17</sup>

ในผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของตาทำให้แสงผ่านมายังจอตาได้น้อยลง ดังนั้น เมื่ออายุมากขึ้นจึงต้องการแสงสว่างในการมองเห็นมากขึ้น มองเห็นภาพได้ไม่ชัดเจน อาจเกิดจากภาวะต้อกระจก ต้อหิน เนื่องจากการขาดเลือดมาเลี้ยงที่จอตาหรือมีโรคทางระบบประสาท ซึ่งปัญหาทางสายตานั้นมีผลต่อความสามารถในการทรงตัว<sup>17</sup>

### **ระบบเวสติบิวลาร์ต่อการทรงตัว**

ระบบเวสติบิวลาร์จะทำงานเมื่อรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงส่วนต่างๆ ของร่างกาย หรือการเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กับแรงดึงดูดของโลก เป็นความเร่งเชิงเส้นและเชิงมุมของศีรษะ เป็นตัวเชื่อมโยงระบบการรับรู้ทั้งการมองเห็นและการสัมผัส การรับรู้ของข้อต่อ ระบบเวสติบิวลาร์ทำงานร่วมกับระบบการมองเห็น เพื่อที่จะให้สายตาอยู่กับที่ขณะเดิน ถ้ามีความผิดปกติของระบบเวสติบิวลาร์ จะทำให้เกิด อากาโรวิงเวียน และไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้ ทำให้มีผลต่อการทำงานของระบบประสาทในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์กับสิ่งรอบข้างและตำแหน่งของร่างกาย

ระบบเวสติบิวลาร์จะลดความสามารถในการทำงานลง เนื่องจากการลดลงของ vestibular hair และเซลล์ประสาทถึง 40 เปอร์เซ็นต์เมื่ออายุ 70 ปีขึ้นไป<sup>24</sup> ระบบนี้มีความสำคัญต่อการทรงตัวมาก โดยเฉพาะเมื่อระบบการมองเห็นและการรับรู้ของข้อต่อเกิดให้ข้อมูลที่ขัดแย้งกัน จึงทำให้ผู้สูงอายุที่มีปัญหาของระบบนี้ไม่สามารถปรับตัวกับสภาพแวดล้อมที่สายตาและระบบการรับรู้ของข้อต่อเกิดให้ข้อมูลที่ขัดแย้งกันทำให้การปรับตัวเมื่อเสียสมดุลจึงไม่ปกติ<sup>17</sup>

### **ระบบกายสัมผัสต่อการทรงตัว**

ระบบกายสัมผัสประกอบด้วย การสัมผัสและการรับรู้ของข้อต่อ ข้อมูลที่ได้มีสำคัญต่อระบบประสาทมาก เนื่องจากบอกถึงตำแหน่งของร่างกาย การรับรู้ของการสัมผัสและข้อต่อนี้จะทำให้กล้ามเนื้อปรับตัวหรือทำงานได้อย่างอัตโนมัติเพื่อรักษาสมดุลของร่างกายไม่ให้ล้ม

ระดับการรับรู้การสั่นสะเทือน ที่นิ้วหัวแม่มือต่ำลงถึง 3 เท่าเมื่ออายุ 90 ปีขึ้นไป<sup>17</sup> การลดลงนี้เกิดในส่วนของรยางค์ขามากกว่าแขน และมีผู้สูงอายุจำนวนไม่น้อยที่ไม่สามารถบอกความรู้สึกของการสั่นสะเทือนที่ข้อเท้าได้ สำหรับการรับรู้ของการสัมผัสจะลดลงเมื่ออายุมากขึ้น<sup>25</sup> โดยมีการลดลงของการสัมผัสละเอียด การรับรู้แรงกด และการสั่นสะเทือน เมื่ออายุมากขึ้น Meissner end organ และ Pacinian corpuscles จะลดความสามารถในการรับความรู้สึก สาเหตุที่ความสามารถในการทำงานลดลงอาจมาจากจำนวนประสาทรับความรู้สึกที่ลดลง พบว่ามีการลดลงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ของใยประสาทรับความรู้สึกส่วนปลายทำให้เกิดภาวะโรคระบบประสาทส่วนปลาย และมีผลกระทบต่อระบบรับความรู้สึกอื่นๆ เช่น

ระบบการมองเห็น และระบบเวสติบิวลาร์ และเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จะช้ากว่าคนปกติ<sup>26</sup>

เมื่อมีความบกพร่องของระบบการมองเห็น ระบบเวสติบิวลาร์ และ/หรือ ระบบกายสัมผัส จะมีผลกระทบต่อการทำงาน การสูญเสียการทรงตัวนั้นมีสาเหตุหลายประการ เช่น การที่ระบบประสาทถูกทำลาย จำนวนและความรุนแรงของประสาทรับความรู้สึกที่สูญเสียไป และความสามารถของส่วนการรับความรู้สึกที่สามารถทดแทนได้

ระดับความบกพร่องของการทรงตัวที่เกิดจากการสูญเสียความรู้สึกขึ้นกับโครงสร้างและความรุนแรงของระบบประสาทที่มีพยาธิสภาพ กรณีที่มีความบกพร่องของสายตาจากโรคหลอดเลือดในสมอง หรือต่อกระดูก จะใช้ข้อมูลจากระบบกายสัมผัสและระบบเวสติบิวลาร์เพื่อรักษาการทรงตัวไว้ กรณีนี้การเลือกใช้อุปกรณ์ช่วย รวดเกาะเดิน หรือแสงสว่างที่เพียงพอเป็นสิ่งจำเป็น

ถ้าระบบเวสติบิวลาร์ผิดปกติหรือถูกทำลายจะเกิดภาวะเวียนศีรษะ มองภาพไม่ชัดได้ ทำให้มีความบกพร่องต่อการทรงตัวและการควบคุมการทรงตัวอย่างรุนแรง<sup>17</sup>

ระบบประสาทที่มีความสามารถในการนำส่วนต่างๆ มาทดแทนเมื่อมีความบกพร่องของร่างกายเกิดขึ้น สมองไม่ได้เลือกหรือเลือกวิธีที่ดีที่สุดในการทำงานทดแทน ในกรณีที่เลือกอาจเลือกวิธีที่เร็วที่สุดมาใช้เพื่อให้ร่างกายทำงานต่อไปได้

### การทรงตัวในผู้สูงอายุ

เมื่ออายุมากขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายมากมาย<sup>17</sup> เช่น การเดินช้าลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาดลง และช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อลดลง การเปลี่ยนแปลงอื่นๆ เช่นปัญหาทางสายตา ได้แก่ ความสามารถในการมองเห็นลดน้อยลงทั้งด้านความชัดเจน การมองใกล้ไกล ลานสายตา การปรับของสายตาเมื่อมองในที่มืดและสว่าง ซึ่งจะต้องได้รับการตรวจประเมินจากจักษุแพทย์

ความสัมพันธ์ของการทรงตัวกับอายุนั้นเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบของร่างกาย เช่น การเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาทที่ทำให้ตอบสนองช้าลงเมื่อสูญเสียการทรงตัว ประสิทธิภาพของการทำงานด้านกับแรงดึงดูดของโลกลดลง มีการเปลี่ยนแปลงทางกระดูกและข้อต่อทำให้ลดการทำงานของข้อเท้า นำไปสู่การใช้ข้อตะโพกและการก้าวเท้าออกไปมากขึ้นเพื่อรักษาการทรงตัวไม่ให้ล้มลง ภาวะกลัวการหกล้ม การรับความรู้สึกที่เปลี่ยนไปหรือผิดปกติ และการลดลงของความสามารถในการทำงานของระบบเวสติบิวลาร์<sup>17</sup>

จากรายงานการศึกษาลักษณะการเดินในผู้สูงอายุ<sup>27,28</sup> พบว่าผู้สูงอายุที่มีประวัติหกล้มนั้นช่วงก้าวเดินแคบและสั้น เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่อายุน้อยกว่า ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากการที่ผู้สูงอายุใช้ฐานรองรับน้ำหนักที่แคบเนื่องจากไปลดการเคลื่อนไหวของจุดศูนย์กลางมวลตามแรงดึงดูดของโลกในทิศทางด้านข้างลำตัวเพื่อไม่ให้เกิดการเซ และการที่ไปลดฐานรองรับน้ำหนักทำให้ลดความสามารถในการทรงตัวขณะเดิน<sup>7</sup>

## **ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ**

### **ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ**

จากงานวิจัยพบว่า ความแข็งแรงหรือแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อจะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น พบว่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อขาอาจลดลงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ จากช่วงอายุ 30 ถึง 80ปี<sup>29</sup> ความทนทานของกล้ามเนื้อในการหดตัวต่อเนื่องที่ระดับรองสูงสุด(submaximum contraction) จะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ความทนทานในการทำงานนั้นลดลงช้าหรือน้อยกว่าความแข็งแรง เมื่ออายุมากขึ้นขนาดของกล้ามเนื้อจะเล็กลงและปริมาณกล้ามเนื้อลดลง กล้ามเนื้อขาจะลดยาวกว่ากล้ามเนื้อแขน เมื่อเซลล์กล้ามเนื้อตายจะมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและไขมันเข้ามาทดแทน นอกจากนี้ พบว่ามีการหายไปของเส้นใยกล้ามเนื้อ Type II ชนิดหดตัวเร็ว จะลดลงหรือหายไปเร็วกว่า Type I และจำนวนหน่วยยนต์จะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากการลดลงของเส้นใยมัดลีตินขนาดเล็กและใหญ่<sup>17</sup>

การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อลายมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานของมนุษย์ในการทำการเคลื่อนไหว พบว่า ความสามารถหดตัวสูงสุดลดลง กล้ามเนื้ออ่อนล้าเร็วขึ้น ความไวของการหดตัวช้าลง และพบว่า การหดตัวแบบ concentric มีผลกระทบจากอายุที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทและกล้ามเนื้อมากกว่าการเปลี่ยนแปลงการหดตัวแบบ eccentric ใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วมีผลกระทบมากกว่ากล้ามเนื้อที่หดตัวช้า

### **ช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ**

มีการลดลงของช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อและมีการลดลงของความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังในผู้สูงอายุทำให้ลักษณะท่าทางเปลี่ยนไปเป็นการยืนหลังค่อม ศีรษะยื่นไปด้านหน้า<sup>17,20</sup> ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของแนวโครงสร้างของท่าทาง การปรับเปลี่ยนตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลในแนวตั้งมาด้านหลังทางสั้นเท้า นอกจากนี้ ภาวะข้อเสื่อมก็ทำให้ช่วงองศาการเคลื่อนไหวลดลง และถ้ามีการเจ็บหรือปวดในบริเวณต่างๆ จะทำให้ช่วงองศาการเคลื่อนไหวลดลง<sup>22</sup>

## เพศและความสามารถในการทรงตัว

ลักษณะของร่างกายที่แตกต่างระหว่างเพศหญิงและเพศชาย เช่น ความสูงอาจทำให้เพศชายมีความสามารถในการควบคุมการทรงตัวที่น้อยกว่าเพศหญิง<sup>30</sup> ซึ่งอาจเป็นปัจจัยทำให้การทรงตัวแตกต่างกันในเพศหญิงและเพศชาย เนื่องมาจากความแตกต่างทางโครงสร้าง พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเพศในการเคลื่อนไหวและความเร็วของการควบคุม<sup>31,32</sup> จากการศึกษาของ Ekhdahl และคณะ พบว่าเพศหญิงมีความมั่นคงมากกว่าเพศชาย<sup>31</sup> อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาที่กล่าวว่าเพศหญิงมีความมั่นคงน้อยกว่าเพศชาย<sup>33</sup>

## แนวคิดโดยย่อของความสำคัญหรือเหตุผลของการศึกษาวิจัย

การหกล้มเป็นปัญหาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ<sup>34,35</sup> และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บเฉียบพลัน โดยเฉพาะการหักของกระดูกในส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น ข้อตะโพก หรือข้อมือ เป็นต้น ปัจจัยที่ส่งผลให้หกล้มในผู้สูงอายุ โดยเฉพาะกรณีที่ทำให้ร่างกายเสียสมดุลการทรงตัวมีหลายประการซึ่งเป็นปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก ปัจจัยภายในเกิดจากภาวะโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคทางระบบประสาท การเป็นลมล้มลง หรือภาวะการเสียสมดุลการทรงตัวซึ่งอาจมาจากความผิดปกติของร่างกายหรือกรณีที่อายุเพิ่มมากขึ้น ส่วนปัจจัยภายนอกเกิดจากสภาวะแวดล้อมที่อาศัยอยู่

ปัจจุบันประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้นเนื่องจากโครงสร้างของสังคมมีการเปลี่ยนแปลงและวิทยาการทางการแพทย์และสาธารณสุขที่ดีขึ้น<sup>36</sup> จากการศึกษาประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยเมื่อ ปี ค.ศ. 1999 พบว่ามีจำนวน 5.2 ล้านคน โดยจะเพิ่มขึ้นเป็น 5.6 ล้านคนในปี ค.ศ. 2000 และ ในปี ค.ศ. 2010 จะเพิ่มขึ้นเป็น 7.4 ล้านคน จนถึงปี ค.ศ. 2025 จะมีผู้สูงอายุถึง 13.9 ล้านคน โดยจะเป็นหญิงมากกว่าชาย และผู้สูงอายุที่อยู่ตามลำพังในที่พักอาศัยมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามลำดับ เนื่องจากสภาวะทางเศรษฐกิจและสังคม และมีจำนวนไม่น้อยที่ได้รับอุบัติเหตุรุนแรงขณะอยู่ลำพังและอาจเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตตามมา ซึ่งพบว่าผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 70 ปีเสียชีวิตจากอุบัติเหตุการหกล้ม<sup>37</sup> อุบัติการณ์การหกล้มขึ้นกับสภาพทางร่างกายและสภาวะแวดล้อมของแต่ละบุคคล ผู้สูงอายุจะเสี่ยงต่ออุบัติเหตุการหกล้มมากขึ้น เนื่องจากมีข้อจำกัดในการทำงานและการช่วยเหลือตนเอง และมักดำเนินชีวิตด้วยการพึ่งพาผู้ที่แข็งแรงกว่า เช่น ลูก หลาน ผู้ใกล้ชิดหรือผู้ดูแล จากงานวิจัยพบว่าแม้ผู้สูงอายุจะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแล้วก็ตาม อุบัติการณ์ของการหกล้มยังเพิ่มขึ้น จากข้อมูลนี้เป็นแนวทางที่บอกได้ว่าปัญหานั้นอาจมาจากสภาพร่างกายที่เสื่อมลงตามอายุเช่นมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง โดยเฉพาะกล้ามเนื้อข้อตะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า ซึ่งนำไปสู่ปัญหาการควบคุมการทรงตัว การเดินที่ผิดปกติ ทั้งนี้เพราะการควบคุมการทรงตัวที่ดีนั้นเกิดจากการทำงานที่มีประสิทธิภาพของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อและระบบประสาท<sup>17</sup>



นอกจากนี้ มีรายงานว่าความกลัวการหกล้ม (Fear of falling) เป็นสาเหตุสำคัญของ Post-fall syndrome<sup>10</sup> และอาจเกิดขึ้นได้เองโดยที่ไม่เคยหกล้มเลย เป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้สูงอายุขาดความสามารถในการรักษาภาวะสมดุลขณะทรงตัว อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของผู้สูงอายุจะเกิดความกลัวการหกล้มหลังจากที่ได้หกล้มมาแล้ว และผลที่ตามมาจากความกลัวการหกล้ม คือ ลดการเคลื่อนไหวเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงต่อการหกล้ม ส่งผลให้กล้ามเนื้อฝ่อลีบและประสิทธิภาพในการทำงานน้อยลง และมีผลต่อคุณภาพชีวิต เช่น ลดบทบาทในสังคม หรือ ลดกิจกรรมยามว่าง<sup>38</sup> และจากการสำรวจของ Maki และคณะ พบว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะความกลัวการหกล้มมีแนวโน้มที่จะเกิดการหกล้มสูงกว่าผู้สูงอายุที่ไม่กลัวการหกล้ม<sup>39</sup> จะเห็นได้ว่าความกลัวการหกล้มมีอิทธิพลต่อการทรงตัวในท่ายืน

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเป็นสาเหตุนำไปสู่การศึกษาเรื่องการทรงตัวและการหกล้มในผู้สูงอายุ โดยนำภาวะความกลัวการหกล้มมาพิจารณา เนื่องจากความกลัวการหกล้มนำไปสู่ความไม่มั่นใจและลดการเคลื่อนไหวเป็นผลทำให้ต้องพึ่งพาผู้อื่น ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถเป็นแนวทางในการลดความเสี่ยงของการหกล้มในผู้สูงอายุและเป็นข้อมูลที่จะทำให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพการดำเนินชีวิตที่ดีและได้มาตรฐาน

### วัตถุประสงค์หลักของโครงการ

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกลัวการหกล้มกับการทรงตัวในผู้สูงอายุ
2. เพื่อศึกษาระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุ
3. เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเข้าและข้อเท้ากับการทรงตัวและอุบัติการณ์การหกล้ม

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อหาแนวทางในการป้องกันหรือลดอุบัติการณ์การหกล้มในผู้สูงอายุ
2. ใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

### แนวทางการดำเนินการวิจัย

**ขอบเขตของการวิจัย/พื้นที่ศึกษา** ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในท่ายืนกับการทรงตัวในผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงที่กัวและไม่กลัวการหกล้มในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (นนทบุรี ปทุมธานี นครปฐม สมุทรปราการ สมุทรสาคร และนครนายก)

## วิธีดำเนินการวิจัย

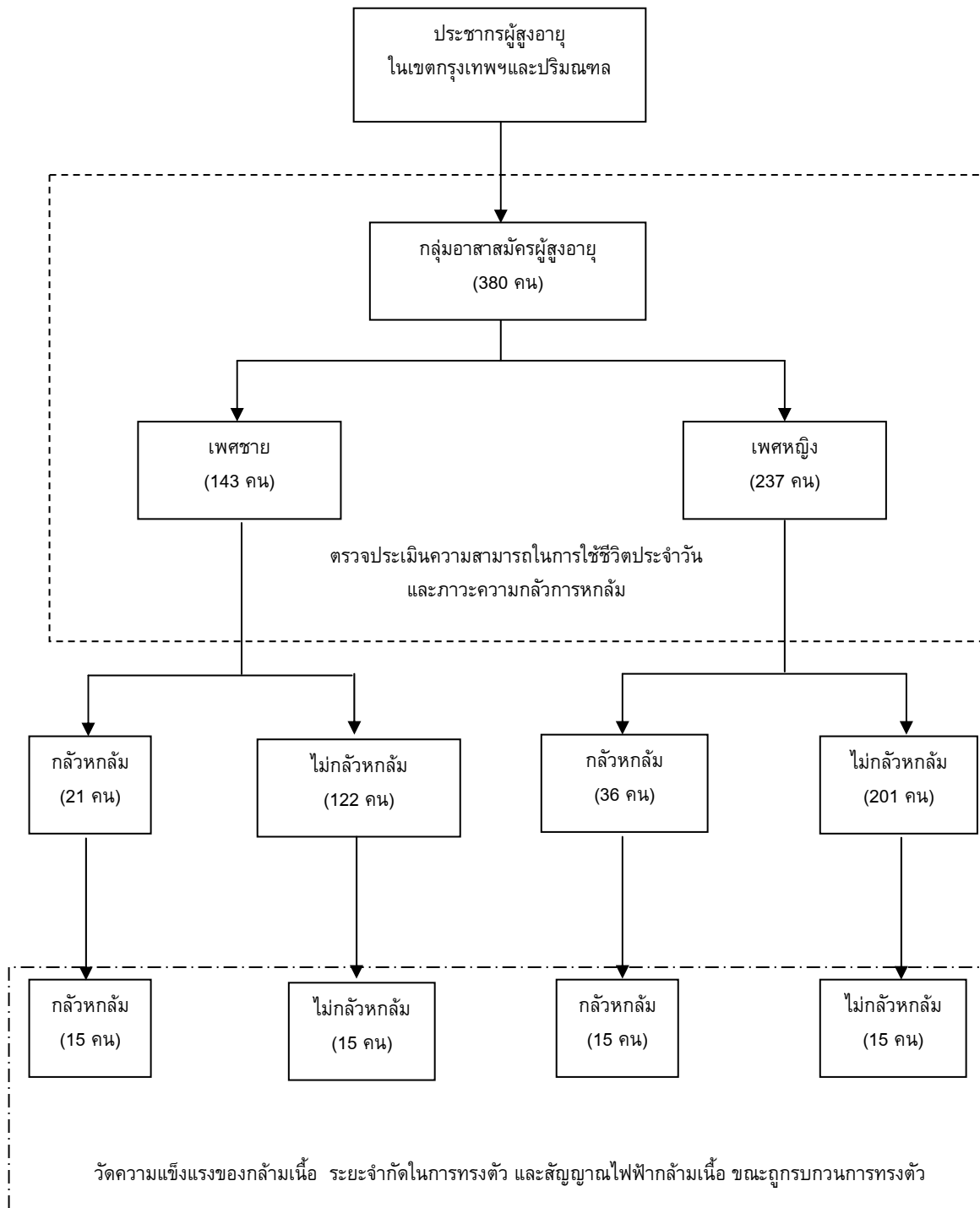
### ลักษณะอาสาสมัคร

อาสาสมัครผู้สูงอายุ (อายุระหว่าง 65 – 80 ปี) สุขภาพดี อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล จำนวนเพศละ 30 คน โดยคัดกรองจากผู้สูงอายุ 380 คน (เพศชาย 143 คน เพศหญิง 237 คน) ซึ่งทั้งหมดจะถูกทำการชักประวัติทั่วไป และประวัติการหกล้มใน 6 เดือนที่ผ่านมา ตรวจสุขภาพร่างกายเบื้องต้น เช่น อัตราการหายใจ ระดับความดันโลหิต น้ำหนัก ส่วนสูง ประเมินการใช้ชีวิตในแต่ละวัน โดยใช้แบบสอบถามดัชนีบาร์เทเลดีแอส แต่ละเพศแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน คือ กลุ่มที่กลัวการหกล้ม (fear of falling group) และกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม (no fear of falling group) โดยวิธีการของ Modified Falls Efficacy Scale (MFES)<sup>8</sup> และจับคู่ให้อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มมี อายุ ส่วนสูง มวลน้ำหนัก และการใช้ชีวิตในแต่ละวัน (age, body height and mass, and physical activity) ใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเท้าและข้อเท้า ช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อขาขวา ความสามารถในการทรงตัวเบื้องต้น โดยการให้ยืนหลับตา ยืนบนขาข้างเดียว และยืนโดยเท้าข้างหนึ่งอยู่ด้านหน้าเท้าอีกข้างหนึ่ง อาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ไม่มีอาการของกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคทางระบบประสาท และสามารถเดินได้อย่างอิสระ อาสาสมัครได้รับการอธิบายถึงขั้นตอนและความปลอดภัยของการวิจัย และอาสาสมัครได้ให้ความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร ขั้นตอนการคัดกรองอาสาสมัครแสดงใน รูปที่ 1 การวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์และการใช้สัตว์ทดลองในการวิจัย กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

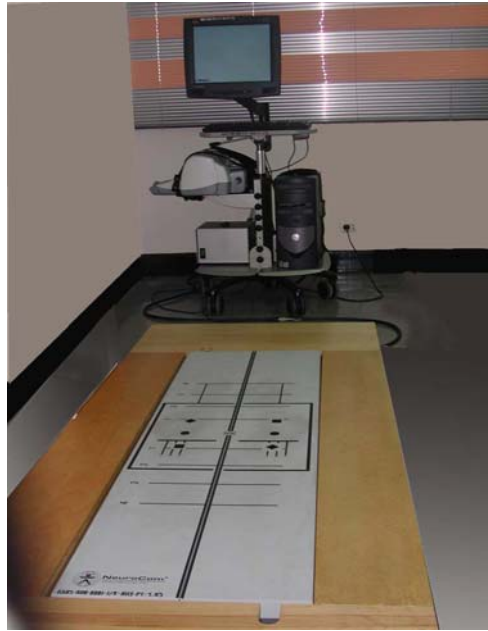
### เครื่องมือวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลของความกลัวการหกล้มกับความสามารถในการรักษาสมดุลการทรงตัวในท่ายืน อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยเครื่องวัดสมดุลร่างกาย (Balance system; Balance Master<sup>®</sup>, NeuroCom<sup>®</sup> International, Inc. Clackamas, OR, USA) และซอฟต์แวร์เวอร์ชัน 8.0 ที่มีแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาแบบคู่ (dual forceplate) ที่อยู่ใต้ฐานสำหรับยืน (platform) (รูปที่ 2) เพื่อบันทึกค่าจุดศูนย์กลางแรงกดที่เท้า (center of pressure; COP) ขณะเสียสมดุลที่เกิดขึ้นเอง (spontaneous – sway test) โดยให้โน้มตัวไปด้านหน้าและเอนตัวมาด้านหลัง และบันทึกค่าระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุ จากการเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์กลางของแรงกดที่เท้า (center of pressure) ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการวัดระยะจำกัดการทรงตัว (Limits of Stability) ทางด้านหน้าและด้านหลัง และใช้เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (electromyogram recorder; Muscle tester model ME3000P8, Mega Electronics Ltd. Kuopio, Finland) ซึ่งมีซอฟต์แวร์ MegaWin 700046 เวอร์ชัน 2.0 เพื่อบันทึกเวลาเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (onset time, sec) และลำดับการทำงานของกล้ามเนื้อ

rectus femoris, biceps femoris, tibialis anterior และ gastrocnemius (medial head) ของขาข้างขวา ขณะทำให้เสียสมดุล (induced – sway test) ในท่ายืน โดยติดขั้วบันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Blue sensor®, Ambu, Denmark) ที่ผิวหนังบริเวณ motor point ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด ข้อมูลทั้งหมดถูก บันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์และนำมาวิเคราะห์เวลาเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแต่ละมัด



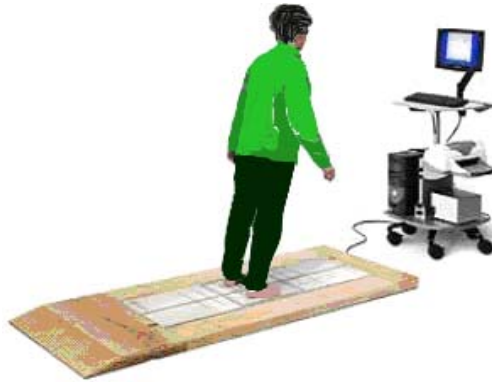
รูปที่ 1 ขั้นตอนการคัดเลือกอาสาสมัคร



รูปที่ 2 เครื่องวัดสมดุร่างกาย (Balance system; Balance Master<sup>®</sup>, NeuroCom<sup>®</sup> International, Inc. Clackamas, OR, USA)

### วิธีการวิจัย

อาสาสมัครยืนทรงตัวบนฐานสำหรับยืนของเครื่องวัดสมดุร่างกายโดยไม่ใส่รองเท้า และให้เท้า 2 ข้างวางขนานกัน โดยความห่างเท่ากับช่วงกว้างระหว่างข้อต่อโพกของอาสาสมัคร และทำการวัดจุดศูนย์กลางของแรงกดที่เท้า โดยการวัดระยะจำกัดการทรงตัว ในขณะที่อาสาสมัครโน้มตัวไปทางด้านหน้าและด้านหลังให้มากที่สุด โดยอาสาสมัครต้องพยายามรักษาสมดุลให้อยู่ในช่วงของจุดศูนย์กลางของแรงกดที่เท้า ทั้ง 2 ด้านโดยที่ฝ่าเท้าวางอยู่บนแผ่นรับแรงกดตลอดเวลา (รูปที่ 3) แล้วจึงบันทึกระยะจำกัดในการทรงตัวโดยแสดงผลเป็นค่าตัวแปร ได้แก่ ระยะเวลาในการตอบสนอง (reaction time, sec) เป็นเวลาที่เริ่มเคลื่อนลำตัวเมื่อได้รับสัญญาณหรือคำสั่ง ความเร็วในการเคลื่อนที่ (movement velocity, deg/sec) เป็นความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางถ่วง(COG) ของร่างกาย, ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (end point excursion, %LOS) เป็นระยะทางที่สามารถเคลื่อนตัวครั้งแรกไปได้ไกลที่สุด และระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุด(maximum excursion, %LOS) เป็นระยะทางที่จุดศูนย์กลางถ่วงของร่างกายเคลื่อนที่ได้ไกลที่สุดระหว่างทดสอบ ซึ่งอาจมากกว่าระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปถ้าความพยายามขณะทำการทดสอบที่จะไปให้ไกลกว่าครั้งแรกที่เคลื่อนที่ไป และความสามารถในการควบคุมทิศทาง (direction control, %) เป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบปริมาณการเคลื่อนไหวที่ไปยังเป้าหมายอย่างถูกต้องต่อปริมาณการเคลื่อนไหวที่ออกนอกเส้นทางที่ไปยังเป้าหมาย



**รูปที่ 3** การวัดระยะจำกัดการทรงตัว(limit of stability) ขณะที่อาสาสมัครโน้มตัวไป ด้านหน้า และด้านหลัง(Anteroposterior direction) บนเครื่องวัดสมดุลร่างกาย(Balance system)

หลังจากนั้นให้อาสาสมัครยืนตรงมองวัตถุหรือภาพทางด้านหน้าที่ห่างจากที่ยืนประมาณ 2 เมตร จากนั้น ผู้วิจัยทำการติดขั้วบันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ผิวหนังบริเวณ motor point ของ กล้ามเนื้อ rectus femoris, biceps femoris, tibialis anterior และ gastrocnemius (medial head) ที่ขาขวา(รูปที่ 4) แล้วจึงรบกวนสมดุลการทรงตัวของอาสาสมัครมาทางด้านหน้าโดยการเตือนด้วยเสียงและไม่มีการเตือนด้วยเสียง ด้วยวิธีการแบบสุ่ม และบันทึก ค่าเวลาของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ(onset time,sec) และลำดับการทำงานของกล้ามเนื้อขาขวา โดยมีผู้ร่วมทำการวิจัย 2 คน คอยระวัง และป้องกัน อันตรายตลอดระยะเวลาทำการวิจัย

#### **วิธีการประมวลผล/สังเคราะห์ข้อมูล**

ข้อมูลเบื้องต้นได้แก่ สถานภาพสมรส การศึกษา อาชีพ ลักษณะที่อยู่อาศัย ประวัติการหกล้มของผู้สูงอายุแปลผลเป็นค่าสถิติเชิงพรรณนา และนำค่าการเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์กลางของแรงกดที่เท้า (center of pressure) ที่ได้จากการวัดระยะจำกัดการทรงตัว(Limits of Stability) ทางด้านหน้าและด้านหลัง ได้แก่ ระยะเวลาในการตอบสนอง (reaction time), ความเร็วในการเคลื่อนที่ (movement velocity), ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (end point excursion) และระยะทางที่เคลื่อนที่ไปได้มากที่สุด(maximum excursion) และ ความสามารถในการควบคุมทิศทาง (direction control) และเวลาที่เริ่มเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้า (onset time) เมื่อเสียสมดุล และค่าของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มที่กัวต่อการหกล้ม และกลุ่มที่ไม่กัวต่อการหกล้มในเพศเดียวกัน และระหว่างเพศ มาวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรม

คอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS/PC for Windows เวอร์ชัน 11.0 โดยทำการทดสอบด้วยวิธี two-way analysis of variance (ANOVA) โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$



a. ด้านหน้า



b. ด้านหลัง

รูปที่ 4 การติดขั้วบันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ผิวหนังบริเวณ motor point ของ (a) กล้ามเนื้อ rectus femoris และ tibialis anterior (b) กล้ามเนื้อ biceps femoris, และ gastrocnemius (medial head) ที่ขาขวา

## ผลการวิจัย

### 1. ข้อมูลเบื้องต้น

#### 1.1 ข้อมูลเบื้องต้นผู้สูงอายุไทยในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

กลุ่มประชากรผู้สูงอายุไทยทั้งเพศชายและหญิง อายุระหว่าง 65 -80 ปี จำนวน 380 คน ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร (ร้อยละ 82.1) และปริมณฑล (ร้อยละ 17.9) สุขภาพดี มีความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันได้ในระดับปกติจากการประเมินโดยใช้แบบประเมินความสามารถในชีวิตประจำวัน (ดัชนีบาร์เทิลเฮดีแอล ค่าเฉลี่ย  $19.62 \pm 0.8$ ) ส่วนใหญ่มีกิจกรรมยามว่างหรืองานอดิเรก เช่น ออกกำลังกายตามสวนสุขภาพ หรือสวนสาธารณะ ทำงานฝีมือ ปลูกต้นไม้ อ่านหนังสือ หรือเที่ยวกับกลุ่มเพื่อน อาศัยอยู่เพียงลำพังและเป็นโสดร้อยละ 12.9 แต่งงานและอยู่ร่วมกับคู่สมรสร้อยละ 59.2 หม้ายและหย่า

ร่างร้อยละ 6.6 คู่สมรสเสียชีวิตร้อยละ 21.3 ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ค่าอัตราชีพจร อัตราการหายใจ และระดับความดันโลหิตแสดงใน ตารางที่ 1 จำนวนผู้สูงอายุที่ไม่มีโรคประจำตัวร้อยละ 22.3 เป็นเบาหวาน ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และอื่นๆร้อยละ 77.7 เป็นผู้ที่ไม่ได้รับการรักษาร้อยละ 20.8 ไปพบแพทย์และได้รับการรักษาตามการแพทย์แผนปัจจุบันร้อยละ 78.2 และได้รับการรักษาด้วยทางเลือกอื่น ร้อยละ 1.0

### **อาชีพและการศึกษา**

ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่ได้ประกอบอาชีพเป็นจำนวนถึงร้อยละ 73.1 และประกอบอาชีพเช่นค้าขาย รับจ้างทั่วไป และอื่นๆ ร้อยละ 26.9 ในด้านการศึกษา ผู้สูงอายุไม่ได้รับการศึกษาหรือมีการศึกษาต่ำกว่า/เทียบเท่าระดับประถมศึกษาที่ 6 ร้อยละ 70.3 ระดับมัธยมศึกษาร้อยละ 16.3 เทียบเท่าอนุปริญญา ร้อยละ 4.5 ระดับปริญญาตรีร้อยละ 8.4 และสูงกว่าปริญญาตรีร้อยละ 0.5

### **ข้อมูลเกี่ยวกับที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุ**

ผู้สูงอายุส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับครอบครัวร้อยละ 95.2 มีเพียงส่วนน้อยที่อาศัยอยู่ตามลำพังร้อยละ 4.8 ลักษณะบ้านที่อยู่อาศัยเป็นตึกแถวหรือห้องแถวร้อยละ 29.7 บ้านเดี่ยวมีบริเวณร้อยละ 54.2 ทาวน์เฮาส์ร้อยละ 8.2 และคอนโดมิเนียมหรืออพาร์ทเมนต์ร้อยละ 7.9

ส่วนใหญ่เป็นที่อยู่อาศัยที่มีจำนวนชั้นมากกว่า 1 ชั้น มีบันไดทั้งภายนอกบ้านและภายในบ้าน และมีราวยึดจับ (ร้อยละ 88.4) ที่อยู่อาศัยร้อยละ 92.8 มีสภาพทางเดินภายในบ้านสะดวกและการวางของใช้เป็นระเบียบ แสงสว่างในบ้านเพียงพอต่อการมองเห็น ส่วนใหญ่นอนบนเตียง (ร้อยละ 67.0) และแสงสว่างในห้องนอนเพียงพอต่อการมองเห็น

สำหรับห้องน้ำส่วนใหญ่พื้นปูด้วยกระเบื้อง และเป็นบริเวณที่อาจเกิดการหกล้มได้ง่าย การอาบน้ำจะใช้ฝักบัวร้อยละ 40.1 และใช้ที่เก็บน้ำ (ถังน้ำสำรอง) เพื่อตักอาบร้อยละ 42.2 ส่วนน้อยที่มีอ่างอาบน้ำในห้องน้ำมีราวหรือที่สามารถยึดจับได้ร้อยละ 26.6 ห้องส้วมนั้นมีทั้งที่เป็นส้วมซึมและโถชักโครก โดยเป็นโถชักโครกร้อยละ 67.2 และมีราวยึดจับหรือที่ใช้ในการช่วยพยุงร้อยละ 28.7

ในเขตบ้านมีบริเวณที่อาจเกิดการหกล้มได้ง่ายคิดเป็นร้อยละ 47.1 ส่วนใหญ่เป็นบริเวณรอบตัวบ้าน หรือห้องน้ำที่พื้นปูด้วยกระเบื้อง เนื่องจากพื้นเปียก หรือมีน้ำขังอยู่ และพื้นต่างระดับ

### **ประวัติการหกล้มใน 6 เดือนที่ผ่านมา**

ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ (ร้อยละ 84.7) ไม่เคยหกล้มในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา มีส่วนน้อย (ร้อยละ 15.3) เคยหกล้มใน 1 ปีที่ผ่านมา การหกล้มมักเกิดบริเวณทางเดินรอบบ้านที่ปูพื้นด้วยกระเบื้อง หลังฝนตก มีน้ำท่วมขังทำให้ลื่นหกล้ม หรือเกิดการหกล้มขณะอยู่นอกบ้าน เช่น เดินสะดุดบนทางเท้า แต่ไม่ได้รับอันตราย



ที่รุนแรง หลังจากมีประสบการณ์จากการหกล้ม ผู้สูงอายุจะเกิดภาวะกลัวการหกล้ม และให้ข้อมูลว่าจะเพิ่มความระมัดระวัง ในการทำกิจกรรมต่างๆ และพยายามดูแลสุขภาพของตนเองและ ออกกำลังกายสม่ำเสมอ โดยมาร่วมกิจกรรมของชมรมผู้สูงอายุ หรือกลุ่มทุกวัน

### ภาวะความกลัวการหกล้มโดยใช้แบบประเมิน Fear of Falling Scale\*

พบว่าค่าภาวะความกลัวการหกล้มซึ่งประเมินโดยใช้แบบประเมิน Fear of Falling Scale (FES) ค่าเฉลี่ยของคะแนน FES ของประชากรผู้สูงอายุไทยอยู่ที่  $92.5 \pm 12.4$  โดยแบ่งกลุ่มประชากรเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่กลัวการหกล้ม (Fear of Falling) และกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม (No Fear of Falling) โดยแบ่งกลุ่มตามคะแนน FES ที่ได้จากการทำแบบประเมินกลุ่มที่กลัวการหกล้มจะเป็นกลุ่มที่มีคะแนนต่ำกว่า 80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งแสดงข้อมูลเบื้องต้นทั้ง 2 กลุ่มตาม ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นในกลุ่มประชากรผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิง

	Total (n = 380)	Fear of Falling (n=57)	No Fear of Falling (n=323)
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD
อายุ (ปี)	70.5 $\pm$ 4.4	71.0 $\pm$ 5.0	70.4 $\pm$ 4.2
ความสูง (เซนติเมตร)	157.2 $\pm$ 8.2	157.1 $\pm$ 8.5	157.2 $\pm$ 8.2
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	59.6 $\pm$ 10.8	61.0 $\pm$ 11.5	59.3 $\pm$ 10.7
ดัชนีมวลกาย (กก./ม <sup>2</sup> )	24.2 $\pm$ 3.9	24.8 $\pm$ 4.6	24.0 $\pm$ 3.8
อัตราชีพจร (ครั้ง/นาที)	74 $\pm$ 11	76 $\pm$ 11	73 $\pm$ 11
อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	20 $\pm$ 5	21 $\pm$ 4	20 $\pm$ 6
ความดันโลหิต (มม.ปรอท)			
Systolic	131.7 $\pm$ 17.9	136.6 $\pm$ 22.9	130.8 $\pm$ 16.7
Diastolic	80.0 $\pm$ 10.6	80.5 $\pm$ 11.9	79.9 $\pm$ 10.3

### 1.2 ข้อมูลเบื้องต้นผู้สูงอายุไทยเพศชายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

กลุ่มประชากรผู้สูงอายุไทยเพศชายอายุระหว่าง 65 -80 ปี จำนวน 143 คน อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครร้อยละ 79.7 และปริมณฑล ร้อยละ 20.3 สุขภาพดี มีความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันได้ในระดับปกติ จากการประเมินโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวัน (ดัชนี

\*Modified Falls Efficacy Scale (MFES) (Hill et al, 1996)

บาร์เทิลเฮดีแอล ค่าเฉลี่ย  $19.8 \pm 0.6$ ) อาศัยอยู่เพียงลำพังและเป็นโสดร้อยละ 12.6 แต่งงานและอยู่ร่วมกับคู่สมรสร้อยละ 72.0 หม้ายและหย่าร้างร้อยละ 6.3 คู่สมรสเสียชีวิตร้อยละ 9.1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และค่าอัตราชีพจร อัตราการหายใจ และระดับความดันโลหิตแสดงใน ตารางที่ 2 ผู้สูงอายุที่ไม่มีโรคประจำตัวร้อยละ 27.9 อีกร้อยละ 72.1 มีโรคประจำตัวได้แก่ เบาหวาน ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และอื่นๆ ในจำนวนนี้เป็นผู้ที่ไม่ได้รับการรักษาร้อยละ 21.5 ไปพบแพทย์และรับการรักษาตามการแพทย์แผนปัจจุบันร้อยละ 78.5

### **อาชีพและการศึกษา**

ผู้สูงอายุเพศชายส่วนใหญ่ไม่ได้ประกอบอาชีพเป็นจำนวนถึงร้อยละ 62.0 และประกอบอาชีพอื่น เช่น ค้าขาย รับจ้างทั่วไป และอื่นๆร้อยละ 38.0 ด้านการศึกษาผู้สูงอายุ ไม่ได้รับการศึกษาหรือมีการศึกษาต่ำกว่า/เทียบเท่าระดับประถมศึกษาที่ 6 ร้อยละ 51.0 ระดับมัธยมศึกษาร้อยละ 21.7 เทียบเท่าอนุปริญาตร้อยละ 7.7 ระดับปริญญาตรีร้อยละ 18.2 และสูงกว่าปริญญาตรีร้อยละ 1.4

### **ข้อมูลเกี่ยวกับที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุไทยเพศชาย**

ผู้สูงอายุส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับครอบครัวร้อยละ 95.1 มีเพียงส่วนน้อยที่อาศัยอยู่ตามลำพังประมาณร้อยละ 4.9 ลักษณะบ้านที่อยู่อาศัยเป็นตึกแถวหรือห้องแถวร้อยละ 28.7 บ้านเดี่ยวมีบริเวณร้อยละ 55.9 ทาวน์เฮาส์ร้อยละ 10.5 และคอนโดมิเนียมร้อยละ 4.9 ส่วนใหญ่เป็นที่อยู่อาศัยที่มีจำนวนชั้นมากกว่า 1 ชั้น มีบันไดทั้งภายนอกบ้านและภายในบ้าน ส่วนใหญ่จะมีราวยึดจับร้อยละ 94.4 มากกว่าร้อยละ 97.2 พบว่าทางเดินภายในบ้านสะดวกและการวางของใช้เป็นระเบียบ แสงสว่างในบ้านเพียงพอต่อการมองเห็น ส่วนใหญ่นอนบนเตียง (ร้อยละ 65.9) และแสงสว่างในห้องนอนเพียงพอต่อการมองเห็น

สำหรับห้องน้ำส่วนใหญ่พื้นปูด้วยกระเบื้อง และเป็นบริเวณที่อาจเกิดการหกล้มได้ง่าย การอาบน้ำจะใช้ฝักบัวร้อยละ 46.7 และใช้ที่เก็บน้ำ (ถังน้ำสำรอง) เพื่อตักอาบร้อยละ 31.1 ส่วนน้อยที่มีการใช้อ่างอาบน้ำ ในห้องน้ำมีราวหรือที่สามารถยึดจับได้ร้อยละ 25.2 ห้องส้วมนั้นมีทั้งที่เป็นส้วมซึมร้อยละ 20.9 และโถชักโครกร้อยละ 78.0 และมีราวยึดจับหรือที่ใช้ในการยึดเกาะร้อยละ 24.6

บริเวณบ้านที่อาจเกิดการหกล้มได้ง่ายคิดเป็นร้อยละ 49 ส่วนใหญ่เป็นบริเวณรอบบ้านและห้องน้ำที่พื้นปูด้วยกระเบื้อง เมื่อพื้นเปียก หรือมีน้ำขัง และพื้นต่างระดับ

### **ภาวะความกลัวการหกล้มโดยใช้แบบประเมิน Fear of Falling Scale\***

พบว่าค่าภาวะความกลัวการหกล้มซึ่งประเมินโดยใช้แบบประเมิน Fear of falling Scale (FES) ค่าเฉลี่ยของคะแนน FES ของประชากรผู้สูงอายุในกลุ่มนี้อยู่ที่  $94.1 \pm 10.4$  โดยแบ่งกลุ่มประชากรเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่กลัวการหกล้มและไม่กลัวการหกล้มตามคะแนน FES ที่ได้จากการทำแบบประเมิน โดย

\*Modified Falls Efficacy Scale (MFES) (Hill et al, 1996)

กลุ่มที่กลัวการหกล้มเป็นกลุ่มที่มีคะแนนเท่ากับหรือต่ำกว่า 80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งแสดงข้อมูลเบื้องต้นตาม ตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ข้อมูลเบื้องต้นในกลุ่มประชากรผู้สูงอายุไทยเพศชาย

	Total (n=143)	Fear of Falling (n=21)	No Fear of Falling (n=122)
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
อายุ (ปี)	71.2±4.5	70.8±4.8	71.2±4.5
ความสูง (เซนติเมตร)	164.7±5.8	164.0±6.9	164.8±5.7
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	64.1±9.7	61.1±9.2	64.6±9.7
ดัชนีมวลกาย (กก./ม. <sup>2</sup> )	23.7±3.5	22.9±3.1	23.9±3.6
อัตราชีพจร (ครั้ง/นาที)	73±11	76±9	73±12
อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	20±7	22±4	20±7
ความดันโลหิต (มม.ปรอท)			
Systolic	131.3 ±16.6	132.3±22.9	131.1±15.4
Diastolic	81.4±10.7	79.6±12.1	81.7±10.3

### 1.3 ข้อมูลเบื้องต้นผู้สูงอายุไทยเพศหญิงในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

กลุ่มประชากรผู้สูงอายุเพศหญิงอายุระหว่าง 65-80 ปี จำนวน 237 คน อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครร้อยละ 83.5 และปริมณฑลร้อยละ 16.5 สุขภาพดี มีความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันได้ดีจากการประเมินโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวัน (ดัชนีบาร์เทเลอดีแอล ค่าเฉลี่ย 19.5±0.8) อาศัยอยู่เพียงลำพังและเป็นโสดร้อยละ 13.1 แต่งงานและอยู่ร่วมกับคู่สมรสร้อยละ 51.5 หม้ายและหย่าร้างร้อยละ 6.8 คู่สมรสเสียชีวิตร้อยละ 28.7 ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และค่าอัตราชีพจร อัตราการหายใจ และระดับความดันโลหิตแสดงใน ตารางที่ 3 ผู้สูงอายุที่ไม่มีโรคประจำตัวร้อยละ 19.4 อีกร้อยละ 80.6 มีโรคประจำตัว คือเบาหวาน ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และอื่นๆ ในจำนวนนี้เป็นผู้ที่ไม่ได้รับการรักษาร้อยละ 21.5 ไปพบแพทย์และรับการรักษาตามการแพทย์แผนปัจจุบันร้อยละ 78.5

## อาชีพและการศึกษาผู้สูงอายุไทยเพศหญิง

ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่ได้ประกอบอาชีพเป็นจำนวนถึงร้อยละ 79.9 และประกอบอาชีพอื่น เช่น ค้าขาย รับจ้างทั่วไป และอื่นๆ ร้อยละ 20.1 ด้านการศึกษา ผู้สูงอายุไม่ได้รับการศึกษาหรือมีการศึกษาต่ำกว่า/เทียบเท่าระดับประถมศึกษาที่ 6 ร้อยละ 81.9 ระดับมัธยมศึกษา ร้อยละ 13.1 เทียบเท่าอนุปริญญา ร้อยละ 2.5 ระดับปริญญาตรี ร้อยละ 2.5

## ข้อมูลเกี่ยวกับที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุเพศหญิง

ผู้สูงอายุส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับครอบครัว (ร้อยละ 95.3) มีเพียงส่วนน้อยที่อาศัยอยู่ตามลำพัง (ร้อยละ 4.7) ลักษณะบ้านที่อยู่อาศัยเป็นตึกแถวหรือห้องแถว ร้อยละ 30.4 บ้านเดี่ยวมีบริเวณ ร้อยละ 53.2 ทาวน์เฮาส์ ร้อยละ 6.8 และคอนโดมิเนียม ร้อยละ 9.7 ส่วนใหญ่เป็นที่อยู่อาศัยที่มีจำนวนชั้นมากกว่า 1 ชั้น มีบันไดทั้งภายนอกบ้านและภายในบ้าน ส่วนใหญ่จะมีราวยึดจับ ร้อยละ 87.8 ประมาณ ร้อยละ 90.2 ของที่อยู่อาศัยพบว่าทางเดินภายในบ้านสะดวกและการวางของใช้เป็นระเบียบ แสงสว่างในบ้านเพียงพอต่อการมองเห็น ส่วนใหญ่นอนบนเตียง (ร้อยละ 67.5) และแสงสว่างในห้องนอนเพียงพอต่อการมองเห็น

สำหรับห้องน้ำส่วนใหญ่พื้นปูด้วยกระเบื้อง และเป็นบริเวณที่อาจเกิดการหกล้มได้ง่าย การอาบน้ำจะใช้ฝักบัว (ร้อยละ 36.1) และที่เก็บน้ำ (ถังน้ำสำรอง) เพื่อตักอาบ (ร้อยละ 49.0) ส่วนน้อยที่มีการใช้อ่างอาบน้ำ ในห้องน้ำมีราวหรือที่สามารถยึดจับได้ ร้อยละ 27.5 ห้องส้วมนั้นมีทั้งที่เป็นส้วมซึม (ร้อยละ 39.5) และโถชักโครก (ร้อยละ 60.5) และมีราวยึดจับหรือที่ใช้ในการยึดเกาะ ร้อยละ 31.2

บริเวณบ้านที่อาจเกิดการหกล้มได้ง่ายคิดเป็นร้อยละ 46 .0 ส่วนใหญ่เป็นบริเวณพื้นปูด้วยกระเบื้องรอบบ้าน หรือในห้องน้ำที่พื้นเปียกหรือมีน้ำขังอยู่

## ภาวะความกลัวการหกล้มโดยใช้แบบประเมิน Fear of Falling Scale\*

พบว่าค่าภาวะความกลัวการหกล้มซึ่งประเมินโดยใช้แบบประเมิน Fear of falling Scale (FES) ค่าเฉลี่ยของคะแนน FES ของประชากรผู้สูงอายุในกลุ่มนี้อยู่ที่  $91.5 \pm 13.4$  โดยแบ่งกลุ่มประชากรเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่กลัวการหกล้มและกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้มตามคะแนน FES ที่ได้จากการทำแบบประเมิน โดยที่กลุ่มที่กลัวการหกล้มคือกลุ่มที่มีคะแนนเท่ากับหรือต่ำกว่า 80 คะแนนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งแสดงค่าข้อมูลเบื้องต้น ใน [ตารางที่ 3](#)

\*Modified Falls Efficacy Scale (MFES) (Hill et al, 1996)

**ตารางที่ 3** ข้อมูลเบื้องต้นในกลุ่มประชากรผู้สูงอายุไทยเพศหญิง

	Total (n=237)	Fear of Falling (n=36)	No Fear of Falling (n=201)
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
อายุ (ปี)	70.0±4.2	71.1±5.2	69.9±4.0
ความสูง (เซนติเมตร)	152.7±5.8	153.5±6.8	152.5±5.6
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	56.8±10.5	60.9±12.6	56.1±10.0
ดัชนีมวลกาย (กก./ม. <sup>2</sup> )	24.4±4.2	25.8±5.0	24.2±4.0
อัตราชีพจร (ครั้ง/นาที)	74±11	77±13	74±11
อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	20±4	20±3	20±5
ความดันโลหิต(มม.ปรอท)			
Systolic	131.9±18.7	139.0±23.1	130.6±17.5
Diastolic	79.2±10.5	81.2±11.6	78.9±10.2

**2. ผลการศึกษาระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุ โดยใช้เครื่องวัดสมดุลร่างกาย และการทำงานของกล้ามเนื้อโดยเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ(EMG) ขณะถูกรบกวน การทรงตัว**

**อาสาสมัคร**

อาสาสมัครผู้สูงอายุจำนวน 60 คน เพศชาย 30 คน และเพศหญิง 30 คน แต่ละเพศแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่กลัวหกล้ม (fear of falling group) และกลุ่มที่ไม่กลัวหกล้ม (no fear of falling group) กลุ่มละ 15 คน ซึ่งมีคุณลักษณะดังแสดงใน ตารางที่ 4

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคุณลักษณะของอาสาสมัครในทุกตัวแปรไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 4 คุณลักษณะของอาสาสมัคร (Mean  $\pm$  SD)

คุณลักษณะ	เพศชาย		เพศหญิง	
	ก้วหกล้ม (n = 15)	ไม่ก้วหกล้ม (n = 15)	ก้วหกล้ม (n = 15)	ไม่ก้วหกล้ม (n = 15)
อายุ (ปี)	71.1 $\pm$ 4.7	71.3 $\pm$ 3.4	69.0 $\pm$ 2.8	68.5 $\pm$ 3.1
น้ำหนัก (กก.)	65.6 $\pm$ 9.8	66.6 $\pm$ 7.3	58.3 $\pm$ 11.0	57.6 $\pm$ 7.9
ส่วนสูง (ซม.)	165.9 $\pm$ 8.2	165.5 $\pm$ 4.5	153.1 $\pm$ 5.0	156.8 $\pm$ 5.5
ดัชนีมวลกาย (กก./ม. <sup>2</sup> )	23.9 $\pm$ 3.8	24.3 $\pm$ 2.4	24.8 $\pm$ 4.3	23.4 $\pm$ 2.8
อัตราชีพจร (ครั้ง/นาที)	73.4 $\pm$ 12.9	72.5 $\pm$ 12.5	70.9 $\pm$ 8.2	75.0 $\pm$ 11.4
อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	17.6 $\pm$ 3.9	19.4 $\pm$ 4.8	17.5 $\pm$ 3.2	17.9 $\pm$ 2.9
ความดันโลหิต (มม.ปรอท)				
Systolic	125.6 $\pm$ 8.2	127.1 $\pm$ 10.7	135.9 $\pm$ 18.6	127.6 $\pm$ 10.6
Diastolic	76.3 $\pm$ 7.7	81.4 $\pm$ 9.5	84.0 $\pm$ 11.2	80.7 $\pm$ 5.9

#### ผลการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

จากการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาขวาที่ควบคุมข้อเข้าและข้อเท้าด้วยมือ อาสาสมัครทั้งหมดที่เข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ทั้ง 2 กลุ่มและทั้ง 2 เพศ มีระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในเกณฑ์ปกติ (เกรด 4-5) แต่พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในเพศหญิงต่ำกว่าเพศชาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพศชายไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนเพศหญิงในกลุ่มที่ก้วหกล้มมีค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเหยียดข้อเข้าขวา ( $4.6 \pm 0.5$ ) ต่ำกว่ากลุ่มไม่ก้วหกล้ม ( $4.9 \pm 0.3$ ) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติสำหรับกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระดกข้อเท้า และช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อของขาขวาอยู่ในเกณฑ์ปกติ จากการวัดช่วงองศาการเคลื่อนไหวด้วยโกลิโอมิเตอร์ พบว่าช่วงองศาการเคลื่อนไหวของการงอข้อศอกขวาของกลุ่มเพศชายที่ก้วหกล้ม ( $94.9 \pm 32.7$  องศา) มีค่าน้อยกว่าเพศชายที่ไม่ก้วหกล้ม ( $111.6 \pm 10.2$  องศา) และเพศหญิงทั้ง 2 กลุ่ม (ก้วหกล้ม ( $111.7 \pm 11.1$  องศา) ไม่ก้วหกล้ม ( $119.4 \pm 8.0$  องศา)) โดยมีค่าความแตกต่างทางสถิติที่  $p < 0.05$  ซึ่งในเพศหญิงทั้ง 2 กลุ่ม และเพศชายที่ไม่ก้วหกล้มไม่มีความแตกต่างของช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

### ความสามารถในการทรงตัวเบื้องต้น

ความสามารถในการทรงตัวเบื้องต้นทำโดยการให้อาสาสมัครทำการทดสอบ โดยการให้ยืนหลับตา ยืนบนขาข้างเดียว และยืนโดยที่เท้าข้างหนึ่งอยู่ด้านหน้าเท้าอีกข้างหนึ่ง

อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มทุกคนสามารถยืนหลับตาได้ 10 วินาทีทุกคน ยืนบนขาข้างเดียวของขาข้างที่ถนัดได้ 10 วินาที และสามารถยืนโดยที่เท้าข้างหนึ่งอยู่ด้านหน้าเท้าอีกข้างหนึ่งได้ 10 วินาทีขณะล้มตา และ 5 นาทีขณะหลับตา

### 2.1 ผลการศึกษาาระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุโดยใช้เครื่องวัดสมดุลร่างกาย

ผลการศึกษาาระดับการทรงตัวขณะยืนของผู้สูงอายุโดยใช้เครื่องวัดสมดุลร่างกาย ซึ่งใช้ค่าการเปลี่ยนแปลงของ center of pressure (COP) ที่มาจากค่าของระยะจำกัดในการทรงตัว (limit of stability) ทางด้านหน้าและด้านหลังของอาสาสมัครทั้งหมด 60 คน แสดงในตารางที่ 5-6

ตารางที่ 5 ระยะจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ด้านหน้า ในอาสาสมัคร 60 คน

ระยะจำกัดการทรงตัว	Mean $\pm$ SD
1. ระยะเวลาในการตอบสนอง (sec)	1.4 $\pm$ 0.5
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ (deg/sec)	2.5 $\pm$ 1.5
3. ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (%LOS)	50.5 $\pm$ 15.4
4. ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้มากที่สุด(%LOS)	70.6 $\pm$ 16.8
5. ความสามารถในการควบคุมทิศทาง (%)	79.7 $\pm$ 13.4

ตารางที่ 6 ระยะจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ด้านหลัง ในอาสาสมัคร 60 คน

ระยะจำกัดการทรงตัว	Mean $\pm$ SD
1. ระยะเวลาในการตอบสนอง (sec)	1.0 $\pm$ 0.4
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ (deg/sec)	1.8 $\pm$ 0.8
3. ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (%LOS)	40.9 $\pm$ 12.6
4. ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้มากที่สุด(%LOS)	53.9 $\pm$ 15.4
5. ความสามารถในการควบคุมทิศทาง (%)	53.5 $\pm$ 23.5

## 2.2 ผลการศึกษาาระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุ โดยใช้เครื่องวัดสมดุลร่างกายเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่กลัวการหกล้มและกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ center of pressure (COP) โดยดูจากค่าของระยะจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ทางด้านหน้าและด้านหลัง พบว่าระยะเวลาในการตอบสนอง (เวลาที่ผู้สูงอายุเริ่มเคลื่อนตัวออกไปเมื่อได้รับสัญญาณให้เคลื่อนตัว) ที่เริ่มเคลื่อนตัวไปด้านหน้าและด้านหลัง และความเร็วในการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าหรือด้านหลังจากจุดเริ่มต้น (ความเร็วของการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดที่เท้าที่ไปยังจุดสุดท้ายที่สามารถทำได้ในระยะเวลาที่กำหนดตามเครื่องทดสอบสมดุลร่างกาย) ของอาสาสมัครทั้ง 4 กลุ่ม เมื่อเปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการตอบสนองและความเร็วในการเคลื่อนที่ของอาสาสมัครทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปที่อาสาสมัครสามารถเคลื่อนไปด้านหน้านั้นไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่ม อย่างไรก็ตาม กลุ่มเพศชายที่ไม่กลัวการหกล้มมีค่าระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปมากกว่าทุกกลุ่มแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และพบว่ากลุ่มที่ไม่กลัวหกล้มในเพศหญิงมีค่าระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปทางด้านหลังมากกว่า กลุ่มที่กลัวหกล้มในเพศชาย และ กลุ่มที่กลัวหกล้มในเพศหญิง และมีค่าความแตกต่างทางสถิติที่  $p < 0.05$  และมีความมากกว่ากลุ่มเพศชายที่ไม่กลัวหกล้มแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และค่าระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปทางด้านหลังของกลุ่มเพศชายที่ไม่กลัวหกล้มนั้นสูงกว่ากลุ่มที่กลัวหกล้มทั้งสองเพศแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 7 และ 8)

การศึกษาระยะทางที่เคลื่อนที่ได้มากที่สุดทางด้านหน้าพบว่ากลุ่มเพศชายที่ไม่กลัวหกล้มสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกลมากกว่าทุกกลุ่มและมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ  $p < 0.05$  จะเห็นได้ว่าเพศชายที่ไม่กลัวหกล้มมีการเคลื่อนของจุดศูนย์กลางแรงกดที่เท้า ไปทางด้านหน้าได้ไกลกว่าหรือว่ามีการทรงท่าที่ดีกว่ากลุ่มอื่นและหกล้มได้ยากกว่า ความสามารถในการควบคุมทิศทางไปด้านหน้าไม่มีความแตกต่างในอาสาสมัครทุกกลุ่ม (ตารางที่ 7)

ส่วนการศึกษาระยะทางที่เคลื่อนที่ไปได้มากที่สุดและความสามารถในการควบคุมทิศทางทางด้านหลังพบว่ากลุ่มที่กลัวการหกล้มทั้ง 2 เพศเคลื่อนที่ไปได้น้อยกว่า และความสามารถในการควบคุมทิศทางต่ำกว่า และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่กลัวหกล้มทั้ง 2 เพศ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในกลุ่มที่ไม่กลัวหกล้มด้วยกัน (ตารางที่ 8)

ระยะจำกัดในการทรงตัว (limit of stability) ทางด้านหน้าและด้านหลังในอาสาสมัครเพศชายและเพศหญิงให้ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 7 และ 8 ตามลำดับ



**ตารางที่ 7** ระยะเวลาจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ด้านหน้า ในอาสาสมัครเพศหญิงและเพศชาย กลุ่ม กลัวหกล้ม (n = 15) และกลุ่มไม่กลัวหกล้ม (n = 15)

ระยะเวลาจำกัดการทรงตัว	เพศชาย		เพศหญิง	
	กลัวหกล้ม	ไม่กลัวหกล้ม	กลัวหกล้ม	ไม่กลัวหกล้ม
1. ระยะเวลาในการตอบสนอง (sec)	1.4 ± 0.5	1.3 ± 0.5	1.5 ± 0.5	1.4 ± 0.5
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ (deg/sec)	2.0 ± 0.7	3.4 ± 2.6	2.3 ± 0.9	2.2 ± 0.8
3. ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (%LOS)	44.9 ± 13.0	57.2 ± 13.5	48.9 ± 21.5	51.0 ± 10.2
4. ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้มากที่สุด(%LOS)	66.4 ± 16.3*	82.1 ± 14.8 <sup>#b</sup>	67.6 ± 20.7	66.5 ± 9.2
5. ความสามารถในการควบคุมทิศทาง (%)	78.2 ± 13.9	86.7 ± 5.4	73.5 ± 17.8	80.3 ± 11.2

\*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายกลุ่มที่ไม่กลัวหกล้ม

<sup>#</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ไม่กลัวหกล้ม

<sup>b</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่กลัวหกล้ม

**ตารางที่ 8** ระยะเวลาจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ด้านหลัง ในอาสาสมัครเพศหญิงและเพศชาย กลุ่ม กลัวหกล้ม (n = 15) และกลุ่มไม่กลัวหกล้ม (n = 15)

ระยะเวลาจำกัดการทรงตัว	เพศชาย		เพศหญิง	
	กลัวหกล้ม	ไม่กลัวหกล้ม	กลัวหกล้ม	ไม่กลัวหกล้ม
ระยะเวลาในการตอบสนอง (sec)	0.8 ± 0.3	1.0 ± 0.5	1.0 ± 0.4	1.0 ± 0.4
ความเร็วในการเคลื่อนที่ (deg/sec)	1.6 ± 0.7	1.9 ± 0.8	1.6 ± 1.0	1.9 ± 0.8
ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (%LOS)	35.9 ± 6.2 <sup>#</sup>	42.9 ± 11.3	35.9 ± 12.8 <sup>#</sup>	49.0 ± 14.7
ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้มากที่สุด(%LOS)	47.3 ± 10.1* <sup>#</sup>	58.7 ± 16.4 <sup>b</sup>	48.7 ± 16.0 <sup>#</sup>	60.9 ± 15.0
ความสามารถในการควบคุมทิศทาง (%)	42.3 ± 20.6* <sup>#</sup>	65.8 ± 12.2 <sup>b</sup>	39.2 ± 28.3 <sup>#</sup>	66.8 ± 15.6

\*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายกลุ่มที่ไม่กลัวหกล้ม

<sup>#</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ไม่กลัวหกล้ม

<sup>b</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่กลัวหกล้ม

### 2.3 การทำงานของกล้ามเนื้อโดยเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ขณะถูกรบกวนสมดุการทรงตัว

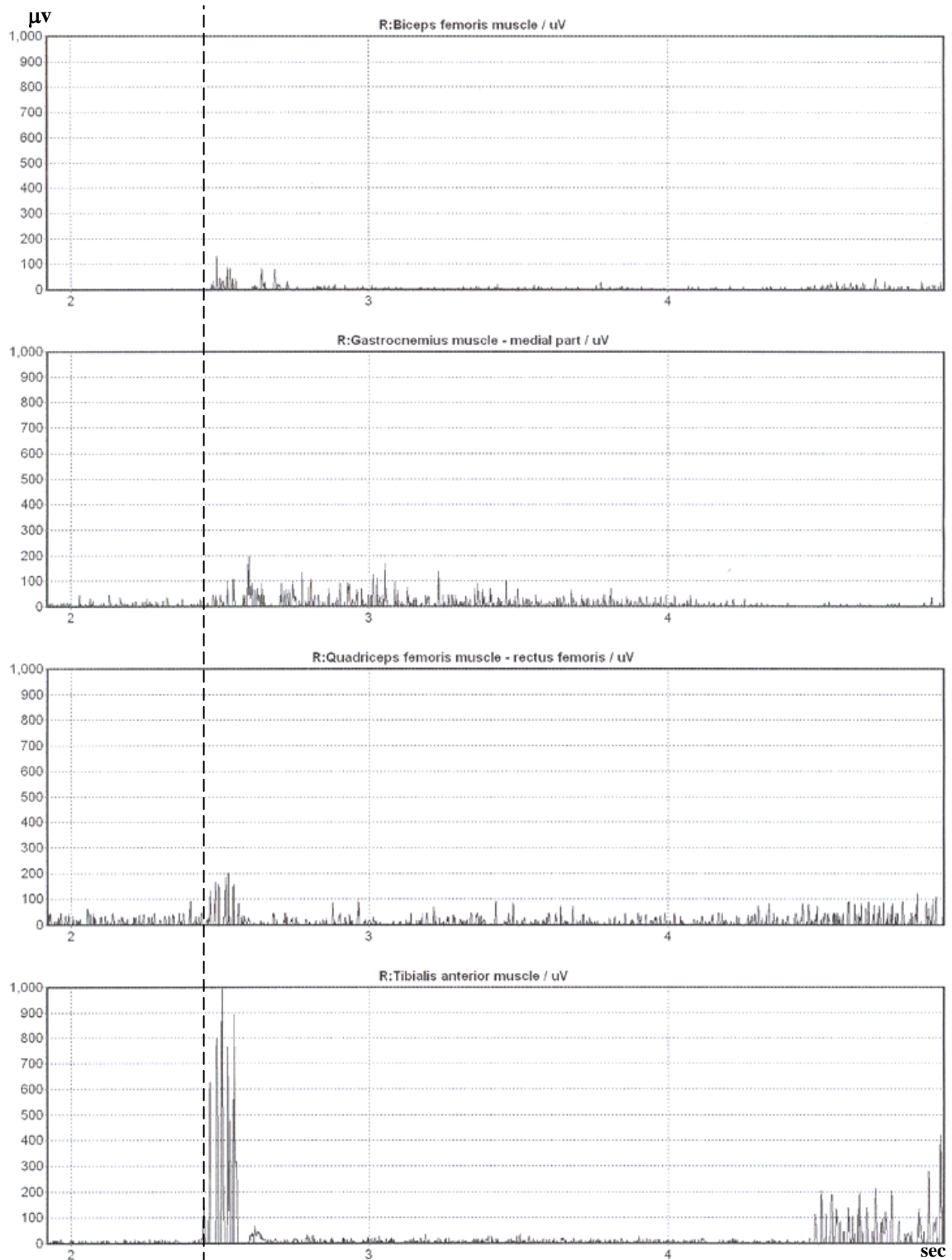
การทำงานของกล้ามเนื้อเมื่อถูกรบกวนสมดุการทรงตัวไปทางด้านหน้าขณะยืน พบว่ากล้ามเนื้อ tibialis anterior เริ่มทำงานก่อนกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head), และ rectus femoris และพบว่ากล้ามเนื้อ tibialis anterior ทำงานเด่นกว่ากล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head) และ rectus femoris ดังแสดงในรูปที่ 5-8

เมื่อเปรียบเทียบเวลาเริ่มต้น (onset time, sec) ของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius(medial head) และ rectus femoris ต่อกล้ามเนื้อ tibialis anterior หลังถูกรบกวนสมดุการทรงตัวไปทางด้านหน้าขณะยืน พบว่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อแต่ละมัดเปรียบเทียบระหว่างเพศชายกลุ่มที่กัวหกล้มและไม่กัวหกล้ม เพศหญิงกลุ่มที่กัวหกล้มและไม่กัวหกล้ม และระหว่างเพศ ดังนี้

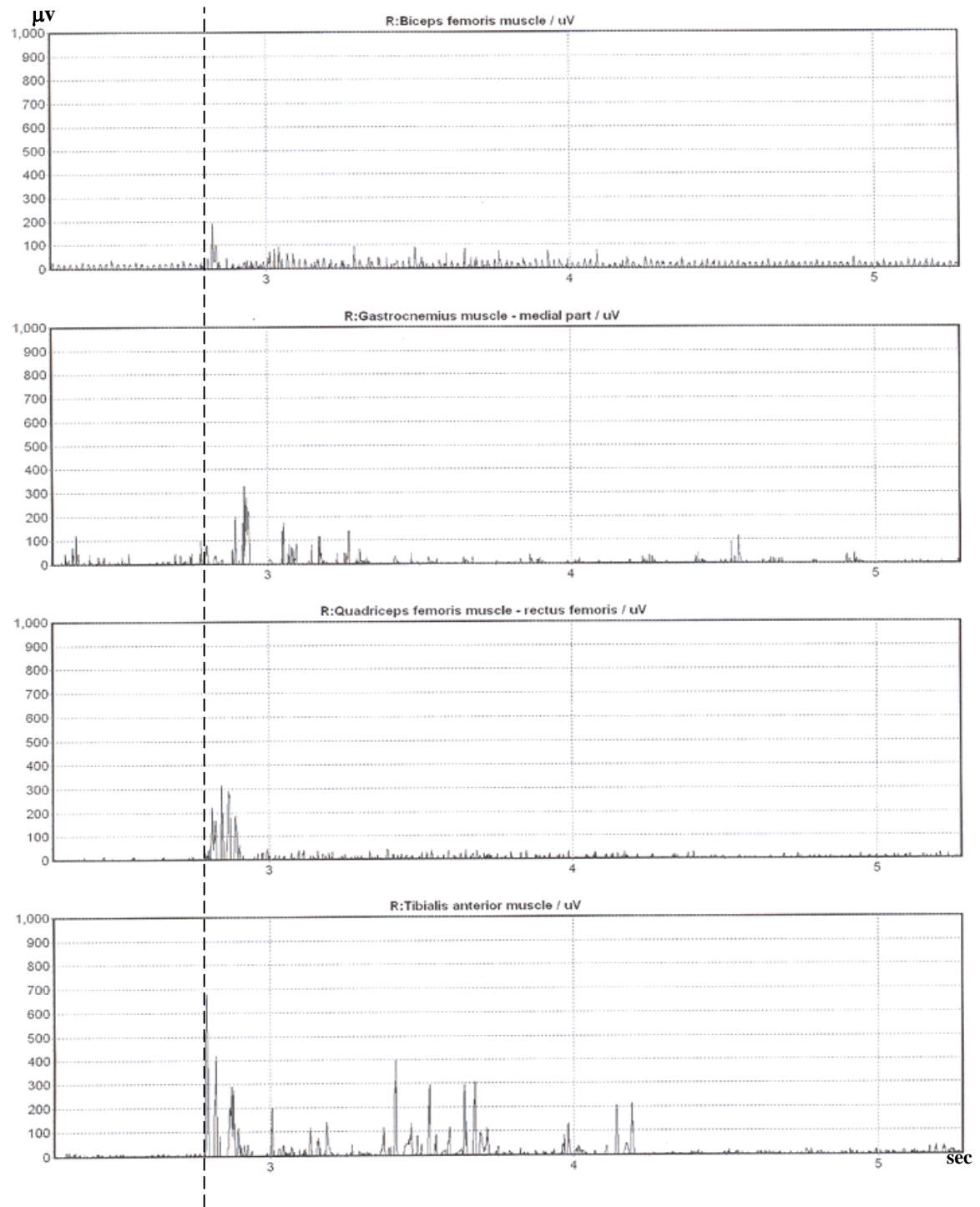
ค่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ biceps femoris ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกลุ่ม สำหรับกล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head) ในกลุ่มที่กัวหกล้มทั้งเพศชายและหญิงต่อกลุ่มเพศหญิงที่ไม่กัวหกล้มมีค่าความแตกต่างทางสถิติที่  $p < 0.05$  โดยที่เพศหญิงที่ไม่กัวหกล้มมีการทำงานของกล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head) ช้ากว่ากลุ่มที่กัวหกล้มทั้ง 2 เพศ สำหรับเพศชายที่ไม่กัวหกล้มการทำงานของกล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head) เกิดช้ากว่ากลุ่มที่กัวหกล้มทั้ง 2 เพศ และเกิดก่อนกลุ่มที่ไม่กัวหกล้มเพศหญิง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และค่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของของกล้ามเนื้อ rectus femoris พบว่า เพศหญิงที่กัวหกล้มนั้นเวลาการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อนั้นเกิดช้ากว่ากลุ่มอื่นและมีค่าความแตกต่างทางสถิติที่  $p < 0.05$  และพบว่าเพศชายทั้ง 2 กลุ่มนั้นการทำงานของกล้ามเนื้อ rectus femoris เกิดก่อนเพศหญิงทั้ง 2 กลุ่ม และพบว่าลำดับการทำงานของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดสามารถเรียงได้ตามลำดับ ดังนี้ คือ กล้ามเนื้อ tibialis anterior, rectus femoris, biceps femoris และ gastrocnemius(medial head) ตามลำดับ (ตารางที่ 9 รูปที่ 9)

เมื่อเปรียบเทียบเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ biceps femoris, rectus femoris และ tibialis anterior ต่อ กล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head) พบว่า กล้ามเนื้อ tibialis anterior เกิดขึ้นเป็นอันดับแรก และตามด้วยกล้ามเนื้อ rectus femoris และ biceps femoris โดยที่กล้ามเนื้อ gastrocnemius (medial head) เกิดเป็นอันดับสุดท้ายในทุกเพศและทุกกลุ่ม และพบว่ากล้ามเนื้อ biceps femoris ในกลุ่มเพศชายที่ไม่กัวหกล้มเกิดช้ากว่ากลุ่มกัวหกล้มทั้ง 2 เพศและเพศหญิงที่ไม่กัวหกล้มและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  กับทุกกลุ่ม (ตารางที่ 10 รูปที่ 10)

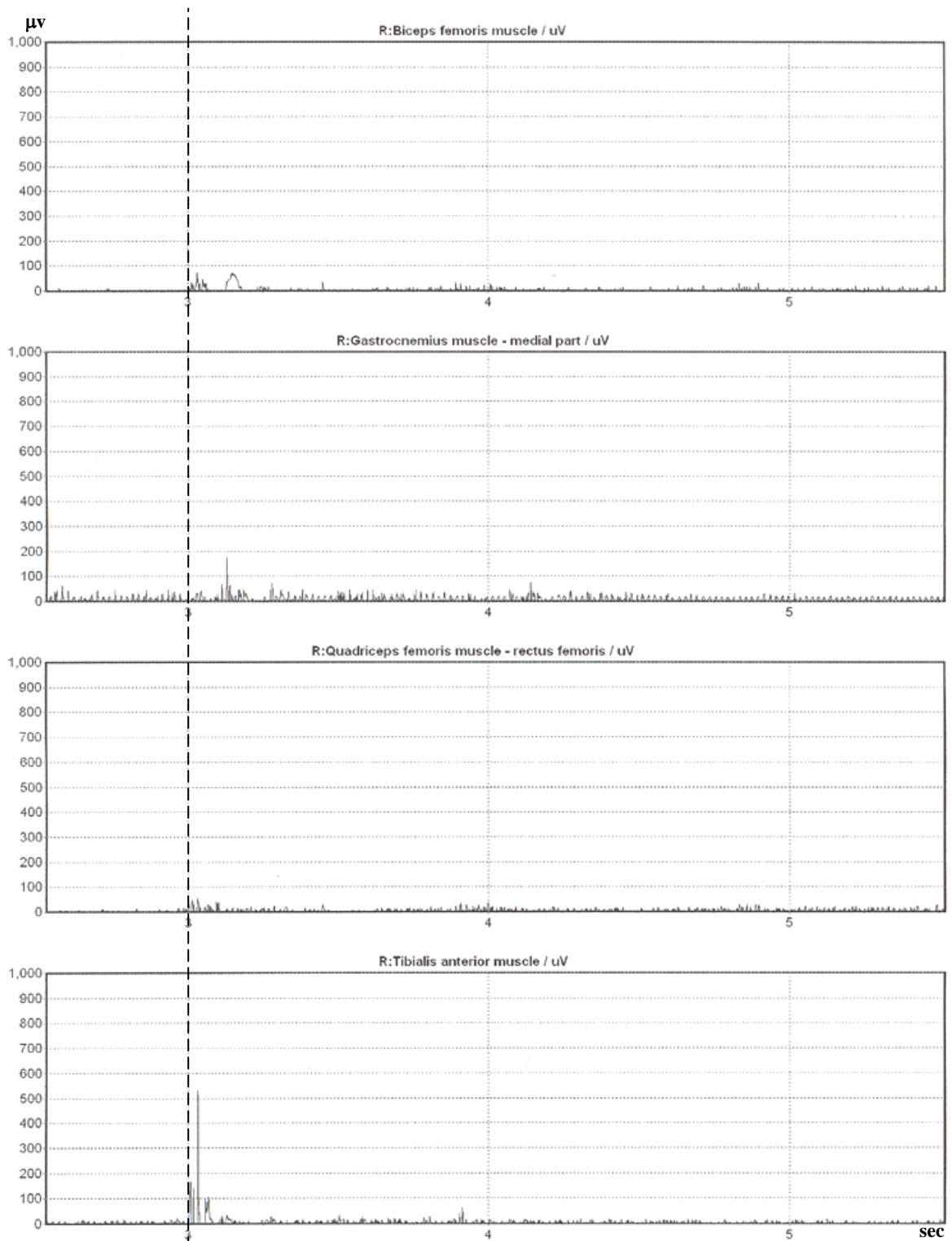
ค่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของของกล้ามเนื้อ rectus femoris พบว่าเพศหญิงที่ไม่กลัวหกล้มมีค่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของของกล้ามเนื้อต่ำกว่าทุกกลุ่ม และพบว่าในเพศชายทั้ง 2 กลุ่มนั้นเกิดก่อนเพศหญิงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  กับกลุ่มเพศหญิงที่ไม่กลัวหกล้ม และสำหรับค่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของของกล้ามเนื้อ tibialis anterior พบว่ากลุ่มเพศหญิงที่ไม่กลัวหกล้มเกิดก่อนทุกกลุ่มตามมาด้วยกลุ่มเพศชายที่ไม่กลัวหกล้ม และค่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อในกลุ่มเพศชายและหญิงที่กลัวหกล้มนั้นมีค่าต่ำกว่าเพศหญิงที่ไม่กลัวหกล้มโดยที่มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  และในเพศชายพบว่ากลุ่มที่กลัวหกล้มค่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของของกล้ามเนื้อเกิดช้ากว่ากลุ่มที่ไม่กลัวหกล้ม โดยที่มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศ (ตารางที่ 9-10, รูปที่ 9-10)



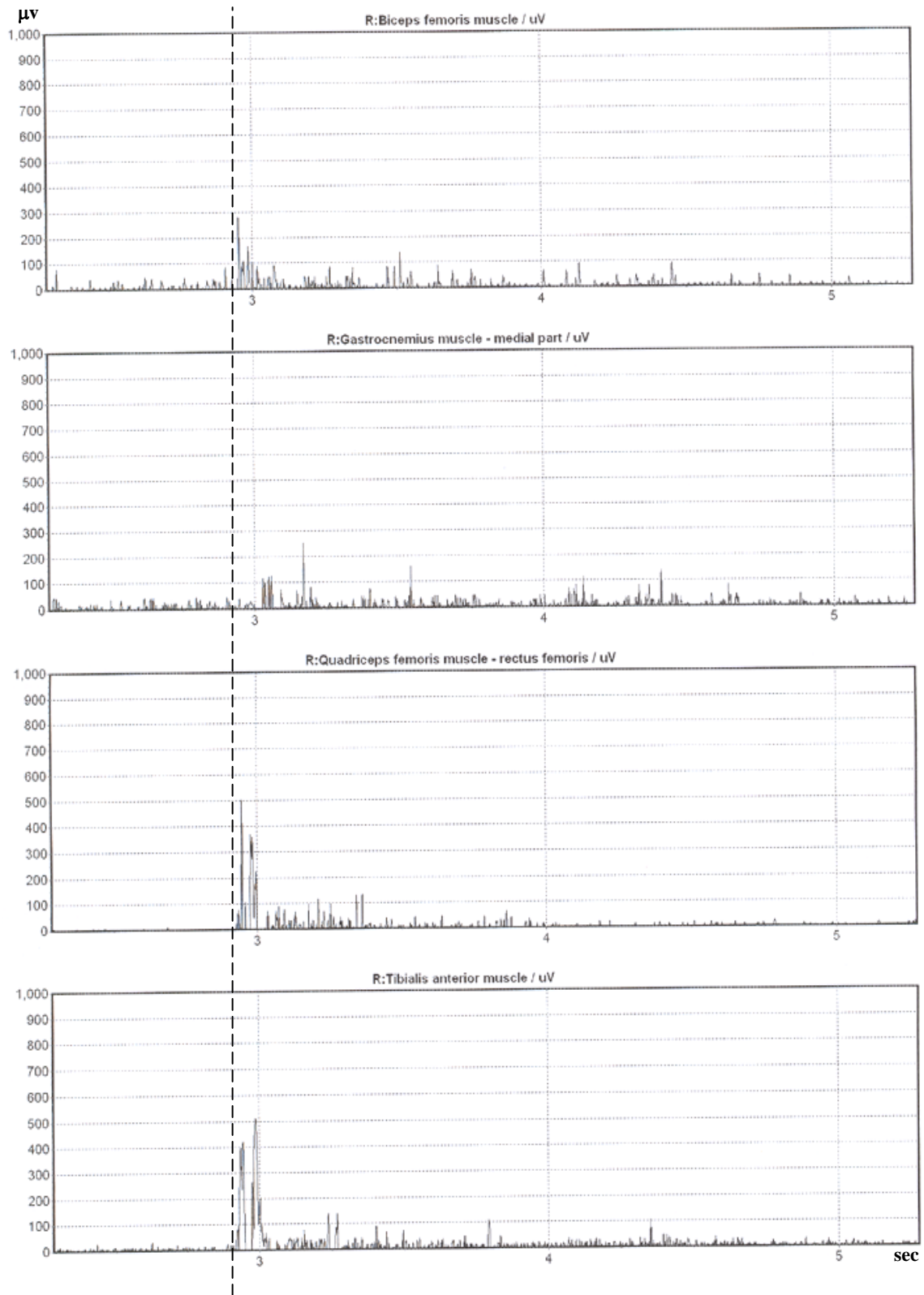
รูปที่ 5 การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head), rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลการทรงตัวขณะยืนในเพศหญิงที่ไม่กลัวล้ม



รูปที่ 6 การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head), rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลการทรงตัวขณะยืนในเพศหญิงที่กลัวหกล้ม



รูปที่ 7 การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head), rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลการทรงตัวขณะยืนในเพศชายที่ไม่ก้วหลัง



รูปที่ 8 การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head), rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลการทรงตัวขณะยืนในเพศชายที่ก้วหนัก

ตารางที่ 9 เวลาเริ่มต้น(onset time, sec) ของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ rectus femoris, biceps femoris และ gastrocnemius(medial head) เมื่อสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อ tibialis anterior(TA) หลังการรบกวนสมดุลการทรงตัวในผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิงกลุ่มที่ก้วหกล้ม (n = 15) และกลุ่มที่ไม่ก้วหกล้ม (n = 15)

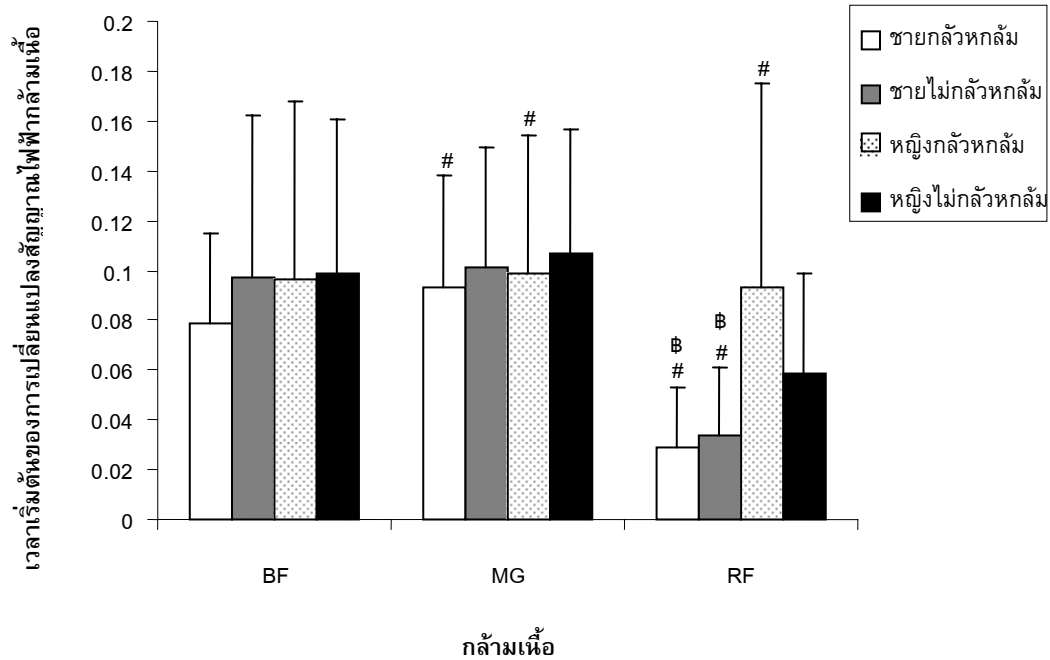
กล้ามเนื้อ	เพศชาย		เพศหญิง	
	ก้วหกล้ม	ไม่ก้วหกล้ม	ก้วหกล้ม	ไม่ก้วหกล้ม
Biceps femoris/TA (sec)	0.079 ± 0.036	0.097 ± 0.065	0.096 ± 0.072	0.099 ± 0.062
Gastrocnemius (medial head) /TA (sec)	0.093 ± 0.045 <sup>#</sup>	0.101 ± 0.048	0.099 ± 0.055 <sup>#</sup>	0.107 ± 0.050
Rectus femoris/TA (sec)	0.029 ± 0.024 <sup>#B</sup>	0.034 ± 0.027 <sup>#B</sup>	0.093 ± 0.082 <sup>#</sup>	0.059 ± 0.040

<sup>#</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ไม่ก้วหกล้ม

<sup>B</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ก้วหกล้ม

เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่แสดงในตารางที่ 9 เป็นค่าของเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดหลังกล้ามเนื้อ tibialis anterior





**รูปที่ 9** เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (onset time, sec) เมื่อสัมผัสกับกล้ามเนื้อ tibialis anterior หลังการรวบรวมคุณสมบัติการทรงตัวในผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง กลุ่มกล้ามเนื้อ (n = 15) และกลุ่มไม่กล้ามเนื้อ (n = 15), BF = biceps femoris, MG = gastrocnemius (medial head), RF = rectus femoris, # มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงในกลุ่มไม่กล้ามเนื้อ, B มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มกล้ามเนื้อ

**ตารางที่ 10** เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (onset time, sec) ของกล้ามเนื้อ rectus femoris, biceps femoris และ tibialis anterior เมื่อสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head) หลังการรบกวนสมดุลการทรงตัวในผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง กลุ่มกล้ามเนื้อ (n = 15) และกลุ่มไม่กล้ามเนื้อ (n = 15)

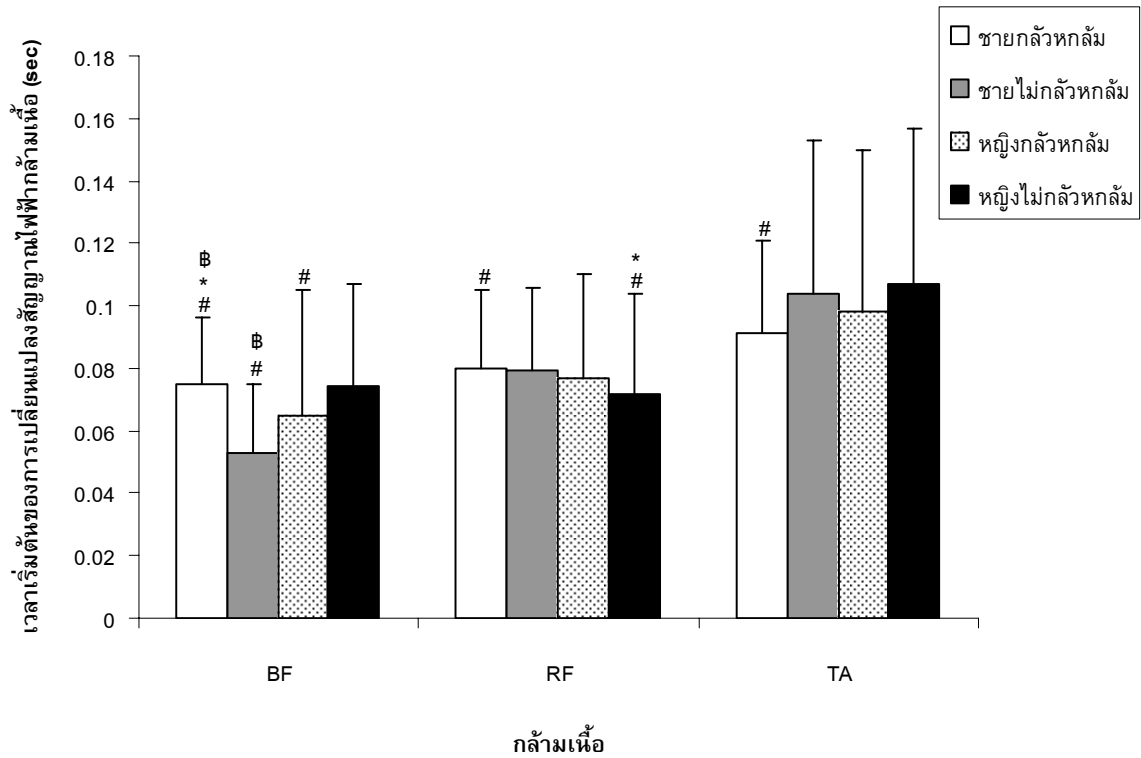
กล้ามเนื้อ	เพศชาย		เพศหญิง	
	กล้ามเนื้อ	ไม่กล้ามเนื้อ	กล้ามเนื้อ	ไม่กล้ามเนื้อ
Biceps femoris/MG (sec)	0.075 ± 0.021 <sup>*B</sup>	0.053 ± 0.022 <sup>#B</sup>	0.065 ± 0.040 <sup>#</sup>	0.074 ± 0.033
Rectus femoris/MG (sec)	0.080 ± 0.025 <sup>#</sup>	0.079 ± 0.027 <sup>#</sup>	0.077 ± 0.033	0.072 ± 0.032
Tibialis anterior/MG (sec)	0.091 ± 0.030 <sup>*#</sup>	0.104 ± 0.049	0.098 ± 0.052 <sup>#</sup>	0.107 ± 0.050

<sup>\*</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายกลุ่มที่ไม่กล้ามเนื้อ

<sup>#</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ไม่กล้ามเนื้อ

<sup>B</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มไม่กล้ามเนื้อ

เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Onset time, sec) ที่แสดงในตารางที่ 10 เป็นค่าของเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดก่อนกล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head)



**รูปที่ 10** เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (onset time, sec) เมื่อสัมผัสกับกล้ามเนื้อ Gastrocnemius (medial head) หลังการรบกวนสมดุลการทรงตัวในผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง กลุ่มกลัวล้ม (n = 15) และกลุ่มไม่กลัวล้ม (n = 15), 15), BF = biceps femoris, RF = rectus femoris, TA = tibialis anterior

\*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายกลุ่มที่ไม่กลัวหกล้ม,  
 #มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ไม่กลัวหกล้ม,  
 Bมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่กลัวหกล้ม

## การอภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่าค่าระยะเวลาการตอบสนอง (reaction time) ความเร็วในการเคลื่อนที่ (movement velocity) ที่ได้จากการทดสอบระยะจำกัดการทรงตัวของผู้สูงอายุไม่มีความแตกต่างกันแสดงว่าภาวะความกลัวการหกล้มไม่มีผลต่อระยะเวลาในการตอบสนอง และความเร็วในการเคลื่อนที่ ทั้งสองค่านี้เป็นผลจากการทำงานของระบบการมองเห็นในการมองจอคอมพิวเตอร์ที่แสดงสัญลักษณ์รูปคนขณะยืนอยู่หนึ่งและเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและความเข้าใจจากข้อมูลที่ได้จากผู้วิจัย และความพร้อมของร่างกายในตอบสนองต่อสัญญาณเสียงที่ให้เริ่มต้นเคลื่อนตัวไปโดยฝ่าเท้าอยู่บนฐานรองรับน้ำหนักอยู่ตลอดเวลา ถ้าระยะเวลาการตอบสนองช้ามากผู้สูงอายุอาจมีปัญหาด้านการรับรู้ การเรียนรู้กับสิ่งรอบตัว หรืออาจมีความบกพร่องในการควบคุมการเคลื่อนไหว ถ้าความเร็วในการเคลื่อนที่ลดลงอาจแสดงว่ามีความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลางเช่น Parkinson's disease หรือความผิดปกติที่เกิดขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปลดลงหรือเกินเลยกว่าปกติไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวให้ตรงเป้าหมายได้ และไม่สามารถควบคุมทิศทางของการเคลื่อนไหว<sup>17</sup>

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่าระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดนั้นมีความมากกว่าระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป แสดงว่าผู้สูงอายุทุกคนพยายามที่จะเคลื่อนตัวให้ไปถึงเป้าหมายที่กำหนด ทั้งการเคลื่อนตัวไปทางด้านหน้าและด้านหลัง ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปครั้งแรกล้วนไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่มหมายความว่าภาวะความกลัวการหกล้มนั้นไม่มีผลต่อการเคลื่อนตัวในครั้งแรกและการเคลื่อนตัวไปด้านหน้านั้นสามารถใช้ระบบการมองเห็น อาจแสดงว่าผู้สูงอายุไม่มีความแตกต่างในด้านการมองเห็นแต่กลุ่มที่กลัวการหกล้มนั้นมีค่าน้อยกว่า แสดงว่าภาวะความกลัวการหกล้มมีอิทธิพลต่อความสามารถการเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมาย และพบว่าผู้สูงอายุที่กลัวการหกล้มมีค่าระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปทางด้านหลังน้อยกว่าผู้สูงอายุที่ไม่กลัวการหกล้ม และกลุ่มที่กลัวการหกล้มทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงที่ไม่กลัวการหกล้ม และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติระหว่างเพศสำหรับกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม

เมื่อวิเคราะห์ค่าของระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดทางด้านหน้า พบว่ากลุ่มเพศชายที่ไม่กลัวการหกล้มสามารถเคลื่อนที่ได้มากกว่ากลุ่มอื่นและมีค่าความแตกต่างทางสถิติ แสดงว่ามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาดีกว่า และมีการทรงตัวที่ดีกว่าทุกกลุ่ม สำหรับระหว่างกลุ่มของเพศหญิงแล้วค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน เมื่อวิเคราะห์ค่าระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดทางด้านหลัง พบว่ากลุ่มที่กลัวการหกล้มมีค่าน้อยกว่าอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบในเพศเดียวกันและระหว่างเพศ เนื่องจากการเคลื่อนที่ไปด้านหลังนั้นไม่สามารถใช้ระบบการมองเห็น ต้องใช้ระบบกายสัมผัสและระบบเวสติบิวลาร์ แสดงว่าระบบกายสัมผัสและระบบเวสติบิวลาร์ ในกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้มดีกว่ากลุ่มที่กลัวการหกล้ม ดังนั้นผู้สูงอายุที่มี

ภาวะวิงเวียนหรือการทรงตัวไม่ดีหรือในกลุ่มที่มีภาวะความกลัวการหกล้มนั้นจะมีค่าระยะทางที่เคลื่อนไป  
ได้มากที่สุดน้อย และถ้าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาอ่อนแรงก็จะทำให้ไม่สามารถควบคุมทิศทางและ  
การเคลื่อนตัวไปยังเป้าหมายได้<sup>40,41</sup>

กล้ามเนื้อในการกระดกข้อเท้ามีความสำคัญต่อการควบคุมการทรงตัว<sup>42,43,44</sup> ผู้ที่เคยหกล้มหรือผู้ที่  
มีการทรงตัวบกพร่องมีค่าแรงกระทำและกำลังของกล้ามเนื้อข้อเท้าและเหยียดข้อเท้า โดยเฉพาะแรงที่เกิดจาก  
การทำงานกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระดกข้อเท้าขึ้นและลงน้อยกว่าผู้สูงอายุที่ไม่เคยหกล้ม พบว่าระดับ  
ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระดกข้อเท้าสามารถนำมาเป็นตัวประมาณการว่า  
จะเกิดการหกล้มหรือไม่<sup>40,42</sup>

เมื่อวิเคราะห์ค่าของเวลาเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อ tibialis  
anterior เมื่อถูกรบกวนให้เสียสมดุลการทรงตัวขณะยืนทางด้านหน้า พบว่าผู้ที่อายุมากกว่า 60 ปี ที่มี  
ภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรงและเคยหกล้ม การเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ tibialis anterior เกิดช้า  
กว่ากลุ่มที่ไม่เคยหกล้ม แต่ช่วงเวลากการเกิดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ  
gastrocnemius ไม่แตกต่างกัน<sup>20</sup>

เมื่อถูกรบกวนให้เสียสมดุลการทรงตัวขณะยืนจะมีความทำงานของข้อเท้าก่อน การทำงานนี้ต้องการ  
ช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าและแรงจากการทำงานของกล้ามเนื้อข้อเท้าที่เพียงพอต่อการรักษา  
สมดุล และการทำงานนั้นจะได้ประสิทธิภาพสูงสุดถ้าการรบกวนนั้นเกิดเพียงเล็กน้อยและช้า และมีฐานที่  
รองรับที่กว้างและมั่นคง กล้ามเนื้อที่ควบคุมการทำงานของข้อเท้าจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้ความรู้สึก  
ของข้อต่อ และปรับสมดุลของร่างกายจากการถูกรบกวนโดยการเคลื่อนไหวของข้อเท้าที่เหมาะสมจะทำให้  
ปรับให้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย และจุดศูนย์กลางมวลตกอยู่ในฐานที่รองรับน้ำหนักบนฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้าง

Woolacott และ Tang 1997<sup>7</sup> ได้อธิบายถึงการควบคุมการทรงตัวกับการทำงานของกล้ามเนื้อ 15  
มัดของขาทั้ง 2 ข้าง ได้แก่ กล้ามเนื้อขาท่อนล่าง กล้ามเนื้อขาท่อนบน ข้อตะโพก และลำตัวในผู้ที่อยู่ใน  
วัยหนุ่มสาว พบว่าเมื่อมีการลื่นขณะเดินเท้าแต่พื้นขณะเดินจะเกิดการ ทำงานของกล้ามเนื้อ tibialis  
anterior และกล้ามเนื้อ rectus femoris ของขาข้างที่ลื่นไป ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากของการรักษาสมดุล  
ร่างกายขณะเคลื่อนที่ เพื่อไม่ให้ล้มลง รูปแบบของการเกิดจะเป็นขั้นตอนเดิมทุกครั้งถ้าเกิดการเสียสมดุล  
เวลาที่กล้ามเนื้อ tibialis anterior เริ่มตอบสนองจะสั้นมากหลังถูกรบกวนให้เสียสมดุล (มิลลิวินาที) และ  
กล้ามเนื้อ rectus femoris จะตอบสนองหลังจากถูกรบกวนประมาณ 140 มิลลิวินาที และช่วงเวลาของ  
การตอบสนองของกล้ามเนื้อ tibialis anterior ประมาณ 133 มิลลิวินาที และกล้ามเนื้อ rectus femoris  
ประมาณ 203 มิลลิวินาที นอกจากนี้ พบว่าขนาดของสัญญาณเกิดขึ้นสูงกว่าการทำงานของกล้ามเนื้อ

ขณะเดินปกติถึง 7 เท่า การทำงานของกล้ามเนื้อ gastrocnemius จะไม่เกิดขึ้นถ้ากล้ามเนื้อ tibialis anterior ทำงานเด่นมาก เป็นการชี้ให้เห็นถึงการจัดการของระบบประสาทที่จะรักษาการทรงตัวไว้โดยให้กล้ามเนื้อ tibialis anterior ทำงาน เพื่อควบคุมการทำงานของข้อเท้า จากการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของการที่กล้ามเนื้อ tibialis anterior ทำงานเพื่อรักษาสมดุลการทรงตัวไว้ เป็นการปรับมุมมองสาคการทำงานของเขาและข้อเท้าข้างที่ถูกรบกวน ขั้นตอนนี้ข้อเข่าจะเกิดการงอของข้อเข่า ทำให้กล้ามเนื้อ rectus femoris ต้องทำงานมากขึ้นเพื่อดำเนินการงอข้อเข่า เพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวของข้อเข่า

ถ้าวิเคราะห์การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris ของขาข้างที่ถูกรบกวนพบว่า เวลาของการเริ่มตอบสนองจะอยู่ในช่วง 80-130 มิลลิวินาทีภายหลังจากที่ถูกรบกวนในท่ายืนบนฐานรองรับ และช่วงระยะเวลาของการทำงานประมาณ 100 มิลลิวินาที การทำงานนี้เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของกล้ามเนื้อ biceps femoris ต่อการทำให้ข้อเข่างอขณะขึ้นเท้าแต่ละพื้น และจากการที่กล้ามเนื้อ rectus femoris ทำงานนานมาก จึงอาจเกิดการร่วมงานร่วมกันระหว่างกล้ามเนื้อ rectus femoris และ biceps femoris เพื่อให้ข้อเข่ามีความมั่นคง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เป็นการรบกวนสมดุลการทรงตัวขณะยืนพบว่ากล้ามเนื้อ tibialis anterior ของกลุ่มที่กลัวการหกล้มและไม่กลัวการหกล้มทำงานก่อนกล้ามเนื้ออื่นเช่นเดียวกับที่ Woollacott และ Tang ได้รายงานการทำงานของกล้ามเนื้อของขาข้างที่ถูกรบกวนทำให้เสียสมดุลขณะเดิน และกล้ามเนื้อ rectus femoris ทำงานตามมา และตามด้วยกล้ามเนื้อ biceps femoris และสุดท้ายจึงเป็นกล้ามเนื้อ gastrocnemius (medial head) การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris และกล้ามเนื้อ rectus femoris มีช่วงเวลาของการทำงานซ้อนกัน อาจเกิดจากการทำงานพร้อมกันของกล้ามเนื้อทั้งสองมัด เพื่อรักษาสมดุลและความมั่นคงของข้อเข่า<sup>7</sup>

การทำงานของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุเพื่อรักษาสมดุลการทรงตัวจะเกิดช้าลงเมื่อเทียบกับวัยหนุ่มสาว เมื่ออายุมากขึ้นจะมีการสูญเสียของใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวเร็ว หรือลดความสามารถในการระดมหน่วยประสาทยนต์ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้การรักษาสมดุลร่างกายเกิดช้าลง<sup>7</sup> และพบว่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าช้ากว่าผู้ที่อยู่ในวัยหนุ่มสาวและช่วงระยะเวลาของการทำงานนานกว่า แสดงว่ากล้ามเนื้อขาของผู้สูงอายุอ่อนแวกว่ากล้ามเนื้อขาของคนวัยหนุ่มสาว อาจนำมาอนุมานได้กับผู้สูงอายุที่ไม่กลัวหกล้มทั้งสองเพศนั้นมีความแข็งแรงกว่ากับผู้สูงอายุที่กลัวหกล้มทั้งสองเพศ เนื่องจากเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกลุ่มที่กลัวหกล้มเกิดช้ากว่าแสดงถึงกล้ามเนื้อมีความแข็งแรงน้อยกว่า

จากภาวะความกลัวการหกล้ม หรือความกังวลที่จะเกิดการหกล้มหรือกลัวว่าไม่สามารถรักษาการทรงตัวไว้ได้ Alexander<sup>46</sup> และ Maki และคณะ<sup>39</sup> ได้ตั้งสมมติฐานว่าผู้สูงอายุที่มีความกลัวดังกล่าวจะพยายามเกร็งตัวไว้เมื่อถูกรบกวนขณะยืนเพื่อไม่ให้ล้มลง การเกร็งตัวนี้ทำให้เกิดภาวะการหดตัวของ

กล้ามเนื้อทั้ง 2 ด้านที่ควบคุมข้อต่อ<sup>47</sup> ซึ่งในการศึกษาของ Osaka และคณะ<sup>48</sup> พบว่าผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีภาวะความกลัวการหกล้มจะเกิดการ ทำงานของกล้ามเนื้อขา 2 ด้าน พร้อมกันมากกว่ากลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม และค่าเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าเมื่อถูกรบกวนนั้น กล้ามเนื้อ tibialis anterior ทำงานก่อนกล้ามเนื้ออื่น Brooks<sup>49</sup> อธิบายการเกิดภาวะการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อนี้ เนื่องจากรีเฟลกซ์และการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางหรือสมอง และกล่าวว่า การทำงานพร้อมกันของกล้ามเนื้อขาทุกมัดเป็นโปรแกรมที่กำหนดมาจากระบบประสาทระดับสูง และพบว่าการทำงานของกล้ามเนื้อ gastrocnemius ในกลุ่มที่กลัวหกล้มเกิดก่อนกลุ่มที่ไม่กลัวหกล้ม ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่าผู้สูงอายุที่กลัวหกล้มมีการทำงานของกล้ามเนื้อ gastrocnemius ก่อนกลุ่มที่ไม่กลัวหกล้มทั้ง 2 เพศ และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าระยะห่างของเวลาของสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อในกลุ่มที่กลัวการหกล้มมีช่วงสั้นกว่ากลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม แสดงว่ากล้ามเนื้อของกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้มเกิดการ ทำงานพร้อมกันเนื่องจากพยายามเกร็งกล้ามเนื้อให้ข้อต่อมีความมั่นคงมากขึ้นจากภาวะความกลัวการหกล้ม

## ข้อสรุป

ภาวะการกลัวการหกล้มมีผลต่อความสามารถในการทรงตัวในผู้สูงอายุ โดยที่ภาวะการกลัวการหกล้มมีผลต่อระดับการทรงตัวและการทำงานของกล้ามเนื้อขาในการทรงตัวของร่างกายเมื่อถูกรบกวนสมดุล ซึ่งการทำงานของกล้ามเนื้อขามีความสำคัญต่อการรักษาสมดุลการทรงตัวในผู้สูงอายุ การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อจึงผลกระทบต่อความสามารถในการรักษาสมดุลของร่างกายผู้สูงอายุ ดังนั้น การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และเพิ่มความสามารถในการทรงตัวเป็นทางเลือกหนึ่งของการป้องกันอุบัติเหตุการหกล้มในผู้สูงอายุ

## เอกสารอ้างอิง

1. Dolinis J., Harrison J.& Andrews G., Factor associated with falling in older Adelaide residents. Australian and New Zealand Journal of Public Health. 1997;21,462-8.
2. Hill K, Schwarz JA, Flicker L., & Carroll S. Falls among healthy community dwelling older women: A prospective study of frequency, circumstances, consequences and prediction accuracy. Australian and New Zealand Journal of Pubic Health, 1999;23, 41-8.
3. Tinetti ME, Speechley M. & Ginter S. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Engl J Med.1988;319:1707-7.
4. Campbell A.J, Reinken J., Allen B., & Martinez G., Falls in old age: A study of frequency and related clinical factors. Age and Ageing.1981;10,264-70.
5. Steinweg KK. The changing approach of falls in the elderly. Am Fam Physician 1997;56(7):1815-23.
6. Fuller GF. Fall in the elderly. .Am Fam Physician 2000; 61(7):2159-68,2173-4.
7. Woollacott MH, Tang PF. Balance control during walking in the older adult: Research and its implications. Phys Ther.1997;77(6):646-60.
8. Hill K, Schwarz JA, Kalogeropoulos JK., & Gibson SJ., Fear of falling revisited. Arch Phys Med Rehabil. 1996;77:1021-9.
9. Tinetti ME, deLeon C., Doucette J., and Baker D. Fear of falling and fall related efficacy in relationship to functioning among community-living elders. J Gerontol.1994;49, M140-7.
10. Legters K. Fear of falling. Phys Ther 2002; 82: 264-72.
11. Tinetti ME. Performance oriented assessment of mobility problems in elderly patients. J Geriatr Soc. 1986,34:119-26.
12. Campbell AJ, Borrie MJ, Spear GF. Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. J Gerontol 1989;44;M112-7.
13. Lipsitz LA, Jonsson PV, Relley MM, Roesner JS. Causes and correlates of recurrent falls in ambulatory frail elderly. J Gerontol 1991;46:M114-22.
14. Rubenstein IZ, Robbins AS, Schulman BL., et al. Falls and instability in the elderly. J Am Geriatr Soc. 1988;36:266-78.



15. Podsiadlo D and Richardson S. The timed "Up and Go" test: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39:142-8.
16. Mathias S, Nayak U, Issacs B. Balance in elderly patients: the "Get-up and Go" test. *Arch Phys Med Rehabil.*1986;67:387-9.
17. Shumway-Cook A and Woollacott MH. *Motor Control: Theory and Practical Applications.* Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2001.
18. Gibson MJ., Andres RO., Isaacs B., Rodebaugh T., & Worm-Peterson J. The prevention of falls in later life: A report of the Kellogg International Work Group on the prevention of falls by elderly. *Danish Medical Bulletin* 1987;34(suppl 4): 1-24.
19. Woollacott M. Gait and postural control on the aging adult. In:Bles W. Brands T.ed.s. *Disorders of posture and gait.* Amsterdam:Elsevier;1986:325-36
20. Studenski s, Duncan PW, Chandler J. Postural responses and effector factors in person with unexplained falls; results and methodologic issues. *J Am Geriatr Soc.*1991;39;229-34.
21. Nashner LM, Shumway-Cook A, Marin O. Stance posture control in select group of children with cerebral palsy: deficits in sensory organization and muscular coordination. *Exp Brain Res.* 1983;49:395-409.
22. Horak F, Sharby N. Component of postural dyscontrol in the elderly; a review. *Neurobiol Aging* 1989;10:727-45.
23. Manchester D, Woollacott M, Zederbauer-Hylton N, Marin O. Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in the older adult. *J Gerontol* 1989; 44:M118-27.
24. Rosenhall U, Rubin W. Degenerative changes in the human vestibular sensory epithella. *Acta Otolaryngol.* 1975;79:67-81.
25. Bruce MF. The relationship of tactile thresholds in histology in the fingers of the elderly. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1980;43:730.
26. Inglis JT, Horak Fb, Shupert CL, Ryciewicz C. The importance of somatosensory information in triggering and scaling automatic postural responses in humans. *Exp Brain Res.*1994;101:159-64.
27. Blanke DJ, Hageman PA. Comparison of gait of young and elderly men. *Phys Ther* 1989;69:144-8.

28. Guimaraes RM, Isaac B. Characteristics of the gait in old people who fall. *Int. Rehabil Med.* 1980;2:177-80.
29. Anianson A, Hedberg M, Henning G, et al. Muscle morphology, enzymatic activity and muscle strength in elderly men; a follow up study. *Muscle Nerve* 1986; 9:585-91.
30. Kinney LaPier 1997, Liddle S & Bain C. A comparison of static and dynamic standing balance in older men versus women. *Physiotherapy Canada* 1997;49:207-13.
31. Ekhdahl C, Jarnlo G & Anderson. Standing balance in healthy subjects. *Scand J. Rehabil Med* 1989; 21:187-95.
32. Suomi R & Kojeca DM. Postural sway patterns of normal men and women and men with mental retardation during a two-legged stance test. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75:205-9.
33. Overstall PW, Exton-Smith AN, Imms FJ & Johnson AL. Falls in elderly related to postural imbalance. *BMJ*;1977;1:261-4.
34. Maki B, Holliday PJ, Topper AK. Fear of falling and postural performance in the elderly. *J Gerontol Med Sci.* 1991;46: M123-31.
35. Perry B. Fall among the elderly: a review of the methods and conclusion of epidemiologic studies. *J Am Geriatr Soc.* 1985;30:367-71
36. Wongboonsin K. Growing concerns for the aging population in Thailand. *J Demography.* 1995;14(1): 85-105.
37. Baker SP, Harvey AH. Fall injuries in the elderly. *Clin Geriatr Med* 1985;1:501-12
38. Tinetti ME, Richman D, Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. *J Gerontol Psychol Sci.* 1990;45(6):239-43
39. Maki B, Holliday PJ, Topper AK. A prospective study of postural balance and risk of falling in ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol Med Sci* 1994; 49: M72-84.
40. Lord SR., Clark RD., Webster IW. Physiological factors associated with falls in an elderly population. *J Am Geriatr. Soc.* 1991;39:1194-200.

41. Robbins As., Rubinstein LZ, Josephson RR., et al. Predictors of falls among elderly people results of two population-based studies. *Arch Intern. Med.* 1989; 149:1628-33.
42. Daubney EM, Culham EG. Lower-extremity muscle Force and balance Performance in adults Aged 65 years and older. *Phys Ther.* 1999;79(12):1177-85.
43. Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *J Am Geriatr Soc.* 1987;35:13-20.
44. Wolfson L, Judge J, Whipple R, Ring M. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1995;50:64-7.
45. MacRae PG, Lacoourse M, Moldavon R. Physical performance measures that predict fall status in community-dwelling older adults. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992;16:123-6.
46. Alexander NB. Postural control in older adults. *J Am Geriatr. Soc.* 1994;42:93-108.
47. Kearney RE, Hunter IW. System identification of human joint dynamics. *Crit. Rev. Biomed Eng.* 1990; 18:55-87.
48. Osaka S, Hirakawa K, Takada Y, & Kinishita H. The relationship between fear of falling and balancing ability during abrupt deceleration in aged women having similar habitual physical activities. *Eur J Appl Physiol.* 2001;85:501-6.
49. Brooks VB. *The neural basis of motor control.* Oxford University Press, Oxford. 1986.

# ภาคผนวก



## ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุ

### 1. บ้าน

- 1.1 ลักษณะ  ตึกแถว/ห้องแถว  บ้านเดี่ยวมีบริเวณ  
 ทาวน์เฮาส์  ห้อง (คอนโดมิเนียม, อพาร์ทเมนต์)
- 1.2 จำนวนชั้น  1 ชั้น  2 ชั้น  
 3 ชั้น  มากกว่า 3 ชั้น
- 1.3 บันได  มี  ไม่มี (ถ้าไม่มีข้ามไปตอบข้อ 1.5)
- 1.4 ตำแหน่งบันได  นอกบ้าน  มีราวจับหรือที่ยึด  
 ไม่มีราวจับหรือที่ยึด  
 ในบ้าน  มีราวจับหรือที่ยึด  
 ไม่มีราวจับหรือที่ยึด

ชั้นบันไดกว้าง ..... ซม. สูง ..... ซม.

- 1.5 ทางเดินภายในบ้าน  สะดวก  ไม่สะดวก
- 1.6 การวางของใช้/เครื่องใช้  เป็นระเบียบ  ไม่เป็นระเบียบ
- 1.7 แสงสว่างภายในบ้าน  เพียงพอ  ไม่เพียงพอ

### 2. ห้องนอน

- 2.1 ลักษณะที่นอน  เตียง  พื้น  
 พูก  เสื่อ
- 2.2 แสงสว่างภายในห้อง  เพียงพอ  ไม่เพียงพอ

### 3. ห้องอาบน้ำ

- 3.1 ลักษณะการอาบน้ำ  ฝักบัว  ถังน้ำ  อ่างอาบน้ำ
- 3.2 ราวจับหรือที่ยึด  มี  ไม่มี

### 4. ห้องส้วม

- 4.1 ลักษณะ  ส้วมซึม  โถชักโครก
- 4.2 ราวจับหรือที่ยึด  มี  ไม่มี

5. บริเวณที่อาจเกิดการหกล้มได้ง่ายภายในบ้าน  มี  ไม่มี

ถ้ามีโปรดระบุ - บริเวณ.....

- ลักษณะ .....

**ตอนที่ 3 ประวัติการหกล้มในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา**

1. ในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยล้มหรือไม่

- ไม่เคย                       เคย 1 ครั้ง  
 เคย 2 ครั้ง                       มากกว่า 3 ครั้ง

(ถ้าคุณไม่เคยล้มให้หยุดเพียงเท่านั้น หากเคยล้มให้ทำแบบสอบถามต่อไป)

2. คุณล้มที่ไหน

ภายในบ้าน :

- ขณะก้าวขึ้นหรือลงพื้นต่างระดับ ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- ขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- ขณะลุกจากเตียง ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- ขณะลุกจากเก้าอี้ ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- ขณะอาบน้ำ ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- ขณะเข้าห้องส้วม ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- ขณะขึ้นหรือลงบันได ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- อื่นๆ โปรดระบุ .....

ทางเข้าบ้าน/ สวนบริเวณรอบบ้าน

- ขึ้นหรือลงบันได ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- ในสวน ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- ทางเดิน ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- อื่นๆ โปรดระบุ .....

ที่อื่นๆ :

- บาทวิถี ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- ขอบถนน/ท่อน้ำ ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- อาคารสำนักงาน ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- ขณะลงจากรถยนต์/รถโดยสาร ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- บ้านผู้อื่น ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- อื่นๆ โปรดระบุ .....

3. คุณล้มได้อย่างไร (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- สะดุด ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- ลื่น ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
- สูญเสียการทรงท่า ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่

- |    |                                 |         |            |
|----|---------------------------------|---------|------------|
|    | ▪ เข้าก่อน                      | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
|    | ▪ เป็นลม                        | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
|    | ▪ วิงเวียนศีรษะ/มึนงง           | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
|    | ▪ ไม่แน่ใจ                      | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| 4. | คุณได้รับบาดเจ็บจากการล้ม       | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| 5. | ถ้าได้รับบาดเจ็บ บาดเจ็บอย่างไร |         |            |
|    | ▪ ฟกช้ำ                         | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
|    | ▪ ถลอก                          | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
|    | ▪ ข้อมือหัก                     | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
|    | ▪ ข้อสะโพกหัก                   | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
|    | ▪ กระดูกซี่โครงหัก              | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
|    | ▪ ปวดหลัง                       | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
|    | ▪ อื่นๆ                         |         | โปรดระบุ   |

.....



## แบบประเมินความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวัน

### ดัชนีบาร์เทลเอดีแอล (Barthel ADL Index)

#### 1. Feeding (รับประทานอาหารเมื่อเตรียมสำหรับไว้ให้เรียบร้อยต่อหน้า)

- .....0 ไม่สามารถตักอาหารเข้าปากได้ต้องมีคนป้อนให้
- .....1 ตักอาหารเองได้ แต่ต้องมีคนช่วย เช่น ช่วยให้ช้อนตักเตรียมไว้ให้ หรือตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆไว้ล่วงหน้า
- .....2 ตักอาหาร และช่วยตัวเองได้เป็นปกติ

#### 2. Grooming (ล้างหน้า,หวีผม,แปรงฟัน,โกนหนวด ในระยะ 24-48 ชั่วโมงที่ผ่านมา)

- .....0 ต้องการความช่วยเหลือ
- .....1 ทำได้เอง (รวมทั้งที่ทำได้เอง ถ้าเตรียมอุปกรณ์ไว้ให้)

#### 3. Transfer (ลุกนั่งจากที่นอน หรือจากเตียงไปยังเก้าอี้)

- .....0 ไม่สามารถนั่งได้(นั่งแล้วจะล้มเสมอ) หรือต้องใช้คนสองคนช่วยกันยกขึ้น
- .....1 ต้องการความช่วยเหลืออย่างมากจึงจะนั่งได้ เช่น ต้องใช้คนที่แข็งแรง หรือมีทักษะ 1 คน หรือใช้คนทั่วไป 2 คนพยุง หรือดันขึ้นมาจึงจะนั่งอยู่ได้
- .....2 ต้องการความช่วยเหลือบ้าง เช่น บอกให้ทำตาม หรือช่วยพยุงเล็กน้อย หรือต้องมีคนดูแลเพื่อความปลอดภัย
- .....3 ทำเองได้

#### 4. Toilet use (ใช้ห้องสุขา)

- .....0 ช่วยตัวเองไม่ได้
- .....1 ทำเองได้บ้าง(อย่างน้อยทำความสะอาดตัวเองได้หลังจากเสร็จธุระ) แต่ต้องการความช่วยเหลือในบางสิ่ง
- .....2 ช่วยตัวเองได้ดี(ขึ้นนั่ง และลงจากโถส้วมเองได้,ทำความสะอาดได้เรียบร้อยหลังจากเสร็จธุระ,ถอดและใส่ผ้าได้เรียบร้อย)

#### 5. Mobility (การเคลื่อนที่ภายในห้องหรือบ้าน)

- .....0 เคลื่อนที่ไปไหนไม่ได้
- .....1 ต้องใช้รถเข็นช่วยตัวเองให้เคลื่อนที่ได้เอง(ไม่ต้องมีคนเข็นให้)และจะต้องเข้าออกมุมห้องหรือประตูได้
- .....2 เดิน หรือเคลื่อนที่โดยมีคนช่วย เช่น พยุง หรือบอกให้ทำตาม หรือต้องให้ความสนใจดูแลเพื่อความปลอดภัย
- .....3 เดิน หรือเคลื่อนที่ได้เอง

6. Dressing (การสวมใส่เสื้อผ้า)

- .....0 ต้องมีคนสวมใส่ให้ ช่วยตัวเองแทนไม่ได้ หรือได้น้อย
- .....1 ช่วยตัวเองได้ราวร้อยละ 50 ที่เหลือต้องมีคนช่วย
- .....2 ช่วยตัวเองได้ดี(รวมทั้งการติดกระดุม, รูดซิป หรือใช้เสื้อผ้าที่ดัดแปลงให้เหมาะสมก็ได้)

7. Stair (การขึ้นลงบันได 1 ชั้น)

- .....0 ไม่สามารถทำได้
- .....1 ต้องการคนช่วย
- .....2 ขึ้นลงได้เอง(ถ้าต้องใช้เครื่องช่วยเดิน เช่น walker จะต้องเอาขึ้นลงได้ด้วย)

8. Bathing (การอาบน้ำ)

- .....0 ต้องการคนช่วย หรือทำให้
- .....1 อาบน้ำเองได้

9. Bowels (การกลั่นถ่ายอุจจาระในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา)

- .....0 กลั่นไม่ได้ หรือต้องการสวนอุจจาระอยู่เสมอ
- .....1 กลั่นไม่ได้เป็นบางครั้ง(เป็นน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์)
- .....2 กลั่นได้เป็นปกติ

10. Bladder (การกลั่นปัสสาวะในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา)

- .....0 กลั่นไม่ได้ หรือใส่สายสวนปัสสาวะแต่ไม่สามารถดูแลเองได้
- .....1 กลั่นไม่ได้เป็นบางครั้ง(เป็นน้อยกว่าวันละหนึ่งครั้ง)
- .....2 กลั่นได้เป็นปกติ

## แบบประเมิน Fear of Falling Scale

(Tenetti et al , J. Gerontology,1990:45;P239-249)

ในแต่ละข้อจะมีคะแนนจาก 0 – 10 โดยที่ 0 หมายถึง ไม่มีความมั่นใจ  
 5 หมายถึง มีความมั่นใจปานกลาง  
 10 หมายถึง มีความมั่นใจเต็มที่

ความมั่นใจ หมายถึง คุณสามารถทำกิจกรรมแต่ละอย่างต่อไปนี้โดยไม่มีกรล้ม

ไม่มีความมั่นใจ มีความมั่นใจปานกลาง มีความมั่นใจเต็มที่

	(0)	(5)	(10)
1. สวมใส่-ถอดเสื้อผ้า			
2. เตรียมอาหารหนึ่งมื้อง่ายๆ			
3. อาบน้ำ			
4. นั่ง/ลุกขึ้น จากเก้าอี้			
5. ลงนอน/ลุกขึ้นจากเตียง			
6. เดินไปเปิดประตูหรือรับโทรศัพท์			
7. เดินภายในบ้าน			
8. เข้มยียบของในตู้ติดผนัง/ชั้นวางของ			
9. ทำงานบ้านเบาๆ (เช่น กวาดบ้าน,ปัดฝุ่น)			
10. เดินไปซื้อของเล็กน้อย (เช่น ไปร้านขายของชำ)			
Total FES...../..... Average FES.....			
11.ใช้บริการขนส่งมวลชน (เช่น รถเมล์ รถไฟ )			
12.ข้ามถนน			
13.ทำงานสวนเบาๆ เช่น รดน้ำต้นไม้			
14.เดินเข้า-ออกจากบ้าน			
Total MFES...../..... Average MFES.....			

จาก : Hill K, et al. 1996 Fear of falling revisited. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 77 : 1025-9

### โปรดตอบคำถาม 2 ข้อ ต่อไปนี้

1. คุณกลัวการหกล้มหรือไม่ ?
2. มีบริเวณภายในบ้านหรือนอกบ้านที่คุณกลัวที่จะล้ม.....  
 ถ้ามีโปรดระบุ.....

## การตรวจร่างกาย

### 1. ค่าช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (ROM) ของขาขวา

ข้อต่อ	การเคลื่อนไหว	ช่วงองศาการเคลื่อนไหว (องศา)
Hip joint	1. Flexion/Extension 2. Abduction/Adduction 3. Internal/External Rotation	
Knee joint	1. Flexion/Extension	
Ankle joint	1. Dorsiflexion/Plantarflexion	

**หมายเหตุ :** Hip Flexion with Knee Flexion

### 2. กำลังกล้ามเนื้อ (Muscle power) ของข้อเข่าและข้อเท้าข้างขวา

ข้อต่อ	การเคลื่อนไหว	กำลังกล้ามเนื้อ
Knee joint	Flexion	
	Extension	
Ankle joint	Dorsiflexion	
	Plantarflexion	

## ROMBERG TEST

	ระยะเวลา (นาที)
<u>ยืนบนขาทั้ง 2 ข้าง</u> หลับตา - เท้าชิดกัน - เท้าแยกกัน <u>ยืนด้วยขาข้างเดียว (ข้างถนัด)</u> - ขาขวา - ขาซ้าย	

## TANDEM TEST

	ระยะเวลา (นาที)
ทำยืน:เท้าถนัดอยู่ด้านหลัง - ลืมตา - หลับตา	

PROPRIOCEPTIVE TEST

	Intact		loss	
	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
<b>ข้อเท้า</b>				
plantar flexion				
dorsi flexion				
eversion				
inversion				
<b>ข้อนิ้วเท้า</b>				
big toe				
second toe				
third toe				
fourth toe				
fifth toe				

**รายงานผลการตรวจร่างกายเบื้องต้น**  
**โครงการ “การศึกษาเรื่องอาการทรงตัวและหกล้มในผู้สูงอายุไทย”**

ชื่อ ..... นามสกุล .....

อายุ ..... ปี น้ำหนัก ..... กก. ส่วนสูง ..... ซม.

**1. สุขภาพทั่วไป**

ดัชนีมวลกาย ..... กก/ม<sup>2</sup> (18.5 -24.9)

อัตราการเต้นของหัวใจ ..... ครั้ง/นาที (50 - 100)

อัตราการหายใจ ..... ครั้งต่อนาที (12 - 20)

ความดันโลหิต ..... มม.ปรอท (120/80-135/85)

**2. สมรรถภาพของร่างกาย**

**ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ**

**ข้อตะโพก**

การงอ (100-120)

การเหยียด (20-30)

การกางขา (40-45)

การหุบขา (20-30)

การหมุนข้อตะโพกเข้า (40-45)

การหมุนข้อตะโพกออก (45-50)

**ข้อเข่า**

การงอ (130-150)

การเหยียด (0)

**ข้อเท้า**

การกระดกปลายเท้าขึ้น (20)

การถีบปลายเท้าลง (40-55)

	ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	
<b>ข้อเข่า</b>		
การงอ		(5)
การเหยียด		(5)
<b>ข้อเท้า</b>		
การกระดกปลายเท้าขึ้น		(5)
การถีบปลายเท้าลง		(5)

3. ความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน  ปกติ  บกพร่อง
4. การรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อต่อของนิ้วเท้า  ปกติ  บกพร่อง
5. ความสามารถในการทรงตัว  ปกติ  เสี่ยงต่อการล้ม

สรุป .....

### ข้อมูลเบื้องต้น

1. ดัชนีมวลกาย (Body mass index, BMI) สามารถบอกถึงความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง เป็นต้น ได้ดังแสดงในตาราง

ดัชนีมวลกาย		ความเสี่ยงต่อการเกิดโรค
น้อยกว่า18.5	ผอม (Underweight)	น้อย
18.5-24.9	ปกติ (Normal weight)	น้อย
25.0-29.9	ค่อนข้างอ้วน (Overweight)	ค่อนข้างสูง
30.0 -34.9	อ้วน (Obesity)	สูง
35.0-39.9	อ้วน (Obesity)	สูง
40 หรือมากกว่า	อ้วนมาก (Extreme obesity)	สูงมาก

### 2. ระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ปกติความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะอยู่ในระดับ 4-5 หากอยู่ในระดับที่น้อยกว่าควรออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้น

### 3. ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

หากมีช่วงการเคลื่อนไหวที่น้อยกว่าเกณฑ์ปกติ แสดงถึง การขาดความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อรอบข้อต่อ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อทรงตัว และทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ จึงควรออกกำลังกายในท่าที่ยืดกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มหรือคงสภาพความยืดหยุ่น

-----  
**โครงการ "การศึกษาเรื่องทรงตัวและหกล้มในผู้สูงอายุไทย"**

- ผู้รับผิดชอบโครงการ**
1. อาจารย์แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์
  2. ผศ. ดร.จิตอนงค์ ก้าวกลีกรรม
  3. อาจารย์สุจิตรา บุญหยง

**สถานที่ติดต่อ** ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**โทรศัพท์** 0-2218-9848

**E-mail;** [Dannavarat.C@chula.ac.th](mailto:Dannavarat.C@chula.ac.th)





การศึกษาเรื่องการทรงตัวและหกล้มในผู้สูงอายุไทย  
A study in fall and balance in Thai elderly population

แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์

จิตอนงค์ ก้าวกสิกรรม

สุจิตรา บุญหยง

ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

**Abstract**

**Introduction:** Fall is a common problem in the elderly. Fall mostly results from impairment or loss of balance. Loss of balance in the elderly is usually accompanied with fear of falling and weakness of lower limb muscles. Fear of falling is a factor influenced on the balance ability. This study investigated the balance ability in Thai elderly with and without fear of falling. The study also compared the activity of lower limb muscles during anterior perturbation.

**Objectives:** To investigate the balance ability in the elderly and the relationship between fear of falling and balance including the influence of the knee and ankle musculatures on balance.

**Methods:** Sixty males and females Thai elderly, aged 65-80 years, volunteered in this study. They were classified into two main groups; one having a fear of falling (FF) (15 males and 15 females) and another without the fear (NFF) (15 males and 15 females). Balance ability was evaluated by mean of the measurement of change in center of pressure in term of limit of stability during postural change to maximal forward and backward leaning on the force platform on which they were standing. The onset time of the right lower limb muscle activity, such as tibialis anterior, rectus femoris, biceps femoris and gastrocnemius (medial head) was also detected during anterior perturbation.

**Results:** There was a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) in the value of limit of stability (maximum excursion) during forward leaning in the male –non fear group comparing with other groups. The male-non fear group had the greater value of limit of stability. In comparison with the fear of falling group, the non fear group had the greater value of limit of stability (maximum excursion and direction control) in backward leaning which was statistically significant different ( $p < 0.05$ ). The tibialis anterior firstly responded to anterior perturbation in order to keep the balance. The onset time of the tibialis anterior in non fear group was

statistically different from the fear of falling group ( $p < 0.05$ ). However, there was no difference of the onset time of tibialis anterior between male and female.

**Conclusion:** Fear of falling is a factor that diminishes the quality of movement, decreases the physical capability which consequently results in weakening muscles. Fear of falling can cause balance impairment and therefore can increase the incidence of fall. Strengthening exercise of knee and ankle musculatures accompanied with balancing exercise can be the way to alleviate and prevent this problem.

---

## บทคัดย่อภาษาไทย

**บทนำ** การหกล้มเป็นปัญหาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ สาเหตุที่ทำให้หกล้มนั้นส่วนใหญ่เกิดจากการลดลงหรือสูญเสียการทรงตัว การสูญเสียการทรงตัวพบมากในผู้สูงอายุที่กลัวการหกล้มและกล้ามเนื้ออ่อนแรง ซึ่งภาวะความกลัวการหกล้มเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทรงตัว การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการทรงตัว และความแตกต่างของการทำงานของกล้ามเนื้อขาเพื่อรักษาสมดุลร่างกายเมื่อเสียสมดุลขณะยืนในผู้สูงอายุไทยที่มีภาวะความกลัวการหกล้มและไม่มีภาวะความกลัวการหกล้ม

**วัตถุประสงค์** ศึกษาระดับการทรงตัว ความสัมพันธ์ระหว่างความกลัวการหกล้มกับการทรงตัวในผู้สูงอายุ และอิทธิพลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเข่าและข้อเท้ากับการทรงตัว

**วิธีการศึกษา** ประชากรผู้สูงอายุไทยทั้งเพศชายและหญิง อายุระหว่าง 65-80 ปี เพศละ 30 คน แต่ละเพศ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่กลัวการหกล้มและกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม กลุ่มละ 15 คน ทำการทดสอบการทรงตัวขณะยืนโดยวัดจุดศูนย์กลางแรงกดที่เท้า(ระยะจำกัดการทรงตัว) ขณะโน้มตัวไปด้านหน้าและเอนตัวมาทางด้านหลัง และวัดเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่กล้ามเนื้อ tibialis anterior, rectus femoris, biceps femoris และ gastrocnemius (medial head) ของขาขวา เมื่อถูกรบกวนให้เสียสมดุลไปด้านหน้า

**ผลการศึกษา** กลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้มเพศชายมีความสามารถในการโน้มตัวมาด้านหน้าได้ระยะที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดมากกว่าทุกกลุ่มทั้งระหว่างเพศและในเพศเดียวกัน โดยมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  และกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้มทั้ง 2 เพศ สามารถเอนตัวมาด้านหลังได้ระยะที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดและความสามารถในการควบคุมทิศทางมากกว่ากลุ่มที่กลัวการหกล้ม โดยมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  และเมื่อถูกรบกวนสมดุลการทรงตัวขณะยืนพบว่าทุกกลุ่มมีการทำงานของกล้ามเนื้อ tibialis anterior ก่อนกล้ามเนื้อขาอื่น โดยที่กลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้มจะทำงานก่อนกลุ่มที่กลัวการหกล้มโดยมีค่าความแตกต่างทางสถิติที่  $p < 0.05$  และกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้มทั้ง 2 เพศไม่มีความแตกต่างกัน

**สรุปผลการศึกษา** ภาวะความกลัวการหกล้มเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การเคลื่อนไหวลดลง ประสิทธิภาพทางกายลดลงส่งผลให้เกิดภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรง อันเป็นสาเหตุให้การทรงตัวลดลง และเกิดการหกล้มได้ง่ายขึ้น วิธีหนึ่งในการแก้ไขหรือป้องกันการหกล้มคือการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเข่าและข้อเท้า และเพิ่มประสิทธิภาพในการทรงตัว

---

## บทนำ

การหกล้มในผู้สูงอายุเป็นปัญหาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ<sup>1,2</sup> เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บเฉียบพลัน โดยเฉพาะการหักของกระดูกในส่วนต่างๆของร่างกาย เช่น ข้อตะโพก หรือข้อมือ การหกล้มมักเกิดในผู้ที่มีสุขภาพไม่ดีและมีความสามารถในการทำงานน้อยลง พบว่าประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป เคยมีประสบการณ์การหกล้มมากกว่า 1 ครั้งต่อปี การบาดเจ็บส่วนมากที่เกิดจากการหกล้ม คือ ข้อตะโพกหัก และพบว่าผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีอายุมากกว่า 70 ปี ซึ่งส่วนใหญ่ไม่สามารถกลับไปใช้ชีวิตหรือทำงานได้ตามปกติ ทำให้ความสามารถในการทำงาน และคุณภาพชีวิตลดลง อัตราการเสียชีวิตจากการหกล้มจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุ 75 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและเพศหญิง ทุกเชื้อชาติและชาติพันธุ์<sup>3,4,5,6</sup> ผู้สูงอายุจะเดินอย่างอิสระแต่ความสามารถในการควบคุมสมดุลการทรงตัวนั้นลดลงทำให้เมื่อเดินหรือสะดุดจะเกิดการหกล้มได้ง่าย<sup>7</sup>

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการหกล้มในผู้สูงอายุจะเพิ่มอัตราการหกล้มในผู้สูงอายุ<sup>5</sup> แบ่งเป็น ปัจจัยภายใน (Intrinsic Factor) และปัจจัยภายนอก (Extrinsic Factor) ได้แก่ ปัจจัยภายใน เป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และทางจิตใจ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพร่างกายเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผู้สูงอายุหกล้มได้ง่าย<sup>8,9,10</sup> ได้แก่ อายุที่เพิ่มขึ้น ประวัติการหกล้มในอดีต การเจ็บป่วยเรื้อรัง การได้รับการรักษาทางยา เช่น ยาแก้ปวดประสาทยาคลายเครือียด มีความบกพร่องในด้านการทรงตัวและการเคลื่อนไหว ระบบประสาทรับรู้ความรู้สึกบกพร่องรวมถึงการมองเห็นภาพที่ไม่ชัดเจน ภาวะความเมื่อย ความบกพร่องทางการรับรู้ การเรียนรู้และความเข้าใจต่อสิ่งแวดล้อม ความผิดปกติทางระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ระบบกระดูก และปัญหาของเท้า ปัจจัยภายนอก จะเป็นปฏิกิริยาของร่างกายในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม<sup>11</sup> แสงสว่างไม่เพียงพอ ทางขึ้นบันไดที่ไม่ปลอดภัยหรือพื้นต่างระดับ และพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดความเสี่ยง<sup>11,12</sup>

ปัจจุบันประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้นเนื่องจากโครงสร้างของสังคมมีการเปลี่ยนแปลงและวิทยาการทางการแพทย์และสาธารณสุขที่ดีขึ้น<sup>13</sup> จากการศึกษาประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยเมื่อ ปี ค.ศ. 1999 พบว่ามีจำนวน 5.2 ล้านคน โดยจะเพิ่มขึ้นเป็น 5.6 ล้านคนในปี ค.ศ. 2000 และ ในปี ค.ศ. 2010 จะเพิ่มขึ้นเป็น 7.4 ล้านคน จนถึงปี ค.ศ. 2025 จะมีผู้สูงอายุถึง 13.9 ล้านคน โดยจะ

เป็นหญิงมากกว่าชาย และผู้สูงอายุที่อยู่ตามลำพังในที่พักอาศัยมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามลำดับ เนื่องจากสภาวะทางเศรษฐกิจและสังคม และมีจำนวนไม่น้อยที่ได้รับอุบัติเหตุรุนแรงขณะอยู่ลำพังและอาจเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตตามมา อุบัติการณ์การหกล้มขึ้นกับสภาพทางร่างกายและสภาวะแวดล้อมของแต่ละบุคคล ผู้สูงอายุจะเสี่ยงต่ออุบัติเหตุการหกล้มมากขึ้น เนื่องจากมีข้อจำกัดในการทำงานและการช่วยเหลือตนเอง และมักดำเนินชีวิตด้วยการพึ่งพาผู้ที่แข็งแรงกว่า เช่น ลูกหลาน ผู้ใกล้ชิดหรือผู้ดูแล แม้ว่าผู้สูงอายุจะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแล้วก็ตาม อุบัติการณ์ของการหกล้มยังเพิ่มขึ้น จากข้อมูลนี้เป็นแนวทางที่บอกได้ว่าปัญหานี้มีสาเหตุมาจากสภาพร่างกายที่เสื่อมลงตามอายุเช่นมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง โดยเฉพาะกล้ามเนื้อข้อตะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า ซึ่งนำไปสู่ปัญหาการควบคุมการทรงตัว การเดินที่ผิดปกติ ทั้งนี้เพราะการควบคุมการทรงตัวที่ดีนั้นเกิดจากการทำงานที่มีประสิทธิภาพของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อและระบบประสาท<sup>7</sup>

ผู้สูงอายุที่เคยหกล้มจะขาดความมั่นใจในการทำกิจกรรมในแต่ละวัน เรียกภาวะนี้ว่า “ภาวะความกลัวการหกล้ม”(fear of falling)<sup>14,15,16</sup> ซึ่งทำให้ลดความสามารถของร่างกายในการทำงาน ลดบทบาททางสังคม และนำไปสู่ความเสี่ยงต่อการหกล้มเพิ่มขึ้น

เมื่ออายุมากขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายมากมาย เช่น การเดินช้าลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาดลง และช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อลดลง การเปลี่ยนแปลงอื่นๆเช่นปัญหาทางสายตา ได้แก่ ความสามารถในการมองเห็นลดน้อยลงทั้งด้านความชัดเจน การมองใกล้ไกล ลานสายตา การปรับของสายตาเมื่อมองในที่มืดและสว่าง การเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาทที่ทำให้ตอบสนองช้าลง ทำให้ความสามารถในการทรงตัวลดลง<sup>7</sup>

การทดสอบการทรงตัวเบื้องต้นจะดูความสามารถเคลื่อนไหว และความสามารถในการเคลื่อนย้ายตนเองได้อย่างปลอดภัยไปยังที่ต่างๆ เช่น การนั่ง การลุกขึ้นยืนจากเก้าอี้ การยืน การเอื้อมมือมาด้านหน้า ขณะยืน การเดินอย่างอิสระ และการหมุนตัว 360 องศา<sup>12</sup>

นอกจากนี้ มีรายงานว่าความกลัวการหกล้ม (Fear of falling) เป็นสาเหตุสำคัญของ Post-fall syndrome<sup>17</sup> และอาจเกิดขึ้นได้เองโดยที่ไม่เคยหกล้มเลย เป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้สูงอายุขาดความสามารถในการรักษาภาวะสมดุลขณะทรงตัว อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าประมาณ 50% ของผู้สูงอายุจะเกิดความกลัวการหกล้มหลังจากที่ได้หกล้มมาแล้ว และผลที่ตามมาจากความกลัวการหกล้ม คือ ลดการเคลื่อนไหวเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงต่อการหกล้มส่งผลให้คือกล้ามเนื้อฝ่อลีบและประสิทธิภาพในการทำงานน้อยลง และมีผลต่อคุณภาพชีวิต เช่น ลดบทบาทในสังคม หรือ ลดกิจกรรมยามว่าง<sup>18</sup> และจากการสำรวจของ Maki

และคณะ<sup>19</sup> พบว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะความกลัวการหกล้มมีแนวโน้มที่จะเกิดการหกล้มสูงกว่าผู้สูงอายุที่ไม่กลัวการหกล้ม จะเห็นได้ว่าความกลัวการหกล้มมีอิทธิพลต่อการทรงตัวในท่ายืน

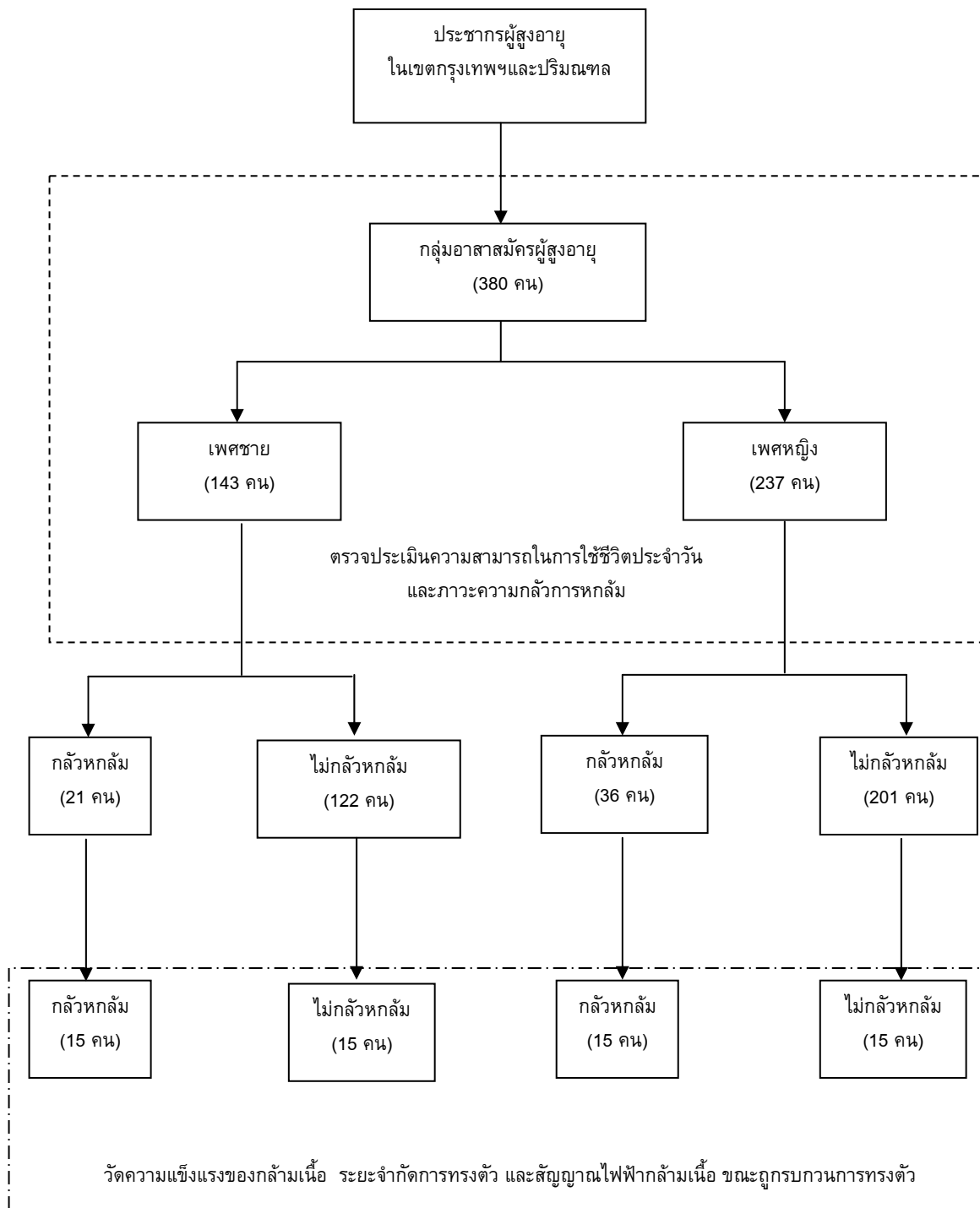
จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเป็นสาเหตุนำไปสู่การศึกษาเรื่องการทรงตัวและการหกล้มในผู้สูงอายุ โดยนำภาวะความกลัวการหกล้มมาพิจารณา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกลัวการหกล้มกับการทรงตัวในผู้สูงอายุ เพื่อศึกษาระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุ เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเข่าและข้อเท้ากับการทรงตัวและอุบัติการณ์การหกล้ม

เนื่องจากความกลัวการหกล้มนำไปสู่ความไม่มั่นใจและลดการเคลื่อนไหวเป็นผลทำให้ต้องพึ่งพาผู้อื่น ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถเป็นแนวทางในการป้องกันหรือลดอุบัติการณ์ของการหกล้มในผู้สูงอายุและเป็นข้อมูลที่จะทำให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพการดำเนินชีวิตที่ดีและได้มาตรฐาน

## วิธีดำเนินการวิจัย

### ลักษณะอาสาสมัคร

อาสาสมัครผู้สูงอายุ (อายุระหว่าง 65 – 80 ปี) สุขภาพดี อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล จำนวนเพศละ 30 คน โดยคัดกรองจากผู้สูงอายุ 380 คน (เพศชาย 143 คน เพศหญิง 237 คน) ซึ่งทั้งหมดจะถูกทำการชักประวัติทั่วไป และประวัติการหกล้มใน 6 เดือนที่ผ่านมา ตรวจสอบร่างกายเบื้องต้น เช่น อัตราการหายใจ ระดับความดันโลหิต น้ำหนัก ส่วนสูง ประเมินการใช้ชีวิตในแต่ละวัน โดยใช้แบบสอบถามดัชนีบาร์เทลเอดีแอล แต่ละเพศแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน คือ กลุ่มที่กลัวการหกล้ม (fear of falling group) และกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม (no fear of falling group) โดยวิธีการของ Modified Falls Efficacy Scale (MFES)<sup>14</sup> และจับคู่ให้อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มมี อายุ ส่วนสูง มวลน้ำหนัก และการใช้ชีวิตในแต่ละวัน (age, body height and mass, and physical activity) ใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเข่าและข้อเท้า ช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อขาขวา ความสามารถในการทรงท่าเบื้องต้น (โดยการให้ยืนหลับตา ยืนบนขาข้างเดียว และยืนโดยเท้าข้างหนึ่งอยู่ด้านหน้าเท้าอีกข้างหนึ่ง) และอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ไม่มีอาการของกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคทางระบบประสาท และสามารถเดินได้อย่างอิสระ อาสาสมัครได้รับการอธิบายถึงขั้นตอนและความปลอดภัยของการวิจัย และอาสาสมัครได้ให้ความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร ขั้นตอนการคัดกรองอาสาสมัครแสดงในรูปที่ 1 งานวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์และการใช้สัตว์ทดลองในการวิจัย กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1 ขั้นตอนการคัดกรองอาสาสมัคร

## **เครื่องมือวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลของความกลัวการหกล้มกับความสามารถในการรักษาสมดุลการทรงตัวในท่ายืน อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยเครื่องวัดสมดุลร่างกาย (Balance system; Balance Master<sup>®</sup>, NeuroCom<sup>®</sup> International, Inc. Clackamas, OR, USA) และซอฟต์แวร์เวอร์ชัน 8.0 ที่มีแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาแบบคู่ (dual forceplate) ที่อยู่ใต้ฐานสำหรับยืน (platform) (รูปที่ 2) เพื่อบันทึกค่าจุดศูนย์กลางแรงกดที่เท้า (center of pressure; COP) ขณะเสียสมดุลที่เกิดเอง (spontaneous – sway test) โดยให้โน้มตัวไปด้านหน้าและเอนตัวมาด้านหลัง และบันทึกค่าระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุ จากการเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์กลางของแรงกดที่เท้า (center of pressure) ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการวัดระยะจำกัดการทรงตัว (Limits of Stability) ทางด้านหน้าและด้านหลัง และใช้เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (electromyogram recorder; Muscle tester model ME3000P8, Mega Electronics Ltd. Kuopio, Finland) ซึ่งมีซอฟต์แวร์ MegaWin 700046 เวอร์ชัน 2.0 เพื่อบันทึกเวลาเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (onset time, sec) และลำดับการทำงานของกล้ามเนื้อ rectus femoris, biceps femoris, tibialis anterior และ gastrocnemius (medial head) ของขาข้างขวา ขณะทำให้เสียสมดุล (induced – sway test) ในท่ายืน โดยติดขั้วบันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Blue sensor<sup>®</sup>, Ambu, Denmark) ที่ผิวหนังบริเวณ motor point ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด ข้อมูลทั้งหมดถูกบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์และนำมาวิเคราะห์เวลาเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแต่ละมัด

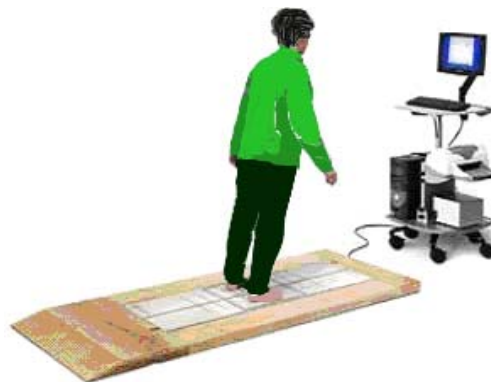
## **วิธีการวิจัย**

อาสาสมัครยืนทรงตัวบนแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาแบบคู่ (dual forceplate) ที่อยู่ใต้ฐานสำหรับยืน (platform) ของเครื่องวัดสมดุลร่างกายโดยไม่ใส่รองเท้า และให้เท้า 2 ข้างวางขนานกัน โดยความห่างเท่ากับช่วงกว้างระหว่างข้อต่อของอาสาสมัคร และทำการวัดจุดศูนย์กลางของแรงกดที่เท้า (center of pressure) โดยการวัดระยะจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ในขณะที่อาสาสมัครโน้มตัวไปทางด้านหน้าและด้านหลัง (Anteroposterior direction) ให้มากที่สุด โดยอาสาสมัครต้องพยายามรักษาสมดุลให้อยู่ในช่วงของจุดศูนย์กลางของแรงกดที่เท้า ทั้ง 2 ด้านโดยที่เท้าทำวางอยู่บนแท่นรับแรงกดตลอดเวลา (รูปที่ 2) แล้วจึงบันทึกระยะจำกัดในการทรงตัวโดยแสดงผลเป็นค่าตัวแปร ได้แก่ ระยะเวลาในการตอบสนอง (reaction time, sec) เป็นเวลาที่เริ่มเคลื่อนลำตัวเมื่อได้รับสัญญาณหรือคำสั่ง, ความเร็วในการเคลื่อนที่ (movement velocity, deg/sec) เป็นความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางถ่วง (COG) ของร่างกาย, ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (end point excursion, %LOS) เป็นระยะทางที่สามารถเคลื่อนตัวครั้งแรกไปได้ไกลที่สุด และระยะทางที่เคลื่อนที่ไปได้มากที่สุด (maximum excursion, %LOS) เป็นระยะทางที่จุดศูนย์กลางถ่วงของร่างกายเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุดระหว่างทดสอบ ซึ่งอาจมากกว่าระยะทางสุดท้าย



ที่เคลื่อนที่ไปถ้าความพยายามขณะทำการทดสอบที่จะไปให้ไกลกว่าครั้งแรกที่เคลื่อนที่ไป และความสามารถในการควบคุมทิศทาง (direction control, %) เป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบปริมาณการเคลื่อนไหวที่ไปยังเป้าหมายอย่างถูกต้องต่อปริมาณการเคลื่อนไหวที่ออกนอกเส้นทางที่ไปยังเป้าหมาย

หลังจากนั้นให้อาสาสมัครยืนตรงมองวัตถุหรือภาพทางด้านหน้าที่ห่างจากที่ยืนประมาณ 2 เมตร จากนั้นผู้วิจัยทำการติดขั้วบันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ผิวหนังบริเวณ motor point ของ กล้ามเนื้อ rectus femoris, biceps femoris, tibialis anterior และ gastrocnemius(medial head) ที่ขาขวา แล้วจึงรบกวนสมดุลการทรงตัวของอาสาสมัครมาทางด้านหน้าโดยการเตือนด้วยเสียงและไม่มีการเตือนด้วยเสียงด้วยวิธีการแบบสุ่ม และบันทึก ค่าเวลาของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (onset time,sec) และลำดับการทำงานของกล้ามเนื้อขาขวา โดยมีผู้ร่วมทำการวิจัย 2 คน คอยระวัง และป้องกันอันตรายตลอดระยะเวลาทำการวิจัย



**รูปที่ 2** การวัดระยะจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ขณะที่อาสาสมัครโน้มตัวไป ด้านหน้าและด้านหลัง (Anteroposterior direction) บนเครื่องวัดสมดุลร่างกาย (Balance system)

### **วิธีการประมวลผล/สังเคราะห์ข้อมูล**

ข้อมูลคุณลักษณะทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราชีพจร อัตราการหายใจ และระดับความดันโลหิตของผู้สูงอายุแปลผลเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าการเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์กลางของแรงกดที่เท้า (center of pressure) ที่ได้จากการวัดระยะจำกัดการทรงตัว (Limits of Stability) ทางด้านหน้าและด้านหลัง ได้แก่ ระยะเวลาในการตอบสนอง (reaction time), ความเร็วในการเคลื่อนที่ (movement velocity), ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (end point excursion) และระยะทางที่เคลื่อนที่ได้มากที่สุด(maximum excursion) และ ความสามารถในการควบคุมทิศทาง (direction control) และ เวลาที่เริ่มเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้า (onset time) เมื่อเสียสมดุล และค่าของ

สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มที่กลัวต่อการหกล้ม และกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้มในเพศเดียวกัน และระหว่างเพศ มาวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS/PC for Windows เวอร์ชัน 11.0 โดยทำการทดสอบด้วยวิธี two-way analysis of variance (ANOVA) โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$

## ผลการวิจัย

**ผลการศึกษาระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุโดยใช้เครื่องวัดสมดุร่างกายและการทำงานของกล้ามเนื้อโดยเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ(EMG) ขณะถูกรบกวนการทรงตัว**

### อาสาสมัคร

อาสาสมัครผู้สูงอายุจำนวน 60 คน เพศชาย 30 คน และเพศหญิง 30 คน แต่ละเพศแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่กลัวหกล้ม (fear of falling group) และกลุ่มที่ไม่กลัวหกล้ม (no fear of falling group) กลุ่มละ 15 คน ซึ่งมีคุณลักษณะดังแสดงใน ตารางที่ 1

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคุณลักษณะของอาสาสมัครในทุกตัวแปรไม่มีความแตกต่างกัน

**ตารางที่ 1** คุณลักษณะของอาสาสมัคร (Mean  $\pm$  SD)

คุณลักษณะ	เพศชาย		เพศหญิง		
	กลัวหกล้ม (n = 15)	ไม่กลัวหกล้ม (n = 15)	กลัวหกล้ม (n = 15)	ไม่กลัวหกล้ม (n = 15)	
อายุ (ปี)	71.1 $\pm$ 4.7	71.3 $\pm$ 3.4	69.0 $\pm$ 2.8	68.5 $\pm$ 3.1	
น้ำหนัก (กก.)	65.6 $\pm$ 9.8	66.6 $\pm$ 7.3	58.3 $\pm$ 11.0	57.6 $\pm$ 7.9	
ส่วนสูง (ซม.)	165.9 $\pm$ 8.2	165.5 $\pm$ 4.5	153.1 $\pm$ 5.0	156.8 $\pm$ 5.5	
ดัชนีมวลกาย (กก./ม. <sup>2</sup> )	23.9 $\pm$ 3.8	24.3 $\pm$ 2.4	24.8 $\pm$ 4.3	23.4 $\pm$ 2.8	
อัตราการชีพจร (ครั้ง/นาที)	73.4 $\pm$ 12.9	72.5 $\pm$ 12.5	70.9 $\pm$ 8.2	75.0 $\pm$ 11.4	
อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	17.6 $\pm$ 3.9	19.4 $\pm$ 4.8	17.5 $\pm$ 3.2	17.9 $\pm$ 2.9	
ความดันโลหิต (มม.ปรอท)					
	Systolic	125.6 $\pm$ 8.2	127.1 $\pm$ 10.7	135.9 $\pm$ 18.6	127.6 $\pm$ 10.6
	Diastolic	76.3 $\pm$ 7.7	81.4 $\pm$ 9.5	84.0 $\pm$ 11.2	80.7 $\pm$ 5.9

## ผลการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ และความสามารถในการทรงตัวเบื้องต้น

### ผลการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

จากการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาขวาที่ควบคุมข้อเข่าและข้อเท้าด้วยมือ อาสาสมัครทั้งหมดที่เข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ทั้ง 2 กลุ่มและทั้ง 2 เพศ มีระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในเกณฑ์ปกติ (เกรด 4-5) แต่พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในเพศหญิงต่ำกว่าเพศชาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพศชายไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนเพศหญิงในกลุ่มที่กัวหล้อมมีค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเหยียดข้อเข่าขวา ( $4.6 \pm 0.5$ ) ต่ำกว่ากลุ่มไม่กัวหล้อม ( $4.9 \pm 0.3$ ) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติสำหรับกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระดกข้อเท้า และช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อของขาขวาอยู่ในเกณฑ์ปกติ จากการวัดช่วงองศาการเคลื่อนไหวด้วยโกลิโอมิเตอร์ พบว่าช่วงองศาการเคลื่อนไหวของการงอข้อศอกขวาของกลุ่มเพศชายที่กัวหล้อม ( $94.9 \pm 32.7$  องศา) มีค่าน้อยกว่าเพศชายที่ไม่กัวหล้อม ( $111.6 \pm 10.2$  องศา) และเพศหญิงทั้ง 2 กลุ่ม (กัวหล้อม ( $111.7 \pm 11.1$  องศา) ไม่กัวหล้อม ( $119.4 \pm 8.0$  องศา)) โดยมีค่าความแตกต่างทางสถิติที่  $p < 0.05$  ซึ่งในเพศหญิงทั้ง 2 กลุ่ม และเพศชายที่ไม่กัวหล้อมไม่มีความแตกต่างของช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

### ความสามารถในการทรงตัวเบื้องต้น

ความสามารถในการทรงตัวเบื้องต้นทำโดยการให้อาสาสมัครทำการทดสอบ โดยการให้ยืนหลับตา ยืนบนขาข้างเดียว และยืนโดยที่เท้าข้างหนึ่งอยู่ด้านหน้าเท้าอีกข้างหนึ่ง

อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มทุกคนสามารถยืนหลับตาได้ 10 วินาทีทุกคน ยืนบนขาข้างเดียวของขาข้างที่ถนัดได้ 10 วินาที และสามารถยืนโดยที่เท้าข้างหนึ่งอยู่ด้านหน้าเท้าอีกข้างหนึ่งได้ 10 วินาทีขณะล้มตา และ 5 นาทีขณะหลับตา

### ผลการศึกษาระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุโดยใช้เครื่องวัดสมดุลร่างกาย

ผลการศึกษาระดับการทรงตัวขณะยืนของผู้สูงอายุโดยใช้เครื่องวัดสมดุลร่างกาย ซึ่งใช้ค่าการเปลี่ยนแปลงของ center of pressure (COP) ที่มาจากค่าของระยะจำกัดในการทรงตัว (limit of stability) ทางด้านหน้าและด้านหลังของอาสาสมัครทั้งหมด 60 คน แสดงในตารางที่ 2-3

**ตารางที่ 2** ระยะเวลาจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ด้านหน้า ในอาสาสมัคร 60 คน

ระยะเวลาจำกัดการทรงตัว	Mean $\pm$ SD
1. ระยะเวลาในการตอบสนอง (sec)	1.4 $\pm$ 0.5
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ (deg/sec)	2.5 $\pm$ 1.5
3. ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (%LOS)	50.5 $\pm$ 15.4
4. ระยะทางที่เคลื่อนที่ไปได้มากที่สุด(%LOS)	70.6 $\pm$ 16.8
5. ความสามารถในการควบคุมทิศทาง (%)	79.7 $\pm$ 13.4

**ตารางที่ 3** ระยะเวลาจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ด้านหลัง ในอาสาสมัคร 60 คน

ระยะเวลาจำกัดการทรงตัว	Mean $\pm$ SD
1. ระยะเวลาในการตอบสนอง (sec)	1.0 $\pm$ 0.4
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ (deg/sec)	1.8 $\pm$ 0.8
3. ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (%LOS)	40.9 $\pm$ 12.6
4. ระยะทางที่เคลื่อนที่ไปได้มากที่สุด(%LOS)	53.9 $\pm$ 15.4
5. ความสามารถในการควบคุมทิศทาง (%)	53.5 $\pm$ 23.5

### ผลการศึกษาการระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุโดยใช้เครื่องวัดสมดุลร่างกายเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่กลัวการหกล้มและกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ center of pressure (COP) โดยดูจากค่าของระยะเวลาจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ทางด้านหน้าและด้านหลัง พบว่าระยะเวลาในการตอบสนอง (เวลาที่ผู้สูงอายุเริ่มเคลื่อนตัวออกไปเมื่อได้รับสัญญาณให้เคลื่อนตัว) ที่เริ่มเคลื่อนตัวไปด้านหน้าและด้านหลัง และความเร็วในการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าหรือด้านหลังจากจุดเริ่มต้น(ความเร็วของการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ กลางแรงกดที่เท้าที่ไปยังจุดสุดท้ายที่สามารถทำได้ในระยะเวลาที่กำหนดตามเครื่องทดสอบสมดุลร่างกาย) ของอาสาสมัครทั้ง 4 กลุ่ม เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาจำกัดในการทรงตัว ของอาสาสมัครทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปที่อาสาสมัครสามารถเคลื่อนที่ไปด้านหน้านั้นไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่ม แต่พบว่ากลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้มในเพศหญิงมีค่าระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปทางด้าน

หลังมากกว่า กลุ่มที่กั้วหกล้มในเพศชาย และ กลุ่มที่กั้วหกล้มในเพศหญิง และมีค่าความแตกต่างทางสถิติที่  $p < 0.05$  และกลุ่มเพศชายที่ไม่กั้วหกล้มนั้นไม่มีค่าความแตกต่างทางสถิติแต่ค่าที่ได้นั้นสูงกว่ากลุ่มที่กั้วหกล้มทั้งสองเพศ (ตารางที่ 4 และ 5)

การศึกษาระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดทางด้านหน้าพบว่ากลุ่มเพศชายที่ไม่กั้วหกล้มสามารถเคลื่อนที่ได้ไกลมากกว่าทุกกลุ่มและมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ  $p < 0.05$  จะเห็นได้ว่าเพศชายที่ไม่กั้วหกล้มมีการเคลื่อนของจุดศูนย์กลางแรงกดที่เท้า ไปทางด้านหน้าได้ไกลกว่าหรือว่ามีการทรงตัวที่ดีกว่ากลุ่มอื่นและหกล้มได้ยากกว่า ความสามารถในการควบคุมทิศทางไปด้านหน้าไม่มีความแตกต่างในอาสาสมัครทุกกลุ่ม (ตารางที่ 4)

ส่วนการศึกษาระยะทางที่เคลื่อนที่ได้มากที่สุดและความสามารถในการควบคุมทิศทางทางด้านหลังพบว่ากลุ่มที่กั้วการหกล้มทั้ง 2 เพศเคลื่อนที่ได้ไบน้อยกว่า และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่กั้วหกล้มทั้ง 2 เพศ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในกลุ่มที่ไม่กั้วหกล้มด้วยกัน (ตารางที่ 5)

**ตารางที่ 4** ระยะจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ด้านหน้า ในอาสาสมัครเพศหญิงและเพศชาย กลุ่มกั้วหกล้ม ( $n = 15$ ) และกลุ่มไม่กั้วหกล้ม ( $n = 15$ )

ระยะจำกัดการทรงตัว	เพศชาย		เพศหญิง	
	กั้วหกล้ม	ไม่กั้วหกล้ม	กั้วหกล้ม	ไม่กั้วหกล้ม
1. ระยะเวลาในการตอบสนอง (sec)	1.4 ± 0.5	1.3 ± 0.5	1.5 ± 0.5	1.4 ± 0.5
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ (deg/sec)	2.0 ± 0.7	3.4 ± 2.6	2.3 ± 0.9	2.2 ± 0.8
3. ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (%LOS)	44.9 ± 13.0	57.2 ± 13.5	48.9 ± 21.5	51.0 ± 10.2
4. ระยะทางที่เคลื่อนที่ไปได้มากที่สุด(%LOS)	66.4 ± 16.3*	82.1 ± 14.8 <sup>#</sup> <sup>®</sup>	67.6 ± 20.7	66.5 ± 9.2
5. ความสามารถในการควบคุมทิศทาง (%)	78.2 ± 13.9	86.7 ± 5.4	73.5 ± 17.8	80.3 ± 11.2

\*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายกลุ่มที่ไม่กั้วหกล้ม

<sup>#</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ไม่กั้วหกล้ม

<sup>®</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่กั้วหกล้ม

**ตารางที่ 5** ระยะจำกัดการทรงตัว (limit of stability) ด้านหลัง ในอาสาสมัครเพศหญิงและเพศชาย กลุ่มกล้ามเนื้อ (n = 15) และกลุ่มไม่กล้ามเนื้อ (n = 15)

ระยะจำกัดการทรงตัว	เพศชาย		เพศหญิง	
	กล้ามเนื้อ	ไม่กล้ามเนื้อ	กล้ามเนื้อ	ไม่กล้ามเนื้อ
ระยะเวลาในการตอบสนอง (sec)	0.8 ± 0.3	1.0 ± 0.5	1.0 ± 0.4	1.0 ± 0.4
ความเร็วในการเคลื่อนที่ (deg/sec)	1.6 ± 0.7	1.9 ± 0.8	1.6 ± 1.0	1.9 ± 0.8
ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป (%LOS)	35.9 ± 6.2 <sup>#</sup>	42.9 ± 11.3	35.9 ± 12.8 <sup>#</sup>	49.0 ± 14.7
ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้มากที่สุด(%LOS)	47.3 ± 10.1 <sup>*#</sup>	58.7 ± 16.4 <sup>®</sup>	48.7 ± 16.0 <sup>#</sup>	60.9 ± 15.0
ความสามารถในการควบคุมทิศทาง (%)	42.3 ± 20.6 <sup>*#</sup>	65.8 ± 12.2 <sup>®</sup>	39.2 ± 28.3 <sup>#</sup>	66.8 ± 15.6

\*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายกลุ่มที่ไม่กล้ามเนื้อ

<sup>#</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ไม่กล้ามเนื้อ

<sup>®</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่กล้ามเนื้อ

### การทำงานของกล้ามเนื้อโดยเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ขณะถูกรบกวนสมดุลการทรงตัว

การทำงานของกล้ามเนื้อเมื่อถูกรบกวนสมดุลการทรงตัวไปทางด้านหน้าขณะยืน พบว่ากล้ามเนื้อ tibialis anterior เริ่มทำงานก่อนกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head), และ rectus femoris และพบว่า tibialis anterior ทำงานเด่นกว่ากล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head) และ rectus femoris ดังแสดงในรูปที่ 3-6

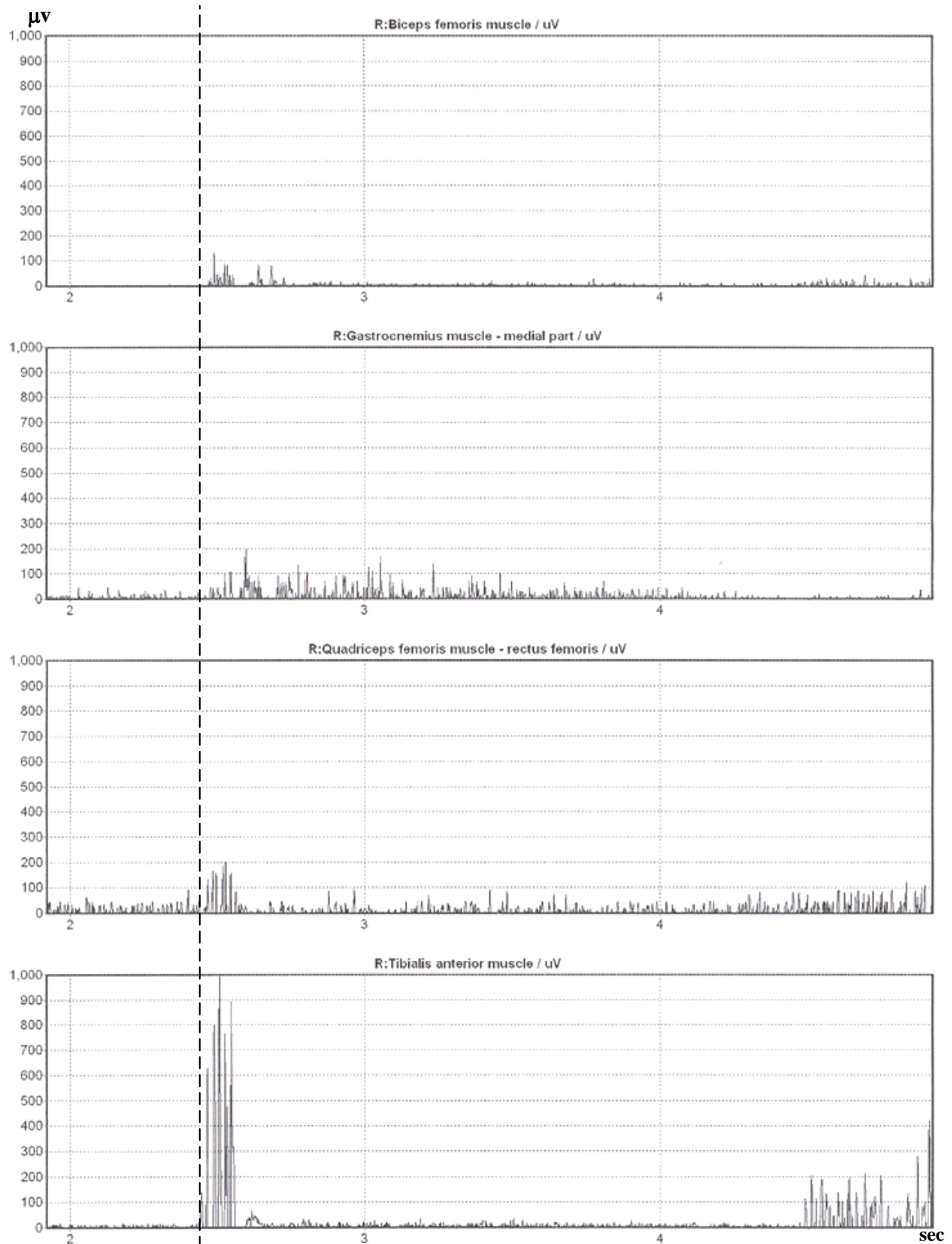
เมื่อเปรียบเทียบเวลาเริ่มต้น(onset time, sec) ของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius(medial head) และ rectus femoris ต่อ tibialis anterior หลังถูกรบกวนสมดุลการทรงตัวไปทางด้านหน้าขณะยืน พบว่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อแต่ละมัดเปรียบเทียบระหว่างเพศชายกลุ่มที่กล้ามเนื้อและไม่กล้ามเนื้อ เพศหญิงกลุ่มที่กล้ามเนื้อและไม่กล้ามเนื้อ และระหว่างเพศ ดังนี้

ค่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ biceps femoris ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกลุ่ม สำหรับกล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head) ในกลุ่มที่กล้ามเนื้อทั้งเพศชายและหญิงต่อกลุ่มเพศหญิงที่ไม่กล้ามเนื้อมีความแตกต่างทางสถิติที่ p<0.05 โดยที่เพศหญิงที่ไม่กล้ามเนื้อมีการทำงานของกล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head) ช้ากว่ากลุ่มที่กล้ามเนื้อทั้ง 2 เพศ สำหรับเพศชายที่ไม่กล้ามเนื้อการทำงาน of กล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head) เกิดช้ากว่า

กลุ่มที่กัวหกล้มทั้ง 2 เพศ และเกิดก่อนกลุ่มที่ไม่กัวหกล้มเพศหญิง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และค่าเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ rectus femoris พบว่าเพศหญิงที่กัวหกล้มนั้นเวลาการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อนั้นเกิดช้ากว่ากลุ่มอื่นและมีค่าความแตกต่างทางสถิติที่  $p < 0.05$  และพบว่าเพศชายทั้ง 2 กลุ่มนั้นการทำงานของกล้ามเนื้อ rectus femoris เกิดก่อนเพศหญิงทั้ง 2 กลุ่ม และพบว่าลำดับการทำงานของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดสามารถเรียงได้ตามลำดับดังนี้ คือ tibialis anterior, rectus femoris, biceps femoris และ gastrocnemius (medial head) ตามลำดับ (ตารางที่ 6 รูปที่ 7)

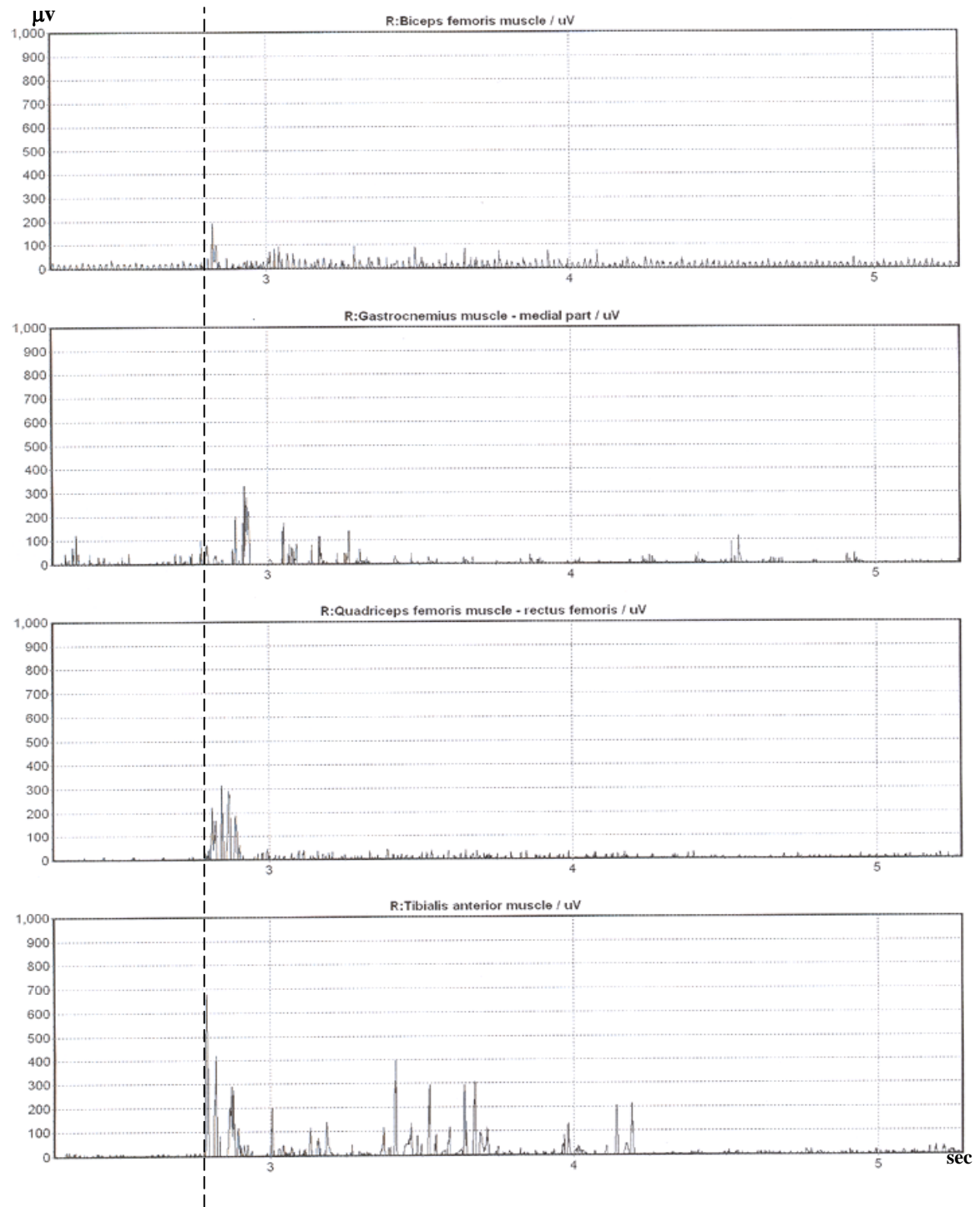
เมื่อเปรียบเทียบเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ biceps femoris, rectus femoris และ tibialis anterior ต่อ กล้ามเนื้อ gastrocnemius (medial head) พบว่า กล้ามเนื้อ tibialis anterior เกิดขึ้นเป็นอันดับแรก และตามด้วย rectus femoris และ biceps femoris โดยที่ gastrocnemius (medial head) เกิดเป็นอันดับสุดท้ายในทุกเพศและทุกกลุ่ม และพบว่า กล้ามเนื้อ biceps femoris ในกลุ่มเพศชายที่ไม่กัวหกล้มเกิดช้ากว่ากลุ่มกัวหกล้มทั้ง 2 เพศและเพศหญิงที่ไม่กัวหกล้มและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  กับทุกกลุ่ม (ตารางที่ 7 รูปที่ 8)

การทำงานของกล้ามเนื้อ rectus femoris พบว่า เพศหญิงที่ไม่กัวหกล้มทำงานช้ากว่าทุกกลุ่ม และพบว่าในเพศชายทั้ง 2 กลุ่มนั้นเกิดก่อนเพศหญิงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  กับกลุ่มเพศหญิงที่ไม่กัวหกล้ม และสำหรับค่าของ tibialis anterior พบว่ากลุ่มเพศหญิงที่ไม่กัวหกล้มเกิดก่อนทุกกลุ่มตามมาด้วยกลุ่มเพศชายที่ไม่กัวหกล้ม และค่าในกลุ่มเพศชายและหญิงที่กัวหกล้มนั้นมีค่าต่ำกว่าเพศหญิงที่ไม่กัวหกล้มโดยที่มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  และในเพศชายพบว่ากลุ่มที่กัวหกล้มเกิดช้ากว่ากลุ่มที่ไม่กัวหกล้ม โดยที่มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศ (ตารางที่ 6-7, รูปที่ 7-8)

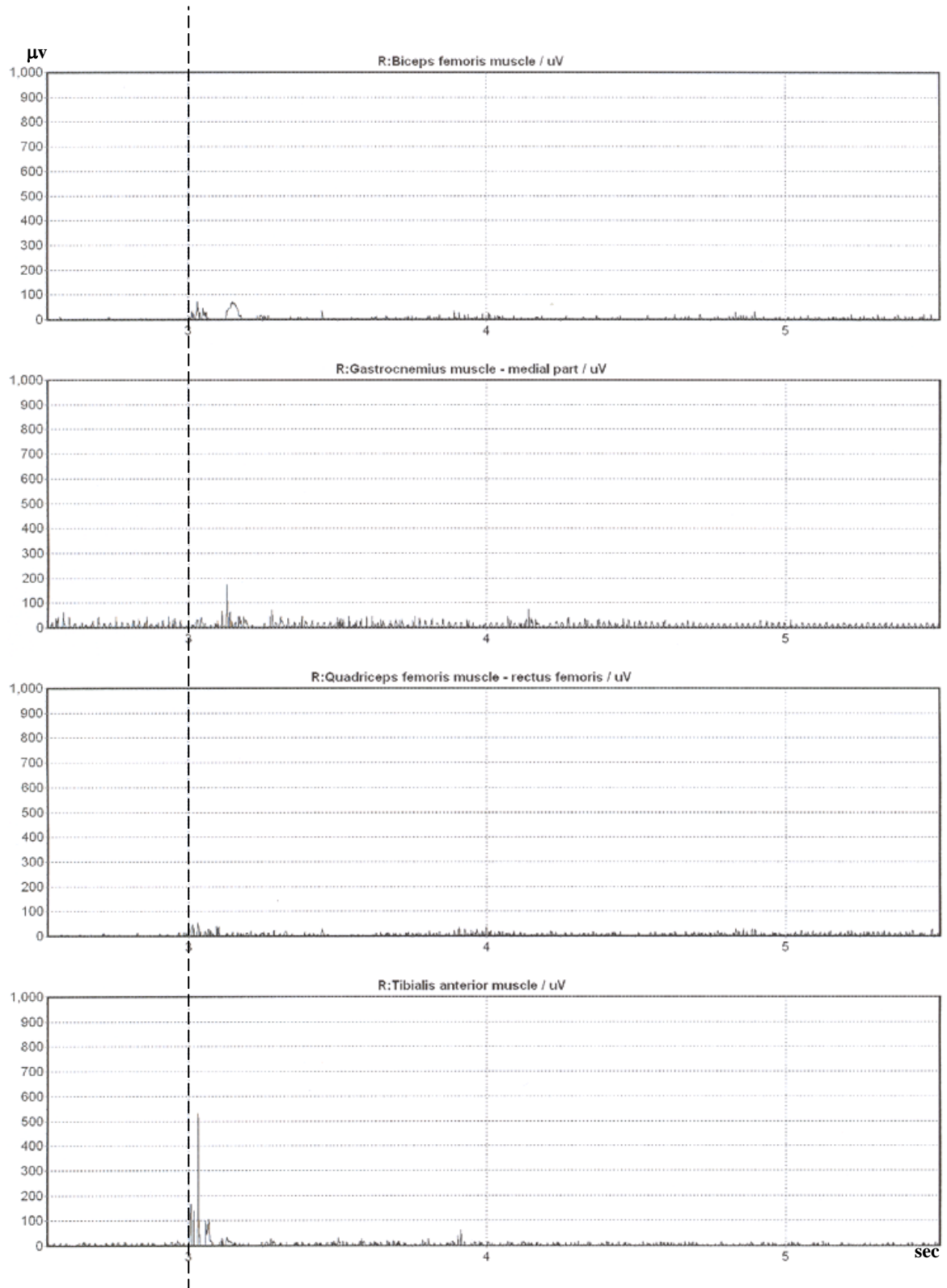


รูปที่ 3 การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head), rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลการทรงท่าขณะยืนในเพศหญิงที่ไม่กลัวล้ม

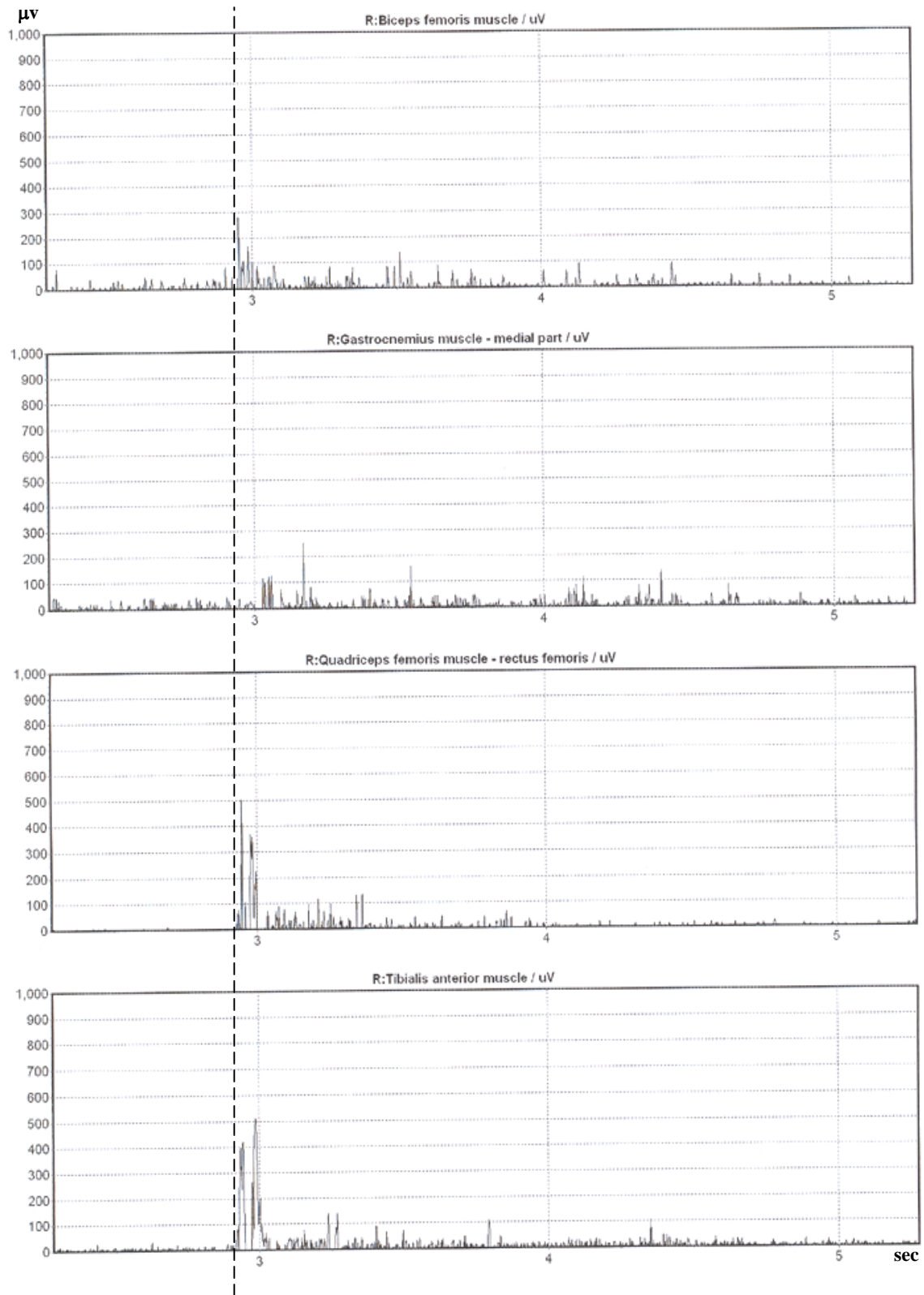




รูปที่ 4 การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head), rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลการทรงท่าขณะยืนในเพศหญิงที่ก้วหลัง



รูปที่ 5 การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head), rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลการทรงท่าขณะยืนในเพศชายที่ไม่ก้วหลัง



รูปที่ 6 การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris, gastrocnemius (medial head), rectus femoris, และ tibialis anterior เมื่อรบกวนสมดุลการทรงท่าขณะยืนในเพศชายที่ก้วหนัก

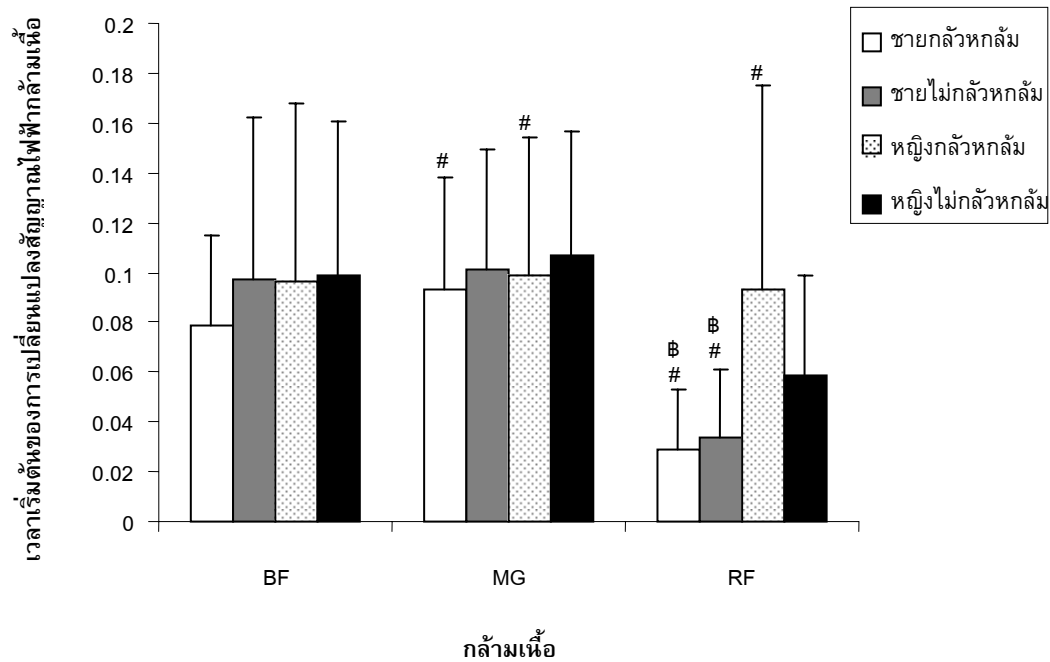
ตารางที่ 6 เวลาเริ่มต้น(onset time, sec) ของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ rectus femoris, biceps femoris และ gastrocnemius (medial head) เมื่อสัมผัสกับกล้ามเนื้อ tibialis anterior (TA) หลังการรบกวนสมดุลการทรงท่าในผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิงกลุ่มที่กัวหลัม (n = 15) และกลุ่มที่ไม่กัวหลัม (n = 15)

กล้ามเนื้อ	เพศชาย		เพศหญิง	
	กัวหลัม	ไม่กัวหลัม	กัวหลัม	ไม่กัวหลัม
Biceps femoris/TA (sec)	0.079 ± 0.036	0.097 ± 0.065	0.096 ± 0.072	0.099 ± 0.062
Gastrocnemius (medial head) /TA (sec)	0.093 ± 0.045 <sup>#</sup>	0.101 ± 0.048	0.099 ± 0.055 <sup>#</sup>	0.107 ± 0.050
Rectus femoris/TA (sec)	0.029 ± 0.024 <sup>#B</sup>	0.034 ± 0.027 <sup>#B</sup>	0.093 ± 0.082 <sup>#</sup>	0.059 ± 0.040

<sup>#</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ไม่กัวหลัม

<sup>B</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่กัวหลัม

เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่แสดงในตารางที่ 6 เป็นค่าของเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดหลังกล้ามเนื้อ tibialis anterior



**รูปที่ 7** เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (onset time, sec)

เมื่อสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อ tibialis anterior หลังการรวบรวมสมดุผลการทรงท่าในผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง กลุ่มกลุ่มหนุ่ม (n = 15) และกลุ่มไม่กลุ่มหนุ่ม (n = 15), BF = biceps femoris, MG = gastrocnemius (medial head), RF = rectus femoris,

# มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงที่กลุ่มไม่กลุ่มหนุ่ม,

B มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มกลุ่มหนุ่ม

ตารางที่ 7 เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (onset time, sec) ของกล้ามเนื้อ rectus femoris, biceps femoris และ tibialis anterior เมื่อสัมผัสกับกล้ามเนื้อ gastrocnemius (medial head) หลังการรวบรวมสมดุผลการทงทำในผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิงกลุ่มกล้ามเนื้อ (n = 15) และกลุ่มไม่กล้ามเนื้อ (n = 15)

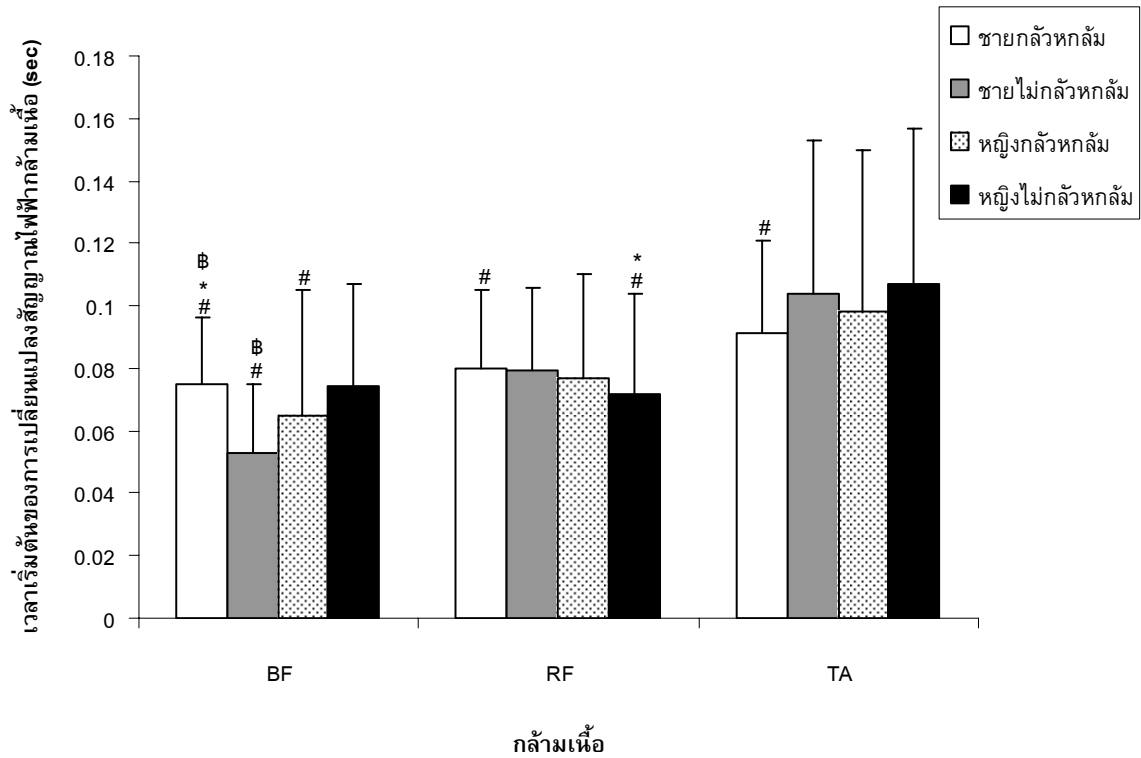
กล้ามเนื้อ	เพศชาย		เพศหญิง	
	กล้ามเนื้อ	ไม่กล้ามเนื้อ	กล้ามเนื้อ	ไม่กล้ามเนื้อ
Biceps femoris/MG (sec)	0.075 ± 0.021 <sup>*B</sup>	0.053 ± 0.022 <sup>#B</sup>	0.065 ± 0.040 <sup>#</sup>	0.074 ± 0.033
Rectus femoris/MG (sec)	0.080 ± 0.025 <sup>#</sup>	0.079 ± 0.027 <sup>#</sup>	0.077 ± 0.033	0.072 ± 0.032
Tibialis anterior/MG (sec)	0.091 ± 0.030 <sup>*#</sup>	0.104 ± 0.049	0.098 ± 0.052 <sup>#</sup>	0.107 ± 0.050

\*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายกลุ่มที่ไม่กล้ามเนื้อ

#มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ไม่กล้ามเนื้อ

<sup>B</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มไม่กล้ามเนื้อ

เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Onset time, sec) ที่แสดงในตารางที่ 7 เป็นค่าของเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดก่อนกล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head)



**รูปที่ 8** เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (onset time, sec) เมื่อสัมผัสพันซ์กับกล้ามเนื้อ Gastrocnemius (medial head) หลังการรบกวนสมดุลการทรงท่าในผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง กลุ่มก้วหลัก้ม (n = 15) และกลุ่มไม่ก้วหลัก้ม (n = 15), 15), BF = biceps femoris, RF = rectus femoris, TA = tibialis anterior

\*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายกลุ่มที่ไม่ก้วหลัก้ม

#มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ไม่ก้วหลัก้ม

Bมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงกลุ่มที่ก้วหลัก้ม

## การอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าระยะเวลาการตอบสนอง (reaction time) ความเร็วในการเคลื่อนที่ (movement velocity) ที่ได้จากการทดสอบระยะจำกัดการทรงตัวของผู้สูงอายุไม่มีความแตกต่างกันแสดงว่าภาวะความกลัวการหกล้มไม่มีผลต่อระยะเวลาในการตอบสนอง และความเร็วในการเคลื่อนที่ ทั้งสองค่านี้เป็นผลจากการทำงานของระบบการมองเห็นในการมองจอคอมพิวเตอร์ที่แสดงสัญลักษณ์รูปคนขณะยืนอยู่หนึ่งและเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและความเข้าใจจากข้อมูลที่ได้จากผู้วิจัย และความพร้อมของร่างกายในตอบสนองต่อสัญญาณเสียงที่ให้เริ่มต้นเคลื่อนตัวไปโดยฝ่าเท้าอยู่บนฐานรองรับน้ำหนักอยู่ตลอดเวลา ถ้าระยะเวลาการตอบสนองช้ามากผู้สูงอายุอาจมีปัญหาด้านการรับรู้การเรียนรู้กับสิ่งรอบตัว หรืออาจมีความบกพร่องในการควบคุมการเคลื่อนไหว ถ้าความเร็วในการเคลื่อนที่ลดลงอาจแสดงว่ามีความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง จะทำให้ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปลดลงหรือเกินเลยกว่าปกติไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวให้ตรงเป้าหมายได้ และไม่สามารถควบคุมทิศทางในการเคลื่อนไหวนั้น<sup>7</sup>

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไป แสดงว่าผู้สูงอายุทุกคนพยายามที่จะเคลื่อนตัวให้ไปถึงเป้าหมายที่กำหนด ทั้งการเคลื่อนตัวไปทางด้านหน้าและด้านหลัง ระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปครั้งแรกล้วนไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่มหมายความว่าภาวะความกลัวการหกล้มนั้นไม่มีผลต่อการเคลื่อนตัวในครั้งแรกและการเคลื่อนตัวไปด้านหน้านั้นสามารถใช้ระบบการมองเห็น อาจแสดงว่าผู้สูงอายุไม่มีความแตกต่างในด้านการมองเห็นแต่กลุ่มที่กลัวการหกล้มนั้นมีค่าน้อยกว่า แสดงว่าภาวะความกลัวการหกล้มมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ และพบว่าผู้สูงอายุที่กลัวการหกล้มระยะทางสุดท้ายที่เคลื่อนที่ไปทางด้านหลังมีค่าน้อยกว่าผู้สูงอายุที่ไม่กลัวการหกล้ม และกลุ่มที่กลัวการหกล้มทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงที่ไม่กลัวการหกล้ม และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติระหว่างเพศสำหรับกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม

เมื่อวิเคราะห์ค่าของระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดทางด้านหน้านั้นพบว่ากลุ่มเพศชายที่ไม่กลัวการหกล้มสามารถเคลื่อนไปได้มากกว่ากลุ่มอื่นและมีค่าความแตกต่างทางสถิติ แสดงว่ามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาดีกว่า และมีการทรงตัวที่ดีกว่าทุกกลุ่ม สำหรับระหว่างกลุ่มของเพศหญิงแล้วค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน เมื่อวิเคราะห์ค่าระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดทางด้านหลัง พบว่ากลุ่มที่กลัวการหกล้มมีค่าน้อยกว่าอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบในเพศเดียวกันและระหว่างเพศ เนื่องจากการเคลื่อนที่ไปด้านหลังนั้นไม่สามารถใช้ระบบการมองเห็น ต้องใช้ระบบกายสัมผัสและระบบเวสติบิวลาร์ แสดงว่าระบบกายสัมผัสและระบบเวสติบิวลาร์ ในกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้มดีกว่ากลุ่มที่กลัวการหกล้ม ดังนั้นผู้สูงอายุที่มีการทรงตัวไม่ดีหรือในกลุ่มที่มีภาวะความกลัวการหกล้มจะมีค่าระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดน้อย และถ้า



ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาอ่อนแรงก็จะทำให้ไม่สามารถควบคุมทิศทางและการเคลื่อนตัวไปยังเป้าหมายได้<sup>20,21</sup>

กล้ามเนื้อที่ทำงานในการกระดกข้อเท้ามีความสำคัญต่อการควบคุมการทรงท่า<sup>22,23,24</sup> ผู้ที่เคยหกล้มหรือผู้ที่มีการทรงตัวบกพร่องมีค่าแรงกระทำและกำลังของกล้ามเนื้องอและเหยียดข้อเท้า โดยเฉพาะแรงที่เกิดจากการทำงานกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระดกข้อเท้าขึ้นและลงน้อยกว่าผู้สูงอายุที่ไม่เคยหกล้ม พบว่าระดับความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระดกข้อเท้าสามารถนำมาเป็นดัชนีชี้วัดว่าจะเกิดการหกล้มหรือไม่<sup>20,22</sup>

มีงานวิจัยที่ศึกษาค่าของเวลาเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อ tibialis anterior เมื่อถูกรบกวนให้เสียสมดุลการทรงท่าขณะยืนไปทางด้านหน้า พบว่าผู้ที่อายุมากกว่า 60 ปี ที่มีภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรงและเคยหกล้ม การเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ tibialis anterior เกิดช้ากว่ากลุ่มที่ไม่เคยหกล้ม แต่ช่วงเวลาการเกิดของกล้ามเนื้อ gastrocnemius ไม่แตกต่างกัน<sup>24</sup>

เมื่อถูกรบกวนให้เสียสมดุลการทรงท่าขณะยืนจะมีการทำงานของข้อเท้าก่อน การทำงานนี้ต้องการช่วงองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าและแรงจากการทำงานของกล้ามเนื้อข้อเท้าที่เพียงพอต่อการรักษาสมดุล และการทำงานนั้นจะได้ประสิทธิภาพสูงสุดถ้าการรบกวนนั้นเกิดเพียงเล็กน้อยและช้า และมีฐานที่รองรับที่กว้างและมั่นคง กล้ามเนื้อที่ควบคุมการทำงานของข้อเท้าจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้รู้สึกของข้อต่อ และปรับสมดุลของร่างกายจากการถูกรบกวนโดยการเคลื่อนไหวของข้อเท้าที่เหมาะสมจะทำให้ปรับให้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย และจุดศูนย์กลางมวลตกอยู่ในฐานที่รองรับน้ำหนักบนฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้าง

Woolacott และTang 1997<sup>25</sup> ได้อธิบายถึงการควบคุมการทรงท่ากับการทำงานของกล้ามเนื้อ 15 มัดของขาทั้ง 2 ข้าง ได้แก่ กล้ามเนื้อขาท่อนล่าง กล้ามเนื้อขาท่อนบน ข้อตะโพก และลำตัวในผู้ที่อยู่ในวัยหนุ่มสาว พบว่าเมื่อมีการสิ้นขณะสั้นเท้าแต่พื้นขณะเดินจะเกิดการทรงท่าของกล้ามเนื้อ tibialis anterior และกล้ามเนื้อ rectus femoris ของขาข้างที่สั้นไป ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากของการรักษาสมดุลร่างกายขณะเคลื่อนที่ เพื่อไม่ให้ล้มลง รูปแบบของการเกิดจะเป็นขั้นตอนเดิมทุกครั้งถ้าเกิดการเสียสมดุลเวลาที่กล้ามเนื้อ tibialis anterior เริ่มตอบสนองจะสั้นมากหลังถูกรบกวนให้เสียสมดุล (มิลลิวินาที) และกล้ามเนื้อ rectus femoris จะตอบสนองหลังจากถูกรบกวนประมาณ 140 มิลลิวินาที และช่วงเวลาของการตอบสนองของกล้ามเนื้อ tibialis anterior ประมาณ 133 มิลลิวินาที และกล้ามเนื้อ rectus femoris ประมาณ 203 มิลลิวินาที นอกจากนี้ พบว่าขนาดของสัญญาณเกิดขึ้นสูงกว่าการทำงานของกล้ามเนื้อขณะเดินปกติถึง 7 เท่า การทำงานของกล้ามเนื้อ gastrocnemius จะไม่เกิดขึ้นถ้ากล้ามเนื้อ tibialis anterior ทำงานเด่นมาก เป็นการชี้ให้เห็นถึงการจัดการของระบบประสาทที่จะรักษาการทรงท่าไว้โดยให้

กล้ามเนื้อ tibialis anterior ทำงาน เพื่อควบคุมการทำงานของข้อเท้า จากการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของ การที่กล้ามเนื้อ tibialis anterior ทำงานเพื่อรักษาสมดุลการทรงท่าไว้ เป็นการปรับมุมมองการทำงานของ ขาและข้อเท้าข้างที่ถูกรบกวน ขึ้นต่อนี้ข้อเท้าจะเกิดการงอของข้อเท้า ทำให้กล้ามเนื้อ rectus femoris ต้องทำงานมากขึ้นเพื่อดำเนินการงอข้อเท้า เพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวของข้อเท้า

ถ้าวิเคราะห์การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris ของขาข้างที่ถูกรบกวนพบว่า เวลาของการ เริ่มตอบสนองจะอยู่ในช่วง 80-130 มิลลิวินาทีภายหลังจากที่ถูกรบกวนในท่ายืนบนฐานรองรับ ซึ่ง กล้ามเนื้อ biceps femoris มีบทบาทสำคัญต่อการทำให้ข้อเข่างอขณะขึ้นเท้าแตะพื้น และ ช่วงเวลา ทำงานของกล้ามเนื้อ rectus femoris และกล้ามเนื้อ biceps femoris ซ้อนกัน แสดงว่ามีการทำงาน ร่วมกันระหว่าง กล้ามเนื้อ rectus femoris และกล้ามเนื้อ biceps femoris เพื่อให้ข้อเข่ามีความมั่นคง การศึกษาครั้งนี้เป็นการรบกวนสมดุลการทรงท่าขณะยืนพบว่ากล้ามเนื้อ tibialis anterior ของกลุ่มที่กลัว การหกล้มและไม่กลัวการหกล้มทำงานก่อนกล้ามเนื้ออื่นเช่นเดียวกับที่ Woollacott และ Tang ได้ รายงานการทำงานของกล้ามเนื้อของขาข้างที่ถูกรบกวนทำให้เสียสมดุลขณะเดิน และกล้ามเนื้อ rectus femoris ทำงานตามมา และตามด้วยกล้ามเนื้อ biceps femoris และสุดท้ายจึงเป็นกล้ามเนื้อ gastrocnemius(medial head) การทำงานของกล้ามเนื้อ biceps femoris และกล้ามเนื้อ rectus femoris มีช่วงเวลาของการทำงานซ้อนกัน อาจเกิดจากเกิดการงานพร้อมๆกันของกล้ามเนื้อทั้งสอง เพื่อรักษาสมดุลและความมั่นคงของข้อเท้า<sup>25</sup>

การทำงานของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุเพื่อรักษาสมดุลการทรงตัวจะเกิดช้าลงเมื่อเทียบกับวัยหนุ่ม สาว เมื่ออายุมากขึ้นจะมีการสูญเสียของกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวเร็ว หรือลดความสามารถในการระดม หน่วยประสาททนต์ เป็นสาเหตุที่ทำให้การรักษาสมดุลร่างกายเกิดช้าลง<sup>25</sup> พบว่าเวลาเริ่มต้นของการ เปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าช้ากว่าผู้ที่อยู่ในวัยหนุ่มสาวและช่วงระยะเวลาของการทำงานนานกว่า แสดง ว่ากล้ามเนื้อขาของผู้สูงอายุอ่อนแรงกว่ากล้ามเนื้อขาของคนวัยหนุ่มสาว อาจนำมาอนุมานได้กับ ผู้สูงอายุที่ไม่กลัวหกล้มทั้งสองเพศนั้นมีความแข็งแรงกว่ากับผู้สูงอายุที่กลัวหกล้มทั้งสองเพศ เนื่องจาก เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกลุ่มที่กลัวหกล้มเกิดช้ากว่าแสดงถึงกล้ามเนื้อมีความ แข็งแรงน้อยกว่า

จากภาวะความกลัวการหกล้ม หรือความกังวลที่จะเกิดการหกล้มหรือกลัวว่าไม่สามารถรักษาการ ทรงท่าไว้ได้ Alexander<sup>26</sup> และ Maki และคณะ<sup>18</sup> ได้ตั้งสมมติฐานว่าผู้สูงอายุที่มีความกลัวดังกล่าวจะ พยายามเกร็งตัวไว้เมื่อถูกรบกวนขณะยืนเพื่อไม่ให้ล้มลง การเกร็งตัวนี้ทำให้เกิดภาวะการหดตัวของ กล้ามเนื้อทั้ง 2 ด้านที่ควบคุมข้อต่อ<sup>27</sup> ซึ่งในการศึกษาของ Osaka และคณะ<sup>28</sup> พบว่าผู้สูงอายุเพศหญิงที่ มีภาวะความกลัวการหกล้มจะเกิดการงานของกล้ามเนื้อขา 2 ด้านพร้อมๆกันมากกว่ากลุ่มที่ไม่กลัว

การหกล้ม และค่าเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าเมื่อถูกรบกวนนั้น กล้ามเนื้อ tibialis anterior ทำงานก่อนกล้ามเนื้ออื่น Brooks<sup>29</sup> อธิบายการเกิดภาวะการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อนี้มาจากรีเฟลกซ์และการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางหรือสมอง และกล่าวว่า การทำงานพร้อมๆกันของกล้ามเนื้อขาทุกมัดนั้นเป็นโปรแกรมที่กำหนดมาจากระบบประสาทระดับสูง และพบว่าการทำงานของกล้ามเนื้อ gastrocnemius ในกลุ่มที่ล้มหกล้มเกิดก่อนกลุ่มที่ไม่ล้มหกล้ม ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในครั้งนีที่ผู้สูงอายุที่ล้มหกล้มมีการทำงานของกล้ามเนื้อ gastrocnemius ก่อนกลุ่มที่ไม่ล้มหกล้มทั้ง 2 เพศ และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าระยะห่างของเวลาของสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อในกลุ่มที่ล้มหกล้มมีช่วงสั้นกว่ากลุ่มที่ไม่ล้มหกล้ม แสดงว่ากล้ามเนื้อของกลุ่มที่ไม่ล้มหกล้มเกิดการ ทำงานพร้อมกัน เนื่องจากพยายามเกร็งกล้ามเนื้อให้ข้อมีความมั่นคงมากขึ้นจากภาวะความกลัวการหกล้ม

### ข้อสรุป

ภาวะการกลัวการหกล้มมีผลต่อความสามารถในการทรงตัวในผู้สูงอายุ โดยที่ภาวะการกลัวการหกล้มมีผลต่อระดับการทรงตัวและการทำงานของกล้ามเนื้อขาในการทรงท่าของร่างกายเมื่อถูกรบกวนสมดุล ซึ่งการทำงานของกล้ามเนื้อขามีความสำคัญต่อการรักษาสมดุลการทรงตัวในผู้สูงอายุ การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อจึงผลกระทบต่อความสามารถในการรักษาสมดุลการทรงตัวของผู้สูงอายุ ดังนั้น การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และเพิ่มความสามารถในการทรงตัวเป็นทางเลือกหนึ่งของการป้องกันอุบัติเหตุการล้มในผู้สูงอายุ

### เอกสารอ้างอิง

1. Maki, Holliday PJ, Topper AK. Fear of falling and postural performance in the elderly. J Gerontol Med Sci. 1991;46: M123-M131
2. Perry B. Fall among the elderly: a review of the methods and conclusion of epidemiologic studies. J Am Geriatr Soc. 1985;30:367-71
3. Dolinis J., Harrison J.& Andrews G., Factor associated with falling in older Adelaide residents. Australian and New Zealand Journal of Public Health. 1997;21,462-8
4. Hill K, Schwarz JA, Flicker L., & Carroll S (1999). Falls among healthy community dwelling older women: A prospective study of frequency, circumstances, consequences and prediction accuracy. Australian and New Zealand Journal of Pubic Health, 23, 41-8.

5. Tinetti ME, Speechley M. & Ginter S. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.*1988;319:1707-7.
6. Campbell A.J, Reinken J., Allen B., & Martinez G., Falls in old age: A study of frequency and related clinical factors. *Age and Ageing.*1981;10,264-70.
7. Shumway-Cook A and Woollacott MH. *Motor Control: Theory and Practical Applications.* Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2001
8. Tinetti ME. Performance oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Geriatr Soc.* 1986,34:119-26
9. Campbell AJ, Borrie MJ, Spear GF. Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *J Gerontol* 1989;44:M112-M117
10. Lipsitz LA, Jonsson PV, Relley MM, Roesner JS. Causes and correlates of recurrent falls in ambulatory frail elderly. *J Gerontol* 1991;46:M114-M122
11. Rubenstein IZ, Robbins AS, Schulman BL., et al. Falls and instability in the elderly. *J Am Geriatr Soc.* 1988;36:266-78
12. Fuller GF. Fall in the elderly. *.Am Fam Physician* 2000; 61(7):2159-68,2173-4
13. Wongboonsin K. Growing concerns for the aging population in Thailand. *J Demography.* 1995;14(1): 85-105.
14. Hill K, Schwarz JA, Kalogeropoulos JK., & Gibson SJ., Fear of falling revisited. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:1021-1029
15. Tinetti ME, deLeon C., Doucette J., and Baker D. Fear of falling and fall related efficacy in relationship to functioning among community-living elders. *J Gerontol.*1994;49, M140-7
16. Legters K. Fear of falling. *Phys Ther* 2002; 82: 264-72
17. Tinetti ME, Richman D, Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. *J Gerontol Psychol Sci.* 1990;45(6):239-43
18. Maki B, Holliday PJ, Topper AK. A prospective study of postural balance and risk of falling in ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol Med Sci* 1994; 49: M72-M84
19. Lord SR., Clark RD., Webster IW. Physiological factors associated with falls in an elderly population. *J Am Geriatr. Soc.* 1991;39:1194-200

20. Robbins As., Rubinstein LZ, Josephson RR., et al. Predictors of falls among elderly people results of two population-based studies. *Arch Intern. Med.* 1989; 149:1628-33
21. Daubney EM, Culham EG. Lower-extremity muscle Force and balance Performance in adults Aged 65 years and older. *Phys Ther.* 1999;79(12):1177-1185
22. Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *J Am Geriatr Soc.* 1987;35:13-20
23. Wolfson L, Judge J, Whipple R, Ring M. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*1995;50:64-7
24. Studenski s, Duncan PW, Chandler J. Postural responses and effector factors in person with unexplained falls; results and methodologic issues. *J Am Geriatr Soc.*1991;39;229-34
25. Woollacott MH, Tang PF. Balance control during walking in the older adult: Research and its implications. *Phys Ther.*1997;77(6):646-60
26. Alexander NB. Postural control in older adults. *J Am Geriatr. Soc.*1994;42:93-108
27. Kearney RE, Hunter IW. System identification of human joint dynamics. *Crit. Rev. Biomed Eng.* 1990; 18:55-87
28. Osaka S, Hirakawa K, Takada Y,& Kinoshita H. The relationship between fear of falling and balancing ability during abrupt deceleration in aged women having similar habitual physical activities. *Eur J Appl Physiol.* 2001;85:501-506
29. Brooks VB. *The neural basis of motor control.* Oxford University Press, Oxford.1986

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลที่ได้รับ  
ตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก(ที่วางแผนไว้)	กิจกรรมที่ดำเนินการมา	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกลัวการหกล้มกับการทรงตัวในผู้สูงอายุ	1.1 คัดกรองกลุ่มประชากรผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยแบ่งเป็นกลุ่มประชากรที่กลัวการหกล้มและกลุ่มประชากรที่ไม่กลัวการหกล้ม  1.2 ประเมินความสามารถในการทรงตัวเบื้องต้น และตรวจประเมินการทรงตัวโดยใช้เครื่องวัดสมดุลร่างกาย	1.1 เก็บข้อมูลเบื้องต้นประวัติ การหกล้มใน 6 เดือนที่ผ่านมา ประเมินภาวะความกลัวการหกล้ม การใช้ชีวิตในแต่ละวัน ความสามารถในการทำงาน หรือช่วยเหลือตนเอง และแสดงข้อมูลทางสถิติเป็นเปอร์เซ็นต์  1.2. นำข้อมูลของการทรงตัวของทั้ง 2 เพศ และ 2 กลุ่ม (กลุ่มที่กลัวการหกล้ม และกลุ่มประชากรที่ไม่กลัวการหกล้ม) มาวิเคราะห์ทางสถิติ	1.1 ได้ข้อมูลเกี่ยวกับประวัติทั่วไป ลักษณะที่อยู่อาศัย ประวัติการหกล้มใน 6 เดือนที่ผ่านมา ภาวะความกลัวการหกล้ม การใช้ชีวิตในแต่ละวัน ความสามารถในการทำงาน หรือช่วยเหลือตนเอง ซึ่งสามารถนำมาแบ่งกลุ่มประชากรเพื่อการศึกษา  1.2 กลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้มมีความสามารถในการทรงตัวดีกว่า กลุ่มที่กลัวการหกล้ม และระหว่างเพศไม่มีความแตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุ	2.1 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตรวจประเมินการทรงตัวโดยใช้เครื่องวัดสมดุลร่างกายของทุกกลุ่มประชากร มาเป็นข้อมูลของระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุ	2.1 นำข้อมูลของระดับการทรงตัวมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรผู้สูงอายุ	2.1 สามารถนำมาใช้เป็นค่าตัวแทนของกลุ่มประชากร ผู้สูงอายุเมื่อทำการศึกษาโดยใช้เครื่องวัดสมดุลร่างกาย
3. เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเข่า และข้อเท้ากับการทรงท่าและอุบัติการณ์การหกล้ม	3.1 ตรวจประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเข่าและข้อเท้า ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อของขา  3.2 เก็บข้อมูลค่าสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเข่าและข้อเท้าที่ทำงานเพื่อรักษาสมดุลไม่ให้	3.1 นำค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อมาวิเคราะห์ทางสถิติ  3.2. นำค่าสัญญาณ ไฟ ฟ้าที่ได้ขณะรักษาสสมดุลเมื่อถูกรบกวนมาเปรียบเทียบเวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลง	3.1 เวลาเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระดกข้อเท้าทำงานก่อนกล้ามเนื้อขามัดอื่น เพื่อรักษาสสมดุลในการยืนเมื่อถูกรบกวน และกล้ามเนื้อของกลุ่มที่ไม่กลัว

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก(ที่วางแผนไว้)	กิจกรรมที่ดำเนินการมา	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
	<p>ล้มลงเมื่อถูกรบกวนให้เสียสมดุลขณะยืน</p> <p>3.3 วางแนวทางในการป้องกันอุบัติการณ์การหกล้มในผู้สูงอายุและเผยแพร่สู่ชุมชน</p>	<p>สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อขาขวาที่ควบคุมข้อเข่าและข้อเท้าของทั้ง 2 กลุ่ม</p> <p>3.3 จัดทำเอกสารเรื่องการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ และส่งไปยังชุมชน ชมรมผู้สูงอายุ ผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการ และเผยแพร่ความรู้โดยให้คำปรึกษาและบรรยายเป็นรายบุคคล รายกลุ่ม</p>	<p>การหกล้มของทั้ง 2 เพศ ทำงานก่อนกลุ่มที่กลัวล้ม หมายความว่ากล้ามเนื้อของ กลุ่มที่ไม่กลัวล้มมีความแข็งแรงกว่ากลุ่มที่กลัวการหกล้ม และทำให้มีการทรงตัวที่ดีกว่าและเกิดการหกล้มได้ยากกว่า</p> <p>3.3 ผู้สูงอายุสามารถนำเอกสารที่จัดทำไปใช้โดยการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการหกล้ม และสามารถดูแลตนเองหรือให้คำแนะนำต่อไปได้</p>





สัญญาเลขที่ RDG4730020

โครงการ "การศึกษาเรื่องการทรงตัวและกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุไทย"

### สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ ..... 15 กรกฎาคม 2547 ..... ถึงวันที่ ..... 15 มกราคม 2548

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน : อาจารย์ แคนเนาวรัตน์ จามรจันทร์ .....

หน่วยงาน : ..... ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .....

วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกลัวการหกล้มกับการทรงตัวในผู้สูงอายุ.....
- 2) เพื่อศึกษาระดับการทรงตัวในผู้สูงอายุ.....
- 3) เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อเข่าและข้อเท้า กับการทรงตัว และอุบัติการณ์การหกล้ม.....

### รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป (พอสังเขป)

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ*
1. ทำการตรวจประเมินการทรงตัวของกลุ่มประชากร ทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่กลัวการหกล้ม และกลุ่มที่ไม่กลัวการหกล้ม โดยใช้เครื่องวัดสมดุลง่ายและตรวจวัดการทำงานของกล้ามเนื้อขาที่สำคัญต่อการทรงตัวด้วยเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะถูกทำให้เสียสมดุล	1.1 ได้ผลการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ และทดสอบความสามารถในการทรงตัวเบื้องต้น 1.2 ข้อมูลของการทรงท่าของกลุ่มประชากรผู้สูงอายุ ทั้ง 2 กลุ่ม ขณะโน้มตัวไปด้านหน้าและเอนตัวมาทางด้านหลัง ขณะยืนบนแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาแบบคู่ของเครื่องวัดสมดุลง่ายได้แก่ การควบคุมทิศทางเคลื่อนไหว	1.1.1 กลุ่มประชากรผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่ออยู่ในเกณฑ์ปกติและมีความสามารถในการทรงท่าเบื้องต้นปกติ 1.2.1 ทำการเปรียบเทียบข้อมูลของการทรงท่าของกลุ่มประชากร ทั้ง 2 กลุ่มทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในความสามารถของการทรงตัว โดยเฉพาะ	1.1.1 ได้แจ้งผลการตรวจร่างกายและผลความสามารถในการทรงตัวผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการวิจัย เพื่อทำการศึกษา และส่งผลการตรวจร่างกายและการทรงตัวเบื้องต้นไปยังกลุ่มประชากรที่ได้ทำการสำรวจทั้งสิ้น 380 คน

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ*
	<p>ระยะ ทางที่สามารถไปได้ไกลที่สุดทั้ง 2 ด้าน</p> <p>1.3 ข้อมูลการทำงานของกล้ามเนื้อขาขวาขณะรักษาสมดุลง่ายในทำขึ้นโดยการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เปรียบเทียบเวลาเริ่มต้นของการเกิดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อถูกรบกวนให้เสียสมดุล</p>	<p>ความสามารถในการควบคุมทิศทางเคลื่อนไหวก้าว และระยะทางที่เคลื่อนไปได้มากที่สุดเมื่อเอนตัวมาทางด้านหลัง</p> <p>1.3.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัย ทั้ง 2 กลุ่มและทั้ง 2 เพศ พบว่ากล้ามเนื้อ Tibialis anterior ทำงานก่อนกล้ามเนื้ออื่น และเวลาของการเริ่มต้นทำงานของกลุ่มที่ก้าวล้มช้ากว่ากลุ่มที่ไม่ก้าวล้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ</p>	
2. วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่ม และระหว่างเพศ และสรุปผล	2.1 ข้อมูลที่สมบูรณ์ของผลการศึกษาและรายงานฉบับสมบูรณ์	2.1.1 บทความและงานวิจัยลงตีพิมพ์สำหรับการเผยแพร่	
3. สร้างแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุการหกล้มในผู้สูงอายุ	3.1 จัดทำเอกสารการออกกำลังกายเพื่อสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มีความสำคัญต่อการทรงตัวและแนวทางในการป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุเพื่อการเผยแพร่	3.1.1 ส่งเอกสารแนวทางการป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ และวิธีการออกกำลังกายเพื่อสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพื่อคงไว้ซึ่งการทรงตัวที่ดีไปยังกลุ่มผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการและชมรมผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อ สกว.

.....

.....

.....

.....

ลงนาม.....

(หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน)

วันที่ .....

สัญญาเลขที่ RDG4730020

โครงการ “การศึกษาเรื่องการทำทวงตัวและหักล้างในผู้สูงอายุไทย”

รายงานสรุปการเงินงวด 2

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน อาจารย์แฉกเนาวรัตน์ จามรจันทร์  
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 15 กรกฎาคม 2547 ถึงวันที่ 15 มกราคม 2548

**รายจ่าย**

หมวด (ตามสัญญา)	รายจ่ายสะสม จากรายงาน ครั้งก่อน	ค่าใช้จ่าย งวดปัจจุบัน	รวมรายจ่าย สะสมจนถึง งวดปัจจุบัน	งบประมาณ ทั้งหมดที่ตั้งไว้	คงเหลือ (หรือเกิน)
1. ค่าตอบแทน	103,550.00	51,775.00	155,325.00	207,100.00	0.00
2. ค่าจ้าง	27,000.00	-	27,000.00	28,500.00	0.00
3. ค่าใช้สอย	14,246.50	15,990.00	30,236.50	57,000.00	15,010.00
4. ค่าวัสดุ	32,148.95	40,039.00	72,187.95	82,400.00	3,661.00
5. ค่าครุภัณฑ์	-	-	-	-	-
<b>รวม</b>	<b>176,945.45</b>	<b>107,804.00</b>	<b>284,749.45</b>	<b>375,000.00</b>	<b>18,671.00</b>

**จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินคงเหลือ**

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ 1	196,750.00	บาท	เมื่อ 19 มกราคม 2547
งวดที่ 2	106,251.97	บาท	เมื่อ 6 กันยายน 2547
ดอกเบี้ย ครั้งที่ 1	418.48	บาท	เมื่อ 30 มิถุนายน 2547 (จากสมุดเงินฝาก)
ดอกเบี้ย ครั้งที่ 2	185.05	บาท	เมื่อ 21 ธันวาคม 2547 (จากสมุดเงินฝาก)

**รวม 303,605.50 บาท**

**ค่าใช้จ่าย**

งวดที่ 1 เป็นเงิน	176,945.45	บาท
งวดที่ 2 เป็นเงิน	107,804.00	บาท

**รวม 284,749.45 บาท**

**จำนวนเงินคงเหลือ 18,856.05 บาท ②**

.....  
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

.....  
ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน

สัญญาเลขที่ RDG4730020

โครงการ “การศึกษาเรื่องการทวงตัวและหกล้มในผู้สูงอายุไทย”

**ประมาณค่าใช้จ่ายในงวดต่อไป**

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน..... อาจารย์ แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์.....  
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่..... 15 ตุลาคม 2547..... ถึงวันที่..... 15 มกราคม 2548.....

	<b>งบประมาณที่เสนอสำหรับงวดที่ ...3....</b>				
	ตั้งไว้เดิม	เสนอใหม่ ①	แตกต่าง	%	หมายเหตุ
	(ในสัญญา)				
1.ค่าตอบแทน	..51,775.00..	...51,775.00....	.....	.....	.....
2.ค่าจ้าง	.....-	.....-	.....	.....	.....
3.ค่าใช้สอย	.....-	.....-	.....	.....	.....
4.ค่าวัสดุ	.....-	.....-	.....	.....	.....
5.ค่าครุภัณฑ์	.....-	.....-	.....	.....	.....
6.หมวดค่าใช้จ่ายทางอ้อม	..18,750.00....	...18,750.00..	.....	.....	.....
7.....	.....	.....	.....	.....	.....
<b>รวม</b>	<b>...70,525.00...</b>	<b>...70,525.00..</b>	<b>.....</b>	<b>.....</b>	<b>.....</b>

**เงินที่ควรส่งให้ในงวดนี้**

(=70,525.00 – 18,856.05)

....51,668.95..... บาท

**① - ②**

.....  
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

.....  
ลงนามเจ้าหน้าที่การเงินโครงการ