

การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม สหสาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการ

นวัตกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

The Development of Fall Protection Exercise Equipment for Elderly with Balance  
Problem



A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Doctor of Philosophy in Technopreneurship and Innovation

Management

Inter-Department of Technopreneurship and Innovation Management

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุ ที่มีปัญหาการทรงตัว
โดย	นางจาริณี จิระพันธุ์
สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต เพ็ญศรี รองศาสตราจารย์ ดร.พัทตร์ผจง วัฒนสินธุ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

.....	คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมบุญ หนูจักร)	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ประธานกรรมการ
.....	
(ศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต เพ็ญศรี)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.พัทตร์ผจง วัฒนสินธุ์)	
.....	กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สิ้นธุภิณู)	
.....	กรรมการ
(ดร.ขวัญรัฐ ส่วนพงษ์)	
.....	กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย)	

จาริณี จิระพันธุ์ : การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว. ( The Development of Fall Protection Exercise Equipment for Elderly with Balance Problem) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร. ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร.ปราณีต เพ็ญศรี, รศ. ดร.พัศกรมจง วัฒนสินธุ์

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สำหรับใช้ร่วมกับโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยศึกษาในอาสาสมัครหญิง อายุระหว่าง 70-85 ปี ที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างอยู่ในระดับ 2+ ถึง 3+ จำนวน 26 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 13 คน ได้แก่ กลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มที่ฝึกการทรงตัวด้วยโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว อายุเฉลี่ย 75 ปี และกลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มที่ฝึกการทรงตัวด้วยโปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว อายุเฉลี่ย 76 ปี ซึ่งได้ฝึกการทรงตัวร่วมกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 45 นาที จากนั้นเปรียบเทียบกรณีก่อนและหลังการฝึกด้วย การทดสอบค่าทีใน 12 การทดสอบ ได้แก่ ความสามารถในการทรงตัวแบบอยู่กับที่ ทดสอบด้วยอุปกรณ์ ไบโอดีทซ์ บาลานซ์ ซีสเต็ม (ทดสอบการทำงานประสานกันของระบบรับรู้สีกและการทรงตัวทางคลินิก 3 การทดสอบ ความสามารถในการควบคุมการทรงตัว 3 การทดสอบ และความเสี่ยงในการล้ม 1 การทดสอบ) ความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ทดสอบด้วย การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ 8 ฟุต ภาวะกัวการล้มทดสอบด้วยแบบทดสอบภาวะกัวการล้มสำหรับผู้สูงอายุไทย ความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวันทดสอบด้วยแบบบาร์ทิล เอดีแอล ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างทดสอบด้วยการทดสอบลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที และความแข็งแรงกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวทดสอบด้วยดูลมวัดความดัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกการทดสอบในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน และผลการเปรียบเทียบแยกรายกลุ่ม ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเมื่อวัดซ้ำพบว่า กลุ่มทดลองมีผลการทดสอบความสามารถในการควบคุมการทรงตัวแบบหน้า-หลัง การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ 8 ฟุต การทดสอบภาวะกัวการล้ม การทดสอบลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที และการทดสอบด้วยดูลมวัดความดัน พัฒนาคิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ ) กลุ่มควบคุมมีผลการทดสอบความสามารถในการควบคุมการทรงตัวแบบด้านข้าง ความสามารถในการควบคุมการทรงตัวภาพรวม การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ 8 ฟุต การทดสอบภาวะกัวการล้ม การทดสอบลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที และการทดสอบด้วยดูลมวัดความดัน พัฒนาคิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ )

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการฝึกการทรงตัวด้วยโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้น ช่วยพัฒนาสมรรถนะการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว อีกทั้งการนำอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวมาใช้ร่วมกับโปรแกรมฝึกการทรงตัวนั้น มีแนวโน้มช่วยส่งเสริมสมรรถนะการทรงตัวให้ดีขึ้น และช่วยลดความเสี่ยงในการล้มขณะฝึกการทรงตัวได้ดี

มีความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ในการทำธุรกิจอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวร่วมกับโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เงินทุน 1,800,000 บาท มีมูลค่าปัจจุบันเท่ากับ 4,739,498 บาท คืนทุนในเวลา 3 ปี 5 เดือน ผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 37

สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม	ลายมือชื่อนิติ
ปีการศึกษา	2561	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

## 5687758420 : MAJOR TECHNOPRENEURSHIP AND INNOVATION MANAGEMENT

KEYWORD: Tai Chi, Elderly, Exercise, Balance, Fall Protection, Exercise Equipment

Jarinee Jiraphan : The Development of Fall Protection Exercise Equipment for Elderly with Balance Problem.

Advisor: Asst. Prof. CHAIPAT LAWSIRIRAT, Ph.D. Co-advisor: Assoc. Prof. PRANEET PENSRI, Ph.D.,Assoc.

Prof. Pakpachong Vadhanasindhu, Ph.D.

This thesis is intended to develop the fall protection exercise equipment for elderly with balance problem to use together with the balance training program developed by the researcher. Twenty-six females age 70-85 years old with balance problems and moderate lower extremity muscular strength, grade 2+ to 3+, without prior Tai Chi training volunteered for the study. The participants were divided into 2 groups: the experimental group of 13 people, average age of 75 years, practiced the balance training program with the fall protection exercise equipment for elderly with balance problems and the control group of 13 people, average age of 76 years, only practiced the balance training program. These two groups practiced balancing together for 12 weeks, 3 days per week and 45 minutes each time. The balance training results between the 2 groups were compared with independent statistics t-test in 12 tests: the static balance test by Biodex Balance System (3 tests of m-CTBIS, 3 tests of Postural Stability, and 1 test of Fall Risk), 1 dynamic balance test (8-feet timed up and go), 1 fear of falling assessment, 1 ability to carry out daily routine test (Barthel ADL assessment) and 2 muscle strengthening tests (30-second chair stand test and Pressure Biofeedback Unit Test). The average of all test results in the experimental group and the control group were not different in pre-test, mid-test, and post-test. When comparing results in each group between pre-test, mid-test, and post-test with ANOVA Repeated Measurement, it was found that The experimental group improved significantly ( $P < 0.05$ ) with Postural Stability: Anterior/Posterior, 8-feet timed up and go test, fear of falling assessment, 30-second chair stand test and Pressure Biofeedback Unit test. The control group improved significantly ( $P < 0.05$ ) with Postural Stability: Medium Lateral, Postural Stability: Overall, 8-feet timed up and go test, fear of falling assessment, 30-second chair stand test and Pressure Biofeedback Unit test.

The results of the study showed that the balance training program designed by the researcher helps elderly to develop better balance performance, lower extremity muscle strength and core body muscle strength. Using the fall protection exercise equipment together with the balance training program has a tendency to help improve balance performance and reduce the risk of falling during balance practices as well.

The commercialization of the innovated balance training program and the fall protection exercise equipment for elderly with balance problem is proved to be feasible with the investment of 1,800,000 Baht, the net present value of 4,739,498 Baht, the payback period of 3 year 5 months, and the internal rate of return of 37 percent.

Field of Study:	Technopreneurship and Innovation Management	Student's Signature .....
Academic Year:	2018	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

ดุश्ฎินิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการจบการศึกษาาระดับปริญญาเอก สาขาวิชา ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งสำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ด้วยความกรุณาจากคณะกรรมการสอบดุश्ฎินิพนธ์ ซึ่งมี ศาสตราจารย์ถนัด คอมม่งศ์ กฤษณ์เพ็ชร เป็นประธานกรรมการ ผศ.ดร.สุกรี ลิ้นธิญญโณ อาจารย์ ดร.ขวัญรัฐ ส่วนพงษ์ และ ผศ.ดร.ราตรี เรืองไทย เป็นกรรมการ ท่านได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ อันเป็นส่วนสำคัญที่ส่งเสริมให้ผู้วิจัยเกิดความพยายามในการผลิตผลงานดุश्ฎินิพนธ์ที่มีคุณภาพ และมีความใหม่สมกับที่เป็นหลักสูตรด้านนวัตกรรม นอกจากนี้ ผศ.ดร. ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ ที่ปรึกษาหลัก รศ.ดร.ปราณี เต็ญศรี และ รศ.ดร.พัคตร์ผจง วัฒนสินธุ์ ที่ปรึกษาร่วม ยังได้อุทิศทั้งเวลา แรงกาย และแรงใจอย่างมากมาในการให้คำปรึกษา และตรวจสอบผลงาน อีกทั้งช่วยแก้ต่างปัญหา นานับประการระหว่างการวิจัย อันทำให้ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

ด้วยดุश्ฎินิพนธ์ฉบับนี้เป็นองค์ความรู้ที่เป็นสหสาขาวิชา ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ จากสาขาวิชาต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีส่วนสำคัญต่อคุณค่าของดุश्ฎินิพนธ์ ดังนี้ ศาสตราจารย์ถนัด คอมม่งศ์ กฤษณ์เพ็ชร อาจารย์ ดร.นพ.อภาจ ฝ่องอักษร ผศ.ดร.แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์ ผศ.ดร.สุจิตรา บุญหยง และ รศ.ดร.นารินทร์ จิตรมนตรี ที่เมตตาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว รศ.ดร.มานะ ศรียุทธศักดิ์ และ รศ.ดร.วิทยา ยงเจริญ ที่ได้แนะนำและร่วมทดสอบอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว เพื่อให้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน อาจารย์ ดร.ศศิธร จัวนพันธ์ และ ผศ.ดร.ศจี ศิริไกร ที่ให้คำแนะนำในการจัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาดฯ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยพิจารณาขั้นตอนการวิจัยให้มีความเหมาะสมและไม่ล่วงละเมิดสิทธิของอาสาสมัคร รวมถึงคณาจารย์หลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้และวิทยาการเพื่อเป็นพื้นฐานในการจัดทำดุश्ฎินิพนธ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณประธานมูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ เจ้าหน้าที่ และคุณยายที่เป็นอาสาสมัครในการวิจัยทุกท่าน ที่ให้โอกาสและสถานที่ฝึกสอนโปรแกรมฝึกการทรงตัว ขอขอบพระคุณอาจารย์นิราศศิริ ใจจนธรรมกุล และขอขอบใจน้องนักเรียนพยาบาลจากคณะพยาบาลศาสตร์มิชชั่น ที่ช่วยเหลือดูแลการฝึกการทรงตัวตลอด 3 เดือน ขอขอบคุณคุณทองแสง ไชยประวัตติ ผู้บังคับบัญชา และน้องๆ ในฝ่ายวางแผนกลยุทธ์ ที่ช่วยจัดสรรเวลาในการศึกษา และสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ทำประโยชน์เพื่อสังคม ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ และขอขอบใจบุตรทั้งสอง ที่เป็นกำลังใจและอนุญาตให้ใช้เวลาของครอบครัวในการศึกษาเล่าเรียน ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณสามีอันเป็นที่รัก ซึ่งนอกจากจะเป็นผู้ช่วยวิจัยที่ดีเยี่ยมแล้ว ยังให้ทุนสนับสนุนในการศึกษาครั้งนี้ กุศลผลบุญอันเกิดจากการใช้ประโยชน์จากดุश्ฎินิพนธ์นี้ ขออุทิศให้คุณพ่อผู้ล่วงลับ ซึ่งไม่อาจอยู่รอเห็นความสำเร็จนี้

จาริณี จิระพันธ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ปัญหาของงานวิจัย .....	4
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
1.4 สมมติฐานการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตการวิจัย .....	7
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
1.8 ข้อจำกัดของการวิจัย.....	10
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 การล้มและความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ.....	13
2.2 ภาวะกักตัวการล้มและการประเมินภาวะกักตัวการล้ม .....	16
2.3 การทรงตัวและการออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว.....	18
2.4 การประเมินสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุ .....	37
2.5 สถานดูแลผู้สูงอายุในประเทศไทย .....	47

2.6 แนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันการล้มเชิงวิศวกรรม .....	49
2.7 ทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยี.....	57
2.8 ตัวแปรที่ศึกษาและกรอบแนวความคิดในการวิจัย .....	61
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	69
3.1 ระยะเวลาที่ 1 การออกแบบและพัฒนา.....	69
3.2 ระยะเวลาที่ 2 การทดลอง.....	79
3.3 ระยะเวลาที่ 3 ความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ .....	86
3.4 แผนการดำเนินงานดัชนีนิพันธ์ และงบประมาณการดำเนินงาน .....	93
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยระยะที่ 1.....	96
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยระยะที่ 2.....	107
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยระยะที่ 3.....	122
บทที่ 5 การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และการยอมรับนวัตกรรม.....	141
5.1 การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว	141
5.2 วิธีการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุ ที่มีปัญหาการทรงตัว .....	154
5.3 การศึกษาการยอมรับนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว.....	155
บทที่ 6 การนำนวัตกรรมไปใช้เชิงพาณิชย์ .....	160
6.1 รายละเอียดสิ่งประดิษฐ์.....	160
6.2 ความโดดเด่นของผลิตภัณฑ์หรือธุรกิจ .....	161
6.3 การวิเคราะห์ธุรกิจ.....	162
6.4 การวิเคราะห์ลูกค้า.....	164



6.5 การวิเคราะห์โอกาส อุปสรรค จุดแข็ง และจุดอ่อนของธุรกิจที่สำคัญ .....	167
6.6 การวางแผนธุรกิจ.....	169
6.7 แผนการตลาด .....	172
6.8 แผนการผลิตและบริการ .....	179
6.9 แผนการเงิน.....	184
6.10 บทสรุปการลงทุน .....	186
6.11 แผนการประเมินความเสี่ยง .....	189
6.12 แนวทางการต่อยอดผลิตภัณฑ์นวัตกรรมที่พัฒนา .....	190
บทที่ 7 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ .....	191
7.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย .....	191
7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มี ปัญหาการทรงตัวไปใช้ในธุรกิจ.....	211
7.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อยอดหรืองานวิจัยในอนาคต .....	211
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ท่าไทชิด้วย Motion Study.....	214
ภาคผนวก ข บันทึกผลการสนทนากลุ่ม .....	221
ภาคผนวก ค การคัดเลือกท่าฝึกการทรงตัวด้วยการวัดค่าไฟฟ้ากล้ามเนื้อขา.....	222
ภาคผนวก ง เปรียบเทียบจำนวนท่าและการเคลื่อนไหว ตั้งแต่ไทชิ 24 ท่า จนถึงไทชิแบบปราณีต .....	223
ภาคผนวก จ คู่มือฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปราณีต” .....	225
ภาคผนวก ฉ ผลการทดสอบแรงดึงสายรัดนิรภัยด้วย Autograph Universal Testing Machine .....	237
ภาคผนวก ช ผลการทดสอบการรับน้ำหนักของโครงสร้างอุปกรณ์ด้วยโปรแกรม Solid work 2016 .....	239

ภาคผนวก ช ใบรับรองโครงการวิจัย ข้อมูลกลุ่มประชากร และหนังสือแสดงความยินยอม ระยะเวลาที่ 1.....	246
ภาคผนวก ฉ แบบบันทึกผลสำหรับใช้ในระยะเวลาที่ 1 (การทดสอบอุปกรณ์).....	253
ภาคผนวก ฉ ใบรับรองโครงการวิจัย ข้อมูลกลุ่มประชากร และหนังสือแสดงความยินยอม ระยะเวลาที่ 2.....	255
ภาคผนวก ฎ แบบบันทึกผลสำหรับใช้ในระยะเวลาที่ 2 (ระยะทดลอง).....	272
ภาคผนวก ฎ แบบประเมินภาวะกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุไทย.....	276
ภาคผนวก ฐ การประเมินความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน (Functional assessment) ชนิด Barthel ADL Index.....	277
ภาคผนวก ซ การทดสอบ การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-foot up-and-go test).....	279
ภาคผนวก ฌ การทดสอบ ลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที (30-second chair stand).....	280
ภาคผนวก ฌ การทดสอบการทรงตัวด้วย เครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System.....	281
ภาคผนวก ด รูปแสดงการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้อง ด้วยท่านอนคว่ำ.....	286
ภาคผนวก ต ท่าที่ใช้ในการตรวจกล้ามเนื้อ 6 มัดในขั้นตอนการคัดกรอง.....	287
ภาคผนวก ถ แบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว.....	289
ภาคผนวก ท รูปการทดสอบโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ระยะเวลาที่ 1.....	290
ภาคผนวก ฑ รูปการจัดพื้นที่ฝึกการทรงตัว สำหรับการวิจัย ระยะเวลาที่ 2.....	292
ภาคผนวก น รูปการจัดพื้นที่การทดสอบ สำหรับการวิจัย ระยะเวลาที่ 2.....	293
ภาคผนวก บ แบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว.....	294
บรรณานุกรม.....	296
ประวัติผู้เขียน.....	307

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ค่ามาตรฐานการทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ .....	8
ตารางที่ 1.2 ค่ามาตรฐานการทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที .....	9
ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง อาร์ พี อี สเกล (RPE scale) และการเทียบค่าเปอร์เซ็นต์อัตรา การเต้นของหัวใจสูงสุด (Equivalent % heart rate max) .....	23
ตารางที่ 2.2 เอกสารและงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของการฝึกการทรงตัว .....	36
ตารางที่ 2.3 กล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัว และหน้าที่ในการเคลื่อนไหว .....	40
ตารางที่ 2.4 ระดับ (Grade) ผลการตรวจความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบ Manual Muscle Testing (MMT) .....	43
ตารางที่ 2.5 การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในแต่ละวัตถุประสงค์ .....	45
ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบของปัจจัย และข้อคำถามของโมเดลการยอมรับนวัตกรรม .....	59
ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์ของแบบการวิจัย .....	79
ตารางที่ 3.2 แผนการดำเนินงานดัชนีนิพนธ์ .....	94
ตารางที่ 3.3 งบประมาณการดำเนินการ .....	95
ตารางที่ 4.1 ท่าฝึกการทรงตัวที่มีค่ากล้ามเนื้อไฟฟ้าผ่านเกณฑ์ 100 ไมโครโวลต์ .....	97
ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ .....	98
ตารางที่ 4.3 ร้อยละของอาสาสมัครอายุ 20-60 ปี ที่เลือกระดับความพึงพอใจในการฝึกโปรแกรม ฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ .....	106
ตารางที่ 4.4 ร้อยละของอาสาสมัครอายุ 70-85 ปี ที่เลือกระดับความพึงพอใจในการฝึกโปรแกรม ฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ .....	106
ตารางที่ 4.5 ร้อยละของเสียงสัญญาณเตือน และร้อยละของการทำงานของรอก จากการทดสอบ ของอาสาสมัคร 9 คน .....	107

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบลักษณะทั่วไป และตัวแปรที่ศึกษาของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง.....	108
ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย สมรรถนะการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	110
ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถนะการทรงตัว ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	111
ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของกลุ่มทดลอง.....	114
ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของกลุ่มทดลอง เป็นรายคู่.....	116
ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของกลุ่มควบคุม .....	118
ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของกลุ่มควบคุม เป็นรายคู่.....	119
ตารางที่ 4.13 สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ระยะที่ 2.....	121
ตารางที่ 4.14 ค่า IOC ของแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย.....	123
ตารางที่ 4.15 ความถี่และร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามแยกตามเพศ อายุ และอาชีพ .....	125
ตารางที่ 4.16 ความถี่และร้อยละของความถี่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย และเหตุผลที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ .....	125
ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความสำคัญ และลำดับของส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์.....	127
ตารางที่ 4.18 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม และร้อยละของส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา.....	128
ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความสำคัญ และลำดับของส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางจัดจำหน่าย .....	128

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความสำคัญ และลำดับของส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด.....	129
ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์.....	130
ตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา.....	131
ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย.....	132
ตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด.....	133
ตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีผลต่อความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ.....	135
ตารางที่ 4.26 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์.....	136
ตารางที่ 4.27 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา.....	136
ตารางที่ 4.28 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ กับ ส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย.....	137
ตารางที่ 4.29 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ของผู้ตอบแบบสอบถามกับส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด.....	137
ตารางที่ 4.30 สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ระยะที่ 3.....	138
ตารางที่ 4.31 จำนวนข้อเสนอแนะต่อจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว แยกตามกลุ่มข้อเสนอแนะ.....	139
ตารางที่ 5.1 แนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ.....	144
ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอุปกรณ์ ด้วยโปรแกรม Solid Work Version 2016.....	153

ตารางที่ 5.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการยอมรับนวัตกรรม ในกลุ่มผู้สูงอายุ ..... 157

ตารางที่ 5.4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับการยอมรับนวัตกรรม ในกลุ่มผู้ดูแลผู้สูงอายุ ..... 159

ตารางที่ 6.1 แสดงแผนการผลิต และต้นทุนการผลิตและบริการ ..... 183

ตารางที่ 6.2 งบกำไรขาดทุน..... 184

ตารางที่ 6.3 บทสรุปการลงทุน..... 187

ตารางที่ 6.4 แผนประเมินความเสี่ยง..... 189

ตารางที่ 7.1 เปรียบเทียบพัฒนาการของสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในแต่ละกลุ่ม ..... 202



## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Domain, Mapping และ Design Spaces .....	50
ภาพที่ 2.2 อุปกรณ์ป้องกันตกชนิดต่างๆ .....	53
ภาพที่ 2.3 Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products .....	54
ภาพที่ 2.4 Technology Acceptance Model (TAM) .....	58
ภาพที่ 2.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว ฯ .....	65
ภาพที่ 2.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว .....	66
ภาพที่ 2.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 2 .....	67
ภาพที่ 2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 3 .....	68
ภาพที่ 3.1 สรุปขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว และผลแต่ละขั้นตอน .....	74
ภาพที่ 3.2 ท่าที่ใช้ในการทดสอบอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ .....	78
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ทั้ง 12 ตัววัด ของกลุ่มควบคุมและกลุ่ม ทดลอง ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ .....	112
ภาพที่ 5.1 แบบจำลองแสดงแนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับ ผู้สูงอายุ ที่มีปัญหาการทรงตัว .....	143
ภาพที่ 6.1 ลักษณะของสิ่งประดิษฐ์ .....	161
ภาพที่ 6.2 โครงสร้างองค์กร ฐุรกิจผลิตและขายอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับ ผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว .....	172
ภาพที่ 6.3 การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ระหว่างอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับ .....	174
ภาพที่ 7.2 โมเดลการออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว .....	194

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยก้าวเข้าสู่ “สังคมสูงวัย” มาตั้งแต่ปี 2548 โดยมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปหรือที่เรียกว่า “ผู้สูงอายุ” สูงถึงร้อยละ 10 และกำลังจะกลายเป็น “สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์” เมื่อสัดส่วนผู้สูงอายุ สูงถึงร้อยละ 20 ในปี 2564 คนไทยมีอายุยืนยาวขึ้นอย่างมากในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา อายุขัยเฉลี่ยเพิ่มจาก 58 ปี เป็น 75 ปี ในปี 2557 จากการสำรวจสุขภาพของผู้สูงอายุไทย ปี 2556 ของมูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (2558) พบว่า ผู้สูงอายุร้อยละ 2 อยู่ในสถานะ “ติดเตียง” คือ อยู่ในสภาพพิการไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ และร้อยละ 19 “ติดบ้าน” คือ มีปัญหาการเคลื่อนไหว ไม่สามารถออกจากบ้านได้โดยสะดวก ปัญหาด้านสุขภาพของผู้สูงอายุที่สูง 3 อันดับแรก ได้แก่ การเคลื่อนไหวร่างกาย ร้อยละ 58 การได้ยินหรือสื่อความหมาย ร้อยละ 24 และการมองเห็น ร้อยละ 19 ปัญหาการเคลื่อนไหวร่างกายของผู้สูงอายุซึ่งเป็นปัญหาสุขภาพที่อยู่ในลำดับสูงสุดนี้ สาเหตุหลักมาจากความเสื่อมตามวัยของผู้สูงอายุ โดยอัตราการเสื่อมของความสามารถทางกายภาพของผู้สูงอายุ จะแปรผันตามอายุที่เพิ่มขึ้น ผู้สูงอายุที่มีอายุ 70 ปี ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงถึง 30% และเมื่ออายุ 80 ปี จะมีใยกล้ามเนื้อน้อยกว่าเมื่อแรกเกิดถึง 40% (McArdle, Katch, & Katch, 2016) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลงขึ้นอยู่กับชนิดของกล้ามเนื้อ และลักษณะการเรียงตัวของเซลล์กล้ามเนื้อ โดยกล้ามเนื้อแขนและขาจะมีความแข็งแรงลดลงในอัตราที่ค่อนข้างคงที่เมื่อเทียบกับอายุที่มากขึ้น แต่กล้ามเนื้อกระบังลมจะคงความแข็งแรงได้ตลอดชีวิต การเปลี่ยนแปลงมวลของกล้ามเนื้อของผู้สูงอายุ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านของกำลังและแรงของกล้ามเนื้อ โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อคือ ระดับกิจกรรมทางกาย และระดับการออกกำลังกายของผู้สูงอายุแต่ละบุคคล (วิลโล คูปต์นิริตศัยกุล, 2548)

อัตราการล้มของผู้สูงอายุเป็นตัวชี้วัดหนึ่งซึ่งแสดงถึงความเสื่อมถอยทางสุขภาพ ดังจะเห็นได้จากจำนวนผู้สูงอายุที่ล้มมีจำนวนที่สูงมากขึ้นตามอายุที่มากขึ้น จากจำนวนผู้สูงอายุปี 2557 ซึ่งมีจำนวน 10 ล้านคนโดยประมาณ (สำนักสถิติแห่งชาติ, 2557) มีผู้สูงอายุที่เคยล้มก่อนการสัมภาษณ์ 6 เดือน ถึงร้อยละ 11.61 ของจำนวนผู้สูงอายุทั้งหมด ซึ่งหากจำแนกตามระดับอายุพบว่า ผู้สูงอายุกลุ่มอายุ 80 ปีขึ้นไป เคยล้มมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 14.80 กลุ่มอายุ 70-79 ปี



ล้มร้อยละ 13.6 และกลุ่มอายุ 60-69 ปี ล้มร้อยละ 10.02 เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า ผู้สูงอายุเพศหญิงมีอัตราการล้ม คิดเป็นร้อยละ 12.77 และเพศชายคิดเป็น ร้อยละ 10.19

การล้มนอกจากเป็นสาเหตุของความเจ็บป่วยแล้ว ยังมีความสัมพันธ์กับอัตราการตายจากการล้ม โดยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอัตราการตายจากการล้ม ได้แก่ ความบกพร่องในการเคลื่อนไหว การทรงตัวผิดปกติ และรูปแบบการเดินที่ผิดปกติ นอกจากนี้การล้มที่บ้านในผู้สูงอายุยังเป็นตัวบ่งชี้สำคัญของการเจ็บป่วย (Wild, Nayak, & Isaacs, 1981) อีกด้วย การล้มของผู้สูงอายุนั้น นอกจากจะส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บตั้งแต่เล็กน้อย จนถึงการเสียชีวิตแล้วนั้น ยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้สูงอายุสูญเสียความมั่นใจในการเคลื่อนไหวร่างกาย และก่อให้เกิดความกลัวต่อการล้ม ซึ่งส่งผลให้ผู้สูงอายุนั้นมีกิจกรรมทางกายลดลง เกิดเป็นวงจรการล้มซ้ำซาก การตัดวงจรการล้มซ้ำซากอย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรตัดตัวแปรที่เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ควบคุมที่สำคัญ นั่นคือ การทรงตัวผิดปกติ (American Geriatrics Society British Geriatrics Society and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention, 2001)

การส่งเสริมให้ผู้สูงอายุออกกำลังกายที่พัฒนากล้ามเนื้อที่ช่วยการทรงตัว เป็นสิ่งสำคัญในการป้องกันไม่ให้ผู้สูงอายุล้ม โดยใช้เวลาอย่างน้อย 12 สัปดาห์ อีกทั้งความสามารถที่ได้จะขึ้นอยู่กับความหนักในการฝึก และความถี่ในการฝึก (McArdle et al., 2016) โปรแกรมออกกำลังกายที่นำมาใช้กับผู้สูงอายุ จึงต้องมีรูปแบบที่มีความเหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้สูงอายุที่มีความเปราะบาง จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า โปรแกรมออกกำลังกายเพื่อฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุส่วนใหญ่ทำการศึกษากับผู้สูงอายุที่อายุระหว่าง 60-75 ปี หากผู้สูงอายุมีกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและกล้ามเนื้อส่วนล่างที่ใช้ในการทรงตัวไม่แข็งแรง โปรแกรมออกกำลังกายจะออกแบบโดยใช้ท่าหนึ่งเป็นหลัก (Anthony et al., 2013) หรือใช้ท่านอน เพื่อไม่ให้เกิดการล้มเมื่อกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและกล้ามเนื้อส่วนล่างแข็งแรงขึ้นเพียงพอที่จะยืนออกกำลังกายได้ด้วยตัวเอง การออกกำลังกายจะมีโปรแกรมออกกำลังกายที่หลากหลายยิ่งขึ้น เช่น การแกว่งแขน การเดิน การเดินร่วมกับการใช้น้ำหนัก โยคะ รำมวยไทย ไทชิ รวมถึงการใช้โปรแกรมการฝึกการทรงตัวที่เน้นการฝึกกล้ามเนื้อขา และการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Li et al., 2005; Lelard et al., 2010; Denise et al., 2012; Ni et al., 2014; Zhuang, et al., 2014; Alsubiheen, et al., 2015; Son, et al., 2016; Jia et al. (2018); กรอนงค์ ยีนยงชัยวัฒน์ และคณะ, 2548; รัชดาพร จุลละนันท์, 2548; เกศินี แซ่เลา และวิจิต คณิงสุขเกษม, 2555; ศรินยา บุรณสรพรสิทธิ์, 2556; อมรเทพ วันดี และชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ (2556); วิลาวัลย์ กันหาชน (2557); อานันท์ รุ่งเรือง และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, 2557) ที่ดัดแปลงหรือพัฒนาจาก ไทชิ โยคะ และการรำมวยไทย

ผลการศึกษาล้วนใหญ่พบว่าการฝึกการทรงตัวด้วยรูปแบบต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว ล้วนให้ผลดีต่อสมรรถนะการทรงตัว แต่การออกกำลังกายที่จำกัดการเคลื่อนไหว ได้แก่ การฝึกการทรงตัวในท่านอนหรือ ท่านั่งส่งผลต่อการเพิ่มสมรรถนะการทรงตัวที่ต่ำกว่าทำยืน ทั้งนี้ในการออกกำลังกายในท่านอนนั้นเป็นการฝึกการทรงตัวที่ทำให้ผู้ฝึกเสียสมดุล เช่น การยืนขาเดียว การยืนต่อขา รวมถึงการเน้นให้มีการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อส่วนล่าง เพื่อเพิ่มสมรรถนะการทรงตัวให้ดียิ่งขึ้น

ไทชิ เป็นศิลปะมวยจีนที่นิยมมาอย่างยาวนาน ซึ่งมุ่งเน้นการฝึกที่เป็นองค์รวมทั้งกายและจิต มีการกำหนดลมหายใจเข้าออกและสมาธิให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และประสานกันเป็นหนึ่งเดียว อีกทั้งท่าฝึกไทชิมีการเคลื่อนไหวที่นุ่มนวล เชื่องช้าและต่อเนื่อง และใช้แรงไม่มาก ผู้วิจัยเห็นว่าไทชิมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุ ด้วยท่าฝึกของไทชิมีจำนวนมาก ซึ่งแต่ละท่าทำให้ประโยชน์กับร่างกายที่แตกต่างกันออกไป การออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัวในครั้งนี้จึงควรเลือกใช้ท่าไทชิที่เหมาะสม เช่น มีการเคลื่อนไหวใน 3 ระนาบ มีการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และมีการรบกวนสมดุลของร่างกาย มาใช้ร่วมกับการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางของร่างกาย เพื่อให้โปรแกรมการฝึกการทรงตัวมีประสิทธิภาพและครอบคลุมกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัวทั้งหมด

สำหรับผู้สูงอายุที่กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและกล้ามเนื้อส่วนล่างไม่แข็งแรง จำเป็นต้องมีผู้ดูแลอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความปลอดภัยขณะออกกำลังกาย แต่จากสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันลูกหลานต้องออกไปทำงาน ทำให้ไม่มีเวลาดูแลให้ผู้สูงอายุออกกำลังกาย หรือการที่โรงพยาบาล หรือสถานดูแลผู้สูงอายุประสบปัญหาบุคลากรมีสัดส่วนไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้สูงอายุ ได้แก่ นักกายภาพบำบัด พยาบาล และผู้ดูแลผู้สูงอายุ ทำให้ผู้สูงอายุจำนวนมากขาดโอกาสในการออกกำลังกาย นอกจากข้อจำกัดดังกล่าวแล้ว ยังพบว่าอุปกรณ์ออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการล้ม เพื่อใช้ในผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวนั้นมีราคาค่อนข้างสูง อีกทั้งยังต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ จึงเป็นอุปสรรคในการนำมาใช้งานเพื่อทดแทนผู้ดูแลผู้สูงอายุที่ขาดแคลน ซึ่งปัญหาสุขภาพของผู้สูงอายุที่ขาดการออกกำลังกาย เป็นต้นเหตุสำคัญ ที่นำไปสู่ปัญหาสำคัญของสังคม

งานวิจัยนี้จึงจะทำการศึกษารูปแบบโปรแกรมออกกำลังกายเพื่อฝึกการทรงตัวควบคู่ไปกับการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่มีราคาถูก ใช้ง่าย และใช้งานแบบกลุ่มได้ สำหรับเป็นทางเลือกให้กับผู้ดูแลผู้สูงอายุ ทั้งที่อยู่ในชุมชน สถานดูแลผู้สูงอายุ หรือในโรงพยาบาล โดยอุปกรณ์ดังกล่าวนอกจากจะช่วยลดจำนวนผู้ดูแลผู้สูงอายุขณะออกกำลังกายจาก หนึ่งต่อหนึ่ง เป็นหนึ่งต่อสี่ หรือหนึ่งต่อแปด ซึ่งขึ้นกับ

สภาพของผู้สูงอายุ และประสบการณ์ของผู้ดูแลผู้สูงอายุแล้ว ยังช่วยให้ผู้สูงอายุได้มีการสังสรรค์ ร่วมกันระหว่างออกกำลังกาย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างแรงจูงใจในการออกกำลังกาย

เพื่อให้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ จัดทำขึ้นนี้ สามารถนำออกสู่เชิงพาณิชย์และก่อให้เกิดประโยชน์ตามวัตถุประสงค์การจัดทำ Business Model ผู้วิจัยจะทำการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีตาม Technology Acceptance Model (TAM)

ของ Davis, Richard, and Warshaw (1989) ผ่านการสำรวจความต้องการ และการ ประเมินการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว อุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นนี้ จะเป็นส่วนหนึ่งในการเพิ่มโอกาสการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุที่มี สภาพร่างกายไม่แข็งแรง ช่วยลดปัญหาการก้าวสู่สภาวะ “ติดเตียง” ในผู้สูงอายุ อีกทั้งยังลดภาระ การดูแลของลูกหลาน และบุคลากรสาธารณสุข ซึ่งเป็นการลดปัญหาสังคมและเศรษฐกิจ ในระยะยาว

## 1.2 ปัญหาของงานวิจัย

1.2.1 การนำอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มาใช้ร่วมกับโปรแกรมฝึกการทรงตัว ช่วยให้ผู้สูงอายุมีสมรรถนะในการทรงตัวแตกต่างจากการใช้ โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียวได้หรือไม่ อย่างไร

1.2.2 การนำอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มาใช้ร่วมกับโปรแกรมฝึกการทรงตัว ช่วยให้ผู้สูงอายุมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างที่ใช้ใน การทรงตัว และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว แตกต่างจากการใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียง อย่างเดียวได้หรือไม่ อย่างไร

1.2.3 อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้หรือไม่ อย่างไร

## 1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนา แบ่งเป็น ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมฝึก การทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

ระยะที่ 2 การทดลอง

ระยะที่ 3 ความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

### วัตถุประสงค์การวิจัย ระยะที่ 1

1.3.1 พัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สำหรับใช้ร่วมกับโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

### วัตถุประสงค์การวิจัย ระยะที่ 2

1.3.2 ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับ อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวกับผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว

1.3.3 ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับ อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

1.3.4 ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

### วัตถุประสงค์การวิจัย ระยะที่ 3

1.3.5 ศึกษาองค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาดของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด

1.3.6 ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพความต้องการ อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่มีต่อองค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาด 4 ด้าน (4P) ของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สำหรับนำมาใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

### 1.4 สมมติฐานการวิจัย

ผู้วิจัยจะทดสอบสมมติฐานการวิจัยเฉพาะระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ซึ่งจะครอบคลุม วัตถุประสงค์การวิจัยในข้อ 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4 และ 1.3.6



**สมมติฐานที่ 9** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ออกแบบขึ้น มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

### **สมมติฐานการวิจัย สำหรับระยะที่ 3**

**วัตถุประสงค์ข้อ 1.3.6 ทำการทดสอบสมมติฐานที่ 10, 11 และ 12**

**สมมติฐานที่ 10** ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่แตกต่างกัน

**สมมติฐานที่ 11** ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ มีผลต่อความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ไม่แตกต่างกัน

**สมมติฐานที่ 12** ความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่แตกต่างกัน

### **1.5 ขอบเขตการวิจัย**

งานวิจัยนี้ครอบคลุมการศึกษาในทุกขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว และการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว รวมถึงการนำโปรแกรมฝึกการทรงตัว และอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวไปใช้ในผู้สูงอายุหญิงที่อายุระหว่าง 70 - 85 ปี โดยได้มีการศึกษาถึงผลการพัฒนาสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวก่อน การทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

### **1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ**

1.6.1 ผู้สูงอายุ หมายถึง ประชากรที่อายุมากกว่า 60 ปี ขึ้นไป สำหรับงานวิจัยนี้ศึกษาในผู้สูงอายุหญิงที่มีอายุระหว่าง 70 - 85 ปี

1.6.2 การทรงตัว หมายถึง กระบวนการรักษาความสัมพันธ์ที่เหมาะสมระหว่างจุดศูนย์กลางมวล (Center of Mass) กับพื้นที่ฐานรองรับ (Base of Support) ของร่างกาย

1.6.3 ปัญหาการทรงตัว หมายถึง ภาวะบกพร่องในกระบวนการรักษาความสัมพันธ์ที่เหมาะสมระหว่างจุดศูนย์กลางมวล (Center of Mass) กับพื้นที่ฐานรองรับ (Base of Support) ของร่างกาย Chodzko-Zajko (2014) ในงานวิจัยนี้หมายถึง การที่ผู้สูงอายุที่มีสมรรถนะในการทรงตัวต่ำ โดยสมรรถนะการทรงตัวต่ำนี้ประเมินได้จากความสามารถในการทรงตัว ภาวะกลัวการล้ม และความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน

1.6.4 ความสามารถในการทรงตัวต่ำ ในงานวิจัยนี้หมายถึง ผลการทดสอบในข้อ 1.6.4.1 และ 1.6.4.2 พบว่าอย่างน้อย 1 การทดสอบ จาก 4 การทดสอบ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของการทดสอบตามที่ระบุไว้ในข้อ 1.6.4.1 และข้อ 1.6.4.2 โดยในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบการทรงตัวดังนี้

1.6.4.1 การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-feet up-and-go test) ของแต่ละบุคคลในแต่ละช่วงอายุแยกตามเพศ (ค่ามาตรฐาน ระบุในตาราง 1.1)

**ตารางที่ 1.1** ค่ามาตรฐานการทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ

อายุ (ปี)	70-74	75-79	80-84	85-89
ค่าปกติในผู้สูงอายุหญิง (วินาที)	7.1-4.9	7.4-5.2	8.7-5.7	9.6-6.2

อ้างอิง Jones and Rikli (2002)

1.6.4.2 การทดสอบการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System มีค่าที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานของเครื่องวัดการทรงตัว ในการทดสอบ 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม CTSIB (Clinical Test of Sensory Integration and Balance) โปรแกรม Postural Stability Test และโปรแกรม Fall Risk

1.6.5 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างในงานวิจัยนี้ ทดสอบด้วย 2 วิธี

- การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างสำหรับคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง จะใช้วิธี Manual Muscle Test (MMT) โดยจะคัดกรองเฉพาะผู้สูงอายุที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างระดับปานกลาง ซึ่งหมายถึง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง 2-6 มัด ได้แก่ กลูเตียส มีเดียส (Gluteus medius) แอดดักเตอร์ ลองกัส (Adductor longus) เรคตัส ฟีมอริส (Rectus femoris) ไบเซป ฟีมอริส (Bicep femoris) ทิเบียลิส แอนทีเรีย (Tibialis anterior) และแก๊สโตรคนีเมียส (Gastrocnemius) ที่ทำการทดสอบแบบ Manual Muscle Test (MMT) ได้ระดับ 2+ ถึง 3+ (Clarkson, 2013)

- การทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที (30-second chair stand) ของแต่ละบุคคลในแต่ละช่วงอายุ ใช้เปรียบเทียบความสามารถของกล้ามเนื้อขา ก่อนทดลอง ระหว่างทดลอง และหลังทดลอง (ค่ามาตรฐานที่ระบุในตาราง 1.2) (Jones & Rikli, 2002)

**ตารางที่ 1.2 ค่ามาตรฐานการทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที**

อายุ (ปี)	70-74	75-79	80-84	85-89
ค่าปกติในผู้สูงอายุหญิง (จำนวนครั้ง)	10-15	10-15	9-14	8-13

อ้างอิง Jones and Rikli (2002)

1.6.6 ภาวะกล้ามเนื้อลีบ หมายถึง ผู้ที่เคยลีบ หรือไม่เคยลีบ แต่มีการพัฒนาความกล้ามเนื้อลีบเกิดขึ้น ทำให้ไม่กล้าเคลื่อนไหวร่างกาย ในงานวิจัยนี้ ผู้มีภาวะกล้ามเนื้อลีบ หมายถึง บุคคลที่ทำแบบประเมินภาวะกล้ามเนื้อลีบของ พันพิสสา แสงพริ้ง (2553) ได้คะแนนมากกว่า 66 คะแนน

1.6.7 ความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน หมายถึง ความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน ได้แก่ การเคลื่อนย้ายตัวเอง การเดิน การใช้ห้องน้ำ เป็นต้น ในงานวิจัยนี้ใช้การประเมินความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวันชนิด Barthel ADL Index ในการจำแนกระดับที่ต้องพึ่งพิงผู้อื่น (ประเสริฐ อัสสันตชัย, 2555)

1.6.8 โปรแกรมฝึกการทรงตัว ในงานวิจัยนี้หมายถึง โปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.6.9 อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวในงานวิจัยนี้ หมายถึง อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ในงานวิจัยนี้อาจเขียนเป็น อุปกรณ์ออกกำลังกาย เพื่อให้เนื้อหาไม่มีความกระชับ

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ส่งเสริมการฝึกการทรงตัวที่ปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุ ช่วยให้ผู้สูงอายุฝึกการทรงตัวได้อย่างเป็นขั้นตอน และปลอดภัยจากการล้ม อีกทั้งช่วยเพิ่มโอกาสในการฝึกการทรงตัวให้กับผู้สูงอายุ

1.7.2 ช่วยลดภาระ และความเมื่อยล้าของเจ้าหน้าที่ หรือญาติที่ดูแลผู้สูงอายุ ด้วยการใช้ อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ผู้วิจัยประดิษฐ์ขึ้น ดูแลผู้สูงอายุขณะฝึกการทรงตัว



1.7.3 เกิดประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ โดยลดการนำเข้าอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และสร้างคุณค่าของสิ่งประดิษฐ์ผ่านการทำ IP Protection

## 1.8 ข้อจำกัดของการวิจัย

1.8.1 อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ผู้วิจัยออกแบบในงานวิจัยนี้ ได้นำไปทดลองใช้เฉพาะกับโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้น

1.8.2 เพื่อควบคุมปัจจัยแทรกซ้อนในการทดลอง จำเป็นต้องคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ด้วยกัน และมีกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่คล้ายคลึงกัน อีกทั้งผู้สูงอายุที่อายุ 70-85 ปี และสมัครใจเข้าร่วมการทดลองมีจำนวนน้อย จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กเพียง 15 คนต่อกลุ่ม โดยมี Effect Size ที่ 0.8 และ Power ที่ 0.5 (Cohen, 1988)



## บทที่ 2

### วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้นำเสนอการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว และการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวไว้ ดังนี้

- 2.1 การล้มและความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ
- 2.2 ภาวะกักการล้มและการประเมินภาวะกักการล้ม
- 2.3 โปรแกรมออกกำลังกายที่ช่วยฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุ
- 2.4 การประเมินสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุ
- 2.5 สถานะผู้สูงอายุในประเทศไทย
- 2.6 แนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันการล้มเชิงวิศวกรรม
- 2.7 ทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยี

“ผู้สูงอายุ” หมายถึง บุคคล หรือกลุ่มประชากรที่มีอายุตามปฏิทิน (Calendar age) ตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ตามนิยามขององค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN) และองค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) โดยผู้สูงอายุอาจแบ่งออกเป็น 3 ระดับตามอายุและภาวะสุขภาพ ดังนี้ (บรรลุ ศิริพานิช, 2525)

- 1) ผู้สูงอายุระดับต้น มีอายุระหว่าง 60-69 ปี ร่างกายยังไม่เปลี่ยนแปลงมาก ยังสามารถช่วยเหลือตนเองได้เป็นส่วนใหญ่
- 2) ผู้สูงอายุระดับกลาง มีอายุระหว่าง 70-79 ปี ร่างกายเริ่มเปลี่ยนแปลงเป็นส่วนใหญ่ มีการช่วยเหลือตนเองบกพร่อง เริ่มต้องการความช่วยเหลือในบางอย่าง
- 3) ผู้สูงอายุระดับปลาย มีอายุตั้งแต่ 80 ปีขึ้นไป ร่างกายเปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจน บางคนมีความพิการ บางคนช่วยเหลือตนเองไม่ได้ ต้องได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลอื่น

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และระบบต่างๆ ในร่างกายของผู้สูงอายุจะเริ่มเปลี่ยนไปที่ละน้อย (วิลโล คอปตันริตตี้กุล, 2548; สมนึก กุลสถิตพร, 2549) การเปลี่ยนแปลงที่มีผลกับสมรรถนะการทรงตัว มีดังนี้

- 1) ระบบกล้ามเนื้อ ผู้สูงอายุจะมีมวลกล้ามเนื้อโดยรวมลดลง สัดส่วนของไขมันจึงเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 15 เมื่ออายุ 30 ปี เป็นร้อยละ 30 เมื่ออายุ 80 ปี กล้ามเนื้อลายของมนุษย์จะเริ่มลดลงเมื่อเข้าสู่วัยกลางคน โดยลดลงในอัตราคงที่เมื่อเทียบกับอายุที่มากขึ้น และการลดลงนี้ขึ้นอยู่กับ

ชนิดของกล้ามเนื้อด้วย เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาจะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น แต่กล้ามเนื้อกระบังลมจะคงความแข็งแรงได้ตลอดชีวิต การเปลี่ยนแปลงของระบบกล้ามเนื้อส่งผลให้กำลังและแรงของกล้ามเนื้อลดลง กล้ามเนื้อ Interossei ที่ช่วยในการจับของลิบลง จึงหยิบเข้าของไม้ถนัดและท่าของหล่นบ่อย นอกจากนี้บางรายอาจมีกล้ามเนื้อตะโพกและต้นขาอ่อนแรง ทำให้ลุกจากเก้าอี้ลำบากอีกด้วย

2) ความหนาแน่นของมวลกระดูกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกระดูกในผู้สูงอายุมากที่สุด มวลกระดูกจะเริ่มลดลงตั้งแต่อายุ 30-40 ปี ผู้สูงอายุจึงมีปัญหากระดูกพรุนซึ่งทำให้กระดูกหักได้ง่ายโดยอัตราการลดลงของมวลกระดูกของผู้สูงอายุขึ้นอยู่กับ เพศ เชื้อชาติ ชนิดของกระดูก อาหาร และการออกกำลังกาย ผู้สูงอายุเพศหญิงมีอัตราการลดลงของมวลกระดูกมากกว่าผู้สูงอายุเพศชาย โดยเพศหญิงจะพบการสูญเสียของมวลกระดูกได้อย่างชัดเจนเมื่ออายุ 50-55 ปี ซึ่งเป็นวัยหมดประจำเดือน ส่วนเพศชายจะพบเมื่อ 50-60 ปี และบริเวณที่พบการลดลงของมวลกระดูกอย่างมาก ได้แก่ กระดูกสันหลัง ข้อสะโพก และข้อมือ

3) ข้อต่อของผู้สูงอายุจะเสื่อมลงจากการใช้งานข้อต่อที่มากขึ้นตามอายุ ร้อยละ 80 ของประชากรที่มีอายุมากกว่า 65 ปี จะมีความผิดปกติของข้อต่อ ได้แก่ การสูญเสียความยืดหยุ่น และการสูญเสียของมวลกระดูกอ่อน ทำให้กระดูกอ่อนบางลง รวมทั้งเกิดความขรุขระบริเวณผิวข้อ โดยเฉพาะบริเวณหัวกระดูกที่เรียกว่า กระดูกงอก

4) ระบบหัวใจ การเปลี่ยนแปลงของหัวใจผู้สูงอายุจะเกิดขึ้นกับทั้งโครงสร้าง และการทำงานของหัวใจ กล้ามเนื้อหัวใจและลิ้นหัวใจในผู้สูงอายุมีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นลดลง รวมทั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจมีค่าลดลง จึงส่งผลให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจสูงสุดต่อนาทีมีค่าลดลง ส่งผลให้ผู้สูงอายุเหนื่อยง่าย เมื่อมีกิจกรรมทางกาย

5) ระบบหายใจ เมื่ออายุมากขึ้นช่องอกจะมีปริมาตรลดลง ความยืดหยุ่นลดลง ทำให้ปอดขยายตัวได้ลดลง ในผู้สูงอายุที่เป็นนักกีฬา หรือออกกำลังกายเป็นประจำ จะมีความเหนื่อยใจที่แข็งแรงกว่าผู้สูงอายุที่ไม่มีการออกกำลังกาย การเปลี่ยนแปลงของถุงลมปอดที่มีความหนาเพิ่มขึ้น มีความยืดหยุ่นลดลง ประกอบมีจำนวนถุงลมที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง ทำให้มีอากาศค้างอยู่ในถุงลมปอดมากขึ้น อีกทั้งความสามารถในการแพร่ผ่านของแก๊สระหว่างถุงลมกับเลือดลดลง จึงทำให้ปริมาณการได้รับออกซิเจนของเลือดลดลงถึงร้อยละ 20

6) เซลล์สมองและเซลล์ประสาทจะเริ่มลดลง ตั้งแต่อายุ 25 ปี อายุที่มากขึ้นส่งผลให้ระบบประสาทส่วนกลางสั่งการช้าลง ระบบประสาทที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด

คือ ความสามารถในการรับรู้ และความจำ ระบบความจำผู้สูงอายุจะเสื่อมลง โดยเฉพาะการจำเรื่องราวใหม่ ๆ

7) ท่าทางการเดิน ผู้สูงอายุจะมีท่าทางการเดินที่เปลี่ยนไป ศีรษะและคอจะยื่นไปข้างหน้า มากกว่าปกติ หลังค่อม กระดูกเอวค่อนข้างตรง ไม่ค่อยแกว่งแขน ข้อเท้าและตะโพกงอ เวลาก้าวขาปลายเท้ากระดกขึ้นเล็กน้อย ก้าวเท้าสั้น ถ้าให้เดินด้วยความเร็วเท่ากัน ผู้สูงอายุจะใช้พลังงานในการเดินมากกว่าผู้มีอายุน้อย ผู้สูงอายุจึงเดินช้าลง

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและสรีรวิทยาส่งผลให้สมรรถนะการทรงตัวของผู้สูงอายุ ลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการล้ม งานวิจัยนี้จะศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุระดับกลางและระดับ ปลายที่มีอายุตั้งแต่ 70-85 ปี ซึ่งเป็นกลุ่มอายุที่เริ่มต้องการความช่วยเหลือในการดำรงชีวิต

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว และการพัฒนา อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ผู้วิจัยนำเสนอ ดังนี้

## 2.1 การล้มและความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ

การล้มในผู้สูงอายุร้อยละ 75 มีผลให้เกิดการบาดเจ็บตั้งแต่เล็กน้อย กระดูกหักจนถึง กับเสียชีวิต นอกเหนือจากผลด้านร่างกายแล้ว ผู้สูงอายุยังได้รับผลทางจิตใจร้อยละ 42.7 การล้ม ทำให้คุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุต่ำลง (Pensri, 1999; Wild et al., 1981) จากสถิติการล้มของผู้สูงอายุ พบว่าผู้สูงอายุที่ล้มมีจำนวนสูงมากขึ้นตามอายุที่มากขึ้น (สำนักสถิติแห่งชาติ, 2557) มีผู้สูงอายุที่เคยล้มก่อนการล้มภายหลัง 6 เดือน มีถึงร้อยละ 11.61 ของจำนวนผู้สูงอายุทั้งหมด ซึ่งหากจำแนกตามระดับอายุพบว่า ผู้สูงอายุกลุ่มอายุ 80 ปีขึ้นไป เคยล้มมากที่สุดคิดเป็น ร้อยละ 14.80 กลุ่มอายุ 70-79 ปี เคยล้มร้อยละ 13.6 และกลุ่มอายุ 60-69 ปี เคยล้มร้อยละ 10.02

ปัจจัยเสี่ยงในการล้มมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการล้ม ผู้ที่มีปัจจัยเสี่ยงในการล้มมาก จะมีโอกาสเกิดการล้มสูงกว่าผู้มีปัจจัยเสี่ยงจากการล้มต่ำ ได้มีการระบุถึงปัจจัยเสี่ยงในการล้ม โดยหลายสถาบัน ซึ่งบางปัจจัยนั้นเหมือนกัน และบางปัจจัยนั้นแตกต่างกัน

World Health Organization (2007) แบ่งปัจจัยเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุเป็น 4 กลุ่ม ปัจจัย ได้แก่

- 1) ปัจจัยด้านชีววิทยา
  - อายุ เพศ เชื้อชาติ
  - ความเจ็บป่วยเรื้อรัง (เช่น พาร์กินสัน ข้ออักเสบ กระดูกพรุน)
  - การเสื่อมความสามารถทางกายภาพ

- การเชื่อมความสามารถทางปัญญา
- 2) ปัจจัยด้านสังคมและเศรษฐกิจ
  - รายได้ และการศึกษาต่ำ
  - ไม่มีที่พักอาศัย
  - ขาดการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม
  - ถูกจำกัดการเข้าถึงบริการด้านสุขภาพและสังคม
  - ขาดทรัพยากรในชุมชน
- 3) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม
  - การก่อสร้างอาคารที่ไม่ได้มาตรฐาน
  - พื้นและบันไดลื่น
  - พรมปูพื้นย่น
  - แสงสว่างไม่เพียงพอ
  - การแตกหักของทางเดิน
- 4) ปัจจัยด้านพฤติกรรม
  - มีการใช้ยาหลายชนิด
  - ดื่มแอลกอฮอล์มากเกินไป
  - ขาดการออกกำลังกาย
  - รองเท้าไม่เหมาะสม

American Geriatrics Society British Geriatrics Society and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention (2001) ระบุว่าปัจจัยเสี่ยงหลักที่ทำให้เกิดล้มที่มาจากสาเหตุภายในของผู้สูงอายุ ได้แก่

- 1) กล้ามเนื้ออ่อนแรง
- 2) มีประวัติการล้ม
- 3) การเดินผิดปกติ
- 4) การทรงตัวผิดปกติ
- 5) ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน
- 6) การมองเห็นผิดปกติ
- 7) ไชข้ออักเสบ
- 8) ความบกพร่องในการทำกิจวัตรประจำวัน

- 9) ภาวะซึมเศร้า
- 10) ความบกพร่องทางปัญญา
- 11) อายุเกิน 80 ปี

มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (2558) ได้สรุปว่า ปัจจัยเสี่ยงในการล้มประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่

- 1) อายุมากกว่า 75 ปี
- 2) อาศัยในบ้านพักคนชรา
- 3) มีความผิดปกติด้านการทรงตัว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับการบาดเจ็บจากการล้มโดยเพ็ญศรี เลาสวัสดิ์ชัยกุล (2542) พบว่า กิจกรรมขณะล้ม และจำนวนครั้งของการล้มระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา มีความสัมพันธ์กับระดับการบาดเจ็บจากการล้ม สำหรับพื้นที่ที่ผู้สูงอายุล้มมักเป็นบริเวณบ้าน และรอบบริเวณบ้าน ห้องน้ำล้มมากที่สุด ร้อยละ 80 สาเหตุมาจากปัจจัยภายนอก ร้อยละ 20 สาเหตุมาจากปัจจัยภายใน

มาตรการที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการล้มได้อย่างมีนัยสำคัญ (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2558) ได้แก่

- 1) การออกกำลังกายที่ช่วยเรื่องการเดินและการทรงตัว
- 2) การออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวแบบ 3 ระนาบ คือการเคลื่อนไหวที่ไปข้างหน้า-ข้างหลัง การเคลื่อนไหวไปข้าง ๆ และการเคลื่อนไหวแบบขึ้น-ลง
- 3) การปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในบ้านให้เหมาะสม
- 4) การลดละเลิกยาที่มีผลต่อจิตประสาท
- 5) การใช้รองเท้าและแผ่นรองรองเท้าที่เหมาะสม
- 6) การใช้มาตรการป้องกันการล้มหลายมาตรการร่วมกัน

การล้มเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยากสำหรับผู้สูงอายุ แต่หากเราลดปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ลงจะช่วยลดอัตราการล้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าการล้มส่วนใหญ่สามารถป้องกันได้จากการจัดที่อยู่อาศัยให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้สูงอายุซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงในการล้มที่มาจากปัจจัยภายนอก แต่การส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุด้วยการออกกำลังกาย เพื่อให้ผู้สูงอายุมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรงและมีการทรงตัวที่ดียังคงเป็นส่วนสำคัญในการลดปัจจัยเสี่ยงที่มาจากปัจจัยภายในของผู้สูงอายุ

## 2.2 ภาวะกลัวการล้มและการประเมินภาวะกลัวการล้ม

ภาวะกลัวการล้ม (Fear of falling) นั้นเกิดขึ้นได้ทั้งผู้สูงอายุที่เคยล้ม และผู้สูงอายุที่ไม่เคยล้ม ภาวะกลัวการล้มมีผลต่อความสามารถในการทรงตัวในผู้สูงอายุ จากการศึกษาของ แดนเนอวอร์ธน์ จามรจันทร์ (2548) ว่าภาวะกลัวการล้มมีผลต่อระดับการทรงตัวและการทำงานของกล้ามเนื้อขาในการทรงท่าของร่างกายเมื่อถูกรบกวนสมดุล ซึ่งการทำงานของกล้ามเนื้อขา มีความสำคัญต่อการรักษาสมดุลการทรงตัวในผู้สูงอายุ การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อจึงส่งผลกระทบต่อความสามารถในการรักษาสมดุลการทรงตัวของผู้สูงอายุ การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และเพิ่มความสามารถในการทรงตัวเป็นทางเลือกหนึ่งของการป้องกันอุบัติเหตุการล้มในผู้สูงอายุ

Vellas, Wayne, Romero, Baumgartner, and Garry (1997) ได้ทำการศึกษาแบบไปข้างหน้า 2 ปี เพื่อชี้บ่งลักษณะของผู้สูงอายุ ที่พัฒนาภาวะกลัวการล้มหลังจากที่มีประสบการณ์ในการล้ม และหาสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับความกลัวที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะสุขภาพ โดยการส่งไปรษณีย์บัตรไปสอบถาม และการสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ โดยสอบถามถึงสถานการณ์ภาวะกลัวการล้มและผลกระทบของแต่ละรายงานตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก อีกทั้งให้ผู้เข้าร่วมแต่ละคนรับการทดสอบทางกายภาพและการประเมินสุขภาพทุกปีที่ทำการศึกษา พบว่าผู้เข้าร่วม 70 คน จาก 219 คน คิดเป็นร้อยละ 32 ที่มีประสบการณ์การล้มในช่วง 2 ปีที่ศึกษาภาวะกลัวการล้มในหญิงมีมากกว่าชาย ในอัตราร้อยละ 74 ต่อ ร้อยละ 26 ในปีแรกที่ศึกษาคนที่ล้มที่กลัวการล้มซ้ำ มีภาวะผิดปกติในเรื่องการทรงตัวและการเดินมากกว่ากลุ่มที่ไม่กลัว ในอัตราร้อยละ 31.9 ต่อ ร้อยละ 7.4 เมื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ เพศ อายุ สภาพจิตใจ ความปกติของการทรงตัวและการเดิน ฐานะการเงิน และสุขภาพกาย พบปัจจัยที่มีผลต่อภาวะกลัวการล้ม ได้แก่ การเดินผิดปกติ มีการรับรู้ตนเองต่ำในเรื่องสุขภาพ สภาวะทางปัญญา และฐานะการเงิน ผู้เข้าร่วมที่รายงานประสบการณ์ภาวะกลัวการล้มมีความผิดปกติในเรื่องของการทรงตัว การเดิน และสติปัญญา เพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่มากขึ้น ซึ่งภาวะกลัวการล้มมีผลให้ระดับการเคลื่อนไหวลดลงด้วย

นอกจากนี้ Reelick, van, Kessels, and Rikkert (2009) ได้ศึกษาอิทธิพลของภาวะกลัวการล้มที่มีต่อการเดินและการทรงตัวในผู้สูงอายุที่อายุมากกว่า 75 ปี โดยใช้ Activities-specific balance confidence scale คัดแยกภาวะกลัวการล้ม หากได้ผลน้อยกว่า 67 ถือว่ากลัวการล้ม และเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มที่กลัวการล้มและไม่กลัวการล้ม พบว่าในกลุ่มที่กลัวการล้มมีความเร็วในการเดินลดลง อีกทั้งระยะทางและเวลาระหว่างขั้นเท้าข้างหนึ่งแตะพื้น

ถึงระยะของเท้าข้างเดิมแต่ละพื้นในรอบการเดินถัดไป (Stride-length และ stride-time) เพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าภาวะกัวการล้มมีผลกระทบต่ออาการเดินและการทรงตัว รวมถึงคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ และเมื่อให้มีกิจกรรมที่ต้องใช้สมองระหว่างการเดิน ได้แก่ การคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการพูดคุย พบว่ามีการเดินที่ช้าลงของกลุ่มที่กัวการล้ม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการปรับการทรงตัว มากกว่าที่จะเป็นสัญญาณของการควบคุมการทรงตัวที่ลดลง ภาวะกัวการล้มไม่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการเข้าร่วมกิจกรรมที่ต้องใช้สมองระหว่างที่เดิน

จากความสัมพันธ์ระหว่างภาวะกัวการล้มที่มีต่อการล้มและการทรงตัว การวิจัยนี้จึงทำการประเมินภาวะดังกล่าวก่อน ระหว่างและหลังการฝึกโปรแกรมออกกำลังกาย เพื่อศึกษาผลของฝึการทรงตัวกับภาวะกัวการล้ม เนื่องจากในปัจจุบันมีการพัฒนาแบบประเมินภาวะภาวะกัวการล้มกันอย่างหลากหลาย ในงานวิจัยต่างประเทศ เช่น การศึกษาของ Hill (1996) ได้เลือกใช้แบบประเมินความกังวลหรือกัวการล้ม (Falls efficacy scale, FES) สำหรับการศึกษารอง Lachman et al. (1998) และ F. Li, K. John, Peter, Edward, and Nicole (2003) ได้ใช้แบบสำรวจกิจกรรมและภาวะกัวการล้มในผู้สูงอายุ (Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly, SAFE) นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Li et al. (2002) ยังได้มีการใช้แบบสำรวจกิจกรรมและภาวะกัวการล้มในผู้สูงอายุ (Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly, SAFE) ควบคู่ไปกับมาตรวัดความมั่นใจในการทรงตัว (Activities-specific balance confidence scale, ABC) อีกด้วย ซึ่งในทุกการศึกษายี่ 2 นั้นพบว่า แบบประเมินที่นำมาใช้นั้นสามารถใช้จำแนกระดับภาวะกัวการล้มได้ สำหรับการเลือกใช้แบบประเมินภาวะกัวการล้มนั้นต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับคุณลักษณะของผู้สูงอายุในแต่ละประเทศที่แตกต่างกันด้วย สำหรับประเทศไทยนั้น ผู้วิจัยเห็นว่า แบบประเมินภาวะกัวการล้มของพันพิสสา แสงพริ้ง (2553) ตามภาคผนวก ฎ นั้นมีความเหมาะสม เนื่องจากมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับคนไทยโดยเฉพาะแบบประเมินภาวะกัวการล้มนี้มีลักษณะเป็นแบบสอบถามเพื่อวัดภาวะกัวการล้มในผู้สูงอายุไทย มี 34 ข้อ ใช้คำตอบแบบ 6 หัวข้อ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 3 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านสมรรถภาพทางกาย 15 ข้อ ด้านสิ่งแวดล้อม 8 ข้อ และด้านจิตสังคม 11 ข้อ มีค่าความสอดคล้องภายในเท่ากับ 0.965, ความเที่ยงในการทดสอบซ้ำเท่ากับ 0.874 ความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ 4 คน ความตรงเชิงเหมือนเท่ากับ -0.910, ความตรงเชิงต่างเท่ากับ 0.122 จุดตัดคะแนนที่ดีที่สุด คือ 66 คะแนน พื้นที่ใต้กราฟ 0.794 ความไวของเครื่องมือเท่ากับ 90.1% ความจำเพาะของเครื่องมือเท่ากับ 100% ผู้ที่มีภาวะกัวการล้มจะได้คะแนนตั้งแต่ 66 คะแนนขึ้นไป



จากผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการล้มและภาวะกักตัวการล้มข้างต้น พบว่าทุกการศึกษาจะเสนอให้เสริมสร้างสุขภาพให้กับผู้สูงอายุด้วยการออกกำลังกาย และการฝึกการทรงตัว โดยทงงานวิจัยที่กล่าวมาขึ้นย่นว่า การออกกำลังกายเป็นกิจกรรมสำคัญที่ป้องกันการล้มในผู้สูงอายุได้

## 2.3 การทรงตัวและการออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว

### 2.3.1 ประโยชน์ของการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ

ในมุมมองของระบบบริการสุขภาพเชิงรับ (Passive health service) จะมีแนวคิดว่าคุณคนเมื่ออายุมากขึ้นจนเข้าสู่วัยสูงอายุ จะมีภาวะเสื่อมถอยและสมรรถภาพการทำงานที่ทางกายลดลง ส่งผลให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวและการช่วยเหลือตนเองของลดลง จนในที่สุดกลายเป็นผู้ป่วยและต้องรอรับบริการทางการแพทย์ รัฐจึงมุ่งเน้นไปที่การจัดบริการเพื่อการรักษาซึ่งต้องลงทุนดูแลรักษาผู้สูงอายุที่มีภาวะความเจ็บป่วยในราคาที่สูง แต่ในมุมมองระบบบริการสุขภาพเชิงรุก (Pro-active health Service) กลับมีแนวคิดว่าการมุ่งเน้นส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันภาวะเจ็บป่วย ซึ่งเป็นการลงทุนคุ้มค่ามากกว่า จึงควรส่งเสริมให้ผู้สูงอายุออกกำลังกายอย่างเพียงพอต่อการดำรงภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุ (อัจฉรา ปุระาคม, 2558) แม้ว่าอวัยวะและระบบต่างๆ ในร่างกายจะเริ่มตกอยู่ในภาวะเสื่อมถอยและลดประสิทธิภาพการทำงานที่ลงเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุแล้วก็ตาม

Daley (2010) ได้กล่าวถึงการทดลองในฝาแฝด เพื่อเปรียบเทียบนิสัยการออกกำลังกายกับความยาวของเทโลเมียร์ (Telomeres) ซึ่งการสั้นลงของเทโลเมียร์ (Telomeres) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดสภาวะแก่ พบว่าคุณแฝดที่ออกกำลังกายเป็นประจำอย่างน้อย 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์มีเทโลเมียร์ (Telomeres) ที่ยาวกว่า และการตรวจสอบอายุทางชีววิทยา พบว่ามีอายุอ่อนกว่าคุณแฝดที่ไม่ได้ออกกำลังกาย ถึง 9 ปี การออกกำลังกายนั้นจะช่วยกระตุ้นการหลั่ง Growth hormone ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการซ่อมแซมเซลล์ ช่วยสร้างกล้ามเนื้อ และสลายไขมันในร่างกาย การออกกำลังกายช่วยชะลอกระบวนการแก่

มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (2558) เสนอว่า การออกกำลังกายแบบผสมผสาน ได้แก่ การออกกำลังกายที่ช่วยในเรื่องการเดินและทรงตัว ร่วมกับการออกกำลังกายแบบเสริมสร้างความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และความต้านทานของกล้ามเนื้อ และการออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวแบบ 3 ระนาบ ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บจากการล้มและความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหักจากการล้มได้อย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงการศึกษาของ

ทิวาพร ทวีวรรณกิจ (2553) ที่ได้ศึกษาการทรงตัว การล้ม และคุณภาพชีวิตในผู้สูงอายุที่เคลื่อนไหวและไม่เคลื่อนไหวร่างกายเป็นประจำ พบว่า การออกกำลังกายช่วยชะลอความเสื่อมของระบบต่าง ๆ ของร่างกายได้ แต่มีผู้สูงอายุร้อยละ 60 ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำ และผู้สูงอายุที่ไม่เคลื่อนไหวร่างกายยังมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

นอกจากประโยชน์ในเรื่องของความแข็งแรงทางร่างกาย ที่เกิดจากการออกกำลังกายแบบรายบุคคลแล้ว การออกกำลังกายแบบกลุ่มนั้น จะช่วยสนับสนุนให้ผู้สูงอายุเข้าร่วมในการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะคุณลักษณะเครือข่ายทางสังคมในกิจกรรมจะเป็นแรงกระตุ้นให้สมาชิกทำกิจกรรมได้อย่างยาวนานมากกว่า (อัจฉรา ปุราคม, 2558) แรงดึงดูดของกลุ่มที่ช่วยให้ผู้สูงอายุออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง จะช่วยเพิ่มสมรรถนะทางร่างกายให้แข็งแรงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rubenstein et al. (2000) และ Barnett, Smith, Lord, Williams, and Baumand (2003) ที่ได้จัดโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มให้กับผู้สูงอายุ และพบว่าความแข็งแรง การเคลื่อนไหว ดีขึ้น และจำนวนการล้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นว่าการออกกำลังกายในผู้สูงอายุนั้นมีประโยชน์อย่างมาก โดยเฉพาะการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน และการออกกำลังกายที่ช่วยฝึกการทรงตัว ที่จัดเป็นกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้สูงอายุได้รับประโยชน์ทั้งด้านร่างกาย และจิตสังคมควบคู่กัน

### 2.3.2 การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน (Resistance training)

การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน หมายถึง การออกกำลังกายใด ๆ ที่ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวต้านกับแรงต้านภายนอก เพื่อเพิ่มความแข็งแรง ความตึงตัว มวล และความทนของกล้ามเนื้อ แรงต้านภายนอกที่ใช้ในการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน ได้แก่ น้ำหนัก ความดันไฮโดรลิก น้ำหนักตัวของผู้ออกกำลังกาย ก้อนอิฐ ทุบทราย หรือวัตถุใด ๆ ที่เป็นสาเหตุให้กล้ามเนื้อหดตัวได้ ตัวอย่างเช่น การยกน้ำหนัก การใช้เครื่องออกกำลังกาย หรือออกกำลังกายด้วยยางยืด การฝึกแบบมีแรงต้านนี้จะทำให้เกิดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อระดับเซลล์ ทำให้ร่างกายต้องซ่อมแซม ซึ่งมีผลให้กล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้น จึงจำเป็นต้องให้กล้ามเนื้อได้พัก เพื่อให้สามารถฟื้นฟูได้ การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านเหมาะกับผู้สูงอายุ เนื่องจากช่วยสร้างกล้ามเนื้อ ลดความเสื่อมของมวลกล้ามเนื้อ และช่วยเพิ่มความหนาแน่นของมวลกระดูก อีกทั้งการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่ความหนักขั้นระดับกลาง ด้วยเครื่องออกกำลังกาย และการยกน้ำหนัก ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและกำลังให้ผู้สูงอายุ ที่อายุมากกว่า 80 ปีได้ (Daley, 2010) สอดคล้องกับการศึกษาของ McArdle et al. (2016) ที่พบว่าผู้ใหญ่ที่อายุมากกว่า 50 ปี มีแนวโน้มจะสูญเสียมวลกล้ามเนื้อถึง 0.18 กิโลกรัมต่อปี การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน จึงเหมาะสำหรับวัยกลางคน และผู้สูงอายุ

ทั้งชายและหญิง ผู้ใหญ่ที่ไม่ออกกำลังกาย อายุเฉลี่ย 50 ปี สามารถเพิ่มกล้ามเนื้อได้ถึง 1.1 กิโลกรัม และเพิ่มความแข็งแรงได้ถึง 30% หลังจากออกกำลังกายแบบมีแรงต้านนานถึง 18-20 สัปดาห์ การเพิ่มขึ้นนี้ขึ้นกับน้ำหนักที่ยก ความถี่ และระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก

จากประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน ซึ่งช่วยพัฒนากล้ามเนื้อให้มีความแข็งแรง จึงได้มีการนำมาใช้ร่วมกันกับการฝึกการทรงตัว เพื่อให้กล้ามเนื้อที่ช่วยในการทรงตัวมีความแข็งแรงขึ้น โดยเฉพาะกล้ามเนื้อส่วนล่างและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว

### 2.3.3 การฝึกการทรงตัว (Balanced training)

การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการรักษาความสัมพันธ์ที่เหมาะสมระหว่างจุดศูนย์กลางมวล (Center of mass) กับพื้นที่ฐานรองรับ (Base of support) ของร่างกาย มีการใช้ระบบรับรู้ความรู้สึก ระบบสั่งการ และระบบรับรู้สติในการทำให้ทรงตัวอยู่ได้ การควบคุมการทรงตัวต้องอาศัยหลายกระบวนการที่มีความซับซ้อน ทั้งที่อยู่ในภาวะจิตสำนึก และภาวะจิตใต้สำนึก ระบบรับรู้ความรู้สึก ได้แก่ ระบบการมองเห็น ระบบการทรงตัวของหูชั้นในที่จะถ่ายทอดข้อมูลของท่วงท่าและการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยเฉพาะการเคลื่อนไหวของศีรษะ สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ระบบรับรู้ความรู้สึกของกระดูก ข้อ และกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะส่วนขา และระบบสมองส่วน cortex ที่รวบรวมและแปลความหมายของข้อมูลความรู้สึกที่ได้รับ ซึ่งจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวตอบสนองต่อระบบรับรู้ความรู้สึกของร่างกายและการเปลี่ยนท่วงท่าต่างๆ การทรงตัวจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การทรงตัวแบบอยู่กับที่ (Static balance) และการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ (Dynamic balance) (Faraldo-García, Santos-Pérez, Crujeiras-Casais, Labella-Caballero, & Soto-Varela, 2012; พิระพงศ์ บุญศิริ, 2535)

การทรงตัวแบบอยู่กับที่ (Static balance) เป็นความสามารถในการรักษาสมดุลของร่างกายขณะที่ยืนอยู่กับที่ ซึ่งเกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างระบบรับรู้ความรู้สึกเฉพาะระบบการรับรู้การทรงตัว และระบบการมองเห็น

การทรงตัวแบบเคลื่อนที่ (Dynamic balance) เป็นความสามารถในการรักษาสมดุลของร่างกายขณะที่มีการเคลื่อนไหวร่างกาย จากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างระบบรับรู้ความรู้สึกเฉพาะ ระบบการรับรู้การทรงตัว และระบบการมองเห็น เช่นเดียวกันกับการทรงตัวแบบอยู่กับที่ แต่มีการทำงานที่ซับซ้อนกว่า การควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายในท่าเคลื่อนที่ ร่างกายจะพยายามรักษาความสมดุลของข้อต่อไว้ด้วยกลไกการควบคุมของเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ (Guyton, 1963) ส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดการเกร็งตัว และมี

การทำงานของระบบการสร้างสมดุลแบบรีเฟล็กซ์ (Reflex stabilization) ซึ่งเป็นการตอบสนองของระบบประสาทและกล้ามเนื้อให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

อารีรัตน์ สุพุทธิธาดา (2553) ได้ระบุผลของการสูญเสียการทรงตัว โดยแยกตามระบบของร่างกายที่เกี่ยวข้องไว้ ดังนี้

1) ระบบรับรู้ความรู้สึกส่วนปลาย หากมีพยาธิสภาพที่ ระบบการมองเห็น ระบบการทรงตัวของหูชั้นใน และระบบรับรู้ความรู้สึกโดยเฉพาะส่วนขา จะส่งผลให้สูญเสียความสามารถในการรับรู้ความรู้สึก ของท่าทางท่าและการเคลื่อนไหวของศีรษะ ลำตัวสัมพันธ์กับสภาวะแวดล้อมทั้งแบบคงที่และแบบเคลื่อนที่

2) ระบบรับรู้ความรู้สึกส่วนกลาง หากมีพยาธิสภาพที่สมองส่วน cortex ที่รวบรวมและแปลความหมายของข้อมูลความรู้สึกที่ได้รับ จะส่งผลให้สูญเสียความสามารถในการรวบรวมข้อมูลจากความรู้สึกที่ได้รับ การรับรู้ สภาวะแวดล้อมทั้งแนวตั้งและแนวนอน (Horizontal และ vertical perception of space)

3) ระบบสั่งการส่วนปลาย หากมีพยาธิสภาพที่ กล้ามเนื้อ ข้อต่อ และหน่วยยนต์ (Motor unit) จะส่งผลให้สูญเสียความสามารถในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงท่าทาง

4) ระบบสั่งการส่วนกลาง หากมีพยาธิสภาพที่ สมองส่วนที่ทำหน้าที่วางแผน ประสานงานและควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย จะส่งผลให้สูญเสียความสามารถในการวางแผนประสานงานและควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายภายใต้สภาวะแวดล้อมทั้งแบบคงที่และแบบที่เคลื่อนที่

5) ระบบรับรู้สติส่วนกลาง หากมีพยาธิสภาพที่ สมองส่วน cortex และ limbic ที่ทำหน้าที่ด้านความสนใจ สมาธิ การตอบสนองต่อสิ่งเร้าและการตัดสินใจ จะส่งผลให้สูญเสียความสามารถในการจดจำวิธีการที่ประสบความสำเร็จในการทรงตัวในอดีต การตัดสินใจเมื่อมีอันตราย

บุคคลที่อายุมากกว่า 65 ปี พบว่า 1 ใน 3 ล้มระหว่างทำกิจกรรมในบ้าน การล้มเป็นสาเหตุให้เกิดกระดูกสะโพกหัก หรือกระดูกข้อมือหัก การฝึกการทรงตัวจึงเป็นกิจกรรมที่ต้องส่งเสริมในผู้สูงอายุ มีหลักฐานทางการศึกษาหลายฉบับยืนยันว่า การออกกำลังกายบางประเภทที่มุ่งเน้นฝึกการทรงตัวโดยเฉพาะสามารถช่วยเพิ่มขีดความสามารถการทรงตัวและการเคลื่อนไหวร่างกายที่เปลี่ยนไปจากอายุที่เพิ่มขึ้นได้ในระดับปานกลางถึงมาก และช่วยลดความเสี่ยงในการล้ม (Rose, 2010) นอกจากนี้ ACSM/AHA guideline (Chodzko-Zajko, 2014) ยังได้เสนอให้ใช้การฝึกการทรงตัวสำหรับบุคคลที่ล้มบ่อย หรือบุคคลที่มีปัญหาในการเคลื่อนไหวร่างกาย

มีการศึกษาจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่า การฝึกการทรงตัวช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว กล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย นอกจากนี้การเดินยังช่วยให้การทรงตัวดีขึ้น (Denise et al., 2012; กรอนงค์ ยืนยงชัยวัฒน์, 2548; รัชดาพร จุลละนันท์, 2548) และมีการเสนอแนะให้มีการกำหนดไว้ในส่วนหนึ่งของโปรแกรมออกกำลังกายที่ช่วยป้องกันการล้ม แต่เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีหลักฐานทางการศึกษาเพียงพอที่จะสรุปถึง ความถี่ ความหนัก หรือชนิดของการฝึกการทรงตัว ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับผู้สูงอายุ ACSM/AHA Guideline (Chodzko-Zajko, 2014) จึงได้กำหนดแนวทางในการฝึกการทรงตัวไว้ ดังนี้

1) ทำท่าที่ยากขึ้น โดยค่อย ๆ ลดพื้นที่การรองรับจากพื้น เช่น การยืนสองขา การยืนต่อเท้าที่ละข้าง และการยืนขาเดียว

2) ให้มีการเคลื่อนไหวตัวออกจากจุดศูนย์กลางถ่วง เช่น การเดินต่อเท้า การเดินเป็นวงกลม

3) ทำท่าที่ทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ เช่น ยืนบนลิ้นเท้า ยืนโดยปลายเท้า

4) ลดการรับรู้ เช่น ยืนโดยปิดตา

5) ความหนักและระยะเวลาของการฝึก ควรอยู่ในระดับต่ำเท่าขีดจำกัดของความสามารถร่างกายของผู้สูงอายุ การเพิ่มกิจกรรมให้พิจารณาเป็นรายบุคคล ตามความอดทนและความชอบ การประเมินความหนักของการออกกำลังกายสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

1) การทดสอบการพูดขณะออกกำลังกาย การออกกำลังกายระดับเบาผู้ออกกำลังกายจะสามารถร้องเพลงขณะออกกำลังกายได้ การออกกำลังกายระดับปานกลางผู้ออกกำลังกายจะสามารถพูดจาโต้ตอบได้ในขณะออกกำลังกาย และการออกกำลังกายระดับหนักผู้ออกกำลังกายจะไม่สามารถพูดโต้ตอบได้อย่างปกติ ซึ่ง Reed and Pipe (2014) ยืนยันว่าวิธีการทดสอบการพูดขณะออกกำลังกายนั้นมีความน่าเชื่อถือ สามารถใช้ประเมินความหนักของการออกกำลังกายได้

2) การทดสอบโดยใช้แบบประเมินที่เรียกว่า การรับรู้ความเหนื่อยของบอร์ก (Borg rating of perceived exertion, RPE) การประเมินนี้ทำโดยใช้ความรู้สึกของผู้ออกกำลังกายขณะออกกำลังกายว่าหนักหรือเหนื่อยเท่าใด อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ ปริมาณเหงื่อที่ออก และอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกาย วิธีการนี้จะทำให้ประเมินได้ว่าออกกำลังกายหนักแค่ไหน หากยังไม่ถึงเกณฑ์เราก็สามารถเร่ง หรือหากมากเกินไปก็สามารถลดการออกกำลังกายลง ได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของ อาร์ พี อี สเกล กับอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (McArdle et al., 2016) ตามตารางที่ 2.1 โดยความหนักปานกลางเมื่อวัดด้วย อาร์ พี อี สเกล

นั้นจะอยู่ระหว่างคะแนน 11-14 ซึ่งเทียบเคียงได้กับเปอร์เซ็นต์การเต้นของหัวใจสูงสุดระหว่าง 52-85%

**ตารางที่ 2.1** ความสัมพันธ์ระหว่าง อาร์ พี อี สเกล (RPE scale) และการเทียบค่าเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Equivalent % heart rate max)

RPE scale		Equivalent % heart rate max
6	เบามากๆ Very, very light	
7		
8		
9	เบามาก Very light	
10		
11	เบา	52-66
12	Fairly light	
13	เริ่มหนัก	61-85
14	Somewhat hard	
15	หนัก	86-91
16	Hard	
17	หนักมาก	92
18	Very hard	
19	หนักมากๆ Very, very hard	

สำหรับงานวิจัยนี้ ไม่ได้เลือกใช้การประเมิน อาร์ พี อี สเกล เพื่อประเมินความหนักของการออกกำลังกายด้วยโปรแกรมฝึกการทรงตัว เนื่องจากการควบคุมเปอร์เซ็นต์การเต้นของหัวใจสูงสุดระหว่าง 52-85% ในผู้สูงอายุทำได้ยาก ประกอบกับภาวะสุขภาพที่ไม่แข็งแรง อาจทำให้มีความหนักมากเกินไปและเกิดอันตรายสำหรับผู้สูงอายุบางท่านได้ จากการทบทวนงานวิจัยพบว่าการออกกำลังกายด้วยการฝึกไทชิเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่มีความเร็วในการเคลื่อนไหวต่ำ แต่มีระดับความหนักในการใช้พลังงานเทียบเท่ากับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในระดับปานกลาง (Moderate intensity)(Lan, Chen, & Lai, 2008) ดังนั้น ความหนักในการออกกำลังกายของโปรแกรมฝึกการทรงตัวในงานวิจัยนี้ เป็นการดัดแปลงมาจากท่าไทชิ จึงถือว่ามีระดับปานกลาง

### 2.3.4 ผลของการฝึกการทรงตัว

โปรแกรมฝึกการทรงตัวนั้นมีหลายรูปแบบ เช่น ไทชิ โยคะ มวยไทย การเดิน การแกว่งแขน โปรแกรมฝึกการทรงตัวแบบมาตรฐานหรือที่ผู้วิจัยทั่วไปคิดค้นหรือดัดแปลงขึ้น รวมถึงการออกกำลังกายบนเก้าอี้ ปัจจุบันมีงานวิจัยหลายฉบับที่เปรียบเทียบโปรแกรมฝึกการทรงตัวในรูปแบบที่แตกต่างกัน หรือเปรียบเทียบการฝึกการทรงตัวกับการออกกำลังกายแบบอื่น ผลการศึกษาส่วนใหญ่ชี้ให้เห็นว่าการฝึกการทรงตัวมีความสำคัญในการพัฒนาสุขภาพของผู้สูงอายุ ดังนี้

ทิวาพร ทวีวรรณกิจ (2553) ได้ประเมินความสามารถการทรงตัว การล้ม และคุณภาพชีวิตในผู้สูงอายุที่เคลื่อนไหวและไม่เคลื่อนไหวร่างกายเป็นประจำ ในอาสาสมัคร อายุ 65-80 ปี จำนวน 150 คน ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มออกกำลังกายเป็นประจำ กลุ่มทำกิจกรรมทางกายระหว่างวันเป็นประจำ และกลุ่มที่เคลื่อนไหวร่างกายไม่เพียงพอ ผลประเมินด้านการทรงตัวโดย Timed up and go test พบว่า กลุ่มออกกำลังกายเป็นประจำมีความสามารถในการทรงตัวดีที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มทำกิจกรรมทางกายระหว่างวันเป็นประจำ และกลุ่มที่เคลื่อนไหวร่างกายไม่เพียงพอ ตามลำดับ อีกทั้งยังพบว่ากลุ่มที่เคลื่อนไหวร่างกายไม่เพียงพอมีจำนวนผู้ที่เคยล้มในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา มากกว่ากลุ่มที่เคลื่อนไหวเป็นประจำประมาณ 2 เท่า โดยความเคลื่อนไหวอย่างเพียงพอจำเป็นต้องเพียงพอทั้งในด้านความถี่ ความหนัก และระยะเวลา นอกจากนี้ เกศินี แซ่เลา และวิจิต คณิงสุขเกษม (2555) ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยการแกว่งแขน การเดิน และการเดินตามด้วยการแกว่งแขนที่มีต่อสุขสมรรถนะของผู้สูงอายุหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง อายุ 60-69 ปี จำนวน 47 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มออกกำลังกายด้วยการแกว่งแขน การเดิน และการเดินตามด้วยการออกกำลังกายด้วยการแกว่งแขนต่อเนื่องกัน ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 50 นาที พบว่ากลุ่มออกกำลังกายด้วยการแกว่งแขนมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ และการทรงตัวเพิ่มขึ้นมากกว่าอีก 2 กลุ่ม ในการเปรียบเทียบก่อนและหลังทดลองพบว่าเฉพาะกลุ่มออกกำลังกายด้วยการแกว่งแขน และกลุ่มออกกำลังกายด้วยการเดิน มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ และการทรงตัวเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทย ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการฝึกไทชิ ของอานันท์ รุ่งเรือง และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร (2557) ที่ได้ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างอายุตั้งแต่ 60-70 ปี เพศหญิงจำนวน 39 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 19 คน กลุ่มทดลองทำการฝึกออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทยเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน วัน ๆ ละ 40 นาที และกลุ่มควบคุมให้ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ พบว่า

หลังการฝึก 10 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทยมีความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อสูงกว่ากลุ่มควบคุม อีกทั้งมีการทรงตัวแบบอยู่กับที่ การทรงตัวแบบเคลื่อนที่ และคะแนนจากแบบสอบถามวัดประสิทธิภาพด้านการล้ม ดีกว่ากลุ่มควบคุม การฝึกออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทยเหมาะสมในการนำไปฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและอดทนของกล้ามเนื้อ การทรงตัว และเพิ่มความมั่นใจในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ช่วยป้องกันการล้มของผู้สูงอายุได้

สำหรับ Persch, Ugrinowitsch, Pereira, and Rodacki (2009) ได้ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงของขา โดยใช้ตัววัดที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุในการประเมินผล และให้ผู้สูงอายุฝึกความแข็งแรงของขา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน มีการเพิ่มความหนักในการฝึกทุกสัปดาห์ พบว่าการฝึกความแข็งแรงของขาช่วยปรับปรุงค่าของตัววัดที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวได้ ได้แก่ ความเร็วในการเดิน ความยาวของก้าว จังหวะการเดิน และระยะห่างของหัวแม่เท้าขณะเดิน ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงในการล้มอีกด้วย

นอกจากการฝึกความแข็งแรงของขาจะช่วยให้เพิ่มความสามารถในการทรงตัวแล้ว ยังมีหลายการศึกษาที่ยืนยันว่าการฝึกการทรงตัวที่เพิ่มกำลังของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวยังช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัวได้เช่นเดียวกัน ในการศึกษาของศรินยา นุรณสรพลสิทธิ์ (2555) ที่ได้ให้ผู้สูงอายุเพศหญิงอายุ 60-69 ปี กลุ่มทดลอง 15 คน ฝึกโปรแกรมเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวจำนวน 12 ท่า เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 1 ชั่วโมง และกลุ่มควบคุม 15 คนไม่ได้รับการฝึก พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว และความสามารถในการทรงตัวหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ดีขึ้น อีกทั้งดีขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วิลาวัดย์ กันหาชน (2557) ที่ได้เปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยการเดิน Paslop และการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวแบบจำเพาะต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในอาสาสมัครที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ อีกทั้งการศึกษาของ Seo et al. (2013) ยังได้ยืนยันว่าความสมดุลของกล้ามเนื้อหน้าท้องมีความสัมพันธ์กับการทรงตัว

การออกกำลังกายบนเก้าอี้เป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่อ่อนแอ และมีความเสี่ยงในการล้มสูง Anthony et al. (2013) ได้จัดทำบทความทบทวนวิชาการเกี่ยวกับผลของนั่งออกกำลังกายบนเก้าอี้ หรือ Chair-based exercises (CBEs) ในผู้สูงอายุที่อายุมากกว่า 65 ปี ที่ตีพิมพ์ในฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ระหว่างปี 2533 ถึงกุมภาพันธ์ 2554 โดยเลือกการศึกษาที่ทดลองแบบสุ่ม และมี



การเทียบกับกลุ่มควบคุม พบมี 164 การศึกษา คัดออกตามเกณฑ์แล้วที่เหลือนำมาวิเคราะห์ได้ 6 การศึกษา มี 26 ผลลัพธ์ ที่รายงาน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ การเคลื่อนไหวและการทำหน้าที่ สมรรถภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือด และสุขภาพจิต พบว่าทุกรายงานมีคุณภาพทาง การศึกษาตามมาตรฐาน Jadad ต่ำ (<2 ระดับ 0-5) มี 2 การศึกษาที่พบว่า ไม่มีประโยชน์ มี 4 การศึกษาที่พบว่ามีประโยชน์ ใน 3 กลุ่ม และเสนอให้ศึกษาถึงประสิทธิผลของออกกำลังกายบน แก้อั้วเพิ่มเติม อีกทั้ง Vogler, Sherrington, Ogle, and Lord (2009) ได้เปรียบเทียบประสิทธิผล ของปัจจัยความเสี่ยงในการล้มระหว่าง การนั่งออกกำลังกายบนแก้อั้ว การยกน้ำหนัก และการ เยี่ยมบ้าน ในผู้สูงอายุที่ถูกจำหน่ายจากโรงพยาบาลเป็นการทดลองแบบสุ่ม ใช้เวลา 12 สัปดาห์ ศึกษาในผู้สูงอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป จำนวน 180 คน ที่เพิ่งถูกจำหน่ายจากโรงพยาบาล โดยแบ่ง ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนั่งออกกำลังกายบนแก้อั้ว กลุ่มยกน้ำหนัก และกลุ่มได้รับการเยี่ยม บ้าน กลุ่มละ 60 คน (Anthony et al., 2013) ผลเบื้องต้น วัดด้วย Physiological profile assessment fall risk score และการทรงตัวขณะยืน ผลในขั้นที่สองวัดด้วย Component parts of the PPA และการวัดด้านร่างกายและจิตใจ หลังการฝึก 12 สัปดาห์ทำการวัดผล พบว่ากลุ่มยก น้ำหนักมีประสิทธิผล PPA Score และการทรงตัวขณะยืนดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการเยี่ยมบ้าน กลุ่มนั่ง ออกกำลังกายบนแก้อั้วมีประสิทธิผล PPA Score ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการเยี่ยมบ้าน แต่มีอัตราการ ปวดกล้ามเนื้อและกระดูกมากที่สุด

การฝึกการทรงตัวด้วยไทชิเป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน ไทชิเป็นการออกกำลังกายที่มี ความนุ่มนวลและต่อเนื่อง จากทำหนึ่งไปสู่อีกทำหนึ่งอย่างเป็นลำดับ แต่จะทำจะประกอบด้วยการ เคลื่อนไหว 20-100 ครั้ง ใช้เวลาการฝึกมากกว่า 20 นาที ชื่อทำต่างๆ ดัดแปลงมาจากธรรมชาติ ใช้ฝึกเพื่อสร้างสมดุลหยินหยาง มีการเคลื่อนไหวที่สมดุล โดยระหว่างการฝึกต้อง มุ่งความสนใจ ไปที่ลมหายใจ ซึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่กระบังลม (Daley, 2010) การฝึกการทรงตัวด้วย ไทชิ หรือ การนำท่าราชของไทชิมาดัดแปลงเพื่อใช้ฝึกการทรงตัวนั้นเป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน อีกทั้ง พบว่าในหลายผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ไทชิ ช่วยสร้างสมรรถนะการทรงตัวที่ดีกว่า หรือเทียบเท่ากับการฝึกการทรงตัวในรูปแบบอื่น

การศึกษาอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการฝึกการทรงตัวด้วยไทชิ ให้ผลการศึกษาที่น่าสนใจอย่างมาก นอกจากนี้ยังพบว่าการฝึกไทชิช่วยเสริมสร้างสมรรถนะด้านการทรงตัวในผู้สูงอายุในหลาย การศึกษา ได้แก่ การศึกษาของ Ni et al. (2014) และ Lelard et al. (2010), Denise et al. (2012) รัชดาพร จุลละนันท์ (2548) และ Li et al. (2005)

Ni et al. (2014) ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกไทชิ การฝึกทรงตัวแบบมาตรฐาน และโปรแกรมโยคะที่ออกแบบเฉพาะ ในผู้สูงอายุ 39 คน อายุเฉลี่ย 74.15 ปี ฝึกไทชิ 11 คน การฝึก ทรงตัวแบบมาตรฐาน 15 คน และโปรแกรมโยคะที่ออกแบบเฉพาะ 13 คน ฝึก 12 สัปดาห์ มีการวัดความสามารถในการทรงตัวก่อน และหลังฝึก ได้แก่ ความสามารถในการทรงตัวขณะยืน วัดโดย Field tests, 8-foot up-and-go test, 1-leg stance, Functional reach และ Usual and maximal walking speed static รวมถึงการวัดความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวที่วัดโดย postural sway and dynamic posturography พบว่าผู้สูงอายุสามารถทำได้ดีขึ้นในทุกกลุ่ม ในการวัดความสามารถในการทรงตัวขณะยืน และความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว สรุปได้ว่า การออกกำลังกายทั้ง 3 แบบให้ผลในการพัฒนาความสามารถในการทรงตัวได้ดีพอ ๆ กัน จึงสามารถใช้เป็นทางเลือกในการออกกำลังกายได้

Lelard, Doutrelot, David, and Ahmaidi (2010) ได้เปรียบเทียบผลของการฝึกไทชิ และโปรแกรมฝึกการทรงตัว ที่มีผลต่อการควบคุมการทรงตัวขณะยืน และความสามารถในการเดินของผู้สูงอายุ ในผู้ฝึกไทชิ อายุเฉลี่ย 76.8 ปี และผู้ฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว อายุเฉลี่ย 77.0 ปี ใช้ระยะเวลาศึกษา 12 สัปดาห์ ฝึกสัปดาห์ละครั้ง ครั้งละ 30 นาที ไม่พบผลที่แตกต่างระหว่างการฝึกไทชิ และโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่มีผลต่อการควบคุมการทรงตัวขณะยืน ไม่พบว่าผล Romberg quotient ที่แตกต่างกันหลังการทดลองทั้ง 2 กลุ่ม แต่พบค่าการทรงตัวขณะปิดตาต่ำกว่าการทรงตัวขณะเปิดตาทั้งก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง นอกจากนี้โปรแกรมฝึกการทรงตัวให้ผล Romberg quotient สูงกว่าไทชิ ไทชิจึงน่าจะส่งผลต่อการทรงตัวขณะปิดตาดีกว่าโปรแกรมฝึกการทรงตัว โดยค่า Romberg quotient นี้ เป็นอัตราส่วนระหว่างค่าการทรงตัวขณะปิดตา และค่าการทรงตัวขณะเปิดตา ซึ่งหาก Romberg quotient มีค่าสูง อาจบ่งบอกถึงการสูญเสียหน้าที่ในการทำงานของระบบประสาทที่ช่วยในการทรงตัว

Denise et al. (2012) ได้ศึกษาการใช้ไทชิเป็นโปรแกรมป้องกันการล้มในชุมชน ในผู้สูงอายุ จาก 684 ชุมชน อายุเฉลี่ย 74.5 ปี เป็นหญิงร้อยละ 73 ที่มีปัจจัยเสี่ยงในการล้มอย่างน้อย 1 ปัจจัย เป็นการศึกษาการฝึกไทชิในระดับต่างกัน ฝึกสัปดาห์ละครั้ง จำนวน 233 คน ฝึกสัปดาห์ละครั้ง จำนวน 220 คน และฝึกออกกำลังกายแบบเบา (Low level exercise program) จำนวน 231 คน ทำการฝึกทั้งหมด 20 สัปดาห์ มีการติดตามจำนวนการล้มทุกเดือนทำการทดสอบความสามารถการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ด้วย Timed-up-and-go test และ Step test รวมถึงการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วย Chair stand test พบว่าอัตราการล้มไม่แตกต่างกันในกลุ่มไทชิ 1 สัปดาห์ และฝึกออกกำลังกายแบบเบา หรือระหว่างกลุ่มไทชิ 2 สัปดาห์ และฝึก

ออกกำลังกายแบบเบา นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการล้มต่อเดือนลดลงในทุกกลุ่ม โดยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 58 การทรงตัวและความแข็งแรงของอวัยวะส่วนล่างดีขึ้นทุกกลุ่มตามเวลาฝึกที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

รัชดาพร จุลละนันท์ (2548) ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการทรงตัวและการล้มในผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายชนิดต่างๆ ได้แก่ กลุ่มเดินรำ ไทชิ เดิน และกลุ่มไม่ได้ออกกำลังกาย ในผู้สูงอายุไทยอายุ 60-70 ปี จำนวน 120 คน ด้วยการทดสอบการยืนขาเดียว และการทดสอบด้วยเครื่องวัดการทรงตัว Balance master พบว่าแต่ละกลุ่มมีอัตราการล้ม ดังนี้ กลุ่มเดินรำมีอัตราการล้มร้อยละ 20 กลุ่มไทชิมีอัตราการล้มร้อยละ 26 กลุ่มเดินมีอัตราการล้มร้อยละ 30 และกลุ่มไม่ได้ออกกำลังกายมีอัตราการล้มร้อยละ 46 และผลการทดสอบการยืนขาเดียวพบว่าทุกกลุ่ม ทำได้มากกว่ากลุ่มไม่ออกกำลังกาย 3 เท่า ขณะล้มตา และ 2 เท่าขณะหลับตา ยกเว้นการทดสอบการยืนด้วยขาซ้ายขาเดียวขณะหลับตา ที่พบว่ากลุ่มไม่ออกกำลังกายแตกต่างจากกลุ่มเดินรำเพียงกลุ่มเดียว สำหรับการทดสอบด้วย Balance master พบว่า % Target sway ไม่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ผลของการฝึกไทชิโดย Li et al. (2005) ในกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่มีร่างกายไม่แข็งแรง อาศัยอยู่ในชุมชน อายุ 72-92 ปี อายุเฉลี่ย 77.48 ปี ที่พอร์ตแลนด์ รัฐโอเรกอน การวัดที่ใช้ ได้แก่ จำนวนการล้ม การวัดความสามารถในการทรงตัวโดย Berg balance scale, Dynamic gait index, Functional reach และการทดสอบการยืนขาเดียว การวัดความสามารถทางกายภาพด้วยการทดสอบการเดินเร็วระยะ 50 ฟุต และการทดสอบ Time up and go test และการวัดภาวะกล้ามเนื้อ โดยวัดเมื่อเริ่มต้น 3 เดือน และ 6 เดือน พบว่าการฝึกไทชิ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน มีผลต่อการลดจำนวนการล้ม ความเสี่ยงในการล้ม และภาวะกล้ามเนื้อ รวมถึงปรับปรุงการทรงตัว และความสามารถทางกายภาพ เมื่อเทียบกับการฝึกยืดเหยียด (Stretching)

อย่างไรก็ตามในบทความทบทวนวิชาการของ Logghe et al. (2010) ที่ได้ทบทวนถึงผลของการฝึกไทชิ ในการป้องกันการล้ม ภาวะกล้ามเนื้อ และการทรงตัวในผู้สูงอายุ โดยศึกษาจากเอกสารที่ตีพิมพ์ระหว่างปี 2532 ถึง มกราคม 2552 พบ 9 การศึกษาที่เข้าเกณฑ์ในการศึกษา (ใน 9 การศึกษานี้มีผู้เข้าร่วมวิจัย 2,203 คน) มี 2 งานวิจัยที่พบว่าไทชิมีผลให้อัตราการล้มลดลง และมี 2 งานวิจัยที่พบว่าไทชิทำให้การทรงตัวขณะยืนดีขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มไม่ออกกำลังกาย แต่ในอีก 5 งานวิจัยกลับพบว่าไทชิไม่มีผลให้อัตราการล้มลดลง และ 2 งานวิจัยพบว่าไทชิไม่มีผลกับการปรับปรุงการทรงตัว แต่มีผลกับภาวะกล้ามเนื้อ จะเห็นได้ว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะ

สรุปว่าการฝึกไทชิ สามารถนำไปใช้ในการป้องกันการล้ม ภาวะกัวการล้ม และการทรงตัวในผู้สูงอายุ ที่อายุมากกว่า 50 ปี จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่าอัตราการล้มของผู้สูงอายุจะขึ้นกับปัจจัยภายนอกถึง 80% และปัจจัยภายใน 20% การวัดอัตราการล้มเพื่อประเมินผลของการฝึกการทรงตัว จึงไม่เหมาะสม เพราะการฝึกการทรงตัวเป็นการแก้ปัญหาจากปัจจัยภายใน จึงไม่น่าสงสัยว่าเหตุใดจึงพบว่ามีถึง 5 งานวิจัยจาก 9 งานวิจัยที่การฝึกไทชิ ไม่ช่วยลดอัตราการล้ม

แม้ว่าในหลายงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมจะแสดงผลว่าการฝึกการทรงตัวด้วยไทชิช่วยเพิ่มสมรรถภาพในการทรงตัว แต่ยังพบในบางงานวิจัยที่ไม่สนับสนุนว่าการฝึกไทชิช่วยเพิ่มสมรรถภาพในการทรงตัวเมื่อเปรียบเทียบกับกรฝึกการทรงตัวแบบอื่น ได้แก่ การศึกษาของอมรเทพ วันดี และชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ (2556) ซึ่งได้พัฒนารูปแบบการออกกำลังกายสำหรับการทรงตัวในผู้สูงอายุหญิงด้วยการเดิน และเปรียบเทียบการออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับการใช้น้ำหนัก กับกรออกกำลังกายด้วยไทชิ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุหญิง อายุระหว่าง 60-69 ปี จำนวน 51 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับการใช้น้ำหนัก และกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยไทชิ พบว่าการออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับการใช้น้ำหนักมีการใช้กล้ามเนื้อที่จำเป็นต่อการทรงตัวได้มากกว่าการออกกำลังกายด้วยไทชิ และสามารถพัฒนาการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวที่ได้มากกว่าการออกกำลังกายด้วยไทชิ โดยให้ความเห็นว่าการออกกำลังกายด้วยไทชิมีการเคลื่อนไหวร่างกายที่อ่อนโยนในปริมาณที่มาก และใช้กล้ามเนื้อในการย่อตัวเป็นส่วนมากถึงแม้จะเพิ่มน้ำหนักเข้าไปในการฝึกก็ตาม ก็ยังคงทำให้ใช้กล้ามเนื้อเพื่ออยู่กับที่มากกว่าการใช้กล้ามเนื้อเพื่อเคลื่อนไหว เมื่อทดสอบด้วยแบบวัดการทรงตัวในเชิงปริมาณการเคลื่อนไหว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กรอนงค์ ยืนยงชัยวัฒน์ (2548) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการทรงตัวระหว่างผู้ที่ออกกำลังกายไทชิกับการเดินในกลุ่มผู้สูงอายุ โดยแบ่งเป็นกลุ่มออกกำลังกายด้วยไทชิ 70 คน และออกกำลังกายด้วยการเดิน 70 คน ทดสอบด้วยการทรงตัวของเบอร์ก (Berg balance Test), Time up and go test และ Chair stand test ผลการทดสอบพบว่า Time up and go test ของกลุ่มที่เดินออกกำลังกายใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่ากลุ่มไทชิ สำหรับการทดสอบอื่นๆ พบว่าไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการนำท่าฝึกของไทชิมาใช้ทั้งหมด โดยไม่เน้นเฉพาะการพัฒนากล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัว อาจส่งผลต่อสมรรถภาพในการทรงตัวน้อยกว่าการฝึกแบบอื่น หรือหากจะนำท่าของไทชิมาออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว จึงควรเลือกเฉพาะท่าไทชิที่เน้นการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย

จากการทบทวนวรรณกรรมในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุที่อ่อนแอ ซึ่งใกล้เคียงกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยจะทำการศึกษา ผู้วิจัยพบว่า ยังไม่มีความชัดเจนในเรื่องผลของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุที่อ่อนแอ กับการทรงตัว Giné-Garriga, Roqué-Fíguls, Coll-Planas, Sitjà-Rabert, and Salvà (2014) ได้ทบทวนวรรณกรรมแบบเป็นระบบ เพื่อดูผลของโปรแกรมการออกกำลังกายที่ช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุที่อ่อนแอ โดยวัดสมรรถภาพในการทำกิจวัตรประจำวัน ด้วยดัชนีบาร์ธเอล เอดีแอล (Barthel activities of daily living, ADL) การเคลื่อนไหว และการเดิน พบมี 12 การศึกษาที่ตรงกับเงื่อนไข ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ฝึกโปรแกรมออกกำลังกายกับกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายมีความเร็วในการเดินที่ดีขึ้นทั้งในการเดินปกติ และการเดินเร็ว การทดสอบระยะทางการเดินในเวลา 6 นาที พบว่าให้ผลที่ดีขึ้น สำหรับผลลัพธ์ด้านความอดทน (Endurance outcome) นั้นไม่สามารถสรุปผลได้ นอกจากนี้การทดสอบการทรงตัวและสมรรถภาพในการทำกิจวัตรประจำวัน ยังให้ผลที่ไม่แน่นอน การศึกษานี้สรุปได้ว่า การออกกำลังกายให้ผลดีกับผู้สูงอายุที่อ่อนแอ ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะของการออกกำลังกาย ได้แก่ ประเภท ความถี่ และระยะเวลา

ในส่วนการศึกษาของ Faber, Bosscher, Paw, and Wieringen (2006) ที่ศึกษาในผู้สูงอายุ 278 คน ที่มีอายุเฉลี่ย 85 ปี ออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลาง ตามโปรแกรม Functional Wall และ In Balance (ซึ่งดัดแปลงมาจากไทชิ) เป็นเวลา 20 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน และมีการติดตามหลัง 52 สัปดาห์ โดยทำการวัดอัตราการล้ม Performance Oriented Mobility Assessment (POMA), Physical Performance Score และ Groningen Activity Restriction Scale (GARS) พบว่ากลุ่มที่ฝึกโปรแกรม Functional Wall ล้ม 3.3 ครั้งต่อปี ซึ่งสูงกว่ากลุ่ม In balance ซึ่งล้ม 2.4 ครั้งต่อปี (ไม่มีนัยสำคัญ) มีการปรับปรุงค่า POMA และ Physical Performance Score ของทั้ง 2 กลุ่ม แต่เมื่อวิเคราะห์แยก Subgroup ระหว่างผู้สูงอายุปกติ กับผู้สูงอายุที่อ่อนแอ ให้ผลการศึกษาที่ต่างกันออกไป จากผลการทบทวนแบบเป็นระบบของ Gine-Garriga et al. (2014) พบว่าการออกกำลังกายทั้งสองแบบมีผลกับผู้สูงอายุปกติ แต่ไม่มีผลกับผู้สูงอายุที่อ่อนแอ ทำให้เห็นว่า ยังไม่อาจสรุปว่าการฝึกการทรงตัวจะได้ผลกับผู้สูงอายุที่อ่อนแอ

แม้รูปแบบการฝึกการทรงตัวจะมีอย่างหลากหลาย และส่งผลต่อสมรรถภาพการทรงตัวที่ดีขึ้น แต่เนื่องจากผู้สูงอายุเองมีความอ่อนแอและบอบบาง ซึ่งมีแนวโน้มจะตอบสนองต่อการออกกำลังกายในรูปแบบต่าง ๆ ต่ำกว่าวัยอื่น ๆ การเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะของผู้สูงอายุจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ผู้วิจัยนำมาพิจารณา โดยสรุปผู้วิจัยมีความเห็นว่าการฝึกด้วยการ

ยื่น และการเดินจะให้ประสิทธิภาพการทรงตัวที่ดีกว่าแบบนั่งบนเก้าอี้ แม้ว่าจะมีความเสี่ยงในการล้มขณะออกกำลังกายมากกว่าก็ตาม การฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางของลำตัวและการฝึกกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายร่วมกัน จึงเป็นทางเลือกในการนำมาใช้สร้างโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุ ผู้วิจัยจึงจะนำการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว และการฝึกไทชิ ซึ่งเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่มีลักษณะนุ่มนวล เคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องและเชื่องช้า มุ่งเน้นการกำหนดลมหายใจให้สัมพันธ์กับท่าที่เคลื่อนไหว นำมาดัดแปลงและคัดเลือกท่าที่เหมาะสม และง่ายต่อการจดจำแก่ผู้สูงอายุมาพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัวในงานวิจัยนี้

### 2.3.5 แนวทางการออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว

American geriatrics society and British (2011) ได้ระบุถึงโปรแกรมออกกำลังกายที่มุ่งเน้นในเรื่องความเสี่ยงของการล้ม และการป้องกันการล้ม ว่ามี 2 วิธีการหลัก ได้แก่

1) โปรแกรมออกกำลังกายแบบหลายปัจจัย (Multifactorial intervention) หมายถึง ชุดของโปรแกรมออกกำลังกายหลายๆ ชุด ที่เสนอให้ผู้เข้าร่วมสามารถฝึกได้มากกว่าหนึ่งโปรแกรม โดยโปรแกรมลักษณะนี้มักนำไปใช้ในการดูแลระยะยาว

2) โปรแกรมออกกำลังกายแบบหลายองค์ประกอบ (Multicomponent intervention) หมายถึง โปรแกรมการออกกำลังกายที่ได้เตรียมให้เหมาะสมสำหรับปัจจัยความเสี่ยงเฉพาะกลุ่มผู้เข้าร่วมฝึกโดยเฉพาะ

การออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกาย อาจทำในรูปแบบการออกกำลังกายแบบเดี่ยว หรือการออกกำลังกายแบบกลุ่ม ผู้สูงอายุชายมักเข้าร่วมกิจกรรมแบบรายบุคคล ในขณะที่ผู้สูงอายุหญิงมักเข้าร่วมกิจกรรมแบบกลุ่ม อย่างไรก็ตาม การออกกำลังกายแบบกลุ่มนั้นจะช่วยดึงรั้งสมาชิกผู้สูงอายุให้มาออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ผู้สูงอายุที่มีปัญหาด้านสติปัญญาได้เข้าร่วมกลุ่มกัน ย่อมจะทำให้เข้าใจในปัญหาและเป็นกำลังใจให้แก่กันได้เป็นอย่างดี คุณลักษณะเครือข่ายทางสังคมในกิจกรรมยังเป็นแรงกระตุ้นให้สมาชิกทำกิจกรรมได้อย่างยาวนานกว่า (อัจฉรา ปุระาคม, 2558)

นอกจากนี้ทางสถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (2551) ยังได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมการป้องกันภาวะหกล้มอีกว่า ควรพิจารณาและคำนึงถึงอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น เช่น การรับรู้ความสามารถของตนเองที่ต่ำ และความกลัวต่อการหกล้ม ดังนั้น การจัดโปรแกรมจึงอาจจำเป็นต้องกระตุ้น สนับสนุนกิจกรรมที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลง โดยเปิดโอกาสให้ผู้สูงอายุสามารถต่อรอง เลือกกิจกรรมที่เหมาะสมได้ ผู้สูงอายุหรือผู้ที่ไม่เคยออกกำลังกายมาก่อน ส่วนใหญ่มักลังเลในการเข้าร่วมโปรแกรมป้องกันภาวะหกล้มที่ใช้วิธีการ

ออกกำลังกาย รวมถึงการฝึกการทรงตัว และมีแนวโน้มที่สนใจเข้าร่วมโครงการที่ไม่ต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ได้แก่ โปรแกรมปรับปรุงบ้าน สิ่งแวดล้อม หรือสนับสนุนอุปกรณ์ต่าง ๆ อีกทั้งควรคำนึงถึงความแตกต่างของแต่ละบุคคล ไม่ว่าจะเป็น เพศ อายุ ความชอบ ความสามารถในการ ทำหน้าที่ต่าง ๆ ปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะหกล้ม การรับรู้ในความสามารถของตนเอง ความกลัวอุปสรรค ซึ่งควรทำการค้นหาและปรับเปลี่ยนตามสภาพของบุคคล

โปรแกรมการออกกำลังกายสามารถแยก หรือรวมการฝึกการทรงตัว การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน การออกกำลังกายเพื่อความยืดหยุ่น ไทชิ และการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มระบบหมุนเวียนโลหิต การฝึกความอดทน ทั้งนี้มีหลักฐานยืนยันว่าการออกกำลังกาย ได้แก่ การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน การออกกำลังกายเพื่อสร้างสมดุล การเดิน การฝึกการทำงานประสานกันของอวัยวะ มีประสิทธิผลในการลดการล้ม การออกกำลังกายที่ได้ผลไปในทางบวก จะมีระยะเวลาของโปรแกรมที่มากกว่า 12 สัปดาห์ จำนวน 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ที่มีความหนักในการฝึกที่แตกต่างกัน ความสามารถจะเพิ่มขึ้นตามความหนักและความถี่ในการฝึกด้วย (McArdle et al., 2016)

โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัวนั้นประกอบไปด้วยท่าออกกำลังกายที่รบกวนสมดุลหรือท้าทายความสามารถในการรักษาสมดุลของร่างกาย จึงควรดำเนินการด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากในบางการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายอาจเพิ่มอัตราการล้มในผู้สูงอายุที่เคลื่อนไหวได้น้อย จึงต้องทำการประเมินความสามารถในการทรงตัวของแต่ละบุคคลก่อนการฝึกและออกแบบท่าออกกำลังกายให้เหมาะสมกับความสามารถของบุคคลนั้น ๆ ไม่ควรเพิ่มระดับความยากหากบุคคลนั้นยังไม่สามารถทำท่าในระดับที่ง่ายกว่าได้อย่างปลอดภัย นอกจากนี้ควรมีการประเมินซ้ำหลังจากฝึกไประยะหนึ่งเพื่อพิจารณาปรับท่าออกกำลังกายให้เหมาะสมกับความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป

เพื่อให้โปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ออกแบบมาครอบคลุมการฝึกกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัว ได้แก่ กล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ผู้วิจัยจึงทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการฝึกการทรงตัวที่ดัดแปลงจากไทชิ และการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว เพื่อนำมาใช้ร่วมกัน ดังนี้

### 2.3.5.1 การออกแบบการฝึกการทรงตัวที่ดัดแปลงจากไทชิ

การฝึกการทรงตัวด้วยไทชิเป็นการฝึกการทรงตัวรูปแบบหนึ่งที่เป็นที่นิยมอย่างมาก ซึ่งมีที่มาจากศิลปะการต่อสู้และป้องกันตัวของชนชาติจีนที่สืบทอดมาแต่โบราณ โดยมีพื้นฐานมาจากหลักปรัชญาของลัทธิเต๋า โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้สร้างเสริมความแข็งแกร่งให้กับอวัยวะและกล้ามเนื้อต่าง ๆ อีกทั้งท่วงท่าการเคลื่อนไหวที่ช้า และต่อเนื่อง มีผลต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพ

ทางกายให้กระดึบกระเริง ทำให้กล้ามเนื้อ เส้นเอ็น และข้อต่อมีความยืดหยุ่นดีขึ้น สามารถใช้สำหรับการฝึกร่างกายส่วนล่างที่มีผลกับการทรงตัว อีกทั้งในหลายผลการศึกษายืนยันว่าไทชิให้ผลดีต่อการฝึกการทรงตัว ผู้วิจัยจึงสนใจนำหลักการและท่าทางในการฝึกไทชิ มาดัดแปลงเพื่อให้ได้ประโยชน์กับการฝึกการทรงตัว ซึ่งเน้นการฝึกกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย

นอกจากนี้ไทชียังประกอบด้วยการออกกำลังกายร่วมกับการฝึกสมาธิ ที่ช่วยสร้างสมดุลระหว่างการเคลื่อนไหวร่างกายภายนอก และการควบคุมพลังงานภายในร่างกาย ในระหว่างการฝึกต้องอยู่ในที่เงียบ สงบ และผ่อนคลาย เมื่อส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายเคลื่อนไหว ส่วนอื่น ๆ ของร่างกายจะเคลื่อนไหวตาม (Zhenglei & Master, 2005) จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการนำมาปรับใช้กับผู้สูงอายุ

ข้อแนะนำในการฝึกไทชิ ได้แก่

- 1) เมื่อเริ่มฝึกใหม่ ให้เคลื่อนไหวช้า ๆ เพื่อวางรากฐานท่วงท่าให้ถูกต้อง
- 2) เคลื่อนไหวด้วยความเร็วสม่ำเสมอ
- 3) รักษาระดับความสูงต่ำให้อยู่ระดับเดียวกันตลอดการฝึก สำหรับผู้ที่ร่างกายอ่อนแอ ควรเริ่มฝึกแบบสูง คือ ย่อตัวเพียงเล็กน้อย แต่หากฝึกได้คล่อง และแข็งแรงขึ้นแล้วจึงฝึกแบบกลางหรือต่ำ โดยการย่อตัวให้มากขึ้น
- 4) ควรฝึกในช่วงเช้าตรู่
- 5) ควรฝึกในที่โล่งแจ้ง

การฝึกไทชินั้น จะมีการกำหนดเทคนิคทั้งการใช้มือและเท้าเพื่อให้สามารถฝึกให้ได้ถูกต้องอย่างแท้จริง สำหรับการกำหนดเทคนิคของเท้า ซึ่งมีประโยชน์ในการฝึกกล้ามเนื้อขา กำหนดไว้ 4 ท่า (ประสิทธิ์ รัตนวงศาโรจน์, 2537) ได้แก่

- 1) ท่าโก่งธนู คือ ขาด้านหน้างอเป็นมุมฉาก บิดสันเท้า ขาด้านหลังออกเล็กน้อย
- 2) ท่านั่งสิ้นเหยียดเท้า คือ เท้าที่เหยียดออก ฝ่าเท้าต้องแนบสนิทกับพื้น
- 3) ท่าย่อเท้าชิด คือ ขาด้านหน้าให้งอเล็กน้อย ปลายเท้าแตะพื้น น้ำหนักการทรงตัวอยู่ที่ขาด้านหลัง
- 4) ท่ายืนขาเดียว คือ ยืนด้วยขาข้างเดียว ยกเข่าสูงไม่ต่ำกว่าเอว ปลายเท้าชี้ลง

สำหรับท่าของไทชินั้นมีการระบุไว้แตกต่างกัน ตามแหล่งที่มา มีตั้งแต่ ไทชิ 18 ท่า ไทชิ 24 ท่า ไทชิ 48 ท่า และไทชิ 108 ท่า โดยเริ่มจากท่าที่ง่ายไปท่าที่ยาก จากงานวิจัยที่ได้ทำการทบทวนพบว่า การฝึกไทชิสำหรับผู้สูงอายุนั้น จะมีการนำท่ามาดัดแปลง หรือลดจำนวนของท่าลง เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของผู้สูงอายุที่ฝึกไทชิ เนื่องจากท่าฝึกมีความต่อเนื่องยาวนาน



ในบางการศึกษาจะดัดแปลงท่าไทชิ จาก 24 ท่า และ 48 ท่า เพื่อให้ง่ายในการฝึก เหมาะสมกับ ผู้สูงอายุ และตอบวัตถุประสงค์ในการฝึก (Yu & Yang, 2012) มีงานวิจัยที่ศึกษาการฝึกไทชิ เพื่อการรักษาจะคัดเลือกท่าไทชิ เพียง 10 ท่า จาก 108 ท่า (Wolf, Coogler, & Xu, 1997) หรือการ ฝึกในผู้สูงอายุที่มีความอ่อนแอ จะใช้ท่าไทชิเพียง 6 ท่า จาก 24 ท่า (Wolf et al., 2003) โดยใน งานวิจัยทั้ง 2 นี้มีการดัดแปลงท่าให้ง่ายขึ้น โดยเคลื่อนไหวไม่เกิน 5 การเคลื่อนไหวในแต่ละท่า สำหรับ Wolf et al. (1997) มี 10 ท่า ดังนี้ เริ่มกระบวนท่า รวบหางนกยูงซ้าย ท่วงท่าเสมือนปิดมือ ดันเมฆาซ้าย ก้าวถอยผลึกซ้ายขวา ม้าป่าสยายแผงคอ งอเข่าเดินย่างก้าว ท่าง่ากบเท้าขวา พลิก ภายกบเท้าซ้าย และจบกระบวนท่า ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะนำไทชิ 24 ท่า ของประสิทธิ์ รัตนวงศา โรจน์ (2537) และ Wollering (2013) มาใช้คัดเลือกท่าไทชิ เพื่อออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว

จากคำแนะนำของ ACSM/AHA guideline (Chodzko-Zajko, 2014) และผลการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการฝึกการทรงตัวที่ผ่านมา อาจกล่าวได้ว่า การฝึกการทรงตัว ได้แก่ การฝึกในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

1) การทำท่าที่ยากขึ้น โดยค่อยๆ ลดพื้นที่การรองรับจากพื้น เช่น การยืนสองขา การยืน ต่อเท้าทีละข้าง และการยืนขาเดียว ซึ่งการลด Base of Support ของร่างกายจะทำให้ร่างกายเสีย สมดุล ระบบการทรงตัวของร่างกายจะพยายามปรับสมดุลให้กลับมาทรงตัวในแนวตั้ง

2) การเคลื่อนไหวตัวออกจากจุดศูนย์ถ่วง หรือการเคลื่อนไหวตัวออกจากแนวระนาบ ของ เช่น การเดินต่อเท้า การเดินเป็นวงกลม โดยระนาบของร่างนั้นจะแบ่งออกเป็น 3 ระนาบ ได้แก่

- ระนาบในแนวตั้งที่แบ่งร่างกายเป็นซีกซ้าย ซีกขวา จะเป็นการเคลื่อนไหว ไปทางซ้าย หรือทางขวา

- ระนาบที่ตั้งฉากกับแนวตั้งของร่างกาย จะแบ่งร่างกายออกเป็นส่วนหน้าและส่วน หลัง จะเป็นการเคลื่อนไหวไปข้างหน้า หรือข้างหลัง

- ระนาบที่ตั้งฉากกับแกนยาวของลำตัว จะแบ่งร่างกายออกเป็นส่วนบนและ ส่วนล่าง เป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะ ยืดตัวขึ้น หรือย่อตัวลง

3) การทำท่าที่ทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ เช่น ยืนบนสันเท้า ยืนโดยปลายเท้า โดยเฉพาะท่าที่ช่วยให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อที่สำคัญที่ช่วยในการทรงตัว 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ กล้ามเนื้อส่วนล่าง และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว

จากการทบทวนวรรณกรรมตามตารางที่ 2.2 พบว่ามีเอกสารและงานวิจัยหลายฉบับที่ สนับสนุนว่าองค์ประกอบของการฝึกการทรงตัว มีดังนี้

1) ประสิทธิภาพในการฝึกกล้ามเนื้อ ได้แก่ ท่าที่มีระนาบในการเคลื่อนไหว ท่าที่มีการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง และท่าที่มีการใช้กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว

2) ความเสี่ยงในการล้ม ได้แก่ ท่าที่รบกวนสมดุลระนาบในการเคลื่อนไหว

ในการคัดเลือกท่าฝึกการทรงตัวในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะใช้เกณฑ์องค์ประกอบของการฝึกการทรงตัว เพียง 3 เกณฑ์ มาให้คะแนน ได้แก่ ระนาบในการเคลื่อนไหว การใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง และระดับการรบกวนสมดุล สำหรับการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ไม่ได้ให้คะแนน เนื่องจากผู้วิจัยจะใช้ท่าเริ่มต้นและท่าจบ สำหรับฝึกกล้ามเนื้อหน้าท้องด้วยการเขมวท้อง

เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละท่ามี ดังนี้

เกณฑ์สำหรับระดับระนาบการเคลื่อนไหว

1 คะแนน หมายถึง มีการเคลื่อนไหว 1 ระนาบ

2 คะแนน หมายถึง มีการเคลื่อนไหว 2 ระนาบ

3 คะแนน หมายถึง มีการเคลื่อนไหว 3 ระนาบ

เกณฑ์สำหรับระดับการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง

1 คะแนน หมายถึง ใน 1 ท่า มีการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่างน้อยกว่าการใช้กล้ามเนื้อส่วนบน

2 คะแนน หมายถึง ใน 1 ท่า มีการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่างเท่ากับการใช้กล้ามเนื้อส่วนบน

3 คะแนน หมายถึง ใน 1 ท่า มีการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่างมากกว่าการใช้กล้ามเนื้อส่วนบน

เกณฑ์สำหรับระดับการรบกวนสมดุล

1 คะแนน หมายถึง รบกวนสมดุลระดับต่ำ ได้แก่ การยกเท้าจากพื้นเพียงเล็กน้อย

2 คะแนน หมายถึง รบกวนสมดุลระดับปานกลาง ได้แก่ การยกเท้าก้าว

3 คะแนน หมายถึง รบกวนสมดุลระดับสูง ได้แก่ การยกเท้าข้างใดข้างหนึ่งค้างไว้

ผู้วิจัยได้กำหนดระดับคะแนนในการคัดเลือกท่า ดังนี้

1) คะแนนแต่ละเกณฑ์ให้ผลเป็นบวก แม้ท่าที่รบกวนสมดุลจะเป็นท่าที่มีความเสี่ยง แต่มีประสิทธิภาพในการฝึกการทรงตัว สามารถลดความเสี่ยงด้วยการนำเก้าอี้ หรือ อุปกรณ์ ออกก้ำลังกาย ๆ ที่ประดิษฐ์มาใช้ฝึก คะแนนที่ใช้ในการคัดเลือกเป็นผลรวมของ 3 เกณฑ์ที่ได้ คะแนนระหว่าง 8 ถึง 9

2) ท่าเริ่มต้น หรือท่าจบตามหลักการฝึกไทชิ จะถูกนำไปใช้ โดยไม่พิจารณาคะแนนผล Motion Study จาก 24 ท่า มี 12 ท่า ที่ผ่านเกณฑ์ตามภาคผนวก ก ได้แก่ เริ่มต้นกระบวนท่าม้าป่าสยายแผงคอ งอเข่าเดินย่างก้าว ก้าวถอยหลังซ้ายขวา รวบหางนกยูงซ้าย รวบหางนกยูงขวา ท่วงท่าถีบเท้าขวา พลิกกายถีบเท้าซ้าย กดต่ายกเท้าขวา กดต่ายกเท้าซ้าย กระสวยร้อยเท้าขวา

และจบกระบวนการ โดยทำที่คัดเลือกได้จะนำไปทดสอบด้วยอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) เพื่อประเมินถึงผลที่มีต่อกล้ามเนื้อส่วนล่างที่ต้องการพัฒนา และนำผลที่ได้ไปเลือกการเคลื่อนไหวในท่าต่างๆ เพื่อออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัวต่อไป เนื่องจากบางท่ามีการเคลื่อนไหวมากกว่า 5 การเคลื่อนไหว จึงอาจทำให้ผู้สูงอายุไม่สามารถจดจำได้ และรู้สึกสับสนในขณะฝึกการทรงตัว

## ตารางที่ 2.2 เอกสารและงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของการฝึกการทรงตัว

งานวิจัยที่สนับสนุน	ระนาบในการเคลื่อนไหว	ใช้กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว	ใช้กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว	ระดับการรบกวนสมดุล
Chodzko-Zajko et al.(2014)	/	/		/
Denise et al. (2012)	/	/		/
Faber et al. (2006)	/	/		
Faraldo-García et al. (2012)	/			/
Joseph and Watson (1967)	/			
Lelard et al. (2010)				/
Li et al. (2005)	/	/		/
Logghe et al. (2010)				/
Persch et al.(2009)		/		
Rubenstein et al. (2000)	/	/		
Rose (2010).	/	/		/
Seo et al.(2013)			/	
Toebe, Hoozemans, Furrer, Dekker, and van Dieen (2015)		/		
กรอนงค์ ยืนยงชัยวัฒน์ และคณะ (2548)	/	/		
เกศินี แซ่เลา และวิจิต คณิงสุเกษม (2555)	/	/		
แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์, จิตอนงค์ ก้าวกลสิกรรม และสุจิตรา บุญหยง (2548)		/		
รัชดาพร จุลละนันท์ (2548)	/	/		
ศรินยา บุรณสรพรพิสิทธิ์, (2556)			/	
อมรเทพ วันดี และชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ (2556)	/	/		
อานันท์ รุ่งเรือง และณอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร (2557)	/	/		

### 2.3.5.2 การออกแบบการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว

เนื่องจากกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว มีส่วนสำคัญที่ช่วยการเคลื่อนไหวของร่างกาย ส่วนล่าง (Hodges & Richardson, 1996) การฝึกให้กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมีความแข็งแรงจะส่งผลให้สมรรถนะการทรงตัวดีขึ้นได้ โดยรูปแบบการฝึกกล้ามเนื้อส่วนนี้มีหลายท่าทางได้แก่ ท่ายืน ท่าคลาน ท่านอนหงาย และนอนคว่ำ รวมถึงฝึกได้หลายรูปแบบ เช่น นอนหงายแล้วยก ลำตัวขึ้น นอนคว่ำและยกขา รวมถึงการฝึกเกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้อง แต่เนื่องจากในงานวิจัยนี้ทำใน ผู้สูงอายุ การออกกำลังโดยท่าคลาน หรือนอนแล้วลุกขึ้น อาจทำให้ผู้สูงอายุมีความยากลำบากในการฝึก ผู้วิจัยจึงสนใจการฝึกกล้ามเนื้อหน้าท้องในท่ายืน ด้วยการฝึกแขม่วท้อง (abdominal hollowing action) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งตามแนวทางการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพื่อลดอาการปวดหลังของ Richardson and Jull (1995) และแนวทางการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวแบบจำเพาะของ วิลาวรรณ์ กันทาชน (2557) โดยจะทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อหลัง ในงานวิจัยนี้จะมีการดัดแปลงการฝึกจากแนวทางข้างต้นเล็กน้อย โดยให้ผู้ฝึกย่อตัวลง ยกแขนในระดับเสมอไหล่ แขม่วท้อง เกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้อง ดึงหน้าท้องเข้ามาข้างในให้สุด ช่วงการเคลื่อนไหว และเกร็งกล้ามเนื้อหลัง โดยเกร็งค้างไว้ 10 วินาที พัก 10 วินาที ในช่วงพักให้ยืนตรงไม่งอขา และลดแขนลง ทำการฝึกต่อเนื่องนาน 10 นาที ทำการฝึกต่อเนื่องนาน 10 นาที ซึ่งการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวนี้ ผู้วิจัยกำหนดให้ทำก่อนและหลังการฝึกไทชิดัดแปลง

## 2.4 การประเมินสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุ

### 2.4.1 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัว

กล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัวโดยตรงนั้น จะประกอบด้วยกล้ามเนื้อสองส่วนหลักซึ่งทำงานประสานกัน ได้แก่ กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Seo et al., 2013) และกล้ามเนื้อที่อยู่ส่วนล่างของที่ควบคุมการทำงานของขา ได้แก่ กล้ามเนื้อสะโพก กล้ามเนื้อต้นขา และกล้ามเนื้อปลายขา ซึ่งควบคุมการเคลื่อนไหวของข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Clarkson, 2013) การทำงานของกล้ามเนื้อที่ช่วยในการทรงตัวในขณะยืน เดิน วิ่ง หรือขึ้นลงบันไดนั้น ไม่ได้ทำงานด้วยกล้ามเนื้อเพียงมัดเดียว แต่เป็นการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อหลาย ๆ มัด โดยจะมีกลุ่มกล้ามเนื้อที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของข้อที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งทางสถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (2551) ได้ให้คำแนะนำว่า การออกกำลังกายโดยฝึกการทรงตัว ได้แก่ การฝึกกำลังกล้ามเนื้อรอบสะโพก กล้ามเนื้อเข่า และกล้ามเนื้อกระดูกข้อเท้าให้แข็งแรง รวมถึงการบริหารเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของข้อต่อต่าง ๆ จะช่วยเพิ่มความมั่นคงในการยืน และการเดินของผู้สูงอายุ

กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวกลุ่มที่ควบคุมการงอลำตัว ได้แก่ ทรานเวิร์สเสส แอบโดมินิส (Transverses abdominis) อินเทอร์นอล แอบโดมินอล ออบลิค (Internal abdominal oblique) และเอ็กซ์เทอร์นอล แอบโดมินอล ออบลิค (External abdominal oblique) สำหรับกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่ควบคุมการเหยียดของลำตัว คือ มัลติฟิเดส (Multifidus) ซึ่งจัดเป็นกล้ามเนื้อกลุ่มหลักที่ทำให้เกิดความมั่นคงแก่กระดูกสันหลังส่วนเอว การเกร็งของกล้ามเนื้อทรานเวิร์สเสส แอบโดมินิส (Transverses abdominis) และมัลติฟิเดส (Multifidus) จะเป็นการที่ร่างกายเตรียมพร้อมต่อสภาวะเสียการทรงตัวจากการเปลี่ยนแปลงของศูนย์ถ่วงมวล

กล้ามเนื้อกลุ่มที่ควบคุมการกางสะโพก ได้แก่ กลูเตียส แมกซิมัส (Gluteus maximus) กลูเตียส มีเดียส (Gluteus medius) และ เทนเซอร์ ฟาสเชีย ลาเต้ (Tensor fascia latae) หน้าที่หลักของกล้ามเนื้อกลุ่มนี้คือการรักษาระดับของอุ้งเชิงกราน เมื่อยกเท้าข้างหนึ่งขึ้นจากพื้น ได้แก่ กิจกรรมการเดิน การวิ่ง และการเตะลูกบอล รวมถึงกิจกรรมที่ต้องกางขา เช่น การขึ้นจักรยานเสือภูเขา กล้ามเนื้อกลุ่มที่ควบคุมการหุบสะโพก ได้แก่ แอดดักเตอร์ แม็กนัส (Adductor magnus) แอดดักเตอร์ ลองกัส (Adductor longus) แอดดักเตอร์ เบรวิส (Adductor brevis) กราซิลิส (Gracilis) และเพคทีเนียส (Pectineus) กิจกรรมที่ใช้กล้ามเนื้อกลุ่มนี้ได้แก่ การปีนเชือก เตะลูกบอลในท่าเตะแยง ซี่ม่า นอกจากนี้ในช่วงของการก้าวขาเดิน กล้ามเนื้อกลุ่มนี้ยังร่วมกับกล้ามเนื้อกลุ่มที่มีหน้าที่งอสะโพก ทำหน้าที่รักษาสถิตในการเดินแนวตรงอีกด้วย

กล้ามเนื้อกลุ่มที่ควบคุมการงอสะโพก ได้แก่ อิลีแอกัส (Iliacus) และโซแอส เมเจอร์ (Psoas major) ซึ่งเป็นกลุ่มตั้งต้นในการงอสะโพก นอกจากนี้ยังมีกล้ามเนื้ออื่น ๆ อีก ได้แก่ เทนเซอร์ ฟาสเชีย ลาเต้ (Tensor fascia latae) เรคตัส ฟีมอริส (Rectus femoris) ซาโตเรียส (Sartorius) กราซิลิส (gracilis) รวมถึงกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหุบสะโพก นอกจากการงอสะโพกแล้ว กล้ามเนื้อกลุ่มนี้ยังช่วยในเรื่องการหมุนสะโพกออกด้านนอก และการงอเข้าอีกด้วย สำหรับกล้ามเนื้อกลุ่มที่ควบคุมการงเหยียดสะโพก ได้แก่ กลูเตียส แมกซิมัส (Gluteus maximus) เซมิเมมเบรโนซัส (Semimembranosus) ไบเซพ ฟีมอริส (Biceps femoris) และ แอดดักเตอร์ แม็กนัส (Adductor magnus) โดยกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ (Hamstrings) จะเป็นจุดเริ่มของการเคลื่อนไหวก่อน กิจกรรมที่เป็นการเหยียดสะโพก คือ การลุกขึ้น ได้แก่ การลุกจากเก้าอี้ การขึ้นบันได และการกระโดด การเหยียดสะโพกจะควบคุมการเคลื่อนไหวที่ไปข้างหน้าและข้างหลังของอุ้งเชิงกราน

กล้ามเนื้อกลุ่มที่ควบคุมการงอเข้า ได้แก่ ไบเซพ ฟีมอริส (Biceps femoris) เซมิเทนดิโนซัส (Semitendinosus) และเซมิเมมเบรโนซัส (Semimembranosus) สำหรับกล้ามเนื้อกลุ่มที่

ควบคุมการเหยียดเข่า ได้แก่ เเรคตัส ฟีมอริส (Rectus femoris) วาสตัส อินเตอร์มีเดียส (Vastus intermedius) วาสตัส แลทเทอรัลลิส (vastus lateralis) และวาสตัส มีเดียลลิส (Vastus medialis) กล้ามเนื้อสองกลุ่มนี้ช่วยในขณะเดินร่วมกับกล้ามเนื้อควอดโรเซฟ (Quadriceps) ขณะเดินเร็ว ควอดโรเซฟ (Quadriceps) จะช่วยป้องกันการงอเข่าที่มากเกินไป และช่วยเหยียดเข่าเมื่อเริ่มก้าว

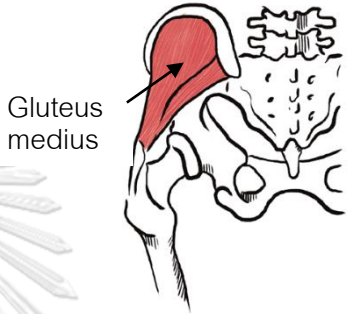
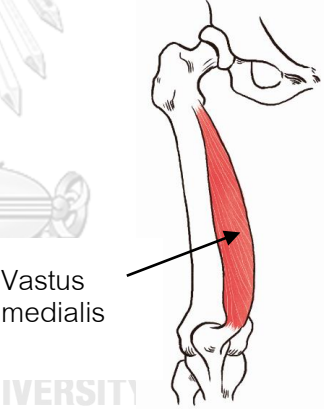
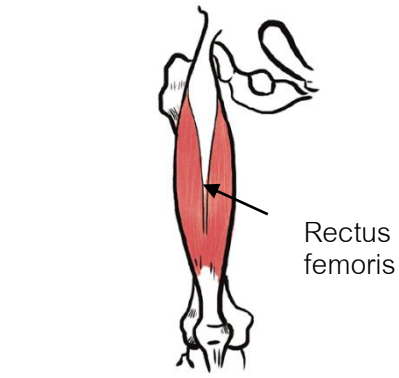
จากการศึกษาการทรงตัวและล้มในผู้สูงอายุไทยของ แคนเนาวรัตน์ จามรจันทร์ (2548) พบว่ากล้ามเนื้อสำคัญ 4 มัด ที่มีผลต่อการทรงตัว มีดังนี้ เเรคตัส ฟีมอริส (Rectus Femoris) ไบเซฟ ฟีมอริส (Biceps femoris) ทิเบียลิส แอนทีเรีย (Tibialis anterior) และ แก๊สโตรคินีเมียส (Gastrocnemius) นอกจากนี้การเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับการใช้น้ำหนักและไทชิที่มีต่อการทรงตัวในผู้สูงอายุเพศหญิง ในการศึกษาของ อมรเทพ วันดี และชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ (2556) ได้ทดสอบกล้ามเนื้อ 6 มัด ได้แก่ เเรคตัส ฟีมอริส (Rectus Femoris) เเรคตัส มีเดียลลิส (Rectus Medialis) เเรคตัส แลทเทอรัลลิส (Rectus lateralis) ไบเซฟ ฟีมอริส (Biceps femoris) แก๊สโตรคินีเมียส (Gastrocnemius) ทิเบียลิส แอนทีเรีย (Tibialis anterior) ในขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมออกกำลังกาย

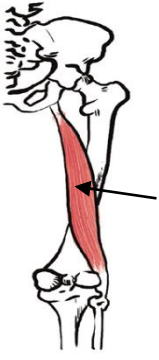


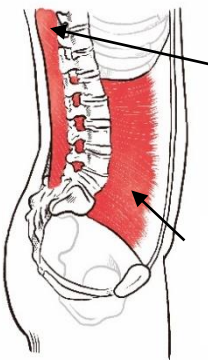
นอกจากการเดินหรือวิ่งในท่าปกติแล้ว ผู้สูงอายุอาจต้องขึ้นลงบันได ซึ่งมีความเสี่ยงในการล้มมากกว่าการเดินหรือวิ่งในท่าปกติอีกด้วย สำหรับกล้ามเนื้อที่ใช้ในการขึ้นและลงบันได นั้นประกอบด้วย โซเลียส (Soleus) ควอริสไดเซฟ ฟีมอริส (Quadriceps femoris) แฮมสตริงส์ (Hamstrings) กลูเตียส แมกซิมัส (Gluteus maximus) ทิเบียลิส แอนทีเรีย (Tibialis anterior) ส่วนกล้ามเนื้อกลูเตียส มีเดียส (Gluteus medius) นั้นมีความสำคัญอย่างมากต่อการป้องกันการล้มขณะเดินขึ้นลงบันได (Joseph & Watson, 1967)

เพื่อให้การฝึกการทรงตัวครอบคลุมท่าทางในกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ ได้แก่ การงอและเหยียดสะโพก การกางขาและหุบขา หมุนต้นขาไปด้านหลัง หมุนต้นขาออกด้านนอก การงอเข่า การกระดกเท้าขึ้น การกดปลายเท้าลง การบิดเท้าเข้าด้านใน การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการฝึกกล้ามเนื้อที่ช่วยในการทรงตัว ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ส่วนล่างของร่างกาย และเพื่อให้การคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย การออกแบบโปรแกรมการฝึกการทรงตัว และการติดตามการพัฒนาของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการฝึกการทรงตัวสามารถทำได้อย่างชัดเจนและเฉพาะเจาะจง ผู้วิจัยจึงได้เลือกกล้ามเนื้อ 8 มัด ซึ่งทำหน้าที่ในการเหยียดและงอสะโพก การกางและหุบสะโพก การงอและเหยียดเข่า การงอลำตัวและการเหยียด มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ กลูเตียส มีเดียส (Gluteus medius) วาสตัส มีเดียลลิส (Vastus medialis) เเรคตัส ฟีมอริส (Rectus femoris) ไบเซฟ ฟีมอริส

(Biceps femoris) ทิบูลัส แอนทีเรีย (Tibialis anterior) แก๊สโตรคนีเมียส (Gastrocnemius) ทรานส์เวิร์สเสส แอบโดมินิส (Transverses abdominis) และมัลติฟิเดส (Multifidus) รายละเอียดดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 กล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัว และหน้าที่ในการเคลื่อนไหว

กล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัว	รูปตำแหน่งกล้ามเนื้อ
<p>1) กล้ามเนื้อกลูเตียส มีเดียส (Gluteus Medius) <u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เขยียดสะโพก</li> <li>- กางขา</li> <li>- หมุนต้นขาไปด้านหน้า</li> </ul>	
<p>2) กล้ามเนื้อวาสตัล มีเดียลิส (Vastus Medialis) <u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- งอเข่า</li> </ul>	
<p>3) กล้ามเนื้อเรคตัล ฟีมอริส (Rectus femoris) <u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- งอสะโพก</li> </ul>	

กล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัว	รูปตำแหน่งกล้ามเนื้อ
<p>4) กล้ามเนื้อไบเซพ ฟีมอริส (Bicep femoris)</p> <p><u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เขยียดสะโพก</li> <li>- งอเข่า</li> </ul>	 <p>Bicep femoris</p>
<p>5) กล้ามเนื้อทิวบลัส แอนทีเรีย (Tibulus anterior)</p> <p><u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- กระดกเท้าขึ้น</li> <li>- ตะแคงฝ่าเท้าหันเข้าด้านใน</li> </ul>	 <p>Tibulus anterior</p>
<p>6) กล้ามเนื้อแก๊สตรอกนีเมียส (Gastrocnemius)</p> <p><u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- งอเข่า</li> <li>- กดฝ่าเท้าลง (การเขย่ง)</li> </ul>	 <p>Gastrocnemius</p>
<p>7) ทรานเวิร์สเสส แอบโดมินิส (Transverses abdominis)</p> <p><u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การงอลำตัว</li> </ul> <p>8) มัลติฟิเดิส (Multifidus)</p> <p><u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การเขยียดลำตัว</li> </ul>	 <p>Multifidus</p> <p>Transverses abdominis</p>



Clarkson (2013) ได้ระบุถึงการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบ Manual Muscle Testing ว่าเป็นการทดสอบที่ใช้มือของผู้ทดสอบและตัวคนใช้ในการทดสอบ โดยให้คนไข้อยู่ในท่าต่างๆ ตามความเหมาะสมในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแต่ละมัดหรือกลุ่มกล้ามเนื้อ โดยมีหลักเกณฑ์ในการวัด คือ ให้ข้อที่ถูกยึดโดยกล้ามเนื้อที่ต้องการทดสอบ มีกำลังการเคลื่อนไหวจนสุดระยะของข้อ (Full range of motion) และอาจมีแรงต้านจากผู้ทดสอบในทิศทางตรงกันข้ามกับข้อนั้นที่กำลังเคลื่อนไหวอยู่ โดยทำการดึงหรือดันเพื่อต้านการหดตัวของกล้ามเนื้อ มัดนั้น เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีส่วนเกี่ยวข้องกับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยจะเป็นแรงช่วยในการดึงข้อขณะเคลื่อนไหวในทิศทางเข้าสู่พื้นดิน ในการทดสอบหากคาดว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ให้จัดตำแหน่งของข้อ และส่วนที่เคลื่อนไหวให้อยู่ในแนวขนานกับพื้นดิน หรือหากคาดว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ควรจัดตำแหน่งของส่วนที่เคลื่อนไหวให้เคลื่อนไหวอยู่ในแนวตั้ง และเคลื่อนจากแนวนอนไปสู่เพดานพร้อมกับต้านแรงจากผู้ทดสอบด้วย (อรพรรณ วิญญูวรรณ, 2530)

การตรวจแบบนี้จะแบ่งผลการตรวจเป็นระดับ (Grade) ตามตารางที่ 2.4 โดยพิจารณาจากปัจจัย 3 ด้าน ได้แก่ การหดตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ การออกแรงต้านแรงดึงดูดของโลก และการออกแรงต้านแรงดึงดูดของโลกและแรงต้านภายนอก

วิธีการเพิ่มความเชื่อมั่นในการตรวจวิธีนี้ได้แก่

- 1) ตรวจในช่วงเวลาเดียวกัน และหลีกเลี่ยงช่วงที่กล้ามเนื้ออ่อนล้า
- 2) ทำโดยผู้ตรวจคนเดียวกัน
- 3) ตรวจในสภาพแวดล้อมเดียวกัน
- 4) ใช้ท่าทางเดียวกัน
- 5) ตรวจตามมาตรฐานที่กำหนด

สำหรับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะใช้ผลของการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของ Clarkson (2013) เพื่อประเมินกล้ามเนื้อส่วนล่าง 6 มัดที่มีผลต่อการทรงตัวที่เลือกใช้ในการวิจัยนี้ ตามตาราง 2.4 โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยจะเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 2-6 มัด ที่มีความแข็งแรงอยู่ในระดับ 2+ ถึง 3+

ตารางที่ 2.4 ระดับ (Grade) ผลการตรวจความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบ Manual Muscle Testing (MMT)

ระดับ	สัญลักษณ์	รายละเอียด
5	N (Normal)	กล้ามเนื้อสามารถชนะแรงต้านที่มากกว่า
4	G (Good)	สามารถยกส่วนนั้นได้พอใช้ แม้มีแรงต้านอยู่ด้วย
4-	G-	สามารถยกส่วนนั้นได้มากกว่าครึ่ง แม้มีแรงต้านอยู่ด้วย
3+	F+	สามารถยกส่วนนั้นได้น้อยกว่าครึ่ง แม้มีแรงต้านอยู่ด้วย
3	F (Fair)	สามารถยกส่วนที่ห้อยนั้นขึ้นได้ แต่ต้องไม่มีแรงต้านภายนอก
3-	F-	สามารถยกส่วนที่ห้อยนั้นขึ้นได้มากกว่าครึ่งหนึ่ง แต่ต้องไม่มีแรงต้านภายนอก
2+	P+	สามารถยกส่วนที่ห้อยนั้นขึ้นได้น้อยกว่าครึ่งหนึ่ง แต่ต้องไม่มีแรงต้านภายนอก
2	P (Poor)	เคลื่อนไหวได้เมื่อไม่มีแรงต้านจากแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity is eliminated) แต่เมื่อมีแรงต้านจากแรงโน้มถ่วงของโลก (Against Gravity) กล้ามเนื้อทำงานไม่ได้
2-	P-	เคลื่อนไหวได้เล็กน้อยเมื่อไม่มีแรงต้านจากแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity is eliminated) แต่เมื่อมีแรงต้านจากแรงโน้มถ่วงของโลก (Against Gravity) กล้ามเนื้อทำงานไม่ได้
1	T (Trace)	รู้สึกว่ามีกล้ามเนื้อตึง แต่ไม่มีการเคลื่อนไหว
0	0 (Zero)	ไม่รู้สึกรู้ว่ามีหรือไม่เห็นการหดตัวของกล้ามเนื้อ

การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography หรือ EMG) เป็นเทคนิคที่ใช้ตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าที่สร้างจากเส้นประสาทและกล้ามเนื้อโดยตรง (ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2523) เครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับการตรวจคลื่นไฟฟ้าอีเอ็มจี ประกอบด้วยตัวเครื่องและอิเล็กโทรดบันทึกสัญญาณเข้า ตัวเครื่องมักมีอุปกรณ์/วงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่กรองขยายสัญญาณ และส่วนแสดงผล ส่วนอิเล็กโทรดสำหรับบันทึกสัญญาณไฟฟ้านั้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ อิเล็กโทรดแบบเข็ม (needle electrode) มักใช้แทงเข้าไปในกล้ามเนื้อเพื่อบันทึกสัญญาณ/ศักย์ไฟฟ้าที่แยกกล้ามเนื้อโดยตรงใช้สำหรับวินิจฉัยโรคทางคลินิก และอิเล็กโทรดแบบวางที่ผิวหนัง (surface electrode) เป็นแผ่นขั้วไฟฟ้าที่วางบนผิวหนังบริเวณที่วัด มักนิยมใช้บันทึก

สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพื่อแสดงถึงความหนักเบาของการหดตัวของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังใช้สำหรับการบันทึกสัญญาณไฟฟ้าเพื่อเปรียบเทียบความเร็วของการนำสัญญาณประสาท (Nerve conduction velocity) ได้อีกด้วย สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะเลือกใช้อิเล็กโทรดแบบวางที่ผิวหนัง เพื่อให้ไม่ทำให้ผู้ถูกตรวจได้รับความเจ็บปวดจากการแทงเข็ม สำหรับวิธีการตรวจ EMG นั้น จะจัดทำให้ผู้ถูกวัดนอนในท่าที่ผ่อนคลาย ทำความสะอาดผิวหนังและกล้ามเนื้อบริเวณที่ต้องการวัดด้วยแอลกอฮอล์ ระบุกล้ามเนื้อที่ต้องการวัด จุดเกาะต้น จุดเกาะปลาย และลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อนั้นๆ การติดขั้วติดที่ผิวหนัง (Surface electrode) จะติดตรงกับตำแหน่งของจุดมอเตอร์ โดยสัญญาณ EMG ที่บันทึกได้จะมีลักษณะเป็นการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อ ในงานวิจัยนี้จะใช้ความถี่ของการวัดกล้ามเนื้อไฟฟ้าในการเลือกท่าออกกำลังกาย

Jones and Rikli (2002) ซึ่งเป็นผู้พัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถภาพการทำหน้าที่ในกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ ที่เรียกว่า Functional Fitness Test (FFT) ได้กล่าวว่า “การออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพ คุณต้องรู้สมรรถภาพของผู้ป่วย แต่การเลือกเครื่องมือประเมินสมรรถภาพที่ถูกต้องสำหรับใช้ในการประเมินนั้น เป็นความท้าทายอย่างยิ่ง” จาก Functional Fitness Test (FFT) ของ Jones และ Rikli (2002) จะระบุการทดสอบไว้ 7 วิธี ผู้วิจัยได้คัดเลือก การทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที (30-second chair stand) ตามภาคผนวก ง. มาใช้เพื่อประเมินความแข็งแรงกล้ามเนื้อร่างกายส่วนล่าง (Lower body strength) ซึ่งจำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมหลายอย่าง เช่น เดินขึ้นบันได เดิน และลุกออกจากเก้าอี้ ออกจากเรือหรือรถ รวมถึงลดความเสี่ยงจากการล้ม การทดสอบนี้จะใช้ศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง ก่อน ระหว่าง และหลังการฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว

การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยอุปกรณ์วัดความดัน (Pressure biofeedback unit หรือ PBU) นิยมนำมาใช้ในการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทรานเวิร์สเสส แอบโดมินิส (Transverses abdominis) ซึ่งอยู่บริเวณลำตัวด้านหน้า และเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ชั้นลึกด้านใน โดยเฉพาะในคนอ้วนที่มีไขมันหน้าท้องหนา ทำให้การวัดด้วยเครื่อง EMG ด้วยอิเล็กโทรดแบบวางที่ผิวหนัง อาจไม่ได้ผลที่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทรานเวิร์สเสส แอบโดมินิส ด้วยอุปกรณ์วัดความดัน (Pressure biofeedback unit หรือ PBU) รุ่น Stabilizer ผลิตโดย Chattanooga Group ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งในหลายงานวิจัยวัดด้วยเครื่องมือดังกล่าว ได้แก่ Lima, Oliveira, Costa, and Elizabeth (2011), Storheim, Bo, Pederstad, and Jahnsen (2002), Hides, Stanton, Dilani Mendis, and Sexton (2011) และ Garnier et al. (2009)

การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในงานวิจัยนี้ จะไม่ได้ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง และการออกแบบท่าฝึกการทรงตัว แต่จะใช้เฉพาะในส่วนของการเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ในช่วงก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองเท่านั้น เนื่องจากผู้วิจัยไม่พบว่ามีมาตรฐานระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว เพื่อนำมาใช้ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เพื่อให้การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต่างๆ ที่ผู้วิจัยเลือกมาศึกษา สามารถนำไปใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ 3 ประการ ได้แก่ การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง การคัดเลือกท่าโทชิ และเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง ผู้วิจัยจึงสรุปการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในแต่ละวัตถุประสงค์ ไว้ตามตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในแต่ละวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์การประเมิน	วิธีประเมิน	กล้ามเนื้อที่ประเมิน
1. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ออกแบบ	ตรวจความแข็งแรงด้วยวิธี Manual Muscle Testing	กล้ามเนื้อส่วนล่าง 6 มัด ได้แก่ กลูเตียส มีเดียส (Gluteus medius) วาสตัส มีเดียลิส (Vastus medialis) เรคตัส ฟีมอริส (Rectus femoris) ไบเซป ฟีมอริส (Bicep femoris) ทิเบียลิส แอนทีเรีย (Tibialis anterior) และแก๊สโตรคนีเมียส (Gastrocnemius)
2. คัดเลือกท่าฝึกโทชิ เพื่อให้ได้ท่าฝึกที่มีการใช้งานกล้ามเนื้อครบทั้ง 6 มัด	วัดความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าด้วย EMG	กล้ามเนื้อส่วนล่าง 6 มัด ได้แก่ กลูเตียส มีเดียส (Gluteus medius) วาสตัส มีเดียลิส (Vastus medialis) เรคตัส ฟีมอริส (Rectus femoris) ไบเซป ฟีมอริส (Bicep femoris) ทิเบียลิส แอนทีเรีย (Tibialis anterior) และแก๊สโตรคนีเมียส (Gastrocnemius)
3. เปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง	การทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที (30-second chair stand)	ความแข็งแรงกล้ามเนื้อร่างกายส่วนล่าง (lower body strength)
	วัดแรงดันของกล้ามเนื้อด้วย PBU	กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว 2 กลุ่ม ได้แก่ กล้ามเนื้อทรานเวอร์สเสต แอบโดมินิส (Transverses abdominis) และ มัลติฟิเดิส (Multifidus)

การตรวจความแข็งแรงด้วยวิธี Manual Muscle Testing อ้างอิง Clarkson (2013)

## 2.4.2 การประเมินความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน

การประเมินความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน (Functional assessment) นั้นมีหลายชนิด ได้แก่ ชนิด instrumental ADL ชนิด Chula ADL Index และชนิด Barthel ADL Index ในทุกแบบประเมินนั้น มีวัตถุประสงค์ในการประเมินที่คล้ายคลึงกัน แต่จะแตกต่างกันในส่วนของกิจกรรมที่นำมาประเมิน ระดับการประเมิน และเกณฑ์การประเมิน ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้สนใจเลือกใช้ Barthel ADL Index (ประเสริฐ อัสสันตชัย, 2555) ตามภาคผนวก ฐ เนื่องจากมีรายละเอียดกิจกรรม และเกณฑ์การประเมินที่สามารถใช้ประเมินพัฒนาการของความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน ก่อน ระหว่าง และหลังฝึกการทรงตัว โดยความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวันชนิด Barthel ADL Index นั้นจะมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งผู้ที่ได้คะแนนตั้งแต่ 12 คะแนน จะอยู่ในระดับต้องการพึ่งพิงผู้อื่นเพียงเล็กน้อย ผู้ที่ได้คะแนน 9-11 คะแนน จะอยู่ในระดับต้องการพึ่งพิงผู้อื่นปานกลาง ผู้ที่ได้คะแนน 5-8 คะแนน จะอยู่ในระดับต้องการพึ่งพิงผู้อื่นเป็นจำนวนมาก และผู้ที่ได้คะแนน 0-4 คะแนน จะอยู่ในระดับต้องการพึ่งพิงผู้อื่นทั้งหมด

## 2.4.3 การประเมินความสามารถในการทรงตัว

ผู้วิจัยได้คัดเลือกการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-feet up-and-go test) ซึ่งเป็น 1 ใน 7 เกณฑ์การประเมินสมรรถภาพการทำงานที่ทางกายของผู้สูงอายุ ที่เรียกว่า Functional Fitness Test (FFT) ของ Jones and Rikli (2002) การทดสอบนี้ใช้เพื่อประเมินการทรงตัวและความว่องไวของร่างกาย (Balance and agility) ซึ่งสำคัญมากต่อการเคลื่อนไหวท่าต่างๆ การทรงตัว และการป้องกันอุบัติเหตุ รายละเอียดการประเมินระบุไว้ ตามภาคผนวก ฑ

การประเมินความสามารถในการทรงตัวด้วยอุปกรณ์วัดการทรงตัวเป็นที่นิยมใช้ประเมินความสามารถในการทรงตัว ซึ่งช่วยให้ผลการประเมินมีความแม่นยำสูง ผู้วิจัยจึงเลือกการทดสอบการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System รุ่น #950-441 ผลิตที่นิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา ในการทดสอบ 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม CTSIB (Clinical test of sensory integration and balance) โปรแกรม Postural stability test และโปรแกรม Fall risk มาใช้ในการวิจัยนี้

ในงานวิจัยนี้จะใช้ผลประเมินความสามารถในการทรงตัวทั้ง 2 วิธีการข้างต้น ในการคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการคัดกรองต้องมีผลการทดสอบอย่างน้อย 1 การทดสอบ จาก 4 การทดสอบ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของการทดสอบนั้น นอกจากนี้ยังได้ใช้ผลประเมินความสามารถในการทรงตัว เพื่อติดตามความสามารถในการทรงตัว ก่อน ระหว่าง และหลังฝึกการทรงตัวอีกด้วย

## 2.5 สถานดูแลผู้สูงอายุในประเทศไทย

การให้บริการผู้สูงอายุในประเทศไทยมี 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรกเป็น ของภาครัฐ กลุ่มที่สอง เป็นของมูลนิธิ และกลุ่มที่สาม เป็นของภาคเอกชนที่ทำเป็นธุรกิจ ซึ่งส่วนใหญ่ เป็นสถานดูแลคนชราที่อ่อนแอ (Nursing home) และมีโครงการที่อยู่อาศัยพร้อมบริการด้านสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ (เกียรติชัย วีระญาณนท์, 2549)

จากโครงการวิจัย เรื่อง รูปแบบการปฏิบัติการดูแลผู้สูงอายุระยะยาวในสถานบริการในประเทศไทย พบว่าทุกสถานบริการมีการแบ่งผู้สูงอายุตามระดับความต้องการการช่วยเหลือออกเป็น 2 กลุ่มคือ ผู้สูงอายุที่ยังช่วยเหลือตนเองได้และผู้สูงอายุที่ช่วยเหลือตนเองไม่ได้ (ศิริพันธุ์ สาสัตย์, ทศนา ชูวรรณะปกรณ, และเพ็ญจันทร์ เลิศรัตน์, 2552) อีกทั้งยังได้แบ่งรูปแบบการดูแลระยะยาวในประเทศไทย 2 รูปแบบ ได้แก่

1) รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุระดับต่ำ (Low care) เป็นการดูแลที่การช่วยเหลือการดำรงชีวิตและการดูแลทางสังคม ไม่เน้นการรักษาจากแพทย์ ได้แก่ บ้านพักคนชรา สถานดูแลช่วยเหลือเพื่อการดำรงชีวิตและสถานดูแลผู้ป่วยระยะสุดท้าย มีบุคลากร เช่น นักสังคมสงเคราะห์ พยาบาลและเจ้าหน้าที่ ระดับต่ำกว่า นักกายภาพบำบัด นักอาชีวบำบัด และนักโภชนาการ

2) รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุระดับสูง (High care) เป็นการดูแลผู้สูงอายุที่มีการเจ็บป่วยเรื้อรังที่ต้องการการช่วยเหลือดูแล การพยาบาล ติดตามอาการและการรักษาจากแพทย์ สถานดูแลระยะยาวที่มีการดูแลในระดับสูง ได้แก่ สถานะบริหาร สถานดูแลระยะยาวในโรงพยาบาล และสถานดูแลระยะสุดท้าย

สถานบริการดูแลระยะยาว (Institutional long-term care) หมายถึง สถานที่ให้บริการทางเลือกตามชีวิตความเป็นอยู่ (Life style) เพื่อตอบสนองความต้องการการดูแลของผู้สูงอายุและความต้องการของผู้สูงอายุตลอดกระบวนการสูงอายุ โดยมีศักยภาพให้บริการดูแลผู้สูงอายุเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 เดือนขึ้นไป ผู้ให้บริการอาจมาจากภาครัฐ เช่นกระทรวงสาธารณสุข กรมประชาสงเคราะห์ องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น หรือภาคเอกชนทั้งที่หวังผลกำไรและองค์การกุศล แบ่งออกเป็น 5 ประเภทดังนี้ (ศิริพันธุ์ สาสัตย์, ทศนา ชูวรรณะปกรณ, เตือนใจ ภัคดีพรหม, เพ็ญจันทร์ เลิศรัตน์, และผ่องพรรณ อรุณแสง, 2552)

1) บ้านพักคนชรา (Residential home) หรือ ชุมชนสำหรับผู้สูงอายุที่ช่วยเหลือตัวเองได้ (Independent living communities) หรือชุมชนผู้เกษียณอายุ (Retirement communities) หมายถึง สถานที่ให้บริการห้องพักสำหรับผู้ที่ยังช่วยเหลือตัวเองได้ ผู้พักอาศัยจะต้องสามารถเดินเองได้ เดินโดยใช้ไม้เท้า ไม้เท้าช่วยเดิน หรืออุปกรณ์ช่วยเดิน แต่ผู้พักอาศัยไม่ได้ต้องการการดูแล

จากพยาบาลวิชาชีพหรือผู้ช่วยดูแล ให้บริการช่วยเหลือในด้านการดูแลส่วนบุคคล เช่น การอาบน้ำ แต่งตัว

2) สถานที่ให้การช่วยเหลือในการดำรงชีวิต (Assisted living setting) เป็นสถานที่พักอาศัยสำหรับผู้ที่มีข้อจำกัดทางด้านร่างกายที่เกี่ยวข้องกับอายุหรือความพิการที่ต้องการช่วยเหลือในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันบางอย่าง ไม่สามารถพักอาศัยอยู่ที่บ้านได้อย่างปลอดภัยแต่ต้องการอยู่อย่างอิสระมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ มีบริการการดูแลส่วนบุคคล และการดูแลที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ผู้พักอาศัยสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องมีผู้คอยกำกับดูแลและไม่ต้องมีการดูแลที่ต้องใช้ทักษะทางการแพทย์หรือการพยาบาล มีห้องรับประทานอาหารรวมและมีระบบการขอความช่วยเหลือฉุกเฉิน

3) สถานดูแลระยะยาวในโรงพยาบาล (Long-stay hospital) หมายถึง สถานที่ให้การรักษาพยาบาลทั่วไป ที่ให้บริการการดูแลระยะยาวสำหรับผู้สูงอายุเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 เดือนขึ้นไป ซึ่งอาจเป็นโรงพยาบาลของรัฐหรือโรงพยาบาลเอกชน

4) สถานบริบาล (Nursing home) หมายถึง เป็นสถานที่ให้การดูแลระยะยาวสำหรับผู้ป่วยที่มีอาการป่วยไม่มากที่ต้องรับการรักษาอยู่ในโรงพยาบาลแต่ไม่สามารถอยู่ที่บ้านได้ และเป็นสถานที่ให้บริการการดูแลที่ต้องใช้ทักษะทางการแพทย์ 24 ชั่วโมงต่อวัน หรือให้บริการกำกับดูแลในด้านการรับประทานยา การรับประทานอาหารและการช่วยเหลือด้านการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันบางอย่าง แก่ผู้สูงอายุที่มีภาวะเปราะบางและ/หรือมีโรคเรื้อรัง มีความพิการทางด้านร่างกาย หรือทางด้านความรู้ด้านเซาเวอนปัญญา (สมองเสื่อม) หรือพิการทั้งสองอย่าง

5) สถานดูแลผู้ป่วยระยะสุดท้าย (Hospice care)

จากข้อเสนอแนะแนวทางเวชปฏิบัติการป้องกันและประเมินภาวะหกล้มในผู้สูงอายุของสถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ (2551) ได้ระบุให้ผู้ป่วยสูงอายุทุกรายที่มีประวัติหรือมีความเสี่ยงต่อภาวะหกล้มขณะอยู่ในโรงพยาบาล ควรได้รับการวางแผนการป้องกันภาวะหกล้มที่เน้นใน 4 ด้าน หลัก ได้แก่

1. การฝึกการทรงตัว/การเดินให้ดีขึ้น
2. การให้ความช่วยเหลือในผู้ที่มีกรมมองเห็นบกพร่อง
3. การป้องกันผลข้างเคียงจากการใช้ยา
4. การปรับสภาพแวดล้อมให้เกิดความปลอดภัย

โดยการวางแผนการป้องกันภาวะหกล้มนั้น จะต้องมี การวางแผนร่วมกันเป็นทีมแบบสหสาขาวิชาชีพ (Multidisciplinary) และใช้มาตรการแบบองค์รวม

สำหรับการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัวของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวกับผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว ในงานวิจัยนี้ จะพิจารณาทำการศึกษาในสถานบริการดูแลระยะยาว สำหรับผู้สูงอายุใน 3 ประเภทแรก ได้แก่ สถานที่ให้การช่วยเหลือในการดำรงชีวิต สถานดูแลระยะยาวในโรงพยาบาล และสถานบริบาล เนื่องจากต้องทำการควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลกับสมรรถนะการทรงตัวของผู้สูงอายุ ได้แก่ การได้รับโภชนาการ และรูปแบบกิจกรรมทางกายอื่น ๆ ที่จัดให้ผู้สูงอายุ อีกทั้งยังช่วยให้มั่นใจว่าผู้สูงอายุจะเข้าร่วมกิจกรรมได้ตลอด 12 สัปดาห์

## 2.6 แนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันการล้มเชิงวิศวกรรม

### 2.6.1 การพัฒนาอุปกรณ์ในเชิงวิศวกรรม

การพัฒนาอุปกรณ์ในเชิงวิศวกรรมนั้น จำเป็นต้องอาศัยระบบต่าง ๆ ทางวิศวกรรมมาใช้ในการพิจารณา ไม่ว่าจะเป็นระบบทางกล ระบบทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือระบบทางไฟฟ้า ซึ่งอาจพิจารณาเลือกใช้แบบเดียว หรือเลือกใช้แบบผสมผสาน เพื่อให้สามารถพัฒนาอุปกรณ์ได้ตามคุณลักษณะที่ต้องการ นิศากร สมสุข (2550) ได้กล่าวถึงการออกแบบทางวิศวกรรมไว้ว่า “การออกแบบทางวิศวกรรมเป็นกระบวนการ ที่ประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และแนวปฏิบัติด้านวิศวกรรมศาสตร์ให้เข้ากับความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ของผู้ออกแบบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตหรือบริการใหม่ๆ” โดยความสำเร็จของการออกแบบนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นอีก เช่น ความสะดวก และความปลอดภัยในการใช้งาน และการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับมุมมองของกระบวนการในการออกแบบนั้นมีหลายแนวคิด โดยผู้วิจัยสนใจในมุมมองของ Park (2007) ที่กล่าวถึง ทฤษฎี Axiomatic Design (Suh, 1990) ได้กำหนดมุมมองของกระบวนการออกแบบ เป็น 4 มุมมอง ดังภาพที่ 2.2 ซึ่งประกอบด้วย

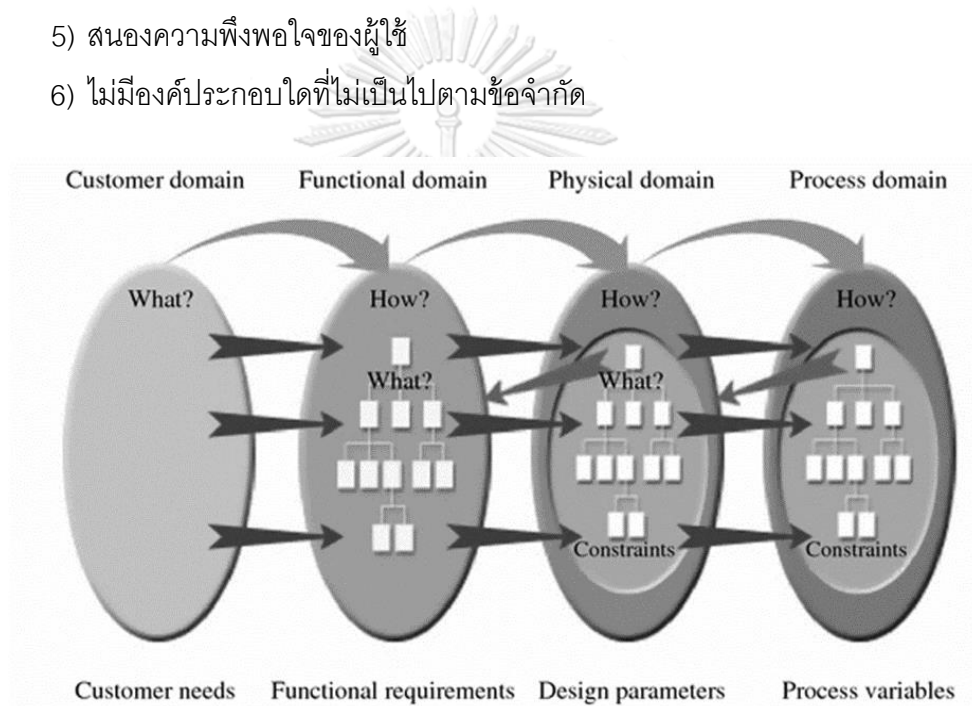
ด้านความต้องการของลูกค้า (Customer Domain) ด้านหน้าที่การทำงาน (Functional Domain) ด้านการออกแบบ (Physical Domain) และด้านกระบวนการผลิต (Process Domain)

ในระหว่างการออกแบบ อาจพบความซับซ้อน (Complexity) ที่เกิดขึ้นจากหลาย ๆ สาเหตุ โดยสามารถแบ่งออกเป็นสองลักษณะ คือ ความซับซ้อนของการออกแบบ และความซับซ้อนของการดำเนินงาน (ณัฐวุฒิ จันทร์ทอง, 2555) ดังนั้นการลดหรือกำจัดความซับซ้อนของการออกแบบ จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ มีความคงทนต่อสภาพการใช้งาน (Robust) มีความเชื่อถือได้ (Reliable) มีเสถียรภาพการทำงานในระยะยาว (Long-term Stability) และมีต้นทุนต่ำ นอกจากนี้ควรทำการประเมินการออกแบบ เพื่อนำทางเลือกต่าง ๆ มาตัดสินใจ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์



ที่เหมาะสม เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วการที่จะทำให้เกิดหน้าที่การทำงานหนึ่งขึ้นมา มักจะมีหลายแนวทางหรือหลายทางเลือกเสมอ การที่จะเลือกทางเลือกใดนั้นต้องสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าและข้อจำกัดต่าง ๆ โดยทั่วไปแล้วจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ออกแบบเป็นหลัก ระบบที่ใช้งานได้ในทางวิศวกรรมก็คือ ระบบที่มีลักษณะดังนี้ (นิศากร สมสุข, 2550)

- 1) สมองความต้องการของข้อกำหนดในการออกแบบ
- 2) เหมาะสมในด้านเศรษฐกิจเช่น การใช้ ทรัพยากร ต้นทุน การคืนทุน
- 3) เหมาะสมทางด้านเทคนิค
- 4) เหมาะสมทางการสร้างสรรค์
- 5) สมองความพึงพอใจของผู้ใช้
- 6) ไม่มีองค์ประกอบใดที่ไม่เป็นไปตามข้อจำกัด



ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Domain, Mapping และ Design Spaces

ทั้งนี้ผู้วิจัย ได้กำหนดคุณสมบัติสำคัญเชิงวิศวกรรมในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวไว้ 5 ประการ ได้แก่

- 1) มีประสิทธิภาพในการป้องกันการล้ม
- 2) มีความปลอดภัยในการใช้งาน
- 3) มีองค์ประกอบที่ทำให้เกิดแรงต้านในขณะฝึกการทรงตัว
- 4) สามารถปรับแต่งให้ใช้งานแบบกลุ่มได้
- 5) คุณสมบัติอื่นตามที่ตลาดต้องการ

## 2.6.2 อุปกรณ์ป้องกันการล้มและการบาดเจ็บจากการล้ม

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันการล้มและบาดเจ็บจากการล้มในหลากหลายรูปแบบ ทั้งที่เป็นแบบไม่ซับซ้อน ได้แก่

- 1) แผ่นยางรองสะโพกเพื่อลดการบาดเจ็บที่สะโพกจากการล้ม
- 2) แผ่นพื้นที่มีความนุ่มสำหรับปูพื้นเพื่อรองรับแรงกระแทกจากการล้ม ซึ่งมีความหนาในระดับต่างๆ แต่พบว่าตัวแผ่นพื้นที่มีความนุ่มนี้ ก็เป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ที่ปัญหาในการทรงตัวอยู่แล้วล้มได้เช่นกัน (Doig & Morse, 2010)
- 3) ชุดฝึกเดินชนิดมีล้อลาก และสายพยางค์

ในส่วนอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนก็มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ได้แก่

- 1) ระบบกลุมนิรภัยแบบคาดเอวที่มีการติดตั้งเซ็นเซอร์ชนิด

Microelectromechanical systems (MEMS) เพื่อให้ถูกลมพองออกมาป้องกันบริเวณสะโพก หากมีการล้ม (Guangyi et al., 2009)

- 2) หุ่นยนต์ฝึกเดินเพื่อช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพการเดิน ซึ่งมีการนำมาใช้ในโรงพยาบาล จากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ป้องกันการล้มและการบาดเจ็บจากการล้มข้างต้น ผู้วิจัยสนใจในการพัฒนาอุปกรณ์ที่ช่วยให้ไม่เกิดการล้มขณะออกกำลังกาย ซึ่งพบว่าอุปกรณ์ป้องกันการตกที่มีใช้อยู่ในงานความปลอดภัยของอุตสาหกรรมนั้น น่าจะมีความเหมาะสมเนื่องจากมีอยู่อย่างหลากหลาย และมีการพัฒนารูปแบบการใช้งานในอุตสาหกรรมมาอย่างยาวนาน แต่พบว่ายังมีการพัฒนามาใช้ในการแพทย์เป็นส่วนน้อย ทั้ง ๆ ที่ การตกหรือหกล้มของผู้สูงอายุในชีวิตประจำวันนั้น เกิดขึ้นได้บ่อยกว่าการตกหรือหกล้มในงาน อุปกรณ์ป้องกันตกนั้นมิใช่งานอยู่หลายรูปแบบ ตามภาพที่ 2.3 (SafeworkBC, 2005) ดังนี้

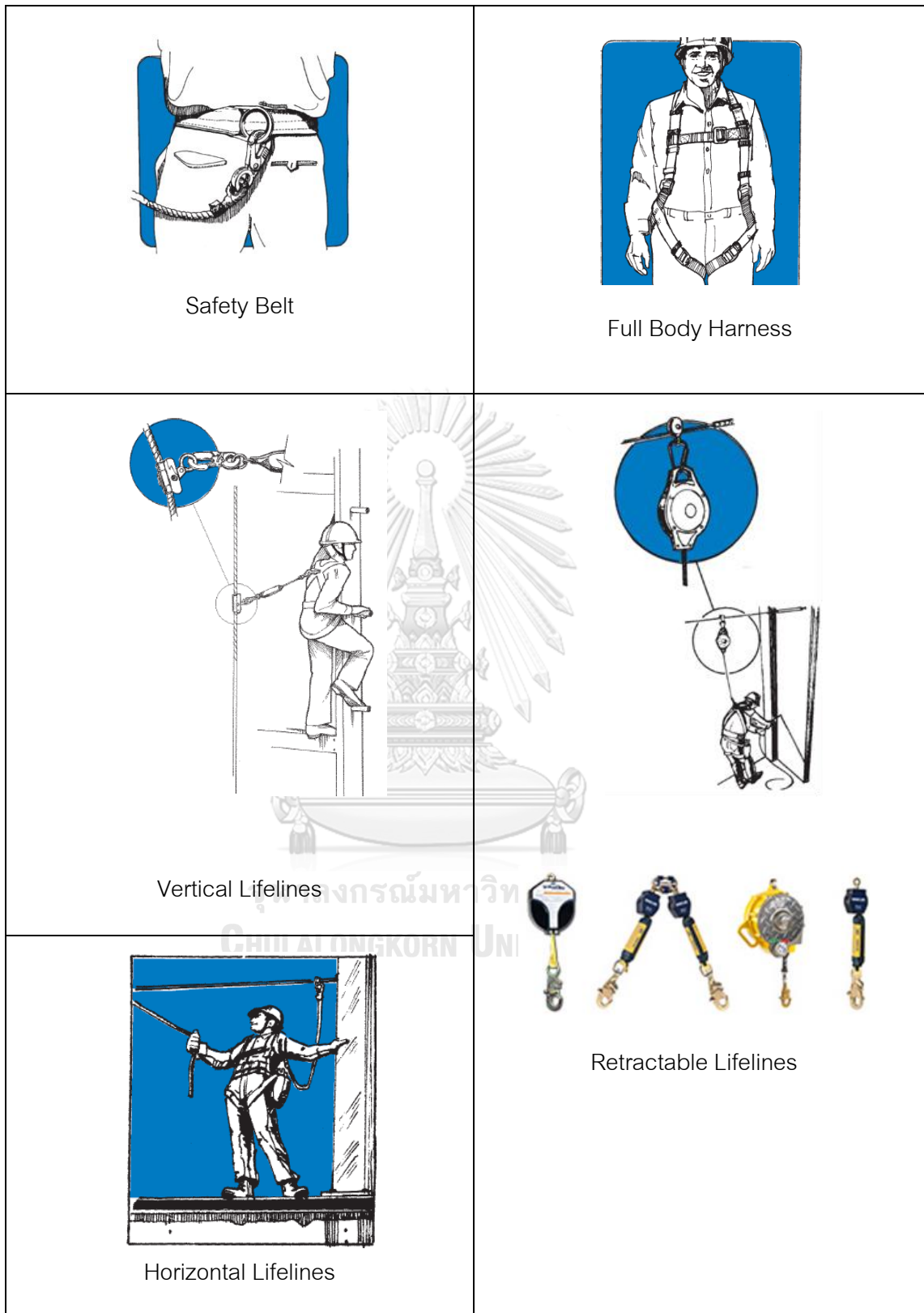
- 1) เข็มขัดนิรภัย (Safety belt) มีลักษณะเหมือนเข็มขัด และมีเชือกร้อยกับอุปกรณ์ที่ไปล็อกกับจุดที่มีความมั่นคง เมื่อตกเชือกจะรั้งตัวไว้ โดยมีแรงกระตุกที่จุดคล้องเชือกบริเวณเอว
- 2) สายรัดตัวนิรภัยชนิดเต็มตัว (Full body harness) จะมีลักษณะชุดที่ทำด้น และมีเชือกร้อยร่วมกับอุปกรณ์สำหรับล็อกระหว่างตัวคล้องที่อยู่กลางหลังกับจุดที่นำเชือกอีกปลายไปคล้องไว้ เมื่อตกเชือกจะดึงรั้งตัวไว้ โดยจะมีแรงกระตุกกระทำที่จุดคล้องเชือกบริเวณกลางหลังซึ่งจะถ่ายน้ำหนักไปที่สายรัดไหล่ ลำตัว และต้นขา
- 3) สายช่วยชีวิต (Lifelines) จะเป็นสายรัดตัวนิรภัยชนิดเต็มตัว ที่มีเชือกนิรภัยคล้องบริเวณกลางหลังกับราวนิรภัย อุปกรณ์ป้องกันการตกชนิดนี้แบ่งออกเป็น 2 แบบได้แก่

- สายช่วยชีวิตแบบแนวนอน (Horizontal lifelines) ใช้ในการเคลื่อนไหวที่เป็นแนวราบ เช่น บนหลังคา ทางเดินที่อยู่บนที่สูง

- สายช่วยชีวิตแบบแนวตั้ง (Vertical lifelines) ใช้ในการเคลื่อนไหวในแนวตั้ง เช่น การขึ้นลงเสาไฟ การปีนเขา หรือตึกสูง สายช่วยชีวิตชนิดนี้ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเป็นชนิดพิเศษ เรียกว่า สายช่วยชีวิตชนิดหดกลับได้ (Retractable Lifelines) โดยการติดยึดเข้าไปในอุปกรณ์ทำให้สามารถจับแรงจากการตกได้ สายนิรภัยชนิดนี้สามารถยืดและหดได้ โดยเชือกที่ยึดกับรอกนี้จะตั้งอยู่ตลอดเวลา และมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับเข็มขัดนิรภัยในรถยนต์ เมื่อเวลาที่ตก สายช่วยชีวิตชนิดหดกลับได้จะล๊อค และหยุดการตกได้แม้เพียงระยะตกที่สั้น นอกจากนี้จุดยึดเชือกยังมีการพัฒนาเป็นแบบสายคู่ เพื่อไม่ให้เกิดแรงกระทำต่อร่างกายที่จุดเดียวขณะตกได้อีกด้วย

ระบบตรวจจับ (Sensor) ที่เป็นที่นิยมใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันการล้มนั้นมีหลายประเภท ได้แก่ ระบบตรวจจับด้วยระยะ (Depth sensor) ระบบตรวจจับด้วยความเร่ง (Accelerometer) ระบบตรวจจับความเร็วเชิงมุม (Gyroscope) ระบบตรวจจับแบบหลายระบบ (Multimodal sensor-based) และระบบตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion sensor) ด้วยการวัดความร้อน วัดด้วยคลื่นอัลตราโซนิก หรือวัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Kwolek and Kepski (2015) ได้มีการนำระบบตรวจจับ 2 ตัวร่วมกันมาใช้งาน ได้แก่ ระบบตรวจจับด้วยระยะ และระบบตรวจจับด้วยความเร่ง ซึ่งช่วยให้สามารถแยกแยะกิจกรรมที่ล้มนและไม่ล้มนอกจากกันได้จากการทำกิจกรรมปกติภายในบ้านของผู้สูงอายุ แต่การเตือนดังกล่าวจะเกิดขึ้นก่อนการล้มน้อยและไม่สามารถช่วยเหลือได้ทัน

เพื่อให้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มนั้นสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่จะพัฒนาขึ้นสามารถป้องกันการตกหรือหกล้มของผู้สูงอายุ ได้อย่างปลอดภัย และไม่เกิดการล้มนขณะออกกำลังกาย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะได้นำข้อมูลความต้องการผลิตภัณฑ์จากแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้รวบรวม จะผลการศึกษาเทคโนโลยีต่าง ๆ ทางวิศวกรรมที่มีความเหมาะสม มาระบุโอกาสในการพัฒนานวัตกรรมเริ่มต้น โดยเทคโนโลยีของสายช่วยชีวิตชนิดหดกลับ และเทคโนโลยีระบบเซ็นเซอร์ เป็นทางเลือกหนึ่งที่ผู้วิจัยจะนำมาใช้ เพื่อให้อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยสูงสุด โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ จะเลือกใช้อุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานสำหรับประเภทของวัสดุที่นำมาใช้ และหากมีการดัดแปลงจะต้องผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้รับการทดสอบก่อน

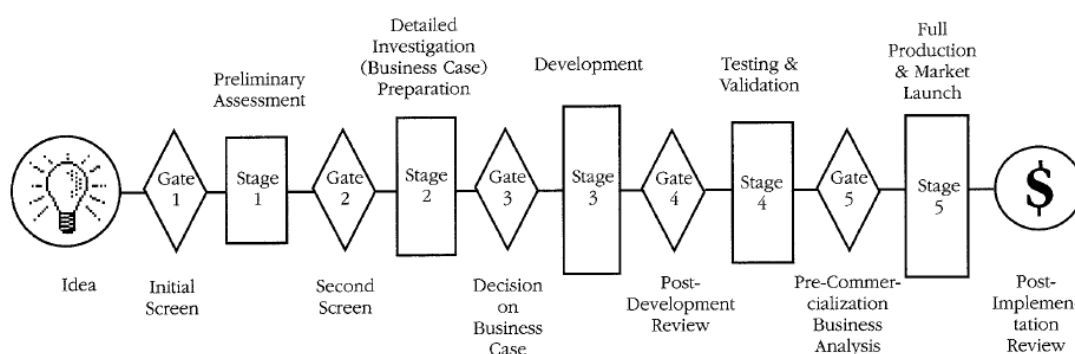


ดัดแปลงจาก WorkSafeBC. (2015)

ภาพที่ 2.2 อุปกรณ์ป้องกันตกชนิดต่างๆ

### 2.6.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่และการนำออกสู่ตลาดเชิงพาณิชย์

ขั้นตอนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่และการนำออกสู่ตลาดเชิงพาณิชย์นั้น ตามแนวคิดของ Cooper (1990) ซึ่งได้ระบุเป็น Stage-Gate 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 2.4 Systems: A New Tool for Managing New Products ประกอบด้วย การประเมินเบื้องต้น การสืบสวนในรายละเอียด การพัฒนา การทดสอบและการตรวจสอบเพื่อยืนยัน และการผลิตอย่างเต็มรูปแบบและนำออกสู่ตลาด



ภาพที่ 2.3 Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products

นอกจากนี้การพัฒนาอุปกรณ์สำหรับผู้สูงอายุ นั้น ไปรมา อิศรเสนา ณ อยุธยา (2556) ได้ระบุขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และการออกแบบในการจัดทำอุปกรณ์เคลื่อนย้ายผู้สูงอายุไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนการกำหนดกลยุทธ์ของผลิตภัณฑ์ (New product strategy) ซึ่งตรงกับการศึกษาเป้าหมาย (Sense intent) หรือการค้นคว้าหาข้อมูลในช่วงต้นของกระบวนการออกแบบ การออกแบบโครงการนี้มีกลยุทธ์ที่จะสร้างความใหม่ และแตกต่างจากสิ่งที่มีอยู่แล้วในตลาด โดยการตอบสนองความต้องการของผู้สูงอายุ และผู้ดูแลผู้สูงอายุไทย ซึ่งมีวัฒนธรรมและวิถีชีวิตที่แตกต่างจากชาวตะวันตก ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ในประเทศไทยมักอาศัยอยู่กับลูกหลาน และลูกหลานที่เป็นผู้ดูแลมีขีดจำกัดทางเศรษฐกิจ และข้อจำกัดที่เป็นความรู้ความเข้าใจในการดูแลผู้สูงอายุ เนื่องจากมีใช้บุคลากรทางการแพทย์ที่ได้รับการอบรมการดูแลผู้สูงอายุเหมือนในประเทศตะวันตก นอกจากนี้ผู้สูงอายุและผู้ดูแลผู้สูงอายุส่วนใหญ่ยังมีความจำกัด มีเกณฑ์และปัจจัยในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ดูแลผู้สูงอายุต่างจากผู้ใช้ในประเทศตะวันตก การกำหนดกลยุทธ์การสร้างนวัตกรรมจากความแตกต่างและข้อจำกัดเหล่านี้ทำให้เกิดโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถจดสิทธิบัตรได้

2) ขั้นตอนการระบุโอกาสในการสร้างนวัตกรรม (Opportunity identification) ซึ่งตรงกับขั้นตอนการวิจัยเพื่อทำความเข้าใจบริบทของงานออกแบบ ความเข้าใจผู้ใช้ และการวิเคราะห์เพื่อกำหนดกรอบโจทย์ที่เป็นประเด็นสำคัญ (Frame insights) ในกระบวนการออกแบบโครงการนี้ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพซึ่งได้จากการเก็บข้อมูลด้วยวิธีทางมานุษยวิทยาประยุกต์ เพื่อทำความเข้าใจบริบทและวัฒนธรรมของผู้ใช้อย่างลึกซึ้ง วิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาและระบุประเด็นสำคัญ หรือความต้องการที่ยังไม่ได้รับการตอบสนอง ผลการวิเคราะห์ถูกนำมาจัดกลุ่มเรียงลำดับความสำคัญ ตามกรอบแนวคิด “The Inclusive I.C.E. Cube” (Individual capability-cultural specificity-economical limitation) ซึ่งมุ่งเน้นการระบุความต้องการใช้งานใหม่สำหรับผู้ใช้ซึ่งมีความแตกต่างด้านความสามารถทางกาย เศรษฐฐานะ และวัฒนธรรม ทั้งนี้ต้องทำการสำรวจตลาดและวิเคราะห์คู่แข่งโดยศึกษาจุดแข็งหรือจุดขายของผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดควบคู่ไปด้วย จากนั้นจึงสรุปความต้องการและตั้งเป้าหมายในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

3) ขั้นตอนการสร้างแนวคิดใหม่ และการคัดกรองแนวคิด ซึ่งตรงกับขั้นตอนการสังเคราะห์ช่วงต้นเพื่อการสำรวจและสร้างแนวคิดการออกแบบในกระบวนการออกแบบ

4) ขั้นตอนการทดสอบและพัฒนาแนวคิด (Concept testing & development) ซึ่งตรงกับขั้นตอนการสังเคราะห์ช่วงท้ายเพื่อกำหนดกรอบผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาในกระบวนการออกแบบ

5) ขั้นตอนการทดสอบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product testing & development) ซึ่งตรงกับขั้นตอนการทำให้เป็นรูปธรรมในกระบวนการออกแบบ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่าง

สำหรับงานวิจัยนี้จะนำแนวคิดการออกแบบที่ศึกษามาประยุกต์เป็นขั้นตอนการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และขั้นตอนการนำออกสู่ตลาดเชิงพาณิชย์ใน 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การกำหนดกลยุทธ์ของผลิตภัณฑ์ (Newproduct strategy)
- 2) การระบุโอกาสในการสร้างนวัตกรรม (Opportunity identification)
- 3) การสร้างแนวคิดใหม่ และการคัดกรองแนวคิด
- 4) การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ (Prototype development)
- 5) การทดสอบตลาด (Market testing)
- 6) การดำเนินธุรกิจ (Commercialization)

การดำเนินธุรกิจ เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคนั้น จำเป็นต้องศึกษาส่วนผสมทางการตลาด (Marketing mix) ของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยส่วนผสมทางการตลาด หมายถึง กลุ่มของเครื่องมือทางการตลาด ที่นำมาใช้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการตลาด นั่นคือ การตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค (อภิสิทธิ์ ฉัตรทนานนท์, 2547) สำหรับส่วนผสมทางการตลาดในการศึกษาครั้งนี้ ครอบคลุมส่วนผสมทางการตลาด 7 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ด้านราคา (Price) ด้านช่องทางจัดจำหน่าย (Place) และด้านส่งเสริมการตลาด (Promotion) ด้านบุคลากร (People) ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) และด้านกระบวนการให้บริการ (Process) (ศิริวรรณ เสรีรัตน์, 2546) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ส่วนผสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ (Product) หมายถึง สิ่งที่เสนอขายเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้พึงพอใจในผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์นั้นต้องมีประโยชน์และมีคุณค่าในสายตาของลูกค้า จึงจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถขายได้ ส่วนผสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง คุณสมบัติต่างๆ ของอุปกรณ์ออกกำลังกาย

2) ส่วนผสมทางการตลาดด้านราคา (Price) หมายถึง คุณค่าผลิตภัณฑ์ในรูปตัวเงิน ราคาคือต้นทุนของลูกค้า ผู้บริโภคจะเปรียบเทียบระหว่างคุณค่าผลิตภัณฑ์กับราคาผลิตภัณฑ์นั้น ถ้าคุณค่าสูงกว่าราคาก็จะทำให้เกิดการตัดสินใจซื้อ การเลือกวิธีตั้งราคาอาจเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีร่วมกันก็ได้ ในการศึกษาครั้งนี้ ราคา หมายถึง การระบุราคาอุปกรณ์ออกกำลังกายทั้งในการขายแบบเครื่องเดียว หรือการให้ส่วนลดกรณีขายเป็นชุดที่มีการใช้เสาร่วมกัน หรือการขายแบบแยกส่วน รวมถึงการให้ลูกค้าสามารถผ่อนชำระสินค้าได้

3) ส่วนผสมทางการตลาดด้านช่องทางจัดจำหน่าย (Place) หมายถึง กิจกรรมในการนำผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ออกสู่ตลาดเป้าหมาย ในการศึกษาครั้งนี้ ช่องทางการจัดจำหน่าย หมายถึง การจัดจำหน่ายโดยตรงสู่ผู้บริโภคผู้ใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกาย การขายผ่านสถานบริการทางสุขภาพ เช่น สถานดูแลผู้สูงอายุ โรงพยาบาล หรือการขายผ่าน Mobile Application

4) ส่วนผสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) หมายถึง การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้จำหน่ายและตลาดเป้าหมายเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะแจ้งข่าวสาร หรือชักจูงให้เกิดความตั้งใจที่จะซื้อ หรือพฤติกรรมการซื้อ ในการศึกษาครั้งนี้การส่งเสริมการตลาด หมายถึง การโฆษณา การทำสิ่งพิมพ์เผยแพร่ การจัดแถลงข่าว การให้ข่าว และการตลาดออนไลน์

5) ส่วนประสมทางการตลาดด้านบุคลากรที่ให้บริการ (People) หมายถึง บุคลากรในการดำเนินธุรกิจ โดยบุคลากรที่เป็นเงื่อนไขสำคัญในการสร้างความพึงพอใจหรือทำให้เกิดการยอมรับบริการจากลูกค้า ในการศึกษาคครั้งนี้ บุคลากรที่ให้บริการ หมายถึง พนักงานขาย และติดตั้งอุปกรณ์ออกกำลังกาย ซึ่งต้องมีความเป็นมืออาชีพในการให้บริการ มีใจรักการบริการ และเข้าใจผู้สูงอายุ

6) ส่วนประสมทางการตลาดด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) หมายถึง ลักษณะทางกายภาพ หรือสิ่งมีตัวตนที่มองเห็นได้ ประกอบด้วย สภาพทางกายภาพที่ลูกค้าสามารถมองเห็นได้ และลักษณะทางกายภาพที่ลูกค้าให้ความพึงพอใจ รวมเรียกว่าภาพแห่งการบริการ ในการศึกษาคครั้งนี้ ลักษณะทางกายภาพ หมายถึง ภาพลักษณ์ของอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๆ ที่เข้ากันได้กับพื้นที่ของลูกค้า และภาพลักษณ์ของบุคลากรที่ต้องดูสะอาด และน่าเชื่อถือในด้านความปลอดภัย

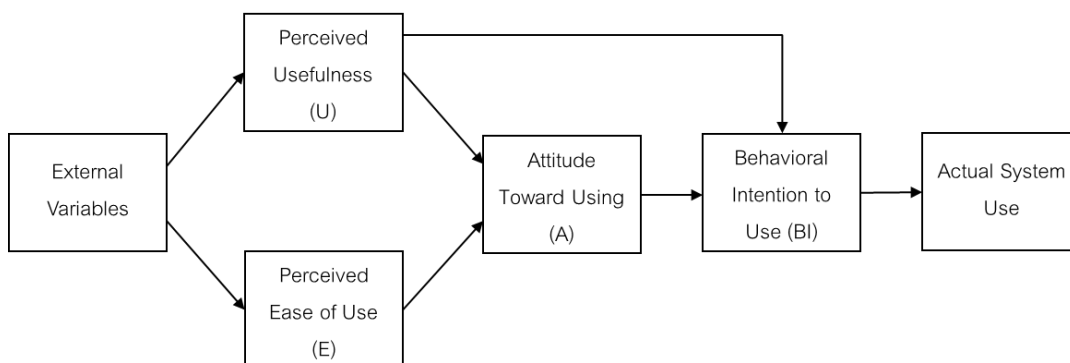
7) ส่วนประสมทางการตลาดด้านกระบวนการให้บริการ (Process) หมายถึง กระบวนการให้บริการ เพื่อส่งมอบคุณภาพในการให้บริการกับลูกค้าได้รวดเร็วประทับใจ และมีประสิทธิภาพ รวมถึงต้องง่ายต่อการปฏิบัติ ในการศึกษาคครั้งนี้ กระบวนการให้บริการ หมายถึง การมีมาตรฐานในการให้บริการ มีการประเมินการบริการ รวมถึงการสร้างเครือข่ายผู้ใช้บริการโดยมีผู้ขายเป็นสื่อกลาง

การศึกษาคส่วนประสมทางการตลาดใน 4 ด้านแรก ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ด้านราคา (Price) ด้านช่องทางจัดจำหน่าย (Place) และด้านส่งเสริมการตลาด (Promotion) ผู้วิจัยจะใช้แบบสอบถามความคิดเห็น ในการดำเนินการวิจัยระยะที่ 3 เป็นเครื่องมือในการศึกษาตั้งแต่เริ่มต้นการออกแบบอุปกรณ์ฯ และเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีบริการหลังการขาย ผู้วิจัยจะได้วิเคราะห์เพิ่มเติมอีก 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบุคลากร (People) ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) และด้านกระบวนการให้บริการ (Process) หลังการพัฒนาอุปกรณ์ โดยสัมภาษณ์ผู้ที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ เพื่อให้สามารถเข้าใจความต้องการการบริการของลูกค้าได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

## 2.7 ทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยี

ผู้วิจัยศึกษาคการยอมรับเทคโนโลยีตาม Technonoly Acceptance Model (TAM) ของ Devis et al. (1989) ซึ่งระบุว่าความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้เทคโนโลยี (Behavioral intention to use หรือ BI) มาจากการยอมรับในประโยชน์ (Perceived Usefulness หรือ U) และเจตคติต่อการใช้เทคโนโลยี (Attitude toward using หรือ A) โดยเจตคติต่อการใช้เทคโนโลยี นั้นมาจากการยอมรับในประโยชน์ และการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์ (Perceived ease of use)





ภาพที่ 2.4 Technology Acceptance Model (TAM)

นอกจากนี้ Rogers (1995) ได้กล่าวถึง 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการยอมรับนวัตกรรม ดังนี้

- 1) คุณลักษณะของนวัตกรรมที่เห็นได้รับรู้ได้ (Perceived attributes of innovations)
- 2) ประเภทการตัดสินใจทางนวัตกรรม (Type of innovation-decision)
- 3) ช่องทางการสื่อสาร (Communication channels)
- 4) ธรรมชาติของระบบสังคม (Nature of the social system)
- 5) การสนับสนุนของ Change agent (Extent of change agents' promotion efforts)

โดยคุณลักษณะของนวัตกรรมที่เห็นได้รับรู้ได้ที่ส่งผลกระทบต่อการยอมรับของผู้ใช้นวัตกรรม แบ่งเป็น 4 แบบ ได้แก่

- 1) ประโยชน์เชิงเปรียบเทียบ (Relative advantage) เป็นคุณลักษณะที่ขึ้นกับการเห็นประโยชน์เชิงเปรียบเทียบ
- 2) ความสอดคล้องและเข้ากันได้ (Compatibility) เป็นคุณลักษณะที่ขึ้นกับความสอดคล้องกับคุณค่าเดิม ประสบการณ์ในอดีต และความต้องการของผู้ใช้ที่มีศักยภาพ
- 3) ความซับซ้อน (Complexity) เป็นคุณลักษณะของนวัตกรรมที่แสดงให้เห็นว่ามีความยากต่อการเข้าใจหรือการใช้งานหรือไม่
- 4) ความสามารถในการทดสอบได้ (Trialability) เป็นคุณลักษณะของนวัตกรรมที่ถูกทดลองหรือทดสอบในโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญ
- 5) การสังเกตเห็นได้ (Observability) เป็นคุณลักษณะของนวัตกรรมที่ผู้อื่นพบเห็นได้ ยิ่งผลของนวัตกรรมถูกเห็นโดยบุคคลทั่วไปมาก ก็ยิ่งมีแนวโน้มที่จะถูกยอมรับมากขึ้น

จากการสังเคราะห์ทฤษฎีข้างต้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงพิจารณาศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการใช้เทคโนโลยีใหม่ 5 ปัจจัย ซึ่งมีข้อคำถามที่เกี่ยวข้องตามตารางที่ 2.6 โดยได้จัดทำ

เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับ ผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ในผู้ใช้งาน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุหญิง อายุระหว่าง 70-85 ปี ที่มีปัญหาการทรงตัว ซึ่งเป็นผู้ใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ในการออกกำลังกาย และกลุ่มผู้ดูแล ผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นผู้ช่วยเหลือผู้สูงอายุในการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย โดยได้ดัดแปลงข้อคำถาม จากงานวิจัยของ ของ Wang and Sun (2016) ที่ศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีเกมส์ในผู้สูงอายุ โดยแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับ ผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ในผู้ใช้งาน 2 กลุ่ม แสดงในภาคผนวก น

ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบของปัจจัย และข้อคำถามของโมเดลการยอมรับนวัตกรรม

ที่	ปัจจัย	ข้อคำถาม
1	ด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์ ซึ่ง ดัดแปลงมาจากคุณลักษณะของนวัตกรรมที่เห็น ได้รับรู้ได้ (Perceived Attributes of Innovations)	- ประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ - ลักษณะโครงสร้างของอุปกรณ์ - ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์
2	ด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์ (Perceived Usability) มาจากการยอมรับในประโยชน์ (Perceived Usefulness หรือ U)	- ประโยชน์ที่ผู้ใช้อุปกรณ์ได้รับทั้งทางตรง และทางอ้อม
3	ด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์ (Perceived Ease of Use)	- ความง่ายในการใช้อุปกรณ์ - ขั้นตอนการใช้อุปกรณ์
4	ด้านความตั้งใจในการใช้งาน ซึ่งดัดแปลงมาจาก ความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้เทคโนโลยี (Behavioral Intention to Use หรือ BI)	- ความตั้งใจและความมั่นใจในการใช้ อุปกรณ์
5	ด้านเจตคติต่อการใช้อุปกรณ์ (Attitude toward Using หรือ A)	- ความสนใจในการนำอุปกรณ์ไปใช้

สรุปองค์ความรู้จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และระบบต่าง ๆ ในร่างกายของผู้สูงอายุ ล้วนมีผล ทำให้ความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุลดลง เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความหนาแน่น ของมวลกระดูก ความเสื่อมของข้อต่อต่าง ๆ รวมถึงความเสื่อมของระบบหัวใจ ระบบหายใจ ทำทางการเดิน ระบบสมอง และระบบประสาท ซึ่งส่งผลให้ผู้สูงอายุมีอัตราการล้มมากขึ้นเมื่ออายุ มากขึ้น

2) การล้มส่งผลให้ผู้สูงอายุเกิดการบาดเจ็บตั้งแต่เล็กน้อย กระดูกหัก จนถึงกับเสียชีวิต ปัจจัยเสี่ยงหลักที่ทำให้เกิดล้มที่มาจากสาเหตุภายในของผู้สูงอายุมีหลายปัจจัย เช่น กล้ามเนื้อไม่แข็งแรง การทรงตัวผิดปกติ การมองเห็นผิดปกติ และมีประวัติการล้ม การสนับสนุนให้ผู้สูงอายุได้ออกกำลังกายที่ช่วยเรื่องการเดินและการทรงตัว จึงเป็นมาตรการที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการล้มได้อย่างมีนัยสำคัญ

3) ภาวะกลัวการล้มเกิดขึ้นได้ทั้งผู้สูงอายุที่เคยล้ม และผู้สูงอายุที่ไม่เคยล้ม ภาวะกลัวการล้มมีผลต่อความสามารถในการเดินและทรงตัวในผู้สูงอายุ การประเมินภาวะกลัวการล้มจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประเมินความสามารถในการทรงตัวได้

4) การทรงตัว หมายถึง ความสามารถในการรักษาความสัมพันธ์ที่เหมาะสมระหว่างจุดศูนย์กลางมวลกับพื้นที่ฐานรองรับของร่างกาย โดยอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างระบบรับรู้ความรู้สึก ระบบสั่งการ และระบบรับรู้สติ การทรงตัวมี 2 แบบ ได้แก่ การทรงตัวแบบอยู่กับที่ และการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ ซึ่งการวัดความสามารถในการทรงตัวทั้ง 2 แบบ นั้นมีวิธีการที่แตกต่างกัน สำหรับการประเมินความสามารถในการทรงตัวแบบอยู่กับที่ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System รุ่น #950-441 ส่วนการประเมินความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ประเมินด้วยการทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ

5) ความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุสามารถพัฒนาได้ด้วยโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่มีความเหมาะสมกับสภาพร่างกาย สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวแต่ยังสามารถเดินได้เอง ควรฝึกการทรงตัวในท่ายืน ซึ่งช่วยให้ได้ฝึกประสาทที่ใช้ในการทรงตัวพร้อมไปกับการฝึกกล้ามเนื้อส่วนล่าง ได้แก่ กลูเตียส มีเดียส (Gluteus medius) วาสตัส มีเดียลิส (Vastus medialis) เรคตัส ฟีมอริส (Rectus femoris) ไบเซป ฟีมอริส (Bicep femoris) ทิเบียลิส แอนทีเรีย (Tibialis anterior) และแก๊สโตรคินีเมียส (Gastrocnemius) และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ได้แก่ กล้ามเนื้อทรานส์เวิร์สเสส แอบโดมินิส (Transverses abdominis) และมัลติฟิเดิส (Multifidus) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อสำคัญที่ช่วยในการทรงตัว โดยคุณสมบัติสำคัญของโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ควรพิจารณา ได้แก่ ระยะเวลาในการฝึกทั้งโปรแกรม ระยะเวลาในการฝึกต่อสัปดาห์ ระยะเวลาในการฝึกต่อวัน ความหนักในการฝึก และท่าในการฝึก

6) การฝึกไทชิช่วยพัฒนาความสามารถในการทรงตัวได้ จึงนิยมนำมาดัดแปลงเป็นโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุ การฝึกไทชิมีลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ เช่น มีเคลื่อนไหวที่ช้าและต่อเนื่อง เน้นการฝึกลมหายใจเข้า-ออก ช้า ๆ ทำให้อวัยวะสามารถได้รับ

ออกซิเจนอย่างเต็มที่ และมีความหนักระดับปานกลาง โดยในงานวิจัยนี้จะคัดเลือกท่าฝึกไทชิจาก 3 เกณฑ์ ได้แก่ ระยะเวลาในการเคลื่อนไหว การใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง และระดับการรบกวนสมดุล

7) การประเมินสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุที่มีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการประเมิน สำหรับงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีการที่แตกต่างกัน ดังนี้ การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจะตรวจความแข็งแรงด้วยวิธี Manual Muscle Testing การคัดเลือกท่าฝึกไทชิใช้การวัดความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าด้วย EMG สำหรับการเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง ใช้การทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที ประเมินความแข็งแรงกล้ามเนื้อร่างกายส่วนล่าง และใช้การวัดแรงดันของกล้ามเนื้อด้วย PBU ประเมินความแข็งแรงกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว และในการประเมินความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน ได้ใช้แบบประเมิน Barthel ADL Index

8) ขั้นตอนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ และการนำออกสู่ตลาดเชิงพาณิชย์สำหรับงานวิจัยนี้มี 6 ขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่ การกำหนดกลยุทธ์ของผลิตภัณฑ์ การระบุโอกาสในการสร้างนวัตกรรม การสร้างแนวคิดใหม่และการคัดกรองแนวคิด การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ การทดสอบตลาด และการดำเนินธุรกิจ

9) เทคโนโลยีที่มักนำมาใช้ในการจัดทำอุปกรณ์ป้องกันการล้ม ได้แก่ รอกพยุงตัวชนิดต่างๆ และเซ็นเซอร์ที่ปัจจุบันมีหลากหลายชนิด ที่สามารถออกแบบให้ใช้งานได้ในลักษณะที่แตกต่างกัน

10) การศึกษาส่วนประสมทางการตลาดสำหรับใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และการกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด ได้ศึกษาครอบคลุมส่วนประสมทางการตลาด 7 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ด้านราคา (Price) ด้านช่องทางจัดจำหน่าย (Place) และด้านส่งเสริมการตลาด (Promotion) ด้านบุคลากร (People) ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) และด้านกระบวนการให้บริการ (Process)

จากสรุปการทบทวนวรรณกรรมและเอกสารที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมากำหนดตัวแปรที่ศึกษาและกรอบแนวคิดในการวิจัยตามข้อ 2.8

## 2.8 ตัวแปรที่ศึกษาและกรอบแนวความคิดในการวิจัย

### 2.8.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนา

2.8.1.1 ขั้นตอนออกแบบและพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

### ตัวแปรต้น ได้แก่

- 1) ท่าโทซีที่คัดเลือกมาศึกษา 24 ท่า (ประสิทธิ์ รัตนวงศาโรจน์ (2537) Wollering (2013)
- 2) ค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อส่วนล่าง 6 มัด ที่มีผลต่อการสมรรถนะทรงตัว ได้แก่ กลูเตียส มีเดียส (Gluteus Medius) วาสตัส มีเดียลิส (Vastus Medialis) เรคตัส ฟีมอริส (Rectus Femoris) ไบเซป ฟีมอริส (Bicep Femoris) ทิเบียลิส แอนทีเรีย (Tibialis Anterior) และ แก๊สโตรอกนีเมียส (Gastrocnemius)
- 3) ท่าฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว 2 กลุ่ม ได้แก่ กล้ามเนื้อ ทรานเวิร์สเสส แอบโดมินิส (Transverses abdominis) และมัลติฟิได้ส (Multifidus) ที่คัดเลือกมาจากการทบทวนวรรณกรรม (Seo et al., 2013; ศรีนยา นูรณสรพรพิสิทธิ์, 2556)
- 4) ระยะเวลาฝึกการทรงตัว
- 5) ความหนักในการฝึก

ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณลักษณะของโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีดังนี้

- 1) ความหนักในการฝึก
- 2) ระยะเวลาฝึกการทรงตัวทั้งโปรแกรม
- 3) ระยะเวลาฝึกต่อสัปดาห์
- 4) ระยะเวลาการฝึกต่อวัน
- 5) ระยะเวลาอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดก่อนการฝึก และหลังการฝึก
- 6) จำนวนท่าในการฝึกในโปรแกรมทั้งหมด และจำนวนท่าในการฝึกแต่ละสัปดาห์

2.8.1.2 ขั้นตอนออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

### ตัวแปรต้น ได้แก่

- 1) ประเภทของเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์พยางันตก
- 2) คุณสมบัติอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มฯ จากการทบทวนวรรณกรรม ได้แก่ มีประสิทธิภาพในการป้องกันการล้ม มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีองค์ประกอบที่ทำให้เกิดแรงต้านขณะฝึกการทรงตัว และสามารถปรับแต่งให้ใช้งานแบบกลุ่มได้

3) ส่วนประสมการตลาดด้านผลิตภัณฑ์จากแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

- มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน
- ใช้พื้นที่น้อย
- สามารถถอดเก็บได้
- มีความแข็งแรง
- น้ำหนักเบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย
- มีความปลอดภัย
- ใช้งานง่าย
- สามารถช่วยป้องกันการบาดเจ็บจากการล้มได้จริง
- มีสัญญาณเตือนเมื่อล้ม หรือก่อนล้ม
- มีการสื่อสารไปยังผู้ดูแลเมื่อสัญญาณเตือนดัง

ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณลักษณะของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ดังนี้

- 1) ใช้น้ำหนักผู้ใช้งานได้ 200 กิโลกรัม
- 2) มีความแม่นยำสูงในการเตือนและป้องกันการล้ม
- 3) มีการเตือนทั้งระบบแสงและเสียง
- 4) ตั้งค่าเตือนก่อนการล้มได้ตามความสูงของผู้ใช้งาน
- 5) สามารถใช้งานแบบเดี่ยวสำหรับออกกำลังกายคนเดียว หรือต่อเป็นชุดสำหรับออกกำลังกายแบบกลุ่มได้
- 6) สามารถถอดโครงสร้างเหล็ก เพื่อให้สะดวกต่อการขนย้ายและติดตั้ง

## 2.8.2 ระยะที่ 2 การทดลอง

ตัวแปรต้น ได้แก่

- 1) การใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว
- 2) การใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว

ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) สมรรถนะในการทรงตัว ได้แก่ ความสามารถในการทรงตัว ภาวะกลัวการล้ม และความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน

- 2) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง
- 3) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว

### 2.8.3 ระยะที่ 3 ความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

ตัวแปรต้น ได้แก่

1) ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ แบ่งเป็น ชายและหญิง และอายุ แบ่งเป็น อายุ 20-40 ปี และอายุมากกว่า 40 ปี

2) อาชีพ แบ่งเป็น บุคลากรทางการแพทย์ และไม่ใช่นักบุคลากรทางการแพทย์ ฯ

ตัวแปรตาม ได้แก่

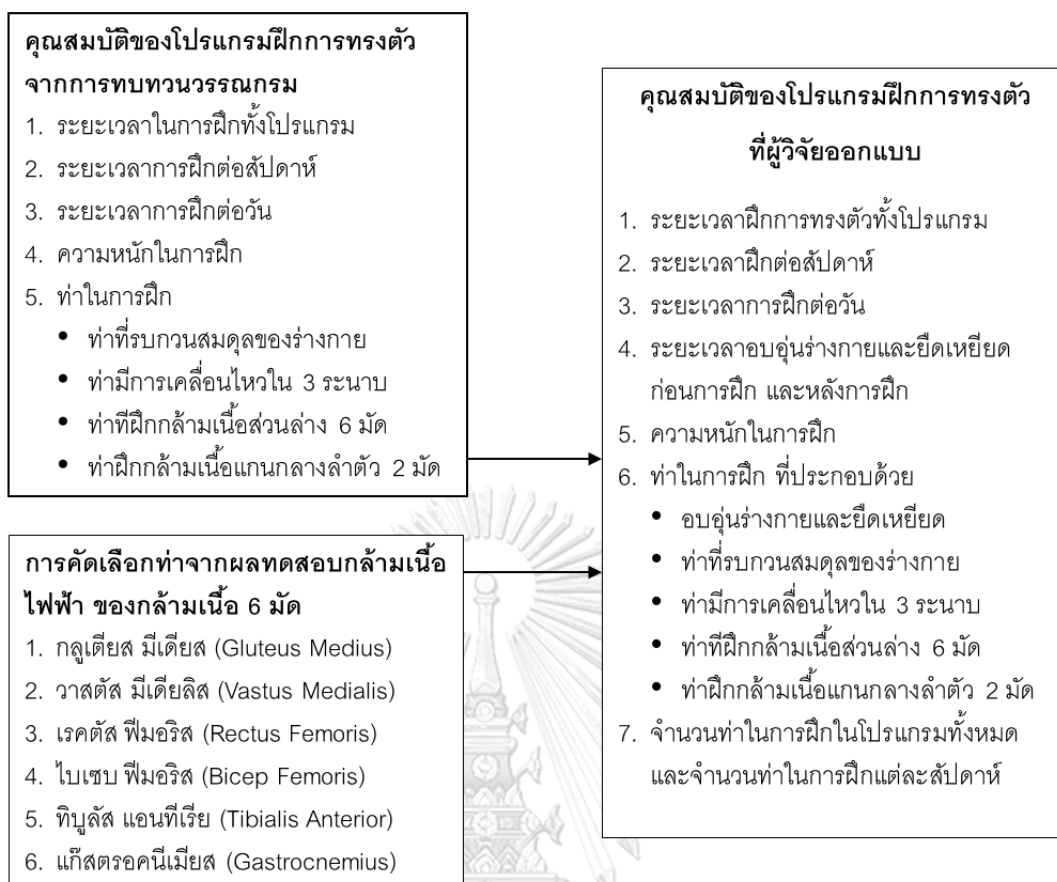
1) ส่วนประสมทางการตลาดของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว 7 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านกระบวนการให้บริการ

2) ความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

### 2.8.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

#### 2.8.4.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 1

1) ขั้นออกแบบและพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

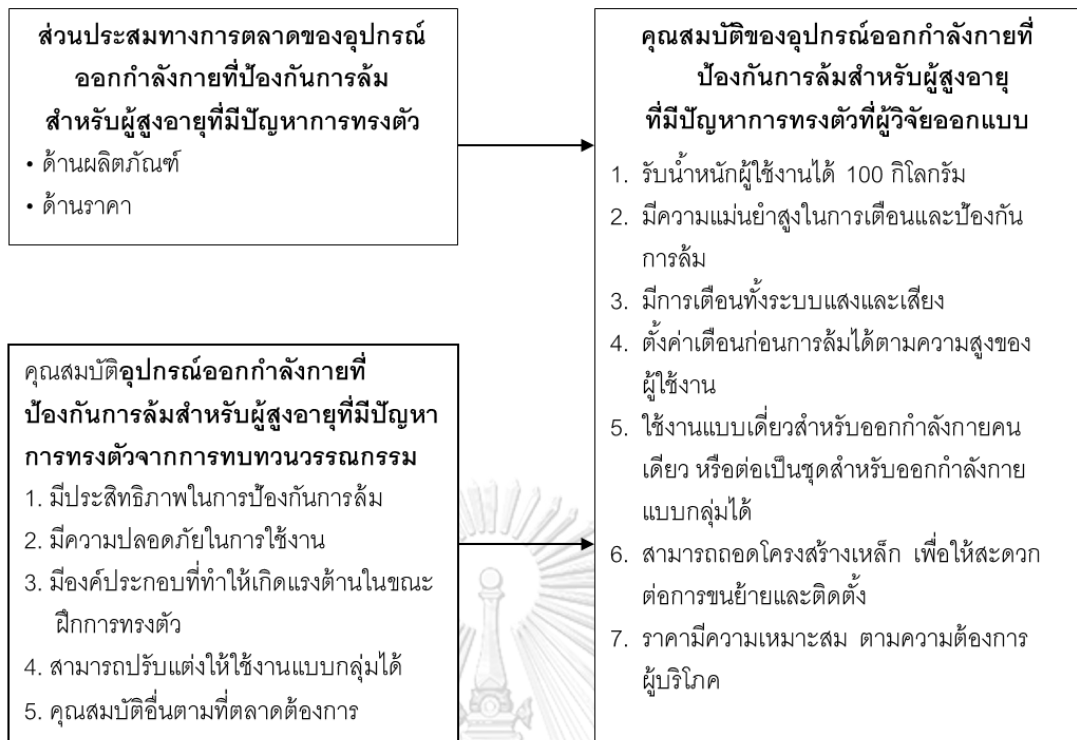


ภาพที่ 2.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว ฯ

2) ชั้นออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

โดยกรอบแนวคิดในการวิจัยนี้ นำได้ไปใช้บทที่ 5 ด้วย





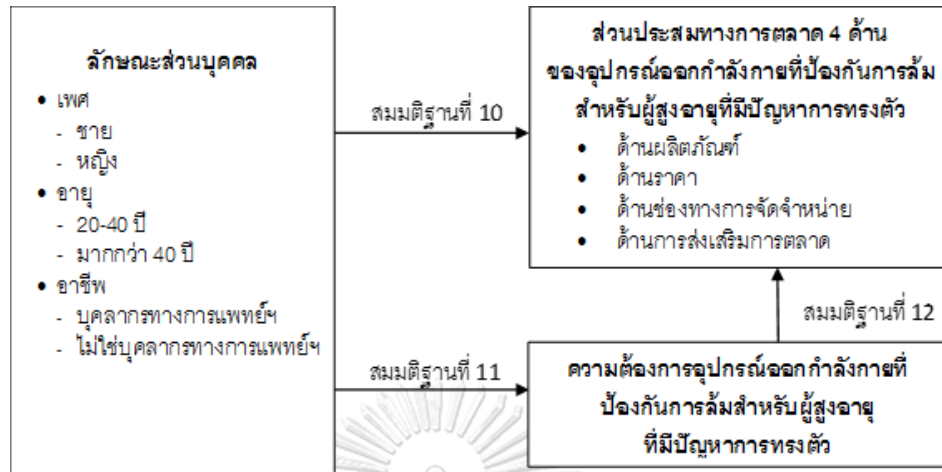
ภาพที่ 2.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มนสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

## 2.8.4.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 2



ภาพที่ 2.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 2

### 2.8.4.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 3



ภาพที่ 2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 3

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนา โดยผู้วิจัยจะทำการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว และอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวไปด้วยกันแบบคู่ขนาน

ระยะที่ 2 การทดลอง เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัวของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวกับผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว

ระยะที่ 3 ความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ เป็นการศึกษาหาแนวทางที่เหมาะสมในการนำอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่พัฒนาขึ้นไปสู่เชิงพาณิชย์

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีการจัดทำกับอาสาสมัครที่เป็นผู้สูงอายุ ผู้วิจัยได้ดำเนินการขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ และได้รับการเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนา

พัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวการ เพื่อศึกษาตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ข้อ 1.2.1 และพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว เพื่อศึกษาตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ข้อ 1.2.2

##### 3.1.1 การพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปราณีต” มีดังนี้

1) ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อส่วนล่างที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัว จากนั้นทำการวิเคราะห์และคัดเลือกกล้ามเนื้อสำคัญมาทำการศึกษาจำนวน 6 มัด ได้แก่ กลูเตียส มีเดียส (Gluteus medius) วาสตัล มีเดียลิส (Vastus medialis) เรคตัส ฟีมอริส (Rectus femoris) ไบเซป ฟีมอริส (Bicep femoris) ทิเบียลิส แอนทีเรีย (Tibialis anterior)

และแก๊สตรอกนีเมียส (Gastrocnemius) เพื่อให้ครอบคลุมการเคลื่อนไหวของขา ได้แก่ การงอและเหยียดสะโพก การหุบและการขา การงอและเหยียดเข่า

2) ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัว จากนั้นทำการวิเคราะห์และคัดเลือกกล้ามเนื้อสำคัญมาทำการศึกษานาน 2 มัด ได้แก่ กล้ามเนื้อทรานเวิร์สเสส แอบโดมินิส (Transverses abdominis) และมัลติฟิเดส (Multifidus) เพื่อให้ครอบคลุมการเคลื่อนไหวของลำตัว ได้แก่ การงอและเหยียดลำตัว และจากผลการทบทวนวรรณกรรมที่ได้ศึกษาการฝึกกล้ามเนื้อหน้าท้อง ผู้วิจัยได้นำการฝึกแหม่วท้อง (abdominal hollowing action) ในท่ายืน (Seo et al., 2013; ศรีนยา บุรณสรพสิทธิ์, 2556) มาใช้ในการวิจัยนี้ โดยให้ผู้ฝึกยืนและหายใจเข้า จากนั้นย่อตัวลง ยกแขนในระดับเสมอไหล่ ค่อย ๆ ผ่อนลมหายใจออก แหม่วท้อง เกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้อง ดึงหน้าท้องเข้ามาข้างในให้สุดช่วงการเคลื่อนไหว และเกร็งกล้ามเนื้อหลัง โดยเกร็งค้างไว้ 10 วินาที พัก 10 วินาที ในช่วงพักให้ยืนตรงไม่งอขา และลดแขนลง ทำการฝึกต่อเนื่อง 20 รอบ ซึ่งการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวนี้ ผู้วิจัยกำหนดให้เป็นท่าที่ 1 ซึ่งให้ทำก่อนและหลังการฝึกทรงตัว ร่วมกันกับท่างอเข่าขึ้น-ลง

3) ศึกษาโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุจากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าไทชิมีความเหมาะสมในการนำไปออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุ เนื่องจากสามารถเพิ่มสมรรถนะการทรงตัวในผู้สูงอายุ และมีการเคลื่อนไหวที่นุ่มนวลและต่อเนื่อง แต่เนื่องจากจำนวนท่าที่มีมาก และไม่เน้นการฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนล่างของร่างกาย จำเป็นต้องคัดเลือกท่าในการฝึกการทรงตัว จากท่าของไทชิ 24 ท่า ในขั้นตอนนี้จะปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญการฝึกไทชิเพื่อยืนยันถึงประโยชน์ของการฝึกไทชิในด้านการเสริมสร้างการทรงตัว เมื่อถูกนำมาใช้เพียงบางท่า

4) ศึกษาข้อจำกัดในการฝึกไทชิของผู้สูงอายุโดยจัดสนทนากลุ่ม (Focus group) ในผู้สูงอายุที่มีปัญหาทรงตัวและเคยล้ม เพื่อนำความคิดเห็นมาใช้ในการออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว ดังนี้

- กำหนดเกณฑ์คัดเข้า 2 เกณฑ์ ได้แก่ เป็นผู้สูงอายุ ที่อายุมากกว่า 70 ปี และเป็นผู้ที่รู้จักไทชิ แต่ไม่เคยฝึกไทชิ
- กำหนดเกณฑ์คัดออก 1 เกณฑ์ คือ ไม่พร้อมในการให้ความเห็นระหว่างสนทนากลุ่ม
- จำนวนผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม 7 คน
- ใช้เวลาสนทนากลุ่ม 60 นาที

- สถานที่สนทนาเป็นบ้านของ อสม. ท่านหนึ่งใน ต. หนองไธสง อ.คูทอง จ.สุพรรณบุรี  
สนทนา

- ใช้ข้อความหลักในการสนทนากลุ่ม 1 ข้อ คือ ทำไมท่านจึงไม่ออกกำลังกายโดยการ  
ฝึกไทชิ และใช้หลักการ 5 Why ในการถามต่อ เพื่อหาเหตุผลที่แท้จริง

จากผลการสนทนากลุ่มสรุปได้ว่า ผู้สูงอายุให้เหตุผลที่ไม่ฝึกไทชิเพราะ จำท่าไทชิทั้งหมด  
ไม่ได้ มีความกังวลในการจดจำท่า อีกทั้งกลัวการล้มขณะฝึก จากความกังวลในการจดจำท่าส่งผล  
ให้ไม่มีสมาธิในการควบคุมลมหายใจเข้า- ออก ซ้ำ ๆ และอย่างต่อเนื่อง ตามแนวทางของไทชิได้  
โดยรายละเอียดในการสนทนากลุ่ม แสดงในภาคผนวก ข

5) คัดเลือกท่าในการฝึกการทรงตัว จากท่าไทชิ 24 ท่า ซึ่งมี 164 การเคลื่อนไหว โดย  
พิจารณาจาก 3 เกณฑ์ ได้แก่ ท่าที่มีการรบกวนสมดุลของร่างกาย ท่าที่มีการเคลื่อนไหวใน  
3 ระนาบ และท่าที่มีการใช้งานกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายมากกว่าส่วนบนของร่างกาย และ  
เพิ่มท่าเริ่มและท่าจบ ตามผลที่ได้พบทบทวนวรรณกรรม และการวิเคราะห์ท่าไทชิ ตามตาราง 2.2 ทำ  
ให้ได้ท่าไทชิเพื่อนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมฝึกการทรงตัว 12 ท่า ได้แก่ เริ่มต้นกระบวนท่า ม้าป่า  
สยายแผงคอ งอเข่าเดินย่างก้าว ก้าวถอยหลังซ้ายขวา รวบหางนกยูงซ้าย รวบหางนกยูงขวา  
ทวงเท้าถีบเท้าขวา พลิกกายถีบเท้าซ้าย กดต่ายกเท้าขวา กดต่ายกเท้าซ้าย กระสวยร้อยเท้าขวา  
และจบกระบวนท่า ซึ่งมีการเคลื่อนไหวรวม 96 การเคลื่อนไหว โดยทั้ง 12 ท่านี้ จะเรียงตามลำดับ  
ท่าในการฝึกไทชิแบบดั้งเดิม

6) จากผลการสนทนากลุ่มในข้อ 4) ที่พบว่าผู้สูงอายุไม่สามารถจดจำท่าที่มีหลายการ  
เคลื่อนไหวได้ ผู้วิจัยจึงนำท่าไทชิทั้ง 12 ท่า ที่คัดเลือกได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด มาจัดทำท่าฝึกที่มี  
ความเคลื่อนไหวต่อเนื่องไม่เกิน 5 การเคลื่อนไหว เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถจดจำได้ง่าย ในขั้นตอน  
นี้จะได้ท่าฝึกย่อยรวม 20 ท่า ท่าละ 5 การเคลื่อนไหว รวมเป็น 100 การเคลื่อนไหว

7) นำท่าฝึกย่อย 19 ท่า จากข้อ 6) ที่ไม่รวมท่าเริ่มต้นและท่าจบ ท่าละ 5 การเคลื่อนไหว  
มาวิเคราะห์การใช้กล้ามเนื้อทั้ง 6 มัด ด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography,  
EMG) ด้วยอุปกรณ์ Advanced EMG monitor รุ่น WBA บริษัทผู้ผลิต Mega Electronics Ltd.  
ประเทศฟินแลนด์ ในชายไทย อายุ 56 ปี จำนวน 1 คน ซึ่งเคยฝึกไทชิเป็นเวลา 3 ปี และได้รับ  
คำแนะนำในการทำท่าที่ผู้วิจัยออกแบบได้อย่างถูกต้อง การทดสอบนี้ใช้เพียง 1 ตัวอย่าง เพื่อ  
ยืนยันผลจากการทบทวนวรรณกรรมในเรื่องกล้ามเนื้อส่วนล่างของท่าฝึกไทชิที่ช่วยในการทรงตัว  
(Wollering, 2013) และเลือกตัวอย่างเป็นเพศชาย เพื่อให้สามารถติด EMG Pad บนกล้ามเนื้อได้  
สะดวก ผลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อได้นำมาแปลผลเป็นค่ารากเฉลี่ยกำลังสองของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

หรือ Root Mean Square (RMS) มีหน่วยเป็นไมโครโวลต์ และขณะทดสอบผู้วิจัยได้ติด EMG Pad ที่ขาขวาข้างเดียว เพื่อวัดไฟฟ้ากล้ามเนื้อของขาตั้งแต่ท่าที่ 2 ถึง 20 ซึ่งแต่ละท่ามีเพียง 5 การเคลื่อนไหว และกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกท่าสำหรับฝึกกล้ามเนื้อขา เพื่อเสริมสร้างการทรงตัว ดังนี้

- พิจารณาเฉพาะท่าที่ให้ค่าไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ตั้งแต่ 100 ไมโครโวลต์ ขึ้นไป
- กรณีท่าที่เป็นท่ารวมทั้งการเคลื่อนไหวไปซ้ายและขวา จะพิจารณาคัดเลือกท่าที่ให้ค่าไฟฟ้ากล้ามเนื้ออย่างน้อย 3 ใน 6 มัด ต้องมีค่าตั้งแต่ 100 ไมโครโวลต์ ขึ้นไป
- กรณีท่าที่เป็นท่าคู่กัน โดยแยกการเคลื่อนไหวไปทางซ้าย 1 ท่า และการเคลื่อนไหวไปทางขวา 1 ท่า จะพิจารณาที่ค่าไฟฟ้ากล้ามเนื้ออย่างน้อย 6 ใน 12 มัด (นับรวมขาซ้ายและขวา) ต้องมีค่าตั้งแต่ 100 ไมโครโวลต์ ขึ้นไป

ผลการทดสอบ EMG แสดงดังภาคผนวก ค พบมี 15 ท่า จาก 19 ท่า ที่ผ่านเกณฑ์ (ไม่นับท่าเริ่มต้นและท่าจบ) ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปออกแบบท่าฝึกการทรงตัวต่อโดยตัดท่าที่ซ้ำกันออก และเรียงลำดับจากท่าที่ง่ายไปยาก การเปรียบเทียบจำนวนท่า และการเคลื่อนไหวตั้งแต่ไทชิ 24 ท่า ที่ผ่านขั้นตอนต่างๆ ในข้อ 5) และข้อ 6) จนได้เป็นไทชิแบบปราณีต แสดงดังภาคผนวก ง โดยมีสรุปสรุปจำนวนท่าและเกณฑ์การคัดเลือกท่าฝึกการทรงตัว ดังภาพที่ 3.1

8) นำท่าไทชิที่คัดเลือกได้ในข้อ 6) ร่วมกับการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในข้อ 7) ไปจัดทำโปรแกรมฝึกการทรงตัว โดยระบุขั้นตอนการฝึก ท่าในการฝึก ระยะเวลาในการฝึก รวมถึงระยะเวลาในการพักระหว่างฝึกที่เหมาะสม อ้างอิงตามมาตรฐานการจัดทำโปรแกรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุของ American Geriatrics Society and British (2011) ที่ระบุว่าโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพต้องมีระยะเวลาของโปรแกรมที่มากกว่า 12 สัปดาห์ จำนวน 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ความสามารถจะเพิ่มขึ้นตามความหนักและความถี่ในการฝึก โดยโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ออกแบบนี้ ดัดแปลงมาจากท่าไทชิ จึงมีความหนักในการฝึกระดับปานกลาง

9) การจัดโปรแกรมการฝึกตลอด 3 เดือน จะเริ่มจากท่าที่ง่ายไปท่าที่ยากขึ้นโดยระยะเวลารวมในการฝึก 40-45 นาที แบ่งการฝึกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดก่อนฝึก 10 นาที ช่วงฝึกการทรงตัวตามท่าที่ออกแบบ 25-30 นาที และช่วงอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดหลังฝึก 5 นาที พร้อมทั้งจัดทำคำแนะนำด้านความปลอดภัยในการฝึก สำหรับประกอบเป็นคู่มือ ฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปราณีต” จากนั้นนำโปรแกรมฝึกการทรงตัว และ คู่มือ สำหรับใช้ประกอบการฝึกการทรงตัวที่จัดทำขึ้นผู้ไปตรวจสอบค่าความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ (IOC: Index of Objective Congruence) จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย

- แพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟู 1 ท่าน
- ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพ 2 ท่าน
- ผู้เชี่ยวชาญด้านเวชศาสตร์การกีฬา 1 ท่าน
- ผู้เชี่ยวชาญการพยาบาลผู้สูงอายุ 1 ท่าน

โดยผู้วิจัยจะคัดเลือกเฉพาะท่าฝึกการทรงตัวที่มีค่าความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่มากกว่า 0.5 มาใช้เพื่อให้มั่นใจว่าโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ออกแบบนี้สามารถนำไปใช้ฝึกเพื่อพัฒนาการทรงตัวได้จริง หากมีคำแนะนำในการปรับปรุงให้ทำการปรับปรุง

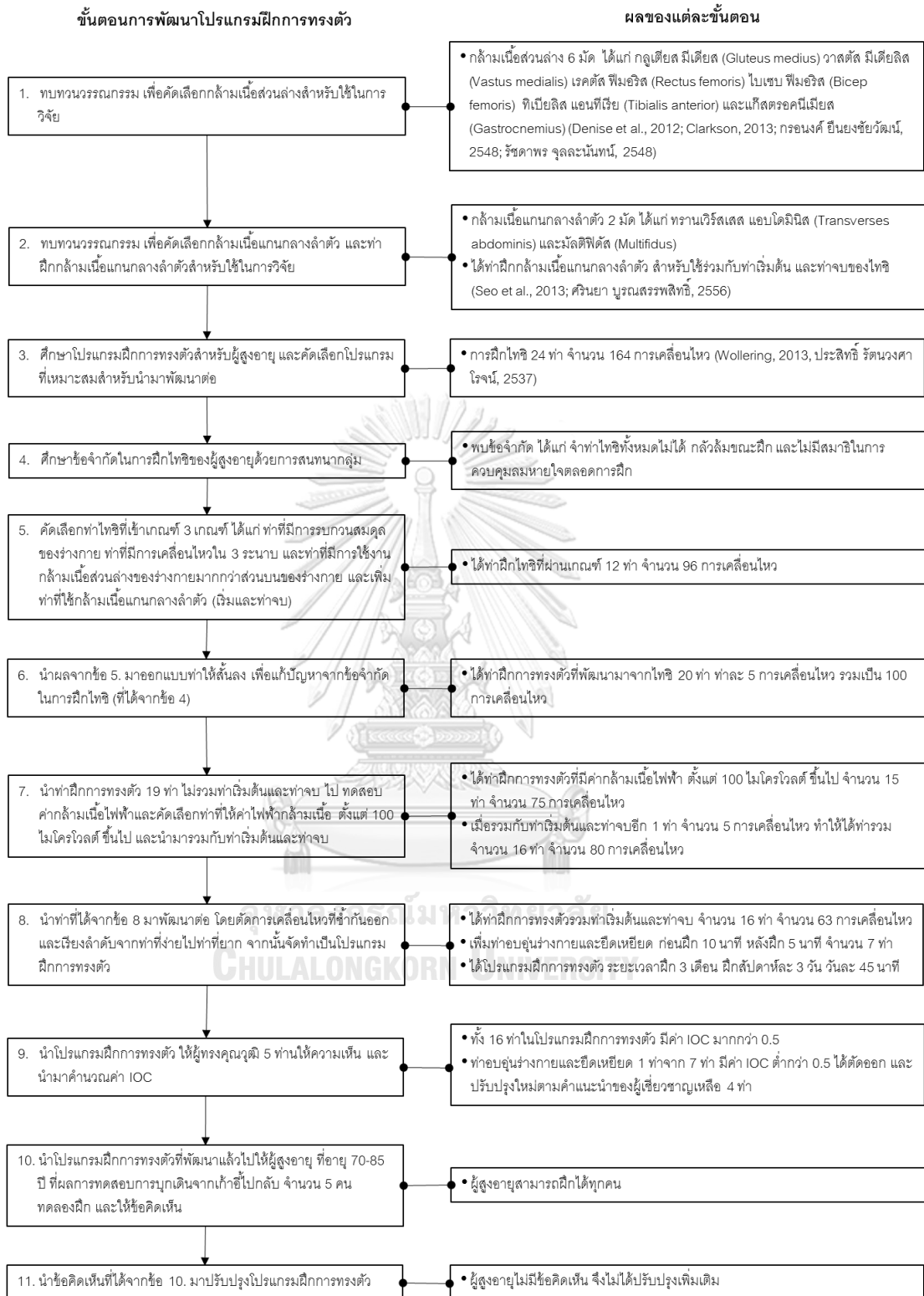
10) นำโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปให้ผู้สูงอายุที่อายุระหว่าง 70-85 ปี ซึ่งเป็นอาสาสมัครจากสถานดูแลผู้สูงอายุหรือผู้สูงอายุที่อยู่กับครอบครัวจำนวน 5 คน ทำการทดลองฝึก และให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับความยาก และความหนักของท่าฝึกการทรงตัว โดยผู้สูงอายุที่ทดลองฝึกนี้มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้ ไม่เคยฝึกไทชิมาก่อน ผลการทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-foot up-and-go test) มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของการทดสอบ

11) นำข้อคิดเห็นจากผู้สูงอายุที่ทดลองฝึกตามโปรแกรม มาทำการปรับปรุงจนได้โปรแกรมฝึกการทรงตัวที่มีคุณลักษณะตามต้องการ และนำไปใช้ในระยะเวลาที่ 2 ของการวิจัย

จากลักษณะสำคัญของโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่เน้นการหายใจเข้าช้า ๆ ยาว ๆ จนทำให้หน้าท้องพองขึ้น และการหายใจออกช้า ๆ ยาว ๆ พร้อมแขม่วหน้าท้องจนหน้าท้องแฟบ รวมถึงท่วงท่าการเคลื่อนไหวที่ช้าและต่อเนื่องขณะฝึกการทรงตัว ผู้วิจัยจึงเรียกโปรแกรมการฝึกนี้ว่า “ไทชิแบบปรารถนิต” ซึ่งนอกจากเป็นคำที่ผู้สูงอายุคุ้นเคยแล้ว ยังทำให้ผู้สูงอายุตระหนักถึงการหายใจเข้า-ออกอย่างช้า ๆ และยาว ๆ และตระหนักถึงการเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ และต่อเนื่อง ซึ่งเป็นแนวทางการฝึกของโปรแกรมฝึกการทรงตัวนี้

สรุปขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว และผลของแต่ละขั้นตอน แสดงดังภาพที่





ภาพที่ 3.1 สรุปขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว และผลแต่ละขั้นตอน

### 3.1.2 การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

ผู้วิจัยขอเสนอการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ตามหลักการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ พร้อมทั้งผลในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ไว้ในบทที่ 5 ในส่วนขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในระยยะที่ 1 นี้จะระบุเฉพาะขั้นตอนการทดสอบอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ก่อนนำไปใช้งานในระยยะที่ 2 ดังนี้

1) หลังจากได้พัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ตามรายละเอียดในบทที่ 5 จนได้ต้นแบบมาแล้ว ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการพิจารณาจัดทำแบบประเมินความพึงพอใจ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ เมื่อใช้ร่วมกับโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

2) การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ดำเนินการหลังจากได้รับใบรับรองโครงการวิจัยระยะที่ 1 จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน ตามภาคผนวก ข ผู้ดำเนินการทดสอบประกอบด้วยผู้วิจัย ซึ่งเป็นพยาบาล และมีผู้ช่วยวิจัย ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน โดยใช้เวลาในการชี้แจงทำความเข้าใจ และระยะเวลาในการทดสอบรวม 2 ชั่วโมง โดยระหว่างทำการทดสอบสามารถหยุดพักได้ตามที่อาสาสมัครร้องขอ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย ที่สนับสนุนการดำเนินการทดสอบมีคุณสมบัติและหน้าที่ ดังนี้

- พยาบาล เป็นผู้ที่จบปริญญาตรี สาขาพยาบาลศาสตร์ มีประสบการณ์ในงานพยาบาลอย่างน้อย 2 ปี มีหน้าที่ช่วยเหลือผู้สูงอายุขณะทำการทดสอบ และเตรียมพร้อมให้การช่วยเหลือหากเกิดอุบัติเหตุ ตลอดการทดสอบ

- เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย เป็น ผู้ที่จบปริญญาตรี สาขาอาชีวอนามัยความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน มีหน้าที่ตรวจสอบความปลอดภัยพื้นที่ และอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ที่ใช้ในการทดสอบ และดูแลความปลอดภัยตลอดการทดสอบ

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยระยะที่ 1

ประชากรของงานวิจัยข้อ 3.1.2 นี้ เป็นหญิงอายุระหว่าง 20-59 ปี ที่มีสุขภาพดี และผู้สูงอายุหญิง อายุระหว่าง 70-85 ปี โดยผู้วิจัยดำเนินการคัดกรองด้วยตนเอง ตามเกณฑ์การคัดเข้า และเกณฑ์การคัดออก ในแต่ละกลุ่มดังนี้

- กลุ่มอาสาสมัครหญิงที่มีสุขภาพดี จำนวน 6 คน  
เกณฑ์การคัดเลือก มีดังนี้ อายุระหว่าง 20-59 ปี มีขนาดสูงแตกต่างกันใน 3 ขนาด ขนาดละ 2 คน ได้แก่ ขนาดมาตรฐาน (ความสูงอยู่ระหว่าง 150-160 ซม.) ขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน (ความสูงมากกว่า 160 ซม.) และขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน (ความสูงน้อยกว่า 155 ซม.) และมีใบรับรองแพทย์ที่ระบุว่าไม่มีสุขภาพดี  
เกณฑ์การคัดออก 2 เกณฑ์ ได้แก่ ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแจ้งความประสงค์ไม่ร่วมการวิจัยต่อ และสุขภาพของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่พร้อมในการร่วมวิจัยต่อ

- กลุ่มอาสาสมัครหญิงสูงอายุจำนวน 3 คน  
เกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้ กลุ่มผู้สูงอายุหญิงที่อายุระหว่าง 70-85 ปี ที่ไม่เป็นโรคที่แพทย์ไม่อนุญาตให้ออกกำลังกาย มีขนาดสูงแตกต่างกันใน 3 ขนาด ขนาดละ 1 คน ได้แก่ ขนาดมาตรฐาน(ความสูงอยู่ระหว่าง 150 – 160 ซม.) ขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน(ความสูงมากกว่า 160 ซม.) และขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน(ความสูงน้อยกว่า 155 ซม.)  
เกณฑ์การคัดออก 2 เกณฑ์ ได้แก่ ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแจ้งความประสงค์ไม่ร่วมการวิจัยต่อ และสุขภาพของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่พร้อมในการร่วมวิจัยต่อ

### **การพิทักษ์สิทธิกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ในการวิจัยระยะที่ 1**

ผู้วิจัยดำเนินการขอรับพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนกลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยก่อนดำเนินการวิจัย และปฏิบัติตามคำแนะนำที่ได้รับ

### **วิธีการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ในการวิจัยระยะที่ 1**

ผู้วิจัยจะประกาศรับสมัครแบบเปิดเผยด้วยตัวผู้วิจัยเอง และรับสมัครแบบเปิดเผยผ่านคนรู้จัก หากมีผู้สมัครเป็นผู้ร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยจะติดต่อขออนุญาตเข้าพบผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทางโทรศัพท์ ก่อนเข้าพบด้วยตนเอง

### **สถานที่ทำการทดสอบอุปกรณ์ออกกำลังกาย**

ดำเนินการที่ที่พักของผู้วิจัย ที่ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

3) ผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์ออกกำลังกาย และพื้นที่ทำการทดสอบให้มีความปลอดภัย โดยการรองเบาะ ดูแลไม่ให้มีสิ่งกีดขวาง และเฝ้าระวังตลอดการทดสอบ

4) การทดสอบอุปกรณ์จะดำเนินการโดยอาสาสมัคร 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอาสาสมัครที่มีความแข็งแรงจำนวน 6 คน และกลุ่มผู้สูงอายุหญิง จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยดำเนินการคัดกรอง

ด้วยตนเอง ตามเกณฑ์การคัดเข้า และเกณฑ์การคัดออก ตามที่ระบุในข้อ 3.1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยระยะที่ 1

5) ให้ผู้ร่วมวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม ทดสอบอุปกรณ์ที่ละกลุ่ม ดังนี้

- ทดสอบอุปกรณ์วัดชีพจรตลอดเวลาที่ทำการทดสอบ
- ทำท่าตามคู่มือฝึกการทรงตัวที่ผู้วิจัยออกแบบ ท่าละ 1 ครั้ง และทำแบบประเมินผล

ความพึงพอใจอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มฯ และให้สัมภาษณ์

- ทดสอบอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ตามคำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัย  
ขั้นการออกแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ โดยมีท่าต่างๆ ในการทดสอบ 5 ท่า ดังภาพที่ 3.2

- 1) ท่าท่าที่ 1 ท่าคล้ายจะล้มไปข้างหน้า 5 ครั้ง
- 2) ท่าท่าที่ 2 ท่าคล้ายจะล้มไปข้างหลัง 5 ครั้ง
- 3) ท่าท่าที่ 3 ท่าคล้ายจะล้มไปข้างขวา 5 ครั้ง
- 4) ท่าท่าที่ 4 ท่าคล้ายจะล้มไปข้างซ้าย 5 ครั้ง
- 5) ท่าท่าที่ 5 ท่าทรุดตัว 5 ครั้ง

6) บันทึกผลประเมินความพึงพอใจฯ ตามแบบประเมินความพึงพอใจในการฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ และ บันทึกผลการทดสอบตามแบบบันทึกผลการทดสอบการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวของทั้ง 2 กลุ่ม ระหว่างทดสอบ ดังภาคผนวก ฅ โดยสรุปอาสาสมัครซึ่งมีความสูงที่แตกต่างกัน ที่ทำการทดสอบโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ระยะที่ 1 แสดงดังภาคผนวก ท

7) ในระหว่างการวิจัย อาจมีการบันทึกภาพผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยขณะฝึกการทรงตัว เพื่อนำไปใช้ในการศึกษา ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับ เฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยจะไม่ปรากฏในรายงาน และผู้วิจัยจะลบทำลายภาพหลังสิ้นสุดการวิจัย

8) ปรับปรุงอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวตามความเห็นของผู้ร่วมวิจัยจนกว่าจะได้คุณสมบัติตามต้องการ



ภาพที่ 3.2 ท่าที่ใช้ในการทดสอบอุปกรณ์ออกกำลังกาย

### 3.2 ระยะเวลาที่ 2 การทดลอง

การศึกษานี้มีแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว กับผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว โดยแสดงสัญลักษณ์ของแบบการวิจัย ตามตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์ของแบบการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการทดลอง	โปรแกรม	ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์	หลังการทดลอง 12 สัปดาห์
S1	O1	X1	O2	O3
S2	O4	X2	O5	O6

S หมายถึง การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดย S1 หมายถึง กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และ S2 หมายถึง กลุ่มควบคุมที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว

O หมายถึง การวัดผล โดย O1 หมายถึง การวัดผลก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง O2 หมายถึง การวัดระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลอง O3 หมายถึง การวัดผลหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลอง O4 หมายถึง การวัดผลก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม O5 หมายถึง การวัดระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม O6 หมายถึง การวัดผลหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม

ในงานวิจัยนี้ให้ทั้ง 2 กลุ่มประเมินสมรรถนะการทรงตัว วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ดังนี้

1) ประเมินสมรรถนะในการทรงตัว ตามวัตถุประสงค์การเปรียบเทียบความสมรรถนะในการทรงตัว ด้วยดังนี้

- การประเมินความสามารถในการทรงตัว ด้วยการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-foot up-and-go test) และการทดสอบการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System ในการทดสอบ 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม m-CTSIB โปรแกรม Postural stability test และโปรแกรม Fall risk

- ประเมินภาวะกล้ามเนื้อ โดยแบบประเมินของพันพิสสา แสงพริ้ง (2553)
- ประเมินความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน โดยแบบประเมินความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน ชนิด Barthel ADL Index

2) ประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง ตามวัตถุประสงค์การเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง ด้วยการทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที (30-second chair stand)

3) ประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ตามวัตถุประสงค์การเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ด้วยอุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Biofeedback Unit หรือ PBU)

X หมายถึง การให้ Treatment ในงานวิจัยนี้ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 40-45 นาที โดย X1 หมายถึง การฝึกการทรงตัวด้วยโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และ X2 หมายถึง การฝึกการทรงตัวด้วยโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นเพียงอย่างเดียว

### 3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างการวิจัย ในการวิจัยระยะที่ 2

กลุ่มประชากรสำหรับการศึกษาวิจัยในขั้นตอนนี้ เป็นผู้สูงอายุเพศหญิงอายุระหว่าง 70- 85 ปี ที่มีปัญหาการทรงตัว ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างจากตาราง Cohen (Cohen, 1988)(Cohen, 1988) โดยกำหนด Effect Size ที่ 1.0 และ Power ที่ 0.75 พบมีค่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 15 คนต่อกลุ่ม ทั้งนี้ผู้วิจัยเพื่อ drop out อีกรวมละ 1 คน รวมเป็น 16 คนต่อกลุ่ม เนื่องจากผู้สูงอายุที่อายุ 70-85 ปี และสมัครใจเข้าร่วมการทดลองมีจำนวนน้อย สำหรับการเลือกกลุ่มตัวอย่างมาเป็นผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใช้การเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จากผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่สถานดูแลคนชราแบบระยะยาว มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ บ้านพักคนชราหญิง เลขที่ 35/26 หมู่ 1 ซอยร่วมสุข ถนนติวานนท์ ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี โดยผู้รับการคัดกรองต้องแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัย และจะมีการดำเนินการคัดกรอง ดังนี้

- 1) การตรวจสอบประวัติ
- 2) การตรวจร่างกายทั่วไปโดยแพทย์
- 3) การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างโดยนักกายภาพบำบัด
- 4) การทดสอบการทรงตัว 2 วิธี ได้แก่ วัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว และการทดสอบการเดินไป-กลับ (8-feet up-and-go test)

ในวันคัดกรองจะมีผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัย ซึ่งได้แก่ แพทย์ พยาบาล นักกายภาพบำบัด นักวิทยาศาสตร์การกีฬา นักเรียนพยาบาล และเจ้าหน้าที่ธุรการ เข้าร่วมคัดกรอง ใช้เวลาคัดกรองทั้งหมดรวม 3 ชั่วโมง โดยอาสาสมัครแต่ละคนใช้เวลาคัดกรองประมาณ 60 นาที ซึ่งรวมระยะเวลารอเข้าตรวจเพื่อคัดกรองในแต่ละวิธีการแล้ว โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าดังนี้

#### เกณฑ์การคัดเข้า

- 1) อายุระหว่าง 70-85 ปี
- 2) ไม่เคยฝึกไทชิมาก่อน
- 3) แพทย์ให้ความเห็นว่า สามารถฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว และสามารถฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกาย ที่ออกแบบได้
- 4) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย 2-6 มัด จากการทดสอบด้วยวิธี Manual Muscle Testing (MMT) โดยนักกายภาพบำบัด อยู่ในระดับ 2+ ถึง 3+ (Clarkson, 2013)
- 5) มีความสามารถในการทรงตัวต่ำ โดยผลการทดสอบการทรงตัวใน 4 การทดสอบ ได้แก่ การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-foot up-and-go test) การทดสอบการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System ในการทดสอบ 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม m-CTSIB โปรแกรม Postural stability test และโปรแกรม Fall risk พบว่าอย่างน้อย 1 การทดสอบ จาก 4 การทดสอบข้างต้น มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของการทดสอบนั้น โดยค่ามาตรฐานการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับนั้นอ้างอิงตามค่ามาตรฐานการทดสอบของ Jones and Rikli (2002) ตามภาคผนวก ๗ สำหรับค่ามาตรฐานของการทดสอบการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System นั้นอ้างอิงจากข้อมูลของผู้ผลิตอุปกรณ์

ผู้วิจัยจะแจ้งให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทราบผลการคัดกรองหลังเข้าตรวจคัดกรองครบทุกรายการแล้ว หากพบว่าไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า อาสาสมัครสามารถกลับที่พักได้ ผู้วิจัยจะเลือกเฉพาะผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเข้าที่กำหนดไว้ จำนวน 32 คน โดยผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า ต้องทำการทดสอบอีก 4 การทดสอบ ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบรวม 30 นาที ได้แก่

- 1) การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที
- 2) วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ด้วย Pressure Biofeedback Unit
- 3) ตอบแบบประเมินความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน



#### 4) ตอบแบบประเมินภาวะกลัวการล้ม

การดำเนินการหากพบว่าผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่อยู่ในเกณฑ์คัดเข้า และอยู่ในสถานะที่สมควรได้รับการช่วยเหลือ/แนะนำในระหว่างการคัดกรอง

ผู้วิจัยจะให้คำแนะนำหรือข้อมูลแก่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอย่างดีที่สุดเท่าที่สามารถทำได้

#### การเลือกหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

การเลือกหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมนั้น ใช้การสุ่มรายคู่ (Matched subjects Randomization) เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนอันเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ โดยจัดให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่มีความเหมือนกันหรือเท่าเทียมกันมาจับคู่กัน แล้วแยกออกเป็นคนละกลุ่ม ทำเช่นนี้จนได้ครบตามจำนวนที่ต้องการ ก็จะได้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน จำนวนกลุ่มละ 16 คน โดยตัวแปรที่ใช้ในการจับคู่ ได้แก่ อายุ และความสามารถในการทรงตัวจากการวัดด้วยเครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System

#### เกณฑ์การคัดออก

- 1) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแจ้งความประสงค์ไม่ร่วมการวิจัยต่อ
- 2) สุขภาพของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่พร้อมในการร่วมวิจัยต่อ
- 3) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าร่วมฝึกการทรงตัวน้อยกว่า 80% หรือขาดการฝึกมากกว่า 7 วัน จาก 36 วัน หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่เข้ารับการทดสอบระหว่างการวิจัยและหลังการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดมาตรการป้องกันการปนเปื้อนระหว่างกลุ่มโดย ผู้วิจัยจะทำบัตรรายชื่อสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม และก่อนทำการฝึกจะทำการตรวจสอบรายชื่อก่อนทำการฝึกทุกครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสลับกลุ่มกันขึ้น

#### การพิทักษ์สิทธิกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ในการวิจัยระยะที่ 2

ผู้วิจัยดำเนินการโดยขอรับพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยก่อนดำเนินการวิจัย และปฏิบัติตามคำแนะนำที่ได้รับ

#### วิธีการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ในการวิจัยระยะที่ 2

ผู้วิจัยติดต่อกับผู้ดูแลมูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ด้วยตนเอง เพื่อขออนุญาตติดต่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย จากนั้นผู้วิจัยจะติดต่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยด้วยตนเอง พร้อมกับเจ้าหน้าที่ที่ดูแลผู้สูงอายุ หรือญาติผู้สูงอายุ

## สถานที่ทำการทดลอง ในการวิจัยระยะที่ 2

ห้องสนทนาการ มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ บ้านพักคนชราหญิง เลขที่ 35/26 หมู่ 1 ซอยร่วมสุข ถนนติวานนท์ ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

## คุณสมบัติและหน้าที่ของผู้ช่วยวิจัย ในการวิจัยระยะที่ 2

- พยาบาล เป็นผู้ที่จบปริญญาตรี สาขาพยาบาลศาสตร์ มีประสบการณ์ในงานพยาบาล และมีประสบการณ์ในการดูแลผู้สูงอายุ อย่างน้อย 2 ปี มีหน้าที่ช่วยฝึกสอนโปรแกรมฝึกการทรงตัว และช่วยเหลือดูแลขณะทำการทดลอง โดยผู้วิจัย และพยาบาล จะฝึกสอนร่วมกันใน 4 สัปดาห์แรก และใน 8 สัปดาห์หลังจะสลับกันดูแล
- ผู้ช่วยดูแลการออกกำลังกาย เป็น นักศึกษาพยาบาลที่สามารถร่วมดูแลผู้สูงอายุขณะฝึกการทรงตัว

### 3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองที่ได้จากการวิจัยในระยะที่ 1 ได้แก่ โปรแกรมฝึกการทรงตัวไทชิแบบปรารถนาที่วิจัยพัฒนาขึ้น ตามภาคผนวก จ และอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ตามภาพที่ 6.1
- 2) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการทรงตัว 2 วิธี ได้แก่ การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-foot up-and-go test) ดังรายละเอียดตามภาคผนวก ข และการวัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม m-CTSIB โปรแกรม Postural stability test และโปรแกรม Fall risk ดังรายละเอียดตามภาคผนวก ฉ
- 3) เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 2 วิธี ได้แก่ การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที (30-second chair stand) (Jones และ Rikli , 2002) ดังรายละเอียดตามภาคผนวก ค และวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวด้วย Pressure Biofeedback Unit รายละเอียดตามภาคผนวก ด
- 4) เครื่องมือวัดความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน เป็นแบบสอบถามวัดความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน Barthel ADL Index ซึ่งเป็นแบบวัด paper-based ดังรายละเอียดตามภาคผนวก ง
- 5) เครื่องมือวัดภาวะกลัวการล้ม เป็นแบบสอบถามวัดภาวะกลัวการล้มของผู้สูงอายุไทยของพันพิศสา แสงพริ้ง (2553) ซึ่งเป็นแบบวัด paper-based ดังรายละเอียดตามภาคผนวก ญ

### 3.2.3 วิธีการทดลอง ในการวิจัยระยะที่ 2

1) ศึกษาการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง 6 มัด และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว 2 มัด ตามตาราง 2.4 เพื่อใช้ในแต่ละวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2) คัดเลือกวิธีวัดการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว การวัดภาวะกัวการล้ม และการประเมินความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน ที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อนำมาใช้ประเมินในการวิจัย ผลจากการทบทวนวรรณกรรมผู้วิจัยได้พิจารณาวิธีการวัด ดังนี้

- วัดการทรงตัว 2 วิธี ได้แก่ การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-feet up-and-go test) ดังรายละเอียดตามภาคผนวก ๗ และการวัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System รุ่น #950-441 ผลิตที่นิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา ใน 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม CTSIB (Clinical Test of Sensory Integration and Balance) โปรแกรม Postural Stability Test และโปรแกรม Fall Risk ดังรายละเอียดตามภาคผนวก ๘

- วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที (30-second chair stand) (Jones & Rikli, 2002) ดังรายละเอียดตามภาคผนวก ๙ และวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในท่านอนคว่ำด้วย Pressure Biofeedback Unit รายละเอียดตามภาคผนวก ๑๐

- วัดความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน จาก Barthel ADL Index ซึ่งเป็นแบบวัด paper-based ดังรายละเอียดตามภาคผนวก ๑๑ และวัดภาวะกัวการล้ม ด้วยแบบวัดภาวะกัวการล้มของผู้สูงอายุไทยของพันพิศสา แสงพริ้ง (2553) ซึ่งเป็น paper-based ดังรายละเอียดตามภาคผนวก ๑๒

3) หลังจากได้รับใบรับรองโครงการวิจัยระยะที่ 2 จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน ตามภาคผนวก ๑๓ จึงจะเริ่มดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยจะชี้แจงรายละเอียดการวิจัยให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทั้งหมดได้รับทราบ ในเรื่อง วัตถุประสงค์การวิจัย การดำเนินการทำวิจัย การปฏิบัติตนระหว่างการวิจัย และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิจัย จากนั้นให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยลงนามในเอกสารยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย

4) คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย จำนวน 32 คน และแบ่งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองตามวิธีการที่กำหนดไว้ในข้อ 3.2.1 และวัดผลก่อนการทดลอง ได้แก่ การทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-feet up-and-go test) วัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว Biosway 4 ทำการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบการลุกยืน

จากเก้าอี้ 30 วินาที (30-second chair stand) วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ด้วย Pressure Biofeedback Unit (PBU) ประเมินภาวะกลัวการล้ม ประเมินความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวันด้วยแบบวัดฯ ที่ได้คัดเลือกมา ตามแบบบันทึกผลสำหรับใช้ในระยะเวลาที่ 2 (ระยะทดลอง) ภาคผนวก ก

5) ก่อนทำการทดลอง ได้สอนโปรแกรมฝึกการทรงตัว ให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม เข้าใจก่อนล่วงหน้าเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยสอนวิธีการจับเก้าอี้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยขณะฝึกการทรงตัว รวมถึงการฝึกการหายใจที่ถูกต้องขณะฝึกการทรงตัว เพื่อให้ผู้ฝึกได้รับประโยชน์จากการหายใจ เข้า-ออก ขณะฝึก

6) ให้กลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และกลุ่มควบคุมใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว ทั้งสองกลุ่มใช้เวลาฝึกการทรงตัวตามโปรแกรมนาน 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 40-45 นาที

7) เมื่อครบ 6 และ 12 สัปดาห์ให้กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมวัดผลการทดลอง เช่นเดียวข้อ 4) ข้างต้น และบันทึกผลการวัดตามแบบบันทึกผลสำหรับใช้ในระยะเวลาที่ 2 (ระยะทดลอง) ภาคผนวก ก

8) ในระหว่างการวิจัย อาจมีการบันทึกภาพผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยขณะฝึกการทรงตัว เพื่อนำไปใช้ในการศึกษา ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับ เฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยจะไม่ปรากฏในรายงาน และผู้วิจัยจะลบทำลายภาพหลังสิ้นสุดการวิจัย

9) การจัดพื้นที่ฝึกการทรงตัว และการจัดพื้นที่ทดสอบแสดงดังภาคผนวก ๓ และภาคผนวก ๔ ตามลำดับ

### 3.2.4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง ในการวิจัยระยะที่ 2

ผู้วิจัยนำผลการทดลองมาวิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยการทดสอบสมมติฐานในการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัยข้อ 1.3.2 ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

กับผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว ทำการทดสอบสมมติฐานที่ 1, 2 และ 3 ด้วยสถิติ t-test

วัตถุประสงค์การวิจัยข้อ 1.3.3 ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ทำการทดสอบสมมติฐานที่ 4,5 และ 6 ด้วยสถิติ One-way ANOVA Repeated Measure

วัตถุประสงค์การวิจัยข้อ 1.3.4 ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ทำการทดสอบสมมติฐานที่ 4,5 และ 6 ด้วย สถิติ One-way ANOVA Repeated Measure

### 3.3 ระยะที่ 3 ความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

การนำอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่พัฒนาขึ้น ไปสู่เชิงพาณิชย์ ดำเนินการดังนี้

#### 3.3.1 ศึกษาข้อมูลทางการตลาดเกี่ยวกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ตามภาคผนวก ก ซึ่งผลการสำรวจที่ได้ส่วนหนึ่งจะนำไปใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ระยะที่ 1

##### 3.3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยระยะที่ 3

กลุ่มประชากรสำหรับการศึกษาวิจัยในรายงานฉบับนี้ ได้แก่ ผู้มีรายได้อายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป ซึ่งมีญาติหรือคนรู้จักที่เป็นผู้สูงอายุ ผู้วิจัยได้การเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มอย่างอิสระ จากกลุ่มประชากรซึ่งมีมากกว่า 500,000 คน ที่ระดับความคาดเคลื่อนที่ 0.05 จากตาราง Yamane (1967) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน

### 3.3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ในการวิจัยระยะที่ 3

เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล ความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ และองค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาด 4 ด้าน ในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มน สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ในการศึกษาวิจัยนี้ ใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มนสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว โดยเป็นแบบออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

#### ตอนที่ 1 องค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาด

- ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านส่งเสริมการตลาด มีลักษณะเป็นมาตรวัดให้เลือกตอบ 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ในแต่ละระดับ ดังต่อไปนี้

ระดับ 5	หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญมาก
ระดับ 3	หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญน้อย
ระดับ 1	หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญน้อยที่สุด

ในการแปลความคะแนนค่าเฉลี่ยการให้ความสำคัญด้านผลิตภัณฑ์ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านส่งเสริมการตลาด ในงานวิจัยนี้กำหนดเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00	หมายถึง มีความสำคัญระดับสูงมาก
คะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20	หมายถึง มีความสำคัญระดับสูง
คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40	หมายถึง มีความสำคัญระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60	หมายถึง มีความสำคัญระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80	หมายถึง มีความสำคัญระดับน้อยมาก

- ด้านราคา มี 3 ช่วงราคาให้เลือก โดยผู้วิจัยกำหนดช่วยราคาจากการสำรวจราคาขายในตลาดและการสัมภาษณ์กลุ่มย่อย และนำมาแบ่งกลุ่มราคาทั้ง 3 กลุ่ม ตามต้นทุนของวัสดุ และเทคโนโลยีที่นำมาพัฒนาอุปกรณ์ ดังนี้

ราคาน้อยกว่า 10,000 บาท	หมายถึง กลุ่มอุปกรณ์ออกกำลังกาย ราคาต่ำ
ราคาระหว่าง 10,000 – 25,000 บาท	หมายถึง กลุ่มอุปกรณ์ออกกำลังกาย ราคาปานกลาง
ราคาสูงกว่า 25,000 บาท	หมายถึง กลุ่มอุปกรณ์ออกกำลังกาย ราคาสูง

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว เป็นคำถามปลายเปิด

ตอนที่ 3 สอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ อาชีพ และสอบถามความต้องการใช้อุปกรณ์ และเหตุผลที่ต้องการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย

### 3.3.1.3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ในการวิจัยระยะที่ 3

- การหาความตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ ในงานวิจัยนี้จะหาความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ทั้ง 3 ตอน โดยนำข้อความที่สร้างขึ้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านพาณิชยศาสตร์และการบัญชี 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม 1 ท่าน โดยให้แต่ละท่านได้พิจารณาถึงความเห็นและให้คะแนน จากนั้นนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรม (Index of Objective Congruence-IOC) ผู้วิจัยจะพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับหัวข้อในแบบสอบถาม หากคำนวณได้มากกว่า 0.5 ก็จะใช้ข้อความนั้น หากต่ำกว่าก็จะตัดข้อความนั้นทิ้ง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) ซึ่งกำหนดสูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม

$\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญแสดงดังตาราง พบข้อความที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 ในทุกข้อ จึงได้นำมาใช้ในการวิจัยนี้ทั้งหมด ตามตารางที่ 4.2

- การหาความเชื่อมั่น (reliability) ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ผู้มีรายได้อายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป ซึ่งมีญาติหรือคนรู้จักที่เป็นผู้สูงอายุ จากนั้นนำข้อมูลเฉพาะองค์ประกอบส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาดมาหาความเชื่อมั่นด้วยวิธีการ

หาค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอภายใน (coefficient of internal consistency) ชนิด Cronbach's Coefficient Alpha ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านสังคมศาสตร์ (SPSS for Windows version 22.0) โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้ (พรศรี ศรีอำษฎาพร และยุวดี วัฒนานนท์, 2529)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ระดับความสัมพันธ์
ระหว่าง .70-.90	ระดับสูง
ระหว่าง .30-.70	ระดับปานกลาง
ระหว่าง .30 หรือต่ำกว่า	ระดับต่ำ

พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ครอนบาคัลฟาทั้งฉบับเท่ากับ 0.85 มีความเชื่อถือได้ระดับสูง สำหรับปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.70 มีความเชื่อถือได้ระดับสูง ปัจจัยด้านช่องทางการจำหน่ายเท่ากับ 0.71 มีความเชื่อถือได้ระดับสูง และปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดเท่ากับ 0.75 มีความเชื่อถือได้ระดับสูง

จากนั้นนำแบบสอบถาม ๔ ไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 418 คน ผู้มีรายได้อายุ ตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป ซึ่งมีญาติหรือคนรู้จักที่เป็นผู้สูงอายุ พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ครอนบาคัลฟาทั้งฉบับเท่ากับ 0.83 มีความเชื่อถือได้ระดับสูง สำหรับปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.70 มีความเชื่อถือได้ระดับสูง ปัจจัยด้านช่องทางการจำหน่ายเท่ากับ 0.71 มีความเชื่อถือได้ระดับสูง และปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดเท่ากับ 0.87 มีความเชื่อถือได้ระดับสูง

### 3.3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิจัยระยะที่ 3

หลังจัดเก็บแบบสอบถาม จะทำการตรวจสอบความครบถ้วนและสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้รับคืน โดยหากแบบสอบถามใดมีความไม่สมบูรณ์จะถูกคัดแยกออก ก่อนทำการประมวลผลข้อมูล ด้วยวิธีการทางสถิติผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for Social Science) โดยวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละส่วนของแบบสอบถามด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง และความต้องการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ๔ ในแบบสอบถามส่วนที่ 4 แบ่งเป็น ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ และอาชีพ และข้อมูลความต้องการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ๔ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การหาค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

2) การวิเคราะห์องค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาดของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้าสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา



ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การหาค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) แล้วนำมาจัดลำดับจากความสำคัญจากมากที่สุด ไปความสำคัญน้อยที่สุด

3) ผู้วิจัยนำผลของแบบสอบถาม มาวิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยการทดสอบสมมติฐานในการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ข้อ 1.3.2 เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และองค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาด 4 ด้าน (4P) ของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สำหรับนำมาใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม การทดสอบสมมติฐาน 10, 11 และ 12 ด้วยสถิติ t-test และ Chi-Square

4) การวิเคราะห์ข้อเสนอแนะในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มข้อเสนอแนะ หาจำนวนข้อเสนอแนะต่อจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว แยกตามกลุ่มหัวข้อ และนำมาเรียงลำดับจากมากไปน้อย

### 3.3.2 การศึกษาการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM)

การศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีในการศึกษานี้ผู้วิจัยนี้จะดำเนินงานใน 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุหญิงอายุระหว่าง 70-80 ปี ซึ่งมีปัญหาการทรงตัวเป็นผู้ใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวโดยตรง และผู้ดูแลผู้สูงอายุที่ช่วยเหลือและดูแลการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ๙ โดยดำเนินการไปพร้อมกันกับการวิจัยระยะที่ 2 เนื่องจากผู้สูงอายุจะได้รับการดูแลและการพิทักษ์สิทธิ ตามเงื่อนไขที่ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ (Wang & Sun, 2016) ตามภาคผนวก ข ซึ่งแบ่งเป็น 2 ฉบับ ดังนี้

1) แบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว (กลุ่มผู้สูงอายุหญิงที่ อายุระหว่าง 70-85 ปี มีปัญหาการทรงตัว) ประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล สอบถามอายุ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นที่มีต่ออุปกรณ์ สอบถามความคิดเห็นต่อปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยี 5 ด้าน รวม 14 ข้อ แบ่งเป็นด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์ 6 ข้อ ด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์ 2 ข้อ ด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์ 3 ข้อ ด้านความตั้งใจในการใช้งานอุปกรณ์ 2 ข้อ และด้านเจตคติต่อการใช้งานอุปกรณ์ 1 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรวัดให้เลือกตอบ 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ เป็นคำถามปลายเปิด

2) แบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว (กลุ่มผู้ดูแลผู้สูงอายุ) ประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล สอบถามอายุและเพศ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นที่มีต่ออุปกรณ์ สอบถามความคิดเห็นต่อปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยี 5 ด้าน รวม 21 ข้อ แบ่งเป็นด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์ 10 ข้อ ด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์ 3 ข้อ ด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์ 5 ข้อ ด้านความตั้งใจในการใช้งานอุปกรณ์ 2 ข้อ และด้านเจตคติต่อการใช้งานอุปกรณ์ 1 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรวัดให้เลือกตอบ 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ เป็นคำถามปลายเปิด

ขั้นตอนการศึกษา แสดงตามลำดับดังนี้

- 1) ผู้วิจัยให้คำแนะนำการใช้งานอุปกรณ์แก่ผู้สูงอายุและผู้ดูแลผู้สูงอายุ
- 2) ให้ผู้สูงอายุและผู้ดูแลผู้สูงอายุได้ทดลองใช้งานอุปกรณ์ครั้งแรก และสอบถามความเข้าใจ จนผู้สูงอายุและผู้ดูแลผู้สูงอายุเข้าใจ และใช้งานร่วมกันได้
- 3) จากนั้นให้ทดลองใช้อีก 3 ครั้ง เป็นเวลา 3 วัน วันละ 45 นาที
- 4) หลังจากทดลองใช้ครบ 3 วัน ให้ผู้ใช้แต่ละกลุ่มประเมินผลการใช้อุปกรณ์ตามแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ตามที่ออกแบบไว้เฉพาะแต่ละกลุ่ม ในส่วนของตอนที่ 3 ผู้วิจัยจะใช้วิธีสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะ สำหรับนำมาปรับปรุงและพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ
- 5) ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูล และนำไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแยกตามข้อคำถาม และค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละด้าน

ในการวิเคราะห์และประมวลผลการยอมรับเทคโนโลยีในการศึกษานี้ กำหนดเกณฑ์ของมาตรวัดในแต่ละระดับ ดังต่อไปนี้

ระดับ 5	หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับเทคโนโลยีมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับเทคโนโลยีมาก
ระดับ 3	หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับเทคโนโลยีปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับเทคโนโลยีน้อย
ระดับ 1	หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับเทคโนโลยีน้อยที่สุด

ในการแปลความคะแนนค่าเฉลี่ยการให้ความสำคัญต่อบัณฑิตการยอมรับเทคโนโลยีในงานวิจัยนี้กำหนดเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00	หมายถึง การยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูงมาก
คะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20	หมายถึง การยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูง
คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40	หมายถึง การยอมรับเทคโนโลยีในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60	หมายถึง การยอมรับเทคโนโลยีในระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80	หมายถึง การยอมรับเทคโนโลยีในระดับน้อยมาก

ผลของศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีตาม Technology Acceptance Model (TAM) นี้จะนำเสนอในบทที่ 5 ข้อ 5.4 ผลการนำอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ไปใช้งานและการยอมรับนวัตกรรม

### 3.3.3 การนำอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้าสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์

เพื่อให้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้าสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้ ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์และประเมินในด้านต่างๆ เพื่อจัดทำเป็นแผนธุรกิจ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้าสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ได้จากการศึกษาส่วนประสมทางการตลาด 3 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด รวมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ และตลาด ที่ได้ศึกษาเพิ่มเติมนำมาดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ระบุรายละเอียดผลิตภัณฑ์
- 2) ระบุความโดดเด่นของผลิตภัณฑ์หรือธุรกิจ
- 3) การวิเคราะห์อุตสาหกรรม ผู้วิจัยศึกษา Five Force Model ของ Porter (2000) ซึ่ง

ประกอบด้วย การแข่งขันในอุตสาหกรรม (rivalry among existing firm) อำนาจการต่อรองของลูกค้า (buyers power) อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์ (supplier power) ภัยคุกคามจากคู่แข่งรายใหม่ (new entrants) และภัยคุกคามจากสินค้าทดแทน (substitution effect)

4) การวิเคราะห์ลูกค้า จะวิเคราะห์ใน 2 ประเด็นได้แก่ การแบ่งกลุ่มลูกค้า และ พฤติกรรมของลูกค้าและปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

5) การวิเคราะห์โอกาส อุปสรรค จุดแข็ง และจุดอ่อนของธุรกิจที่สำคัญ ด้วยวิธี SWOT Analysis ประกอบด้วย การวิเคราะห์โอกาส (opportunity) การวิเคราะห์อุปสรรค (threat) การวิเคราะห์จุดแข็ง (strength) และการวิเคราะห์จุดอ่อน (weakness)

6) การจัดทำแผนธุรกิจ

7) การจัดทำแผนการตลาด

8) การจัดทำแผนการผลิต

9) การจัดทำแผนการเงิน

10) การจัดทำแผนการประเมินความเสี่ยง

11) พิจารณาแนวทางการต่อยอดผลิตภัณฑ์นวัตกรรมที่พัฒนา

### 3.4 แผนการดำเนินงานคุณวิพันธ์ และงบประมาณการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานคุณวิพันธ์ และงบประมาณการดำเนินงาน แสดงดังตารางที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ



ตารางที่ 3.2 แผนการดำเนินงานดุษฎีนิพนธ์

ที่	แผนการดำเนินงาน	ปี						
		2559		2560		2561		2562
		ม.ค.- ก.ค.	ส.ค.- ธ.ค.	ม.ค.- ก.ค.	ส.ค.- ธ.ค.	ม.ค.- ก.ค.	ส.ค.- ธ.ค.	ม.ค.- ก.ค.
1.	ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	↔						
2.	เก็บข้อมูลแบบสอบถามการ พัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ และวิเคราะห์ผล		↔					
3.	ออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว และอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ		↔					
4.	จัดเตรียมเอกสารขอรับการ พิจารณาจริยธรรม			↔				
5.	ขอรับการพิจารณาจริยธรรมการ วิจัยในมนุษย์และปรับปรุง					↔		
6.	ทดสอบโปรแกรมฝึกการทรงตัว ร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลัง กายฯ						↔	
7.	ทำการทดลอง และบันทึกผลการ ทดลอง						↔	
8.	สรุปผลการทดลอง และจัดทำ ข้อเสนอแนะ							↔
9.	จดสิทธิบัตร						↔	
10.	จัดทำบทความ ส่งตีพิมพ์ และ นำเสนอ Conference						↔	
11.	ศึกษาการยอมรับและศึกษาความ เป็นไปได้ในการนำอุปกรณ์ออก กำลังกายฯ ไปใช้ประโยชน์เชิง พาณิชย์						↔	
12.	สอบวิทยานิพนธ์							↔

ตารางที่ 3.3 งบประมาณการดำเนินการ

ระยะที่	กิจกรรม	ค่าใช้จ่าย	รวม (บาท)
1	1.1 ออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว	1) ค่าเช่าสตูดิโอถ่ายภาพ และเจ้าหน้าที่บริการ	15,000
	1.2 ออกแบบอุปกรณ์ออกกำลังกาย	2) ค่าชิ้นส่วนอุปกรณ์ และค่าตอบแทนวิศวกรในการทำ Prototype จำนวน 1 ชุด 50,000 บาท	50,000
		3) ปรับปรุงและทำเพิ่มอีก 7 ชุด ชุดละ 20,000 บาท	140,000
		4) ทดสอบอุปกรณ์ออกกำลังกาย ด้วยแรงดึง จ่ายเป็นค่าทดสอบอุปกรณ์ 1,600 บาท และค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัยในการทดสอบ 1,000 บาท	2,600
		5) ค่าทดสอบอุปกรณ์ออกกำลังกาย ด้วยโปรแกรม Solid Work 3,000 บาท	3,000
		6) ค่าชดเชยการเสียเวลาอาสาสมัครทดสอบอุปกรณ์ 12 คน คนละ 100 บาท	1,200
		7) ค่าตรวจร่างกายอาสาสมัครทดสอบอุปกรณ์ 12 คน คนละ 200 บาท	2,400
2	ทำการทดลองระยะที่ 2	1) บริจาคเงินให้มูลนิธิ ขอใช้สถานที่ 4 เดือน	20,000
		2) ค่าจัดทำ คู่มือฝึกการทรงตัว / โปสเตอร์	1,000
		3) ค่าตรวจ/ทดสอบ ก่อนทดลอง 400 บาทต่อคน รวม 40 คน	16,000
		4) ค่าตรวจ/ทดสอบ ระหว่างและหลังทดลอง 400 บาทต่อคน รวม 30 คน จำนวน 2 ครั้ง	24,000
		5) ค่าเครื่องดื่ม น้ำแข็ง ครั้งละ 200 บาท 39 ครั้ง = 7,200 บาท	7,800
		6) ค่ารถขนอุปกรณ์ Biosystem 3 ครั้ง ครั้งละ 3,000 บาท	9,000
		7) ค่าชดเชยการเสียเวลา อาสาสมัคร 30 คน คนละ 100 บาท 39 ครั้ง	117,000
		8) ผู้ช่วยวิจัย 2 คน (เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย และพยาบาล ผู้สูงอายุ) ครั้งละ 500 บาท 36 ครั้ง	36,000
		9) ผู้ช่วยดูแลการฝึกและการทดสอบ 4 คน ครั้งละ 300 บาท 39 ครั้ง	46,800
รวม			476,800

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในบทนี้ ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบพรรณาคความ และแสดงตารางข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS FOR Window Version 22.0 โดยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ตามระยะของงานวิจัย ดังนี้

#### 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยระยะที่ 1

4.1.1 การวิเคราะห์ค่ากล้ามเนื้อไฟฟ้าของแบบฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปรมาณู”

4.1.2 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ (IOC) ของแบบฝึกการทรงตัว

4.1.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจในการฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

4.1.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

#### 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยระยะที่ 2

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง งานวิจัยระยะที่ 2

4.2.2 การทดสอบสมมติฐาน งานวิจัยระยะที่ 2

#### 4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยระยะที่ 3

4.3.1 การวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง งานวิจัยระยะที่ 3

4.3.3 การทดสอบสมมติฐาน งานวิจัยระยะที่ 3

สำหรับผลการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว รวมถึงผลการศึกษารายอมรับเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้แยกนำเสนอไว้ในบทที่ 5

#### 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยระยะที่ 1

4.1.1 การวิเคราะห์ค่ากล้ามเนื้อไฟฟ้าของแบบฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปรมาณู”

ผู้วิจัยนำท่าไทชิทั้ง 10 ท่า ที่คัดเลือกได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด มาจัดทำท่าฝึกที่มีความต่อเนื่องไม่เกิน 5 การเคลื่อนไหว ในขั้นตอนนี้จะได้ท่าฝึก 20 ท่า โดยรวมท่าเริ่มต้นและท่าจบไว้ด้วยกันเป็น 1 ท่า จากนั้นผู้วิจัยได้นำท่าฝึก 19 ท่า ที่ไม่รวมท่าเริ่มต้นและท่าจบ มาวิเคราะห์การออกกำลังกายกล้ามเนื้อทั้ง 6 มัด ได้แก่ กลูเตียส มีเดียส (Gluteus Medius) วาสตัส มีเดียลิส

(Vastus Medialis) เเรคตัส ฟีมอริส (Rectus Femoris) ไบเซป ฟีมอริส (Bicep Femoris) ทิบูลัส แอนทีเรีย (Tibialis Anterior) แก๊สโตรคนีเมียส (Gastrocnemius) ด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography, EMG) ในชายไทย อายุ 56 ปี ซึ่งเคยฝึกไทชิ และได้รับคำแนะนำในการทำท่าที่ผู้วิจัยออกแบบได้อย่างถูกต้อง ผลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ได้นำมาแปลผลเป็นค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square, RMS) และเมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในวิธีดำเนินการวิจัยข้อ 3.1.1 ข้อย่อย 5) พบมี 15 ท่า จาก 19 ท่า ที่ผ่านเกณฑ์ ที่ได้ระบุไว้ในบทที่ 3 ขั้นตอนที่ 7 ของการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปออกแบบท่าฝึกการทรงตัวต่อไป

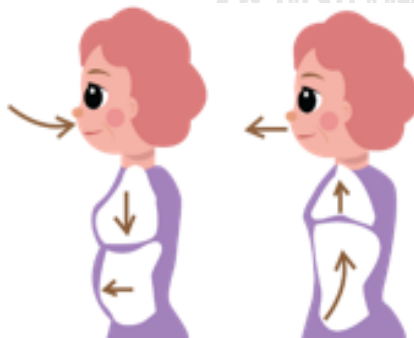
ตารางที่ 4.1 ท่าฝึกการทรงตัวที่มีค่ากล้ามเนื้อไฟฟ้าผ่านเกณฑ์ 100 ไมโครโวลต์


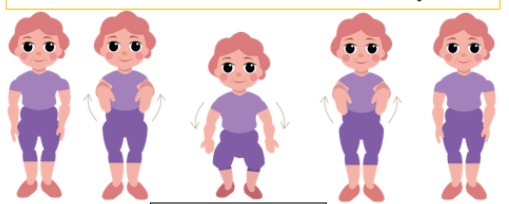
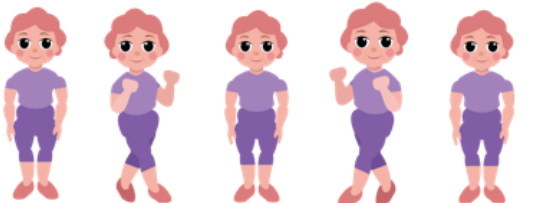
ท่าที่	ค่าไฟฟ้ามกล้ามเนื้อ (ไมโครโวลต์) ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด						ผล	
	1	2	3	4	5	6		
2	ก้าวอ้อมหลัง ซ้าย-ขวา	92	157	108	75	195	68	ผ่าน
3	ก้าวซ้ายเฉียง	46	152	94	68	187	82	ไม่ผ่าน
4	ก้าวขวาเฉียง	76	151	134	47	268	82	ไม่ผ่าน
5	ก้าวหลังซ้าย	151	214	134	93	204	77	ผ่าน
6	ก้าวหลังขวา	55	104	90	98	276	37	ผ่าน
7	รวบหางนกยูงซ้าย	88	152	119	75	214	74	ผ่าน
8	รวบหางนกยูงขวา	78	186	107	43	255	91	ผ่าน
9	ท่วงท่าถีบเท้าซ้าย	173	167	116	125	267	115	ผ่าน
10	ท่วงท่าถีบเท้าขวา	36	83	280	88	82	52	ผ่าน
11	กอดท่าเหยียดขาซ้าย	113	189	110	72	249	125	ผ่าน
12	กอดท่าเหยียดขาขวา	80	137	91	62	105	69	ผ่าน
13	ยกเท้าซ้าย	193	138	90	97	273	80	ผ่าน
14	ยกเท้าขวา	214	124	96	71	216	68	ผ่าน
15	ก้าวสี่เหลี่ยมซ้าย	40	81	63	22	61	32	ไม่ผ่าน
16	ก้าวสี่เหลี่ยมขวา	80	147	141	44	152	86	ไม่ผ่าน
17	งอเข่าเดินซ้าย	138	198	154	78	275	78	ผ่าน
18	งอเข่าเดินขวา	123	157	111	98	168	94	ผ่าน
19	กระสวยร้อยซ้าย	201	176	133	73	160	78	ผ่าน
20	กระสวยร้อยขวา	175	112	132	98	177	88	ผ่าน

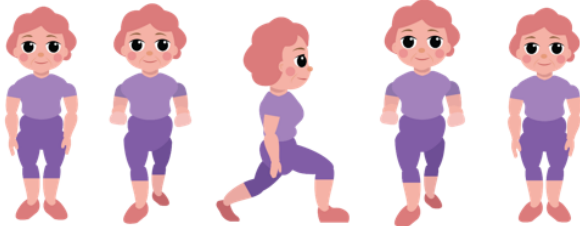
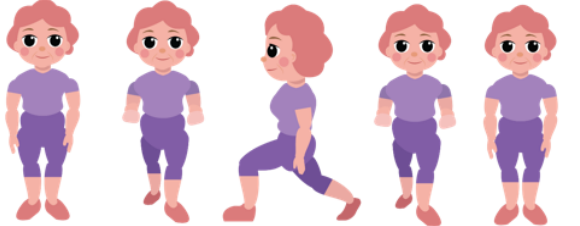
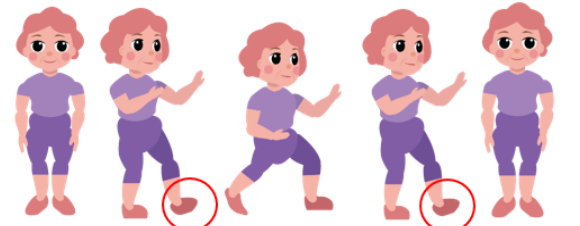


4.1.2 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ (IOC) ของแบบฝึกการทรงตัว หลังจากออกแบบท่าฝึกการทรงตัวแล้ว ผู้วิจัยได้นำไปตรวจสอบค่าความสอดคล้องตาม วัตถุประสงค์ (IOC: Index of Objective Congruence) จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย แพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟู 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพ 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเวชศาสตร์การ กีฬา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญการพยาบาลผู้สูงอายุ 1 ท่าน ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา แสดงดังตาราง 4.2 โดยในทุกหัวข้อที่ตรวจสอบได้ค่า IOC เกินกว่า 0.5 ทั้งหมด ยกเว้นทำยืดเหยียด ที่ 4 ได้คะแนน -2 ซึ่งเป็นท่าแอ่นหลัง ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านให้ความเห็นว่าอาจเป็นอันตรายต่อ ผู้สูงอายุ ผู้วิจัยจึงตัดออก และนำข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาไป ปรับปรุงเป็นแบบฝึกการทรงตัว

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

เนื้อหาของโปรแกรมฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปราณีต”	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						สรุป ผล
	1	2	3	4	5	IOC	
<b>1. ระยะเวลาในการฝึก</b>							
• ควรฝึกเป็นเวลา 3 เดือน หรือ 12 สัปดาห์	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
• ฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน							
• ฝึกวันละ 40 – 45 นาที	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ผ่าน
• การเปลี่ยนท่า ให้พัก 10 วินาที โดยนับ 1-10 ก่อนเริ่มท่า ใหม่	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ผ่าน
<b>2. คำแนะนำเรื่องการหายใจระหว่างการฝึก</b>	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
 <ul style="list-style-type: none"> <li>หายใจเข้าให้หน้าท้องป่องออก</li> <li>ผ่อนลมหายใจทางปากยาวๆ ห่อปากเล็กน้อย ให้ หน้าท้องแฟบ</li> </ul>	คำแนะนำ <ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรอธิบายให้ผู้สูงอายุเข้าใจถึง ประโยชน์ของการหายใจ เข้า-ออก ลึกๆ</li> <li>- หากผู้สูงอายุ ไม่เข้าใจว่าหายใจยาวแค่ ไหน ในช่วงหายใจออก ให้แนะนำให้ เปลี่ยนเสียงประกอบ</li> </ul>						

เนื้อหาของโปรแกรมฝึกการทรงตัว "ไทชิแบบปราณีต"	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						สรุปผล
	1	2	3	4	5	IOC	
<b>3. ทำในการฝึก</b> <b>ท่าอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียด</b> • ก่อนฝึก ทำท่าที่ 1 - 7 ซ้ำ 6 รอบ (ใช้เวลา 10 นาที) • หลังฝึก ทำท่าที่ 1 - 7 ซ้ำ 3 รอบ (ใช้เวลา 5 นาที)  <p>1 2 3</p> สบมือ หมุนข้อเท้าซ้าย-ขวา ข้างละ 10 ครั้ง    มือขวาเท้าเอว ยกแขนซ้าย โบกไปทางขวา 5 ครั้ง    มือซ้ายเท้าเอว ยกแขนขวา โบกไปทางซ้าย 5 ครั้ง	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ท่า 1 ผ่าน
	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ท่า 2 ผ่าน
	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ท่า 3 ผ่าน
	+1	+1	-1	-1	-1	-0.2	ท่า 4 ไม่ผ่าน
	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ท่า 5 ผ่าน
	+1	+1	+1	0	0	0.6	ท่า 6 ผ่าน
	คำแนะนำ ท่า 6 ไม่ต้องก้มหลัง						
+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ท่า 7 ผ่าน	
<b>ท่าที่ 1 งอเข้าขึ้น-ลง (ทำซ้ำ 20 รอบ)</b> สำหรับทำช่วยฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว เน้นฝึกขั้นที่ 3 ให้ออกเสียงดัง	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
 <p>1 2 3 4 5</p> 1 ท่าเตรียม    2 ยกแขนขึ้น หายใจเข้า ยาวๆ ทางจมูก    3 ลดแขนลง ย่อตัวลง พร้อมห่อปากผ่อนลมหายใจออกยาวๆ พร้อมเกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้องและหลัง นับ 1 ถึง 10 จึงคลายกล้ามเนื้อ    4 ขึ้นขึ้น พร้อมยกแขนขึ้น หายใจเข้า ยาวๆ ทางจมูก    5 ลดแขนลง พร้อมห่อปากผ่อนลมหายใจออกยาวๆ							
<b>ท่าที่ 2 ก้าวอ้อมหลังซ้าย-ขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)</b>  <p>1 2 3 4 5</p> 1 ท่าเตรียม    2 ลากเท้าซ้ายไป ด้านหลัง วางเท้าทางขวา    3 ลากเท้าขวา กลับมา อยู่ท่าเตรียม    4 ลากเท้าขวาไป ด้านหลัง วางเท้าทางซ้าย    5 ลากเท้าซ้าย กลับมาอยู่ท่าเตรียม	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ผ่าน
คำแนะนำ - เนื่องจากท่ามีความยาก สำหรับผู้สูงอายุ ให้ลากไปด้านหลัง เท่าที่ทำได้ - ควรแสดงท่าที่มีราวจับ เพื่อป้องกันล้ม							

เนื้อหาของโปรแกรมฝึกการทรงตัว "ไทชิแบบปราณีต"	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						สรุปผล
	1	2	3	4	5	IOC	
<p><b>ท่าที่ 3 ก้าวหลังซ้าย ย่อตัว (ทำซ้ำ 5 รอบ)</b></p>  <p>1 ท่าเตรียม 2 ลากเท้าซ้ายไปด้านหลัง 3 ย่อตัวลง หลังตรง เกร็งกล้ามเนื้อขา ค้างไว้ นับ 1-10 จึงคลายกล้ามเนื้อขา 4 ลากเท้าซ้ายกลับมา 5 อยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
<p><b>ท่าที่ 4 ก้าวหลังขวา ย่อตัว (ทำซ้ำ 5 รอบ)</b></p>  <p>1 ท่าเตรียม 2 ลากเท้าขวาไปด้านหลัง 3 ย่อตัวลง หลังตรง เกร็งกล้ามเนื้อขา ค้างไว้ นับ 1-10 จึงคลายกล้ามเนื้อขา 4 ลากเท้าขวากลับมา 5 อยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
<p><b>ท่าที่ 5 ก้าวข้าง โยกซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)</b></p>  <p>1 ท่าเตรียม 2 ก้าวเท้าซ้ายไปด้านข้าง กระดกปลายเท้าขึ้น 3 โนมตัวไปด้านซ้าย เกร็งกล้ามเนื้อขา ค้างไว้ นับ 1-10 จึงคลายกล้ามเนื้อขา 4 ดึงตัวกลับมา กระดกปลายเท้าขึ้น 5 ลากเท้าซ้ายกลับมา อยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน

คำแนะนำ

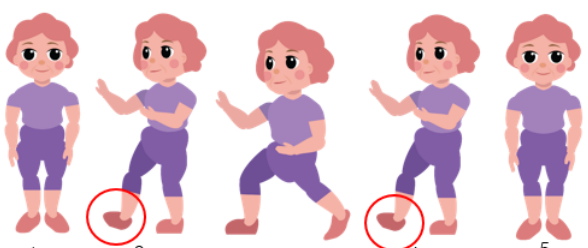


- ควรแสดงท่าที่มีราวจับ เพื่อป้องกันล้ม
- ให้แนะนำเพิ่มเติมเรื่องระดับเข่าของขาที่อยู่ด้านหน้า ไม่ให้ล้ำมาด้านหน้าเกินข้อเท้า

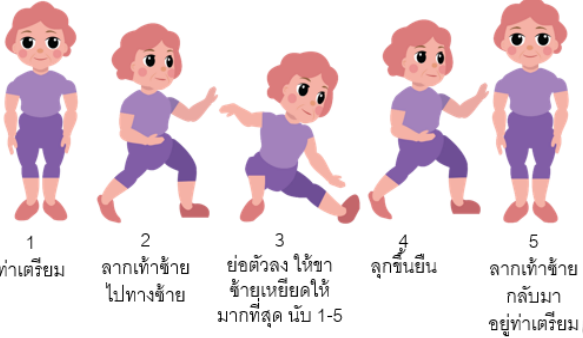


คำแนะนำ


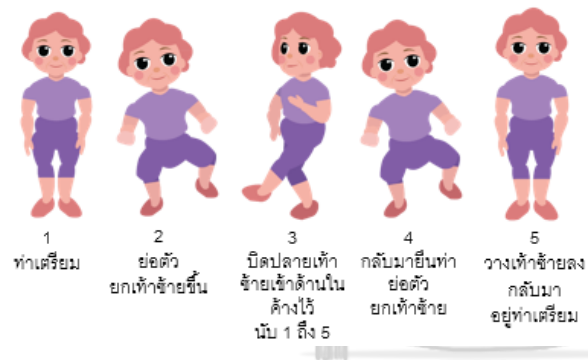
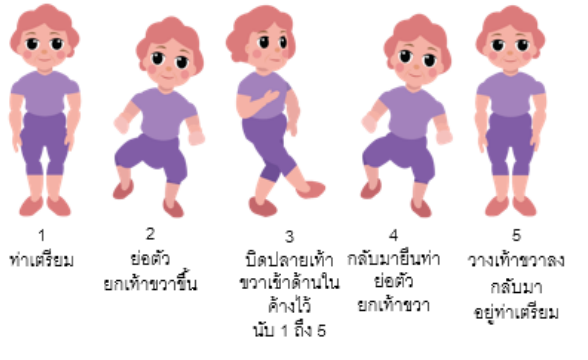
- ควรแสดงท่าที่มีราวจับ เพื่อป้องกันล้ม
- ให้แนะนำเพิ่มเติมเรื่องระดับเข่าของขาที่อยู่ด้านหน้า ไม่ให้ล้ำมาด้านหน้าเกินข้อเท้า

คำแนะนำ

- ควรแสดงท่าที่มีราวจับ เพื่อป้องกันล้ม

เนื้อหาของโปรแกรมฝึกการทรงตัว "ไทชิแบบปราณีต"	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						สรุปผล
	1	2	3	4	5	IOC	
<p>ท่าที่ 6 ก้าวข้าง โยกขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)</p>  <p>1 ทำเตรียม 2 ก้าวเท้าขวา ไปด้านข้าง กระดก ปลายเท้าขึ้น 3 โน้มตัวไปด้านขวา เกร็งกล้ามเนื้อ ค้างไว้ นับ 1-10 จึง คลายกล้ามเนื้อ 4 ดึงตัวกลับมา กระดก ปลายเท้าขึ้น 5 ลากเท้าขวา กลับมา อยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
	<p>คำแนะนำ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรแสดงท่าที่มีราวจับ เพื่อป้องกันล้ม</li> </ul>						
<p>ท่าที่ 7 งอเข่า เดินซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)</p>  <p>1 ทำเตรียม 2 ยืนแยกเท้า พร้อมย่อตัวลง 3 ยกเท้าซ้ายขึ้น ค้างไว้ นับ 1 ถึง 5 4 วางเท้าลง ย่อตัว 5 ลากเท้าซ้าย กลับมา อยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
	<p>คำแนะนำ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรแสดงท่าที่มีราวจับ เพื่อป้องกันล้ม</li> </ul>						
<p>ท่าที่ 8 งอเข่า เดินขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)</p>  <p>1 ทำเตรียม 2 ยืนแยกเท้า พร้อมย่อตัวลง 3 ยกเท้าขวาขึ้น ค้างไว้ นับ 1 ถึง 5 4 วางเท้าลง ย่อตัว 5 ลากเท้าขวา กลับมา อยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
	<p>คำแนะนำ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรแสดงท่าที่มีราวจับ เพื่อป้องกันล้ม</li> </ul>						

เนื้อหาของโปรแกรมฝึกการทรงตัว "ไทชิแบบปราณีต"	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						สรุปผล
	1	2	3	4	5	IOC	
<p>ท่าที่ 9 ไน้มตัว เหยียดขาซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)</p>  <p>1 ท่าเตรียม 2 ลากเท้าซ้ายไปทางซ้าย 3 ย่อตัวลง ให้ขาซ้ายเหยียดให้มากที่สุด นับ 1-5 4 ลุกขึ้นยืน 5 ลากเท้าซ้ายกลับมาอยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	0	0	0.6	ผ่าน
	<p>คำแนะนำ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรแสดงท่าที่มีราวจับเพื่อป้องกันล้ม</li> <li>- แนะนำให้ย่อเท่าที่ทำได้ การเหยียดขาให้ผู้ฝึกู้สึกว่าขาตึง</li> </ul>						
<p>ท่าที่ 10 ไน้มตัว เหยียดขาขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)</p>  <p>1 ท่าเตรียม 2 ลากเท้าขวาไปทางซ้าย 3 ย่อตัวลง ให้ขาขวาเหยียดให้มากที่สุด นับ 1-5 4 ลุกขึ้นยืน 5 ลากเท้าขวากลับมาอยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	0	0	0.6	ผ่าน
	<p>คำแนะนำ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรแสดงท่าที่มีราวจับ เพื่อป้องกันล้ม</li> <li>- แนะนำให้ย่อเท่าที่ทำได้ การเหยียดขาให้ผู้ฝึกู้สึกว่าขาตึง</li> </ul>						
<p>ท่าที่ 11 ยกขาซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)</p>  <p>1 ท่าเตรียม 2 ก้าวเท้าซ้ายไปด้านหน้า 3 ยกขาซ้ายขึ้น ค้างไว้ นับ 1 ถึง 5 4 วางเท้าซ้ายลง 5 ลากเท้าซ้ายกลับมาอยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
	<p>คำแนะนำ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรแสดงท่าที่มีราวจับเพื่อป้องกันล้ม</li> <li>- ควรแนะนำให้ยกขาเท่าที่ยกได้ และพยายามยกขาให้พื้นพื้น โดยไม่กำหนดระยะความสูงของยกขา</li> </ul>						

เนื้อหาของโปรแกรมฝึกการทรงตัว "ไทชิแบบปราณีต"	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						สรุปผล
	1	2	3	4	5	IOC	
<p>ท่าที่ 12 ยกขาขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)</p>  <p>1 ท่าเตรียม 2 ก้าวเท้าขวาไปด้านหน้า 3 ยกขาขวาขึ้น ค้างไว้ นับ 1 ถึง 5 4 วางเท้าขวา 5 ลากเท้าขวา กลับมา อยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
<p>คำแนะนำ</p> <p>- ควรแสดงท่าที่มีราวจับเพื่อป้องกันล้ม</p> <p>ควรแนะนำให้ยกขาเท่าที่ยกได้ และพยายามยกขาให้พึ้นพึ้น โดยไม่กำหนดระยะความสูงของยกขา</p>							
<p>ท่าที่ 13 บิดเท้าซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)</p>  <p>1 ท่าเตรียม 2 ย่อตัว ยกเท้าซ้ายขึ้น 3 บิดปลายเท้าซ้ายเข้าด้านใน ค้างไว้ นับ 1 ถึง 5 4 กลับมายืนท่า ย่อตัว ยกเท้าซ้าย 5 วางเท้าซ้ายลง กลับมา อยู่ท่าเตรียม</p>	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ผ่าน
<p>คำแนะนำ</p> <p>- ควรแสดงท่าที่มีราวจับเพื่อป้องกันล้ม</p> <p>ช่วงที่ยกขาขึ้น ไม่ต้องย่อตัว</p>							
<p>ท่าที่ 14 บิดเท้าขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)</p>  <p>1 ท่าเตรียม 2 ย่อตัว ยกเท้าขวาขึ้น 3 บิดปลายเท้าขวาเข้าด้านใน ค้างไว้ นับ 1 ถึง 5 4 กลับมายืนท่า ย่อตัว ยกเท้าขวา 5 วางเท้าขวาลง กลับมา อยู่ท่าเตรียม</p>	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ผ่าน
<p>คำแนะนำ</p> <p>- ควรแสดงท่าที่มีราวจับ เพื่อป้องกันล้ม</p> <p>ช่วงที่ยกขาขึ้น ไม่ต้องย่อตัว</p>							

เนื้อหาของโปรแกรมฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปราณีต”	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						สรุปผล
	1	2	3	4	5	IOC	
<p><b>ท่าที่ 15 ตะขาซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)</b></p> <p>1 ท่าเตรียม 2 ย่อตัว ยกขาซ้าย ในท่าอเชา 3 ตะปลายเท้าไป ด้านหน้า ค้างไว้ นับ 1 ถึง 5 4 กลับมายืนท่า ย่อตัว งอเข่าซ้าย 5 วางเท้าซ้ายลง กลับมา อยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	0	0	0.6	ผ่าน
<p><b>ท่าที่ 16 ตะขาขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)</b></p> <p>1 ท่าเตรียม 2 ย่อตัว ยกขาขวา ในท่าอเชา 3 ตะปลายเท้าไป ด้านหน้า ค้างไว้ นับ 1 ถึง 5 4 กลับมายืนท่า ย่อตัว งอเข่าขวา 5 วางเท้าขวาลง กลับมา อยู่ท่าเตรียม</p>	+1	+1	+1	0	0	0.6	ผ่าน
<p><b>4. การจัดโปรแกรมการฝึกตลอด 3 เดือน</b></p> <p><b>การจัดเวลาในการฝึก</b></p> <p><b>เดือนที่ 1</b> อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด → ท่าที่ 1-12 → ท่าที่ 1 → อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด</p> <p><b>เดือนที่ 2</b> อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด → ท่าที่ 1-14 → ท่าที่ 1 → อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด</p> <p><b>เดือนที่ 3</b> อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด → ท่าที่ 1-16 → ท่าที่ 1 → อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด</p> <p>10 นาที      25-30 นาที ขึ้นกับความชำนาญของผู้ฝึก      5 นาที ระยะเวลาฝึกทั้งหมดโดยประมาณ 40-45 นาที</p>	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
<p><b>เดือนที่ 1</b> อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด → ท่าที่ 1-12 → ท่าที่ 1 → อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด</p> <p><b>เดือนที่ 2</b> อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด → ท่าที่ 1-14 → ท่าที่ 1 → อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด</p> <p><b>เดือนที่ 3</b> อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด → ท่าที่ 1-16 → ท่าที่ 1 → อบอุ่น ร่างกายและ ยืดเหยียด</p> <p>10 นาที      25-30 นาที ขึ้นกับความชำนาญของผู้ฝึก      5 นาที ระยะเวลาฝึกทั้งหมดโดยประมาณ 40-45 นาที</p>	+1	+1	+1	0	0	0.6	ผ่าน
<p><b>คำแนะนำ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้สูงอายุเคลื่อนไหวช้าและเร็วต่างกัน ควรแนะนำให้ผู้สูงอายุฝึกให้ได้ตาม ระยะเวลาที่กำหนด แม้จะฝึกได้ไม่ครบ ท่าที่กำหนดไว้</li> </ul>							

เนื้อหาของโปรแกรมฝึกการทรงตัว "ไทชิแบบปราณีต"	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						สรุปผล
	1	2	3	4	5	IOC	
<b>5. คำแนะนำด้านความปลอดภัย</b>							
- ผู้ฝึกต้องได้รับการอบรม และอยู่ภายใต้การดูแลของผู้สอน หรือผู้ช่วยฝึก เมื่อฝึกจนมีความชำนาญ จึงจะนำไปฝึกด้วยตนเอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
- เมื่อเริ่มฝึก ให้ผู้ฝึกยืนฝึกข้างผนัง หรือยืนฝึกใกล้ราว ยึดจับ หรือจับเก้าอี้ที่มีความมั่นคงแข็งแรง ใช้มือยันผนัง หรือจับราว หรือจับเก้าอี้ เพื่อป้องกันการล้ม	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน
- หากรู้สึกหน้ามืด ใจสั่น เหนื่อยมาก ให้หยุดฝึกและนั่งลงเพื่อป้องกันการล้ม	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ผ่าน

4.1.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจในการฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

หลังจากผู้วิจัยได้คัดเลือกอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม และได้ให้อาสาสมัครลงนามในเอกสารยินยอมแล้ว ผู้วิจัยได้ให้อาสาสมัครอ่านทำความเข้าใจขั้นตอนการทดสอบจนเป็นที่เข้าใจ จากนั้นได้ให้ทำการทดสอบและทำการประเมินความพึงพอใจในการฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว อาสาสมัครได้ประเมินผลดังตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4



ตารางที่ 4.3 ร้อยละของอาสาสมัครอายุ 20-60 ปี ที่เลือกระดับความพึงพอใจในการฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ

ข้อ	ความรู้ลักษณะใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายร่วมกับการฝึกโปรแกรมการทรงตัว	ร้อยละของผู้ประเมินที่เลือกระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	เคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างสะดวก	100	0	0	0	0
2	ไม่รู้สึกลำบาก อึดอัด	100	0	0	0	0
3	ไม่เจ็บ ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย	100	0	0	0	0
4	ไม่เมื่อยล้าจากความหนักของอุปกรณ์ฯ	100	0	0	0	0
5	ความพึงพอใจโดยรวม	100	0	0	0	0

ตารางที่ 4.4 ร้อยละของอาสาสมัครอายุ 70-85 ปี ที่เลือกระดับความพึงพอใจในการฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ

ข้อ	ความรู้ลักษณะใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายร่วมกับการฝึกโปรแกรมการทรงตัว	ร้อยละของผู้ประเมินที่เลือกระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	เคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างสะดวก	100	0	0	0	0
2	ไม่รู้สึกลำบาก อึดอัด	67	33	0	0	0
3	ไม่เจ็บ ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย	100	0	0	0	0
4	ไม่เมื่อยล้าจากความหนักของอุปกรณ์ฯ	100	0	0	0	0
5	ความพึงพอใจโดยรวม	100	0	0	0	0

จากตาราง 4.3 พบว่าอาสาสมัครอายุ 20-60 ปี ประเมินความพึงพอใจในการฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ในระดับมากที่สุดร้อยละ 100 ในทุกหัวข้อไม่มีข้อเสนอในการปรับปรุง มีแสดงความคิดเห็น 1 รายการจาก 6 รายการ คิดเป็นร้อยละ 17 โดยมีความเห็นว่า ช่วยทำให้ทำท่ายืด-เหยียดขา และท่ายกขาดีกว่าการออกกำลังกายที่ไม่มีราวจับ และจากตาราง 4.4 พบว่าอาสาสมัครอายุ 70-85 ปี ประเมินความพึงพอใจในการฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ในระดับมากที่สุดร้อยละ 100 ใน 4 หัวข้อ ยกเว้นหัวข้อไม่รู้สึกลำบาก อึดอัด ประเมินความพึงพอใจในระดับมากที่สุดร้อยละ 67 และระดับมากร้อยละ 33 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ฯ มีส่วนทำให้อาสาสมัคร 1 คน จาก 3 คน รู้สึกไม่อึดอัด ไม่มี

ข้อเสนอในการปรับปรุง มีแสดงความคิดเห็น 1 รายจาก 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 33 โดยมีความเห็นว่า รู้สึกเหมือนมีคนพุงตัวไว้ตลอดเวลา ช่วยให้กล้ายกขาข้างไว้ โดยไม่กลัวล้ม

4.1.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

**ตารางที่ 4.5** ร้อยละของเสียงสัญญาณเตือน และร้อยละของการทำงานของรอก จากการทดสอบของอาสาสมัคร 9 คน

ข้อ	ทำในการทดสอบ	ร้อยละของเสียงสัญญาณเตือน จากการทดสอบครั้งที่					ร้อยละของการทำงานของรอก จากการทดสอบครั้งที่				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	ทำท่าคล้ายจะล้มไปข้างหน้า	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	ทำท่าคล้ายจะล้มไปข้างหลัง	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	ทำท่าคล้ายจะล้มไปข้างขวา	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	ทำท่าคล้ายจะล้มไปข้างซ้าย	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5	ทำท่าทรุดตัว	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

จากตารางที่ 4.5 ซึ่งเป็นผลจากการทดสอบในอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม รวม 9 คน พบว่า อุปกรณ์มีการส่งเสียงสัญญาณเตือนที่ระยะการเอนตัว ระยะการทรุดตัวเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ร้อยละ 100 ในทุกท่าการทดสอบ และรอกหยุดทุกครั้งในระยะการเอนตัว ระยะการทรุดตัวเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ ร้อยละ 100 ในทุกท่าการทดสอบ

## 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยระยะที่ 2

### 4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ระยะที่ 2

จากการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีสุ่มรายชื่อจากอายุ และค่าความสามารถในการทรงตัว ได้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำนวน 16 คนต่อกลุ่ม หลังการทดลอง 12 สัปดาห์มีผู้สูงอายุออกจากงานวิจัยกลุ่มละ 3 คน รวม 6 คน เนื่องจากปัญหาด้านสุขภาพ ทำให้เหลือกลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 คน ต่อกลุ่ม ซึ่งกลุ่มทดลองมีจำนวนครั้งที่เข้ารับการฝึกการทรงตัวเฉลี่ย  $34.31 \pm 1.44$  ครั้ง และกลุ่มควบคุมมีจำนวนครั้งที่เข้ารับการฝึกการทรงตัวเฉลี่ย  $34.07 \pm 1.50$  ครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีลักษณะคล้ายกัน ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบลักษณะทั่วไปของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ก่อนทำการทดลองด้วยสถิติ t-test แบบสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งพบว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง มีลักษณะทั่วไป และตัวแปรที่ศึกษาไม่แตกต่างกัน ดังแสดงผลในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบลักษณะทั่วไป และตัวแปรที่ศึกษาของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง

ลักษณะทั่วไป/ตัวแปรที่ศึกษา	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t	p (two-tailed)
	Mean	SD	Mean	SD		
<b>การเปรียบเทียบลักษณะทั่วไป</b>						
อายุ	75.31	5.25	76.15	5.74	.392	.698
น้ำหนัก	61.54	14.01	56.00	9.85	-.166	.255
ความสูง	147.77	6.81	148.85	4.30	.482	.634
<b>การเปรียบเทียบตัวแปรที่ศึกษา</b>						
<b>สมรรถนะการทรงตัว</b>						
- ความสามารถในการทรงตัว						
การทดสอบด้วยอุปกรณ์ Balance System						
โปรแกรม m-CTBIS						
- Eyes Open Firm Surface (index)	1.66	0.70	1.86	1.36	.478	.637
- Eyes Closed Foam Surface (index)	5.36	1.15	5.56	1.09	.443	.662
- Composite (index)	3.50	0.76	3.70	0.82	.633	.533
โปรแกรม Postural Stability Test						
- Anterior/Posterior (index)	2.79	1.94	2.36	2.57	-.482	.634
- Medial Lateral (index)	2.18	1.65	3.48	3.03	1.357	.187
- Overall Stability (index)	3.99	2.09	4.68	3.47	.616	.544
โปรแกรม Fall Risk						
- Overall Stability (index)	3.18	1.84	2.27	0.62	-.702	.110
การทดสอบ 8-feet up-and-go (second)	13.65	5.40	11.70	3.84	-.061	.299
- ภาวะกลัวการล้ม (คะแนน)	70.46	22.06	62.85	16.48	-.997	.329
- Barthel ADL (คะแนน)	18.46	1.51	18.62	0.96	.310	.759
<b>ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง</b>						
- การทดสอบ 30-second chair stand (ครั้ง)	11.85	3.51	12.46	2.57	.510	.615
<b>ความแข็งแรงกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว</b>						
- Pressure Biofeedback Unit Test (mm.Hg)	2.31	2.14	2.15	2.08	-0.186	.854

#### 4.2.2 การทดสอบสมมติฐาน ระยะที่ 2

ในการวิจัยระยะที่ 2 นี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมมติฐานในการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ข้อ 1.3.2, 1.3.3 และ 1.3.4 โดยนำผลการทดลองมาทดสอบสมมติฐานที่ 1, 2 และ 3 ด้วยสถิติ t-test independent โดยแบ่งเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

**สมมติฐานที่ 1** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว มีสมรรถนะในการทรงตัวไม่แตกต่างกัน

**สมมติฐานที่ 2** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างไม่แตกต่างกัน

**สมมติฐานที่ 3** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว กับผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวไม่แตกต่างกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1, 2 และ 3 ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 4.7 และผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1, 2 และ 3 หลังการทดลอง 12 สัปดาห์แสดงดังตารางที่ 4.80

การทดสอบสมมติฐาน พบว่า ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถนะการทรงตัว ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าไม่แตกต่างกัน จึงยอมรับสมมติฐานที่ 1, 2 และ 3

ผู้วิจัยได้แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงของทั้ง 12 การทดสอบของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ไว้ดังภาพที่ 4.1 จากกราฟจะเห็นได้ว่า 10 การทดสอบจาก 12 การทดสอบ ได้ผลไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้น การทดสอบโปรแกรม m-CTBIS : Eyes Open Firm Surface และโปรแกรม Fall Risk Overall Stability ที่ให้ผลที่มีทิศทางแตกต่างกันเล็กน้อย

**ตารางที่ 4.7** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย สมรรถนะการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวแปรที่วัด	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t	p (two-tailed)
	Mean	SD	Mean	SD		
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 1: สมรรถนะการทรงตัว</b>						
- ความสามารถในการทรงตัว						
การทดสอบด้วยอุปกรณ์ Balance System						
โปรแกรม m-CTBIS						
- Eyes Open Firm Surface (index)	1.31	0.41	1.31	0.25	.023	.982
- Eyes Closed Foam Surface (index)	5.32	1.84	5.09	0.91	-.395	.696
- Composite (index)	3.31	1.06	3.19	0.48	-.360	.722
โปรแกรม Postural Stability Test						
- Anterior/Posterior (index)	1.80	1.20	1.73	1.25	-.144	.887
- Medial Lateral (index)	2.02	1.41	1.91	1.47	-.204	.840
- Overall Stability (index)	2.94	1.70	2.89	1.57	-.072	.943
โปรแกรม Fall Risk						
- Overall Stability (index)	2.36	0.48	2.43	0.63	.317	.754
การทดสอบ 8-feet up-and-go (second)	10.48	4.03	9.14	2.90	-.976	.339
- ภาวะกลิ้งการล้ม (คะแนน)	68.46	19.73	61.69	14.46	-.998	.328
- Barthel ADL (คะแนน)	18.23	1.64	18.62	0.91	.729	.473
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 2: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง</b>						
- การทดสอบ 30-second chair stand (ครั้ง)	12.85	3.26	13.31	3.73	.336	.740
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 3: ความแข็งแรงกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว</b>						
- Pressure Biofeedback Unit Test (mm.Hg)	3.54	2.60	2.92	2.90	-.569	.574

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถนะการทรงตัว ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวแปรที่วัด	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t	p (two-tailed)
	Mean	SD	Mean	SD		
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 1: สมรรถนะการทรงตัว</b>						
- ความสามารถในการทรงตัว						
การทดสอบด้วยอุปกรณ์ Balance System						
โปรแกรม m-CTBIS						
- Eyes Open Firm Surface (index)	1.40	0.74	1.27	0.26	-.591	.560
- Eyes Closed Foam Surface (index)	5.63	1.97	5.46	1.05	-.272	.788
- Composite (index)	3.51	1.12	3.36	0.62	-.430	.671
โปรแกรม Postural Stability Test						
- Anterior/Posterior (index)	1.73	1.42	1.25	0.71	-1.099	.283
- Medial Lateral (index)	1.82	1.26	1.82	1.10	-.017	.987
- Overall Stability (index)	2.80	1.66	2.40	1.14	-.716	.481
โปรแกรม Fall Risk						
- Overall Stability (index)	2.21	0.51	1.95	0.80	-.962	.346
การทดสอบ 8-foot up-and-go (second)	10.79	4.30	9.15	2.23	-1.222	.234
- ภาวะกลัวการล้ม (คะแนน)	64.54	15.91	59.15	13.47	-.931	.361
- Barthel ADL (คะแนน)	18.62	1.19	18.77	0.73	.397	.695
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 2: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง</b>						
- การทดสอบ 30-second chair stand (ครั้ง)	14.62	2.96	15.92	1.80	1.361	.186
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 3: ความแข็งแรงกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว</b>						
- Pressure Biofeedback Unit Test (mm.Hg)	4.46	2.47	5.08	2.53	.627	.536



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ทั้ง 12 ตัววัด ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ทั้ง 12 ตัววัด ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ (ต่อ)

สำหรับวัตถุประสงค์การวิจัยข้อ 1.3.3 ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบสมมติฐานที่ 4,5 และ 6 ด้วยสถิติ One-way ANOVA Repeated Measure

**สมมติฐานที่ 4** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีสมรรถนะในการทรงตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

**สมมติฐานที่ 5** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง



**สมมติฐานที่ 6** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของกลุ่มทดลอง ด้วย One-way ANOVA Repeated Measure แสดงดังตาราง 4.9 และการทดสอบรายคู่ด้วยวิธี LSD แสดงดังตาราง 4.10

**ตารางที่ 4.9** เปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของกลุ่มทดลอง

ตัวแปรที่วัด		ช่วงเวลาที่ประเมิน			p-value	ES
		Week 0	Week 6	Week 12		
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 4: สมรรถนะการทรงตัว</b>						
1) ความสามารถในการทรงตัว						
Static Balance test						
โปรแกรม m-CTBIS						
- Eyes Open Firm Surface (index)	Mean	1.66	1.31	1.40	.137	.153
	SD	0.70	0.41	0.74		
- Eyes Closed Foam Surface (index)	Mean	5.36	5.32	5.63	.734	.025
	SD	1.15	1.84	1.97		
- Composite (index)	Mean	3.50	3.31	3.51	.445	.065
	SD	0.76	1.06	1.12		
โปรแกรม Postural Stability						
- Anterior/Posterior (index)	Mean	2.79	1.80	1.73	.024*	.268
	SD	1.94	1.20	1.42		
- Medial Lateral (index)	Mean	2.18	2.02	1.82	.816	.017
	SD	1.65	1.41	1.26		
- Overall Stability (index)	Mean	3.99	2.94	2.80	.119	.162
	SD	2.09	1.70	1.66		
โปรแกรม Fall Risk						
- Overall Stability (index)	Mean	3.14	2.36	2.21	.088	.219
	SD	1.84	0.48	0.51		
Dynamic Balance test	Mean	13.65	10.49	10.79	.001*	.531
	SD	5.40	4.03	4.30		

**ตารางที่ 4.9** เปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของกลุ่มทดลอง (ต่อ)

ตัวแปรที่วัด		ช่วงเวลาที่ประเมิน			p-value	ES
		Week 0	Week 6	Week 12		
2) ภาวะกล้ามเนื้อล้า (คะแนน)	Mean	70.46	68.46	64.54	.012*	.398
	SD	22.06	19.73	15.91		
3) Barthel ADL (คะแนน)	Mean	18.46	18.23	18.62	.190	.133
	SD	1.51	1.64	1.19		
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 5: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง</b>						
- 30-second chair stand Test (ครั้ง)	Mean	11.85	12.85	14.62	.017*	.289
	SD	3.51	3.26	2.96		
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 6: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว</b>						
- Pressure Biofeedback Unit Test (mm.Hg)	Mean	2.31	3.54	4.46	.042*	.232
	SD	2.14	2.60	2.47		

\*p-value < .05

จากตารางที่ 4.9 ผู้วิจัยทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติด้วย Mauchly's Test of Sphericity ผลการทดสอบ 12 ตัวแปร มี 9 ตัวแปร ที่ค่าสถิติ Mauchly's W มีค่า p-value มากกว่า .05 ซึ่งจะทดสอบความแปรปรวนภายในด้วยวิธี Sphericity Assumed และอีก 3 ตัวแปร ที่ค่าสถิติ Mauchly's W มีค่า p-value น้อยกว่าหรือเท่ากับ .05 จะทดสอบความแปรปรวนภายในด้วยวิธี Greenhouse-Geisser ผลการเปรียบเทียบแสดงตามตารางที่ 4.9 พบ 5 การทดสอบที่มีผลแตกต่างกัน ได้แก่ การทดสอบ Postural Stability Test: Anterior/Posterior, 8-feet up-and-go, ภาวะกล้ามเนื้อล้า, 30-second chair stand และ Pressure Biofeedback Unit Test

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของกลุ่มทดลอง เป็นรายคู่

ตัวแปรที่วัด	เปรียบเทียบรายคู่ (p-value < .05)		
	Week 0 – Week 6	Week 0 – Week 12	Week 6- Week12
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 4: สมรรถนะการทรงตัว</b>			
1) ความสามารถในการทรงตัว			
<u>Static Balance test</u>			
โปรแกรม m-CTBIS			
- Eyes Open Firm Surface (index)			
- Eyes Closed Foam Surface (index)			
- Composite (index)			
โปรแกรม Postural Stability			
- Anterior/Posterior (index)		.012	
- Medial Lateral (index)			
- Overall Stability (index)			
โปรแกรม Fall Risk			
- Overall Stability (index)			
<u>Dynamic Balance test</u>			
- 8-feet up-and-go Test (second)	.002	.002	
2) ภาวะกัวการล้ม (คะแนน)		.013	.013
3) Barthel ADL (คะแนน)			
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 5: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง</b>			
- 30-second chair stand Test (ครั้ง)		.002	
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 6: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว</b>			
- Pressure Biofeedback Unit Test (mm.Hg)		.032	

จากการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี LSD พบว่าผลการทดสอบมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 7 คู่ ได้แก่ การทดสอบ Postural Stability Test: Anterior/Posterior มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 1 คู่ เป็นคู่ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ การทดสอบ 8-feet up-and-go มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนการทดลองและ ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และ คู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ การทดสอบ ภาวะกัวการล้ม มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และ คู่ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ การทดสอบ 30-second chair stand มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 1 คู่ เป็นคู่ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

และการทดสอบ Pressure Biofeedback Unit Test มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 1 คู่ เป็นคู่ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

ผลการทดสอบสมมติฐานข้างต้นสรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐาน 4 บางส่วน และยอมรับสมมติฐาน 5 และ 6

วัตถุประสงค์การวิจัยข้อ 1.3.4 ผู้วิจัยเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบสมมติฐานที่ 7, 8 และ 9 ด้วยสถิติ One-way ANOVA Repeated Measure

**สมมติฐานที่ 7** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ออกแบบขึ้น มีสมรรถนะในการทรงตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

**สมมติฐานที่ 8** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ออกแบบขึ้น มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

**สมมติฐานที่ 9** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ออกแบบขึ้น มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของกลุ่มควบคุม ด้วย One-way ANOVA Repeated Measure แสดงดังตาราง 4.11 สำหรับการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD แสดงผลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของกลุ่มควบคุม

ตัวแปรที่วัด		ช่วงเวลาที่เหมาะสม			p-value	ES
		Week 0	Week 6	Week 12		
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 7: สมรรถนะการทรงตัว</b>						
1) ความสามารถในการทรงตัว						
<u>Static Balance test</u>						
โปรแกรม m-CTBIS						
- Eyes Open Firm Surface (index)	Mean	1.86	1.31	1.27	.147	.166
	SD	1.36	0.25	0.27		
- Eyes Closed Foam Surface (index)	Mean	5.57	5.09	5.46	.326	.089
	SD	1.09	0.91	1.05		
- Composite (index)	Mean	3.70	3.19	3.36	.092	.180
	SD	0.82	0.48	0.62		
โปรแกรม Postural Stability						
- Anterior/Posterior (index)	Mean	2.36	1.73	1.25	.243	.112
	SD	2.57	1.25	0.71		
- Medial Lateral (index)	Mean	3.48	1.91	1.82	.017*	.288
	SD	3.03	1.47	1.10		
- Overall Stability (index)	Mean	4.68	2.89	2.40	.035*	.291
	SD	3.47	1.67	1.14		
โปรแกรม Fall Risk						
- Overall Stability (index)	Mean	2.27	2.43	1.95	.093	.179
	SD	0.62	0.63	0.80		
<u>Dynamic Balance test</u>	Mean	11.70	9.14	9.15	.000*	.583
- 8-feet up-and-go Test (second)	SD	3.84	2.90	2.23		
2) ภาวะกล้ามเนื้อลีบ (คะแนน) <sup>๑</sup>	Mean	62.85	61.69	59.15	.007*	.423
	SD					
3) Barthel ADL (คะแนน)	Mean	18.62	18.62	18.77	.135	.154
	SD	0.96	0.96	0.73		
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 8: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง</b>						
- 30-second chair stand Test (ครั้ง)	Mean	12.46	13.31	15.92	.000*	.508
	SD	2.57	3.73	1.80		
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 9: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว</b>						
- Pressure Biofeedback Unit Test (mm.Hg.)	Mean	2.15	2.92	5.08	.001*	.430
	SD	2.08	2.90	2.53		

\* p-value < .05

จากตาราง 4.11 ผู้วิจัยทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติด้วย Mauchly's Test of Sphericity ผลการทดสอบ 12 ตัวแปร มี 9 ตัวแปร ที่ค่าสถิติ Mauchly's W มีค่า p-value มากกว่า .05 ซึ่งจะทดสอบความแปรปรวนภายในด้วยวิธี Sphericity Assumed และอีก 3 ตัวแปร ที่ค่าสถิติ Mauchly's W มีค่า p-value น้อยกว่าหรือเท่ากับ .05 จะทดสอบความแปรปรวนภายในด้วยวิธี Greenhouse-Geisser ผลการเปรียบเทียบแสดงตามตารางที่ 4.12 พบ 6 การทดสอบ ที่มีผลแตกต่างกัน ได้แก่ Postural Stability Test: Medial Lateral, Postural Stability Test: Overall Stability, 8-feet up-and-go test, การทดสอบภาวะกั้วการล้ม, 30-second chair stand test และ Pressure Biofeedback Unit Test

**ตารางที่ 4.12** เปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของกลุ่มควบคุม เป็นรายคู่

ตัวแปรที่วัด	เปรียบเทียบรายคู่ (p-value < .05)		
	Week 0 – Week 6	Week 0 – Week 12	Week 6- Week12
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 7: สมรรถนะการทรงตัว</b>			
1) ความสามารถในการทรงตัว			
Static Balance test			
โปรแกรม m-CTBIS			
- Eyes Open Firm Surface (index)			
- Eyes Closed Foam Surface (index)			
- Composite (index)			
โปรแกรม Postural Stability			
- Anterior/Posterior (index)			
- Medial Lateral (index)	.044	.029	
- Overall Stability (index)		.023	
โปรแกรม Fall Risk			
- Overall Stability (index)			
Dynamic Balance test			
- 8-feet up-and-go Test (second)	.000	.002	
2) ภาวะกั้วการล้ม (คะแนน)		.010	.004
3) Barthel ADL (คะแนน)			
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 8: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง</b>			
- 30-second chair stand Test (ครั้ง)		.000	.010
<b>ทดสอบสมมติฐานที่ 9: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว</b>			
- Pressure Biofeedback Unit Test (mm.Hg)		.003	.012

จากการเปรียบเทียบรายคู่ ตามตารางที่ 4.12 พบว่าผลการทดสอบมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 11 คู่ ได้แก่

การทดสอบ Postural Stability Test: Medial Lateral มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และ คู่ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สำหรับการทดสอบ Postural Stability Test: Overall Stability การทดสอบ 8-foot up-and-go มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนการทดลองและระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และ คู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ การทดสอบภาวะกั้วการล้ม มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และ คู่ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ การทดสอบ 30-second chair stand มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และ คู่ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ การทดสอบ Pressure Biofeedback Unit Test มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และ คู่ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

ผลการทดสอบสมมติฐานข้างต้นสรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐาน 7 บางส่วน และยอมรับสมมติฐาน 8 และ 9

สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ระยะที่ 2 แสดงดังตาราง 4.13

ตารางที่ 4.13 สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ระยะที่ 2

วัตถุประสงค์	สมมติฐาน	รายละเอียด	สรุปผล
1.3.2	1	ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว มีสมรรถนะในการทรงตัวไม่แตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐาน
	2	ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างไม่แตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐาน
	3	ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวไม่แตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐาน
1.3.3	4	ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีสมรรถนะในการทรงตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง	ยอมรับสมมติฐาน บางส่วน Postural Stability: A/P - Wk 12 สูงกว่า Wk 0 8-feet up-and-go - Wk 12 สูงกว่า Wk 0 - Wk 12 สูงกว่า Wk 6 ภาวะกักตัวการล้ม - Wk 12 สูงกว่า Wk 0 - Wk 12 สูงกว่า Wk 6
	5	ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง	ยอมรับสมมติฐาน 30-second chair stand - Wk 12 สูงกว่า Wk 0



	6	ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง	ยอมรับสมมติฐาน Pressure Biofeedback Unit - Wk 12 สูงกว่า Wk 0
1.3.4	7	ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ออกแบบขึ้น มีสมรรถนะในการทรงตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง	ยอมรับสมมติฐาน บางส่วน Postural Control ML - Wk 6 สูงกว่า Wk 0 - Wk 12 สูงกว่า Wk 0 Postural Control Overall - Wk 12 สูงกว่า Wk 0 8-feet up-and-go - Wk 6 สูงกว่า Wk 0 - Wk 12 สูงกว่า Wk 0 ภาวะกลัวการล้ม - Wk 12 สูงกว่า Wk 0 - Wk 12 สูงกว่า Wk 6
	8	ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ออกแบบขึ้น มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง	ยอมรับสมมติฐาน 30-second chair stand - Wk 12 สูงกว่า Wk 0 - Wk 12 สูงกว่า Wk 6
	9	ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ออกแบบขึ้น มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง	ยอมรับสมมติฐาน Pressure Biofeedback Unit - Wk 12 สูงกว่า Wk 0 - Wk 12 สูงกว่า Wk 6

หมายเหตุ: Wk 0 ทดสอบก่อนการทดลอง Wk 6 ทดสอบระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ Wk 12 ทดสอบหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

### 4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยระยะที่ 3

4.3.1 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ (IOC) ของแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ผู้วิจัยหาความตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านพหุวิทยาการและการบัญชี 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม 1 ท่าน ผลค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับหัวข้อในแบบสอบถาม แสดงดังตารางที่ 4.14 โดยทุกข้อได้คะแนนมากกว่า 0.5

ตารางที่ 4.14 ค่า IOC ของแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ

วัตถุประสงค์/เนื้อหา	แบบสอบถาม	ผลการพิจารณา				สรุปผล
		1	2	3	IOC	
1 ศึกษาส่วนประสมทางการตลาด ด้านผลิตภัณฑ์ :คุณสมบัติของ อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกัน การล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหา การทรงตัว	1.1 มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	1.2 ใช้พื้นที่น้อย	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	1.3 สามารถถอดเก็บได้	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	1.4 มีความแข็งแรง	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	1.5 น้ำหนักเบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	1.6 มีความปลอดภัย	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	1.7 ใช้งานง่าย	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	1.8 สามารถช่วยป้องกันการบาดเจ็บจากการ ล้มได้จริง	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	1.9 มีสัญญาณเตือนเมื่อล้ม	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	1.10 มีสัญญาณเตือนก่อนล้ม	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	1.11 มีการสื่อสารไปยังผู้ดูแลเมื่อสัญญาณ เตือนดัง	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
2 ศึกษาส่วนประสมทางการตลาด ด้านราคา: ราคาที่เหมาะสม สำหรับอุปกรณ์ออกกำลังกาย ต่อจำนวนผู้ใช้อุปกรณ์ 1 คน	2.1 ราคา ต่ำกว่า 10,000 บาท	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
	2.2 ราคา 10,000-25,000 บาท	+1	0	+1	1.00	ผ่าน
	2.3 ราคาสูงกว่า 25,000 บาท	+1	0	+1	1.00	ผ่าน
3 ศึกษาส่วนประสมทางการตลาด ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย : ต้องการให้มีช่องทางจัดจำหน่าย ในแต่ละรูปแบบ ในระดับใด	3.1 ขายแบบ Online	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	3.2 ขายผ่านร้านขายยา,	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	3.3 ขายผ่านโรงพยาบาล	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	3.4 ขายผ่านร้านขายอุปกรณ์การแพทย์	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	3.5 ขายผ่านตัวแทนขายตรง	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	3.6 ควรเป็นบริการฟรีในสถานดูแลผู้สูงอายุ	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	3.7 ควรเป็นบริการฟรีในสถานออกกำลังกาย	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	3.8 ควรเป็นบริการฟรีในโรงพยาบาล	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
4 ศึกษาส่วนประสมทางการตลาด ด้านการส่งเสริมการตลาด : ความพอใจในกิจกรรมส่งเสริม การตลาดในแต่ละรูปแบบ ใน ระดับใด	4.1 มีการสาธิตและจัดแสดงใน ห้างสรรพสินค้า/หรือศูนย์แสดงสินค้า	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	4.2 มีระบบเงินผ่อน	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	4.3 ราคาถูกลงเมื่อสั่งซื้อจำนวนมาก	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	4.4 มี Call Center ให้คำปรึกษาการใช้ อุปกรณ์	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
	4.5 มีบริการข้อมูลผลิตภัณฑ์ใน Website	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน

วัตถุประสงค์/เนื้อหา	แบบสอบถาม	ผลการพิจารณา				สรุปผล	
		1	2	3	IOC		
5	ศึกษาความคิดเห็นอื่นๆ เกี่ยวกับการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ	5.1 ข้อเสนอแนะ	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
6	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะส่วนบุคคลกับส่วนประสมทางการตลาด	6.1 เพศ แบ่งเป็น ชาย และหญิง	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
		6.2 อายุ แบ่งเป็น อายุ 20-40 ปี และมากกว่า 40 ปี	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
		6.3 อาชีพ แบ่งเป็นบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข และไม่ใช้บุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
7	ศึกษาความต้องการการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ	7.1 ความต้องการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
		7.2 เหตุผลที่ต้องการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน

#### 4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถาม ฯ ระยะที่ 3

ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ตามวัตถุประสงค์ข้อ 1.3.5 ศึกษาองค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาดของอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด และวัตถุประสงค์การศึกษาข้อ 1.3.6 ศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ความต้องการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ และองค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาด 4 ด้าน (4P) ของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบพรรณนาความ และแสดงตารางข้อมูลจากการประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

4.3.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล และความต้องการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลแบบสอบถามจากผู้มีรายได้อายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป ซึ่งมีภูมิลำเนาที่เป็นผู้สูงอายุจำนวนรวมทั้งสิ้น 418 คน โดยได้สอบถามข้อมูลส่วนบุคคลในตอนต้นที่ 3 ของแบบสอบถาม แบ่งเป็นข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ และอาชีพ และข้อมูลความต้องการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ รวมถึงเหตุผลที่มีความต้องการใช้งาน

อุปกรณ์ออกกำลังกาย ๗ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ดังแสดงในตารางที่ 4.15 และตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.15 ความถี่และร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามแยกตามเพศ อายุ และอาชีพ

ลักษณะส่วนบุคคล		ความถี่	ร้อยละ
เพศ	ชาย	178	42.6
	หญิง	240	57.4
	รวม	418	100.0
อายุ	20-40 ปี	162	33.8
	มากกว่า 40 ปี	256	61.2
	รวม	418	100.0
อาชีพ	ไม่ใช่บุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข	347	83.0
	บุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข	71	17.0
	รวม	418	100.0

จากตารางที่ 4.15 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 418 คน เป็นเพศหญิงร้อยละ 57.4 เพศชายร้อยละ 42.6 มีอายุมากกว่า 40 ปี ร้อยละ 61.2 มีอายุระหว่าง 20-40 ปี ร้อยละ 33.8 ไม่ใช่บุคลากรทางการแพทย์ฯ ร้อยละ 83.0 และเป็นบุคลากรทางการแพทย์ฯ ร้อยละ 17.0

ตารางที่ 4.16 ความถี่และร้อยละของความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย และเหตุผลที่  
ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๗

ความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย		ความถี่	ร้อยละ
ต้องการ		213	51.0
ไม่ต้องการ		205	49.0
รวม		418	100.0
<b>เหตุผลที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย</b>			
	นำไปให้ผู้สูงอายุที่ดูแลใช้	152	71.4
	นำไปใช้ในสถานดูแลผู้สูงอายุ	30	14.1
	นำมาใช้เอง	17	8.0
	นำไปใช้ในโรงพยาบาล	14	6.6
	รวม	213	100.0

จากตารางที่ 4.16 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 418 คน มีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ร้อยละ 51.0 โดยเรียงลำดับเหตุผลที่ต้องการใช้งานอุปกรณ์จากมากไปน้อย ดังนี้ ต้องการนำไปให้ผู้สูงอายุที่ดูแลใช้ ร้อยละ 71.4 ต้องการนำไปใช้ในสถานดูแลผู้สูงอายุ ร้อยละ 14.1 ต้องการนำมาใช้เอง ร้อยละ 8.0 และต้องการนำไปใช้โรงพยาบาล ร้อยละ 6.6

#### 4.3.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนประสมทางการตลาด

จากวัตถุประสงค์ข้อ 1.3.5 ศึกษาองค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาดของอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ผู้วิจัยวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาดของอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ จากความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามตอนที่ 1 จำนวน 418 คน สำหรับส่วนประสมทางการตลาดใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาดใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำค่าเฉลี่ยมาพิจารณาระดับความสำคัญตามเกณฑ์การแปลความคะแนนค่าเฉลี่ยการให้ความสำคัญ แล้วนำมาจัดอันดับ ดังตารางที่ 4.17, 4.19 และ 4.20 สำหรับส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา ใช้ค่าความถี่ ร้อยละ มาจัดลำดับ ดังตารางที่ 4.18

ในงานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์การแปลความคะแนนค่าเฉลี่ยการให้ความสำคัญ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00	หมายถึง มีความสำคัญระดับสูงมาก
คะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20	หมายถึง มีความสำคัญระดับสูง
คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40	หมายถึง มีความสำคัญระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60	หมายถึง มีความสำคัญระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80	หมายถึง มีความสำคัญระดับน้อยมาก

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความสำคัญ และลำดับของส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์

ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความสำคัญ	ลำดับ
มีความปลอดภัย	4.87	.407	สูงมาก	1
สามารถช่วยป้องกันการบาดเจ็บจากการล้มได้จริง	4.80	.461	สูงมาก	2
มีความแข็งแรง	4.73	.537	สูงมาก	3
ใช้งานง่าย	4.62	.558	สูงมาก	4
น้ำหนักเบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย	4.50	.714	สูงมาก	5
มีการสื่อสารไปยังผู้ดูแลเมื่อสัญญาณเตือนดัง	4.44	.782	สูงมาก	6
มีสัญญาณเตือนก่อนล้ม	4.23	.898	สูงมาก	7
มีสัญญาณเตือนเมื่อล้ม	4.21	.865	สูงมาก	8
มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน	4.19	.711	สูง	9
สามารถถอดเก็บได้	4.07	.845	สูง	10
ใช้พื้นที่น้อย	4.02	.800	สูง	11
เฉลี่ยภาพรวมด้านผลิตภัณฑ์	4.43	.432	สูงมาก	

### จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.17 พบว่า ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมากมี 8 หัวข้อ จาก 11 หัวข้อ โดยหัวข้อที่ให้ความสำคัญ 3 อันดับแรก ได้แก่ มีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย 4.87 สามารถช่วยป้องกันการบาดเจ็บได้จริง มีค่าเฉลี่ย 4.80 และมีความแข็งแรง มีค่าเฉลี่ย 4.73 สำหรับหัวข้อที่ให้ความสำคัญ 3 อันดับสุดท้าย ได้แก่ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน มีค่าเฉลี่ย 4.19 สามารถถอดเก็บได้ มีค่าเฉลี่ย 4.07 และใช้พื้นที่น้อย มีค่าเฉลี่ย 4.02 สำหรับส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการนำเทคโนโลยี Sensor สำหรับการเตือน ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมาก ทั้ง 3 หัวข้อ ได้แก่ มีการสื่อสารไปยังผู้ดูแลเมื่อสัญญาณเตือนดัง มีค่าเฉลี่ย 4.44 มีสัญญาณเตือนก่อนล้ม มีค่าเฉลี่ย 4.23 และมีสัญญาณเตือนเมื่อล้ม มีค่าเฉลี่ย 4.21

ตารางที่ 4.18 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม และร้อยละของส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา

ส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา	จำนวน	ร้อยละ	ลำดับ
ราคาต่ำกว่า 10,000 บาท	196	46.9	1
ราคาระหว่าง 10,000-25,000 บาท	169	40.4	2
ราคามากกว่า 25,000 บาท	53	12.7	3
รวม	418	100.0	

จากตารางที่ 4.18 พบว่า ส่วนประสมทางการตลาดด้านราคาของผู้ตอบแบบสอบถามเลือก ราคาต่ำกว่า 10,000 บาท เป็นลำดับที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 46.9 เลือกราคาระหว่าง 10,000-25,000 บาท ลำดับที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 40.4 และเลือกราคาสูงกว่า 25,000 บาท ลำดับที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 12.7

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความสำคัญ และลำดับของส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางจัดจำหน่าย

ส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางจัดจำหน่าย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความสำคัญ	ลำดับ
ควรเป็นบริการฟรีในโรงพยาบาล	4.56	.695	สูงมาก	1
ควรเป็นบริการฟรีในสถานดูแลผู้สูงอายุ	4.52	.700	สูงมาก	2
ขายผ่านร้านขายอุปกรณ์การแพทย์	4.16	.779	สูง	3
ขายผ่านโรงพยาบาล	4.02	.821	สูง	4
ควรเป็นบริการฟรีในสถานออกกำลังกาย	4.02	.978	สูง	5
ขายผ่านร้านขายยา,	3.73	.890	สูง	6
ขายแบบ Online	3.71	.951	สูง	7
ขายผ่านตัวแทนขายตรง	3.31	.929	ปานกลาง	8
เฉลี่ยภาพรวมด้านช่องทางการจัดจำหน่าย	4.00	.481	สูง	

จากตารางที่ 4.19 พบว่า ส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่ายที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมากมี 2 ช่องทาง จาก 8 ช่องทาง ได้แก่ ควรเป็นบริการฟรีในโรงพยาบาล มีค่าเฉลี่ย 4.56 และควรเป็นบริการฟรีในสถานดูแลผู้สูงอายุ มีค่าเฉลี่ย 4.52 สำหรับช่องทางการจัดจำหน่ายที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมี 5 ช่องทาง ได้แก่ ขายผ่านร้านอุปกรณ์การแพทย์ ขายผ่านโรงพยาบาล ควรเป็นบริการฟรีในสถานออกกำลังกาย

ขายผ่านร้านขายยา และขายแบบ Online สำหรับช่องทางการจัดจำหน่ายที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในปานกลางมี 1 ช่องทาง ได้แก่ การขายผ่านตัวแทนขายตรง

**ตารางที่ 4.20** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความสำคัญ และลำดับของส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด

ส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความสำคัญ	ลำดับ
มีบริการข้อมูลผลิตภัณฑ์ใน Website	4.57	.612	สูงมาก	1
มี Call Center ให้คำปรึกษาการใช้อุปกรณ์	4.50	.665	สูงมาก	2
มีการสาธิตและจัดแสดงในห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์แสดงสินค้า	4.15	.781	สูง	3
มีระบบเงินผ่อน	4.15	.819	สูง	4
ราคาถูกลงเมื่อสั่งซื้อจำนวนมาก	3.98	.967	สูง	5
เฉลี่ยภาพรวมด้านการส่งเสริมการตลาด	4.27	.531	สูงมาก	

จากตารางที่ 4.20 พบว่า ส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาดที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมากมี 2 กิจกรรม จาก 5 กิจกรรม ได้แก่ มีบริการข้อมูลผลิตภัณฑ์ใน Website มีค่าเฉลี่ย 4.57 และมี Call Center ให้คำปรึกษาการใช้อุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ย 4.50 สำหรับกิจกรรมส่งเสริมการตลาดที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมี 3 ช่องทาง เฉลี่ยภาพรวมด้านการส่งเสริมการตลาด มีค่าเฉลี่ย 4.27 ซึ่งมีความสำคัญระดับสูงมาก

#### 4.3.2.3 การทดสอบสมมติฐาน ระยะที่ 3

จากวัตถุประสงค์การศึกษาข้อ 1.3.6 ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ และความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่มีผลต่อองค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาด 4 ด้าน (4P) ของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สำหรับนำมาใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์โดยการทดสอบสมมติฐานที่ 10, 11 และ 12

**สมมติฐานที่ 10** ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่แตกต่างกัน



**สมมุติฐานที่ 11** ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ มีผลต่อความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ไม่แตกต่างกัน

**สมมุติฐานที่ 12** ความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่แตกต่างกัน

4.3.2.3.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดของอุปกรณ์ออกกำลังกาย เพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ 10 ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่แตกต่างกัน ดำเนินการดังนี้

1) การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้วยสถิติ t-test ได้ผลดังตารางที่ 4.21

**ตารางที่ 4.21** การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์

ลักษณะส่วนบุคคล		ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์				
		N	Mean	S.D.	t	P-value
เพศ	ชาย	178	4.30	.480	-5.201	.000*
	หญิง	240	4.52	.367		
อายุ	20-40 ปี	162	4.33	.453	-3.657	.000*
	มากกว่า 40 ปี	256	4.49	.408		
อาชีพ	บุคลากรด้านการแพทย์	347	4.41	.437	-1.665	.099
	ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์	71	4.50	.403		

N = 418, \* มีนัยสำคัญที่  $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.21 พบว่าส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายมีคะแนนเฉลี่ย 4.30 และของผู้ตอบแบบสอบถามเพศหญิงมีคะแนนเฉลี่ย 4.52 และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่าปฏิเสธสมมุติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ของเพศชายและเพศหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี มีคะแนนเฉลี่ย 4.33 และของผู้ตอบแบบสอบถามผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุมากกว่า 40 ปี มีคะแนนเฉลี่ย 4.49 และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ย ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี และอายุมากกว่า 40 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคลากรด้านการแพทย์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.41 และของผู้ตอบแบบสอบถามผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.50 และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่า ยอมรับสมมติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคลากรด้านการแพทย์ และไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ ไม่แตกต่างกัน

2) การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา ด้วยสถิติ Chi-Square ได้ผลดังตารางที่ 4.22

**ตารางที่ 4.22** การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา

ลักษณะส่วนบุคคล		เลือกราคา < 10,000 บาท		เลือกราคา 10,000-25,000 บาท		เลือกราคา > 25,000 บาท		Chi-Square	P-value
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
เพศ	ชาย	72	40.4	76	42.7	30	16.9	7.40	0.025*
	หญิง	124	51.7	93	38.8	23	9.6		
อายุ	20-40 ปี	66	40.7	73	45.1	23	14.2	4.017	0.134
	มากกว่า 40 ปี	130	50.8	96	37.5	30	11.7		
อาชีพ	บุคลากรด้านการแพทย์	44	62.0	25	35.2	2	11.8	11.29	0.004*
	ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์	152	43.8	144	41.5	5	1.4		

N = 418, \* มีนัยสำคัญที่  $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.22 พบว่าส่วนประสมทางการตลาดด้านราคาของผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายมีคะแนนเฉลี่ย 4.30 และของผู้ตอบแบบสอบถามเพศหญิงมีคะแนนเฉลี่ย 4.52 และ

เมื่อทดสอบด้วยสถิติ Chi-Square พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ของเพศชายและเพศหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี มีคะแนนเฉลี่ย 4.33 และของผู้ตอบแบบสอบถามผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุมากกว่า 40 ปี มีคะแนนเฉลี่ย 4.49 เมื่อทดสอบด้วยสถิติ Chi-Square พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี และอายุมากกว่า 40 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคลากรด้านการแพทย์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.41 และของผู้ตอบแบบสอบถามผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.50 และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ Chi-Square พบว่า ยอมรับสมมติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคลากรด้านการแพทย์ และไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ ไม่แตกต่างกัน

3) การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ ที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้วยสถิติ t-test ได้ผลดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย

ลักษณะส่วนบุคคล		ส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย				
		N	Mean	S.D.	t	P-value
เพศ	ชาย	178	3.90	.511	-3.954	.000*
	หญิง	240	4.08	.442		
อายุ	20-40 ปี	162	3.98	.488	-.827	.409
	มากกว่า 40 ปี	256	4.02	.476		
อาชีพ	บุคลากรด้านการแพทย์	347	3.98	.485	-2.243	.027*
	ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์	71	4.11	.443		

N = 418, \* มีนัยสำคัญที่  $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.23 พบว่าส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่ายของผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายมีคะแนนเฉลี่ย 3.90 และเพศหญิงมีคะแนนเฉลี่ย 4.08 และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่ายของเพศชายและเพศหญิง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่ายของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี มีคะแนนเฉลี่ย 3.98 และของผู้ตอบแบบสอบถามผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุมากกว่า 40 ปี มีคะแนนเฉลี่ย 4.02 และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่า ยอมรับสมมติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่ายของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี และอายุมากกว่า 40 ปี ไม่แตกต่างกัน

ส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่ายของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคลากรด้านการแพทย์ มีคะแนนเฉลี่ย 3.98 และที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.11 และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่ายของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคลากรด้านการแพทย์ และไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

4) การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ ที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด ด้วยสถิติ t-test ได้ผลดังตารางที่ 4.26

**ตารางที่ 4.24** การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด

ลักษณะส่วนบุคคล		ส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด				
		N	Mean	S.D.	t	P-value
เพศ	ชาย	178	4.15	.553	-3.988	.000*
	หญิง	240	4.36	.497		
อายุ	20-40 ปี	162	4.24	.532	-.816	.415
	มากกว่า 40 ปี	256	4.29	.530		
อาชีพ	บุคลากรด้านการแพทย์	347	4.23	.536	-3.670	.000*
	ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์	71	4.46	.464		

N = 418, \* มีนัยสำคัญที่  $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.24 พบว่าส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาดของผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายมีคะแนนเฉลี่ย 4.15 และของผู้ตอบแบบสอบถามเพศหญิงมีคะแนนเฉลี่ย 4.36 และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาดของเพศชายและเพศหญิง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาดของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี มีคะแนนเฉลี่ย 4.24 และของผู้ตอบแบบสอบถามผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุมากกว่า 40 ปี มีคะแนนเฉลี่ย 4.29 และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่า ยอมรับสมมติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาดของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี และอายุมากกว่า 40 ปี ไม่แตกต่างกัน

ส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาดของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคลากรด้านการแพทย์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.23 และของผู้ตอบแบบสอบถามผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.46 และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานที่ 10 คะแนนเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาดของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคลากรด้านการแพทย์ และไม่ใช่นักบุคลากรด้านการแพทย์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

สรุปการวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาด เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ 10 ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางทางจําหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ของอุปกรณ์ออกกำลังกาย ไม่แตกต่างกัน ยอมรับสมมติฐานที่ 10 บางส่วน

4.3.2.3.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ที่มีผลต่อความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ 11 ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ มีผลต่อความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ไม่แตกต่างกัน ทดสอบด้วย สถิติ Chi-Square ได้ผลดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีผลต่อความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ

ลักษณะส่วนบุคคล		ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย		ไม่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย		รวม		Chi-Square	p-value
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
เพศ	ชาย	74	41.6	104	58.4	178	100	10.921	0.001*
	หญิง	139	57.9	101	42.1	240	100		
อายุ	20-40 ปี	84	51.8	78	48.2	162	100	0.850	0.771
	มากกว่า 40 ปี	129	50.4	127	49.6	256	100		
อาชีพ	บุคลากรด้านการแพทย์	46	64.8	25	35.2	71	100	6.548	0.011*
	ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์	167	48.1	180	51.9	347	100		

N = 418, \* มีนัยสำคัญที่  $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.25 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายมีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ร้อยละ 41.6 เพศหญิงมีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ร้อยละ 57.0 และเมื่อทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ Chi-Square พบว่าปฏิเสธสมมติฐานที่ 11 ผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายและเพศหญิงมีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ร้อยละ 51.8 อายุมากกว่า 40 ปี มีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ร้อยละ 50.4 และเมื่อทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ Chi-Square พบว่ายอมรับสมมติฐานที่ 11 ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี และอายุมากกว่า 40 ปี มีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ไม่แตกต่างกัน

ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคลากรด้านการแพทย์ และที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ร้อยละ 64.8 และร้อยละ 48.1 ตามลำดับ ผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ Chi-Square พบว่าปฏิเสธสมมติฐานที่ 11 ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคลากรด้านการแพทย์ และไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ มีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

4.3.2.3.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาด เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ 12 ความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่แตกต่างกัน ดำเนินการดังนี้

1) การวิเคราะห์เปรียบเทียบความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้วยสถิติ t-test ได้ผลดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์

ความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ	ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์				
	N	Mean	S.D.	t	p-value
ต้องการ	213	4.45	.438	-.957	.339
ไม่ต้องการ	205	4.41	.426		

จากตารางที่ 4.26 ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ มีค่าเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ 4.45 และผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ มีค่าเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ 4.41 เมื่อทดสอบสมมติฐานที่ 12 ด้วยสถิติ t-test พบว่า ยอมรับสมมติฐานที่ 12 ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ และผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ มีค่าเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ไม่แตกต่างกัน

2) การวิเคราะห์เปรียบเทียบความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา ด้วยสถิติ Chi-Square ได้ผลดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา

ความต้องการอุปกรณ์	ราคา < 10,000 บาท		ราคา 10,000-25,000 บาท		ราคา > 25,000 บาท		Chi-Square	p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
ต้องการ	100	46.9	87	40.8	26	12.2	0.095	0.093
ไม่ต้องการ	96	46.8	82	40.0	27	13.2		

N = 418

จากตารางที่ 4.27 ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ เลือกราคาต่ำกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 46.9 เลือกราคา 10,000-25,000 บาท ร้อยละ 40.8 และเลือกราคาสูงกว่า 25,000 บาท ร้อยละ 12.2 สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ เลือกราคาต่ำกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 46.8 เลือกราคา 10,000-25,000 บาท ร้อยละ 40.0

และเลือกราคาสูงกว่า 25,000 บาท ร้อยละ 13.2 สำหรับ เมื่อทดสอบสมมติฐานที่ 3 ด้วยสถิติ Chi-Square พบว่ายอมรับสมมติฐานที่ 3 ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๙ และไม่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย เลือกกลุ่มราคาอุปกรณ์ไม่แตกต่างกัน

3) การวิเคราะห์เปรียบเทียบความ ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๙ กับส่วน ประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้วยสถิติ t-test ได้ผลดังตารางที่ 4.28

**ตารางที่ 4.28** การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความ ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๙ กับ ส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย

ความต้องการอุปกรณ์ ออกกำลังกาย	ส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย				
	N	Mean	S.D.	t	p-value
ต้องการ	213	4.00	.514	.192	.848
ไม่ต้องการ	205	4.01	.444		

N = 418

จากตารางที่ 4.28 ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยส่วนประสมทาง การตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย 4.00 และผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ต้องการอุปกรณ์ มี ค่าเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย 4.01 เมื่อทดสอบสมมติฐานที่ 3 ด้วยสถิติ t-test พบว่า ยอมรับสมมติฐานที่ 3 ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการอุปกรณ์ และผู้ตอบ แบบสอบถามที่ไม่ต้องการอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัด จำหน่าย ไม่แตกต่างกัน

4) การวิเคราะห์เปรียบเทียบความ ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๙ ของ ผู้ตอบแบบสอบถาม ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด ด้วยสถิติ t-test ได้ผลดังตารางที่ 4.31

**ตารางที่ 4.29** วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความ ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๙ ของผู้ตอบ แบบสอบถามกับส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด

ความต้องการอุปกรณ์ ออกกำลังกาย	ส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด				
	N	Mean	S.D.	t	p-value
ต้องการ	213	4.33	.512	-2.282	.023*
ไม่ต้องการ	205	4.21	.544		

N = 418 \* มีนัยสำคัญที่  $p < 0.05$



จากตารางที่ 4.29 ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด 4.33 และผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ต้องการอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด 4.21 เมื่อทดสอบสมมติฐานที่ 3 ด้วยสถิติ t-test พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานที่ 3 ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการอุปกรณ์ และผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ต้องการอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน แสดงดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ระยะที่ 3

วัตถุประสงค์	สมมติฐาน	รายละเอียด	สรุปผล
1.3.6	10	ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ มีความสัมพันธ์กับ ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่แตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐานบางส่วน ได้แก่ - อายุมีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่แตกต่างกัน - อาชีพมีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ไม่แตกต่างกัน
	11	ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ มีความสัมพันธ์กับความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ไม่แตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐานบางส่วน ได้แก่ - อายุมีผลต่อความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ไม่แตกต่างกัน
	12	ความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีความสัมพันธ์กับส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่แตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐานบางส่วน ได้แก่ - ความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายมีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา และด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ไม่แตกต่างกัน

4.3.2.4 การวิเคราะห์ข้อเสนอแนะในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ จากแบบสอบถามตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีผู้ตอบในข้อนี้จำนวน 107 คน จากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 418 คน คิดเป็นร้อยละ 25.60 โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามบางท่านให้ข้อเสนอแนะมากกว่า 1 ข้อ รวมมีข้อเสนอแนะทั้งหมด 121 ข้อเสนอแนะผู้วิจัยได้นำมาจัดกลุ่มเป็น 5 หัวข้อ และใช้จำนวนข้อเสนอแนะต่อจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแยกตามกลุ่มหัวข้อข้อเสนอแนะ เพื่อเปรียบเทียบระดับความสำคัญของข้อเสนอแนะ ดังแสดงในตารางที่ 4.31

**ตารางที่ 4.31** จำนวนข้อเสนอแนะต่อจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว แยกตามกลุ่มข้อเสนอแนะ

กลุ่มข้อเสนอแนะ	จำนวนข้อเสนอแนะ	จำนวนข้อเสนอแนะ/ผู้ตอบแบบสอบถาม	ลำดับความสำคัญ
1) ข้อเสนอแนะด้านผลิตภัณฑ์	92	0.22	1
2) ข้อเสนอแนะด้านราคา	16	0.04	2
3) ข้อเสนอแนะด้านช่องทางจัดจำหน่าย	5	0.01	3
4) ข้อเสนอแนะด้านการส่งเสริมการขาย	5	0.01	3
5) ข้อเสนอแนะอื่นๆ	3	0.01	4
<b>รวม</b>	<b>121</b>		

จากตารางที่ 4.31 จำนวนข้อเสนอแนะต่อจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม แยกตามองค์ประกอบส่วนผสมทางการตลาด 4 ด้าน และข้อเสนอแนะอื่น พบอัตราส่วนจำนวนข้อเสนอแนะต่อจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามฯ สูงสุดเป็นข้อเสนอแนะด้านผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 0.22 รองลงมาเป็นข้อเสนอแนะด้านราคาเท่ากับ 0.04 สำหรับข้อเสนอแนะด้านช่องทางจัดจำหน่ายและด้านส่งเสริมการขาย มีอัตราส่วนจำนวนข้อเสนอแนะต่อจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม ฯ เท่ากับ 0.01

ข้อเสนอแนะทุกด้าน ส่วนใหญ่จะเป็นข้อเสนอแนะที่ระบุอยู่ในปัจจัยในตอนต้นที่ 1 แต่พบมีบางข้อเสนอแนะที่แตกต่าง ดังนี้

1) ข้อเสนอแนะด้านผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ไม่ขึ้นสนิม เบา มีหลายแบบ ปรับขนาดได้ สวยงาม มีวัสดุกันการลื่น มีคู่มือใช้งานที่ละเอียด มีคำแนะนำแบบเสียง ติดอุปกรณ์วัดค่าต่าง ๆ ของร่างกาย ได้รับการรับรองมาตรฐาน ควรมีแพทย์หรือพยาบาลให้คำแนะนำการใช้ และมี You Tube แนะนำการใช้

- 2) ข้อเสนอแนะด้านราคา ได้แก่ ราคาสมเหตุผล ราคาสามารถจับต้องได้ นำไปเบิกประกันได้
- 3) ข้อเสนอแนะด้านช่องทางจัดจำหน่าย ได้แก่ เพิ่มโอกาสในการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ผ่านการเช่า หรือยืมใช้งาน
- 4) ข้อเสนอแนะด้านส่งเสริมการขาย ได้แก่ มีส่วนลดสำหรับผู้พิการ มีส่วนลดสำหรับผู้มีรายได้น้อย มีบริการหลังการขาย มีการสาธิต และให้ทดลองใช้ก่อนการสั่งซื้อ



## บทที่ 5

### การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และการยอมรับนวัตกรรม

ในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และการยอมรับนวัตกรรม ผู้วิจัยขอเสนอเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

5.1 การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

5.2 วิธีการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุ ที่มีปัญหาการทรงตัว

5.3 ผลการนำอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ไปใช้งานและการยอมรับนวัตกรรม

#### 5.1 การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

ขั้นตอนในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว 6 ขั้นตอน ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ดัดแปลงได้ดัดแปลงมาจากขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และการออกแบบในการจัดทำอุปกรณ์เคลื่อนย้ายผู้สูงอายุของ ไปรมา อิศรเสนา ณ อยุธยา (2556) ดังนี้

1) ขั้นตอนการกำหนดกลยุทธ์ของผลิตภัณฑ์ (New product strategy)

จากที่ประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่สังคมสูงวัยมาตั้งแต่ปี 2548 โดยมีสัดส่วนผู้สูงอายุสูงถึงร้อยละ 10 และกำลังจะกลายเป็นสังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ เมื่อสัดส่วนผู้สูงอายุ สูงถึงร้อยละ 20 ในปี 2564 อัตราการล้มของผู้สูงอายุเป็นตัวชี้วัดหนึ่งซึ่งแสดงถึงความเสื่อมถอยทางสุขภาพ ดังจะเห็นได้จากจำนวนผู้สูงอายุที่ล้มมีจำนวนที่สูงมากขึ้นตามอายุที่มากขึ้น การล้มของผู้สูงอายุนั้น นอกจากจะส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บตั้งแต่เล็กน้อย จนถึงการเสียชีวิตแล้วนั้น ยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้สูงอายุสูญเสียความมั่นใจในการเคลื่อนไหวร่างกาย และก่อให้เกิดความกลัวต่อการล้ม ตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิดการล้มคือ การทรงตัวผิดปกติ การฝึกการทรงตัวนั้น นอกจากต้องฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแล้ว ยังต้องฝึกในส่วนขอระบบประสาทควบคุมการทรงตัวด้วย ซึ่งการฝึกในท่ายืนจะช่วยฝึกทั้ง 2 ระบบของร่างกายไปพร้อม ๆ กัน แต่การฝึกการทรงตัวในท่ายืนมีความเสี่ยงจากการล้มขณะฝึก บางครั้งผู้ช่วยเหลือในการฝึกอาจไม่สามารถช่วยเหลือผู้สูงอายุได้ทัน อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยให้ผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวสามารถนำมาใช้ในการฝึกการทรงตัวได้อย่างปลอดภัย

เนื่องจากอุปกรณ์ออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุที่นำเข้าจากต่างประเทศมักมีราคาแพง การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่มีราคาถูกลง และใช้งานแบบกลุ่มได้ จึงเป็นทางเลือกให้กับผู้ดูแลผู้สูงอายุ ทั้งที่อยู่ในชุมชน สถานดูแลผู้สูงอายุ หรือแม้แต่ในโรงพยาบาล โดยอุปกรณ์ดังกล่าวนอกจากจะช่วยลดจำนวนผู้ดูแลผู้สูงอายุขณะออกกำลังกายจาก หนึ่งต่อหนึ่ง เป็นหนึ่งต่อสอง หรือหนึ่งต่อสี่แล้ว ยังช่วยให้ผู้สูงอายุได้มีการสังสรรค์ร่วมกันระหว่างออกกำลังกาย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างแรงจูงใจในการออกกำลังกาย อุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นนี้ จะเป็นส่วนหนึ่งในการเพิ่มโอกาสการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุที่มีสภาพร่างกายไม่แข็งแรง ช่วยลดปัญหาการก้าวสู่สภาวะ “ติดเตียง” ของผู้สูงอายุที่อยู่ในสภาวะ “ติดบ้าน” อีกทั้งยังลดภาระการดูแลของลูกหลาน และบุคลากรสาธารณสุข ซึ่งเป็นการลดปัญหาสังคมและเศรษฐกิจในระยะยาว

จากความจำเป็นดังกล่าวกลยุทธ์ของผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดไว้ดังนี้ อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่พัฒนาขึ้นต้องเป็นอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๗ ที่มีความใหม่แตกต่างจากอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วในตลาด สามารถจดเป็นสิทธิบัตรได้ มีความปลอดภัยในการใช้งาน และมีราคาพอเหมาะกับกำลังซื้อของผู้ดูแลผู้สูงอายุ ทั้งที่เป็นกำลังซื้อจากครอบครัว จากผู้สูงอายุ หรือจากสถานดูแลผู้สูงอายุทั้งภาครัฐและเอกชน

## 2) ขั้นตอนการระบุโอกาสในการสร้างนวัตกรรม (Opportunity identification)

เพื่อทำความเข้าใจบริบทของงานออกแบบ ความเข้าใจผู้ใช้ และการวิเคราะห์ เพื่อกำหนดกรอบโจทย์ที่เป็นประเด็นสำคัญ (frame insights) ผู้วิจัยจึงนำส่วนประสมทางการตลาดของผลิตภัณฑ์มาจัดทำเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ซึ่งแบบสอบถามดังกล่าวได้ผ่านการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านพาณิชยศาสตร์และการบัญชี 2 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านพาณิชยศาสตร์และการบัญชีที่เป็นวิศวกรอีก 1 ท่าน และนำไปเก็บข้อมูลกับบุคคลทั่วไปที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปี จำนวน 418 คน ผลของแบบสอบถามพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวถึง ร้อยละ 51.0 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความต้องการของตลาดและโอกาสในการพัฒนาอุปกรณ์ดังกล่าวไปสู่เชิงพาณิชย์ จากการวิเคราะห์ผลของความต้องการอุปกรณ์ในรูปแบบสอบถามดังกล่าว ยังช่วยให้เห็นโอกาสในการสร้างนวัตกรรมที่แยกตามลักษณะส่วนบุคคลอีกด้วย ได้แก่ เพศหญิง

มีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย สูงกว่าเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 57.9 และร้อยละ 41.6 ตามลำดับ สำหรับบุคลากรด้านการแพทย์ มีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย สูงกว่าผู้ที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ คิดเป็น ร้อยละ 64.8 และ ร้อยละ 48.1 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนประสมทางการตลาดทั้ง 4 ด้าน สามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาและระบุประเด็นสำคัญ หรือความต้องการที่ยังไม่ได้รับการตอบสนอง ผลการวิเคราะห์ถูกนำมาจัดกลุ่มเรียงลำดับความสำคัญ ตามเกณฑ์คะแนนที่กำหนดไว้ สำหรับใช้ในขั้นตอนถัดไป

จากการวิเคราะห์ข้างต้น ที่ทำให้เห็นว่ามีโอกาสในการนำนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวไปสู่เชิงพาณิชย์ โดยผู้วิจัยจะนำเสนอรายละเอียดในบทที่ 6

### 3) ขั้นตอนการสร้างแนวคิดใหม่ และการคัดกรองแนวคิด

ผู้วิจัยซึ่งเป็นอดีตพยาบาลวิชาชีพได้สังเคราะห์แนวคิดนวัตกรรมจากการระดมสมองกับทีมงานที่มีประสบการณ์ด้านต่างๆ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานที่เชี่ยวชาญเรื่องระบบรอกและการป้องกันการตก วิศวกรด้านหุ่นยนต์ที่เชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีเกี่ยวกับระบบสัญญาณเซ็นเซอร์ วิศวกรเครื่องกลที่เชี่ยวชาญเรื่องความแข็งแรงของโครงสร้าง และได้นำผลการระดมสมอง มาจัดทำแบบจำลองแสดงแนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๙ ตามภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 แบบจำลองแสดงแนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุ ที่มีปัญหาการทรงตัว

เพื่อให้แนวคิดดังกล่าวสามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้ ผู้วิจัยจึงนำผลของแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่ได้จากตาราง 4.17 ตาราง 4.18 และข้อเสนอแนะด้านผลิตภัณฑ์ทำตารางที่ 4.31 มาพิจารณา กำหนดเป็นแนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ ดังนี้

- 1) ผลของส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ที่คะแนนเฉลี่ยมากกว่า 3.41
- 2) ข้อเสนอแนะด้านผลิตภัณฑ์ที่สนับสนุนในเรื่องความปลอดภัย ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุด

- 3) ส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา

จากการพิจารณาดังกล่าวทำให้ได้แนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์ดังตารางที่ 5.1

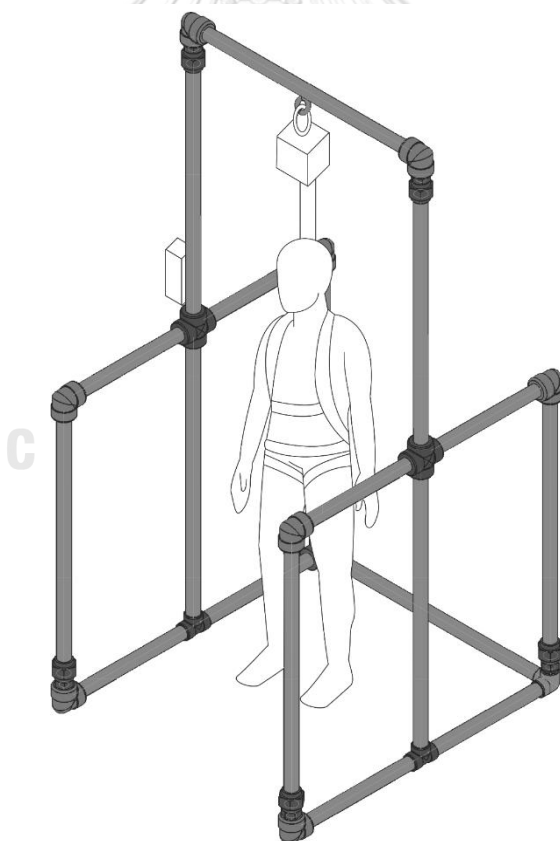
ตารางที่ 5.1 แนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ

ส่วนประสมทางการตลาด		แนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ
<b>ด้านผลิตภัณฑ์</b>	<b>ลำดับ</b>	
มีความปลอดภัย	1	เลือกวัสดุที่มีมาตรฐาน มีการทดสอบความปลอดภัย
สามารถช่วยป้องกันการบาดเจ็บจากการล้มได้จริง	2	กำหนดค่าความเชื่อมั่นของอุปกรณ์ที่มากกว่า 95%
มีความแข็งแรง	3	ทดสอบเรื่องความปลอดภัย
ใช้งานง่าย	4	สอบถามกับผู้ใช้งาน
น้ำหนักเบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย	5	พิจารณาเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักเบา
มีการสื่อสารไปยังผู้ดูแลเมื่อสัญญาณเตือนดัง	6	มีการติดตั้งระบบสื่อสาร
มีสัญญาณเตือนก่อนล้ม	7	มีการติดตั้งระบบเตือนภัย
มีสัญญาณเตือนเมื่อล้ม	8	มีการติดตั้งระบบเตือนภัย
มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน	9	การพิจารณาเลือกวัสดุที่มีความทนทาน
สามารถถอดเก็บได้	10	ออกแบบให้ถอดเก็บได้
ใช้พื้นที่น้อย	11	ออกแบบให้ใช้พื้นที่น้อย
ปรับขนาดได้	-	ออกแบบให้ปรับขนาดได้
ไม่ขึ้นสนิม	-	พิจารณาเลือกวัสดุที่ไม่ขึ้นสนิม
มีมาตรฐาน	-	พิจารณาเลือกวัสดุที่มีการรับรองมาตรฐานมาใช้
<b>ด้านราคา</b>	<b>ร้อยละ</b>	
ราคาต่ำกว่า 10,000 บาท	46.9	การพิจารณาเลือกวัสดุ และเทคโนโลยีที่มีราคาต่ำ แต่ยังคงให้อุปกรณ์มีคุณสมบัติตามที่ตลาดต้องการ
ราคาระหว่าง 10,000-25,000 บาท	40.4	
ราคามากกว่า 25,000 บาท	12.7	

ในกรณีที่แนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์มีความขัดแย้งกัน ผู้วิจัยจะพิจารณาพัฒนาอุปกรณ์ ออกกำลังกายฯ ตามแนวคิดที่มีความสำคัญลำดับต้น ๆ ก่อน

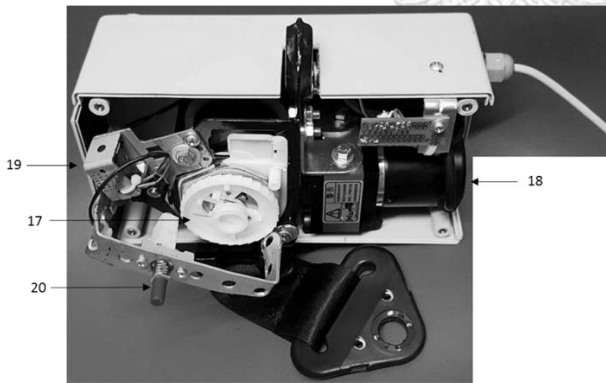
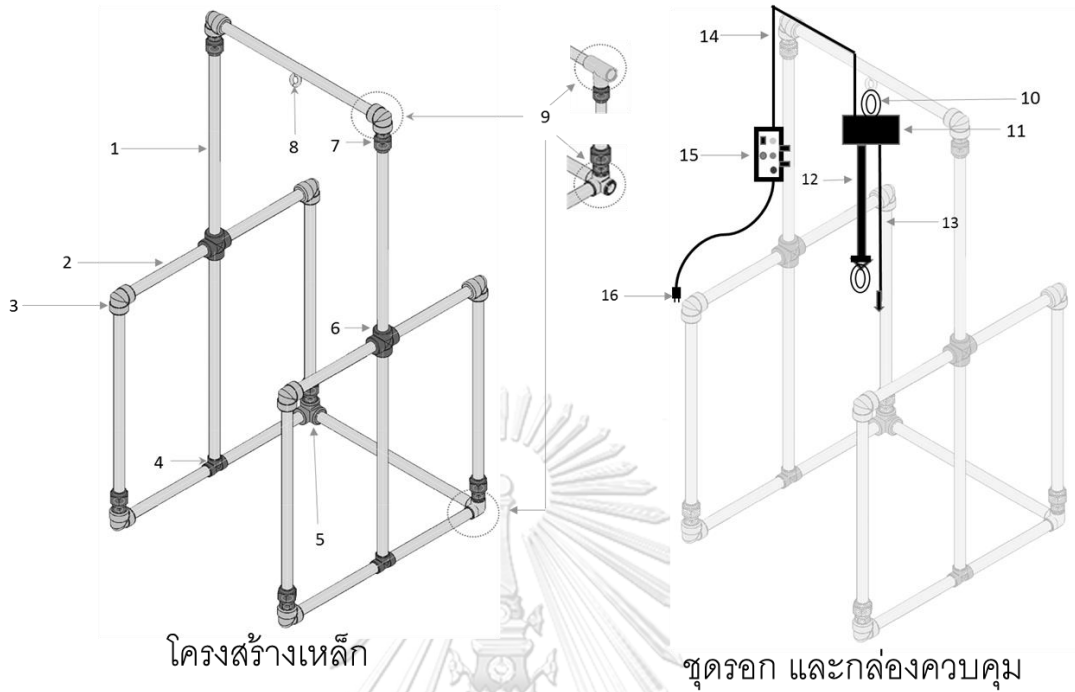
#### 4) ขั้นตอนการพัฒนาตัวแบบผลิตภัณฑ์ (Prototype Development)

จากขั้นตอนการสร้างแนวคิดใหม่ และการคัดกรองแนวคิดผู้วิจัย ร่วมกับที่ปรึกษาได้ ร่วมกันพัฒนาตัวแบบผลิตภัณฑ์ โดยเชิญวิศวกรด้านหุ่นยนต์ (Robotic Engineer) และวิศวกร ความปลอดภัย (Safety Engineer) พิจารณาคัดเลือกเทคโนโลยีระบบตรวจจับ และรอกที่นำมาใช้ ในการพัฒนาตัวแบบ โดยศึกษาจากผลการศึกษาในอดีต และนำมาทดลองในหลากหลายรูปแบบ จนทำให้ได้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว อุปกรณ์ ประกอบนี้มี ส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนได้แก่ โครงสร้างเหล็ก และกลไกของรอก โซลินอยด์ และ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ เพื่อช่วยเตือนด้วยเสียงและแสง และช่วยพยุงตัวผู้สูงไว้ หากผู้สูงอายุใกล้จะล้ม ขณะออกกำลังกาย โดยอุปกรณ์นี้ต้องใช้ร่วมกับสายรัดนิรภัยชนิดเต็มตัวที่มีมาตรฐาน ซึ่งมี จำหน่ายโดยทั่วไป และเมื่อทำการประกอบรวมกันจะเป็น ดังภาพที่ 5.2



ตารางที่ 5.2 แสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มี ปัญหาการทรงตัวเมื่อมีผู้ใช้งาน





ส่วนประกอบภายในชุดรอก

แผงควบคุม

ตารางที่ 5.3 โครงสร้างเหล็ก ชุดรอกและกล่องควบคุม ส่วนประกอบภายในชุดรอก และแผงควบคุม

สำหรับรายละเอียดในการประดิษฐ์แสดง ดังภาพที่ 5.2-5.6 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) โครงสร้างหลักตามภาพที่ 5.2 เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่รับน้ำหนักของผู้สูงอายุทั้งในกรณีผู้สูงอายุใกล้เคียงซึ่งเป็นการรับน้ำหนักร่างกายของผู้สูงอายุทั้งตัว และใช้เป็นราวเกาะขณะออกกำลังกาย ซึ่งเป็นการรับน้ำหนักบางส่วนจากร่างกายผู้สูงอายุ โครงสร้างหลักที่นำมาประกอบนั้น ทำจากท่อ และข้อต่อกัลวาไนซ์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดภายในท่อที่ 1.25 นิ้ว ซึ่งท่อกัลวาไนซ์ จะมีความแข็งแรง ป้องกันการขึ้นสนิม และมีจำหน่ายอยู่ทั่วไป

- โครงสร้างหลัก ประกอบด้วยท่อขนาด 100 ซม.ม. (1) จำนวน 10 ท่อน ท่อขนาด 50 ซม.ม. (2) จำนวน 8 ท่อน ข้อต่อ (3) จำนวน 8 ชิ้น ข้อต่อสามทางรูปตัวที (4) จำนวน 2 ชิ้น ข้อต่อสามทางเข้ามุม (5) จำนวน 2 ชิ้น ข้อต่อสี่ทาง (6) จำนวน 2 ชิ้น ข้อต่อยูนิเวอร์แซล (7) จำนวน 6 ชิ้น ห่วงและเดือยรับน้ำหนัก 200 กิโลกรัม (8) จำนวน 1 ชิ้น นั้นจะนำไปเชื่อมติดกับท่อขนาด 100 ซม.ม. ก่อนการประกอบ โดยในกรณีที่ต้องการต่อเพิ่มอีกชุด โดยใช้โครงสร้างร่วมกันกับชุดเดิมให้เปลี่ยนจากข้อต่อ (9) เป็นข้อต่อสามทางที่ส่วนบน และเปลี่ยนเป็นข้อต่อ 4 ทางแบบตั้งฉากที่ส่วนฐาน

- การประกอบให้ประกอบจากส่วนฐานขึ้นไป โดยพื้นที่ที่ใช้ประกอบนั้นต้องเป็นพื้นเรียบ และเนื่องจากโครงสร้างอุปกรณ์เป็นเหล็กที่มีน้ำหนักอาจทำให้พื้นที่ที่วางอุปกรณ์เป็นรอย อาจนำแผ่นรองมาวางรองที่พื้นก่อนการประกอบ ให้เริ่มการประกอบจากท่อที่อยู่ตำแหน่งติดกับพื้นก่อน และต่อไล่ขึ้นไปด้านบน เนื่องจากชุดข้อต่อเป็นแบบเกลียวหมุนเวียนขวาทั้งหมด ในจุดที่วนเป็น Loop ของโครงสร้างจึงต้องใช้ข้อต่อยูนิเวอร์แซลมาต่อร่วมด้วย ชิ้นส่วนท่อนบนสุดที่มีห่วงรับน้ำหนักจะประกอบเป็นชิ้นสุดท้าย โดยวางท่อนบนบนสุดบนท่อที่ต่อข้อต่อยูนิเวอร์แซลไว้แล้ว จากนั้นจึงหมุนเกลียวให้แน่น

- เมื่อประกอบเสร็จจะได้โครงสร้างหลักที่มีความกว้าง 110 ซม.ม. ยาว 117 ซม.ม. สูง 225 ซม.ม. โดยมีน้ำหนักรวมโครงสร้างหลักทั้งหมดประมาณ 44 กิโลกรัม

2) ชุดกล่องใส่รอก โซลินอยด์ และเซ็นเซอร์ตรวจจับระยะ รวมถึงกล่องควบคุมการทำงาน ที่ติดตั้งบนโครงสร้างหลัก ในภาพที่ 5.2 โดยอุปกรณ์ทั้งหมดจะทำงานประสานกันด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และวิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติ การติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดมี ดังนี้

- ติดตั้งห้วงคล้อง (10) ที่รับน้ำหนักได้ 200 กิโลกรัม เพื่อยึดระหว่างห้วงของโครงสร้างเหล็ก (8) กับกล่องใส่รอก โซลินอยด์ และเซ็นเซอร์ตรวจจับระยะ (11) โดยสายรอกจะมีห้วงสำหรับคล้องที่สายรัดนิรภัยชนิดเต็มตัว ตามภาพที่ 9 บริเวณด้านหลังคอก และสายเซ็นเซอร์อุปกรณ์วัดระยะที่ผูกด้วยเชือกยาว 50 ซม. จะยึดกับสายรัดเอวด้านหลังของสายรัดนิรภัยชนิดเต็มตัว ตามภาพที่ 9 สายไฟและสายอิเล็กทรอนิกส์ (14) จะวางตามแนวท่อด้านบนของโครงสร้างเหล็ก โดยจะเชื่อมต่อกับกล่องควบคุมการทำงาน (15) ซึ่งมีสายไฟสำหรับเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟ (16)

- การประกอบอุปกรณ์ที่อยู่ภายในกล่องใส่รอก โซลินอยด์ และเซ็นเซอร์ตรวจจับระยะ ตามภาพที่ 5.2 ประกอบด้วยระบบรอก (17) ซึ่งจะต่อกับชุดนิรภัยชนิดเต็มตัว ทำหน้าที่ช่วยพยุงตัวผู้สูงอายุไม่ให้ล้มลง เมื่อได้รับสัญญาณให้ลือค เซ็นเซอร์จับระยะ (18) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเตือนทั้งเสียงและแสงเมื่อผู้สูงอายุอยู่ในระดับต่ำกว่าที่ตั้งค่าไว้ และส่งสัญญาณไปยังโซลินอยด์ (19) โดยโซลินอยด์เมื่อได้รับสัญญาณจะกดแกนบังคับเพื่อลือคเฟืองของรอกให้ค้างไว้ และเมื่อไฟดับสามารถกดปุ่มปลดลือครอก (20) ได้ในทันที การทำงานของระบบจะเชื่อมต่อกันตามแผงผังของระบบควบคุม ภาพที่ 5.3

- กล่องควบคุมการทำงาน (15) ประกอบด้วย แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ติดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และไม่โครโพเซสเซอร์ที่ได้โปรแกรมไว้ สำหรับควบคุมการทำงานของวงจรตามผังวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ภาพที่ 5.4 นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์สำหรับแปลงไฟแบบ Switching Power Supply อีก 2 ชุดที่สามารถรับแหล่งไฟเข้าช่วง 110 Volt -240 Volt เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการทำงานของวงจร โดยระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวทั้งหมด โดยเริ่มตั้งแต่การจ่ายไฟเข้าระบบ การตั้งค่าระยะเตือน และการส่งสัญญาณเตือนด้วยแสงและเสียงเมื่อค่าเกินกว่าระยะที่กำหนดไว้ รวมถึงการส่งสัญญาณให้โซลินอยด์กดแกนบังคับเพื่อลือคเฟืองของรอก ทำให้รอกลือคค้างไว้ โดยแผนผังแสดงเงื่อนไขโปรแกรม (Logic Flow Chart) ของระบบควบคุมของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวทั้งหมด แสดงไว้ตามภาพที่ 5.5

- ลักษณะภายนอกของกล่องควบคุมการทำงาน แสดงตามภาพที่ 8 ซึ่งประกอบด้วย สวิตช์เปิด-ปิดเครื่อง (21) เพื่อจ่ายไฟฟ้า และตัดกระแสไฟฟ้าเข้าระบบ โดยเมื่อมีไฟฟ้าเข้าระบบ หลอดไฟสีเขียว (22) ที่อยู่ด้านข้างสวิตช์จะสว่างขึ้น ปุ่มตั้งค่า (23) เป็นปุ่มกด เพื่อกำหนดระยะต่ำสุดของท่าออกกำลังกายโดยใช้เท้าอัตโนมัติ โดยทำนี้ต้นขาของผู้สูงอายุจะต้องไม่อยู่ต่ำกว่า

แนวระดับที่ขนานกับพื้น ตามภาพที่ 9 ซึ่งทำให้ได้ค่าที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุที่มีขนาดต่างกัน เมื่อตั้งค่าแล้ว หลอดไฟสี่เหลี่ยม (24) ที่อยู่ข้างปุ่มตั้งค่าจะสว่างขึ้น ให้ผู้สูงอายุออกกำลังกายได้ เมื่อผู้สูงอายุทรมตัว หรือใกล้ล้ม จะมีผลให้ระยะของสายเซ็นเซอร์อยู่ต่ำกว่าระยะที่ตั้งค่าไว้ เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณให้โซลินอยด์ กดแกนบังคับลิศครอกและพวงตัวผู้สูงอายุไว้ โดยหลอดไฟสีแดง (25) ที่อยู่ด้านล่างจะสว่างขึ้น พร้อมเสียงสัญญาณเตือนจะดังขึ้น ให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุ เข้าช่วยเหลือผู้สูงอายุ

- การออกแบบอุปกรณ์ให้มีความปลอดภัย ได้กำหนดให้เมื่อไม่มีไฟเข้า แกนบังคับของโซลินอยด์จะกดเพื่อรอกค้างไว้ เมื่อจ่ายไฟเข้าระบบแกนบังคับของโซลินอยด์จะปลดลิศครอก ช่วยให้เกิดความปลอดภัยเมื่อเกิดไฟดับขณะที่ผู้สูงอายุกำลังออกกำลังกาย นอกจากนี้ได้มีการทดสอบการรับแรงดึงของรอกเมื่อมีการล๊อค พบว่าสามารถรับแรงดึงได้ถึง 2,000 นิวตัน

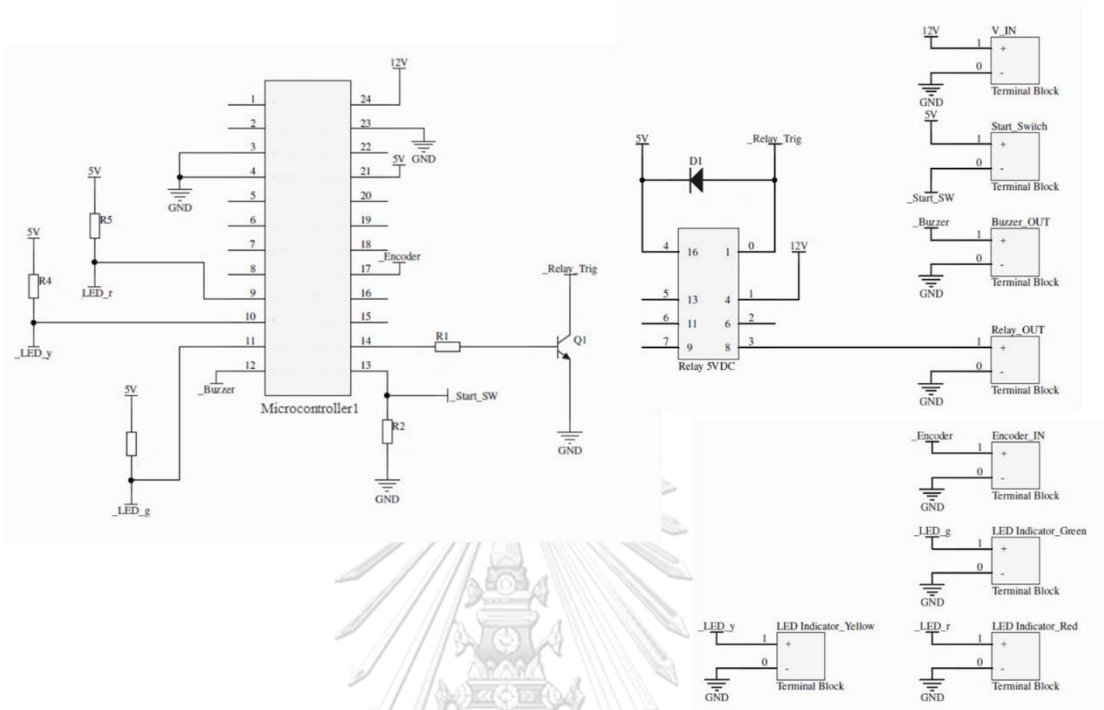
ลักษณะพิเศษเฉพาะของอุปกรณ์ ได้แก่

- การออกแบบอุปกรณ์ให้มีความปลอดภัย ได้กำหนดให้เมื่อไม่มีไฟเข้า แกนบังคับของโซลินอยด์จะกดเพื่อรอกค้างไว้ ผู้สูงอายุจะถูกยึดไว้ด้วยรอก ป้องกันการล้มเมื่อไฟดับขณะใช้งาน และจะมีปุ่มกดเพื่อปลดลิศครอก ซึ่งจะทำให้แกนบังคับของโซลินอยด์ทำการปลดลิศครอกในทันที ช่วยให้เกิดความปลอดภัยเมื่อเกิดไฟดับขณะที่ผู้สูงอายุกำลังออกกำลังกายด้วยอุปกรณ์นี้

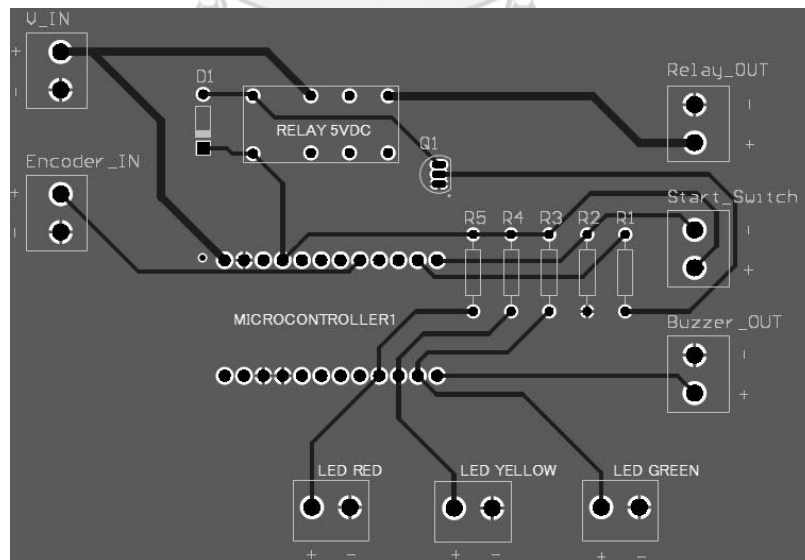
- ระบบเซ็นเซอร์ที่นำมาใช้สามารถปรับการเตือนก่อนล้มขณะออกกำลังกาย ได้ถูกออกแบบให้สามารถปรับระยะได้ตามความสูงของผู้ใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย

- ตัวรอกสำหรับพวงตัว เมื่อถูกสั่งให้ล๊อคด้วยสัญญาณเตือนก่อนการล้มจากโซลินอยด์ ได้ผ่านการทดสอบด้วยแรงดึงถึง 2,000 นิวตัน ซึ่งมีความปลอดภัยมากกว่า 200% เมื่อเทียบกับน้ำหนักตัวผู้ใช้งานที่กำหนดให้ไม่เกิน 100 กิโลกรัม

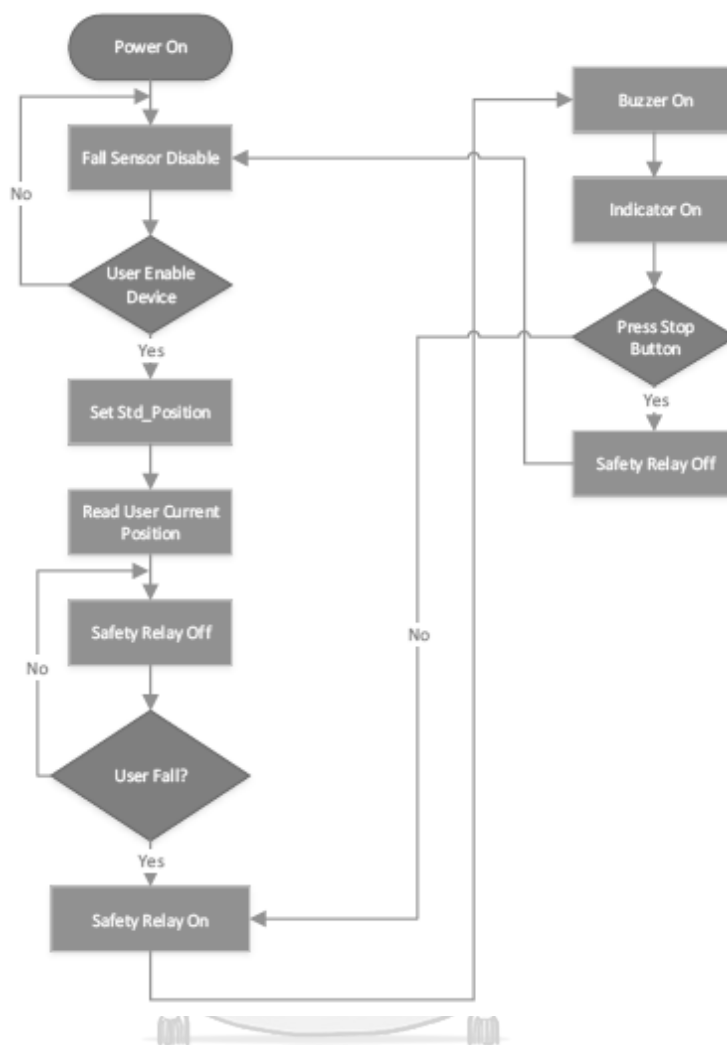
- ตัวโครงสร้างเหล็กใช้วัสดุเป็นท่ออลูมิเนียมซึ่งสามารถจัดหาได้ง่ายในประเทศ นอกจากนี้ยังออกแบบให้มีความแข็งแรง ผลการคำนวณโครงสร้าง ณ จุดรับน้ำหนัก สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 192 กิโลกรัม ตัวโครงสร้างสามารถถอดประกอบได้ ทำให้ขน เคลื่อนย้าย และติดตั้งได้ง่าย อีกทั้งยังสามารถเพิ่มจำนวนโครงสร้างอีกชุดได้โดยใช้บางส่วนของโครงสร้างเหล็กร่วมกัน ช่วยประหยัดพื้นที่และค่าใช้จ่าย



ตารางที่ 5.4 แสดงแผนผัง (Schematic Prints) ของระบบควบคุมของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว



ตารางที่ 5.5 แสดงผังวงจรถอดเทคนิคของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว



ตารางที่ 5.6 แสดงแผนผังแสดงเงื่อนไขโปรแกรม (Logic flow chart) ของระบบควบคุมของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

#### 5.1.5 การทดสอบความปลอดภัย และการทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้างของอุปกรณ์

##### 1) การทดสอบความปลอดภัยอุปกรณ์

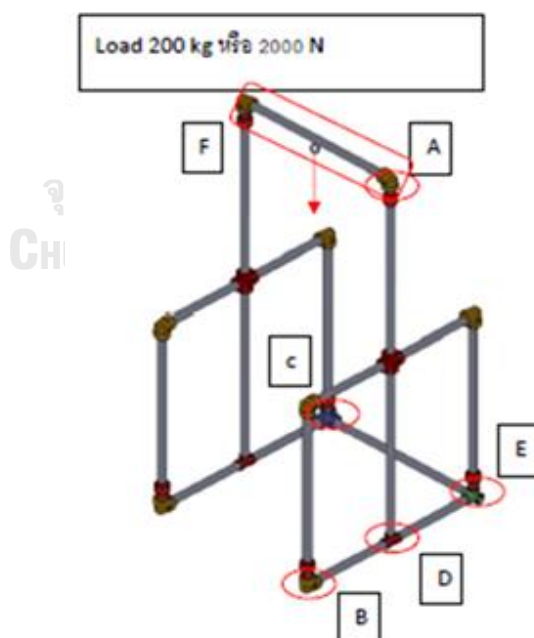
ก่อนนำอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ไปใช้งาน ผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชีวเวช ให้ความเห็นเกี่ยวกับอุปกรณ์ ฯ โดยผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นโดยสรุป ดังนี้

1) นำอุปกรณ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชีวเวช ให้ความเห็นเกี่ยวกับอุปกรณ์ โดยผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นโดยสรุป ดังนี้

- ระบบไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมรอกสำหรับพยุงตัวไม่สัมผัสกับผู้ใช้งานโดยตรง จึงไม่มีประเด็นเรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า (ไม่เกิดไฟฟ้าช็อต)

- ให้นำอุปกรณ์ไปทดสอบการดึงที่แรงดึง 1,500-2,000 นิวตัน เพื่อรับน้ำหนักผู้ใช้งานได้ถึง 150-200 กิโลกรัม ทั้งกรณีที่สายถูกล็อคโดยไม่มีควบคุมจากระบบไฟฟ้า (Normal close) และสายถูกล็อคโดยระบบไฟฟ้า (Normal open) หากสามารถรับแรงดึงได้ ถือว่าอุปกรณ์มีความปลอดภัย นำไปใช้ในการวิจัยได้ จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญวิศวกรรมชีวเวช ผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์ไปทดสอบที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้วยอุปกรณ์ Autograph Universal Testing Machine ทดสอบที่อุณหภูมิห้อง โดยเพิ่มแรงดึงในอัตรา 5 มิลลิเมตร/นาที จนได้แรงดึงสูงสุดที่ 2,000 นิวตัน พบว่าอุปกรณ์ผ่านการทดสอบที่แรงดึง 2,000 นิวตัน ผลการทดสอบ แสดงในภาคผนวก ข หลังการทดสอบ ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าอุปกรณ์ที่ผลิตสามารถนำไปใช้ในการวิจัยต่อได้ โดยให้พิจารณาเลือกใช้ระบบที่ สายถูกล็อคโดยไม่มีควบคุมจากระบบไฟฟ้า (Normal Close) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน กรณีที่ไฟฟ้าดับ ขณะกำลังใช้อุปกรณ์

2) การทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอุปกรณ์ ด้วยโปรแกรม Solid Work Version 2016 ในการทดสอบนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้ช่วยวิจัยที่จบการศึกษาด้านวิศวกรรมเครื่องกลเป็นผู้ดำเนินการ โดยการสร้างแบบ 3 มิติ และทำการทดสอบแรง โดยจำลองแรงดึง ณ จุดแขวนรอกที่ 200 กิโลกรัม ผู้ทดสอบได้ทำการทดสอบแบบแยกส่วนตามข้อต่อ A ถึง F ตามภาพที่ 5.7



ตารางที่ 5.7 จุดรับน้ำหนักโครงสร้างในการทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ผลการทดสอบ แสดง ดังตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบแบบละเอียดแสดงในภาคผนวก ข

## ตารางที่ 5.8 ผลการทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอุปกรณ์ ด้วยโปรแกรม Solid Work

Version 2016

จุดทดสอบ	Stress Max (Ni et al.)MPa)	Strain (mm)	Safety Factor (เท่า)
A	6	0.0000023	53
B	5.723	0.0000025	61
C	3.329	0.0000125	102
D	16.43	0.0000325	21
E	10.75	0.0000324	33
F	332.9	0.0012	1

จากผลการทดสอบจะพบว่าจุดที่มี Safety Factor ต่ำสุด คือจุด F ซึ่งเป็นจุดแขวนรอก และรับน้ำหนักตัวผู้สูงอายุหากเกิดการหลุดร่วงลง เพื่อความปลอดภัยจึงกำหนดน้ำหนักสูงสุดของผู้ใช้อุปกรณ์นี้ไม่เกิน 90 กิโลกรัม

### 5.1.6 การทดลองใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ และพัฒนาผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์ไปทดลองใช้งานในการวิจัยระยะที่ 1 กับกลุ่มอาสาสมัครที่มีความแข็งแรง จำนวน 6 คนและกลุ่มผู้สูงอายุ จำนวน 3 คน เพื่อทดสอบใน 2 เรื่อง ดังนี้

1) ความแม่นยำของระบบการเตือน ด้วยการทดสอบในท่าใกล้จะล้มในหลาย ๆ ท่า ในกลุ่มอาสาสมัครอายุ 20-60 ปี ที่มีความแข็งแรง จำนวน 6 คน และกลุ่มอาสาสมัครอายุ 70-85 ปี จำนวน 3 คน พบว่าระบบการเตือนมีความแม่นยำถึง 100% แต่ระบบการลือคใช้เวลาประมาณ 2 วินาที ถึงแม้ไม่ทำให้ผู้สูงอายุได้รับอันตราย แต่มีความเสี่ยงที่จะทำให้ตกใจ จึงได้ทำการปรับปรุงกลไกการลือคให้ทำได้รวดเร็วขึ้น ปัจจุบันสามารถลือคได้ภายในน้อยกว่า 1 วินาที หลังจากที่ผู้สูงอายุย่อตัวต่ำกว่าระยะที่กำหนด

2) การสำรวจความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์ ในกลุ่มอาสาสมัครอายุ 20-60 ปี ที่มีความแข็งแรง จำนวน 6 คน มีความพึงพอใจระดับ มากที่สุด สำหรับกลุ่มอาสาสมัครอายุ 70-85 ปี จำนวน 3 คน พบว่ามีความพึงพอใจระดับ มาก ถึง มากที่สุด มีให้คะแนนระดับ 4 จากความรู้สึก อึดอัดจากสายรัดตัวช่วงเอวเล็กน้อย ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสายรัดเฉพาะเอวให้สามารถขยายได้มากขึ้น และใส่ได้สะดวกขึ้น โดยเปลี่ยนตัวลือคเอวที่มีลักษณะเป็นคลิป ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่ม 500 บาท



3) การนำไปทดลองใช้ในการวิจัยระยะที่ 2 กับกลุ่มอาสาสมัครผู้สูงอายุ ที่มีปัญหาการทรงตัวอีก 13 คน พบว่าทำให้ค่าการทรงตัวบางค่ามีค่าที่ดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ ดังรายละเอียดในผลการวิจัยระยะที่ 2

## 5.2 วิธีการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุ ที่มีปัญหาการทรงตัว

หลังจากผู้ให้บริการติดตั้งอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ได้ติดตั้งชุดโครงสร้างเหล็กชุดรอก กล้องควบคุม สายรัดตัว และสายวัดระยะเรียบร้อยแล้ว เมื่อผู้สูงอายุ และผู้ดูแลผู้สูงอายุต้องการใช้งานให้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ผู้ดูแลผู้สูงอายุเสียบสายไฟ และเปิดสวิทช์ไฟที่กล้องควบคุม สังเกตว่าไฟสีส้ม ที่แผงควบคุมจะสว่างขึ้น
- 2) ให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุนำผู้สูงอายุมายืนอยู่ตรงกลางโครงสร้างเหล็กของอุปกรณ์
- 3) ผู้ดูแลผู้สูงอายุดึงชุดสายรัดตัวลงมา และใส่สายรัดตัวให้ผู้สูงอายุ โดยสวมที่แขน 2 ข้าง จากนั้นใส่สายรัดหน้าอก และใส่สายรัดเอว จากนั้นใส่สายรัดต้นขาข้างใดข้างหนึ่ง และสายสายรัดต้นขาอีกข้าง ปรับสายรัดทั้ง 4 จุด ได้แก่ อก เอว ขา 2 ข้าง ให้พอดีกับขนาดร่างกายผู้สูงอายุ
- 4) ผู้ดูแลผู้สูงอายุตั้งค่าระยะเวลาการเตือน โดยให้ผู้สูงย่อขาลงเท่าที่ทำได้ค้างไว้ จากนั้นผู้ดูแลผู้สูงอายุกดปุ่มตั้งค่า และรอ 3-5 วินาทีไฟสีเขียวจะสว่างขึ้น ให้ผู้สูงอายุยืนและออกกำลังกายตามแบบฝึกการทรงตัว
- 5) เมื่อเลิกการฝึกให้ถอดสายรัดออก โดยปลดสายรัด 4 จุดออก และปิดสวิทช์ที่แผงควบคุม

### ข้อแนะนำเฉพาะกรณี

- 1) กรณีสัญญาเตือนภัยดังขึ้น พร้อมกับไฟสีแดงที่แผงควบคุมสว่างขึ้น อาจเกิดจากผู้สูงอายุใกล้ล้ม หรืออยู่ห่างจากระยะที่ตั้งค่าไว้ ให้ดำเนินการดังนี้
  - หากผู้สูงอายุปกติดีและต้องการออกกำลังกายต่อให้ปิดสวิทช์ และเปิดสวิทช์เพื่อตั้งค่าระยะเวลาการเตือนใหม่
  - หากผู้สูงอายุมีความผิดปกติ เช่น อ่อนเพลียมาก หรือยืนขึ้นไม่ได้ หรือหมดสติ
  - กรณีประเมินว่าผู้สูงอายุรู้สึกตัวดีสามารถนั่งได้ ให้นำเก้าอี้มารองไว้ด้านหลัง ยืนโอบประคองผู้สูงอายุไว้ จากนั้นกดปุ่มปลดล็อคฉุกเฉิน สายรอกจะเคลื่อนตัวได้ ให้พยุงผู้สูงอายุนั่งบนเก้าอี้ที่เตรียมไว้ ปฐมพยาบาล และถอดชุดสายรัดออก

- กรณีประเมินว่าผู้สูงอายุไม่รู้สึกร่างตัว อ่อนแรงแรงมาก ให้เรียกผู้ที่อยู่ใกล้เคียงเข้าช่วยเหลือในทันที เมื่อมีช่วยเหลือมาเพิ่มให้โอบประคองผู้สูงอายุไว้ในท่ายืน และให้อีกคนกดปุ่มปลดลิคอกดูเงิน สายรอกจะเคลื่อนตัวได้ ถอดชุดสายรัด ช่วยกันพยุงให้ผู้สูงอายุนอนกับพื้น ปฐมพยาบาล จากนั้นนำส่งโรงพยาบาล

2) กรณีไฟดับ จะไม่สามารถใช้อุปกรณ์ได้ และสายรอกจะล็อคค้างไว้ ให้กดปุ่มปลดลิคอกดูเงินที่ชุดรอก สายรอกจะเคลื่อนตัวได้ จากนั้นให้ถอดชุดสายรัด

### 5.3 การศึกษาการยอมรับนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

ผู้วิจัยได้ดำเนินการการศึกษาการยอมรับนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๔ ใน 2 ช่วงเวลา ได้แก่

#### 5.3.1 การศึกษาการยอมรับนวัตกรรมช่วงการทดสอบแนวคิดในการจัดทำนวัตกรรม

จาก TAM Model (Rogers, 1995) ที่ระบุว่าเจตคติที่มีต่อนวัตกรรม มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรม ความต้องการนวัตกรรมเป็นส่วนหนึ่งของการมีเจตคติที่มีต่อนวัตกรรม ผู้วิจัยจึงศึกษาความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามคุณภาพแนวคิดอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๔ ในผู้มีรายได้อายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป ซึ่งมีภูมิลำเนาที่เป็นผู้สูงอายุจำนวนรวม 418 คน ผลการศึกษาอ้างอิงจากตารางที่ 4.18 และ 4.28 พบมีผู้ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๒13 คิดเป็นร้อยละ 51.0 เมื่อแยกตามลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ พบว่ากลุ่มอายุ 20-40 ปี และกลุ่มอายุมากกว่า 40 ปีมีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๔ ไม่แตกต่างกัน สำหรับเพศ และอาชีพ มีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๔ ที่แตกต่างกัน

1) เพศหญิงต้องการอุปกรณ์ร้อยละ 67.9 เพศชายต้องการอุปกรณ์ร้อยละ 41.6

2) บุคลากรด้านการแพทย์ ๔ ต้องการอุปกรณ์ร้อยละ 64.8 ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ ๔ ต้องการอุปกรณ์ร้อยละ 48.1

จึงสรุปได้ว่า เพศหญิงมีระดับการยอมรับนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สูงกว่าเพศชาย และบุคลากรด้านการแพทย์ ๔ มีระดับการยอมรับนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สูงกว่าผู้ที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ ๔

### 5.3.2 การศึกษาการยอมรับนวัตกรรมช่วงการทดลองใช้งาน ในระยะที่ 1 และ 2

จากที่ผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ไปใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 และ 2 จากนั้นได้ขอให้ผู้ใช้งานอุปกรณ์ทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุ ที่มีอายุระหว่าง 70-85 ปี ที่มีปัญหาการทรงตัว 17 คน และกลุ่มผู้ดูแลผู้สูงอายุ 32 คน ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ เพื่อศึกษาการยอมรับนวัตกรรม ได้ผลดังนี้

5.3.2.1 ลักษณะเฉพาะของผู้ตอบแบบสอบถาม มีผู้ตอบแบบสอบถาม 49 คน แบ่งเป็น กลุ่มผู้สูงอายุ 17 คน เป็นเพศหญิงร้อยละ 100 อายุเฉลี่ย 74.71 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.780 กลุ่มผู้ดูแลผู้สูงอายุ 32 คน แบ่งเป็นหญิง 30 คน ชาย 3 คน คิดเป็นหญิงร้อยละ 90.6 ชายร้อยละ 9.4 อายุเฉลี่ยรวม 25.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.394

5.3.2.2 ผลการตอบแบบสอบถามฯ แสดงดังตารางที่ 5.3 และ 5.4



ตารางที่ 5.9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการยอมรับนวัตกรรม ในกลุ่มผู้สูงอายุ

ปัจจัยและข้อความถามในการประเมิน	Mean	SD	ระดับการยอมรับ
<b>ด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์</b>			
1. โครงสร้างอุปกรณ์มีความแข็งแรง	3.71	0.686	สูง
2. มีความรู้สึกปลอดภัยในขณะที่ใช้งานอุปกรณ์	4.06	0.556	สูง
3. สายรัดตัวมีความแน่นพอดีกับตัวของท่าน	4.35	0.786	สูง
4. ขนาดราวจับเหมาะสมกับรูปร่างของท่าน	4.24	0.562	สูง
5. มั่นใจว่าเสียงสัญญาณจะเตือนท่านก่อนล้ม	4.06	0.966	สูง
6. มั่นใจว่ารอกจะช่วยพยุงท่านไว้ไม่ให้ล้ม	4.24	0.831	สูงมาก
<b>ค่าเฉลี่ยด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์</b>	<b>4.11</b>	<b>0.343</b>	<b>สูง</b>
<b>ด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์</b>			
7. อุปกรณ์ช่วยให้ท่านไม่ล้มขณะออกกำลังกาย	3.82	0.636	สูง
8. อุปกรณ์ช่วยให้การทรงตัวของท่านดีขึ้น	3.94	0.556	สูง
<b>ค่าเฉลี่ยด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์</b>	<b>3.88</b>	<b>0.485</b>	<b>สูง</b>
<b>ด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์</b>			
9. การสวมใส่และถอดสายรัดตัวนิรภัยทำได้ง่าย	3.94	0.966	สูง
10. ท่านมีความเข้าใจในการใช้งานอุปกรณ์	4.06	0.748	สูง
11. ท่านจำวิธีการใช้อุปกรณ์ได้ทุกขั้นตอน	3.47	0.624	สูง
<b>ค่าเฉลี่ยด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์</b>	<b>3.82</b>	<b>0.43</b>	<b>สูง</b>
<b>ด้านความตั้งใจในการใช้งานอุปกรณ์</b>			
12. ท่านตั้งใจใช้อุปกรณ์ขณะออกกำลังกาย	4.35	0.606	สูงมาก
13. ท่านมีความมั่นใจในการใช้อุปกรณ์	4.24	0.664	สูงมาก
<b>ค่าเฉลี่ยด้านความตั้งใจในการใช้งานอุปกรณ์</b>	<b>4.29</b>	<b>0.435</b>	<b>สูงมาก</b>
<b>ด้านเจตคติต่อการใช้อุปกรณ์</b>			
14. มีความสนใจในการนำอุปกรณ์ไปใช้งาน	3.88	0.485	สูง

จากการประเมินความคิดเห็นหลังการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๕ ในกลุ่มผู้สูงอายุ แยกตามปัจจัย 5 ปัจจัย ตามตารางที่ 5.3 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของปัจจัยทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับสูง และสูงมาก โดยปัจจัยด้านความตั้งใจในการใช้งานอุปกรณ์อยู่ในระดับสูงมาก มีคะแนนเฉลี่ยถึง 4.29 ในขณะที่ปัจจัยด้านอื่นๆ มีระดับการยอมรับนวัตกรรมในระดับสูง เรียงตามลำดับคะแนน ดังนี้ ด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.11 สำหรับด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์ และด้านเจตคติต่อการใช้งานอุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 โดยด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์ได้คะแนนเฉลี่ย 3.82 ซึ่งน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ สำหรับภาพรวมระดับการยอมรับนวัตกรรมระดับการยอมรับนวัตกรรม ในกลุ่มผู้สูงอายุอยู่ในระดับสูง

จากการประเมินความคิดเห็นหลังการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกาย ๕ ในกลุ่มผู้ดูแล สูงอายุ แยกตามปัจจัย 5 ปัจจัย ตามตารางที่ 5.4 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของปัจจัยทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับสูงมาก 2 ปัจจัย และระดับสูง 3 ปัจจัย โดยปัจจัยที่มีคะแนนในระดับสูงมาก ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.53 และด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์ ได้คะแนนเฉลี่ย 4.26 สำหรับปัจจัยที่มีการยอมรับอยู่ในระดับสูง เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ ด้านความตั้งใจ ในการ ใช้งานอุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.14 ด้านเจตคติต่อการใช้งานอุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.06 และด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ย 3.98 ซึ่งน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ

ตารางที่ 5.10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับการยอมรับนวัตกรรม ในกลุ่มผู้ดูแลผู้สูงอายุ

ปัจจัยและข้อคำถามในการประเมิน	Mean	SD	ระดับการยอมรับ
<b>ด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์</b>			
1. โครงสร้างอุปกรณ์มีความแข็งแรง	4.13	0.751	สูง
2. มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งานอุปกรณ์กับผู้สูงอายุ	4.13	0.871	สูง
3. สายรัดตัวมีความแน่นพอดีกับตัวของผู้สูงอายุ	4.78	0.420	สูงมาก
4. ขนาดรวบจับเหมาะสมกับรูปร่างของผู้สูงอายุ	4.47	0.621	สูงมาก
5. มั่นใจว่าเสียงสัญญาณจะช่วยเตือนท่านก่อนผู้สูงอายุล้ม	4.78	0.553	สูงมาก
6. มั่นใจว่ารอกจะช่วยพยุงผู้สูงอายุไว้ไม่ให้ล้ม	4.69	0.471	สูงมาก
7. สัญญาณไฟของแผงควบคุมแสดงถูกต้องตามสถานะ	4.94	0.246	สูงมาก
8. ความสูงของแผงควบคุมอุปกรณ์พหุเหมาะกับความสะดวกของท่าน	4.50	0.718	สูงมาก
9. ความเหมาะสมของระดับเสียงสัญญาณเตือนภัย	4.41	0.756	สูงมาก
10. ความรวดเร็วในการปลดล๊อครอกโดยใช้ปุ่มกด	4.47	0.718	สูงมาก
<b>ค่าเฉลี่ยด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์</b>	<b>4.53</b>	<b>0.384</b>	<b>สูงมาก</b>
<b>ด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์</b>			
11. อุปกรณ์ช่วยลดภาระในการดูแลผู้สูงอายุออกกำลังกายได้	3.97	0.822	สูง
<b>ด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์</b>			
12. อุปกรณ์ช่วยให้การทรงตัวของผู้สูงอายุดีขึ้น	4.22	0.792	สูงมาก
13. อุปกรณ์ช่วยให้มีความมั่นใจในการดูแลผู้สูงอายุออกกำลังกาย	3.75	0.803	สูง
<b>ค่าเฉลี่ยด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์</b>	<b>3.98</b>	<b>0.535</b>	<b>สูง</b>
<b>ด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์</b>			
14. การสวมใส่และถอดสายรัดตัวให้ผู้สูงอายุทำได้ง่าย	4.44	0.716	สูงมาก
15. การกำหนดระยะเวลาความสูงของผู้สูงอายุก่อนใช้อุปกรณ์ทำได้ง่าย	4.06	0.759	สูง
16. ท่านมีความเข้าใจในการใช้งานอุปกรณ์ทั้งระบบ	4.09	0.893	สูง
17. ท่านจำวิธีการใช้อุปกรณ์ทั้งระบบได้ทุกขั้นตอน	4.28	0.683	สูงมาก
18. การเข้าช่วยเหลือเมื่อสัญญาณเตือนภัยตัวทำได้โดยง่าย	4.41	0.712	สูงมาก
<b>ค่าเฉลี่ยด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์</b>	<b>4.26</b>	<b>0.469</b>	<b>สูงมาก</b>
<b>ด้านความตั้งใจในการใช้งานอุปกรณ์</b>			
19. ท่านตั้งใจใช้อุปกรณ์ช่วยดูแลผู้สูงอายุขณะออกกำลังกาย	4.09	0.856	สูง
20. ท่านมีความมั่นใจในการใช้อุปกรณ์กับผู้สูงอายุ	4.19	0.644	สูง
<b>ค่าเฉลี่ยด้านความตั้งใจในการใช้งานอุปกรณ์</b>	<b>4.14</b>	<b>0.585</b>	<b>สูง</b>
<b>ด้านเจตคติต่อการใช้อุปกรณ์</b>			
21. มีความสนใจในการนำอุปกรณ์ไปใช้งาน	4.06	0.759	สูง

## บทที่ 6

### การนำนวัตกรรมไปใช้เชิงพาณิชย์

จากการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวตามที่กล่าวในบทที่ 5 และผู้วิจัยได้นำไปจดสิทธิบัตรเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้การนำนวัตกรรมดังกล่าวไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ในเชิงธุรกิจ และจัดทำแผนธุรกิจขึ้นตามรายละเอียด ดังนี้

#### 6.1 รายละเอียดสิ่งประดิษฐ์

ชื่อสิ่งประดิษฐ์: อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

เลขที่คำขอสิทธิบัตร: 1901000197

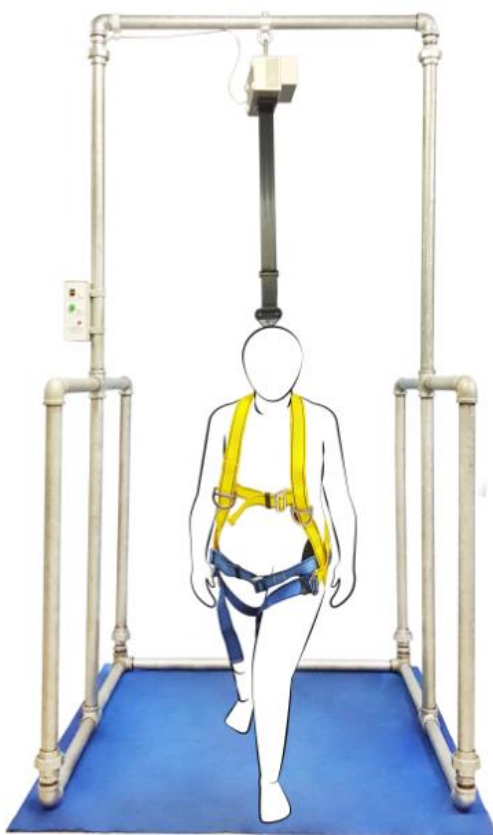
วันที่ยื่นคำขอ: 11 มกราคม 2562

ผู้ประดิษฐ์: นางจาริณี จิระพันธุ์ และ ผศ.ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์

ผู้ขอรับสิทธิบัตร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์: เทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และวิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติ

ลักษณะของสิ่งประดิษฐ์: อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ตามการประดิษฐ์นี้ เป็นอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อช่วยให้ผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ยังสามารถยืนได้ด้วยตัวเองแต่มีโอกาสล้มง่ายกว่าผู้สูงอายุทั่วไป สามารถนำไปใช้ฝึกการทรงตัวโดยการออกกำลังกายในท่ายืน ท่าย่อตัว หรือท่ายกขา ซึ่งเป็นท่าออกกำลังที่ช่วยฝึกทั้งกล้ามเนื้อและประสาทการทรงตัวของผู้สูงอายุได้อย่างปลอดภัย ลดความเสี่ยงในการล้ม และช่วยให้ผู้ดูแลการฝึกการทรงตัวไม่ต้องคอยประคองผู้สูงอายุตลอดเวลาขณะผู้สูงอายุฝึกออกกำลังกายด้วยอุปกรณ์นี้ ส่วนประกอบหลักของอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์นี้เป็นโครงสร้างเหล็กที่ติดกลไกของรอกและอุปกรณ์เซ็นเซอร์ เพื่อช่วยเตือนด้วยเสียงและแสง และช่วยพยุงตัวผู้สูงไว้ หากผู้สูงอายุใกล้จะล้มขณะออกกำลังกาย โดยอุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้ต้องใช้ร่วมกับสายรัดนิรภัยชนิดเต็มตัวที่มีมาตรฐาน ซึ่งมีจำหน่ายโดยทั่วไป ผู้สูงอายุที่ฝึกการทรงตัวด้วยอุปกรณ์นี้ จะสามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างอิสระในขณะที่ฝึกการทรงตัว มีราวจับที่แข็งแรงให้จับขณะออกกำลังกาย หรือเมื่อผู้สูงอายุต้องการเกาะพัก และช่วยให้ผู้สูงอายุมีความมั่นใจในความปลอดภัยขณะฝึกการทรงตัว ลักษณะของสิ่งประดิษฐ์ แสดงดังภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 ลักษณะของสิ่งประดิษฐ์

## 6.2 ความโดดเด่นของผลิตภัณฑ์หรือธุรกิจ

อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ตามการประดิษฐ์นี้มีจุดเด่นของผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีปัจจุบัน ดังนี้

- 1) ระบบเซ็นเซอร์ที่นำมาใช้สามารถปรับการเตือนก่อนล้มขณะออกกำลังกาย ได้ถูกออกแบบให้สามารถปรับระยะได้ตามความสูงของผู้ใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ
- 2) ตัวรถสำหรับพยุงตัว เมื่อถูกสั่งให้ล็อคโดยก้านโซลินอยด์ ด้วยสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ผ่านการทดสอบด้วยแรงดึงถึง 2,000 นิวตัน ซึ่งมีความปลอดภัยมากกว่า 200% เมื่อเทียบกับน้ำหนักตัวผู้ใช้งานที่กำหนดให้ไม่เกิน 100 กิโลกรัม
- 3) ตัวโครงสร้างเหล็กใช้วัสดุเป็นท่ออลูมิเนียมซึ่งสามารถจัดหาได้ง่ายในประเทศ นอกจากนี้ยังออกแบบให้มีความแข็งแรง ผลการคำนวณโครงสร้าง ณ จุดรับน้ำหนัก สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 200 กิโลกรัม ตัวโครงสร้างสามารถถอดประกอบได้ ทำให้ขน เคลื่อนย้าย



และติดตั้งได้ง่าย อีกทั้งยังสามารถเพิ่มจำนวนโครงสร้างอีกชุดได้โดยใช้บางส่วนของโครงสร้างเหล็กพร้อมกัน ช่วยประหยัดพื้นที่และค่าใช้จ่าย

4) สามารถแยกชุดรอกสำหรับพยางค์ตัวไปติดตั้งกับราว หรือโครงสร้างอื่นที่สามารถรับน้ำหนักได้ 200 กิโลกรัม ที่มีอยู่แล้ว โดยไม่ต้องใช้กับโครงสร้างเหล็กที่ประดิษฐ์นี้ได้

### 6.3 การวิเคราะห์ธุรกิจ

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์การแข่งขันภายในอุตสาหกรรม (Five force model) ของ Porter (2008) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้และความยากง่ายของการดำเนินธุรกิจขายอุปกรณ์ออกกำลังกายป้องกันกรลัมสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาการทรงตัวและบริการหลังการขาย โดยมีองค์ประกอบดังนี้

#### 1) การแข่งขันในตลาด (Rivalry among existing firm)

อุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการลัมสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาการทรงตัวจัดเป็นธุรกิจหนึ่งในตลาดสินค้าเพื่อสุขภาพและการออกกำลังกาย ในกลุ่มอุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart devices) ที่เป็นอุปกรณ์ช่วยเหลือในการดำรงชีวิตอัจฉริยะโดยเฉพาะสำหรับผู้สูงอายุ โดยมูลค่าการขายอุปกรณ์อัจฉริยะ ในปี 2559 ที่มีการคาดการณ์ว่ายอดขายจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 แสนล้านบาท ขยายตัวต่อเนื่องประมาณร้อยละ 5 จากปี 2558 ที่มีมูลค่าประมาณ 1.9 แสนล้านบาท (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2561b) จึงเป็นโอกาสทางธุรกิจอันดีสำหรับผู้ประกอบการที่จะเร่งวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ แสวงหาช่องทางในการจัดจำหน่าย ตลอดจนการเข้าสู่ตลาดของผู้ประกอบการรายใหม่ เพื่อให้สามารถตอบรับกับแนวโน้มความต้องการอุปกรณ์อัจฉริยะของผู้บริโภคที่คาดว่าจะยังคงขยายตัวอย่างต่อเนื่องได้ การผลิตและพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการลัมสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาการทรงตัวอยู่ในลักษณะของตลาดเฉพาะ (Niche market) ที่การแข่งขันไม่สูง โดยการสร้างฐานลูกค้าเป็นเรื่องสำคัญ ปัจจุบันผู้วิจัยได้สำรวจพบว่าในประเทศไทยมี อุปกรณ์คล้ายคลึงกันคืออุปกรณ์ทำกายภาพบำบัดเพื่อการฝึกเดินที่มีราคาสูงมาก ประมาณ 60,000-100,000 บาท ต่อเครื่อง ซึ่งอยู่คนละตลาดกัน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่ายังไม่มีผู้ผลิตอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการลัมสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาการทรงตัว ที่สามารถเตือนและพยางค์ตัวไว้ก่อนการลัมได้ ส่วนใหญ่จะเป็นเพียงอุปกรณ์ช่วยพยางค์ตัวที่ผู้ใช้งานต้องใช้มือจับที่ คาน หรือราวจับตลอดเวลา เพื่อให้สามารถพยางค์ตัวไว้ได้ โดยในอนาคตสามารถพัฒนาต่อยอดนวัตกรรมเป็นผลิตภัณฑ์สนับสนุนการป้องกันการลัมให้เข้าสู่ตลาดที่มีการแข่งขันสูงได้สรุปได้ว่า การแข่งขันในอุตสาหกรรมเดียวกันอยู่ในระดับต่ำมาก ซึ่งจะเกิดผลดีต่อธุรกิจถ้าสามารถเข้าสู่ตลาดเป็นรายแรก ๆ ได้

## 2) อำนาจการต่อรองของลูกค้า (Buyers power)

ผู้วิจัยพบว่าการตั้งราคาสินค้าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการตัดสินใจซื้อ โดยตัวผลิตภัณฑ์แนวโน้มลูกค้าจะเป็นสถานที่ดูแลผู้สูงอายุ ซึ่งปัจจุบันจะมีอุปกรณ์ออกกำลังกาย/บริการ/กิจกรรมสำหรับผู้สูงอายุหลากหลายอยู่แล้ว เช่น มีอุปกรณ์การออกกำลังกายในท่านั่ง/ยืนที่มีผู้ดูแลใกล้ชิด และอุปกรณ์การฝึกโยคะ เป็นต้น การซื้ออุปกรณ์นี้เพื่อเป็นทางเลือกใหม่เพิ่มเติมให้กับลูกค้าสูงอายุที่มีความเสี่ยงสูงต่อการล้ม จะซื้อครั้งละหลายเครื่อง มากกว่าการซื้อใช้ในบ้าน ดังนั้นการผลิตผลิตภัณฑ์นี้ต้องควบคุมต้นทุนการผลิตให้ต่ำที่สุดจึงจะได้เปรียบ และใช้กลไกการตั้งราคาเพื่อจูงใจ สรุปได้ว่า อำนาจการต่อรองของลูกค้าอยู่ในระดับปานกลาง โดยราคาที่กำหนดจะมีส่วนลดทำให้เกิดการตัดสินใจสั่งซื้อจำนวนมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อให้สามารถใช้ได้หลายคนต่อโครงสร้างอุปกรณ์หนึ่งเครื่อง

## 3) อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์ (Supplier power)

ในการผลิตอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาการทรงตัว พบว่า โครงสร้างเหล็กนั้นใช้อุปกรณ์ที่ใช้ทำจากท่อประปา ซึ่งหาซื้อได้ง่ายในประเทศ มีซัพพลายเออร์หลายรายในประเทศ สำหรับชุดควบคุมมีอุปกรณ์หลายชิ้นที่ต้องสั่งโดยตรงจากซัพพลายเออร์ต่างประเทศ แต่ยังสามารถหาซื้อจากหลายซัพพลายเออร์ได้ มีอุปกรณ์ 1 ชิ้นสำคัญ คือ Sensor ที่ต้องสั่งโดยตรงจากซัพพลายเออร์ต่างประเทศรายเดียว ซึ่งหากมีความต้องการใช้ในปริมาณที่มาก คาดว่าจะมีผู้ผลิตในประเทศไทย ทำการผลิตให้ได้ สรุปได้ว่า อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์อยู่ในระดับปานกลาง

## 4) ภัยคุกคามจากคู่แข่งรายใหม่ (New entrants)

สังคมผู้สูงอายุ (Aging society) ของประเทศไทยกำลังขยายตัว ทำให้ธุรกิจการผลิตอุปกรณ์ออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุมีมากขึ้นเช่นกัน การผลิตเลียนแบบกัน หรือผลิตโดยนักศึกษาย่างงล หรือแมคคาณิกส์ เพื่อส่งประกวดผลงานนวัตกรรม อาจเกิดขึ้นได้ โดยปัจจุบันจะพบเพียง นวัตกรรมการออกแบบอุปกรณ์ที่ออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุในท่านั่ง อุปกรณ์ออกกำลังกายป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาการทรงตัวนี้ อาจถือได้ว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ชิ้นแรกในโลก ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการยื่นขอจดสิทธิบัตรการประดิษฐ์ “อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว” โดยยื่นต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา ดังข้อ 6.1 ขณะนี้อยู่ในระหว่างการดำเนินการของกรมทรัพย์สินทางปัญญาเพื่อออกเอกสารสิทธิบัตร อย่างไรก็ตามเนื่องจากปัจจุบันมีเทคโนโลยีใหม่ ๆ และการตลาดที่เปิดกว้างเกิดขึ้นตลอด ดังนั้นอาจมีผู้ประดิษฐ์อุปกรณ์ออกกำลังกายป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาการทรงตัว

ที่มีกลไกหรือรูปแบบสำคัญในการประดิษฐ์แบบอื่น หรือการเลียนแบบทำในประเทศที่สิทธิบัตร สิ่งประดิษฐ์นี้ไม่ครอบคลุมถึง ซึ่งเมื่อวางขายได้จะเป็นที่นิยมกว่าก็เป็นไปได้ ดังนั้นการริบพัฒนา ต่อยอดอุปกรณ์นี้ และการพิจารณาขยายขอบเขตประเทศการจดสิทธิบัตรจึงถือเป็นเรื่องสำคัญ โดยสรุปภัยคุกคามจากคู่แข่งรายใหม่อยู่ในระดับสูง

#### 5) ภัยคุกคามจากสินค้าทดแทน (Substitution effect)

เนื่องจากอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้าสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวเป็น นวัตกรรมใหม่จึงยังไม่มีผู้เลียนแบบ แต่คาดว่าหากอุปกรณ์นี้หรืออุปกรณ์ต่อยอดจากอุปกรณ์นี้ ได้รับความนิยมนักจะมีผู้เลียนแบบทำมาคล้ายคลึงกัน แต่ตัดกลไกหรือส่วนที่สิทธิบัตรคุ้มครองออก ทำให้คุณภาพต่ำและป้องกันการล้าไม่ได้จริง ซึ่งเป็นประเด็นที่ไม่น่ากังวลเพราะปัจจุบันผู้บริโภค รู้จักแยกแยะด้วยการหาข้อมูลเปรียบเทียบจากสื่อทางอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้เทคโนโลยีในการ เตือนก่อนล้าที่ผู้วิจัยนำมาใช้ ยังมีข้อจำกัดในการพัฒนา การเลือกใช้เทคโนโลยีอื่นจะทำให้ อุปกรณ์มีประสิทธิภาพลดลง และมีความแม่นยำต่ำกว่า ทำให้โอกาสที่สินค้าทดแทนกันได้จริงจะ เกิดขึ้นได้ยากมาก ในระยะ 5 ปีแรกของการทำธุรกิจ โดยสรุปภัยคุกคามจากสินค้าทดแทนอยู่ใน ระดับต่ำ

### 6.4 การวิเคราะห์ลูกค้า

#### 6.4.1 การแบ่งกลุ่มลูกค้า

จากรายงานของศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2561) ที่ระบุว่า “แม้ว่าสัดส่วนผู้สูงอายุจะมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้น แต่ผู้สูงอายุไทยส่วนใหญ่ยังมีกำลังซื้อหรือรายได้ที่ไม่สูงนัก อีกทั้งการตัดสินใจซื้อสินค้า และบริการส่วนหนึ่งมาจากบุตรหลาน ซึ่งถือเป็นแหล่งรายได้หลักของผู้สูงอายุ” การตัดสินใจ ดังกล่าวจึงขึ้นกับลักษณะการดูแลผู้สูงอายุในแต่ละครอบครัว บางครอบครัวนั้นดูแลผู้สูงอายุที่ บ้าน บางครอบครัวนั้นไว้วางใจให้ผู้สูงอายุอยู่กับสถานดูแลผู้สูงอายุ บางครั้งผู้สูงอายุอาจต้อง พักอาศัยที่โรงพยาบาลเป็นเวลานาน เนื่องจากสินค้านี้มีน้ำหนักมาก การขายให้กับลูกค้าใน ประเทศจะมีความเหมาะสมกว่าการส่งออก ผู้วิจัยจึงวางกลยุทธ์การแบ่งกลุ่มลูกค้าไว้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) กลุ่มลูกค้าบุคคลที่ซื้อ เพื่อใช้กับผู้สูงอายุเฉพาะคน หรือผู้มีปัญหาในการทรงตัวหรือ ผู้สูงอายุที่มีประวัติการล้มซ้ำซาก หรือผู้สูงอายุที่อยู่ในช่วงการฟื้นฟูร่างกาย ซึ่งมีความต้องการ อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ เพื่อช่วยให้ผู้สูงอายุออกกำลังกายโดยมีความปลอดภัยมากขึ้น

2) กลุ่มลูกค้าโครงการ ได้แก่ สถานดูแลผู้สูงอายุ หรือโรงพยาบาลที่มีผู้สูงอายุ ที่ต้องการ อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้าสำหรับผู้มีปัญหาการทรงตัว

#### 6.4.2 พฤติกรรมของลูกค้ำและปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์พฤติกรรมของลูกค้ำและปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ ตาม 5W 1H Consumer Behavior ดังนี้

##### 6.4.2.1 ใครคือลูกค้ำของเรา (Who)

ลูกค้ำหลักจะมี 2 กลุ่มได้แก่ ลูกหลานที่ดูแลผู้สูงอายุ และผู้จัดการ/ผู้บริหาร สถานดูแลผู้สูงอายุ หรือโรงพยาบาลที่มีผู้สูงอายุ ลูกค้ำทั้งสองกลุ่มจะมีอำนาจการตัดสินใจซื้อสูง กรณีที่เป็นสถานที่ให้บริการทางสุขภาพจะมีความละเอียดอ่อนเรื่องภาพลักษณ์ของอุปกรณ์ที่ต้องดูดีมีราคา โทนสีที่เข้ากันได้กับอุปกรณ์ออกกำลังกายอื่นในพื้นที่ (พัศตร์มจ วัฒนสินธุ์, 2559)

##### 6.4.2.2 ลูกค้ำต้องการผลิตภัณฑ์หรือบริการอะไร (What)

จากบทวิเคราะห์ของศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2561a) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ผู้ประกอบการจะต้องให้ความสำคัญในการปรับกลยุทธ์ เพื่อเจาะตลาดผู้สูงอายุไว้ ดังนี้ “การคำนึงถึงคุณภาพและความปลอดภัยของสินค้าและบริการที่มาพร้อมกับการใช้งานที่ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และสามารถตอบโจทย์พฤติกรรมของผู้สูงอายุ” การขายอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวนี้ จึงเน้นผลิตภัณฑ์ที่ง่ายต่อการติดตั้ง ประกอบและใช้งาน ช่วยป้องกันการล้มได้แท้จริง โดยการแนะนำสาธิต พร้อมมี CD วิธีการใช้ร่วมกับโปรแกรมออกกำลังกายที่ออกแบบให้ใช้กับผลิตภัณฑ์ มีบริการหลังการขาย ทั้งการดูแลอุปกรณ์ การรับประกันผลิตภัณฑ์ การตรวจสอบ ความสมบูรณ์ของทำงานกับอุปกรณ์เป็นระยะในช่วงรับประกัน และการแนะนำในการปฏิบัติกรณีประสบเหตุผู้ใช้อุปกรณ์หมดสติกระทันหันที่ต้องรีบนำส่งแพทย์โดยด่วน ทั้งนี้บริษัทมีคัลิปภาพพร้อมเสียงแนะนำผลิตภัณฑ์นี้ หากลูกค้ำเป็นผู้จัดการของสถานออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุจะมีความละเอียดอ่อนเรื่องภาพลักษณ์ของอุปกรณ์ที่ต้องดูดีมีราคา โทนสีที่เข้ากันได้กับอุปกรณ์ออกกำลังกายอื่นในพื้นที่

##### 6.4.2.3 ลูกค้ำที่จะซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการของเราอยู่ที่ใด (Where)

ลูกค้ำที่จะซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการจะเป็นลูกค้ำตามบ้านเรือนส่วนหนึ่งซึ่งจะเป็นบ้านเรือนที่มีผู้สูงอายุอาศัยร่วมอยู่ด้วย และอีกส่วนหนึ่งคือเป็นลูกค้ำระดับผู้จัดการหรือเจ้าของสถานดูแลผู้สูงอายุ หรือโรงพยาบาลที่มีผู้สูงอายุ

##### 6.4.2.4 เมื่อใดที่ลูกค้ำมีความต้องการซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการ (When)

ลูกค้ำมีความต้องการซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการ เมื่อตระหนักว่าผลิตภัณฑ์หรือบริการจะสามารถตอบสนองความต้องการที่ให้ผู้ใช้งานได้ปลอดภัยจากการล้มขณะออกกำลังกายได้ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลผู้สูงอายุที่ป่วยหลังการล้มได้ หรือช่วยทำให้ผู้สูงอายุฟื้นฟู

สรรพภาพการทรงตัวได้ดีขึ้น จากที่ไม่กล้าออกกำลังกายเลยเพราะกลัวล้ม หรือร่างกายเฟ็งเฟ็งตัวจากการป่วยใด ๆ และพอทรงตัวได้ในระดับยังไม่ดีนัก หากเป็นลูกค้าระดับผู้จัดการหรือเจ้าของสถานออกกำลังกายผู้สูงอายุมีความต้องการซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการ เมื่อแน่ใจว่าการมีผลิตภัณฑ์นี้ในจำนวนหนึ่งไว้บริการลูกค้าผู้สูงอายุจะช่วยเพิ่มยอดผู้ใช้บริการให้มากขึ้นเป็นสำคัญ การเกิดอุบัติเหตุใด ๆ ที่มีการล้มของผู้สูงอายุที่เป็นคนมีชื่อเสียงที่เป็นที่สนใจของสังคม จะเป็นการกระตุ้นให้ลูกค้าทั้งสองกลุ่มนี้มีความต้องการซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการมากสูงกว่าช่วงปกติ

#### 6.4.2.5 ทำไมลูกค้าเลือกซื้อผลิตภัณฑ์หรือการบริการของเรา (Why)

ลูกค้าเลือกซื้อผลิตภัณฑ์หรือการบริการของเราเพราะ

1) เป็นผู้ผลิตผลิตภัณฑ์รายแรกที่มีเป็นงานวิจัยของสถาบันที่เชื่อถือได้เป็นเครื่องยืนยันว่าช่วยป้องกันการล้มในผู้สูงอายุได้จริง และช่วยส่งเสริมและฟื้นฟูสุขภาพผู้สูงอายุที่ทำให้การทรงตัว และเดินดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเชิงบวก

2) ลูกค้ามีประสบการณ์ที่เลวร้ายจากการที่ผู้สูงอายุในบ้านที่ทรงตัวไม่ดี หรือไม่มี การออกกำลังกายที่เหมาะสมกับวัยเกิดประสบเหตุล้มกระแทกพื้นและเกิดความสูญเสียหรือการเสียหายค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการดูแลรักษาและฟื้นฟู และไม่ยากให้เกิดขึ้นซ้ำอีก

3) มีค่านิยมที่ดีในการออกกำลังกายและส่งเสริมการออกกำลังกายให้ผู้สูงอายุที่ใกล้ชิด หรือให้ตัวเอง

4) เป็นผู้ประกอบกิจการที่ต้องการตามทันนวัตกรรมใหม่ๆ ของเครื่องออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อเพิ่มยอดผู้ใช้บริการและให้เกิดการยอมรับใน Brand ของสถานดูแลผู้สูงอายุ หรือโรงพยาบาล

#### 6.2.4.6 การเข้าถึงลูกค้าที่ซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการ (Lachman et al.)

1) ลูกค้าประเภทบุคคลในประเทศสามารถซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการโดยตรงจากบริษัท หรือขอคำแนะนำ ทางโทรศัพท์ หรือ E-Mail ในเวลาทำการของบริษัท หรือซื้อผ่าน Website ของบริษัทด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่เชื่อมกับอินเทอร์เน็ตหรือผ่าน Mobile Application ขายสินค้าออนไลน์ที่นิยมที่สุดในประเทศไทยที่บริษัทลงข้อมูลไว้เพื่อการตัดสินใจซื้อ ตลอด 24 ชม.บริษัทจะมีตัวแทนการขายสำหรับประเภทลูกค้าบุคคลจำนวนหนึ่งเช่นกัน โดยหาลูกค้ากลุ่มเป้าหมายจากโรงพยาบาล โดยการเข้าสถานที่เล็ก ๆ ที่เป็นจุดทางผ่านลูกค้าของโรงพยาบาล ในโรงพยาบาลเพื่อจัดทำบูตเล็ก ๆ ประชาสัมพันธ์และเปิดการขายผลิตภัณฑ์ มีแบนเนอร์ แผ่นพับและสื่อวิดีโอที่คนขาย โดยจัดแผนวณย้ายไปตามโรงพยาบาลเป้าหมาย หรือไปตามงานแฟร์ในโรงพยาบาล สถานพยาบาลที่มีการจัดพื้นที่เพื่อให้อาสาสมัครหรือบริษัทมาขายสินค้าเพื่อสุขภาพ เพื่อเพิ่มยอดขาย

ของบริษัทอีกทางหนึ่ง ซึ่งหากมีลูกค้าที่สนใจหากอยู่ในหมู่บ้านเดียวกันหรือพื้นที่ใกล้เคียงก็สามารถนัดหมายให้ตัวแทนการขายไปแนะนำผลิตภัณฑ์รายบ้านได้เช่นกัน เพื่อพบลูกค้าเป็นพิเศษนอกแผนพบลูกค้าปกติ โดยมีบริการให้เช่าอุปกรณ์รายเดือนด้วยสำหรับลูกค้ากลุ่มนี้ มีบริการติดตั้งและให้คำแนะนำบริการในเขตพื้นที่กรุงเทพ และปริมณฑล กรณีต่างจังหวัดจะคิดค่าขนส่งเพิ่มตามระยะทาง

2) ลูกค้าประเภทสถานดูแลผู้สูงอายุหรือโรงพยาบาลที่มีผู้สูงอายุ สามารถซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการโดยตรงจากบริษัท ทางโทรศัพท์ หรือ E-Mail ในเวลาทำการของบริษัท หรือซื้อผ่าน Website ของบริษัทด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่เชื่อมกับอินเทอร์เน็ตหรือผ่าน Mobile Application ขายสินค้าออนไลน์ที่บริษัทลงข้อมูลไว้เพื่อการตัดสินใจซื้อ ตลอด 24 ชม.หรือขอคำแนะนำ ในเวลาทำการของบริษัทเช่นกัน โดยสามารถนัดหมายให้ตัวแทนการขายของบริษัทไปแนะนำผลิตภัณฑ์ก่อนตัดสินใจซื้อ นอกจากนี้ยังสามารถเข้าถึงลูกค้ากลุ่มนี้ผ่านงานสัมมนาหรืองานประชุมวิชาการทางด้านสุขภาพได้อีกทางหนึ่ง สำหรับการจัดส่งสินค้าหากสั่งซื้อตั้งแต่ 4 ชุดขึ้นไป บริษัทจะดำเนินการส่งและติดตั้งให้ฟรีในเขต กทม. และเขตจังหวัดปริมณฑลของ กทม. หากสั่งซื้อตั้งแต่ 8 ชุดขึ้นไป บริษัทจะดำเนินการส่งและติดตั้งให้ฟรีทั่วประเทศ หากไม่เข้าเงื่อนไขนี้ จะคิดค่าจัดส่งตามจริง ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมการขายให้ลูกค้า และให้บริษัททางอ้อม บริษัทยินดีจัดบูตเล็ก ๆ ประชาสัมพันธ์ส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์โดย มีแบนเนอร์ แผ่นพับและสื่อวิดิทัศน์ฉายช่วงลงสินค้าใหม่ ในระยะเวลาไม่เกินสามวัน หากลูกค้าร้องขอ

## 6.5 การวิเคราะห์โอกาส อุปสรรค จุดแข็ง และจุดอ่อนของธุรกิจที่สำคัญ

### 6.5.1 การวิเคราะห์โอกาส (Opportunity) มหาวิทยาลัย

1) การเป็นผู้ริเริ่มผลิตเครื่องออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มเป็นรายแรก พร้อมโปรแกรมการออกกำลังกายที่จะใช้กับเครื่องเพื่อเพิ่มสมรรถภาพการทรงตัวให้ผู้สูงอายุหรือผู้ใช้งาน

2) การที่รัฐบาลให้ความสำคัญกับผู้สูงอายุโดยมีการจัดทำแผนผู้สูงอายุแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2545 - 2564) ที่เน้นให้ประชากรผู้สูงอายุที่มีสถานภาพดี สุขภาพดีทั้งกายและจิต ครอบครัวอบอุ่นมีสังคมที่ดี มีหลักประกันที่มั่นคง ได้รับสวัสดิการและบริการที่เหมาะสมอยู่อย่างมีคุณค่า มีศักดิ์ศรี พึ่งตนเองได้ มีส่วนร่วม มีโอกาสเข้าถึงข้อมูลและข่าวสารอย่างต่อเนื่อง โดยยุทธศาสตร์ด้านการส่งเสริมผู้สูงอายุที่มี 6 มาตรการหลักจะมีมาตรการส่งเสริมความรู้ด้านการส่งเสริมสุขภาพ ป้องกัน ดูแลตนเองเบื้องต้นเป็นมาตรการที่ 1 ซึ่งถือว่ารัฐบาลให้โอกาสทางอ้อมในการสนับสนุนใดๆ ที่เป็นการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ทำให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพดีขึ้น

3) การเข้าถึงสื่อของประชาชนผ่านมือถือเป็นที่นิยม ทำให้โอกาสในการประชาสัมพันธ์ทำได้ง่ายผ่านช่องทางดังกล่าว

4) ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลที่สูงขึ้น โดยเฉพาะหากเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลเอกชน แม้บางคนจะมีสวัสดิการรักษายาบาล แต่ก็การคุมค่ารักษารายปี/รายครั้งทำให้มีค่ารักษาพยาบาลส่วนเกินที่เป็นภาระแก่ผู้จ่ายเงิน

#### 6.4.3 การวิเคราะห์อุปสรรค (Threat)

- 1) การเปลี่ยนแปลงสินค้า
- 2) การปลอมแปลงสินค้าจากในประเทศเองและจากต่างประเทศ
- 3) การตีความว่าอุปกรณ์เป็นเครื่องออกกำลังกายหรือเครื่องมือแพทย์ยังไม่มีการชี้ชัด
- 4) มีผู้ชิงจดสิทธิบัตรที่เหมือนกันในต่างประเทศก่อนบริษัทจะไปยื่นขอ
- 5) อุปกรณ์ที่ติดตั้งในครัวเรือนมีความจำเป็นในช่วงหนึ่งที่มีผู้จำเป็นต้องใช้ หลังจากนั้นก็อาจมีการขายออกในราคาถูกลงเพราะหมดความจำเป็น

#### 6.4.4 การวิเคราะห์จุดแข็ง (Strength)

- 1) มีตลาดที่มีผู้แข่งขันน้อยรายรองรับ
- 2) ทีมทำงานมาจากหลายสาขาที่มีความชำนาญต่างกัน แต่สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่และประดิษฐ์สิ่งใหม่ได้
- 3) อุปกรณ์สามารถแยกชิ้นส่วนประกอบได้ ช่วยให้ขนย้ายสะดวก และปรับเปลี่ยนเฉพาะบางส่วนได้
- 4) อุปกรณ์มีความทนทานแข็งแรงรับน้ำหนักได้สูง
- 5) อุปกรณ์เป็นสิทธิบัตรของสถาบันที่มีชื่อเสียง

#### 6.4.5 การวิเคราะห์จุดอ่อน (Weakness)

- 1) ต้นทุนสินค้ายังมีราคาค่อนข้างสูง
- 2) อุปกรณ์ส่วนโครงเหล็กยังมีน้ำหนักมาก
- 3) การมีชิ้นส่วนอุปกรณ์สำคัญที่ต้องสั่งผลิตจากเมืองนอก
- 4) ความไม่คล่องตัวของการถอดใส่สายรัดตัว
- 5) การเป็นผู้ประกอบการรายใหม่
- 6) การใช้ไฟ 220 Volt สนับสนุนการทำงานของระบบอาจไม่ปลอดภัย
- 7) การใช้ต้นทุนสูงในการในการจดสิทธิบัตรในต่างประเทศ

## 6.6 การวางแผนธุรกิจ

### 6.6.1 วิสัยทัศน์

ร่วมสร้างคุณภาพชีวิตด้วยนวัตกรรมอุปกรณ์ป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ

### 6.6.1 พันธกิจ

1) สร้างคุณค่าสูงสุดให้ผู้ซื้อผลิตภัณฑ์ ด้วยผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และสร้างความประทับใจในการบริการหลังการขาย

2) พัฒนาปรับปรุงนวัตกรรมอุปกรณ์เพื่อป้องกันการล้มของผู้สูงอายุอย่างต่อเนื่อง

### 6.6.2 เป้าหมาย

จากรายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุไทย ปี 2560 ประเทศไทยมีผู้สูงอายุ 11 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 16.7 ของประชากรทั้งประเทศ (สำนักสถิติแห่งชาติ, 2557) โดยมีแนวโน้มการเพิ่มจำนวนผู้สูงอายุระหว่างปี 2558-2563 อัตราร้อยละ 4 และการเพิ่มจำนวนผู้สูงอายุระหว่างปี 2563-2568 ในอัตราร้อยละ 3.6 จากข้อมูลการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2553-พ.ศ.2583 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2556) จะเห็นว่าจำนวนผู้สูงอายุแม้จะมีการเพิ่มจำนวนในอัตราที่ลดลงในแต่ละปี แต่ยังคงมีจำนวนที่สูงกว่าวัยอื่นๆ นอกจากนี้จำนวนสถานดูแลผู้สูงอายุ ณ ปี 2562 มีถึง 800 แห่ง (ผู้จัดการออนไลน์, 2562) จึงเป็นโอกาสในการสร้างการเติบโตให้กับธุรกิจ โดยเฉพาะในช่วง 5 ปีแรกของการทำธุรกิจ

#### 1) ระยะสั้น 1-5 ปี

- สร้างการเติบโตปีละมากกว่า 15 % ต่อปี

- มีหุ้นส่วนเชิงยุทธศาสตร์ (Strategic partner) เป็นบริษัทชั้นนำในการจำหน่ายอุปกรณ์การแพทย์หรืออุปกรณ์สำหรับผู้สูงอายุ อย่างน้อย 1 บริษัท หรือมากกว่านั้น

- บริจาคอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ และฝึกอบรมผู้ดูแลผู้สูงอายุ เพื่อส่งเสริมสุขภาพในชุมชนขนาดเล็กที่มีผู้สูงอายุมากกว่า 20 คน ในวงเงิน 50,000 บาท ต่อปี ในปีที่ 1-2 และ 100,000 บาท ต่อปี ในปีที่ 3-5 โดยวงเงินนี้คิดเฉพาะราคาต้นทุนของอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ

#### 2) ระยะยาว 6-10 ปี

- รักษายอดขายคงที่

- บริจาคอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ และฝึกอบรมผู้ดูแลผู้สูงอายุ เพื่อส่งเสริมสุขภาพในชุมชนขนาดเล็กที่มีผู้สูงอายุมากกว่า 20 คน ในวงเงิน 100,000 บาท ต่อปี ในปีที่ 6-10 โดยวงเงินนี้คิดเฉพาะราคาต้นทุนของอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ



### 6.6.3 วัตถุประสงค์ของธุรกิจ

วัตถุประสงค์ของธุรกิจ คือ การเติบโตอย่างยั่งยืน โดยมีกำไรและสามารถปันผลให้ผู้ถือหุ้นได้ในทุกปี โดย

- 1) สามารถรักษารฐานลูกค้ารายเดิม ด้วยบริการหลังการขายตลอดอายุอุปกรณ์
- 2) สามารถเพิ่มลูกค้ารายใหม่ปีละ 5%
- 3) สามารถเพิ่มปริมาณยอดขายได้ปีละ 15% ใน 5 ปีแรก และคงยอดขายที่ 5 ปีแรกไปตลอดการทำธุรกิจ
- 4) ควบคุมต้นทุนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) มีบริการหลังการขายและการควบคุมสต็อกอะไหล่ที่มีประสิทธิภาพ
- 6) มีการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง

### 6.6.4 นโยบายการดำเนินงาน

1) บริษัทจะขอซื้อสิทธิสิทธิบัตรการประดิษฐ์ “อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว” ในราคา 300,000 บาท (สามแสนบาทถ้วน) ทั้งนี้จะจ่ายเมื่อได้รับกรรมสิทธิ์

2) บริษัทจะเป็นผู้ทำการผลิตสินค้าในประเทศเองโดยมีโรงงาน/คลังสินค้าขนาดเล็กในย่านลาดกระบังเพื่อให้สะดวกต่อการส่งสินค้าไปยังสถานที่จัดส่งสินค้า เป็นการลดต้นทุนค่าขนส่ง สำหรับตัวสำนักงานจะอยู่ในตัวกรุงเทพมหานครที่เดินทางทางรถไฟฟ้าได้สะดวก พนักงานขนส่งสินค้าจะได้รับการอบรมให้สามารถประกอบอุปกรณ์ออกกำลังกาย และสอนวิธีการใช้งานให้กับลูกค้าได้

3) การจดทะเบียนบริคณห์สนธิของบริษัทจะเป็นการจดทะเบียนชนิดของพานิชกิจของบริษัทโดยกว้างทั้งนี้ต้องครอบคลุมการให้คำปรึกษาและการให้บริการ

### 6.6.5 ทุนจดทะเบียน

ทุนจดทะเบียนเป็นเงินลงทุนจากผู้ร่วมจัดตั้งบริษัท โดยมีทุนจดทะเบียน 1,800,000 บาท (หนึ่งล้านแปดแสนบาทถ้วน) จากนักลงทุนจำนวน 3 คน ในสัดส่วนเท่ากัน ซึ่งใน 3 คน จะมี 1 คน ซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์นวัตกรรม อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

### 6.6.6 ส่วนงานและจำนวนพนักงาน

มีการจัดโครงสร้างการบริหารเป็นส่วนงานเชิงธุรกิจ Start Up ดังนี้

6.6.6.1 ผู้ถือหุ้น จำนวน 3 คน ซึ่งเป็นหุ้นส่วนผู้ก่อตั้ง เป็นผู้มีอำนาจสูงสุดใน การตัดสินใจ กำหนดและวางแผนกลยุทธ์ ทิศทางในการดำเนินธุรกิจ การประเมินผลงานประจำปี ของผู้จัดการ กำหนดอัตราค่าจ้างโบนัสให้พนักงาน ไม่มีค่าตอบแทนรายเดือน ค่าตอบแทนอื่น ได้แก่ เบี้ยประชุม ครั้งละ 500 บาท และเงินจากการจัดสรรกำไรประจำปีซึ่งพิจารณาจากผล ประกอบการ

6.6.6.2 ผู้จัดการ จำนวน 1 คน ทำหน้าที่เป็น

1) ผู้นำในการดำเนินงานให้เป็นไปตามพันธกิจและวิสัยทัศน์ขององค์กร ดูแลความ เรียบร้อยและติดต่อประสานงานกับบุคลากรต่าง ๆ ในบริษัท เป็นผู้นัดหมายการประชุม คณะกรรมการ กำหนดและวางแผนกลยุทธ์ ทิศทางในการดำเนินธุรกิจ ติดต่อ คัดเลือกพนักงาน เข้าทำงาน ประเมินผลงานประจำปีให้พนักงาน ดูแลความปลอดภัยของบริษัท

2) ดำเนินการจัดซื้อ ตามกรอบที่ผู้ถือหุ้นกำหนด

3) ดำเนินการเก็บ Stock วัตถุประสงค์ และสินค้า

4) ดูแลการผลิต พัฒนาและปรับปรุงอุปกรณ์

5) ดูแลการตลาดและการขาย โดยทำหน้าที่ศึกษาสภาพตลาดโดยรวมของธุรกิจ วิเคราะห์ข้อมูลคู่แข่งชั้น วางแผนและพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาด สร้างความแตกต่างให้กับสินค้า และบริการ จัดกิจกรรมทางการตลาด ประชาสัมพันธ์และสื่อสารทางการตลาดไปยังกลุ่มลูกค้า เป้าหมาย เปิดและปิดการขาย

6) ดูแลบัญชีและการเงิน โดยประสานงานกับพนักงานธุรการ และ Outsource ในการ จัดทำบัญชี รายรับ/รายจ่าย กำไร/ขาดทุนขององค์กร จัดทำบัญชีสรุปรายเดือน รายไตรมาส ราย 6 เดือนและรายปีเสนอต่อคณะกรรมการ ดำเนินการจ่ายเงินเดือนพนักงาน จ่ายเงิน Outsource อื่น ๆ จ่ายค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าอุปกรณ์ ค่าบริการทำความสะอาด และค่าใช้จ่ายที่จำเป็น ในการดำเนินกิจการปกติ วางแผนและควบคุมการใช้เงินของฝ่ายต่าง ๆ ให้เป็นไปตามเป้าหมาย ที่ตั้งไว้ จัดเตรียมเอกสารทางด้านบัญชีและการเงินทั้งหมดเพื่อยื่นภาษีกับกรมสรรพากร ค่าตอบแทนรายเดือน เป็นผู้ประสานงานต้อนรับกรณีมีลูกค้ามาติดต่อ

ค่าตอบแทนรายเดือน สำหรับผู้จัดการเดือนละ 40,000 บาท ค่าตอบแทนอื่น ได้แก่ ค่า คอมมิชชั่น 1% จากยอดขายที่ทำได้ โบนัสจากกำไรตามที่คณะกรรมการอนุมัติ

6.6.7.3 พนักงานการตลาด ติดต่อลูกค้า และติดตั้ง จำนวน 3 คน ค่าตอบแทน เดือนละ 25,000 บาท ค่าตอบแทนอื่น ได้แก่ โบนัสจากกำไรตามที่คณะกรรมการอนุมัติ

6.6.7.4 Outsource งานบัญชี และการเงิน เหม่าจ่ายจากการจ้างบุคคลภายนอกในอัตราเดือนละ 6,000 บาท

6.6.7.4 พนักงานธุรการ จำนวน 1 คน ค่าตอบแทน 12,000 บาท ทำหน้าที่รวบรวมเอกสารการเงินเพื่อส่ง Outsource งานบัญชีและการเงิน

โดยมีโครงสร้างองค์กรธุรกิจผลิตและขายอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มนสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ดังแสดงในภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.2 โครงสร้างองค์กร ธุรกิจผลิตและขายอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มนสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

## 6.7 แผนการตลาด

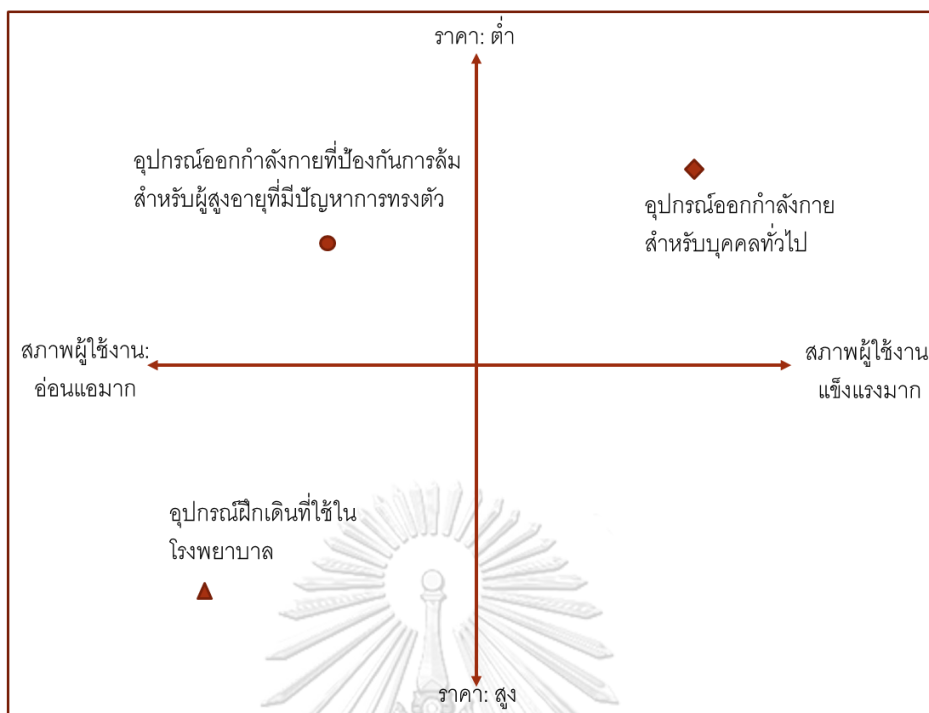
การวิเคราะห์ในการวางแผนการตลาดจะใช้การวิเคราะห์ STP ซึ่งเป็นกลยุทธ์ในการเลือกกลุ่มเป้าหมาย กลยุทธ์นี้จะเป็นตัวกำหนดทิศทางการสร้างกลยุทธ์การตลาดอื่นๆ เพื่อช่วยทำให้เราสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างตรงจุดมากที่สุด นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาด 7 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ด้านราคา (Price) ด้านช่องทางจัดจำหน่าย (Place) และด้านส่งเสริมการตลาด (Promotion) ซึ่งมาจากแบบสอบถามความคิดเห็น ในการดำเนินการวิจัยระยะที่ 3 และเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีบริการหลังการขายจึงได้วิเคราะห์เพิ่มเติมอีก 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบุคลากร (People) ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) และด้านกระบวนการให้บริการ (Process) จากการสัมภาษณ์ผู้ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ที่เป็นบุคลากรด้านสาธารณสุข 3 ท่านและผู้ที่ไม่ใช่บุคลากรสาธารณสุข 3 ท่าน โดยการนำผลการวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาด 7 ด้านนั้น จะอธิบายไว้ในแต่ละหัวข้อย่อยของกลยุทธ์ทางการตลาด

การวิเคราะห์ STP จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การแบ่งส่วนการตลาด (Segmentation) การเลือกกลุ่มตลาดเป้าหมาย (Targeting) และ การกำหนดจุดยืนของผลิตภัณฑ์ (Positioning)

1) การแบ่งส่วนการตลาด (Segmentation) จะแบ่งเป็น 2 ส่วน ตามประเภทของธุรกิจ ได้แก่ ส่วนตลาดที่เป็น B2C นั้น คือ การขายผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้ารายบุคคล เช่น ลูกหลานของผู้สูงอายุที่มีผู้สูงอายุที่ต้องดูแล ตัวผู้สูงอายุเองที่ต้องการใช้อุปกรณ์ และส่วนตลาดที่เป็น B2B เช่น สถานดูแลผู้สูงอายุหรือโรงพยาบาลที่ดูแลผู้สูงอายุทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน

2) การเลือกกลุ่มตลาดเป้าหมาย (Targeting) จากข้อมูลแบบสอบถามฯ ที่พบว่าบุคลากรด้านการแพทย์ฯ มีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ มากกว่าผู้ที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ฯ สะท้อนให้เห็นว่าสถานประกอบการด้านสาธารณสุขนั้นเป็นกลุ่มลูกค้าที่สำคัญสอดคล้องกับการวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมายที่ได้จากส่วนแบ่งตลาดข้างต้น ที่พบว่ากลุ่มที่เป็น B2B จะให้ Value ในการทำธุรกิจสูงกว่า เนื่องจากกลุ่มที่เป็น B2B มีจำนวนผู้สูงอายุอาศัยอยู่ร่วมกันจำนวนมาก ทำให้การใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์มีความคุ้มค่า สามารถหมุนเวียนใช้อุปกรณ์ได้ และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายผู้ดูแลผู้สูงอายุออกกำลังกาย เนื่องจากสามารถดูแลได้คราวละ 4 คน นอกจากนี้ยังช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการบริการ ซึ่งเป็นต้นทุนสำคัญของธุรกิจ เพราะพนักงานของบริษัทสามารถเดินทางไปบริการครั้งเดียวและดูแลได้หลายชุด โดยอุปกรณ์ดังกล่าวยังไม่เคยมีในตลาด การนำเข้าไปใช้ในสถานย่อมทำให้เกิดความน่าเชื่อถือ สำหรับตลาดลูกค้ารายบุคคลนั้นจำเป็นต้องมีไว้เพื่อเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงอุปกรณ์ หากลูกค้ามีความจำเป็นต้องใช้ แต่ไม่สามารถเดินทางมายังสถานประกอบการที่มีอุปกรณ์ไว้บริการ โดยการขายให้กับลูกค้ารายบุคคลนั้นมุ่งหวังตอบแทนสังคมมากกว่าการทำเพื่อผลกำไร

3) การกำหนดจุดยืนของผลิตภัณฑ์ (Positioning) เนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นสินค้านวัตกรรม จุดยืนของผลิตภัณฑ์จึงเน้นการสร้างความแตกต่างในการใช้งานผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีขายตามตลาดนั้นส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ราคาถูก ในราว 6,000-20,000 บาท จะใช้ได้กับผู้ที่มีร่างกายแข็งแรงและไม่มีคุณสมบัติในการป้องกันการล้มขณะออกกำลังกาย สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ตามโรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่มีลักษณะคล้ายกันนั้นจะเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาพิเศษ สำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะอ่อนแอมากๆ ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีราคาแพงมาก เช่น อุปกรณ์ช่วยเดินต่างๆ โดยจะกำหนดราคา ะหว่าง 100,000-1,000,000 บาท โดยหากพิจารณาตำแหน่งผลิตภัณฑ์กับอุปกรณ์ออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มที่กล่าวมาจะพบว่าตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ตามภาพที่ 6.2 นั้นไม่ทับซ้อนกัน และต่างมีตลาดที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 6.3 การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ระหว่างอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการลื่นสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

#### 6.7.1 เป้าหมายทางการตลาด

##### 6.7.1.1 ระยะสั้น-กลาง 1-5 ปี

- 1) สร้างยอดขายในปีที่ 1 มากกว่า 6,000,000 บาท
- 2) สร้างการเติบโตปีที่ 2 เพิ่มขึ้น 15 % เพื่อให้สอดคล้องกับแผนธุรกิจ

##### 6.7.1.2 ระยะยาว 6-10 ปี

รักษายอดขาย เพื่อให้สอดคล้องกับแผนธุรกิจ

##### 6.7.1.3 ตลาดกลุ่มเป้าหมาย (target market)

- 1) กลุ่มเป้าหมายหลัก (primary target) คือ ลูกค้าสถานดูแลผู้สูงอายุ โรงพยาบาลที่มีผู้สูงอายุ หรือสถานประกอบการที่ต้องการคู่ความร่วมมือในการดูแลผู้สูงอายุ
- 2) กลุ่มเป้าหมายรอง (secondary target) คือ ลูกค้าประเภทบุคคล

#### 6.7.2 กลยุทธ์ทางการตลาด แยกตามส่วนประสมทางการตลาด 7 ด้าน

##### 1) กลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์/บริการ

จากผลการสำรวจความคิดเห็นฯ ด้านผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามให้

ความสำคัญในระดับสูงมาก 3 อันดับแรก ได้แก่ มีความปลอดภัย สามารถช่วยป้องกันการบาดเจ็บได้จริง และมีความแข็งแรง สำหรับส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการใช้เทคโนโลยี Sensor สำหรับการเตือน ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมาก ทั้ง 3 หัวข้อ ได้แก่ มีการสื่อสารไปยังผู้ดูแลเมื่อสัญญาณเตือนดัง มีสัญญาณเตือนก่อนล้ม และมีสัญญาณเตือนเมื่อล้ม กลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์จึงมุ่งเน้นการตอบโจทย์ความต้องการด้านผลิตภัณฑ์ของลูกค้า ดังนี้

- กลยุทธ์สร้างความเชื่อมั่น ด้วยการแสดงสิทธิบัตรที่ได้รับ พร้อมจัดทำเครื่องหมายการค้า เพื่อให้ลูกค้าเริ่มคุ้นเคยและยอมรับ

- กลยุทธ์การสาธิตการใช้อุปกรณ์ เพื่อยืนยันคุณสมบัติด้าน ความปลอดภัย สามารถช่วยป้องกันการบาดเจ็บได้จริง และมีความแข็งแรง รวมถึงความแม่นยำของสัญญาณเตือนที่นำมาใช้ เพื่อให้ลูกค้ามั่นใจก่อนการตัดสินใจซื้อสินค้า และในวันรับสินค้าพนักงานติดตั้งอุปกรณ์จะสาธิตการใช้อุปกรณ์ จนมั่นใจว่าลูกค้าจะสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้จริง

- กลยุทธ์การรับประกันสินค้าทุกชิ้นส่วนหากมีการเสียหายในเวลา 5 ปีนับจากวันรับสินค้า ตรวจสอบภายใน 15 วันหลังรับสินค้าและตรวจสอบทุกปีอีก 4 ครั้ง ก่อนหมดประกัน

## 2) กลยุทธ์ด้านราคา

จากผลการสำรวจความคิดเห็นฯ ด้านราคา พบว่าราคาของผู้ตอบแบบสอบถามเลือกราคาต่ำกว่า 10,000 บาท เป็นลำดับที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 46.9 เลือกราคาระหว่าง 10,000-25,000 บาท ลำดับที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 40.4 และเลือกราคามากกว่า 25,000 บาท ลำดับที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 12.7 ซึ่งส่งผลต่อกลยุทธ์การกำหนดราคาอย่างมาก นอกจากนี้ผลการสำรวจตลาดพบว่าอุปกรณ์ที่ใช้งานใกล้เคียงกันมีขายอยู่ในตลาดที่ราคา 60,000 บาท ผู้วิจัยจึงกำหนดราคาผลิตภัณฑ์ให้ไม่เกิน 25,000 ซึ่งยังเป็นจุดที่ทำกำไรได้ จากต้นทุนการผลิตที่แบบเครื่องเดียว เครื่องละ 18,000 บาท โดยกลยุทธ์ด้านราคา กำหนดราคาไว้ ดังนี้

- อุปกรณ์เดี่ยว ราคา 25,000 บาท
- อุปกรณ์คู่ ราคาคู่ละ 47,500 บาท
- อุปกรณ์สำหรับ 4 คน ราคา 90,000 บาท

- กลยุทธ์การบริหารจัดการลดต้นทุน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายโครงสร้างเหล็ก เนื่องจากโครงสร้างเหล็กที่ออกแบบมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 9,000 บาท คิดเป็น 50% ของต้นทุนผลิต การดัดแปลงสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์โดยใช้การติดตั้งราวยึดแทน จะช่วยลดค่าใช้จ่ายได้ การนำเสนอส่วนนี้จะเหมาะกับลูกค้าที่เป็นสถานดูแลผู้สูงอายุ หรือโรงพยาบาล โดยหากไม่มีโครงสร้างเหล็กจะเสนอส่วนลดให้ 30% เหลือเป็นราคาต่อเซต 17,500 บาท โดยบริษัทจะดูแลเฉพาะในส่วนการติดตั้งแผงควบคุม

และชุดรอก นอกจากนี้การปรับปรุงอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตในปีที่ 2 ได้ 3,000 บาท และในปีที่ 3 อีก 2,000 บาท

- กลยุทธ์ส่งเสริมการซื้อชุดติดกันเป็นเซตคู่ หรือมากกว่าสำหรับลูกค้าที่เป็นสถานดูแลผู้สูงอายุ และโรงพยาบาลที่มีผู้สูงอายุ ซึ่งประหยัดกว่าการซื้อชุดเดี่ยว โดยบริษัทจะให้ลดค่าครองเสากลางที่ใช้ร่วมกัน โดยกำหนดราคา ดังนี้

- หากซื้อ 1 เครื่อง ราคา 25,000 บาท
- หากซื้อ 2 เครื่อง ที่ใช้โครงเสาร่วมกัน 1 โครง มีส่วนลด 5% ราคา 47,500 บาท
- หากซื้อ 3 เครื่อง ที่ใช้โครงเสาร่วมกัน 1 โครง มีส่วนลด 5% ราคา 71,250 บาท
- หากซื้อ 4 เครื่อง ที่ใช้โครงเสาร่วมกัน 1 โครง มีส่วนลด 10% ราคา 90,000 บาท
- หากซื้อ 5 เครื่อง ที่ใช้โครงเสาร่วมกัน 1 โครง มีส่วนลด 10% ราคา 112,500 บาท
- หากซื้อ 6 เครื่อง ที่ใช้โครงเสาร่วมกัน 1 โครง มีส่วนลด 10% ราคา 135,050 บาท
- หากซื้อ 7 เครื่อง ที่ใช้โครงเสาร่วมกัน 1 โครง มีส่วนลด 10% ราคา 157,500 บาท
- หากซื้อ 8 เครื่อง ที่ใช้โครงเสาร่วมกัน 1 โครง มีส่วนลด 10% ราคา 180,000 บาท
- หากซื้อ 8 เครื่อง แบบไม่มีโครงสร้างเหล็ก มีส่วนลด 30% ราคา 140,000 บาท

- เพื่อสร้างโอกาสในการเข้าถึงผลิตภัณฑ์ ลูกค้าโครงการมีระยะเวลาชำระค่าสินค้าได้ถึง 90 วัน

- กลยุทธ์การขายสำหรับลูกค้ารายบุคคล โดยสร้างความร่วมมือกับสถาบันทางการเงิน นำเสนอโอกาสในการเข้าถึงผลิตภัณฑ์สำหรับลูกค้ารายบุคคล ในราคาขายเครื่องละ 25,000 บาท ลูกค้าสามารถผ่อนชำระด้วยบัตรเครดิต แบ่งจ่าย 5 เดือน เดือนละ 5,000 บาท ไม่มีดอกเบี้ย

กล่าวโดยสรุปผลิตภัณฑ์ในลักษณะต่างๆ จะมีราคา ดังนี้

- ผู้ใช้คนเดียว เครื่องละ 25,000 บาท
- ผู้ใช้ 2-3 คน ใช้โครงเสาร่วมกัน 1 โครง ราคา 23,750 บาทต่อเครื่อง
- ผู้ใช้ 4-8 คน ใช้โครงเสาร่วมกัน 1 โครง ราคา 22,500 บาทต่อเครื่อง
- ราคา 8 เครื่อง แบบไม่มีโครงสร้างเหล็ก ราคา 17,500 บาทต่อเครื่อง

### 3) กลยุทธ์ด้านช่องทางจัดจำหน่าย

จากผลการสำรวจความคิดเห็นฯ ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมากมี 2 ช่องทาง จาก 8 ช่องทาง ได้แก่ ควรเป็นบริการฟรีในโรงพยาบาล และควรเป็นบริการฟรีในสถานดูแลผู้สูงอายุ สำหรับช่องทางการจัดจำหน่ายที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมี 5 ช่องทาง ได้แก่ ขายผ่านร้านอุปกรณ์การแพทย์

ขายผ่านโรงพยาบาล ควรเป็นบริการฟรีในสถานออกกำลังกาย ขายผ่านร้านขายยา และขายแบบ Online ดังนั้นการนำเสนอผลิตภัณฑ์โดยตรงไปยังสถานประกอบการที่เป็นสถานดูแลผู้สูงอายุ หรือโรงพยาบาลที่มีผู้สูงอายุจะเป็นช่องทางหลักในการขายอุปกรณ์ โดยมีกลยุทธ์ ดังนี้

- กลยุทธ์การขายตรงให้กับสถานดูแลผู้สูงอายุ หรือโรงพยาบาลที่มีผู้สูงอายุ โดยการขอพบ และนำเสนอผลิตภัณฑ์ หรือการเสนอขายผ่านงานแสดงสินค้าด้านอุปกรณ์การแพทย์
- การสั่งซื้อผ่าน Mobile Application ขายสินค้าออนไลน์ที่นิยมที่สุดในประเทศไทยที่บริษัทลงข้อมูลไว้เพื่อการตัดสินใจซื้อ ตลอด 24 ชม. ซึ่งเป็นที่นิยมของคนไทยในปัจจุบัน

#### 4) กลยุทธ์ด้านส่งเสริมการตลาด

จากผลการสำรวจความคิดเห็นฯ ด้านการส่งเสริมการตลาดที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมากมี 2 กิจกรรม จาก 5 กิจกรรม ได้แก่ มีบริการข้อมูลผลิตภัณฑ์ใน Website และมี Call Center ให้คำปรึกษาการใช้อุปกรณ์ สำหรับอีก 3 กิจกรรมส่งเสริมการตลาด ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูง ได้แก่ มีการสาธิตและจัดแสดงในห้างสรรพสินค้า/หรือศูนย์แสดงสินค้า มีระบบเงินผ่อน และราคาถูกลงเมื่อสั่งซื้อจำนวนมาก จึงนำเสนอกลยุทธ์ส่งเสริมการตลาด ดังนี้

- การโฆษณา ทั้งในรูปแบบของการนำเสนอผ่าน Website หลักของบริษัท Web portal ที่นิยมของไทยในหมวดสุขภาพ และ Website ประชาสัมพันธ์ของสถานดูแลผู้สูงอายุ
- การประชาสัมพันธ์ ทำสิ่งพิมพ์เผยแพร่ ในโรงพยาบาล สถานดูแลผู้สูงอายุ ขนาดใหญ่ ในช่วงที่โรงพยาบาลหรือสถานดูแลผู้สูงอายุจัดส่งเสริมสุขภาพให้ลูกค้าที่ให้ผู้ขายสินค้าเข้าร่วมแสดงและขายสินค้าได้
- ทำสิ่งพิมพ์เผยแพร่ แสดงวิธีการใช้งานอุปกรณ์ ประโยชน์ที่จะได้รับ เน้นการลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลผู้สูงอายุที่หกล้ม กรณีที่มีโอกาสจัดตั้งบูธในงานสัมมนาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมของประเทศ
- จัดแถลงข่าวเปิดตัวประชาสัมพันธ์นวัตกรรมของการประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์ของบริษัท ความสามารถของบริษัท และบรรยายถึงแนวทางการใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมดังกล่าว โดยมีการจัดเตรียมคำพูดเพื่อนำเสนอบริษัท (Speech) การจัดเตรียมเนื้อหาข่าวเพื่อส่งให้สื่อแนะนำเสนอ (Press release) การจัดประชุมสัมมนาเพื่อนำเสนอผลิตภัณฑ์ของบริษัท
- การให้ข่าว (Publicity) การจดสิทธิบัตรและแนวทางการนำผลิตภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์ ให้กับหน่วยงานส่งเสริมนวัตกรรมของราชการ เช่น สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ สำนักงานพัฒนา



วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ เพื่อให้ช่วยประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์

- การตลาดออนไลน์ เนื่องจากปัจจุบันการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตมีมากขึ้น ประกอบกับเป็นยุคดิจิทัลซึ่งกลุ่มลูกค้าสามารถที่จะเข้าถึงได้โดยการสร้างคลิปวิดีโอแนะนำที่ทันสมัย ทำ QR code เพื่อประชาสัมพันธ์ร่วมไปกับกิจกรรมการแนะนำโครงการ มีการส่งวิดีโอคลิปลงใน Youtube รวมถึงการแนะนำบริษัทลงใน Instagram และ Facebook ทั้งนี้ รวมถึงการมี Twitter ID ของบริษัทเพื่อเพิ่มช่องทางการติดต่อ

#### 5) กลยุทธ์ด้านบุคลากร

จากการสัมภาษณ์ผู้ที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ถึงคุณลักษณะบุคลากรที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ผู้ที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ให้ความสำคัญกับบุคลากรที่มีลักษณะ เป็นมืออาชีพ สามารถสาธิตและให้คำอธิบายได้ชัดเจน มีใจรักในการบริการ และเข้าใจผู้สูงอายุด้วยลักษณะบุคลากรดังกล่าว ผู้วิจัยได้กำหนดกลยุทธ์ด้านบุคลากร ไว้ดังนี้

- กลยุทธ์การสร้างความสามารถในการสาธิตการใช้อุปกรณ์ โดยการอบรมการใช้อุปกรณ์ การทดสอบการสาธิตการใช้อุปกรณ์ และทำการทบทวนทุก ๆ ไตรมาส นอกจากนี้ยังมีมาตรการสุ่มตรวจมาตรฐานโดยการทำ Blind examination ด้วยการปลอมเป็นลูกค้าที่ซื้ออุปกรณ์

- กลยุทธ์ส่งเสริมความมีใจรักในการบริการ โดยการชื่นชม และให้รางวัลพิเศษ เมื่อได้รับคำชื่นชมจากลูกค้า รวมถึงการอบรมเทคนิคการดูแลลูกค้า

#### 6) กลยุทธ์ด้านลักษณะทางกายภาพ

จากการสัมภาษณ์ผู้ที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ถึงลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ผู้ที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ให้ความสำคัญลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์ และผู้ที่มาติดตั้งและให้บริการ ดังนี้ อุปกรณ์ต้องมีความปลอดภัย แข็งแรงมั่นคง เข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมของสถานประกอบการที่เป็นสถานดูแลผู้สูงอายุ และโรงพยาบาล สำหรับบุคลากรที่มาให้บริการต้องแต่งกายสุภาพ พุดจาสุภาพ ยิ้มแย้มแจ่มใส ด้วยลักษณะทางกายภาพที่ลูกค้าต้องการ ผู้วิจัยได้กำหนดกลยุทธ์ด้านบุคลากร ไว้ดังนี้

- กลยุทธ์การสร้างภาพลักษณ์ของอุปกรณ์ให้เหมาะกับสภาพพื้นที่ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายเพิ่มในการปรับปรุงลักษณะภายนอก เช่น การทาสีโครงสร้างเหล็ก หรือการใช้วัสดุหุ้มโครงสร้าง

- กลยุทธ์การสร้างภาพลักษณ์สำหรับบุคลากรที่ให้บริการ ได้แก่ การออกแบบยูนิฟอร์มให้ดูสะอาด และน่าเชื่อถือในด้านความปลอดภัย รวมถึงการจัดจัดทำบัตรแสดงตนให้บุคลากร

### 7) กลยุทธ์ด้านกระบวนการในการให้บริการ

จากการสัมภาษณ์ผู้ที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ถึงลักษณะกระบวนการในการให้บริการที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้ที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ จะใช้งานอุปกรณ์ในระหว่างเวลา 8.00-20.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่สามารถจัดให้ผู้สูงอายุออกกำลังกายได้ ดังนั้นช่วงเวลาสำคัญที่ต้องการติดต่อกับผู้ให้บริการ จะเป็นทุกวัน ระหว่างเวลา 8.00-20.00 น. ความต้องการอื่นๆ ได้แก่ การให้บริการได้รวดเร็ว มีอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ทดแทนให้ใช้งานระหว่างรอซ่อม สามารถร้องเรียนผู้ให้บริการมายังบริษัทได้โดยตรง ผู้วิจัยได้กำหนดกลยุทธ์ด้านกระบวนการในการให้บริการ ไว้ดังนี้

- กลยุทธ์การจัดทำมาตรฐานการให้บริการ โดยให้พนักงานติดตั้งอุปกรณ์และบริการลูกค้าเข้าใจและปฏิบัติตามมาตรฐานการให้บริการ จัดให้มีแบบประเมินบริการหลังได้รับบริการ ผ่านการสแกน QR Code ส่งกลับมาที่บริษัท นอกจากนี้ผู้จัดการบริษัทต้องเข้าเยี่ยมลูกค้า และรับข้อร้องเรียนการบริการโดยตรง และมีโปรแกรมการสุ่มเข้าเยี่ยมลูกค้าในทุกเดือน

- กลยุทธ์การส่งเสริมการบริการที่ประทับใจ โดยให้ผู้ให้บริการจัดการบริการที่รวดเร็ว นอกจากนี้มีการจัดทำข้อมูลการดูแลสุขภาพอายุใน website บริษัท และเปิดโอกาสให้ลูกค้าเสนอหัวข้อที่ต้องการทราบได้อีกด้วย จัดให้ผู้จัดการทำหน้าที่ Call Center ในช่วงเวลา เวลา 8.00-20.00 น. เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้า และอาจพิจารณาเพิ่มผู้ดูแลในส่วนนี้ หากมีการใช้บริการเพิ่มขึ้นมากกว่า 5 รายต่อวัน

- กลยุทธ์การสร้างเครือข่ายผู้ใช้บริการ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้บริการด้วยกันโดยมีบริษัทเป็นสื่อกลาง ผ่านการจัดกิจกรรมสมาชิกผู้ใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ทาง Line Group และมุมสมาชิกใน Facebook การจัดกิจกรรมสัมมนาระหว่างลูกค้าเพื่อเชื่อมความสัมพันธ์ และเป็นช่องทางที่จะได้รับความความคิดเห็น และประสบการณ์การใช้งานของลูกค้า

### 6.8 แผนการผลิตและบริการ

การประมาณการยอดขาย พิจารณาจาก

- 1) จำนวนผู้ประกอบการธุรกิจดูแลผู้สูงอายุในประเทศไทย มีจำนวนทั้งสิ้น 800 ราย แบ่งเป็น นิติบุคคล 200 ราย และบุคคลธรรมดา 600 ราย (ผู้จัดการออนไลน์, 2562) จำนวนโรงพยาบาลและสถานพยาบาลทั่วประเทศ ที่มีเตียงผู้ป่วยไว้ค้างคืน จำนวน 1,095 แห่ง เป็นของรัฐ 774 แห่ง เป็นของเอกชน 321 แห่ง (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข, 2558) ในส่วนของคลินิกกายภาพบำบัด ซึ่งเป็นหน่วยงานที่สามารถนำอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ไปใช้ได้ นั้น นอกจากจะมีหน่วยกายภาพบำบัดเป็นแผนกหนึ่งในโรงพยาบาลที่มีขนาดใหญ่

แล้วในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล ยังมีคลินิกกายภาพที่ไม่อยู่ในสังกัดโรงพยาบาลอีก 68 แห่ง แบ่งเป็นในกรุงเทพ 62 แห่ง และปริมณฑล 6 แห่ง (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข, 2558)

2) จำนวนผู้สูงอายุ ปี 2563 มีจำนวน 12,621,000 คน และปี 2573 มีจำนวน 17,578,000 คน โดยผู้สูงอายุที่อายุตั้งแต่ 70 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 40 ของจำนวนผู้สูงอายุทั้งหมด โดยอัตราการเพิ่มของประชากรสูงอายุ ช่วงปี 2558-2563 ร้อยละ 4.0 ช่วงปี 2563-2568 ร้อยละ 3.6 ช่วงปี 2568-2573 ร้อยละ 3.0 และช่วงปี 2573-2578 ร้อยละ 1.9 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2556)

จำนวนผู้ประกอบการธุรกิจสถานดูแลผู้สูงอายุ จำนวน 800 แห่ง ซึ่งมีจำนวนผู้สูงอายุที่รับดูแลแตกต่างกันไปตั้งแต่ 20 คน จนถึง 200 คน ซึ่งหากประมาณการเฉลี่ยจำนวนผู้สูงอายุที่อยู่ในสถานดูแลผู้สูงอายุเฉลี่ยแห่งละ 100 คน และประมาณการจำนวนผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 70 ปี ที่อยู่ในสถานดูแลผู้สูงอายุ โดยเฉลี่ยแห่งละ 50 คน จะประมาณได้ว่า มีผู้สูงอายุที่มีโอกาสเป็นผู้ใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ถึง 40,000 คน

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าในช่วง 5 ปีแรก ยังมีตลาดอยู่มาก ด้วยเป็นอุปกรณ์ใหม่ที่ยังไม่มีในตลาด จึงเริ่มยอดขายที่ 250 เครื่อง แบ่งเป็นลูกค้าโครงการ 240 เครื่อง เพิ่มยอดขายในปีที่ 2 ถึงปีที่ 5 ที่ 15% ต่อปี ลูกค้าบุคคล เริ่มที่ 10 เครื่องในปีที่ 1 และเพิ่มปีละ 5 เครื่องถึงปีที่ 5 สำหรับหลังปีที่ 5 ผู้ประกอบการด้านสุขภาพที่ซื้อแล้วมักไม่ซื้อซ้ำจึงรักษายอดขายคงที่ถึงปีที่ 10

สมมติฐานที่ใช้ประมาณการต้นทุนการผลิตอ้างอิงจากอัตราเงินเฟ้อทั่วไปปี 2562 อยู่ที่ 1.0 และปี 2563 อยู่ที่ 1.1 ข้อมูลจาก การประชุมนักวิเคราะห์ วันที่ 19 เมษายน 2562

โดยธนาคารแห่งประเทศไทย (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2562) ผู้วิจัยจึงกำหนดสมมติฐาน มีดังนี้ ต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นตามเงินเฟ้อ กำหนดไว้ปีละ 1% ต้นทุนค่าจ้างที่สูงขึ้นตามเงินเฟ้อ กำหนดไว้ปีละ 3% และค่าคอมมิชชั่นกำหนดที่ 1% ของยอดขายต่อเครื่อง

ในการทำธุรกิจนี้ไม่มีต้นทุนค่าแรงงานทางตรง เป็นการจ้างผลิตทั้งหมด เนื่องจากสามารถเลือกใช้ซัพพลายเออร์ที่มีความชำนาญ ซึ่งใช้เครื่องมือในผลิตที่ต่างกัน ได้แก่ งานโครงสร้างเหล็ก งานประกอบอุปกรณ์ควบคุม และงานประกอบชุดรอก ในการสั่งผลิตสินค้าจึงสั่งผลิตแบบแยกส่วน 3 รายหลัก ได้แก่ ซัพพลายเออร์ที่ดูแลโครงสร้างเหล็ก ซัพพลายเออร์ที่ดูแลกล่องควบคุม และซัพพลายเออร์ที่ดูแลชุดรอก โดยซัพพลายเออร์แต่ละรายจะขายชิ้นส่วนของอุปกรณ์เหล่านี้อยู่แล้ว ชิ้นส่วนงานจึงจัดเก็บไว้ที่บริษัทของซัพพลายเออร์ เมื่อมีการสั่งซื้อจึงนำมาประกอบที่คลัง

กำหนดระยะเวลาการให้เครดิตซื้อสินค้าจากซัพพลายเออร์ค่อนข้างเร็วที่ 30 วัน เพื่อจูงใจในการทำสินค้า ซึ่งช่วยทำให้ใช้ระยะเวลาถือครองสินค้าคงคลังเพียง 5 วัน

การประมาณการแรงงานสำหรับงานบริหารจัดการ งานขาย งานติดตั้ง และงานบริการ หลังการขาย จะมีผู้ดูแลการขาย 1 คน ตลอดทั้งโครงการ สำหรับพนักงานการตลาด ติดต่อกู้ค้า และติดตั้งอุปกรณ์ฯ ในปีที่ 1 ประมาณการไว้ที่ 1 คน เนื่องจากเป็นปีที่เริ่มดำเนินผู้ก่อตั้งบริษัทจะเข้ามามีบทบาทในการช่วยดูแลลูกค้าด้วย สำหรับ ปีที่ 2 ประมาณการไว้ที่ 2 คน ปีที่ 3 ถึง ปีที่ 10 ประมาณการไว้ที่ 3 คน มีพนักงานธุรการ 1 คน ทำหน้าที่รวบรวมเอกสารบัญชีและการเงินส่งให้ Outsource

จากระยะเวลาของโครงการที่ 10 ปี ในการจัดทำแผนการผลิตและต้นทุนการผลิตและบริการตามรูป 6.1 รวมถึงแผนทางการเงินต่าง ๆ ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานทางการเงิน ดังนี้

1) ยอดขายเริ่มต้นที่ 250 เครื่อง แบ่งเป็นลูกค้าโครงการ เริ่มต้นที่ 240 เครื่อง เพิ่มจำนวนยอดขายในปีที่ 2 ถึงปีที่ 5 เป็น 15% ต่อปี สำหรับลูกค้าบุคคล เริ่มต้นที่ 10 เครื่องในปีที่ 1 และเพิ่มขึ้นปีละ 5 เครื่องจนถึงปีที่ 5 หลังจากนั้นรักษายอดขายลูกค้าทั้ง 2 กลุ่ม คงที่ถึงปีที่ 10

2) ประมาณการผู้ซื้อแต่ละประเภทไว้ ดังนี้

- เครื่องสำหรับผู้ไ้ 2-3 คน จำนวน 120 เครื่อง ราคาเครื่องละ 23,750 บาท รายรับเท่ากับ 2,850,000 บาทต่อปี
- เครื่องสำหรับผู้ไ้ 4-8 คน จำนวน 120 เครื่อง ราคาเครื่องละ 22,500 บาท รายรับเท่ากับ 2,700,000 บาทต่อปี
- เครื่องสำหรับผู้ไ้คนเดียว จำนวน 10 เครื่อง ราคาเครื่องละ 25,500 บาท รายรับเท่ากับ 255,000 บาทต่อปี

3) ค่าใช้สิทธิบัตรจ่ายครั้งเดียว 300,000 บาท ตัดจำหน่ายปีละ 10% และค่า Royalty 3% จากราคาขายต่อเครื่อง คิดเป็นเครื่องละ 750 บาท

4) ต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นตามเงินเฟ้อ กำหนดไว้ปีละ 1% ต้นทุนค่าจ้างที่สูงขึ้นตามเงินเฟ้อ กำหนดไว้ปีละ 3%

5) ค่าใช้จ่ายในการขาย ค่าคอมมิชชั่นกำหนดที่ 1% ของยอดขายต่อเครื่อง และค่าขนส่งกำหนดที่ 500 บาทต่อเครื่อง

6) ต้นทุนโครงเหล็กสำเร็จรูป 9,000 บาทต่อเครื่อง และต้นทุนชุดควบคุมและชุดรอกรวม 9,000 บาทต่อเครื่อง ต้นทุนขนส่งสินค้า 500 บาทต่อเครื่อง การประหยัดต้นทุนจากการปรับปรุง

สินค้า ในปีที่ 2 สามารถประหยัดได้ 3,000 บาทต่อเครื่อง จากการต้นทุนค่าใช้จ่ายโครงเหล็ก และ ในปีที่ 3 เป็นต้นไปสามารถประหยัดได้ 5,000 บาท ต่อเครื่อง จากการปรับปรุงอุปกรณ์เซ็นเซอร์

7) ค่าจ้างผู้จัดการจำนวน 1 คน ตลอดทั้งโครงการ อัตรา 40,000 บาทต่อเดือน สำหรับพนักงานขายและติดตั้งในปีที่ 1 จำนวน 1 คน ปีที่ 2 จำนวน 2 คน ปีที่ 3 ถึง 10 จำนวน 3 คน อัตรา 25,000 บาทต่อเดือนต่อคน ค่าเดินทางรวมปีละ 30,000 บาท เดือนละ 2,500 บาท

8) ค่าเช่าสำนักงานพร้อมอุปกรณ์ ปีละ 100,000 บาท และค่าวัสดุสิ้นเปลืองสำนักงาน ปีละ 36,000 บาท

9) ค่าเช่าคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ ปีละ 36,000 บาท ค่าสาธารณูปโภค ปีละ 48,000 บาท ค่าโฆษณาการตลาด ปีละ 125,000 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ รวม ปีละ 100,000 บาท ได้แก่ งานบัญชีเดือนละ 6,000 บาท ค่าอบรมปีละ 28,000 บาท

10) ระยะเวลาการให้เครดิตขายสินค้าสำหรับลูกค้าธุรกิจ 90 วัน ระยะเวลาการให้เครดิตขายสินค้าสำหรับลูกค้าบุคคล 0 วัน ระยะเวลาการให้เครดิตซื้อสินค้าจากซัพพลายเออร์ 30 วัน และระยะเวลาถือครองสินค้าคงคลัง 5 วัน

11) นโยบายจ่ายเงินปันผลให้ผู้ถือหุ้นในปีแรกไม่จ่าย ปีที่ 2 จ่าย 300,000 บาท ปีที่ 3 ถึง 5 จ่ายปีละ 600,000 บาท และปีที่ 6 ถึงปีที่ 10 จ่ายปีละ 1,200,000 บาท

แผนการผลิตและต้นทุนการผลิตและบริการ จากสมมติฐานข้างต้น แสดงดังตารางที่ 6.1 ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อกำหนดราคาขาย เครื่องละ 25,000 บาท และมีต้นทุนตามสมมติฐานข้างต้น ผลการคำนวณจุดคุ้มทุน (Break even point) เฉลี่ยตลอดระยะเวลาโครงการปี พบว่าต้องผลิตที่ 253 เครื่องต่อปี จึงจะคุ้มทุน

ตารางที่ 6.1 แสดงแผนการผลิตและต้นทุนการผลิตและบริการ

	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
จำนวนการผลิตต่อปี (เครื่อง)	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
<b>ต้นทุนผันแปร</b>										
ต้นทุนการผลิต (ต่อเครื่อง)										
โครงสร้างเหล็กสำเร็จรูป	9,000	9,090	9,181	9,273	9,365	9,459	9,554	9,649	9,746	9,843
ชุดควบคุม และวอลุ่มสำเร็จรูป	9,000	9,090	9,181	9,273	9,365	9,459	9,554	9,649	9,746	9,843
การประหยัดต้นทุน	-	(3,000)	(5,000)	(5,000)	(5,000)	(5,000)	(5,000)	(5,000)	(5,000)	(5,000)
ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	18,000	15,180	13,362	13,545	13,731	13,918	14,107	14,298	14,491	14,686
ต้นทุนค่าแรงทางตรง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ต้นทุนค่า Royalty (3%) (บาท/เครื่อง)	750	758	765	773	780	788	796	804	812	820
ต้นทุนค่า Commission (บาท/เครื่อง)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
ต้นทุนค่าจัดส่งสินค้า (บาท/เครื่อง)	500	505	510	515	520	526	531	536	541	547
<b>รวมต้นทุนผันแปร (บาท/เครื่อง)</b>	19,500	16,685	14,872	15,061	15,251	15,444	15,638	15,835	16,033	16,233
<b>ต้นทุนค่าใช้จ่ายและบริการ</b>										
เงินเดือนผู้จัดการ	513,000	538,200	564,660	592,443	621,615	640,264	659,472	679,256	699,633	720,622
เงินเดือนพนักงาน	324,000	688,400	1,123,200	1,198,800	1,274,400	1,274,400	1,274,400	1,274,400	1,274,400	1,274,400
ค่าเช่าสำนักงานพร้อมอุปกรณ์	100,000	101,000	102,010	103,030	104,060	105,101	106,152	107,214	108,286	109,369
ค่าเช่าคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์	36,000	36,360	36,724	37,091	37,462	37,836	38,215	38,597	38,983	39,373
ค่าวัสดุสิ้นเปลืองสำนักงาน	36,000	36,360	36,724	37,091	37,462	37,836	38,215	38,597	38,983	39,373
ค่าสาธารณูปโภค	48,000	48,480	48,965	49,454	49,949	50,448	50,953	51,462	51,977	52,497
ค่าโฆษณาการตลาด	125,000	126,250	127,513	128,788	130,076	131,376	132,690	134,017	135,357	136,711
ค่าเดินทาง	30,000	30,300	30,603	30,909	31,218	31,530	31,846	32,164	32,486	32,811
สิทธิบัตรจัดจำหน่าย	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
ค่าเสื่อมราคา	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
ค่าใช้จ่าอื่น ๆ (งานบัญชี งานอบรม)	100,000	101,000	102,010	103,030	104,060	105,101	106,152	107,214	108,286	109,369
<b>รวมต้นทุนคงที่ (บาท)</b>	1,352,000	1,756,350	2,212,408	2,320,636	2,430,302	2,453,893	2,478,094	2,502,920	2,528,390	2,554,523
<b>Breakeven Analysis (ชิ้นปี)</b>	246	211	218	233	249	257	265	273	282	291

## 6.9 แผนการเงิน

แผนการเงินแสดงไว้ตามลำดับดังนี้ งบกำไรขาดทุน ตารางที่ 6.2 และงบดุล ตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.2 งบกำไรขาดทุน

งบกำไรขาดทุน	หน่วย : บาท									
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
ปริมาณขาย	250	291	337	390	450	450	450	450	450	450
ราคาขายต่อหน่วย	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
รายได้จากการขาย	6,250,000	7,275,000	8,435,000	9,750,250	11,244,038	11,250,000	11,250,000	11,250,000	11,250,000	11,250,000
หัก ต้นทุนสินค้าขาย										
วัตถุดิบทางตรง	(4,500,000)	(4,417,380)	(4,508,271)	(5,282,848)	(6,175,618)	(6,263,181)	(6,348,313)	(6,434,296)	(6,521,139)	(6,608,851)
ค่าRoyalty	(187,500)	(218,250)	(253,050)	(292,508)	(337,321)	(337,500)	(337,500)	(337,500)	(337,500)	(337,500)
รวมต้นทุนขาย	(5,011,500)	(5,334,030)	(5,884,521)	(6,774,156)	(7,787,339)	(7,875,081)	(7,960,213)	(8,046,196)	(8,133,039)	(8,220,751)
กำไรก่อนหัก	1,238,500	1,940,970	2,550,479	2,976,094	3,456,699	3,374,919	3,289,787	3,203,804	3,116,961	3,029,249
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร	(1,175,500)	(1,237,655)	(1,305,648)	(1,380,252)	(1,462,354)	(1,488,471)	(1,515,036)	(1,542,250)	(1,570,133)	(1,598,702)
กำไรก่อนภาษี ดอกเบี้ยและค่าเสื่อมราคา (EBITDA)	63,000	703,315	1,244,830	1,595,842	1,994,344	1,886,448	1,774,751	1,661,553	1,546,828	1,430,547
หัก ค่าเสื่อมราคาและค่าตัดจำหน่าย	(40,000)	(40,000)	(40,000)	(40,000)	(40,000)	(40,000)	(40,000)	(40,000)	(40,000)	(40,000)
กำไรก่อนภาษีและดอกเบี้ย (EBIT)	23,000	663,315	1,204,830	1,555,842	1,954,344	1,846,448	1,734,751	1,621,553	1,506,828	1,390,547
หัก ต้นทุนทางการเงิน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กำไรก่อนภาษี (EBT)	23,000	663,315	1,204,830	1,555,842	1,954,344	1,846,448	1,734,751	1,621,553	1,506,828	1,390,547
หัก ภาษี	-	(54,497)	(135,725)	(188,376)	(248,152)	(231,967)	(215,213)	(198,233)	(181,024)	(163,582)
กำไร(ขาดทุน) สุทธิ	23,000	608,818	1,069,106	1,367,466	1,706,193	1,614,481	1,519,538	1,423,320	1,325,804	1,226,965

ตารางที่ 6.3 งบดุล

งบแสดงฐานะทางการเงิน	หน่วย : ล้านบาท									
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
รายการ										
สินทรัพย์										
สินทรัพย์หมุนเวียน										
เงินสด	231,767	354,808	616,734	1,185,566	2,057,198	2,516,206	2,881,576	3,150,785	3,322,537	3,395,510
ลูกหนี้การค้า	1,479,452	1,701,370	1,956,575	2,250,062	2,587,571	2,589,041	2,589,041	2,589,041	2,589,041	2,589,041
สินค้าคงเหลือ	61,644	60,512	61,757	72,368	84,598	85,797	86,963	88,141	89,331	90,532
รวมสินทรัพย์หมุนเวียน	1,772,863	2,116,690	2,635,066	3,507,996	4,729,367	5,191,045	5,557,580	5,827,968	6,000,909	6,075,083
สินทรัพย์ไม่หมุนเวียน										
ส่วนปรับปรุงอาคาร สิทธิบัตร และ อุปกรณ์	460,000	460,000	460,000	460,000	460,000	460,000	460,000	460,000	460,000	460,000
หัก ค่าเสื่อมราคาสะสม	(52,000)	(104,000)	(156,000)	(208,000)	(260,000)	(300,000)	(340,000)	(380,000)	(420,000)	(460,000)
รวมสินทรัพย์ไม่หมุนเวียน	408,000	356,000	304,000	252,000	200,000	160,000	120,000	80,000	40,000	-
รวมสินทรัพย์	2,180,863	2,472,690	2,939,066	3,759,996	4,929,367	5,351,045	5,677,580	5,907,968	6,040,909	6,075,083
หนี้สินและส่วนของผู้ถือหุ้น										
หนี้สินหมุนเวียน										
เจ้าหนี้การค้า	369,863	363,072	370,543	434,207	507,585	514,782	521,779	528,846	535,984	543,193
รวมหนี้สินหมุนเวียน	369,863	363,072	370,543	434,207	507,585	514,782	521,779	528,846	535,984	543,193
รวมหนี้สิน	369,863	363,072	370,543	434,207	507,585	514,782	521,779	528,846	535,984	543,193
ส่วนของผู้ถือหุ้น										
ทุนสามัญ	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000
กำไรสะสม	11,000	309,618	768,524	1,525,789	2,621,782	3,036,263	3,355,801	3,579,121	3,704,925	3,731,890
รวมส่วนของผู้ถือหุ้น	1,811,000	2,109,618	2,568,524	3,325,789	4,421,782	4,836,263	5,155,801	5,379,121	5,504,925	5,531,890
รวมหนี้สินและส่วนของผู้ถือหุ้น	2,180,863	2,472,690	2,939,066	3,759,996	4,929,367	5,351,045	5,677,580	5,907,968	6,040,909	6,075,083



## 6.10 บทสรุปการลงทุน

### 6.10.1 การประเมินผลตอบแทนการลงทุนโครงการ ใช้เครื่องมือทางการเงิน ดังนี้

1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) ประเมินจากประมาณการกระแสเงินสดเข้าและออกของโครงการตลอดระยะเวลา 10 ปี จากปีที่ 0 ถึงปีที่ 10 เพื่อคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) โดยใช้อัตราคิดลด (Discount rate) หรือค่าของเงินทุน (Cost of capital) ที่กำหนด กล่าวคือ อัตราผลตอบแทนของเงินทุนจากส่วนเจ้าของ นำมาคำนวณคิดลดเพื่อสะท้อนถึงมูลค่าเงินที่ลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นในอนาคต สำหรับโครงการนี้ ใช้อัตราคิดลดจาก WACC ที่ 10% เกณฑ์ในการประเมินมูลค่าปัจจุบัน (Net present value: NPV) จะพิจารณาจากมูลค่าสุทธิเมื่อสิ้นสุดโครงการ หากมูลค่าปัจจุบัน (Net present value: NPV) มีค่าเป็นบวกแสดงให้เห็นว่า โครงการนั้นมีความเหมาะสมสำหรับการลงทุน หากมีมากกว่าหนึ่งโครงการ ให้เลือกโครงการที่มีมูลค่าปัจจุบัน (Net present value: NPV) สูงสุด อย่างไรก็ตามควรใช้เครื่องมือทางการเงินอื่นพิจารณาประกอบการตัดสินใจด้วย

2) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return: IRR) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return: IRR) หมายถึง อัตราคิดลด (Discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบัน ของกระแสเงินสดจ่ายเพื่อการลงทุนในโครงการ เท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับจากการดำเนินการโครงการ ตลอดอายุการดำเนินการโครงการ กล่าวคือ เป็นการคำนวณหา อัตราคิดลด (Discount rate) ที่ทำให้ มูลค่าปัจจุบัน (Net present value: NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์ เกณฑ์ในการประเมินอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) จะพิจารณาจากอัตราที่มากกว่าศูนย์ กล่าวคือ อัตราที่สูงแสดงว่าให้อัตราผลตอบแทนมากกว่า

3) ระยะเวลาคืนทุน (Payback period) หมายถึง ระยะเวลาที่กระแสเงินสดรับจากโครงการ สามารถชดเชยกระแสเงินสดจ่ายของโครงการพอดี การคำนวณระยะเวลาคืนทุนไม่ได้คำนึงถึงมูลค่าเงินที่ลดลงตามระยะเวลาในอนาคต จึงเป็นตัวชี้วัดในระดับภาพรวมของโครงการไม่ละเอียดเท่าที่ควร เกณฑ์ประเมินระยะเวลาคืนทุนจะพิจารณาจากระยะเวลา โดยระยะเวลาที่สั้นย่อมหมายถึงโครงการได้รับผลตอบแทนกลับมาเร็วกว่าระยะที่ยาวนานกว่า

4) ดัชนีกำไร (Profitability index หรือ PI) หรือ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-cost ratio) คือ อัตราส่วนของมูลค่าปัจจุบันและกระแสเงินสดรับหลังภาษีของโครงการลงทุนต่อกระแสเงินสดจ่ายลงทุน เกณฑ์ประเมินดัชนีกำไรจะพิจารณาจากค่าดัชนีกำไร หาก PI มากกว่าหรือเท่ากับ 1 หมายถึงยอมรับโครงการลงทุน หากค่าดัชนีกำไร PI น้อยกว่า 1 หมายถึงไม่ยอมรับโครงการลงทุน

6.10.2 การคำนวณและวิเคราะห์ภาพอนาคต (Scenario analysis) มีการศึกษาเป็น 3 กรณี ได้แก่

- 1) กรณีพื้นฐาน (Base case) คำนวณบนสมมติฐานหลัก 2 ประการ คือ
  - ยอดขายเริ่มต้น 250 เครื่อง แบ่งเป็น ลูกค้ำธุรกิจเริ่มต้นปีละ 240 เครื่อง เพิ่มขึ้นปีละ 15% จนถึงปีที่ 5 และคงยอดขายเท่ากับปีที่ 5 จนถึงปีที่ 10 ลูกค้ำบุคคลเริ่มต้นปีละ 10 เครื่อง เพิ่มขึ้นปีละ 5 เครื่อง จนถึงปีที่ 5 และคงยอดขายเท่ากับปีที่ 5 จนถึงปีที่ 10
  - ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ระดับปกติ คือ 100%
- 2) กรณีดีมาก (Best case) คำนวณบนสมมติฐานหลัก 2 ประการ คือ
  - คำนวณที่ 120% ของยอดขายกรณีพื้นฐาน
  - ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ระดับปกติ คือ 100%
- 3) กรณีเลวร้าย (Worst case) คำนวณบนสมมติฐานหลัก 2 ประการ คือ
  - คำนวณที่ 80% ของยอดขายกรณีพื้นฐาน
  - ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ระดับปกติ คือ 100%

บทสรุปทางการเงินแสดงดังตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.4 บทสรุปการลงทุน

เครื่องมือวัด	เงื่อนไขที่กำหนด	ค่าที่คำนวณได้		
		Base Case	Best Case	Worse Case
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) (ล้านบาท)	NPV > 0	4,739,498	7,983,101	1,479,455
อัตราผลตอบแทนภายใน ของโครงการ (IRR)	IRR > WACC 10%	37%	56%	14%
ระยะเวลาการคืนทุน	< 5 ปี	3 ปี 5 เดือน	2 ปี 3 เดือน	5 ปี 4 เดือน
ดัชนีชี้วัดกำไร (PI) (เท่า)	>= 1	11.3	18.4	4.2

การประเมินและวิเคราะห์แสดงแยกตามกรณีศึกษา มีดังนี้

- 1) กรณีพื้นฐาน (Base case)
  - มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) ผลการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิกรณีพื้นฐานประมาณ 4,739,498 บาท มีมูลค่าเป็นบวก ซึ่งถือได้ว่าโครงการมีความเหมาะสม

ในการลงทุนและดำเนินการเปรียบเสมือนผู้ลงทุนได้กำไรจากโครงการนี้ในภาพรวมตามมูลค่าปัจจุบัน

- อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return: IRR) ที่ 37 % ต่อปี แสดงถึงความสามารถในการสร้างผลตอบแทนเสมือนการลงทุนหรือฝากเงินที่ได้ผลตอบแทนต่อปีในอัตราค่าดังกล่าว เมื่อเทียบกับต้นทุนเงินทุนที่ประมาณ 10 % แสดงว่าระดับของการสร้างผลตอบแทนโครงการในกรณีนี้มีความเหมาะสมในการลงทุน

- ระยะเวลาคืนทุน (Payback period) โครงการสามารถได้คืนทุนภายในระยะเวลาประมาณ 3 ปี 5 เดือน โดยมีได้ค่านึงถึงค่าเงินตามระยะเวลา

- ดัชนีกำไร (Profitability index หรือ PI) มีค่า 11.3 เท่า กล่าวคือ กิจกรรมมีผลกำไรที่ดีควรแก่การลงทุน

## 2) กรณีดีมาก (Best case)

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) ผลการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิกรณีพื้นฐานประมาณ 7,983,101 บาท มีมูลค่าเป็นบวก ซึ่งถือได้ว่าโครงการมีความเหมาะสมในการลงทุนและดำเนินการเปรียบเสมือนผู้ลงทุนได้กำไรจากโครงการนี้ในภาพรวมตามมูลค่าปัจจุบัน

- อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return: IRR) ที่ 56 % ต่อปี แสดงถึงความสามารถในการสร้างผลตอบแทนเสมือนการลงทุนหรือฝากเงินที่ได้ผลตอบแทนต่อปีในอัตราค่าดังกล่าว เมื่อเทียบกับต้นทุนเงินทุนที่ประมาณ 10 % แสดงว่าระดับของการสร้างผลตอบแทนโครงการในกรณีนี้มีความเหมาะสมในการลงทุน

- ระยะเวลาคืนทุน (Payback period) โครงการสามารถได้คืนทุนภายในระยะเวลาประมาณ 2 ปี 3 เดือน โดยมีได้ค่านึงถึงค่าเงินตามระยะเวลา

- ดัชนีกำไร (Profitability index หรือ PI) มีค่า 18.4 เท่า กล่าวคือ กิจกรรมมีผลกำไรที่ดีควรแก่การลงทุน

## 3) กรณีเลวร้าย (Worst case)

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) ผลการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิกรณีพื้นฐานประมาณ 1,479,455 บาท มีมูลค่าเป็นบวก ซึ่งถือได้ว่าโครงการมีความเหมาะสมในการลงทุนและดำเนินการเปรียบเสมือนผู้ลงทุนได้กำไรจากโครงการนี้ในภาพรวมตามมูลค่าปัจจุบัน

- อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return: IRR) ที่ 14 % ต่อปี แสดงถึงความสามารถในการสร้างผลตอบแทนเสมือนการลงทุนหรือฝากเงินที่ได้ผลตอบแทนต่อปีในอัตราค่าดังกล่าว เมื่อเทียบกับต้นทุนเงินทุนที่ประมาณ 10 % แสดงว่าระดับของการสร้างผลตอบแทนโครงการในกรณีนี้มีความเหมาะสมในการลงทุน

- ระยะเวลาคืนทุน (Payback period) โครงการสามารถได้คืนทุนภายในระยะเวลาประมาณ 5 ปี 4 เดือน โดยมีได้ค่านึงถึงค่าเงินตามระยะเวลา

- ดัชนีกำไร (Profitability index หรือ PI) มีค่า 4.2 เท่า กล่าวคือ กิจกรรมมีผลกำไรที่ดีกว่าการการลงทุน

## 6.11 แผนการประเมินความเสี่ยง

### ตารางที่ 6.5 แผนประเมินความเสี่ยง

ลำดับที่	ลักษณะความเสี่ยง	แนวทางป้องกันความเสี่ยง
1.	การมีคู่แข่งที่แข็งแกร่งในอนาคต	ศึกษาการปรับรูปแบบธุรกิจให้มีความยืดหยุ่น มุ่งเน้นการให้บริการที่ครบวงจร และสร้างเสริมการมีลูกค้าที่แข็งแกร่ง และสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับลูกค้า
2.	การมีนวัตกรรมที่ดีกว่า	ติดตามเทคโนโลยีที่จะเข้ามามีบทบาทในอนาคต ศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ โดยเลือกเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย หรือ
3.	พฤติกรรมของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงไป	มีการประเมินพฤติกรรมลูกค้าและตลาดเป็นระยะ และปรับการจัดทำผลิตภัณฑ์และบริการให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่จะเกิดขึ้นในอนาคต
4.	ความเสี่ยงจาก Supplier ที่จะไม่ส่งสินค้า	จัดทำสัญญาการซื้อขาย ที่มีข้อผูกพันในเรื่องความรับผิดชอบในการจัดส่ง อะไหล่ที่สำคัญมาก ๆ ต้องจัดเตรียมสำรองไว้ แสวงหา Supplier ที่มีคุณภาพเชื่อถือได้ และหาสำรองไว้หลายแหล่ง
5.	ความเสี่ยงจากการฟ้องร้องจากการใช้ผลิตภัณฑ์	ปรึกษานักกฎหมาย ที่เชี่ยวชาญด้านธุรกิจ ให้พิจารณาการจัดทำเงื่อนไขการขาย เพื่อให้มีข้อความเพื่อป้องกันการถูกฟ้องร้องที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งไม่ได้เกิดจากอุปกรณ์ให้ชัดเจน โดยเฉพาะในคู่มือการใช้งานต้องระบุให้ผู้ใช้งานอ่านคู่มือให้ชัดเจนก่อนใช้งาน

## 6.12 แนวทางการต่อยอดผลิตภัณฑ์นวัตกรรมที่พัฒนา

อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มนสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้

1) นำอุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้ไปผลิต และจำหน่ายเชิงพาณิชย์ โดยสามารถจำหน่ายให้กับคนทั่วไปใช้ตามที่อยู่อาศัยส่วนบุคคล จำหน่ายให้กับสถานพยาบาล สถานดูแลผู้สูงอายุ สถานกายภาพบำบัด หรือสถานออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุ

2) นำอุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้ไปผลิต และจำหน่ายผ่านบริษัทที่ดำเนินการในลักษณะ Social Enterprise เพื่อส่งเสริมผู้ด้อยโอกาสในสังคมให้มีอาชีพ และสร้างโอกาสให้ผู้สูงอายุเข้าถึงอุปกรณ์ผ่านการให้บริการฟรีของสถานพยาบาลที่ได้รับสนับสนุนเงินทุน

3) นำอุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้ไปพัฒนาหรือปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อใช้ร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายอื่น ที่ตัวอุปกรณ์ออกกำลังกายตั้งอยู่บนฐานไม่เคลื่อนที่ เช่น ลูกเดินกึ่งสเต็ป Elliptical หรือลู่วิ่งไฟฟ้า ได้ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยการใช้งานที่ผู้ใช้งานมีความเสี่ยงในการล้มน

4) นำอุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้ไปพัฒนาหรือปรับปรุงเพิ่มเติมให้มีโครงร่างเลียนเหนือศีรษะเป็นตัวรับแรงเพื่อเดินออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการล้มน

5) นำอุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้ไปพัฒนาหรือปรับปรุงเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถป้องกันการล้มนในห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการล้มน

6) นำอุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้ไปปรับปรุงเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถสัญญาณเตือนไปยังระบบโทรศัพท์ หรือการบันทึกการออกกำลังกายของผู้ใช้อุปกรณ์ผ่านระบบคอมพิวเตอร์

7) นำอุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้ไปปรับปรุงเพิ่มเติมด้วยเทคโนโลยีอื่น และทำการจดสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรเพิ่มเติม

## บทที่ 7

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ

#### 7.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1.1 การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สำหรับใช้ร่วมกับโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวไปพร้อมๆ กันกับการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว เพื่อให้สามารถนำไปใช้ร่วมกันในการพัฒนาสมรรถนะการทรงตัวของผู้สูงอายุได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยสูงสุด โดยมีข้อสรุปในการพัฒนา ดังนี้

##### 7.1.1.1 การพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

ความสามารถในการทรงตัวนอกจากจะขึ้นอยู่กับระบบประสาทควบคุมการทรงตัว การมองเห็นแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวอีกด้วย ในการวิจัยนี้จึงพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่มุ่งเน้นการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา 6 มัด ได้แก่ กลูเตียส มีเดียส (Gluteus Medius) วาสตัส มีเดียลิส (Vastus Medialis) เรคตัส ฟีมอริส (Rectus Femoris) ไบเซป ฟีมอริส (Biceps Femoris) ทิเบียลิส แอนทีเรีย (Tibialis Anterior) และแก๊สโตรคเนเมียส (Gastrocnemius) รวมถึงการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ได้แก่ ทรานเวิร์สเสส แอบโดมินิส (Transverses abdominis) และมัลติฟิได์ส (Multifidus)

ผู้วิจัยเลือกการออกกำลังกายแบบไทชิ 24 ท่า มาเป็นต้นแบบ และคัดเลือกท่าไทชิจาก 3 เกณฑ์ ได้แก่ ท่าที่มีการรวบรวมสมดุลของร่างกาย ท่าที่มีการเคลื่อนไหวใน 3 ระนาบ และท่าที่มีการใช้งานกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย พบว่าได้ท่าที่เข้าเกณฑ์จำนวน 12 ท่า เพื่อปรับใช้กับผู้สูงอายุที่อาจมีปัญหาในเรื่องความจำ จึงตัดทอนท่าที่ไม่เกิน 5 การเคลื่อนไหวต่อ 1 ท่า ได้เป็นท่าฝึกการทรงตัว 20 ท่า จากนั้นนำเพียง 19 ท่า ยกเว้นท่าเริ่มและท่าจบ ซึ่งเป็นท่าที่เน้นฝึกกล้ามเนื้อหน้าท้อง ไปให้ชายไทย อายุ 56 ปี ทำท่าตามที่ออกแบบไว้และทดสอบด้วยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยคัดเลือกเฉพาะท่าที่ให้ค่าไฟฟ้ากล้ามเนื้อตั้งแต่ 100 ไมโครโวลต์ ขึ้นไป พบมีท่าที่ผ่านการทดสอบ 15 ท่า และเมื่อรวมกับท่าเริ่มและท่าจบ ทำให้ได้ท่าฝึกทั้งหมด 16 ท่า จากนั้นผู้วิจัยได้นำมาจัดทำเป็น “โปรแกรมฝึกการทรงตัวไทชิแบบปราณีต” ซึ่งเน้นการหายใจเข้า-ออกช้าๆ ในแต่ละการเคลื่อนไหว จากนั้นนำไปหาค่า IOC โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้แก่

แพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟู 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเวชศาสตร์การกีฬา 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพ 1 ท่าน และพยาบาล 1 ท่าน โดยได้มีการปรับปรุงโปรแกรมฝึกการทรงตัวไทชิแบบปรานีตจนมีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ฝึกการทรงตัวในผู้สูงอายุ

“โปรแกรมฝึกการทรงตัวไทชิแบบปรานีต” ประกอบด้วยท่าฝึกทั้งหมด 16 ท่า เรียงจากท่าที่ง่ายไปท่าที่ยาก กำหนดให้ฝึกอย่างน้อย 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 45 นาที โดยแบ่งเป็น ท่าอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดก่อนฝึก 10 นาที ฝึกการทรงตัว 30 นาที และท่าอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดหลังฝึก 10 นาที ในเดือนแรกฝึกท่าที่ 1 ถึง 12 ในเดือนที่ 2 เพิ่มท่าฝึกท่าที่ 13 และ 14 และในเดือนที่ 3 เพิ่มท่าฝึกท่าที่ 15 และ 16 โดยระหว่างการฝึก ผู้ฝึกต้องหายใจเข้าและออกยาวๆ ต่อเนื่อง พร้อมแขม่วท้อง เพื่อความปลอดภัยในการฝึก ผู้ฝึกจะต้องจับเก้าอี้ หรือเกาะราวที่มั่นคงตลอดการฝึก และมุ่งเน้นให้จัดการฝึกแบบเป็นกลุ่ม ผู้วิจัยได้นำ “โปรแกรมฝึกการทรงตัวไทชิแบบปรานีต” ไปทดลองฝึกในผู้สูงอายุหญิงอายุระหว่าง 70-85 ปี ที่มีปัญหาการทรงตัว จำนวน 26 คน เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า สมรรถนะการทรงตัว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และกล้ามเนื้อหน้าท้อง มีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยผลของการฝึกการทรงตัวนี้ได้สรุปและอภิปรายผลไว้ในข้อ 7.1.2, 7.1.3 และ 7.1.4

การทบทวนผลหลังการนำโปรแกรมฯ ไปใช้ สามารถนำมาวิเคราะห์ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และความใหม่ของโปรแกรมฝึกการทรงตัวที่พัฒนาขึ้นได้ ดังนี้

จุดเด่นของโปรแกรมฝึกการทรงตัวไทชิแบบปรานีต ได้แก่

1) การมีจำนวนท่าที่น้อย ซึ่งหากนับรวมท่าที่มีการเคลื่อนไหวด้วยเท้าซ้าย และท่าที่เคลื่อนไหวด้วยเท้าขวาแล้ว จะมีเพียง 9 ท่าเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับท่าฝึกไทชิของแต่ละสำนัก ซึ่งมีจำนวนท่ามากกว่า เช่น ไทชิ 18 ท่า ไทชิ 24 ท่า ไทชิ 48 ท่า หรือไทชิ 108 ท่า ซึ่งพบในหลายงานวิจัยที่ใช้ท่าไทชิที่มีอยู่เดิม เช่น งานวิจัยของ Denise et al. (2012), Li and et al. (2005) การลดจำนวนท่าลงช่วยทำให้ผู้สูงอายุจดจำท่าได้ง่าย และมีความสนใจในการทำท่าให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น จากการสัมภาษณ์ผู้ฝึกบางท่านบอกว่า สามารถจำท่าได้หมด และจะนำไปสอนผู้สูงอายุท่านอื่นต่อ

2) โปรแกรมฝึกการทรงตัวไทชิแบบปรานีตยังคงหลักการสำคัญของการฝึกไทชิไว้ทั้งในเรื่องของการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง และการหายใจเข้า-ออก ที่ทำให้หน้าท้องปองและหน้าท้องแฟบ ซึ่งช่วยในเรื่องของการได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ การฝึกสมาธิและการผ่อนคลาย ผู้สูงอายุหลายท่านบอกว่าวันไหนที่ฝึกไทชิแบบปรานีตแล้ว จะนอนหลับได้สนิท ไม่ตื่นกลางดึก

3) การฝึกเป็นกลุ่ม ทำให้ผู้สูงอายุได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน การร่วมกลุ่มช่วยกระตุ้นให้การฝึกมีความสนุกสนาน และผลักดันให้ผู้สูงอายุที่มีลักษณะเฉื่อยชา มีปฏิสัมพันธ์กับคนในกลุ่มเพิ่มมากขึ้น สำหรับผู้สูงอายุที่ฝึกได้รวดเร็ว เมื่อได้รับการกระตุ้นให้ชวนทำการฝึกจะช่วยเพิ่มคุณค่าในตนเอง และมีความภูมิใจ

4) การมีคู่มือการฝึกที่ผู้สูงอายุสามารถนำไปอ่านทบทวนได้ ช่วยเพิ่มการจดจำทำการฝึกให้กับผู้สูงอายุได้

จุดที่ควรพัฒนาของโปรแกรมฝึกการทรงตัวไทชิแบบปราณีต ได้แก่

1) ช่วงของการอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึกของโปรแกรมฯ จะเป็นการทำท่าที่ช้า ๆ นาน 10 นาที ทำให้ผู้สูงอายุบางท่านขอให้ปรับเปลี่ยนด้วยการอบอุ่นร่างกายแบบอื่น เช่น การเดิน การเดินแกว่งแขน สลับกับท่าที่ออกแบบไว้

2) เนื่องจากผู้สูงอายุในกลุ่มมีการพัฒนาด้านการเรียนรู้ที่แตกต่าง การให้ฝึกพร้อมกันทั้งหมด อาจทำให้คนที่ฝึกได้คล่องแล้วรู้สึกเบื่อ แนวทางการปรับปรุง คือ การแบ่งกลุ่มย่อยเมื่อฝึกไประยะหนึ่งแล้ว และเห็นว่ามีความแตกต่างในการพัฒนาที่แยกเป็นกลุ่มได้ชัดเจน

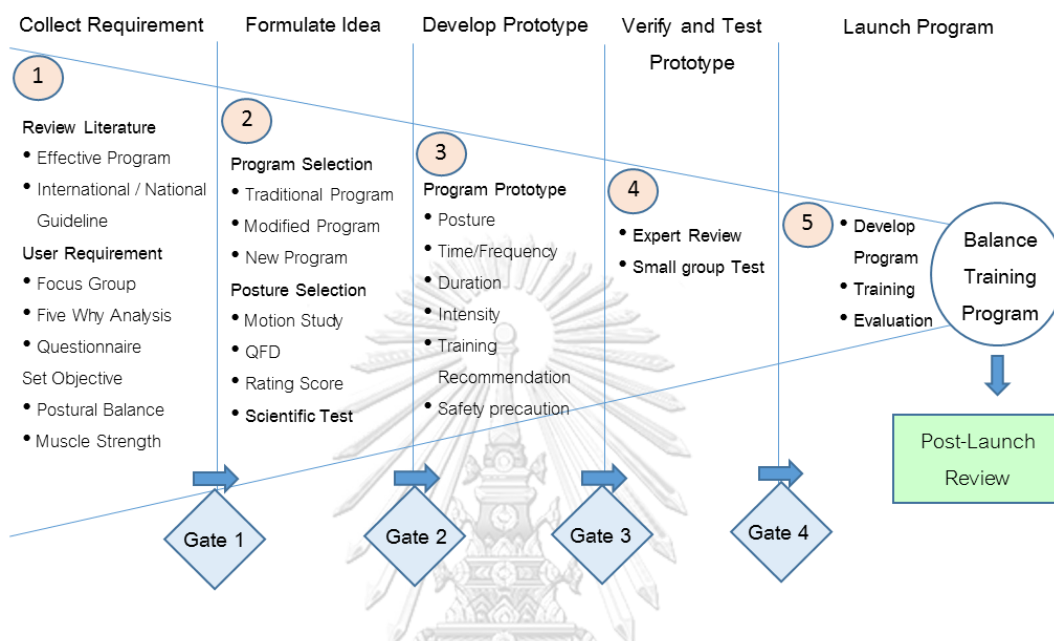
จากผลการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปราณีต” พบว่าโปรแกรมที่ออกแบบมีความใหม่และแตกต่างจากการฝึกไทชิที่มีอยู่เดิม ดังนี้

1) การนำท่ายกขาค้างไว้นาน 5-10 วินาที มาใช้นั้น แตกต่างจากท่าไทชิแบบเดิมที่เคลื่อนไหวแบบต่อเนื่อง โดยท่ายกขานี้ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นเป็นไปในแนวทางเดียวกันว่ามีประโยชน์ เพราะช่วยพัฒนาระบบประสาทที่ควบคุมการทรงตัวได้ แต่ด้วยท่าที่มีความเสี่ยงในการล้มขณะฝึกได้มาก ทำให้ได้คะแนน IOC จากข้อนี้ได้เพียง 0.6 ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ผ่าน เพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำท่ายกขามาใช้ในสัปดาห์ที่ 6-8 จำนวน 2 ท่าจาก 16 ท่า และนำท่ายกขามาใช้ในสัปดาห์ที่ 9-12 จำนวน 4 ท่าจาก 16 เพื่อให้ผู้ฝึกมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นในระดับหนึ่งก่อน นอกจากนี้ยังได้เพิ่มเติมคำแนะนำการฝึก แนวทางการจับเก้าอี้ระหว่างการฝึก และการจัดมาตรการความปลอดภัย

2) จำนวนท่าฝึกที่ลดลงจากการฝึกไทชิแบบเดิม โดยผลการวิเคราะห์จำนวนท่าใช้เพียง 9 ท่าหลัก และมีการทำซ้ำด้านซ้ายและด้านขวาใน 7 ท่าหลัก ซึ่งผลการเปรียบเทียบจำนวนท่า และการเคลื่อนไหว โดยละเอียดแสดงในภาคผนวก ง ยังให้ผลที่ดีต่อสมรรถภาพการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว



จากกระบวนการพัฒนาโปรแกรมฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปรานีต” ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เรียนรู้ และถอดบทเรียน นำมาสังเคราะห์เป็นโมเดลการออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว ตามภาพที่ 7.1 สำหรับผู้สนใจนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป



ภาพที่ 7.1 โมเดลการออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว

โมเดลการออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัวนี้ประกอบไปด้วย 5 Stage และ 4 Gate ดังนี้ Stage 1 Collect Requirement เป็นขั้นตอนการรวบรวมความต้องการสำหรับนำมาออกแบบโปรแกรม ประกอบด้วย การทบทวนวรรณกรรมจากโปรแกรมที่ให้ผลดีมีประสิทธิภาพ หรือจากคำแนะนำการจัดทำโปรแกรมฯ ระดับชาติ และระดับนานาชาติ ซึ่งเป็นที่ยอมรับ ควรจัดทำ Focus Group เพื่อหาความต้องการของผู้ใช้งานโปรแกรมฯ เช่นการสัมภาษณ์กลุ่มสัมภาษณ์เดี่ยว หรือการใช้เครื่องมืออื่นมาช่วย เช่น 5 Why Analysis จะทำให้ได้แนวคิดในการทำโปรแกรมฯ จากนั้นกำหนดวัตถุประสงค์การฝึกให้ชัดเจน เนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัวนั้นมีมากกว่าผลสมรรถนะการทรงตัว จึงต้องกำหนดให้ชัดเจนตั้งแต่ต้น เพราะจะนำไปสู่การพิจารณาการทดสอบสำหรับใช้ประเมินพัฒนาการของการฝึกด้วย

Gate 1 เป็นจุดตรวจสอบก่อนผ่านไป Stage 2 โดยจะต้องตรวจสอบว่าได้ Requirement ครบถ้วนหรือไม่ วัตถุประสงค์ในการออกแบบชัดเจนหรือไม่

Stage 2 Formulate Idea เป็นขั้นตอนสังเคราะห์แนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมฯ จากความต้องการที่รวบรวมได้นำมาพิจารณาคัดเลือกโปรแกรมที่จะนำมาใช้ ทั้งที่เป็นโปรแกรมแต่

ดั้งเดิม เป็นโปรแกรมที่ผ่านการปรับเปลี่ยนมาแล้ว หรือเป็นโปรแกรมใหม่ที่คิดขึ้นมาเองทั้งหมด จากนั้นนำมาคัดเลือกทำที่จะใช้งาน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องเลือกทำฝึกที่ตรงกับวัตถุประสงค์ในการฝึก และนำมาคัดเลือกด้วยเครื่องมือต่างๆ เช่น Motion Study QFD หรือ Rating Score และควรทำการทดสอบที่เป็นวิทยาศาสตร์ในการยืนยันว่าทำนั้นช่วยตอบวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เช่น

หากต้องการพัฒนากล้ามเนื้อ อาจพิจารณาใช้การวิเคราะห์ค่า RMS (Root Mean Square) จากการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

Gate 2 เป็นจุดตรวจสอบก่อนผ่านไป Stage 3 โดยจะต้องตรวจสอบว่าได้ ทำฝึกที่มีความถูกต้องและเหมาะสมตามหลักวิชาการหรือไม่

Stage 3 Program Prototype เป็นขั้นตอนสังเคราะห์โปรแกรมฝึกการทรงตัวต้นแบบ ซึ่งจะต้องประกอบด้วย ทำฝึก ระยะเวลาในการฝึก ความหนักในการฝึก คำแนะนำการฝึก และข้อควรระวังเพื่อความปลอดภัยในการฝึก นอกจากนี้อาจต้องพิจารณารละเอียดในการฝึก เพื่อให้ฝึกได้อย่างถูกต้อง เช่น ระยะเวลาพักระหว่างทำฝึก ต้องมีหรือไม่ หากฝึกไม่ถูกต้อง ฝึกไม่ได้ตามที่ออกแบบไว้ต้องทำอะไร ขั้นตอนนี้สามารถใช้ข้อมูลจาก Stage 1 มาร่วมในการจัดทำ โดยผู้ฝึกเองควรทดลองทำการฝึกด้วยตนเองก่อน เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง หรืออาจสอบถามผู้ที่จะใช้โปรแกรมเพื่อขอความเห็น และนำไปปรับปรุงให้มีความเหมาะสม

Gate 3 เป็นจุดตรวจสอบก่อนผ่านไป Stage 4 โดยจะต้องตรวจสอบว่าได้ โปรแกรมการฝึกที่มีความถูกต้องและเหมาะสมตามหลักวิชาการหรือไม่

Stage 4 Verify and Test Prototype เป็นขั้นตอนยืนยันและทดสอบโปรแกรมฝึกการทรงตัวต้นแบบ โดยนำโปรแกรมต้นแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3-5 ท่าน ยืนยันว่าโปรแกรมนั้นมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์ที่ต่างกัน เช่นด้านเวชศาสตร์ฟื้นฟู ด้านกายภาพ ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา หรือด้านอื่นตามลักษณะของผู้ใช้โปรแกรม เช่น กรณีเป็นผู้สูงอายุ ควรเพิ่มผู้เชี่ยวชาญด้านผู้สูงอายุมาเพิ่มเติม ผลจากความเห็นนำมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (IOC) คำแนะนำจะใช้ในการปรับปรุงโปรแกรมฯ ก่อนนำไปทดลองฝึกในผู้ใช้โปรแกรมกลุ่มเล็ก และนำผลมาปรับปรุง

Gate 4 เป็นจุดตรวจสอบก่อนผ่านไป Stage 5 โดยโปรแกรมฯ ต้องมีค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.6 ในแต่ละข้อ และผู้ทดสอบมีความพอใจในโปรแกรมในระดับมากขึ้นไป

Stage 5 Launch Program เป็นขั้นตอนการจัดทำโปรแกรมที่สมบูรณ์ และนำไปทดลองใช้จริง พร้อมประเมินผลจากการฝึกโปรแกรม โดยจะต้องทำการทบทวนโปรแกรมหลังการฝึก

ซึ่งอาจวัดประสิทธิภาพของการฝึกจากการทดสอบการทรงตัว การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยพิจารณาให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 1 นอกจากนี้อาจประเมินความพึงพอใจในโปรแกรมฝึกทรงตัวร่วมด้วย เพื่อให้โปรแกรมมีความเหมาะสมกับผู้ใช้

เนื่องจากโมเดลนี้สังเคราะห์มาจากการพัฒนาโปรแกรมฯ เพียงครั้งเดียว ผู้นำไปใช้งานควรเปรียบเทียบกับแนวทางการออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัวแบบอื่น ๆ ร่วมด้วย

#### 7.1.1.2 การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์ ร่วมกับที่ปรึกษาหลัก วิศวกรด้านหุ่นยนต์ วิศวกรความปลอดภัย เพื่อจัดทำแบบจำลองอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ และนำเสนอให้ผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว จำนวน 418 คน ได้ให้ความเห็น แยกตามส่วนประสมทางการตลาด 4 ด้าน โดยนำผลจากการวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์และด้านราคา มาใช้กำหนดคุณสมบัติที่ต้องการของอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ จากนั้นนำมาประดิษฐ์เป็นต้นแบบ ผ่านการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับรถ และระบบการตรวจจับ (Sensor) และนำมาทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนได้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชีวเวชได้ร่วมตรวจสอบระบบของอุปกรณ์และให้ความเห็นว่า ระบบไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมรถสำหรับพยุงตัวไม่สัมผัสกับผู้ใช้งานโดยตรง จึงไม่มีประเด็นเรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า นอกจากนี้ อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ผ่านการทดสอบด้วย Autograph Universal Testing Machine ที่แรงดึง 2,000 นิวตัน และเพื่อเพิ่มความปลอดภัยขณะไฟฟ้าดับ จึงได้เลือกระบบที่สายถูกตัดโดยไม่มี การควบคุมจากระบบไฟฟ้า (Normal Close) มาใช้ ผลการทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้างเหล็กด้วยโปรแกรม Solid Work Version 2016 โดยการสร้างแบบ 3 มิติ และทำการทดสอบแรง โดยจำลองแรงดึง ณ จุดแขวนรถที่ 200 กิโลกรัม พบว่าโครงสร้างเหล็กสามารถรับแรงดึงได้ 196 กิโลกรัม

หลังจากได้รับอนุมัติจริยธรรมการวิจัยในระยะที่ 1 ได้นำอุปกรณ์ไปทดสอบกับอาสาสมัครที่แข็งแรงและผู้สูงอายุ ด้วยท่าเก็บล้มจำนวน 5 ท่า พบว่าอุปกรณ์มีความแม่นยำในการเตือน 100% และมีผลความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์ ร่วมกับท่าฝึกการทรงตัวที่ออกแบบ อยู่ในระดับสูงและสูงมาก หลังการทดลองได้มีการปรับปรุงในเรื่องความเร็วในการหยุดรถ และการออกแบบสายรัดเอวให้กว้างขึ้นเพื่อป้องกันความอึดอัดของผู้ใช้งานที่หน้าท้องใหญ่ จากการพัฒนาดังกล่าวทำให้ได้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ต้นแบบ และนำไปจดสิทธิบัตร ในชื่อสิ่งประดิษฐ์

“อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว” เลขที่คำขอสิทธิบัตร “1901000197” ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อช่วยให้ผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ยังสามารถยืนได้ด้วยตัวเองแต่มีโอกาสล้มง่ายกว่าผู้สูงอายุทั่วไป สามารถนำไปใช้ฝึกการทรงตัวโดยการออกกำลังกายในท่ายืน ท่าย่อตัว หรือท่ายกขา ซึ่งเป็นท่าออกกำลังกายที่ช่วยฝึกทั้งกล้ามเนื้อและประสาทการทรงตัวของผู้สูงอายุได้อย่างปลอดภัย ลดความเสี่ยงในการล้ม และช่วยให้ผู้ดูแลการฝึกการทรงตัวไม่ต้องคอยประคองผู้สูงอายุตลอดเวลาขณะผู้สูงอายุฝึกออกกำลังกายด้วยอุปกรณ์นี้ ส่วนประกอบหลักของอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์นี้เป็นโครงสร้างเหล็กที่ติดกลไกของรอกและอุปกรณ์เซ็นเซอร์ เพื่อช่วยเตือนด้วยเสียงและแสง และช่วยพยุงตัวผู้สูงไว้ หากผู้สูงอายุใกล้จะล้มขณะออกกำลังกาย โดยอุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้ต้องใช้ร่วมกับสายรัดนิรภัยชนิดเต็มตัวที่มีมาตรฐาน ซึ่งมีจำหน่ายโดยทั่วไป ผู้สูงอายุที่ฝึกการทรงตัวด้วยอุปกรณ์นี้ จะสามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างอิสระในขณะที่ฝึกการทรงตัว มีราวจับที่แข็งแรง ให้จับขณะออกกำลังกาย หรือเมื่อผู้สูงอายุต้องการเกาะพัก และช่วยให้ผู้สูงอายุมีความมั่นใจในความปลอดภัยขณะฝึกการทรงตัว

หลังจากได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยในระยะที่ 2 จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน ผู้วิจัยได้นำไปอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ และโปรแกรมฝึกการทรงตัวแบบไทชิไปทดลองใช้ในผู้สูงอายุหญิง อายุ 70-85 ปี ที่มีปัญหาการทรงตัว จำนวน 16 คน ต่อกลุ่ม และโดยมีกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัยระหว่างทดลองเนื่องจากปัญหาสุขภาพ จำนวน 3 คน เหลือกลุ่มตัวอย่าง 13 คน พบว่าอุปกรณ์สามารถใช้งานได้ดี ตลอดการฝึก 12 สัปดาห์ อุปกรณ์มีการเตือนระหว่างการฝึก 3 ครั้ง เนื่องจากผู้ฝึกอยู่นอกระยะเวลาความปลอดภัยที่กำหนดไว้

จุดเด่นของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

1) อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ที่ประดิษฐ์ขึ้น ใช้ได้กับผู้สูงอายุที่มีร่างกายอ่อนแอเล็กน้อยถึงปานกลาง แตกต่างจากอุปกรณ์ออกกำลังกายสำหรับใช้กับผู้ที่มีร่างกายแข็งแรงซึ่งมีขายอยู่ทั่วไป และอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ที่มาจากสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตรที่มีอยู่เดิม เช่น เครื่องช่วยฝึกเดินสำหรับผู้ป่วยอัมพาต เลขที่อนุสิทธิบัตร 11462 เครื่องบริหารร่างกายชนิดนอน เลขที่สิทธิบัตร 10765 ซึ่งใช้กับผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุซึ่งมีความอ่อนแอมาก จึงมีโอกาสที่จะนำอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้

2) โครงสร้างของอุปกรณ์สามารถถอดประกอบได้ ทำให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และเมื่อติดตั้งแล้วยังสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 196 กิโลกรัม นอกจากนี้ยังสามารถต่อเพิ่มอีกชุดได้

โดยใช้โครงสร้างร่วมกัน ซึ่งส่งเสริมให้ผู้สูงอายุสามารถออกกำลังกายแบบกลุ่มได้ ช่วยลดต้นทุนของโครงสร้างเหล็ก และช่วยลดจำนวนผู้ดูแลผู้สูงอายุขณะออกกำลังกายได้

3) ระบบในการควบคุมที่ออกแบบไว้แบบไม่ซับซ้อน ใช้อุปกรณ์ควบคุม (Sensor) ที่มีความแม่นยำสูงเพียงตัวเดียว

จุดที่ควรพัฒนาของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ได้แก่

1) ค่าใช้จ่ายในการประดิษฐ์ยังคงค่อนข้างสูง หากคิดเทียบกับราคาขายอุปกรณ์ออกกำลังกายสำหรับผู้ที่มีร่างกายแข็งแรง การพัฒนาอุปกรณ์ควบคุม (sensor) เอง โดยไม่นำเข้า หรือการใช้โครงสร้างร่วมกันตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป จะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้

2) จุดแขวนรอกใช้การเจาะแขวนห่วงแล้วเชื่อม ทำให้ลดความแข็งแรงของโครงสร้างแม้จะรับน้ำหนักได้ถึง 196 กิโลกรัมก็ตาม หากปรับวิธีแขวนรอกใหม่ เช่น ใช้สลิงที่รับน้ำหนักแทนการเจาะรูท่อ หรือใช้แผ่น Plate เจาะรูที่เป็น Clamp มารัด จะช่วยให้จุดรับน้ำหนักสามารถรับน้ำหนักได้เพิ่มขึ้น

3) เพื่อให้การใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สามารถเพื่อเพิ่มสมรรถนะการทรงตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้ระบบประสาทควบคุมการทรงตัวได้ถูกฝึกมากยิ่งขึ้น ผู้ดูแลจึงควรให้คำแนะนำให้ผู้สูงอายุใช้ทำตามคู่มือฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปรารถนา” โดยให้ฝึกท่าทางตามรูปภาพ ในระยะเริ่มแรกให้ผู้ฝึกยังมีการทรงตัวไม่ดี อาจให้ใช้มือเกาะราวเพื่อพยุงตัวช่วย โดยเริ่มจากการเกาะราวทั้ง 2 ข้าง ก่อน จนเมื่อแข็งแรงขึ้น มีการทรงตัวดีขึ้น จึงเปลี่ยนเป็นการเกาะราวเพียงข้างเดียว หรือใช้มือข้างใดข้างหนึ่งแตะราวไว้ และเมื่อฝึกจนมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น มีการทรงตัวดีขึ้น จึงฝึกแบบไม่ต้องใช้มือจับราว

จากการสืบค้นสิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตรที่มีในปัจจุบันไม่พบว่ามีการใช้เทคโนโลยีเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลการประดิษฐ์มอบให้สถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และทางสถาบันฯ ได้ยื่นคำขอจดสิทธิบัตรเรียบร้อยแล้ว

7.1.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ กับผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว

การศึกษาเปรียบเทียบในหัวข้อนี้ ทำโดยการทดสอบสมมติฐานที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้

**สมมติฐานที่ 1** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว มีสมรรถนะในการทรงตัวไม่แตกต่างกัน

**สมมติฐานที่ 2** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างไม่แตกต่างกัน

**สมมติฐานที่ 3** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว กับผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวไม่แตกต่างกัน

หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมฝึกการทรงตัวไปใช้ในผู้สูงอายุที่ผ่านการคัดเลือกทั้งหมด และอยู่ตลอดการวิจัยจำนวน 26 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 13 คน และกลุ่มทดลอง 13 คน โดยกลุ่มควบคุมจะฝึกตามโปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว และกลุ่มทดลองจะฝึกตามโปรแกรมฝึกการทรงตัว ร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ผลจากการทดสอบทั้ง 12 การทดสอบ ได้แก่ การทดสอบสมรรถนะการทรงตัวจากการวัดความสามารถในการทรงตัว 4 วิธี ได้แก่ การวัดความสามารถในการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว Balance System 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม m-CTSIB โปรแกรม Postural Stability Test และโปรแกรม Fall Risk การวัดความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบ 8-foot up-and-go การวัดความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบภาวะกั้วการล้ม การวัดความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบ Barthel ADL การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างจากการทดสอบ 30-second chair stand และการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวจากการทดสอบด้วย Pressure Biofeedback Unit ซึ่งจากเปรียบเทียบผลการทดสอบทำการทดสอบสมมติฐานที่ 1, 2 และ 3 ของทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ด้วยสถิติ t-test พบว่าสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน จึงยอมรับสมมติฐานที่ 1, 2 และ 3

จากผลการทดสอบจะเห็นว่า การแบ่งกลุ่มผู้สูงอายุระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยพิจารณาจากอายุ และค่า m-CTBIS ทำให้ได้กลุ่มทดลองที่มีลักษณะที่คล้ายกันมาก เมื่อให้กลุ่มควบคุมใช้แบบฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว และกลุ่มทดลองใช้แบบฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ ผลการทดสอบที่พบ ช่วยยืนยันว่าอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้

ผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวนั้น ไม่ได้ลดหรือเพิ่มความสามารถของการฝึกการทรงตัวที่แตกต่างไปจากการฝึกการทรงตัวโดยใช้การจับเก้าอี้ นอกจากนี้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมยังฝึกการทรงตัวแบบเป็นกลุ่มร่วมกัน จึงลดปัจจัยแทรกซ้อนที่จะทำให้ผลลัพธ์แตกต่างกัน

7.1.3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

การศึกษาเปรียบเทียบในหัวข้อนี้ ทำโดยการทดสอบสมมติฐานที่ 4, 5 และ 6 ดังนี้

**สมมติฐานที่ 4** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีสมรรถนะในการทรงตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

**สมมติฐานที่ 5** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

**สมมติฐานที่ 6** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

จากการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง โดยทำการทดสอบสมมติฐานที่ 4,5 และ 6 ด้วย

สถิติ One-way ANOVA repeated measure จากการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่าผลการทดสอบมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 6 คู่ ดังนี้ การทดสอบความสามารถในการทรงตัวจากการทดสอบ Postural Stability Test: Anterior/Posterior มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 1 คู่ เป็นคู่ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง การทดสอบ 8-feet up-and-go มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนการทดลองและระหว่างการทดลอง และคู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง การทดสอบภาวะกลัวการล้ม มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง และคู่ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง การทดสอบ 30-second chair stand มีค่าเฉลี่ย

แตกต่างกัน 1 คู่ เป็นคู่ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ผลการทดสอบสมมติฐานข้างต้นสรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐาน 4 และ 5 บางส่วน และปฏิเสธสมมติฐาน 6

เนื่องจากเป็นการใช้แบบฝึกการทรงตัวแบบเดียวกันทั้งวัตถุประสงค์ข้อ 7.1.3 และ 7.1.4 จึงจะอภิปรายผลร่วมกันหลังสรุปผลวัตถุประสงค์ 7.1.4

7.1.4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ของผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว

การศึกษาเปรียบเทียบในหัวข้อนี้ ทำโดยการทดสอบสมมติฐานที่ 7, 8 และ 9 ดังนี้

**สมมติฐานที่ 7** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ออกแบบขึ้น มีสมรรถนะในการทรงตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

**สมมติฐานที่ 8** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ออกแบบขึ้น มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

**สมมติฐานที่ 9** ผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ออกแบบขึ้น มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนการทดลอง

ทำการทดสอบสมมติฐานที่ 7, 8 และ 9 ด้วยสถิติ One-way ANOVA Repeated Measure

การเปรียบเทียบรายคู่ตามตารางที่ 4.14 พบว่า ผลการทดสอบมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 8 คู่ ได้แก่ การทดสอบ 8-feet up-and-go มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนการทดลองและระหว่างการทดลอง และคู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง การทดสอบภาวะกัวการล้ม มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง และคู่ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง การทดสอบ 30-second chair stand มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง และคู่ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง

การทดสอบ Pressure Biofeedback Unit Test มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2 คู่ เป็นคู่ก่อนทดลองและหลังการทดลอง และคู่ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง ผลการทดสอบสมมติฐานข้างต้นสรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐาน 7 และ 8 และ 9 บางส่วน

การเปรียบเทียบพัฒนาการของสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวของแต่ละกลุ่มในช่วงเวลาก่อนการ



ทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง ด้วยสถิติ ANOVA Repeated Measure และเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี LSD โดยสรุปเฉพาะตัวแปรที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตาราง ที่ 7.1

**ตารางที่ 7.1** เปรียบเทียบพัฒนาการของสมรรถนะในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในแต่ละกลุ่ม

ผลการทดสอบที่พบว่าแตกต่างกัน ( $p < .05$ )*	ค่า p-value กลุ่มทดลอง			ค่า p-value กลุ่มควบคุม		
	W0-W6	W0-W12	W6-W12	W0-W6	W0-W12	W6-W12
Postural Stability Test: Anterior/Posterior		.012				
Postural Stability Test: Medial Lateral				.044	.029	
Postural Stability Test: Overall Stability					.023	
8-feet up-and-go Test	.002	.002		.000	.002	
Fear of falling Test		.013	.013		.010	.004
30-second chair stand Test		.002			.000	.010
Pressure Biofeedback Unit Test		.032			.003	.012

คำอธิบายตาราง

- W0 หมายถึง การทดสอบก่อนทดลอง W6 หมายถึง การทดสอบระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และ W12 หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง 12 สัปดาห์
- แสดงค่า p-value เฉพาะที่มีค่าน้อยกว่า .05

การอภิปรายผลสำหรับวัตถุประสงค์ 7.1.3 และ 7.1.4 ดังนี้

1) จากผลการทดลองที่กล่าวมาช่วยยืนยันว่า การฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปราณีต” เป็นเวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 45 นาที ช่วยให้ผู้ฝึกมีความสามารถในการทรงตัวที่ดีขึ้น อีกทั้งยังช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และกล้ามเนื้อหน้าท้องแข็งแรงอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับอีกหลายการศึกษาที่ให้ผลไปในแนวทางเดียวกัน (Alsubiheen, Petrofsky, Daher, Lohman, & Balbas, 2015; Son, Ryu, Jeong, Jang, & Kim, 2016; Zhuang, Huang, Wu, & Zhang, 2014) นอกจากนี้จากการทดลองใน 2 การศึกษาที่มีกลุ่มตัวอย่างที่คล้ายคลึงกับงานวิจัยนี้ (L. Li & Manor, 2010; Ni et al., 2014) ยังพบว่าผลที่ได้สอดคล้องกันในเรื่องของการพัฒนาภาวะกลัวการล้ม ความสามารถในการทรงตัว

และความสามารถทางกาย อย่างไรก็ตามในการศึกษาของมีบางการศึกษาที่ให้ผลขัดแย้งกัน ได้แก่ การศึกษาของ (Hägglund, Boman, & Brännström, 2018) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกไทชิในผู้สูงอายุที่อายุ 70 ปี ซึ่งป่วยเป็นโรคหัวใจล้มเหลวชนิดเรื้อรังกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึก

2) สำหรับผลการฝึกการทรงตัวใน 6 สัปดาห์แรก เริ่มพบว่าความสามารถในการทรงตัวมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Au-Yeung, Hui-Chan, and Tang (2009) และ Tsang and Hui-Chan (2004) ที่พบการพัฒนาความสามารถในการทรงตัวตั้งสัปดาห์ที่ 4 ของการฝึก ซึ่งผลที่สอดคล้องกันนี้น่าจะมีผลมาจากการที่กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำและมีความอ่อนแออยู่เดิมเหมือนกัน ทำให้มีความสามารถในการทรงตัวต่ำมาก เมื่อได้รับการฝึกจึงมีพัฒนาการที่เร็ว สำหรับการพัฒนาของกล้ามเนื้อส่วนล่างและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวใน 6 สัปดาห์แรกยังไม่เห็นผลได้ชัดเจนนั้น ช่วยยืนยันในเรื่องของความสามารถในการสร้างกล้ามเนื้อของผู้สูงอายุว่ามีการพัฒนาได้ช้า ตามความเสื่อมของร่างกาย (McArdle et al., 2016)

3) จากการที่กลุ่มทดลองมีการพัฒนาของการทรงตัวในการทดสอบ Postural Stability Test Anterior/Posterior ที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นการทดสอบการทรงตัวเมื่ออยู่นิ่ง อธิบายได้ว่าการที่กลุ่มทดลองที่ใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ร่วมกับโปรแกรมฝึกการทรงตัวมี Base of Support ที่แคบกว่า โดยมีพื้นที่เพียงระยะห่างของขาทั้งสองข้าง ทำให้ระบบประสาทที่ควบคุมการทรงตัวถูกฝึกให้ทำงานมากขึ้น เพื่อพยายามรักษาจุดสมดุลของร่างกายไว้ ซึ่งต่างจากกลุ่มควบคุมที่ใช้เก้าอี้พยุงตัวที่มี Base of Support กว้างกว่า โดยนับรวมพื้นที่ของขาโต๊ะทั้ง 4 ไร่ด้วย ทำให้ระบบประสาทที่ควบคุมการทรงตัวถูกฝึกให้ทำงานน้อยกว่า

4) จากการที่กลุ่มควบคุมมีการพัฒนาของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและกล้ามเนื้อส่วนล่างมากกว่ากลุ่มทดลอง เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบ 30 second chair stand และการทดสอบ Pressure Biofeedback เนื่องมาจากกลุ่มการควบคุมต้องก้มจับพนักเก้าอี้ ร่างกายจะโน้มตัวไปข้างกล้ามเนื้อส่วนล่าง และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวจึงต้องเกร็งเพื่อรักษาสมดุลไว้จึงทำให้มีพัฒนาการของกล้ามเนื้อได้ดีกว่ากลุ่มทดลองที่จับราวด้านข้าง

5) สำหรับผลของภาวะกล้ามเนื้อล้ามีพัฒนาการในรูปแบบเดียวกัน คือ มีการพัฒนาหลังฝึกการทรงตัว 6 สัปดาห์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการการวัดกล้ามเนื้อเป็นการสอบถามความสามารถในการทรงตัวจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ผู้ตอบแบบสอบถามต้องรู้สึกตัวเองมีความแข็งแรงขึ้น จึงจะมีระดับการกล้ามเนื้อที่ลดลง

6) ความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ทั้งกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองมีการพัฒนามากกว่าความสามารถในการทรงตัวแบบอยู่กับที่ อธิบายได้ว่าผู้สูงอายุย่อมมีความเสื่อมของอวัยวะต่างๆ ในระดับมากขึ้นแตกต่างกัน การทรงตัวต้องมีการทำงานประสานกันของระบบประสาทควบคุมการทรงตัวในหลายระบบ ได้แก่ ระบบสายตา ระบบการทรงตัวของหูชั้นใน และระบบรับรู้ความรู้สึกของกระดูก ข้อ และกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะส่วนขา รวมถึงระบบสมองส่วน cortex ทำหน้าที่แปลผลด้วย (Faraldo-García et al., 2012) โดยการทรงตัวแบบเคลื่อนที่นั้นต้องใช้การประสานงานของระบบประสาทที่ซับซ้อนมากกว่าการทรงตัวแบบอยู่กับที่ ผลการทดลองที่ได้ อาจเกิดจากการที่ระบบการทรงตัวของหูชั้นใน และระบบรับรู้ความรู้สึกของกระดูก ข้อ และกล้ามเนื้อ ของอาสาสมัครอาจมีความเสื่อมน้อยกว่าระบบสายตา จึงทำให้ระบบสมองส่วน cortex ที่รวบรวมและแปลความหมายของข้อมูลความรู้สึกที่ได้รับ ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวตอบสนองต่อระบบรับรู้ความรู้สึกของร่างกายและการเปลี่ยนท่วงท่าต่างๆ ดีกว่าการทรงตัวที่อยู่นิ่ง

7) จากผลการทดลองพบว่าค่า Postural Control: Medial Lateral ของกลุ่มควบคุมมีการพัฒนาดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบว่าการพัฒนาในกลุ่มทดลอง ในขณะที่ค่า Postural Control: Anterior / Posterior ของกลุ่มทดลองจะพบว่าการพัฒนาดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบว่าการพัฒนาในกลุ่มควบคุม เมื่อวิเคราะห์จากท่าฝึกการทรงตัว สำหรับกลุ่มควบคุมที่ใช้เก้าอี้ช่วยพยุงตัว จะถูกจำกัดการเคลื่อนไหวไปข้างหน้าและข้างหลัง ส่วนกลุ่มทดลองมักใช้มือจับราวทั้ง 2 ข้าง และมีเหล็กกั้นด้านข้าง ซึ่งอาจทำให้ถูกจำกัดการเคลื่อนไหวด้านข้าง ดังนั้นการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระในทุกแนวระนาบ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการทรงตัวแบบอยู่กับที่ได้ในทุกระนาบ

8) แม้ว่าในภาพรวมจากการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติ t-test จะพบว่าทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีผลการทดสอบสมรรถนะการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวไม่แตกต่างกันในทุกการทดสอบ ทั้งก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง แต่เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี LSD ในแต่ละกลุ่มจะเห็นว่าในกลุ่มควบคุมมีจำนวนคู่ของผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ที่มีพัฒนาการในช่วงระหว่างการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ มากกว่ากลุ่มทดลอง อาจเป็นเพราะกลุ่มทดลองยังไม่มั่นใจที่จะลดการเกาะราวด้านข้าง ทำให้ไม่ได้ใช้กล้ามเนื้อส่วนล่างและกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวอย่างเต็มที่ จึงควรจัดการฝึกการทรงตัวแบบใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย ๙ ให้ผู้สูงอายุไม่จับราว หรือจับราวขณะฝึกให้น้อยที่สุด

9) จากสรุปผลการทดลองข้างต้นจะเห็นว่า การฝึกการทรงตัวนั้นมีประโยชน์กับผู้สูงอายุอย่างมาก แต่การฝึกที่ได้ผลดีนอกจากการฝึกให้กล้ามเนื้อส่วนล่าง และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว มีความแข็งแรงแล้ว ต้องมีการใช้ท่าที่รบกวนสมดุล และท่าที่มีการเคลื่อนไหวในหลายระนาบ ซึ่งอาจมีความเสี่ยงจากการล้มขณะฝึกการทรงตัวได้ การฝึกพร้อมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว เป็นวิธีการหนึ่งที่ลดความเสี่ยงได้

#### 7.1.5 ผลการศึกษาองค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาดของอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ

ผลการศึกษาส่วนประสมทางการตลาดทั้ง 4 ด้าน มีข้อสรุป ดังนี้

7.1.5.1 ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมากมี 8 หัวข้อ จาก 11 หัวข้อ โดยหัวข้อที่ให้ความสำคัญ 3 อันดับแรก ได้แก่ มีความปลอดภัย สามารถช่วยป้องกันการบาดเจ็บได้จริง และมีความแข็งแรง สำหรับหัวข้อที่ให้ความสำคัญ 3 อันดับสุดท้าย ได้แก่ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน สามารถถอดเก็บได้ และใช้พื้นที่น้อย สำหรับส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการนำเทคโนโลยี Sensor สำหรับการเตือน ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมาก ทั้ง 3 หัวข้อ ได้แก่ มีการสื่อสารไปยังผู้ดูแลเมื่อสัญญาณเตือนดัง มีสัญญาณเตือนก่อนล้ม และมีสัญญาณเตือนเมื่อล้ม

7.1.5.2 ส่วนประสมทางการตลาดด้านราคาของผู้ตอบแบบสอบถามเลือกราคาต่ำกว่า 10,000 บาท เป็นลำดับที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 46.9 เลือกราคาระหว่าง 10,000-25,000 บาท ลำดับที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 40.4 และเลือกราคามากกว่า 25,000 บาท ลำดับที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 12.7

7.1.5.3 ส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่ายที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมากมี 2 ช่องทาง จาก 8 ช่องทาง ได้แก่ ควรเป็นบริการฟรีในโรงพยาบาล และควรเป็นบริการฟรีในสถานดูแลผู้สูงอายุ สำหรับช่องทางการจัดจำหน่ายที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมี 5 ช่องทาง ได้แก่ ขายผ่านร้านอุปกรณ์การแพทย์ ขายผ่านโรงพยาบาล ควรเป็นบริการฟรีในสถานออกกำลังกาย ขายผ่านร้านขายยา และขายแบบ Online

7.1.5.4 ส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาดที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูงมากมี 2 กิจกรรม จาก 5 กิจกรรม ได้แก่ มีบริการข้อมูลผลิตภัณฑ์ใน Website และมี Call Center ให้คำปรึกษาการใช้อุปกรณ์ สำหรับอีก 3 กิจกรรมส่งเสริมการตลาด ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับสูง

7.1.6 ผลศึกษาเปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ ความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่มีผลต่อองค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาด 4 ด้าน (4P) ของอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ

การศึกษาเปรียบเทียบในหัวข้อนี้ ทำโดยการทดสอบสมมติฐานที่ 10, 11 และ 12 ดังนี้

**สมมติฐานที่ 10** ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่แตกต่างกัน

สรุปการวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง กับส่วนประสมทางการตลาด เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ 10 พบว่า ยอมรับสมมติฐานที่ 10 บางส่วน โดยมีผลการเปรียบเทียบ ดังนี้

1) เพศหญิงให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายแตกต่าง และด้านการส่งเสริมการตลาดจากเพศชาย โดยเพศหญิงให้ความสำคัญมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสังคมไทยที่เพศหญิงมักเป็นผู้ดูแลผู้สูงอายุมากกว่าเพศชาย จึงให้ความสนใจกับคุณสมบัติของอุปกรณ์ออกกำลังกายมากกว่า

2) ผู้ที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี ให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์น้อยกว่าผู้ที่มีอายุมากกว่า 40 ปี และผู้ที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี ให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาดไม่แตกต่างจากผู้ที่มีอายุมากกว่า 40 ปี

3) บุคลากรด้านการแพทย์ ให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ไม่แตกต่างจากผู้ที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ และบุคลากรด้านการแพทย์ ให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านส่งเสริมการตลาดน้อยกว่าผู้ที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์

**สมมติฐานที่ 11** ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และอาชีพ มีผลต่อความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ไม่แตกต่างกัน

สรุปการวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง กับความต้องการอุปกรณ์เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ 11 พบว่า ยอมรับสมมติฐานที่ 11 บางส่วน โดยมีผลการเปรียบเทียบ ดังนี้

1) เพศหญิงมีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายมากกว่าเพศชาย

2) ผู้ที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี มีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย ไม่แตกต่างจากผู้ที่มีอายุมากกว่า 40 ปี

3) บุคลากรด้านการแพทย์ มีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย มากกว่าผู้ที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์

**สมมติฐานที่ 12** ความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่แตกต่างกัน

สรุปการวิเคราะห์เปรียบเทียบความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ 12 พบว่า ยอมรับสมมติฐานที่ 12 บางส่วน โดยมีผลการเปรียบเทียบ ดังนี้

- 1) ผู้ที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย<sup>๕</sup> ให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ไม่แตกต่างจากผู้ที่ไม่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย<sup>๕</sup>
- 2) ผู้ที่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย<sup>๕</sup> ให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา ไม่แตกต่างจากผู้ที่ไม่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย<sup>๕</sup> โดยมีผู้เลือกราคาต่ำกว่า 10,000 บาท มากที่สุด เลือกราคา 10,000-25,000 บาท รองลงมา และเลือกราคาสูงกว่า 25,000 บาท น้อยที่สุด
- 3) ผู้ที่ต้องการอุปกรณ์<sup>๕</sup> ให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ไม่แตกต่างจากผู้ที่ไม่ต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกาย<sup>๕</sup>
- 4) ผู้ที่ต้องการอุปกรณ์<sup>๕</sup> ให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาดมากกว่า ผู้ที่ไม่ต้องการอุปกรณ์<sup>๕</sup>

สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ระยะเวลาที่ 3 ได้แก่ สมมติฐาน 10, 11 และ 12 พบว่า ยอมรับสมมติฐานบางส่วน

จากผลข้างต้น จะเห็นว่า อายุ เพศ อาชีพ มีผลต่อการให้ความสำคัญต่อส่วนประสมทางการตลาดของอุปกรณ์ทั้ง 4 ด้าน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการกำหนดผลิตภัณฑ์ กำหนดราคา ช่องทางการขาย และกิจกรรมส่งเสริมการตลาดที่เหมาะสมกับการให้ความสำคัญนั้นๆ โดยผู้วิจัยได้นำการสำรวจไปใช้ในการสำหรับการนำอุปกรณ์ไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ในบทที่ 6

#### 7.1.7 การยอมรับนวัตกรรมและการนำไปใช้ประโยชน์

ผลการศึกษายอมรับนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกาย<sup>๕</sup> ใน 2 ช่วงเวลา ที่ดำเนินการวิจัยมีดังนี้

7.1.7.1 การศึกษายอมรับนวัตกรรมช่วงการทดสอบแนวคิดในการจัดทำนวัตกรรม ผลการทดสอบการยอมรับนวัตกรรมช่วงการทดสอบแนวคิดในการจัดทำนวัตกรรม ดำเนินการโดยสอบถามความต้องการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย<sup>๕</sup> หลังจากที่ได้อ่านแนวคิดและ

รูปจำลองของอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 418 คน มีความต้องการอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ร้อยละ 51.0 โดยเรียงลำดับเหตุผลที่ต้องการใช้งานอุปกรณ์จากมากไปน้อย ดังนี้ ต้องการนำไปให้ผู้สูงอายุที่ดูแลใช้ ร้อยละ 71.4 ต้องการนำไปใช้ในสถานดูแลผู้สูงอายุ ร้อยละ 14.1 ต้องการนำมาใช้เอง ร้อยละ 8.0 และต้องการนำไปใช้โรงพยาบาล ร้อยละ 6.6 จึงสรุปได้ว่า เพศหญิงมีระดับการยอมรับนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สูงกว่าเพศชาย และบุคลากรด้านการแพทย์ฯ มีระดับการยอมรับนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว สูงกว่าผู้ที่ไม่ใช่บุคลากรด้านการแพทย์ฯ

#### 7.1.7.2 การศึกษาการยอมรับนวัตกรรมช่วงการทดลองใช้งาน ในระยะที่ 1 และ 2

ผลการศึกษาการยอมรับนวัตกรรมช่วงการทดลองใช้งาน ในระยะที่ 1 และ 2 มีผู้ตอบแบบสอบถาม 49 คน แบ่งเป็น กลุ่มผู้สูงอายุ 17 คน เป็นเพศหญิงร้อยละ 100 อายุเฉลี่ย 74.71 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.780 จากการประเมินความคิดเห็นหลังการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ในกลุ่มผู้สูงอายุ แยกตามปัจจัย 5 ปัจจัย พบว่าคะแนนเฉลี่ยของปัจจัยทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับสูงและสูงมาก โดยปัจจัยด้านความตั้งใจในการใช้งานอุปกรณ์อยู่ในระดับสูงมาก มีคะแนนเฉลี่ยถึง 4.29 ในขณะที่ปัจจัยด้านอื่นๆ มีระดับการยอมรับนวัตกรรมในระดับสูง เรียงตามลำดับคะแนน ดังนี้ ด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.11 สำหรับด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์ และด้านเจตคติต่อการใช้อุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากันที่ 3.88 โดยด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์ได้คะแนนเฉลี่ย 3.82 ซึ่งน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับด้านอื่นๆ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มผู้ดูแลผู้สูงอายุ 32 คน แบ่งเป็นหญิง 30 คน ชาย 3 คน คิดเป็นหญิงร้อยละ 90.6 ชาย ร้อยละ 9.4 อายุเฉลี่ยรวม 25.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.394 จากการประเมินความคิดเห็นหลังการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ในกลุ่มผู้ดูแลผู้สูงอายุ แยกตามปัจจัย 5 ปัจจัย พบว่าคะแนนเฉลี่ยของปัจจัยทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับสูงมาก 2 ปัจจัย และระดับสูง 3 ปัจจัย โดยปัจจัยที่มีคะแนนในระดับสูงมาก ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.53 และด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์ ได้คะแนนเฉลี่ย 4.26 สำหรับปัจจัยที่มีการยอมรับอยู่ในระดับสูง เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ ด้านความตั้งใจในการใช้งานอุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.14 ด้านเจตคติต่อการใช้อุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ย 4.06 และด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์ มีคะแนนเฉลี่ย 3.98 ซึ่งน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ

การยอมรับนวัตกรรมที่อยู่ในระดับสูง และสูงมากในกลุ่มผู้ดูแลผู้สูงอายุ อาจเนื่องจากความคุ้นเคยในการใช้เทคโนโลยีในสังคมปัจจุบันที่มีมากขึ้น และการรับรู้ว่าการพุงตัวผู้สูงอายุด้วยอุปกรณ์ย่อมเกิดความปลอดภัยกับผู้สูงอายุมากกว่าที่ผู้ดูแลตนเอง ซึ่งผู้ดูแลอาจมีความจำกัดในเรื่องความแข็งแรงที่จะต้องพุงตัวผู้สูงอายุ และผู้ดูแลบางท่านก็มีประสบการณ์ล้มไปพร้อมกับผู้สูงอายุขณะช่วยเดิน สำหรับการยอมรับนวัตกรรมในกลุ่มผู้สูงอายุที่อยู่ในระดับสูงและสูงมาก แต่ต่างปัจจัยกับปัจจัยของผู้ดูแลผู้สูงอายุ โดยผู้สูงอายุนั้นมีความตั้งใจจะใช้งาน เพราะผู้สูงอายุที่อยู่ในกลุ่มทดลองนี้ทุกคนเคยมีประสบการณ์ในการล้มในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา ทำให้ไม่ค่อยกล้าทำกิจกรรมที่มีความเสี่ยงกับการล้ม เมื่อมีอุปกรณ์ให้ใช้ และได้ทดสอบว่าไม่ทำให้ล้มจึงมีความตั้งใจในการใช้งานสูง สำหรับความง่ายในการใช้งาน ทั้ง ๆ ที่ผู้สูงอายุไม่ได้เป็นผู้ควบคุมเครื่อง แต่ยังคงแสดงความกลัวในการใช้งานอุปกรณ์ โดยเฉพาะในช่วงแรก ๆ ที่เริ่มใช้ จะมีคำถามถึงความปลอดภัย ระบบไฟฟ้าที่ใช้ และหลังจากใช้งานครบ 12 สัปดาห์มีผู้สูงอายุบางรายเสนอให้มีอุปกรณ์ดังกล่าวไว้ประจำที่มูลนิธิ เพื่อช่วยให้คนที่มีความอ่อนแอสามารถออกกำลังกายได้ด้วยความปลอดภัย

7.1.8 การนำนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวไปสู่เชิงพาณิชย์ (Commercialization)

จากการวิเคราะห์การทำธุรกิจด้วย Five Force Model และ SWOT Analysis ทำให้เห็นโอกาสในการนำนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวไปสู่เชิงพาณิชย์ เนื่องจากจำนวนสัดส่วนผู้สูงอายุต่อประชากรมีแนวโน้มสูงขึ้น และถูกหลานสนใจในการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุมากขึ้น ด้วยเห็นประโยชน์จากการลดค่าใช้จ่ายในการรักษาสุขภาพ อีกทั้งยังเป็นธุรกิจนวัตกรรมซึ่งปัจจุบันยังมีคู่แข่งค่อนข้างน้อยราย และการก้าวเข้ามาทำธุรกิจในลักษณะนี้ยังค่อนข้างยาก และมีความเสี่ยงจากการถูกฟ้องร้องที่มีสาเหตุจากการใช้ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ตลาดด้วย STP และแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกาย โดยมุ่งเน้นศึกษาส่วนประสมทางการตลาด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านส่งเสริมการตลาด นอกจากนี้ยังได้การสัมภาษณ์ผู้ที่สนใจอุปกรณ์เพื่อศึกษาส่วนประสมทางการตลาดอีก 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบุคลากร ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านกระบวนการให้บริการ ทำให้ได้แนวทางการทำธุรกิจที่เป็นไปได้ คือ การจัดตั้งบริษัท เพื่อขายอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวสำหรับลูกค้าธุรกิจ (B2B) ลูกค้ารายบุคคล (B2C) พร้อมทั้งให้บริการติดตั้ง และบริการให้คำแนะนำการใช้งาน รวมถึงการดูแลอุปกรณ์ออกกำลังกาย ฯ หลังการขายบริษัทที่จะจัดตั้งขึ้นนี้มี



ผู้ก่อตั้งรวม 3 คน ทุนจดทะเบียน 1,800,000 บาท โดยมีแผนการผลิตและบริการประมาณการจากยอดขายที่เพิ่มขึ้น โดยเริ่มต้นการผลิตที่จำนวน 250 เครื่อง กำหนดอัตราการเพิ่มการผลิตปีที่ 2 ถึงปีที่ 5 เติบโตร้อยละ 15 และปีที่ 6 ถึง ปีที่ 10 ไม่เติบโต พบมีบทสรุปทางการเงินในกรณีพื้นฐาน (Base Case) ดังนี้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) กรณีพื้นฐานประมาณ 4,739,498 บาท มีมูลค่าเป็นบวก อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) ที่ 37 % ต่อปี เมื่อเทียบกับต้นทุนเงินลงทุนที่ประมาณ 10 % มีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ภายในระยะเวลาประมาณ 3 ปี 5 เดือน โดยมีได้คำนึงถึงค่าเงินตามระยะเวลา และดัชนีกำไร (Profitability index หรือ PI) มีค่า 11.3 เท่า กล่าวคือ กิจกรรมมีผลกำไรที่ดี ถือว่ามีความเหมาะสมในการลงทุน ถึงแม้พิจารณาในกรณีควรแก่การลงทุน และแม้ได้ทำการวิเคราะห์ในกรณีดีมาก (Best Case) และกรณีเลวร้าย (Worse Case) ก็ยังพบว่ามีความเหมาะสมในการลงทุนเช่นเดียวกัน

7.1.9 การเปรียบเทียบนวัตกรรมอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวกับนวัตกรรมอื่นที่มีลักษณะคล้ายกัน

ผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีที่มีอยู่แล้วในตลาด จะเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ช่วยเดิน หรือช่วยให้เกิดความปลอดภัยจากการล้มขณะเดิน หรือออกกำลังกาย สำหรับผู้ป่วยและผู้สูงอายุที่มีปัญหาการเดิน หรือการทรงตัว สำหรับตลาดของประเทศไทยสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ส่วนใหญ่ยังเป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าที่มีราคาสูง มักมีใช้ในสถานพยาบาลขนาดใหญ่ของรัฐ หรือสถานพยาบาลเอกชนซึ่งคิดค่าบริการสูงตามต้นทุน ทำให้ประชาชนทั่วไปเข้าถึงได้ยาก ในปัจจุบันได้มีการประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวขึ้นใช้เองในประเทศ โดยผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ที่ประดิษฐ์ขึ้นเองนี้ จะเน้นการนำเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หรือวิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติ เพียงอย่างหนึ่งอย่างหนึ่งอย่างใดมาใช้ และมีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และวิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติมาใช้ร่วมกัน ซึ่งเรียกว่าวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ มาใช้เพิ่มมากขึ้น โดยในตลาดอนาคตการพัฒนากฎหมายด้วยหลักการวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ จะนำมาบูรณาการกับเทคโนโลยีของวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและหน้าที่การใช้งานของอุปกรณ์ประเภทนี้สำหรับอุปกรณ์ตามการประดิษฐ์นี้ใช้เทคโนโลยีร่วมกันของเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และวิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งช่วยให้สามารถต่อยอดและพัฒนาอุปกรณ์ให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นได้

## 7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวไปใช้ในธุรกิจ

7.2.1 ในปัจจุบันแนวโน้มการทำธุรกิจควบคู่ไปกับการดูแลสุขภาพ จะช่วยให้ธุรกิจได้รับความน่าเชื่อถือจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในธุรกิจที่มีบุคลากรด้านวิศวกรรม สามารถนำอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวนี้ ไปพัฒนาเป็นธุรกิจ Social Enterprise โดยจัดทำ Business Model ที่เหมาะสม จะช่วยให้คนผู้สูงอายุได้เข้าถึงอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางการทรงตัว อีกทั้งลูกหลานในชุมชนจะมีรายได้เพิ่ม ไม่ต้องออกมาทำงานไกลบ้าน

7.2.2 การนำอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ไปใช้ในธุรกิจสถานดูแลผู้สูงอายุ โรงพยาบาล สถานออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุ อาจดำเนินการเพื่อลดต้นทุนได้ในหลายรูปแบบ ดังนี้

1) ใช้วิธีการเช่าระยะยาว หรือขายพร้อมบริการหลังการขาย เพื่อช่วยลดภาระการดูแลอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ

2) จัดรอบเวลาออกกำลังกายให้ผู้สูงอายุพร้อมๆ กัน และใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวแบบประกอบเป็นชุด ชุดละ 4 เครื่อง จะช่วยลดจำนวนผู้ดูแลผู้สูงอายุต่อผู้สูงอายุจำนวนมากได้

7.2.3 การทำธุรกิจพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุในลักษณะ Partner กับผู้ประกอบการอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ จะช่วยส่งเสริมให้เกิดธุรกิจใหม่ในองค์กรได้

## 7.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อยอดหรืองานวิจัยในอนาคต

7.3.1 งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาเฉพาะอุปกรณ์ออกกำลังกายเพื่อป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ซึ่งจำเป็นที่จะต้องนำมาใช้กับท่าไทชิที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น งานวิจัยในอนาคตจึงควรพิจารณาการออกกำลังกายรูปแบบอื่น มาใช้กับอุปกรณ์ออกกำลังกายเพื่อป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

7.3.2 งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายเพื่อป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย 2-6 มัด จากการทดสอบด้วยวิธี Manual Muscle Testing (MMT) ในระดับ 2+ ถึง 3+ งานวิจัยในอนาคตจึงควรพิจารณาศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุที่ต่ำกว่านี้ หรือศึกษาเปรียบเทียบในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างที่แตกต่างกัน

7.3.3 จากการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายเพื่อป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวในครั้งนี้ พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง เมื่อเทียบกับราคาที่ยอมรับได้ของผู้ซื้อจากการสำรวจตลาด เนื่องจากใช้ Sensor ที่ต้องนำเข้า ซึ่งเป็นต้นทุนถึง 1 ใน 3 ของค่าวัสดุรวม จึงเป็นโอกาสให้ควรพิจารณาต่อยอดการศึกษาเพื่อพัฒนา Sensor .ให้มีราคาถูกลง หรือศึกษาการใช้ Sensor ประเภทอื่น

7.3.4 อุปกรณ์ออกกำลังกายเพื่อป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ที่ได้พัฒนาในงานวิจัยนี้ เป็นชนิดอยู่กับที่ เวลาใช้อุปกรณ์ในระยะเวลาานาน ผู้สูงอายุอาจเบื่อหน่ายสำหรับการศึกษาในอนาคตควรพัฒนาอุปกรณ์นี้ ให้สามารถเคลื่อนที่ได้ แต่ยังคงให้มีความปลอดภัยไว้

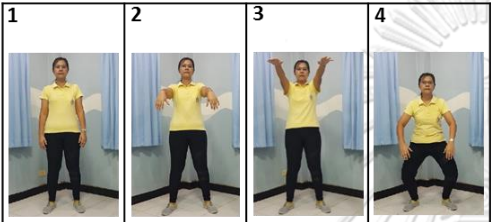
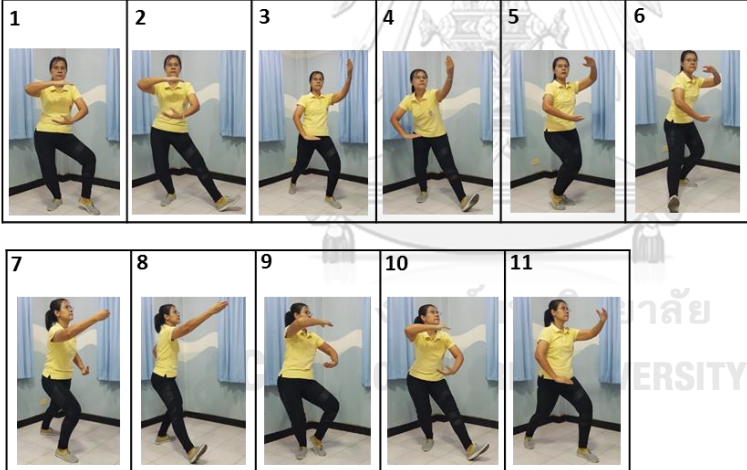
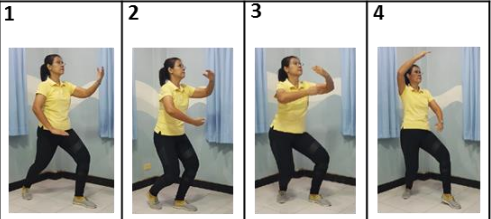





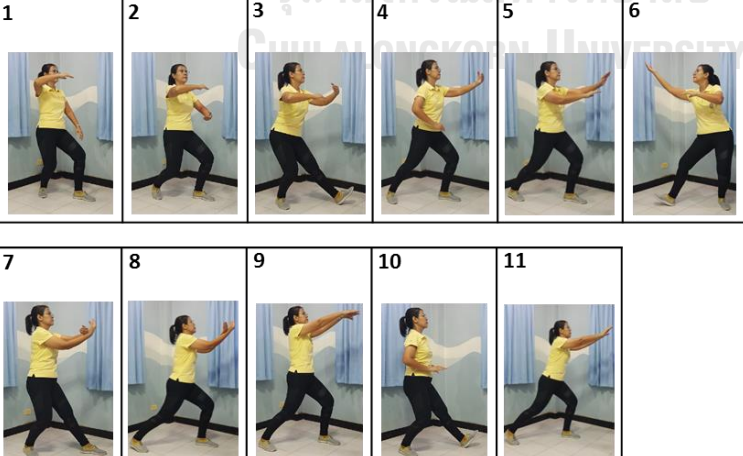
ภาคผนวก

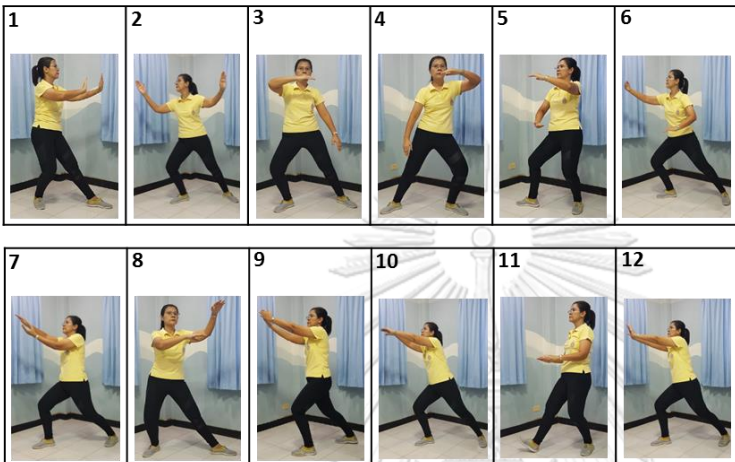
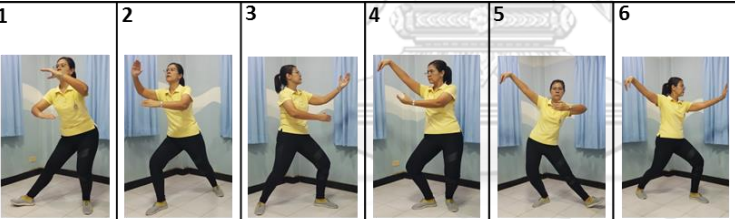
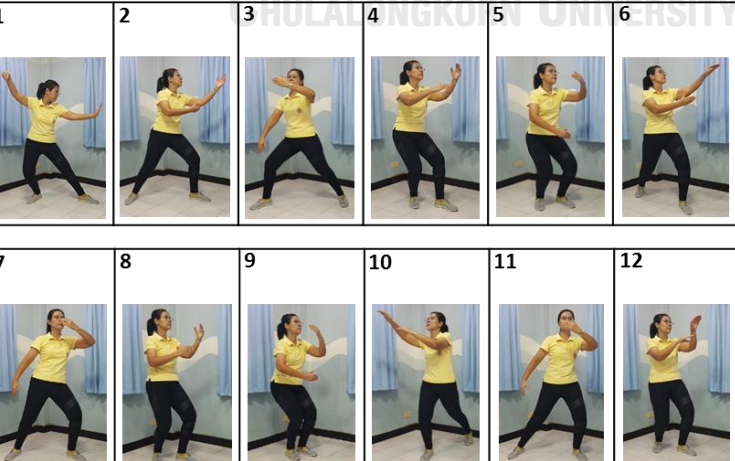
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

**ภาคผนวก ก**  
**การวิเคราะห์ท่าไทชิด้วย Motion Study**

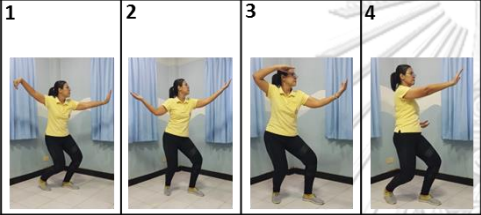
<p style="text-align: center;">การประเมินท่าไทชิ (จากเกณฑ์ในบทที่ 2 ข้อ 2.6.1)</p> <p>1) เกณฑ์ประสิทธิผลในการฝึกกล้ามเนื้อ จากท่าที่มีระนาบในการเคลื่อนไหว และการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง</p> <p>2) เกณฑ์ระดับความเสี่ยงในการล้ม จากท่าที่รบกวนสมดุล</p> <p>3) ท่าเริ่มต้น และท่าจบ ใช้ฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (ใช้ได้ ไม่ต้องประเมิน)</p>	ระนาบในการเคลื่อนไหว	ใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง	รบกวนสมดุล	คะแนน	ใช้ได้
<p>1. ท่าเริ่มต้น</p> 					✓
<p>2. ม้าป่าสยายแผงคอ</p> 	3	3	2	8	✓
<p>3. กระเรียนขยับปีก</p> 	2	2	2	6	×

<p>การประเมินท่าไทชิ (จากเกณฑ์ในบทที่ 2 ข้อ 2.6.1)</p> <p>1) เกณฑ์ประสิทธิผลในการฝึกกล้ามเนื้อ จากท่าที่มีระนาบในการเคลื่อนไหว และการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง</p> <p>2) เกณฑ์ระดับความเสี่ยงในการล้ม จากท่าที่รบกวนสมดุล</p> <p>3) ท่าเริ่มต้น และท่าจบ ใช้ฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (ใช้ได้ ไม่ต้องประเมิน)</p>	ระนาบในการเคลื่อนไหว	ใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง	รบกวนสมดุล	คะแนน	ใช้ได้
<p>4. งอเข่าเดินย่างก้าว</p> 	3	3	2	8	✓
<p>5. สองมือติดสายพิน</p> 	2	2	2	6	×

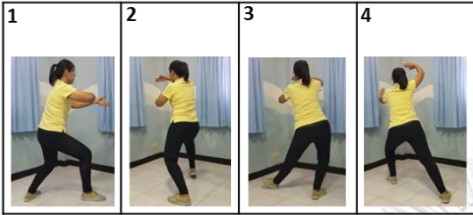
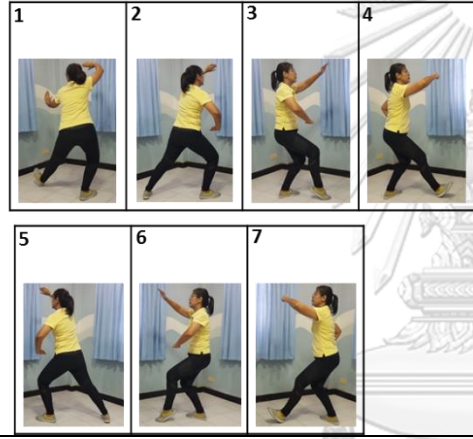


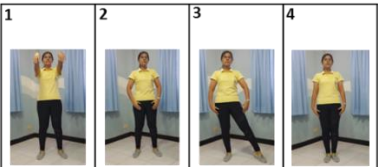
<p>การประเมินท่าไทชิ (จากเกณฑ์ในบทที่ 2 ข้อ 2.6.1)</p> <p>1) เกณฑ์ประสิทธิผลในการฝึกกล้ามเนื้อ จากท่าที่มีระนาบในการเคลื่อนไหว และการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง</p> <p>2) เกณฑ์ระดับความเสี่ยงในการล้ม จากท่าที่รบกวนสมดุล</p> <p>3) ท่าเริ่มต้น และท่าจบ ใช้ฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (ใช้ได้ ไม่ต้องประเมิน)</p>	ระนาบในการเคลื่อนไหว	ใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง	รบกวนสมดุล	คะแนน	ใช้ได้
<p>6. ก้าวถอยผลักซ้ายขวา</p> 	3	3	2	8	✓
<p>7. รวบหางนกยูงซ้าย</p> 	3	3	2	8	✓

<p>การประเมินท่าไทชิ (จากเกณฑ์ในบทที่ 2 ข้อ 2.6.1)</p> <p>1) เกณฑ์ประสิทธิผลในการฝึกกล้ามเนื้อ จากท่าที่มีระนาบในการเคลื่อนไหว และการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง</p> <p>2) เกณฑ์ระดับความเสี่ยงในการล้ม จากท่าที่รบกวนสมดุล</p> <p>3) ท่าเริ่มต้น และท่าจบ ใช้ฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (ใช้ได้ ไม่ต้องประเมิน)</p>	ระนาบในการเคลื่อนไหว	ใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง	รบกวนสมดุล	คะแนน	ใช้ได้
<p>8. รวบหางนกยูงขวา</p> 	3	3	2	8	✓
<p>9. ก้าวซ้ายมือถือแท้</p> 	2	3	2	7	×
<p>10. มือดันเมฆาซ้าย</p> 	2	2	2	6	×



<p>การประเมินท่าไทชิ (จากเกณฑ์ในบทที่ 2 ข้อ 2.6.1)</p> <p>1) เกณฑ์ประสิทธิผลในการฝึกกล้ามเนื้อ จากท่าที่มีระนาบในการเคลื่อนไหว และการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง</p> <p>2) เกณฑ์ระดับความเสี่ยงในการล้ม จากท่าที่รบกวนสมดุล</p> <p>3) ท่าเริ่มต้น และท่าจบ ใช้ฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (ใช้ได้ ไม่ต้องประเมิน)</p>	ระนาบในการเคลื่อนไหว	ใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง	รบกวนสมดุล	คะแนน	ใช้ได้
<p>11. ก้าวซ้ายมือถือแส้</p> 	2	3	2	7	×
<p>12. ลีลาม้าจะง้อ</p> 	2	2	1	5	×
<p>13. ท่วงท่าถีบเท้าขวา</p> 	2	3	3	8	√
<p>14. สองหมัดชกกุกู</p> 	2	2	3	7	×
<p>15. พลิกกายถีบเท้าซ้าย</p> 	2	3	3	8	√

<p>การประเมินท่าไทชิ (จากเกณฑ์ในบทที่ 2 ข้อ 2.6.1)</p> <p>1) เกณฑ์ประสิทธิผลในการฝึกกล้ามเนื้อ จากท่าที่มีระนาบในการเคลื่อนไหว และการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง</p> <p>2) เกณฑ์ระดับความเสี่ยงในการล้ม จากท่าที่รบกวนสมดุล</p> <p>3) ท่าเริ่มต้น และท่าจบ ใช้ฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (ใช้ได้ ไม่ต้องประเมิน)</p>	ระนาบในการเคลื่อนไหว	ใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง	รบกวนสมดุล	คะแนน	ใช้ได้
<p>16. กดตั๋ยกเท้าขวา</p> 	2	3	3	8	✓
<p>17. กดตั๋ยกเท้าซ้าย</p> 	2	3	3	8	✓
<p>18. กระสวยร้อยเท้าขวา</p> 	3	3	2	8	✓
<p>19. งมเข็มใต้มหาสมุทร</p> 	2	2	1	5	✗

<p>การประเมินท่าไทชิ (จากเกณฑ์ในบทที่ 2 ข้อ 2.6.1)</p> <p>1) เกณฑ์ประสิทธิผลในการฝึกกล้ามเนื้อ จากท่าที่มีระนาบในการเคลื่อนไหว และการใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง</p> <p>2) เกณฑ์ระดับความเสี่ยงในการล้ม จากท่าที่รบกวนสมดุล</p> <p>3) ท่าเริ่มต้น และท่าจบ ใช้ฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (ใช้ได้ ไม่ต้องประเมิน)</p>	ระนาบในการเคลื่อนไหว	ใช้กล้ามเนื้อส่วนล่าง	รบกวนสมดุล	คะแนน	ใช้ได้
<p>20. ภูมาสมานไหล</p> 	2	2	2	6	×
<p>21. พลิกกายกำหมัดฟาด</p> 	2	2	2	6	×
<p>22. ท่วงท่าเหมือนปิด</p> 	1	2	1	4	×
<p>23. สองมือกากบาท</p> 	1	2	1	4	×
<p>24. ท่าจบ</p> 					✓

**ภาคผนวก ข**  
**บันทึกผลการสนทนากลุ่ม**

**วัตถุประสงค์การสนทนา** เพื่อนำความคิดเห็นมาออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัว

**เกณฑ์คัดเข้า** มี 2 เกณฑ์ ได้แก่

- 1) เป็นผู้สูงอายุ อายุระหว่าง 70-85 ปี ที่มีประวัติเคยล้มมากกว่า 2 ครั้ง ในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา
- 2) เป็นผู้รู้จักไทชิ แต่ไม่เคยฝึกไทชิ

**เกณฑ์คัดออก** มี 1 เกณฑ์ คือ ไม่สะดวกใจในการให้ความเห็นระหว่างสนทนากลุ่ม

**จำนวนผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม** 7 คน

**เวลาในการสนทนากลุ่ม** 60 นาที

**สถานที่สนทนากลุ่ม** บ้านของ อสม. ท่านหนึ่ง ใน ต. หนองไธสง อ.คูทอง จ.สุพรรณบุรี

**วันที่สนทนากลุ่ม** เมื่อวันที่ 5 ธ.ค. ปี 2558

**วิธีการสนทนา** ใช้ข้อคำถามหลัก 1 ข้อ คือ ทำไมท่านจึงไม่ออกกำลังกายโดยการฝึกไทชิ และใช้หลักการ 5 Why ในการถามต่อ เพื่อหาเหตุผลที่แท้จริง

**ผลการสนทนากลุ่ม** ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มให้เหตุผลที่ไม่ฝึกไทชิ ดังนี้

สาเหตุที่ไม่ฝึกไทชิ	จำนวนผู้สนับสนุน	ร้อยละ
จำนวนท่าไทชิมีมาก ความจำไม่ดี ทำให้จำท่าทั้งหมดไม่ได้	7 คน	100
กังวลว่า ท่าต่อไปจะเป็นท่าอะไร ต้องเปลี่ยนท่าตอนไหน	7 คน	100
กลัวว่าฝึกไทชิแล้วจะล้ม ไม่มีลูกหลานช่วยดูแลขณะฝึก	7 คน	100
ไม่เข้าใจวิธีการหายใจเข้า-ออก ที่ถูกต้องของไทชิ	6 คน	86
ไม่มีคนช่วยสอนท่าฝึกไทชิที่ถูกต้อง	4 คน	57
ไทชิใช้เวลาในการฝึกนานเกินไป	2 คน	29
ไทชิเป็นการฝึกที่ยากมากเกินไป	2 คน	29
ไม่มีเพื่อนฝึกไทชิ	1 คน	14

**สรุปผลการสนทนากลุ่ม**

สาเหตุที่ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มไม่ฝึกไทชิ เนื่องจาก จำท่าไทชิทั้งหมดไม่ได้ มีความกังวลในการจดจำท่า มีความกลัวการล้มขณะฝึก และไม่สามารถหายใจเข้า-ออก ตามแนวทางของไทชิได้



## ภาคผนวก ง

## เปรียบเทียบจำนวนท่าและการเคลื่อนไหว ตั้งแต่ไทชิ 24 ท่า จนถึงไทชิแบบปรารถิต

ผลการเปรียบเทียบ ไทชิ 24 ท่า มี 164 การเคลื่อนไหว ไทชิแบบปรารถิต มี 16 ท่า 63 การเคลื่อนไหว

ไทชิ 24 ท่า	การเคลื่อนไหว	ท่าที่ผ่านเกณฑ์ บทที่ 2 ข้อ 2.6.1	การเคลื่อนไหว	ออกแบบท่าฝึกการทรงตัว จากท่าที่ผ่านเกณฑ์ข้อ 2.6.1 ได้ 20 ท่า ท่าละ 5 การเคลื่อนไหว สำหรับนำไปทดสอบ EMG	การเคลื่อนไหว
1. ท่าเริ่มต้น	4	1. ท่าเริ่มต้น	4	1. ท่าเริ่มต้น-ท่าจบ	5
2. ม้าป่าสยายแผงคอ	11	2. ม้าป่าสยายแผงคอ	11	2. ก้าวอ้อมหลังซ้าย-ขวา	5
3. กระเรียนขยับปีก	4	3. งอเข่าเดินย่างก้าว	13	3. ก้าวซ้ายเฉียง	5
4. งอเข่าเดินย่างก้าว	13	4. ก้าวถอยผลัดซ้ายขวา	16	4. ก้าวขวาเฉียง	5
5. สองมือคีตสายพิณ	3	5. รวบหางนกยูงซ้าย	11	5. ก้าวหลังซ้าย ย่อตัว	5
6. ก้าวถอยผลัดซ้ายขวา	16	6. รวบหางนกยูงขวา	12	6. ก้าวหลังขวา ย่อตัว	5
7. รวบหางนกยูงซ้าย	11	7. ท่วงท่าถีบเท้าขวา	4	7. รวบหางนกยูงซ้าย (บางส่วน)	5
8. รวบหางนกยูงขวา	12	8. พลิกกายถีบเท้าซ้าย	5	8. รวบหางนกยูงขวา (บางส่วน)	5
9. ก้าวซ้ายมือถือธนู	6	9. กัดต่ายกเท้าขวา	5	9. ท่วงท่าถีบเท้าซ้าย (บางส่วน)	5
10. มือดันเมฆซ้าย	12	10. กัดต่ายกเท้าซ้าย	6	10. ท่วงท่าถีบเท้าขวา (บางส่วน)	5
11. ก้าวซ้ายมือถือธนู	6	11. กระสวยร้อยเท้าขวา	9	11. กัดต่ายเหยียดขาซ้าย (บางส่วน)	5
12. ลีลาม้าชะเง้อ	12	12. ท่าจบ	5	12. กัดต่ายเหยียดขาขวา (บางส่วน)	5
13. ท่วงท่าถีบเท้าขวา	4			13. ยกเท้าซ้าย	5
14. สองหมัดชกกนก	4			14. ยกเท้าขวา	5
15. พลิกกายถีบเท้าซ้าย	5			15. ก้าวสี่เหลี่ยมซ้าย	5
16. กัดต่ายกเท้าขวา	5			16. ก้าวสี่เหลี่ยมขวา	5
17. กัดต่ายกเท้าซ้าย	6			17. งอเข่า เดินซ้าย	5
18. กระสวยร้อยเท้าขวา	9			18. งอเข่า เดินขวา	5
19. งมเข็มใต้มหาสมุทร	6			19. กระสวยร้อยเท้าซ้าย (บางส่วน)	5
20. ภูผาสมานไหล	4			20. กระสวยร้อยเท้าขวา (บางส่วน)	5
21. พลิกกายกำหมัดฟาด	7				
22. ท่วงท่าเสมือนปิด	5				
23. สองมือกากบาท	3				
24. ท่าจบ	5				
รวม	164		96		100

ท่าฝึกการทรงตัว ที่ผ่านการทดสอบ EMG	การเคลื่อนไหว	โทษแบบปรานีต (16 ท่า) นำมาออกแบบใหม่ เรียงจากท่าที่ ง่ายไปยาก และตัดท่าที่ซ้ำกันออก	การเคลื่อนไหว
1. ท่าเริ่มต้น-ท่าจบ (ผ่านตามเกณฑ์ ไม่ทดสอบ)	5	1. งอเข่าขึ้น-ลง	2
2. ก้าวอ้อมหลังซ้าย-ขวา	5	2. ก้าวอ้อมหลังซ้าย-ขวา	5
3. ก้าวหลังซ้าย ย่อตัว	5	3. ก้าวหลังซ้าย	3
4. ก้าวหลังขวา ย่อตัว	5	4. ก้าวหลังขวา	3
5. รวบหางนกยูงซ้าย (บางส่วน)	5	5. ก้าวข้าง โยงซ้าย	5
6. รวบหางนกยูงขวา (บางส่วน)	5	6. ก้าวข้าง โยงขวา	5
7. ท่วงท่าถีบเท้าซ้าย (บางส่วน)	5	7. โนมัดเหยียดขาซ้าย	4
8. ท่วงท่าถีบเท้าขวา (บางส่วน)	5	8. โนมัดเหยียดขาขวา	4
9. กดต่ำเหยียดขาซ้าย (บางส่วน)	5	9. งอเข่า เบียดซ้าย	4
10. กดต่ำเหยียดขาขวา (บางส่วน)	5	10. งอเข่า เบียดขวา	4
11. ยกเท้าซ้าย (บางส่วน)	5	11. งอเข่า หน้าซ้าย	4
12. ยกเท้าขวา	5	12. งอเข่า หน้าขวา	4
13. งอเข่า เดินซ้าย	5	13. งอเข่า บิดเท้าซ้าย	4
14. งอเข่า เดินขวา	5	14. งอเข่า บิดเท้าขวา	4
15. กระสวยร้อยเท้าซ้าย (บางส่วน)	5	15. เตะขาซ้าย	4
16. กระสวยร้อยเท้าขวา (บางส่วน)	5	16. เตะขาขวา	4
รวม	80		63

## ภาคผนวก จ

## คู่มือฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปราณีต”

## คู่มือฝึกการทรงตัว “ไทชิแบบปราณีต”



เหมาะสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว  
ที่สามารถยืน และเดินได้ด้วยตัวเอง

จัดทำโดย จาริณี จิระพันธ์  
เพื่อประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์  
หลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1

## หลักการฝึกไทชิแบบปราณีต

ปราณีต หมายถึง ความละเอียด ในโปรแกรมการฝึกนี้ เน้นการฝึกหายใจเข้า และหายใจออก ที่ละเอียด ผู้ฝึกต้องหายใจเข้า และออกอย่างช้าๆ ควบคู่ไปกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยมีหลักการที่สำคัญ 4 ประการดังนี้

- เน้นฝึกลมหายใจ ร่วมกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย
- เคลื่อนไหวร่างกายอย่างช้าๆ และต่อเนื่อง
- ให้ทำเท่าที่ทำได้ ไม่ฝืนตัวเอง ฝึกตามความสามารถทางร่างกายของแต่ละบุคคล
- ทำฝึกจะเริ่มจากท่าที่ง่ายไปยาก จึงควรฝึกเรียงตามลำดับ หากยังทำไม่ได้ ให้ฝึกซ้ำท่าเดิม จนกว่าจะทำได้ แล้วค่อยฝึกท่าต่อไป

## ประโยชน์ของการฝึกไทชิแบบปราณีต

- ช่วยให้กล้ามเนื้อขา และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว มีความแข็งแรง ไม่ล้าง่าย
- การฝึกในท่ายืนช่วยให้ระบบที่ช่วยในการทรงตัวของร่างกายทำงานได้ประสานกัน
- การฝึกลมหายใจช่วยให้ออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายมากขึ้น ทำให้ร่างกายมีความสดชื่น และการไหลเวียนของระบบเลือดที่ดี

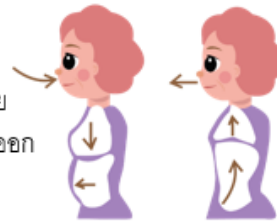
2



### การฝึกหายใจเข้า-ออก ที่ถูกต้อง

การหายใจเข้า ช้าๆ และยาวๆ จะช่วยให้ปอดสามารถรับออกซิเจน ซึ่งเป็นอากาศดีได้เต็มที่ ร่างกายจะรู้สึกสดชื่น การหายใจออก ช้าๆ และยาวๆ จะช่วยให้คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นอากาศเสียถูกขับออกไปจากปอดได้ นอกจากนี้การขยับหน้าท้องตามลมหายใจ จะช่วยฝึกกล้ามเนื้อหน้าท้องให้แข็งแรงอีกด้วย

- หายใจเข้าทางจมูกให้หน้าท้องป่องออก
- ผ่อนลมหายใจออกทางปากยาวๆ ห่อปากเล็กน้อยให้หน้าท้องแฟบ อาจสงสัยว่า “ฟู” ขณะหายใจออก



หายใจเข้า      หายใจออก



หายใจเข้า      หายใจออก

ควรฝึกหายใจให้ถูกต้องก่อนฝึกการทรงตัว ผู้ฝึกอาจใช้มือจับหน้าท้องขณะฝึกหายใจ เพื่อตรวจสอบว่าทำได้ถูกต้องหรือไม่

### คำแนะนำด้านความปลอดภัยระหว่างฝึก

- ผู้ฝึกต้องได้รับการอบรม และอยู่ภายใต้การดูแลของผู้สอน หรือผู้ช่วยฝึก เมื่อฝึกจนมีความชำนาญ จึงจะนำไปฝึกด้วยตนเอง
- หากรู้สึกหน้ามืด หรือเหนื่อยมาก ให้หยุดฝึกและนั่งลงเพื่อป้องกันการล้ม
- เมื่อเริ่มฝึก ให้ผู้ฝึกยืนฝึก โดยใช้ราวยึดจับ หรือจับเก้าอี้ที่มีความมั่นคงแข็งแรง ใช้มือจับราว หรือจับเก้าอี้ เพื่อป้องกันการล้ม



### คำขออนุญาตการจับราวจับ หรือพนักเก้าอี้



ทำที่ 1

เมื่อเริ่มฝึกใหม่ ในระหว่างฝึกให้จับพนักเก้าอี้ด้วยสองมือให้มั่นคง



ทำที่ 2

เมื่อฝึกจนมีความชำนาญ และมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ให้ใช้สองมือแตะที่พนักเก้าอี้ หากจะล้มให้จับพนักเก้าอี้แบบทำที่ 1



ทำที่ 3

เมื่อฝึกจนมีความชำนาญ และมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอีก สามารถใช้มือเดียวแตะที่พนักเก้าอี้ หากจะล้มให้จับพนักเก้าอี้แบบทำที่ 1

## แนวทางการฝึกไทชิแบบปรกณิตให้ได้ผลดี

- ฝึกอย่างน้อย 3 เดือน หรือ 12 สัปดาห์ โดยฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน
- ฝึกวันละ 40 – 45 นาที เวลาในการฝึกทำต่างๆ ขึ้นกับความชำนาญของผู้ฝึก
- ก่อนเริ่มฝึกการทรงตัว ต้องทำท่าอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียด 10 นาที
- ก่อนจบการฝึกให้กลับมามาทำท่าที่ 1 และจบด้วยท่าอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียด 5 นาที
- การเปลี่ยนท่า ให้พัก 10 วินาที โดยนับ 1 ถึง 10 ก่อนเริ่มท่าใหม่
- ท่าที่มีการยกขา ให้ยกให้พื้นพื้น สูงเท่าที่ผู้ฝึกจะทำได้ ซึ่งอาจต่างกันตามความสามารถ
- ท่าฝึกที่ออกแบบมีทั้งหมด 15 ท่า เรียงจากท่าที่ง่าย ไปท่าที่ยาก จึงควรฝึกเรียงตามลำดับ หากยังทำไม่ได้ ให้ฝึกซ้ำท่าเดิม จนกว่าจะทำได้ แล้วค่อยฝึกท่าต่อไป
  - การฝึกในเดือนแรก ให้ฝึกท่าที่ 1-12
  - การฝึกในเดือนที่สอง เพิ่มท่าฝึก ท่าที่ 13 และ 14
  - การฝึกในเดือนที่สาม เพิ่มท่าฝึก ท่าที่ 15 และ 16
- ผู้สูงอายุเคลื่อนไหวช้าและเร็วต่างกัน ผู้ฝึกควรฝึกให้ได้ตามระยะเวลาที่กำหนด แม้จะฝึกได้ไม่ครบท่าที่กำหนดไว้

5

## การจัดเวลาในการฝึก

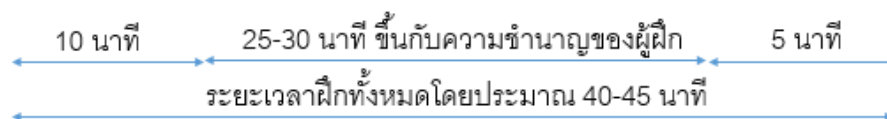
### เดือนที่ 1



### เดือนที่ 2



### เดือนที่ 3



6

### ท่าอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียด

- ก่อนฝึก ทำท่าที่ 1 - 4 ซ้ำ 5 รอบ (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)
- หลังฝึก ทำท่าที่ 1 - 4 ซ้ำ 3 รอบ (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)



7

### ท่าอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียด (ต่อ)



ยกแขนขึ้น 10 ครั้ง  
สลับยกแขนลง 10 ครั้ง



แกว่งแขนไปด้านหน้า 10 ครั้ง  
สลับแกว่งแขนไปด้านหลัง 10 ครั้ง  
หากกลัวล้มให้วางเก้าอี้ไว้ด้านหลัง

8

### ท่าที่ 1 งอเข่าขึ้น-ลง (ทำซ้ำ 20 รอบ)



ยกแขนขึ้น หายใจเข้ายาวๆ ทางจมูก



ค่อยๆ ลดแขนลง ย่อตัวลงให้ต่ำเท่าที่ทำได้ พร้อมห่อปากผ่อนลมหายใจออกยาวๆ พร้อมเกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้องและหลัง นับ 1 ถึง 10 จึงคลายกล้ามเนื้อ

#### คำอธิบายเพิ่มเติม



- หายใจเข้า**
- ท้องต้องพองออก
- หายใจออก**
- ท้องต้องแฟบ
  - หากไม่สามารถนับ 1-10 ขณะหายใจออก ให้สงสัยว่า พู่วายๆ จนหมดเสียง

### ท่าที่ 2 ก้าวอ้อมหลังซ้าย-ขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)



ยืนตรง



ลากเท้าซ้ายไปด้านหลัง วางเท้ากลับมาอยู่ทางขวา ทำเตรียม



ลากเท้าซ้าย



ลากเท้าขวาไปด้านหลัง วางเท้าทางซ้าย



ลากเท้าขวากลับมายืนตรง

#### คำอธิบายเพิ่มเติม



เมื่อเริ่มฝึกใหม่ๆ ผู้ฝึกที่ยังไม่แข็งแรง อาจวางเท้าหลังในตำแหน่ง 1 และเมื่อฝึกจนชำนาญให้เลื่อนการวางเท้าหลังมาในตำแหน่ง 2

### ท่าที่ 3 ก้าวหลังซ้าย (ทำซ้ำ 5 ครั้ง)



#### คำอธิบายเพิ่มเติม



- ตำแหน่งของเข่าต้องไม่เลยปลายเท้า หากเข่าเลยปลายเท้าจะทำให้ปวดเข่า
- หากฝึกจนชำนาญ อาจก้าวเท้าหลังได้กว้างขึ้น และย่อตัวได้ต่ำลงกว่าที่แสดงในภาพ

11

### ท่าที่ 4 ก้าวหลังขวา (ทำซ้ำ 5 ครั้ง)



#### คำอธิบายเพิ่มเติม



- ตำแหน่งของเข่าต้องไม่เลยปลายเท้า หากเข่าเลยปลายเท้าจะทำให้ปวดเข่า
- หากฝึกจนชำนาญ อาจก้าวเท้าหลังได้กว้างขึ้น และย่อตัวได้ต่ำลงกว่าที่แสดงในภาพ

12

### ท่าที่ 5 ก้าวข้าง โยกซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)



13

### ท่าที่ 6 ก้าวข้าง โยกขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)



14

## ท่าที่ 7 โนม์ตัว เหยียดขาซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)

หายใจเข้า



①

ท่าเตรียม

หายใจออก



②

ลากเท้าซ้าย  
ไปทางซ้าย

หายใจเข้า



③

โน้มตัวลง ให้ขาซ้าย  
เหยียดให้มากที่สุด  
ค้างไว้ นับ 1-5

หายใจออก



④

ลากเท้าซ้าย  
กลับมา

คำอธิบายเพิ่มเติม



- ขณะเหยียดขา ให้ โนม์ตัวลง จะช่วยให้ เหยียดขาได้มากขึ้น
- ขาข้างที่เหยียด ต้อง ไม่งอ

15

## ท่าที่ 8 โนม์ตัว เหยียดขาขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)

หายใจเข้า



①

ท่าเตรียม

หายใจออก



②

ลากเท้าขวา  
ไปทางขวา

หายใจเข้า



③

โน้มตัวลง ให้ขาขวา  
เหยียดให้มากที่สุด  
ค้างไว้ นับ 1-5

หายใจออก



④

ลากเท้าขวา  
กลับมา

คำอธิบายเพิ่มเติม



- ขณะเหยียดขา ให้ โนม์ตัวลง จะช่วยให้ เหยียดขาได้มากขึ้น
- ขาข้างที่เหยียด ต้อง ไม่งอ

16

## ท่าที่ 9 งอเข่า เบี่ยงซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)

หายใจเข้า



①  
ยืนตรง

หายใจออก



②  
ก้าวเท้าซ้าย  
มาทางขวา  
ยืนแยกเท้า

หายใจเข้า



③  
ยกเข่าซ้ายขึ้น  
ค้างไว้  
นับ 1 ถึง 5

หายใจออก



④  
วางเท้าลง

คำอธิบายเพิ่มเติม



- ตำแหน่งของเข่าข้างที่ยก ต้องอยู่ด้านข้าง ไม่ใช่ด้านหน้า
- ยกเข่าให้สูงเท่าที่ทำได้ อย่างน้อยเท่าข้างที่ยกต้องพ้นพื้น

17

## ท่าที่ 10 งอเข่า เบี่ยงขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)

หายใจเข้า



①  
ท่าเตรียม

หายใจออก



②  
ก้าวเท้าขวา  
มาทางขวา  
ยืนแยกเท้า

หายใจเข้า



③  
ยกเข่าขวาขึ้น  
ค้างไว้  
นับ 1 ถึง 5

หายใจออก



④  
วางเท้าลง

คำอธิบายเพิ่มเติม



- ตำแหน่งของเข่าข้างที่ยก ต้องอยู่ด้านข้าง ไม่ใช่ด้านหน้า
- ยกเข่าให้สูงเท่าที่ทำได้ อย่างน้อยเท่าข้างที่ยกต้องพ้นพื้น

18



## ท่าที่ 11 งอเข่า หน้าซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)

หายใจเข้า

หายใจออก

หายใจเข้า

หายใจออก



①

ท่าเตรียม



②

ก้าวเท้าซ้ายไป  
ด้านหน้า



③

ยกขาซ้ายขึ้น  
ค้างไว้นับ 1 ถึง 5



④

วางเท้าซ้ายลง

คำอธิบายเพิ่มเติม



- ตำแหน่งของเข่าข้างที่ยก ต้องอยู่ด้านหน้า
- ยกเข่าให้สูงเท่าที่ทำได้ อย่างน้อยเท่าข้างที่ยกต้องพินพื้น

19

## ท่าที่ 12 งอเข่า หน้าขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)

หายใจเข้า

หายใจออก

หายใจเข้า

หายใจออก



①

ท่าเตรียม



②

ก้าวเท้าขวา  
ไปด้านหน้า



③

ยกขาขวาขึ้น  
ค้างไว้นับ 1 ถึง 5



④

วางเท้าขวาลง

คำอธิบายเพิ่มเติม



- ตำแหน่งของเข่าข้างที่ยก ต้องอยู่ด้านหน้า
- ยกเข่าให้สูงเท่าที่ทำได้ อย่างน้อยเท่าข้างที่ยกต้องพินพื้น

20

### ท่าที่ 13 งอเข่า บิดเท้าซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)



21

### ท่าที่ 14 งอเข่า บิดเท้าขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)



22

### ท่าที่ 15 เตะขาซ้าย (ทำซ้ำ 5 รอบ)



23

### ท่าที่ 16 เตะขาขวา (ทำซ้ำ 5 รอบ)



24

## ภาคผนวก จ

## ผลการทดสอบแรงดึงสายรัดนิรภัยด้วย Autograph Universal Testing Machine



Mechanical Engineering Department  
Faculty of Engineering Chulalongkorn University

Report on  
Tensile Test

Brand	NA	Type	Belt Arrestor
Belt size	47 mm	Type	Nylon
Standard	Autograph Universal Testing Machine		
Test Condition	Room Temperature, Elongation Speed 5 mm/min		
Sent by	Jarinee Jiraphan		
Results			

Specimen No.	Rated Force *	Maximum Force	Note**
	N	N	
1	1312	2000	NCL
2	1293	2000	NOL

Note \* Rated Force at elongation 8 mm (Belt and Roll)

\*\* NCL - Normally Closed Lock

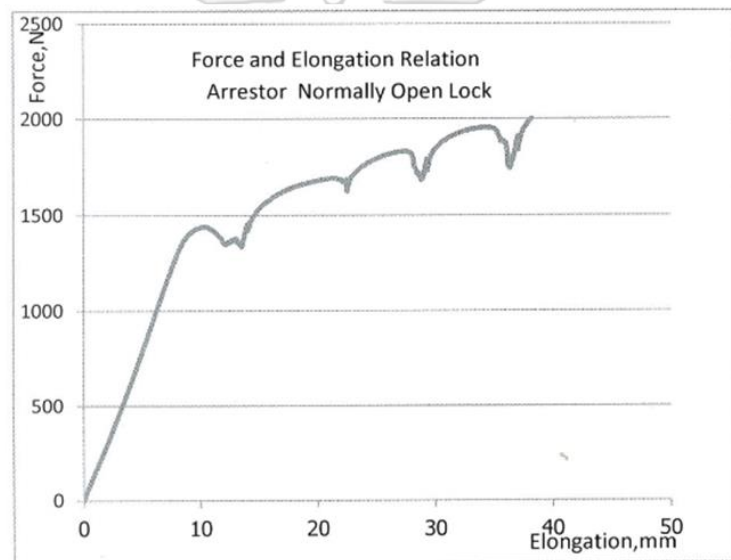
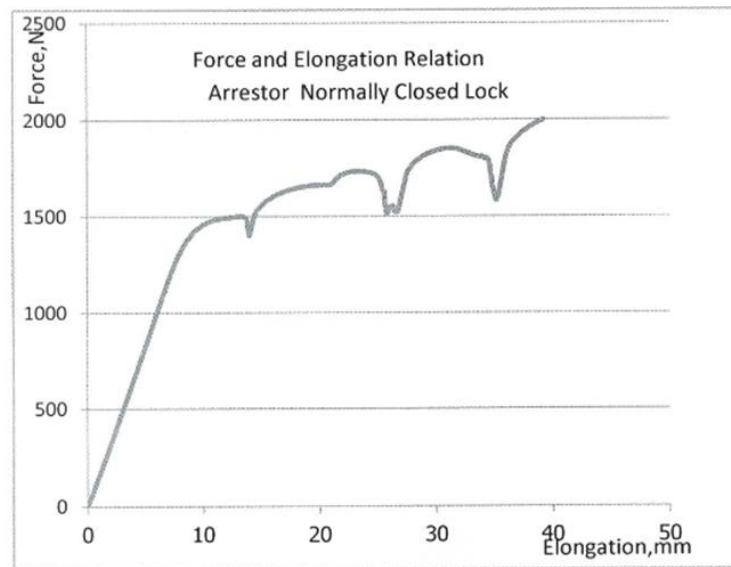
NOL - Normally Open Lock

Tested by

*Withaya Yongchareon*  
(Asso.Prof.Dr.Withaya Yongchareon)

Date

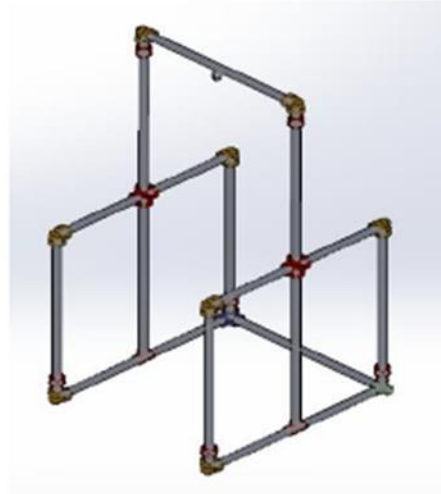
March 27, 2018



ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบการรับน้ำหนักของโครงสร้างอุปกรณ์ด้วยโปรแกรม Solid work 2016

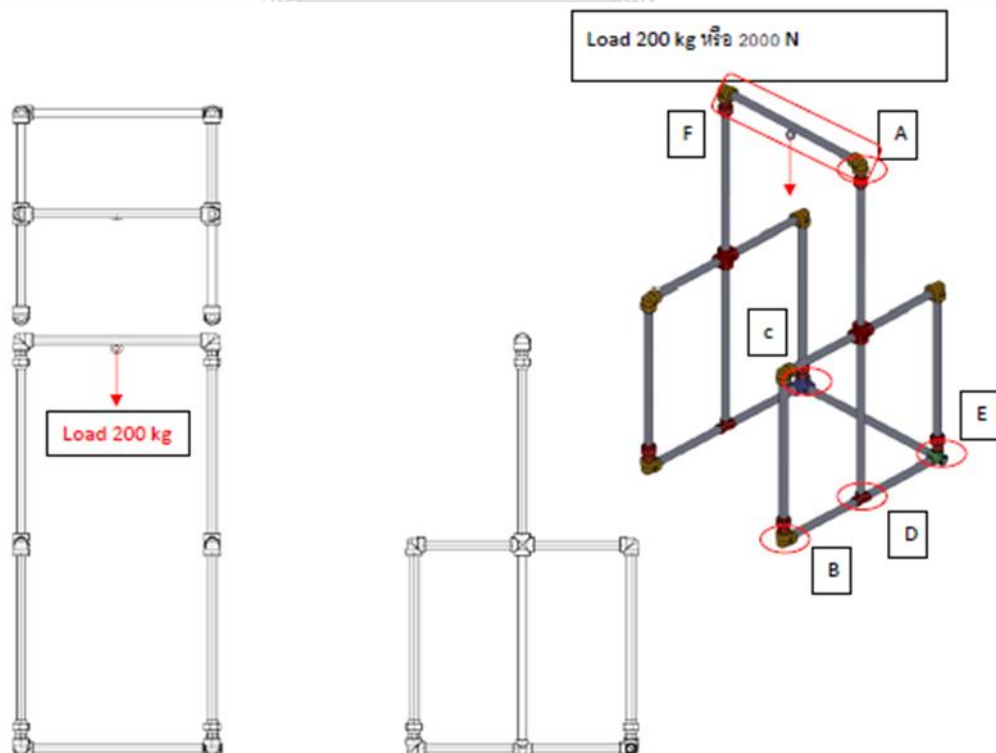
**Structure 3D and simulation**



**Load Simulation 200 kg**

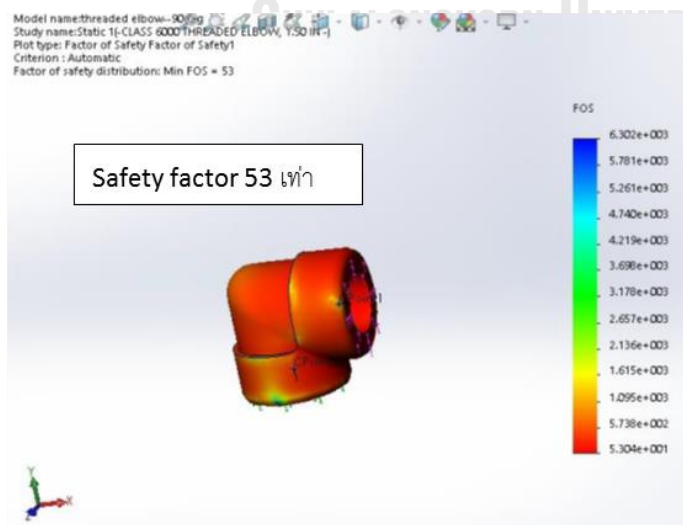
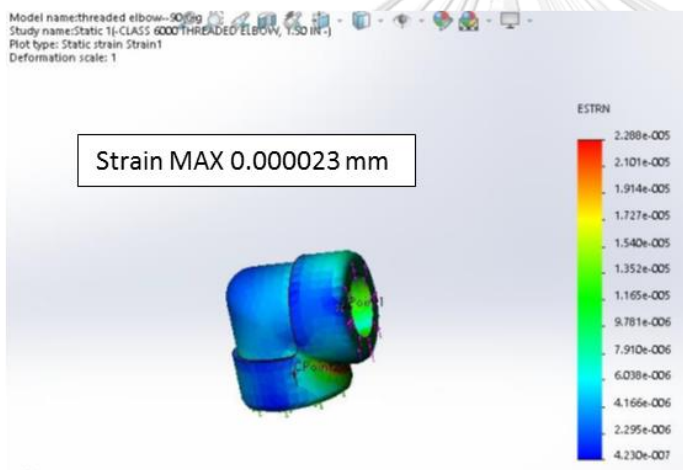
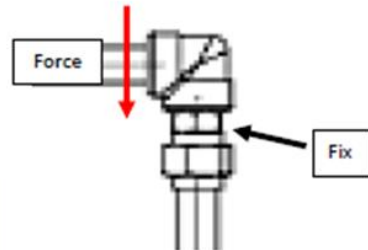
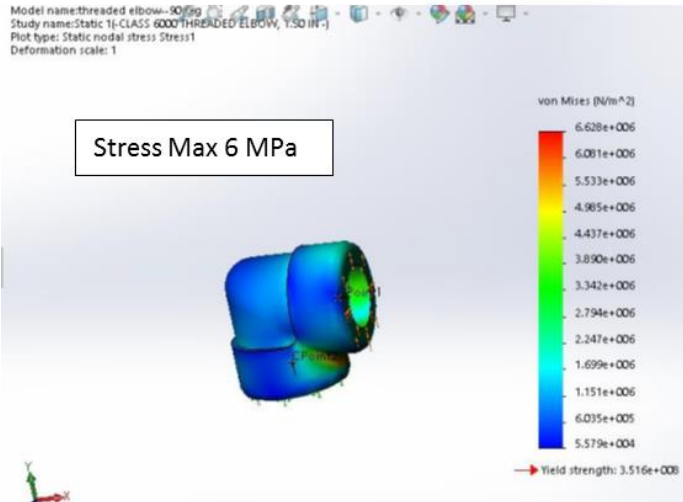
**Simulation Solid work 2016**

หลังจากทำการทำแบบ Simulation โดยแยกเป็นชั้น

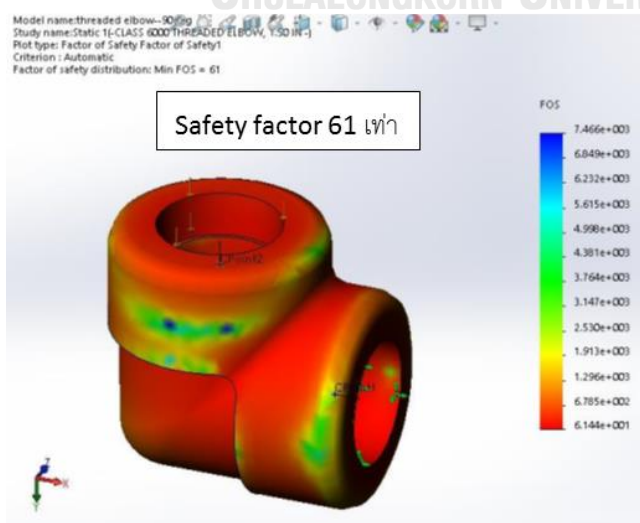
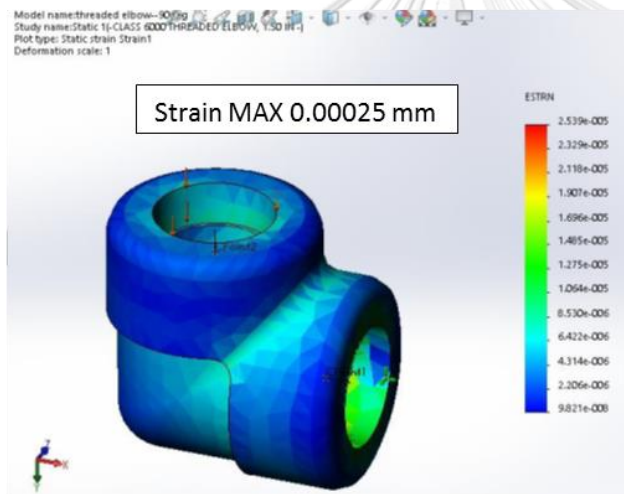
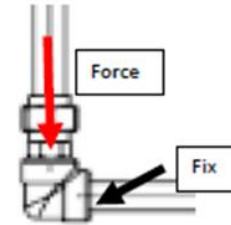
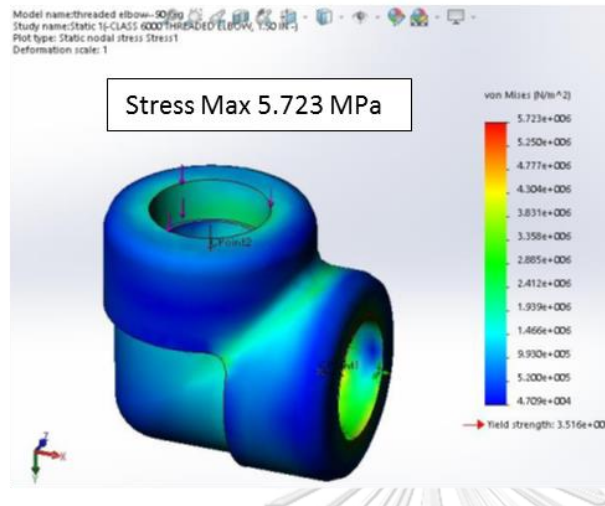


### หลังจากการ Simulation

ชั้น A รับ แรงเฉือนเนื่องจากถูกดึงด้วยท่อรับ

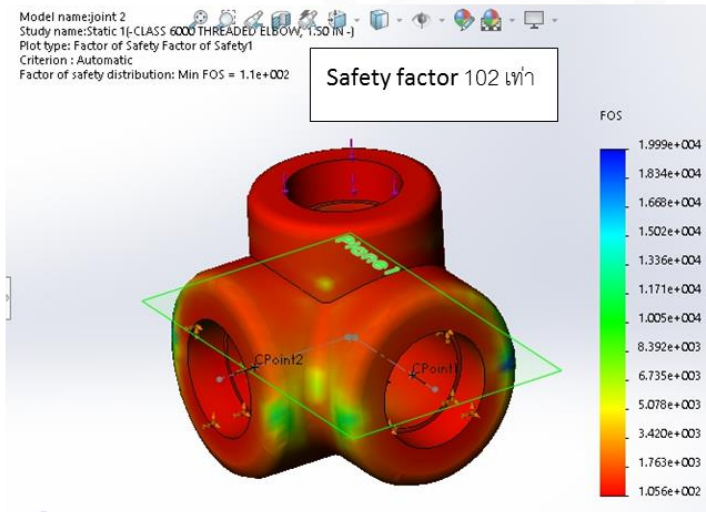
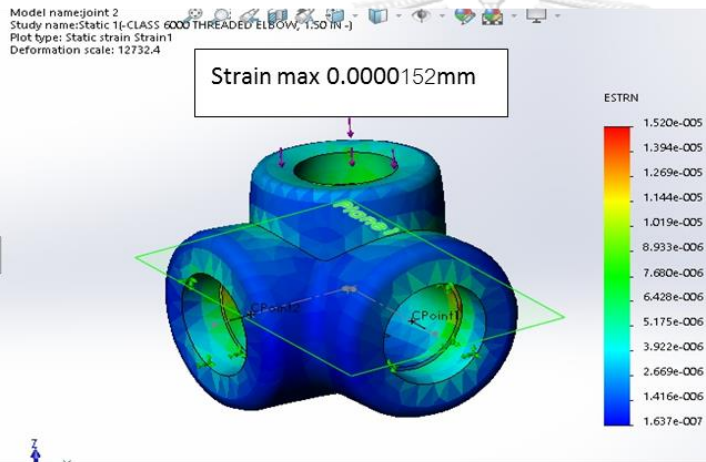
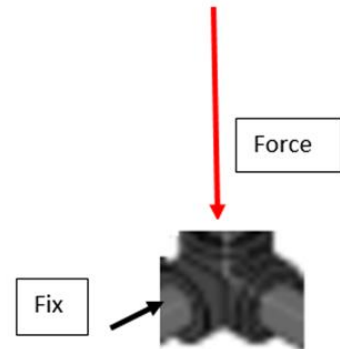
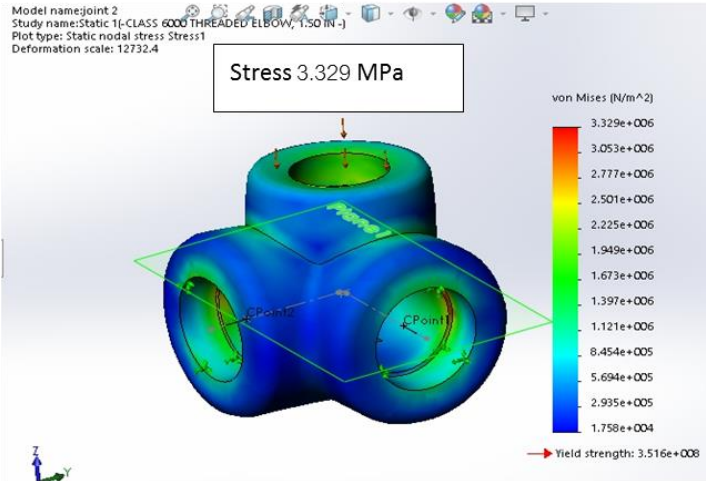


ชั้น B รับแรงกดเนื่องจากเป็นจุดรับน้ำหนัก

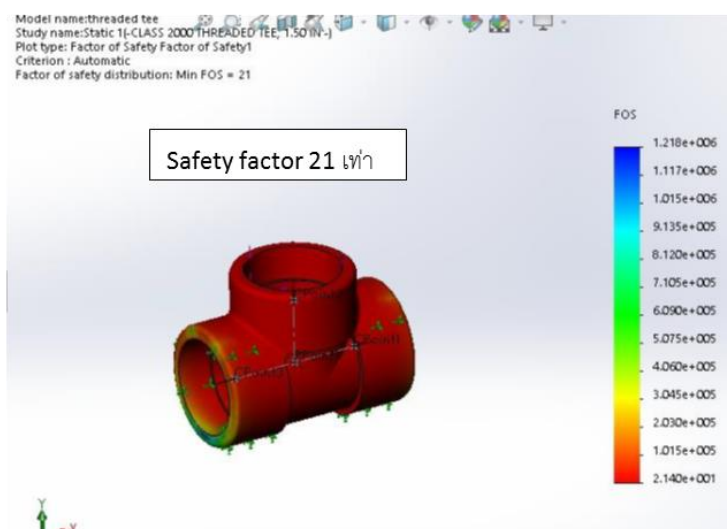
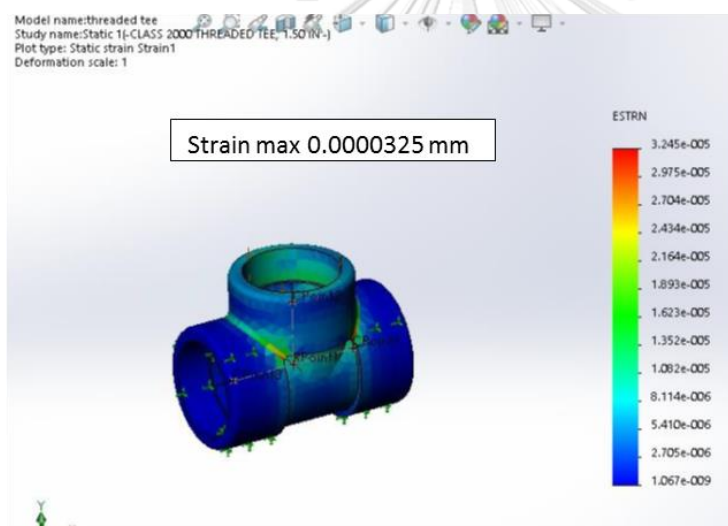
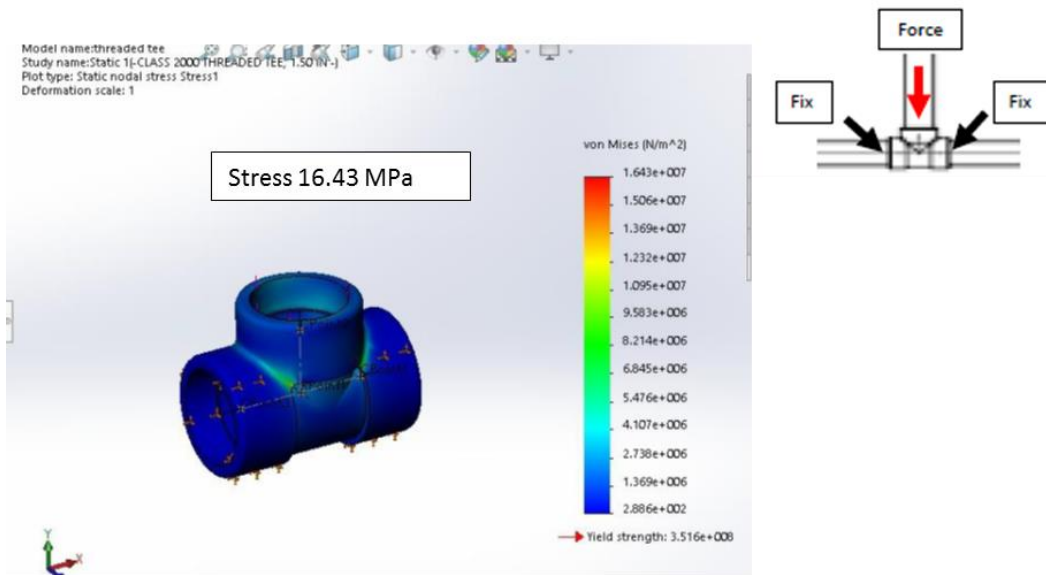




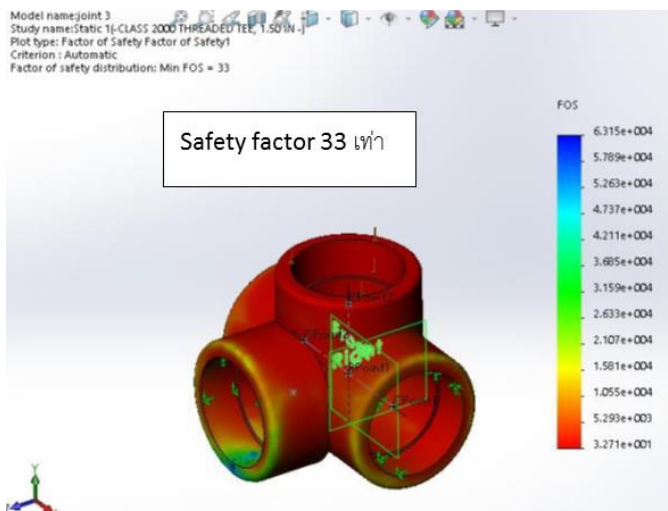
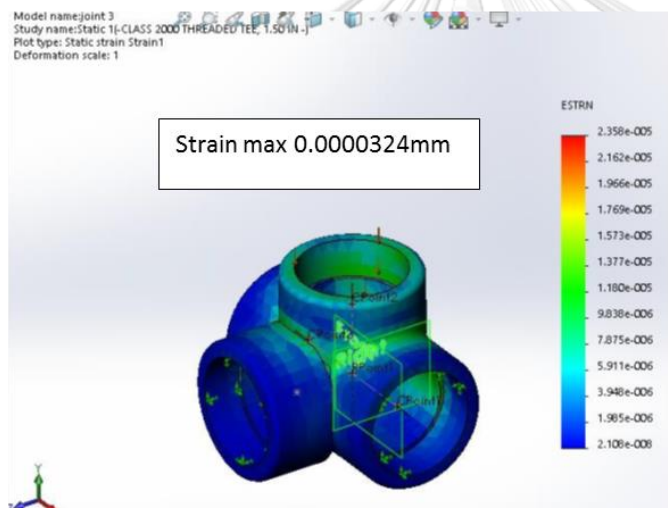
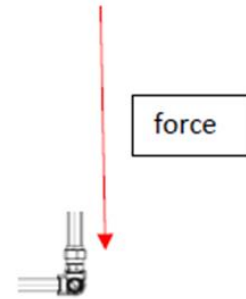
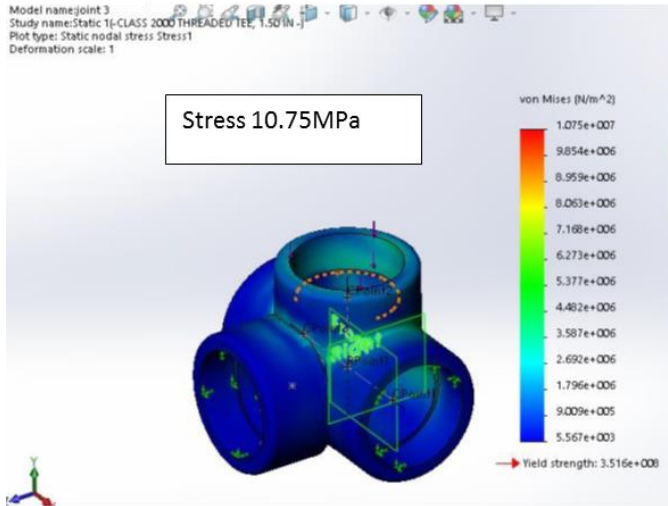
### ชิ้นงาน C รับแรงกดจากเสา



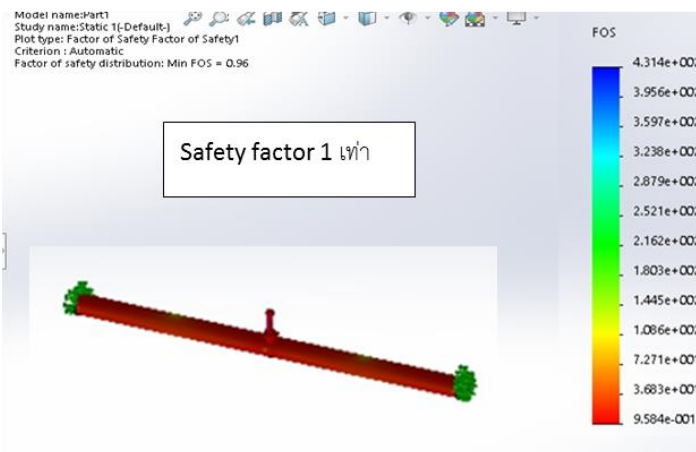
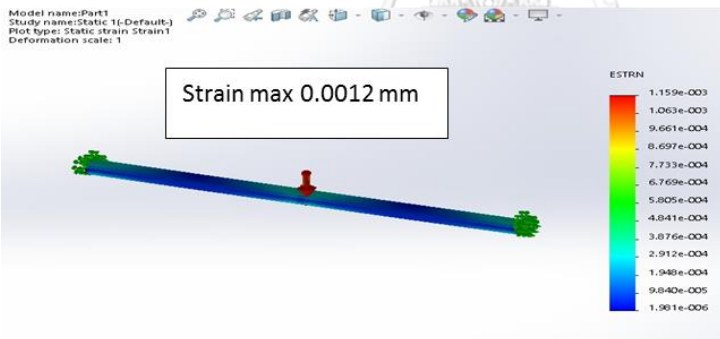
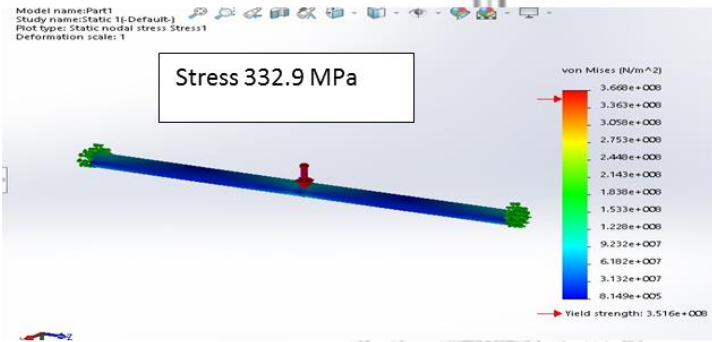
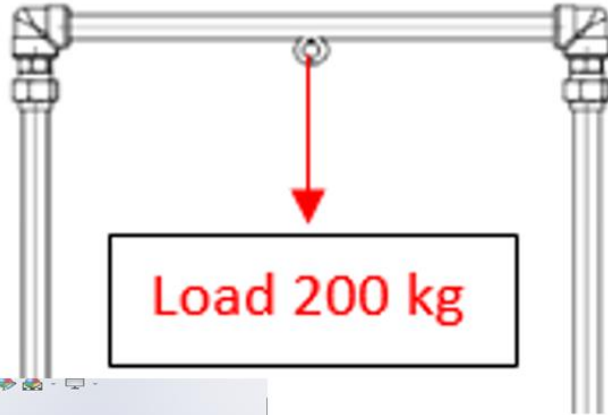
ชิ้นงาน D รับแรงกดจาก ด้านบนมายังพื้น



# ชิ้นงาน E รับแรงกด



ชิ้นงาน F รับน้ำหนักคนและรับแรงดึง



## ภาคผนวก ข

## ใบรับรองโครงการวิจัย ข้อมูลกลุ่มประชากร และหนังสือแสดงความยินยอม ระยะที่ 1

AF 01-12



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชูคดี 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330  
โทรศัพท์/โทรสาร: 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 196/2561

## ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 032.2/61 : การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว  
ผู้วิจัยหลัก : นางจาริณี จิระพันธุ์  
หน่วยงาน : สาขาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชูคดี 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ The International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้ในระยะที่ 1 ของโครงการวิจัย

ลงนาม.....  
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปริดา ทักนประดิษฐ)

ประธาน



ลงนาม.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)

กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 20 สิงหาคม 2561

วันหมดอายุ : 19 สิงหาคม 2562

## เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

- 1) โครงการวิจัย
- 2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- 3) ผู้วิจัย  เลขที่โครงการวิจัย..... 032.2/61
- 4) แบบสอบถาม  วันที่รับรอง..... 20 ส.ค. 2561
- 5) วันหมดอายุ..... 19 ส.ค. 2562

## เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการคิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อน ให้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมรับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-12) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(ขั้นการออกแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ)

ชื่อโครงการวิจัย... การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว  
ขั้นการออกแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายฯ

ชื่อผู้วิจัย... นางจาริณี จิระพันธุ์..... ตำแหน่ง... นิติบัญญัติเอก.....

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) หลักศูนย์ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม มัชฌิมวิทยาลัย.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....

(ที่บ้าน) 95/50 หมู่ 2 หมู่บ้านตระกูลทอง ต.สุรศักดิ์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20110

โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) ..02-657-6334..... ต่อ ..-..... โทรศัพท์ที่บ้าน (038) 774-915.....

โทรศัพท์มือถือ ..08-1295-3540..... E-mail : ..jarinee@thaioilgroup.com.....

เรียน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ท่านได้รับเชิญให้เป็นผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยนี้ ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยนี้ มีความ  
จำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่า งานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการ  
อ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม หรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เกี่ยวข้องกับกาวิจัยอะไร

โครงการนี้ต้องการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อให้ผู้สูงอายุมี  
ความมั่นใจในการออกกำลังกาย และเพิ่มความปลอดภัยในการออกกำลังกายแก่ผู้สูงอายุ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวสำหรับใช้  
ร่วมกับ โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

สถานที่ดำเนินการวิจัย

ที่พักของผู้วิจัย บ้านเลขที่ 95/50 หมู่ 2 ต.สุรศักดิ์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

วิธีการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยจะประกาศรับสมัครแบบเปิดเผยด้วยตัวผู้วิจัยเอง และรับสมัครแบบเปิดเผยผ่านคนรู้จัก หาก  
มีผู้สมัครเป็นผู้ร่วม ในการวิจัย ผู้วิจัยจะติดต่อขออนุญาตเข้าพบผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทางโทรศัพท์ ก่อน  
เข้าพบด้วยตนเอง



เลขที่โครงการวิจัย... ๐๓๒.๒/๖๑  
20 ส.ค. 2561  
วันที่รับรอง.....  
19 ส.ค. 2562

### รายละเอียดของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

การทดสอบอุปกรณ์ฯ จะดำเนินการโดยอาสาสมัคร 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอาสาสมัครที่มีความแข็งแรงจำนวน 6 คน และกลุ่มอาสาสมัครผู้สูงอายุหญิง จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยดำเนินการคัดกรองด้วยตนเอง ตามเกณฑ์การคัดเข้า ในแต่ละกลุ่มดังนี้

#### เกณฑ์การคัดเข้า

- กลุ่มอาสาสมัครหญิงที่มีความแข็งแรงจำนวน 6 คน

เกณฑ์การคัดเข้า มีดังนี้ อายุระหว่าง 20-59 ปี มีขนาดสูงแตกต่างกันใน 3 ขนาด ขนาดละ 2 คน ได้แก่ ขนาดมาตรฐาน(ความสูงอยู่ระหว่าง 150 – 160 ซม.) ขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน(ความสูงมากกว่า 160 ซม.) และขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน(ความสูงน้อยกว่า 155 ซม.) และมีใบรับรองแพทย์ที่ระบุว่าไม่มีสุขภาพแข็งแรง

- กลุ่มอาสาสมัครสูงอายุหญิงจำนวน 3 คน

เกณฑ์การคัดเข้า มีดังนี้ กลุ่มอาสาสมัครผู้สูงอายุหญิงที่อายุระหว่าง 70-85 ปี ที่ไม่เป็นโรคที่แพทย์ไม่อนุญาตให้ออกกำลังกาย มีขนาดสูงแตกต่างกันใน 3 ขนาด ขนาดละ 1 คน ได้แก่ ขนาดมาตรฐาน(ความสูงอยู่ระหว่าง 150 – 160 ซม.) ขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน(ความสูงมากกว่า 160 ซม.) และขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน(ความสูงน้อยกว่า 155 ซม.)

#### เกณฑ์การคัดออก

1. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแจ้งความประสงค์ไม่ร่วมการวิจัยต่อ
2. สุขภาพของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่พร้อมในการร่วมวิจัยต่อ

การดำเนินการหากพบว่าท่านไม่อยู่ในเกณฑ์คัดเข้า และอยู่ในสภาวะที่สมควรได้รับการช่วยเหลือ/แนะนำ ในระหว่างการคัดกรอง

ผู้วิจัยจะให้คำแนะนำหรือข้อมูลแก่ท่านอย่างดีที่สุดเท่าที่สามารถทำได้

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการนี้มีพยาบาล 1 คน เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน 1 คน เข้าร่วมดูแลผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ตลอดการทดลองใช้อุปกรณ์

#### การดำเนินการสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะได้รับแผ่นพับประชาสัมพันธ์ คำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย จำนวน 1 ฉบับ และคู่มือการฝึกการทรงตัว 1 เล่ม ได้รับการให้คำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
2. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยสวมใส่อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม
3. ผู้วิจัยตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของอุปกรณ์ฯ ที่สวมใส่
4. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยติดอุปกรณ์วัดชีพจรตลอดเวลาที่ทำการทดสอบ



เลขที่โครงการวิจัย..... 032.2/61  
วันที่รับรอง..... 20 ส.ค. 2561  
วันหมดอายุ..... 19 ส.ค. 2562

5. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยฝึก โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย และทดสอบอุปกรณ์ฯ ตามคำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์ฯ โดยมีทำต่างๆ ในการทดสอบ 5 ท่า
  - ทำท่าคล้ายจะล้มไปข้างหน้า 5 ครั้ง
  - ทำท่าคล้ายจะล้มไปข้างหลัง 5 ครั้ง
  - ทำท่าคล้ายจะล้มไปข้างขวา 5 ครั้ง
  - ทำท่าคล้ายจะล้มไปข้างซ้าย 5 ครั้ง
  - ทำท่าทรุดตัว 5 ครั้ง
6. ผู้วิจัยจะบันทึกผลประเมินความพึงพอใจฯ ตามแบบประเมินความพึงพอใจในการฝึก โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย และ บันทึกผลการทดสอบตามแบบบันทึกผลการทดสอบการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ของทั้ง 2 กลุ่ม ระหว่างทดสอบ
7. ขณะฝึกการทรงตัว หากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยรู้สึกไม่ปลอดภัย หรือไม่สบาย สามารถแจ้งให้หยุดการทดสอบได้ตลอดเวลา

#### สิทธิของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดยสมัครใจ และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และจะไม่มีภาระผูกพันใดๆ ต่อไปในอนาคต

#### ประโยชน์ในการเข้าร่วมวิจัย

ประโยชน์ในการเข้าร่วมวิจัย ผู้มีส่วนร่วมวิจัยจะได้คำแนะนำในการฝึกการทรงตัว สำหรับนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังคิดเห็นเกี่ยวกับความยากและความหนักในการฝึกตามคู่มือการฝึกการทรงตัว และผลการทดสอบอุปกรณ์ฯ ผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุง โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และปรับปรุงฯ อุปกรณ์ ก่อนนำไปทดลองใช้ในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

#### ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยนี้

เนื่องจากผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยที่เป็นผู้สูงอายุ มีปัญหาการทรงตัว มีโอกาสล้มขณะออกกำลังกายได้ ผู้วิจัยจะดำเนินการอย่างรอบคอบ ตามมาตรฐานการวิจัย โดยตรวจคัดกรองความพร้อมในการเข้าร่วมวิจัย รวมถึงการจัดผู้ดูแลตลอดเวลาขณะที่ท่านออกกำลังกายตาม โปรแกรมออกกำลังกายที่ผู้วิจัยออกแบบกรณีที่เกิดการบาดเจ็บระหว่างออกกำลังกายในการวิจัย ผู้วิจัยจะดูแลรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาที่เกิดจากการออกกำลังกายในงานวิจัยนี้ทั้งหมด



เลขที่โครงการวิจัย..... 032.2/61  
วันที่รับรอง..... 20 ส.ค. 2561  
วันหมดอายุ..... 19 ส.ค. 2562



### ค่าใช้จ่ายในการเข้าร่วมงานวิจัย

ผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยจะเข้าร่วมงานวิจัยโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ และจะได้รับชดเชยการเสียเวลา เพื่อทำการทดสอบอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว 2 ชั่วโมง ชั่วโมงละ 100 บาท รวมเป็น 200 บาท ต่อผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัย 1 คน

### การเปิดเผยข้อมูล

ในระหว่างการวิจัย อาจมีการบันทึกภาพผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยขณะฝึกการทรงตัว เพื่อนำไปใช้ในการศึกษา ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับ เฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยจะไม่ปรากฏในรายงาน และผู้วิจัยจะลบทำลายภาพหลังสิ้นสุดการวิจัย

“หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่”

หมายเหตุ หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: [cccu@chula.ac.th](mailto:cccu@chula.ac.th)



เลขที่โครงการวิจัย..... 032.2/61  
วันที่รับรอง..... 20 ส.ค. 2561  
วันหมดอายุ..... 19 ส.ค. 2562

## หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

(ขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว)

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ชื่อผู้วิจัย นางจาริณี จิระพันธ์ สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) หลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 02-657-6334

(ที่บ้าน) 95/50 หมู่ 2 หมู่บ้านตระกุกทอง อ.สุรศักดิ์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20110 โทรศัพท์มือถือ 08-1295-3540

ข้าพเจ้าได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอม ฝึกการทรงตัวด้วยโปรแกรมฝึกการทรงตัว ร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และทดสอบการล้ม ตามเอกสารคำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง โดยระหว่างการฝึก จะมีการคิดอุปกรณ์วัดชีพจรตลอดเวลา จากนั้นให้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมฝึกการทรงตัว หลังการฝึก

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากกรวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากกรวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกัข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202

E-mail: [eccu@chula.ac.th](mailto:eccu@chula.ac.th)

เลขที่โครงการวิจัย..... 03๒.๒/๖1

วันที่รับรอง..... 20 ส.ค. 2561

วันหมดอายุ..... 19 ส.ค. 2562



ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการ  
วิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้วิจัยหลัก



เลขที่โครงการวิจัย 032-2/61

วันที่รับรอง 20 ส.ค. 2561

วันหมดอายุ 19 ส.ค. 2562

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน



## ภาคผนวก ฅ

## แบบบันทึกผลสำหรับใช้ในระยะเวลาที่ 1 (การทดสอบอุปกรณ์)

แบบประเมินความพึงพอใจในการฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

คำชี้แจง โปรดให้ความคิดเห็นจากการสอบถามของผู้วิจัยในแต่ละข้อ

ข้อ	ความรู้สึกขณะใช้อุปกรณ์ฯ ร่วมกับการฝึกโปรแกรมการทรงตัว	เกณฑ์ประเมินความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	เคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างสะดวก					
2	ไม่รู้สึกแน่น อึดอัด					
3	ไม่เจ็บ ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย					
4	ไม่เมื่อยล้าจากความหนักของอุปกรณ์ฯ					
5	ความพึงพอใจโดยรวม					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย.....

วันที่.....

**แบบบันทึกผลการทดสอบการใช้  
อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว**

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย..... ความสูง ..... ซม.

**แนวทางการทดสอบ**

1. ผู้วิจัยผู้วิจัยจัดหาเบาะรองพื้น และตรวจความปลอดภัยพื้นที่ที่ทำการทดสอบ
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะสวมใส่อุปกรณ์ออกกำลังกายเพื่อป้องกันการล้ม
3. ผู้วิจัยตั้งค่าสัญญาณเตือน ณ จุด ที่ผู้เข้าร่วมวิจัยย่อตัวได้มากที่สุด
4. ให้ผู้ร่วมวิจัยทำท่าต่างๆ ตามรูป ท่าละ 5 ครั้ง โดยจะมีผู้ช่วยเหลือช่วยจัดท่าไม่ให้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายเกินแนวฐาน

บันทึกเครื่องหมาย Y เมื่อมีเสียงสัญญาณเตือน และเมื่อมีการหยุดการทำงานของรอก

ข้อ	ท่าในการทดสอบ (ตามรูป)	เสียงสัญญาณเตือน จากการทดสอบครั้งที่					การทำงานของรอก จากการทดสอบครั้งที่				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	ท่าท่าคล้ายจะล้มไปข้างหน้า										
2	ท่าท่าคล้ายจะล้มไปข้างหลัง										
3	ท่าท่าคล้ายจะล้มไปข้างขวา										
4	ท่าท่าคล้ายจะล้มไปข้างซ้าย										
5	ท่าท่าทรุดตัว										

ผู้บันทึกข้อมูล .....

วันที่ .....

## ภาคผนวก ก

## ใบรับรองโครงการวิจัย ข้อมูลกลุ่มประชากร และหนังสือแสดงความยินยอม ระยะที่ 2

AF 01-12



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

COA No. 252/2561

## ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 032.2/61 : การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว  
ผู้วิจัยหลัก : นางจริณี จิระพันธุ์  
หน่วยงาน : สาขาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ The International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้ในระยะที่ 2 ของโครงการวิจัย

ลงนาม..... *Prof. Saowanee Deaw*

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปริดา ทักสันประดิษฐ์)

ประธาน

ลงนาม..... *Dr. Nantiri*



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทริ ชัยชนวงศาโรจน์)

กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 29 ตุลาคม 2561

วันหมดอายุ : 28 ตุลาคม 2562

## เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

- 1) โครงการวิจัย
- 2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- 3) ผู้วิจัย  เลขที่โครงการวิจัย..... 032.2/61
- 4) แบบสอบถาม  วันที่รับรอง..... 29 ต.ค. 2561  
วันหมดอายุ..... 28 ต.ค. 2562

## เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการคิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลหรือข้อมูลของคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-12) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

**ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย**  
(ชั้นการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว)

ชื่อโครงการวิจัย..การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว  
ชั้นการทดลองใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัว ร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกาย

ชื่อผู้วิจัย..นางจาริณี จิระพันธุ์.....ตำแหน่ง นิติปริญาเอก.....

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) หลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ที่บ้าน) 95/50 หมู่ 2 หมู่บ้านตระกูลทอง ต.สุรศักดิ์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20110

โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) ..02-657-6334.....ต่อ ....... โทรศัพท์ที่บ้าน (038) 774-915.....

โทรศัพท์มือถือ ..08-1295-3540..... E-mail : ...jarinee@thaioilgroup.com.....

**เรียน อาสาสมัครทุกท่าน**

ท่านได้รับเชิญให้เป็นผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยนี้ ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยนี้ มีความ  
จำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่า งานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการ  
อ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม หรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

**โครงการนี้เกี่ยวข้องกับภารกิจอะไร**

โครงการนี้ต้องการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อให้ผู้สูงอายุมี  
ความมั่นใจในการออกกำลังกาย และเพิ่มความปลอดภัยในการออกกำลังกายแก่ผู้สูงอายุ

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวสำหรับใช้  
ร่วมกับโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

**สถานที่ดำเนินการวิจัย**


มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ บ้านพักคนชราหญิง เลขที่ 35/26 หมู่ 1 ซอยร่วมสุข ถ.ติวานนท์ ต.บ้าน  
ใหม่ อ. เมือง จ. ปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12000 โทรศัพท์ 02-501-2875

**วิธีการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย**

ผู้วิจัยติดต่อกับผู้ดูแลมูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ด้วยตนเอง เพื่อขออนุญาตติดต่อผู้มีส่วนร่วมใน  
การวิจัย จากนั้นผู้วิจัยจะติดต่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยด้วยตนเอง พร้อมกับเจ้าหน้าที่ดูแลผู้สูงอายุ หรือ  
ญาติผู้สูงอายุ

**รายละเอียดของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย**

กลุ่มประชากรสำหรับการศึกษาวิจัยในขั้นตอนนี้ เป็นผู้สูงอายุเพศหญิงอายุระหว่าง 70 - 85 ปี ที่มี  
ปัญหาการทรงตัว การเลือกกลุ่มตัวอย่างมาเป็นผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใช้การเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จาก

  
ชื่อโครงการวิจัย 032. 2/61  
วันที่รับรอง 29 ค.ศ. 2561  
นามตอบ 28 ค.ศ. 2562

ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่สถานดูแลคนชราแบบระยะยาว มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ บ้านพักคนชราหญิง เลขที่ 35/26 หมู่ 1 ซอยร่วมสุข ถนนติวานนท์ ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี โดยผู้เข้ารับการคัดกรองต้องแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัย และจะมีการดำเนินการคัดกรอง ดังนี้

- 1) การตรวจสอบประวัติ
- 2) การตรวจร่างกายทั่วไปโดยแพทย์
- 3) การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างโดยนักกายภาพบำบัด
- 4) การทดสอบการทรงตัว 2 วิธี ได้แก่ วัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว และการทดสอบการเดินไป-กลับ 8 ฟุต

ในวันคัดกรองจะมีผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัย ซึ่งได้แก่ แพทย์ นักกายภาพบำบัด นักวิทยาศาสตร์การกีฬา พยาบาล นักเรียนพยาบาล และเจ้าหน้าที่ธุรการ เข้าร่วมคัดกรอง ใช้เวลาคัดกรองทั้งหมดรวม 3 ชั่วโมง โดยอาสาสมัครแต่ละคนใช้เวลาคัดกรองประมาณ 60 นาที ซึ่งรวมระยะเวลารอเข้าตรวจเพื่อคัดกรองในแต่ละวิธีการแล้ว โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

#### เกณฑ์การคัดเลือก

- 1) อายุระหว่าง 70-85 ปี
- 2) ไม่เคยฝึกไทชิมาก่อน
- 3) แพทย์ให้ความเห็นว่าเป็นสามารถฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว และสามารถฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ฯ ที่ออกแบบได้
- 4) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย 2-6 มัด จากการทดสอบด้วยวิธี Manual Muscle Testing (MMT) โดยนักกายภาพบำบัด อยู่ในระดับ 2+ ถึง 3+
- 5) มีความสามารถในการทรงตัวต่ำ โดยผลการทดสอบการทรงตัวใน 4 การทดสอบ ได้แก่ การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ การทดสอบการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว ในการทดสอบ 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม CTSIB (Clinical Test of Sensory Integration and Balance) โปรแกรม Postural Stability Test และโปรแกรม Fall Risk พบว่าอย่างน้อย 1 การทดสอบ จาก 4 การทดสอบข้างต้น มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของการทดสอบนั้น

ผู้วิจัยจะแจ้งให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทราบผลการคัดกรองหลังเข้าตรวจคัดกรองครบทุกรายการแล้ว หากหากพบว่าไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก อาสาสมัครสามารถกลับที่พักได้ ผู้วิจัยจะเลือกเฉพาะผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้ จำนวน 32 คน โดยผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก ต้องทำการทดสอบอีก 4 การทดสอบ ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบรวม 30 นาที ได้แก่

- 1) การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบการลุกขึ้นจากเก้าอี้ 30 วินาที
- 2) วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ด้วย Pressure Biofeedback Unit (PBU)
- 3) ตอบแบบประเมินความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน
- 4) ตอบแบบประเมินภาวะกลัวการล้ม



ศูนย์โครงการวิจัย 032-2/61  
วันที่รับรอง 29 ต.ค. 2561  
วันหมดอายุ 28 ต.ค. 2562



### การเลือกหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

การเลือกหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมนั้น ใช้การสุ่มรายชื่อ เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนอันเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ โดยจัดให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่มีความเหมือนกันหรือเท่าเทียมกันมาจับคู่กัน แล้วแยกออกเป็นคนละกลุ่ม ทำเช่นนี้จนได้ครบตามจำนวนที่ต้องการ ก็จะ ได้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน จำนวนกลุ่มละ 16 คน โดยตัวแปรที่ใช้ในการจับคู่ ได้แก่ อายุและความสามารถในการทรงตัวจากการวัดด้วยเครื่องวัดการทรงตัว

### เกณฑ์การคัดออก

- 1) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแจ้งความประสงค์ไม่ร่วมการวิจัยต่อ
- 2) สุขภาพของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่พร้อมในการร่วมวิจัยต่อ
- 3) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าร่วมฝึกการทรงตัวน้อยกว่า 80% หรือขาดการฝึกมากกว่า 7 วันจาก 36 วัน หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่เข้ารับการทดสอบระหว่างการวิจัยและหลังการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดมาตรการป้องกันการปนเปื้อนระหว่างกลุ่ม โดย ผู้วิจัยจะทำบัตรรายชื่อสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม และก่อนทำการฝึกจะทำการตรวจสอบรายชื่อก่อนทำการฝึกทุกครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสลับกลุ่มกันขึ้น

การดำเนินการหากพบว่าท่านไม่อยู่ในเกณฑ์คัดเข้า และอยู่ในสภาวะที่สมควรได้รับการช่วยเหลือ/แนะนำในระหว่างการคัดกรอง

ผู้วิจัยจะให้คำแนะนำหรือข้อมูลแก่ท่านอย่างดีที่สุดเท่าที่สามารถทำได้

### วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการนี้ผู้วิจัย และพยาบาล จะร่วมฝึกสอนร่วมกันใน 4 สัปดาห์แรก และใน 8 สัปดาห์หลังจะสลับกันดูแล โดยจะมีผู้ช่วยดูแลระหว่างการออกกำลังกาย 4 คน เข้าร่วมดูแลผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ตลอดการฝึกการทรงตัว

### การดำเนินการสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกลุ่มที่ 1

- 1) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะได้รับแผ่นพับประชาสัมพันธ์ คำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกลุ่มที่ 1 จำนวน 1 ฉบับ และคู่มือการฝึกการทรงตัว 1 เล่ม ได้รับการให้คำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- 2) ผู้วิจัยจะสอน โปรแกรมฝึกการทรงตัว ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าใจก่อนล่วงหน้าเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยสอนวิธีการจับเก้าอี้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยขณะฝึกการทรงตัว รวมถึงการฝึกการหายใจที่ถูกต้องขณะฝึกการทรงตัว
- 3) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย สวมใส่อุปกรณ์วัดชีพจรตลอดเวลาที่ฝึกการทรงตัว และใช้เก้าอี้ช่วยในการฝึกการทรงตัว



เลขที่โครงการวิจัย..... 032. 2/61  
29 ต.ค. 2561  
วันที่รับรอง.....  
รับมอบโดย..... 28 ต.ค. 2562

- 4) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยฝึกการทรงตัวนาน 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 40-45 นาที โดยในสัปดาห์ที่ 1-2 ผู้วิจัยจะดูแลให้ผู้ฝึกมีอัตราการเต้นหัวใจอยู่ระหว่าง 52-66% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ในสัปดาห์ที่ 3-12 ดูแลให้ผู้ฝึกมีอัตราการเต้นหัวใจ อยู่ระหว่าง 61-85% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด
- 5) เมื่อครบ 6 และ 12 สัปดาห์ ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยวัดการทรงตัวด้วย การทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ วัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว และทำการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ด้วย Pressure Biofeedback Unit (PBU) และตอบแบบสอบถามประเมินภาวะกลัวการล้ม และประเมินความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน ผู้วิจัยจะเป็นผู้บันทึกผลการวัด



เลขที่โครงการวิจัย..... 032-2/61  
วันที่รับรอง..... 29 ต.ค. 2561  
พิมพ์ลาย..... 28 ต.ค. 2562

#### สถานที่ฝึกการทรงตัว

ห้องสันตนาการ มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ บ้านพักคนชราหญิง เลขที่ 35/26 หมู่ 1 ซอยร่วมสุข ถนนติวานนท์ ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

#### วันและเวลาในการฝึกการทรงตัว

ฝึก 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ แบ่งเป็น 2 รอบ โดยให้ผู้สูงอายุเลือกฝึกเพียงวันละ 1 รอบ รอบที่ 1 ช่วงเวลา 7.00-7.45 น. รอบที่ 2 ช่วงเวลา 7.45-8.30 น. ฝึกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 8-20 คน ขึ้นกับความสมัครใจของผู้สูงอายุ สำหรับวันและเวลาในการฝึกเป็นการประมาณการ ซึ่งอาจมีการเลื่อนการฝึกในบางวันและบางเวลา หากทางมูลนิธิฯ มีความจำเป็นในการจัดกิจกรรมพิเศษให้กับผู้สูงอายุในวันที่ได้นัดหมาย แต่ยังคงให้มีการฝึกการทรงตัวให้ได้ 3 วันต่อสัปดาห์ และวันละ 45 นาที

#### สิทธิของอาสาสมัคร

การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดยสมัครใจ และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และจะไม่มีภาวะผูกพันใดๆต่อไปในอนาคต

#### ประโยชน์ในการเข้าร่วมวิจัย

ประโยชน์สำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย จะได้รับทราบความสามารถในการทรงตัวของตนเอง เพื่อเฝ้าระวังโอกาสที่จะเกิดการล้ม นอกจากนี้การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอตลอด 12 สัปดาห์ จะช่วยให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพที่แข็งแรง หากผลการศึกษามพบว่าโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวช่วยให้ผู้ฝึกมีความสามารถในการทรงตัวที่ดีขึ้น ผู้วิจัยจะนำคู่มือฝึกการทรงตัวที่ได้จัดทำขึ้นนี้ไปเผยแพร่ในช่องทางสื่อสังคม (Social Media) สังคมเครือข่าย (Social Network) ต่าง ๆ ได้แก่ ยูทูป เฟซบุ๊ก และไลน์ เพื่อให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวสามารถนำไปใช้ในการออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการทรงตัว อันจะเป็นประโยชน์แก่สังคมต่อไป

### ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยนี้

เนื่องจากผู้เข้าร่วมในการวิจัยมีปัญหาคอทรงตัว มีโอกาสล้มขณะออกกำลังกายได้ ผู้วิจัยจะดำเนินการอย่างรอบคอบ ตามมาตรฐานการวิจัย ดังนี้

- 1) จัดแพทย์เพื่อตรวจคัดกรองความพร้อมในการเข้าร่วมวิจัย
- 2) จัดผู้ดูแลตลอดเวลาขณะที่ท่านออกกำลังกายตาม โปรแกรมออกกำลังกายที่ผู้วิจัยออกแบบ และใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
- 3) มีการตรวจความปลอดภัยพื้นที่ออกกำลังกาย และจัดแผนขงปูพื้นให้ผู้เข้าร่วมในการวิจัยเพื่อป้องกันการบาดเจ็บขณะฝึกการทรงตัว
- 4) กรณีที่เกิดการบาดเจ็บระหว่างออกกำลังกายในการวิจัย ผู้วิจัยจะดูแลรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาที่เกิดจากการออกกำลังกายในงานวิจัยนี้ทั้งหมด

### ค่าใช้จ่ายในการเข้าร่วมงานวิจัย

มีส่วนร่วมในงานวิจัยจะเข้าร่วมงานวิจัยโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ และจะได้รับค่าชดเชยการเสียเวลาระหว่างการฝึกออกกำลังกายภายในระยะเวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน รวม 36 ครั้ง และเข้ารับการตรวจร่างกายและการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัว จำนวน 3 ครั้ง ในช่วงต้นสัปดาห์ที่ 1 โดยดำเนินการวันเดียวกันกับวันคัดกรอง ต้นสัปดาห์ที่ 7 และปลายสัปดาห์ที่ 12 ที่มูลนิธิมิถิมาตรภาพสงเคราะห์บ้านพักคนชราหญิง ซึ่งเป็นสถานที่ที่ผู้เข้าร่วมงานวิจัยพำนักอยู่ เป็นจำนวนรวม 39 ครั้ง ครั้งละ 100 บาท

### การเปิดเผยข้อมูล

ในระหว่างการวิจัย อาจมีการบันทึกภาพผู้มีส่วน่วมในงานวิจัยขณะฝึกการทรงตัว เพื่อนำไปใช้ในการศึกษา ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วน่วมในการวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับ เฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วน่วมในงานวิจัยจะไม่ปรากฏในรายงาน และผู้วิจัยจะลบทำลายภาพหลังสิ้นสุดการวิจัย

“หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้มีส่วน่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่”

**หมายเหตุ** หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: [eccu@chula.ac.th](mailto:eccu@chula.ac.th)

เลขที่โครงการวิจัย 032.2/61  
 วันที่รับของ 29 ต.ค. 2561  
 ศึกษาคณะ 28 ต.ค. 2562



ตารางกิจกรรมสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกลุ่มที่ 1 ฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว

สัปดาห์ที่	ครั้งที่	กิจกรรม	ระยะเวลาทำกิจกรรม
1	1	<p>การตรวจร่างกายเพื่อคัดกรอง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ชักประวัติ และตรวจร่างกายทั่วไปโดยแพทย์</li> <li>• ฝึกการทรงตัว 2 วิธี ได้แก่ การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ และ การวัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว</li> <li>• วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย โดยนักกายภาพบำบัด หากผ่านเกณฑ์ให้ประเมินก่อนเริ่มโปรแกรมฝึกการทรงตัวต่อ</li> <li>• การทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที</li> <li>• การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้วยถุงลมวัดความดัน</li> <li>• คอบแบบวัดความสามารถการดำเนินกิจกรรมประจำวัน และแบบวัดภาวะกลัวการล้มด้วยแบบวัดภาวะกลัวการล้ม</li> </ul>	<p>ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแต่ละคนใช้เวลาตรวจร่างกายเพื่อคัดกรอง ประมาณ 60 นาที</p> <p>หลังตรวจครบทุกรายการแล้ว ผู้วิจัยแจ้งผลการคัดกรอง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• หากไม่ผ่านเกณฑ์ ให้กลับได้</li> <li>• หากผ่านเกณฑ์ให้ประเมินก่อนเริ่ม โปรแกรมฝึกการทรงตัว ต่ออีก 30 นาที</li> </ul>
	2	ผู้วิจัยแนะนำโปรแกรมฝึกการทรงตัว และสอนวิธีการจับเก้าอี้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยขณะฝึกการทรงตัว และการฝึกการหายใจที่ถูกต้อง ขณะฝึกการทรงตัว จากนั้นฝึกการทรงตัวท่าที่ 1 ถึงท่าที่ 12	2 ชั่วโมง
	3 ถึง 4	ฝึกการทรงตัวท่าที่ 1 ถึงท่าที่ 12	วันละ 45 นาที
2 ถึง 5	5 ถึง 16	ฝึกการทรงตัวท่าที่ 1 ถึงท่าที่ 12 สัปดาห์ละ 3 วัน	วันละ 45 นาที
6	17 ถึง 19	ฝึกการทรงตัวท่าที่ 1 ถึงท่าที่ 14 สัปดาห์ละ 3 วัน	วันละ 45 นาที
	20	<p>การประเมินหลังฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว 6 สัปดาห์</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ฝึกการทรงตัว 2 วิธี ได้แก่ การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ และการวัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว</li> <li>• วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 2 วิธี ได้แก่ การทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที และการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้วยถุงลมวัดความดัน</li> <li>• คอบแบบวัดความสามารถการดำเนินกิจกรรมประจำวัน และแบบวัดภาวะกลัวการล้มด้วยแบบวัดภาวะกลัวการล้ม</li> </ul>	<p>ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแต่ละคนใช้เวลาตรวจประมาณ 45 นาที หลังจากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าตรวจครบทุกรายการแล้วจึงสามารถกลับได้</p>
7 ถึง 8	21 ถึง 26	ฝึกการทรงตัวท่าที่ 1 ถึงท่าที่ 14 สัปดาห์ละ 3 วัน	วันละ 45 นาที
9 ถึง 11	27 ถึง 35	ฝึกการทรงตัวท่าที่ 1 ถึงท่าที่ 16 สัปดาห์ละ 3 วัน	วันละ 45 นาที
12	36 ถึง 38	ฝึกการทรงตัวท่าที่ 1 ถึงท่าที่ 16 สัปดาห์ละ 3 วัน	วันละ 45 นาที
	39	<p>การประเมินหลังฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว 12 สัปดาห์ ทำเช่นเดียวกับครั้งที่ 20</p> 	<p>ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแต่ละคนใช้เวลาตรวจประมาณ 45 นาที หลังจากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าตรวจครบทุกรายการแล้วจึงสามารถกลับได้</p>

ตรวจร่างกาย: ตรวจก่อนเริ่มโปรแกรม 1 ครั้ง หลังฝึกโปรแกรม 6 สัปดาห์ 1 ครั้ง และหลังฝึกโปรแกรม 12 สัปดาห์ 1 ครั้ง  
 ฝึกการทรงตัว: ฝึกการทรงตัว 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง รวม 36 ครั้ง ขาดฝึกได้ไม่เกิน 7 ครั้ง

**ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย**  
(ชั้นการทดลอง กลุ่มที่ 2 ฝึกการทรงตัวร่วมกับใช้อุปกรณ์ฯ)

ชื่อโครงการวิจัย...การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว  
ชั้นการทดลองใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัว ร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกาย

ชื่อผู้วิจัย...นางจาริณี จิระพันธ์.....ตำแหน่ง...นิติปรัชญาเอก

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) ...หลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย  
.....จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....

(ที่บ้าน) ...95/50 หมู่ 2 หมู่บ้านตระกูลทอง ต.สุรศักดิ์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20110

โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) ...02-657-6334.....ต่อ ..... โทรศัพท์ที่บ้าน (038) 774-915.....

โทรศัพท์มือถือ ...08-1295-3540..... E-mail : ...jarinee@thaioilgroup.com

**เรียน อาสาสมัครทุกท่าน**

ท่านได้รับเชิญให้เป็นผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยนี้ ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยนี้ มีความ  
จำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่า งานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการ  
อ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม หรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

**โครงการนี้เกี่ยวข้องกับภารกิจอะไร**

โครงการนี้ต้องการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อให้ผู้สูงอายุมี  
ความมั่นใจในการออกกำลังกาย และเพิ่มความปลอดภัยในการออกกำลังกายแก่ผู้สูงอายุ

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวสำหรับ ใช้  
ร่วมกับ โปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

**สถานที่ดำเนินการวิจัย**

มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ บ้านพักคนชราหญิง เลขที่ 35/26 หมู่ 1 ซอยร่วมสุข ถ.ติวานนท์ ต.บ้าน  
ใหม่ อ. เมือง จ. ปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12000 โทรศัพท์ 02-501-2875

**วิธีการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย**

ผู้วิจัยติดต่อกับผู้ดูแลมูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ด้วยตนเอง เพื่อขออนุญาตติดต่อผู้มีส่วนร่วมใน  
การวิจัย จากนั้นผู้วิจัยจะติดต่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยด้วยตนเอง พร้อมกับเจ้าหน้าที่ที่ดูแลผู้สูงอายุ หรือ  
ญาติผู้สูงอายุ

**รายละเอียดของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย**

กลุ่มประชากรสำหรับการศึกษานี้ เป็นผู้สูงอายุเพศหญิงอายุระหว่าง 70 - 85 ปี ที่มี  
ปัญหาการทรงตัว การเลือกกลุ่มตัวอย่างมาเป็นผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใช้การเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จาก



เลขที่โครงการวิจัย..... 032-2/61  
วันที่รับรอง..... 29 ต.ค. 2561  
วันหมดอายุ..... 28 ต.ค. 2562

ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่สถานดูแลคนชราแบบระยะยาว มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ บ้านพักคนชราหญิง เลขที่ 35/26 หมู่ 1 ซอยร่วมสุข ถนนติวานนท์ ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี โดยผู้เข้ารับการคัดกรองต้องแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัย และจะมีการดำเนินการคัดกรอง ดังนี้

- 1) การตรวจสอบประวัติ
- 2) การตรวจร่างกายทั่วไปโดยแพทย์
- 3) การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างโดยนักกายภาพบำบัด
- 4) การทดสอบการทรงตัว 2 วิธี ได้แก่ วัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว และการทดสอบการเดินไป-กลับ 8 ฟุต

ในวันคัดกรองจะมีผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัย ซึ่งได้แก่ แพทย์ นักกายภาพบำบัด นักวิทยาศาสตร์การกีฬา พยาบาล นักเรียนพยาบาล และเจ้าหน้าที่ธุรการ เข้าร่วมคัดกรอง ใช้เวลาคัดกรองทั้งหมดรวม 3 ชั่วโมง โดยอาสาสมัครแต่ละคนใช้เวลาคัดกรองประมาณ 60 นาที ซึ่งรวมระยะเวลารอเข้าตรวจเพื่อคัดกรองในแต่ละวิธีการแล้ว โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าดังนี้

#### เกณฑ์การคัดเข้า

- 1) อายุระหว่าง 70-85 ปี
- 2) ไม่เคยฝึกไทชิมาก่อน
- 3) แพทย์ให้ความเห็นว่า สามารถฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว และสามารถฝึก โปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ฯ ที่ออกแบบได้
- 4) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย 2-6 มัด จากการทดสอบด้วยวิธี Manual Muscle Testing (MMT) โดยนักกายภาพบำบัด อยู่ในระดับ 2+ ถึง 3+
- 5) มีความสามารถในการทรงตัวต่ำ โดยผลการทดสอบการทรงตัวใน 4 การทดสอบ ได้แก่ การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ การทดสอบการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว ในการทดสอบ 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม CTSIB (Clinical Test of Sensory Integration and Balance) โปรแกรม Postural Stability Test และ โปรแกรม Fall Risk พบว่าอย่างน้อย 1 การทดสอบ จาก 4 การทดสอบข้างต้น มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของการทดสอบนั้น

ผู้วิจัยจะแจ้งให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทราบผลการคัดกรองหลังเข้าตรวจคัดกรองครบทุกรายการแล้ว หากหากพบว่าไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า อาสาสมัครสามารถกลับที่พักได้ ผู้วิจัยจะเลือกเฉพาะผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเข้าที่กำหนดไว้ จำนวน 32 คน โดยผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า ต้องทำการทดสอบอีก 4 การทดสอบ ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบรวม 30 นาที ได้แก่

- 1) การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบการลุกขึ้นจากเก้าอี้ 30 วินาที
- 2) วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ด้วย Pressure Biofeedback Unit (PBU)
- 3) ตอบแบบประเมินความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน
- 4) ตอบแบบประเมินภาวะกลัวการล้ม



ศูนย์โครงการวิจัย... 032.2/61  
วันที่รับรอง... 29 ต.ค. 2561  
ทั้งหมดอายุ... 28 ต.ค. 2562

### การเลือกหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

การเลือกหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมนั้น ใช้การสุ่มรายชื่อ เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนอื่นเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ โดยจัดให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่มีความเหมือนกันหรือเท่าเทียมกันมาจับคู่กัน แล้วแยกออกเป็นคนละกลุ่ม ทำเช่นนั้นจนได้ครบตามจำนวนที่ต้องการ ก็จะได้อีกกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน จำนวนกลุ่มละ 16 คน โดยตัวแปรที่ใช้ในการจับคู่ ได้แก่ อายุและความสามารถในการทรงตัวจากการวัดด้วยเครื่องวัดการทรงตัว

### เกณฑ์การคัดออก

- 1) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแจ้งความประสงค์ไม่ร่วมการวิจัยต่อ
- 2) สุขภาพของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่พร้อมในการร่วมวิจัยต่อ
- 3) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าร่วมฝึกการทรงตัวน้อยกว่า 80% หรือขาดการฝึกมากกว่า 7 วันจาก 36 วัน หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่เข้ารับการทดสอบระหว่างการวิจัยและหลังการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดมาตรการป้องกันการปนเปื้อนระหว่างกลุ่ม โดย ผู้วิจัยจะทำบัตรรายชื่อสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม และก่อนทำการฝึกจะทำการตรวจสอบรายชื่อก่อนทำการฝึกทุกครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสลับกลุ่มกันขึ้น

การดำเนินการหากพบว่าท่านไม่อยู่ในเกณฑ์คัดเข้า และอยู่ในสถานะที่สมควรได้รับการช่วยเหลือ/แนะนำในระหว่างการคัดกรอง

ผู้วิจัยจะให้คำแนะนำหรือข้อมูลแก่ท่านอย่างดีที่สุดเท่าที่สามารถทำได้

### วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการนี้ผู้วิจัย และพยาบาล จะร่วมฝึกสอนร่วมกันใน 4 สัปดาห์แรก และใน 8 สัปดาห์หลังจะสลับกันดูแล โดยจะมีผู้ช่วยดูแลระหว่างการออกกำลังกาย 4 คน เข้าร่วมดูแลผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ตลอดการฝึกการทรงตัว

### การดำเนินการสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกลุ่มที่ 2

- 1) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะได้รับแผ่นพับประชาสัมพันธ์ คำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกลุ่มที่ 2 จำนวน 1 ฉบับ และคู่มือการฝึกการทรงตัว 1 เล่ม ได้รับการให้คำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- 2) ผู้วิจัยจะสอน โปรแกรมฝึกการทรงตัว ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าใจก่อนล่วงหน้าเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยสอนวิธีการจับเก้าอี้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยขณะฝึกการทรงตัว รวมถึงการฝึกการหายใจที่ถูกต้องขณะฝึกการทรงตัว
- 3) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย สวมใส่อุปกรณ์วัดชีพจร และอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวตลอดเวลาที่ฝึกการทรงตัว และใช้เก้าอี้ช่วยในการฝึกการทรงตัว



เลขที่โครงการวิจัย..... ๐๓๒.๒/๒  
 วันที่รับรอง..... 29 ต.ค. 2561  
 หนน.ศอช..... 28 ต.ค. 2562

- 4) ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับ ผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวนาน 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 40-45 นาที โดยใน สัปดาห์ที่ 1-2 ผู้วิจัยจะดูแลให้ผู้ฝึกมีอัตราการเต้นหัวใจอยู่ระหว่าง 52-66% ของอัตราการเต้น หัวใจสูงสุด ในสัปดาห์ที่ 3-12 ดูแลให้ผู้ฝึกมีอัตราการเต้นหัวใจ อยู่ระหว่าง 61-85% ของอัตรา การเต้นหัวใจสูงสุด
- 5) เมื่อครบ 6 และ 12 สัปดาห์ ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยวัดการทรงตัวด้วย การทดสอบการลุก เดินจากเก้าอี้ไปและกลับ วัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว และทำการประเมินความ แข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที วัดความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ด้วย Pressure Biofeedback Unit (PBU) ประเมินภาวะกลัวการ ล้ม ประเมินความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน ผู้วิจัยจะเป็นผู้บันทึกผลการวัด

#### สถานที่ฝึกการทรงตัว

ห้องสันทนาการ มุลินิธิมิตรภาพสงเคราะห์ บ้านพักคนชราหญิง เลขที่ 35/26 หมู่ 1 ซอยร่วมสุข ถนนติวานนท์ ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

#### วันและเวลาในการฝึกการทรงตัว

ฝึก 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ แบ่งเป็น 2 รอบ โดยให้ผู้สูงอายุเลือก ฝึกเพียงวันละ 1 รอบ รอบที่ 1 ช่วงเวลา 7.00-7.45 น. รอบที่ 2 ช่วงเวลา 7.45-8.30 น. ฝึกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 8-20 คน ขึ้นกับความสมัครใจของผู้สูงอายุ สำหรับวันและเวลาในการฝึกเป็นการประมาณการ ซึ่งอาจมี การเลื่อนการฝึกในบางวันและบางเวลา หากทางมูลนิธิฯ มีความจำเป็นในการจัดกิจกรรมพิเศษให้กับ ผู้สูงอายุในวันที่ได้นัดหมาย แต่ยังคงให้มีการฝึกการทรงตัวให้ได้ 3 วันต่อสัปดาห์ และวันละ 45 นาที ค่าใช้จ่ายในการเข้าร่วมงานวิจัย

#### สิทธิของอาสาสมัคร

การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็น โดยสมัครใจ และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจาก การวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และจะไม่มีภาระผูกพันใดๆ ต่อไปในอนาคต

#### ประโยชน์ในการเข้าร่วมวิจัย

ประโยชน์สำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย จะได้รับทราบความสามารถในการทรงตัวของตนเอง เพื่อเฝ้าระวัง โอกาสที่จะเกิดการล้ม นอกจากนี้การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอตลอด 12 สัปดาห์ จะช่วย ให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพที่แข็งแรง หากผลการศึกษาพบว่าโปรแกรมฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหา การทรงตัวช่วยให้ผู้ฝึกมีความสามารถในการทรงตัวที่ดีขึ้น ผู้วิจัยจะนำคู่มือฝึกการทรงตัวที่ได้จัดทำขึ้นนี้ ไปเผยแพร่ในช่องทางสื่อสังคม (Social Media) สังคมเครือข่าย (Social Network) ต่าง ๆ ได้แก่ ยูทูป เฟซบุ๊ก



เลขที่โครงการวิจัย..... 032-2/61  
 วันที่รับรอง..... 29 ต.ค. 2561  
 ศึกษานิเทศก์..... 28 ต.ค. 2562



และไลน์ เพื่อให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว และผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวสามารถนำไปใช้ในการออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการทรงตัว อันจะเป็นประโยชน์แก่สังคมต่อไป

#### ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยนี้

เนื่องจากผู้เข้าร่วมในการวิจัยมีผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว มีโอกาสล้มขณะออกกำลังกายได้ ผู้วิจัยจะดำเนินการอย่างรอบคอบ ตามมาตรฐานการวิจัย ดังนี้

1. จัดแพทย์เพื่อตรวจคัดกรองความพร้อมในการเข้าร่วมวิจัย
2. จัดผู้ดูแลตลอดระยะเวลาที่ท่านออกกำลังกายตาม โปรแกรมออกกำลังกายที่ผู้วิจัยออกแบบ และใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
3. มีการตรวจความปลอดภัยพื้นที่ออกกำลังกาย และจัดแผนขงาปูพื้นให้ผู้เข้าร่วมในการวิจัยเพื่อป้องกันการบาดเจ็บขณะฝึกการทรงตัว
4. กรณีที่เกิดการบาดเจ็บระหว่างออกกำลังกายในการวิจัย ผู้วิจัยจะดูแลรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาที่เกิดจากการออกกำลังกายในงานวิจัยนี้ทั้งหมด

#### ค่าใช้จ่ายในการเข้าร่วมงานวิจัย

มีส่วนร่วมในงานวิจัยจะเข้าร่วมงานวิจัยโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ และจะได้รับค่าชดเชยการเสียเวลาระหว่างการฝึกออกกำลังกายภายในระยะเวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน รวม 36 ครั้ง และเข้ารับการตรวจร่างกายและการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัว จำนวน 3 ครั้ง ในช่วงต้นสัปดาห์ที่ 1 โดยคำนวณการวันเดียวกันกับวันคัดกรอง ต้นสัปดาห์ที่ 7 และปลายสัปดาห์ที่ 12 ที่มูลนิธิกรมภาพสงเคราะห์บ้านพักคนชราหญิง ซึ่งเป็นสถานที่ที่ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำน้กอยู่ เป็นจำนวนรวม 39 ครั้ง ครั้งละ 100 บาท

#### การเปิดเผยข้อมูล

ในระหว่างการวิจัย อาจมีการบันทึกภาพผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยขณะฝึกการทรงตัว เพื่อนำไปใช้ในการศึกษา ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับ เฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยจะไม่ปรากฏในรายงาน และผู้วิจัยจะลบทำลายภาพหลังสิ้นสุดการวิจัย

“หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่”

**หมายเหตุ** หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณา

จริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th


เลขที่โครงการวิจัย ase.2/61

วันที่รับรอง 29 ต.ค. 2561

วันหมดอายุ 28 ต.ค. 2562



ตารางกิจกรรมสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกลุ่มที่ 2 ฝึกการทรงตัวร่วมกับ  
การใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

สัปดาห์ที่	ครั้งที่	กิจกรรม	ระยะเวลาทำกิจกรรม
1	1	การตรวจร่างกายเพื่อคัดกรอง <ul style="list-style-type: none"> <li>• ชักประวัติ และตรวจร่างกายทั่วไปโดยแพทย์</li> <li>• วัดการทรงตัว 2 วิธี ได้แก่ การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ และการวัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว</li> <li>• วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย โดยนักกายภาพบำบัด หากผ่านเกณฑ์ให้ประเมินก่อนเริ่มโปรแกรมฝึกการทรงตัวต่อ</li> <li>• การทดสอบการลุกขึ้นจากเก้าอี้ 30 วินาที</li> <li>• การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้วยถุงลมวัดความดัน</li> <li>• ตอบแบบวัดความสามารถการดำเนินกิจกรรมประจำวัน และแบบวัดภาวะกลัวการล้มด้วยแบบวัดภาวะกลัวการล้ม</li> </ul>	ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแต่ละคนใช้เวลาตรวจร่างกายเพื่อคัดกรอง ประมาณ 60 นาที หลังตรวจครบทุกรายการแล้ว ผู้วิจัยแจ้งผลการคัดกรอง <ul style="list-style-type: none"> <li>• หากไม่ผ่านเกณฑ์ ให้กลับไป</li> <li>• หากผ่านเกณฑ์ให้ประเมินก่อนเริ่ม โปรแกรมฝึกการทรงตัว ต่ออีก 30 นาที</li> </ul>
	2	ผู้วิจัยแนะนำโปรแกรมฝึกการทรงตัว และสอนวิธีการจับเก้าอี้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยขณะฝึกการทรงตัว และการฝึกการหายใจที่ถูกต้องขณะฝึกการทรงตัว จากนั้นฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ฯ ทำที่ 1 ถึงทำที่ 12	2 ชั่วโมง
	3 ถึง 4	ฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ฯ ทำที่ 1 ถึงทำที่ 12	วันละ 45 นาที
2 ถึง 5	5 ถึง 16	ฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ฯ ทำที่ 1 ถึงทำที่ 12 สัปดาห์ละ 3 วัน	วันละ 45 นาที
6	17 ถึง 19	ฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ฯ ทำที่ 1 ถึงทำที่ 14 สัปดาห์ละ 3 วัน	วันละ 45 นาที
	20	การประเมินหลังฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว 6 สัปดาห์ <ul style="list-style-type: none"> <li>• วัดการทรงตัว 2 วิธี ได้แก่ การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ และการวัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว</li> <li>• วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 2 วิธี ได้แก่ การทดสอบการลุกขึ้นจากเก้าอี้ 30 วินาที และการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้วยถุงลมวัดความดัน</li> <li>• ตอบแบบวัดความสามารถการดำเนินกิจกรรมประจำวัน และแบบวัดภาวะกลัวการล้มด้วยแบบวัดภาวะกลัวการล้ม</li> </ul>	ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแต่ละคนใช้เวลาตรวจประมาณ 45 นาที หลังจากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าตรวจครบทุกรายการแล้วจึงกลับที่พักได้
7 ถึง 8	21 ถึง 26	ฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ฯ ทำที่ 1 ถึงทำที่ 14 สัปดาห์ละ 3 วัน	วันละ 45 นาที
9 ถึง 11	27 ถึง 35	ฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ฯ ทำที่ 1 ถึงทำที่ 16 สัปดาห์ละ 3 วัน	วันละ 45 นาที
12	36 ถึง 38	ฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ฯ ทำที่ 1 ถึงทำที่ 16 สัปดาห์ละ 3 วัน	วันละ 45 นาที
	39	การประเมินหลังฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว 12 สัปดาห์ ทำเช่นเดียวกับครั้งที่ 20 <div style="text-align: center;">  <p>ขอขมาโครงการวิจัย..... 039-2/61 วันที่รับรอง..... 29 ต.ค. 2561 ทั้งหมดอายุ..... 28 ต.ค. 2562</p> </div>	ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแต่ละคนใช้เวลาตรวจประมาณ 45 นาที หลังจากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าตรวจครบทุกรายการแล้วจึงกลับที่พักได้

ตรวจร่างกาย: ตรวจก่อนเริ่มโปรแกรม 1 ครั้ง หลังฝึกโปรแกรม 6 สัปดาห์ 1 ครั้ง และหลังฝึกโปรแกรม 12 สัปดาห์ 1 ครั้ง  
ฝึกการทรงตัว: ฝึกการทรงตัว 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง รวม 36 ครั้ง ขาดฝึกได้ไม่เกิน 7 ครั้ง

**หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย กลุ่มที่ 1**  
(สำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่ฝึกการทรงตัวเพียงอย่างเดียว)

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามทำหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย  
ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว  
ขั้นการทดลองใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัว ร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกาย

ชื่อผู้วิจัย นางจาริณี จิระพันธุ์

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) หลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 02-657-6334

(ที่บ้าน) 95/50 หมู่ 2 หมู่บ้านตระกูลทอง ต.สุรศักดิ์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20110 โทรศัพท์มือถือ 08-1295-3540

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอน  
ต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัย  
เรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจาก  
ผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมใน โครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดย  
ข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการคัดกรอง โดยการซักประวัติและตรวจร่างกายทั่วไปโดยแพทย์ วิศวกรทรงตัว  
ด้วยด้วยเครื่องวัดการทรงตัว การทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ และวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อ  
ส่วนล่างของร่างกายโดยนักกายภาพบำบัด ซึ่งหากไม่ผ่านเกณฑ์การคัดกรองข้าพเจ้าจะไม่สามารถเข้าร่วม  
โครงการวิจัยต่อได้ แต่หากผ่านเกณฑ์ข้าพเจ้ายินยอมประเมินก่อนเริ่ม โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพิ่มเติม  
ได้แก่ การทดสอบการลุกขึ้นจากเก้าอี้ 30 วินาที การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้วยดុងลมวัด  
ความดัน และตอบแบบวัดความสามารถการดำเนินกิจวัตรประจำวัน และแบบวัดภาวะกลัวการล้มด้วย  
แบบวัดภาวะกลัวการล้ม

การดำเนินการสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกลุ่มที่ 1

1. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะได้รับแผ่นพับประชาสัมพันธ์ คำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกลุ่มที่ 1 จำนวน 1 ฉบับ และคู่มือการฝึกการทรงตัว 1 เล่ม ได้รับการให้คำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
2. ในวันแรกผู้วิจัยจะสอน โปรแกรมฝึกการทรงตัว ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าใจก่อนล่วงหน้าเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยสอนวิธีการจับเก้าอี้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยขณะฝึกการทรงตัว รวมถึงการฝึกการหายใจที่ถูกต้องขณะฝึกการทรงตัว



เลขที่โครงการวิจัย..... 032.2/61  
วันที่รับรอง..... 29 ต.ค. 2561  
วันหมดอายุ..... 28 ต.ค. 2562

3. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย สวมใส่อุปกรณ์วัดชีพจรและอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการลื่น สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวตลอดเวลาที่ฝึกการทรงตัว
4. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยฝึกการทรงตัวนาน 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 40-45 นาที ตาม คู่มือฝึกการทรงตัว
5. เมื่อครบ 6 และ 12 สัปดาห์ ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยวัดการทรงตัวด้วย การทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ วัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว และทำการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ด้วย Pressure Biofeedback Unit (PBU) ประเมินภาวะกล้ามเนื้อ และประเมินความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน

โครงการนี้จะมีผู้วิจัย พยาบาล และผู้ช่วยดูแลระหว่างการออกกำลังกาย 4 คน ร่วมดูแลผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ตลอดการฝึกการทรงตัว

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติตามข้อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้วิจัยหลัก



เลขที่โครงการวิจัย..... ๐๘๒-๒/๑

วันที่รับรอง..... 29 ต.ค. 2561

วันหมดอายุ..... 28 ต.ค. 2562

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

**หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย กลุ่มที่ 2**

(สำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่ฝึกการทรงตัว ร่วมกับใช้อุปกรณ์ฯ)

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่ง ได้ลงนามทำหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วม โครงการวิจัย

**ชื่อโครงการวิจัย** การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว  
ขั้นการทดลองใช้โปรแกรมฝึกการทรงตัว ร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกาย

**ชื่อผู้วิจัย** นางจาริณี จิระพันธุ์

**สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน)** หลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 02-657-6334

(ที่บ้าน) 95/50 หมู่ 2 หมู่บ้านตระกูลทอง ต.สุรศักดิ์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20110 โทรศัพท์มือถือ 08-

1295-3540

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยงอันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการคัดกรอง โดยการซักประวัติและตรวจร่างกายทั่วไปโดยแพทย์ วิศวกรทรงตัว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการคัดกรอง โดยการซักประวัติและตรวจร่างกายทั่วไปโดยแพทย์ วิศวกรทรงตัวด้วยด้วยเครื่องวัดการทรงตัว การทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ ไปและกลับ และวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายโดยนักกายภาพบำบัด ซึ่งหากไม่ผ่านเกณฑ์การคัดกรองข้าพเจ้าจะไม่สามารถเข้าร่วมโครงการวิจัยต่อไปได้ แต่หากผ่านเกณฑ์ข้าพเจ้ายินยอมประเมินก่อนเริ่ม โปรแกรมฝึกการทรงตัวเพิ่มเติมได้แก่ การทดสอบการลุกขึ้นจากเก้าอี้ 30 วินาที การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้วยดุนดุมวัดความดัน และตอบแบบวัดความสามารถการดำเนินกิจวัตรประจำวัน และแบบวัดภาวะกลัวการล้มด้วยแบบวัดภาวะกลัวการล้ม

**การดำเนินการสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกลุ่มที่ 2**

1. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะได้รับแผ่นพับประชาสัมพันธ์ คำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกลุ่มที่ 1 จำนวน 1 ฉบับ และคู่มือการฝึกการทรงตัว 1 เล่ม ได้รับการให้คำแนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
2. ในวันแรกผู้วิจัยจะสอนโปรแกรมฝึกการทรงตัว ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าใจก่อนล่วงหน้าเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยสอนวิธีการจับเก้าอี้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยขณะฝึกการทรงตัว รวมถึงการฝึกการหายใจที่ถูกต้องขณะฝึกการทรงตัว



เลขที่โครงการวิจัย..... **032.2/61**

วันที่รับรอง..... 29 ต.ค. 2561

ทั้งหมดนี้..... 28 ต.ค. 2562

3. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย สวมใส่อุปกรณ์วัดชีพจรและอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการลื่น สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวตลอดเวลาที่ฝึกการทรงตัว
4. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยฝึกการทรงตัวนาน 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 40-45 นาที ตาม คู่มือฝึกการทรงตัว
5. เมื่อครบ 6 และ 12 สัปดาห์ ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยวัดการทรงตัวด้วย การทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ วัดการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว และทำการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบการลุกขึ้นจากเก้าอี้ 30 วินาที วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ด้วย Pressure Biofeedback Unit (PBU) ประเมินภาวะกลัวการลื่น และประเมินความสามารถในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน

โครงการนี้จะมีผู้วิจัย พยาบาล และผู้ช่วยดูแลระหว่างการออกกำลังกาย 4 คน ร่วมดูแลผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ตลอดการฝึกการทรงตัว

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระแวงตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้วิจัยหลัก



เลขที่โครงการวิจัย 032-2/61

วันที่รับรอง 29 ต.ค. 2561

วันหมดอายุ 28 ต.ค. 2562

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

**ภาคผนวก ก**  
**แบบบันทึกผลสำหรับใช้ในระยยะที่ 2 (ระยะทดลอง)**

**แบบบันทึกผลการประเมินผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนการทดลอง**

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย ..... วัน/เดือน/ปี เกิด ..... อายุ ..... ปี  
 น้ำหนัก ..... กก. ส่วนสูง ..... ซม. ความดันโลหิต ..... มม.ปรอท ชีพจร ..... ครั้งต่อนาที  
 โรคประจำตัว ..... ประวัติการฝึกโยคะ  เคยฝึก  ไม่เคยฝึก  
 ประวัติการใช้ยา .....

ความเห็นแพทย์จากการตรวจร่างกายทั่วไป .....

สามารถฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว และสามารถฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ฯ

ไม่สามารถฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว และไม่สามารถฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ฯ

**1. ผลการทดสอบการทรงตัว**

**1.1 ทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-foot up-and-go test)**

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... ผลที่ดีที่สุดที่สุด.....

**1.2 ทดสอบการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว BIOSWAY Portable Balance System**

**1.2.1 โปรแกรม CTSIB (Clinical Test of Sensory Integration and Balance)**

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... สรุป .....

**1.2.2 โปรแกรม Postural Stability Test**

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... สรุป .....

**1.2.3 โปรแกรม Fall Risk**

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... สรุป .....

**2. วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยวิธี Manual Muscle Testing (MMT)**

กล้ามเนื้ออกดูเดียส มีเดียส ระดับความแข็งแรง.....	กล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียลิส ระดับความแข็งแรง.....	กล้ามเนื้อเรคตัส ทีโมอริส ระดับความแข็งแรง.....
กล้ามเนื้อโบเซพ ทีโมอริส ระดับความแข็งแรง.....	กล้ามเนื้อทีบูตัส แอนทีเรีย ระดับความแข็งแรง.....	กล้ามเนื้อแก๊สตรอคอนิเมียส ระดับความแข็งแรง.....

**3. วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที (30-Second Chair Stand)**

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... ผลที่ดีที่สุดที่สุด.....

**4. ผลการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวด้วย Pressure Biofeedback Unit (PBU)**

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... ผลที่ดีที่สุดที่สุด.....

**5. ความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน เมื่อวัดจาก Barthe|ADL Index ได้คะแนน .....**

**6. คะแนนประเมินจากแบบวัดภาวะกลัวการล้มของผู้สูงอายุไทย ได้คะแนน .....**

แบบบันทึก สรุปผลการคัดเข้าตามเกณฑ์การคัดเข้า

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย.....

เกณฑ์คัดเข้ามีทั้งหมด 5 ข้อ อาสาสมัครต้องผ่านเกณฑ์คัดเข้าทั้ง 5 ข้อ จึงสามารถเข้าร่วมในการวิจัย

- 1) อายุระหว่าง 70 - 85 ปี
 

<input type="checkbox"/> ผ่านเกณฑ์คัดเข้า	<input type="checkbox"/> ไม่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า
---	--
- 2) ไม่เคยฝึกไทชิมาก่อน
 

<input type="checkbox"/> ผ่านเกณฑ์คัดเข้า	<input type="checkbox"/> ไม่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า
---	--
- 3) แพทย์ให้ความเห็นว่า สามารถฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัว และสามารถฝึกโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับอุปกรณ์ฯ ที่ออกแบบได้
 

<input type="checkbox"/> ผ่านเกณฑ์คัดเข้า	<input type="checkbox"/> ไม่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า
---	--
- 4) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย 2-6 มัด อยู่ในระดับ 2+ ถึง 3+
 

<input type="checkbox"/> ผ่านเกณฑ์คัดเข้า	<input type="checkbox"/> ไม่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า
---	--
- 5) มีความสามารถในการทรงตัวต่ำ จากการทดสอบการทรงตัว 4 การทดสอบ ได้แก่
  - การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-feet up-and-go test)
  - การทดสอบการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว BIOSWAY Portable Balance System ในการทดสอบ 4 โปรแกรม ได้แก่
    - โปรแกรม CTSIB (Clinical Test of Sensory Integration and Balance)
    - โปรแกรม Postural Stability Test
    - โปรแกรม Fall Risk

พบว่าอย่างน้อย 1 การทดสอบ จาก 4 การทดสอบข้างต้น มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของการทดสอบนั้น

<input type="checkbox"/> ผ่านเกณฑ์คัดเข้า	<input type="checkbox"/> ไม่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า
---	--

สรุป  ผ่านเกณฑ์คัดเข้า สามารถเข้าร่วมในการวิจัย  ไม่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า ไม่สามารถเข้าร่วมในการวิจัย



บันทึกผลการประเมินผู้เข้าร่วมวิจัยระหว่างการทดลอง (สัปดาห์ที่ 6)

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย..... ความดันโลหิต ..... ม.ม.ปรอท ซีพจร..... ครั้งที่.....

จำนวนครั้งในการฝึกโปรแกรมทรงตัวตลอด 6 สัปดาห์ .....

1. ผลการทดสอบการทรงตัว

1.1 การทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-feet up-and-go test)

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... ผลที่ดีที่สุด.....

1.2 การทดสอบการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว BIOSWAY Portable Balance System

1.2.1 โปรแกรม CTSIB (Clinical Test of Sensory Integration and Balance)

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... สรุป .....

1.2.2 โปรแกรม Postural Stability Test

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... สรุป .....

1.2.3 โปรแกรม Fall Risk

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... สรุป .....

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที (30-Second Chair Stand)

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... ผลที่ดีที่สุด.....

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเมื่อวัดด้วย Pressure Biofeedback Unit (PBU)

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... ผลที่ดีที่สุด.....

4. ความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน เมื่อวัดจาก Barthel ADL Index ได้คะแนน .....

5. คะแนนประเมินจากแบบวัดภาวะกีดขวางการล้มของผู้สูงอายุไทย ได้คะแนน .....

บันทึกผลการประเมินผู้เข้าร่วมวิจัยหลังการทดลอง (สัปดาห์ที่ 12)

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย..... ความดันโลหิต ..... ม.ม.ปรอท ซีพจร..... ครั้งต่อนาที

จำนวนครั้งในการฝึกโปรแกรมทรงตัวตลอด 12 สัปดาห์ .....

1. ผลการทดสอบการทรงตัว

1.1 การทดสอบการลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-feet up-and-go test)

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... ผลที่ดีที่สุดที่สุด.....

1.2 การทดสอบการทรงตัวด้วยเครื่องวัดการทรงตัว BIOSWAY Portable Balance System

1.2.1 โปรแกรม CTSIB (Clinical Test of Sensory Integration and Balance)

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... สรุป .....

1.2.2 โปรแกรม Postural Stability Test

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... สรุป .....

1.2.3 โปรแกรม Fall Risk

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... สรุป .....

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างด้วยการทดสอบลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที (30-Second Chair Stand)

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... ผลที่ดีที่สุดที่สุด.....

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเมื่อวัดด้วย Pressure Biofeedback Unit (PBU)

ผลครั้งที่ 1 ..... ผลครั้งที่ 2 ..... ผลครั้งที่ 3 ..... ผลที่ดีที่สุดที่สุด.....

4. ความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน เมื่อวัดจาก Barthel ADL Index ได้คะแนน .....

5. คะแนนประเมินจากแบบวัดภาวะกลัวการล้มของผู้สูงอายุไทย ได้คะแนน .....

## ภาคผนวก ก

### แบบประเมินภาวะกลัวการล้มในผู้สูงอายุไทย

#### แบบประเมินภาวะกลัวการล้มในผู้สูงอายุไทย (Thai Geriatric Fear of Falling Questionnaire)

โปรดอ่านข้อความในแต่ละข้อคำถามอย่างละเอียด และกรุณาตอบตามความรู้สึกจริงของท่านเกี่ยวกับภาวะกลัวการล้มโดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง

กิจกรรม	ระดับความกลัวการล้ม					
	ไม่กลัวเลย	กลัวเล็กน้อย	กลัวพอสมควร	กลัวค่อนข้างมาก	กลัวมาก	กลัวมากที่สุด
1	ตากเสื้อผ้าที่ราวตากผ้า					
2	เดินในบริเวณบ้าน					
3	ลุกขึ้นนั่งลงบนเก้าอี้					
4	เอื้อมหยิบของจากชั้นระดับสายตาขึ้นไป					
5	ยืนบนเก้าอี้เดี่ยวเพื่อหยิบของ					
6	อาบน้ำ					
7	ลุกขึ้นนั่งลงบนโถส้วมชักโครก					
8	ก้มหยิบของจากพื้น					
9	ก้าวขึ้น/ลงรถยนต์					
10	ลุกขึ้นนั่งลงบนพื้น					
11	นั่งยองๆ					
12	ไต่/ถอดกางเกงในทำยีน					
13	เดินขึ้น/ลงบันไดโดยไม่จับราว					
14	ลุกขึ้นนั่งลงบนโถส้วมคอห่าน					
15	เดินท่ามกลางฝูงชน					
16	เดินท่ามกลางฝูงชนแล้วถูกกระแทก					
17	เดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง					
18	เดินบนพื้นขรุขระ					
19	เดินในตลาดสดที่พื้นจะแฉะ					
20	เดินในที่แสงสว่างน้อย					
21	เดินข้ามถนน					
22	เดินขึ้น/ลงทางลาด					
23	เดินบนพื้นลื่นพื้นห้องน้ำที่เปียก					
24	นอนไม่หลับ					
25	ลังเลใจ กลัวผิดพลาดในการทำสิ่งต่างๆ					
26	เชื่อว่าตนเองมีโรคทางกายที่ทำให้ล้มได้ง่าย					
27	ใจสั่น หัวใจเต้นเร็วเมื่อนึกถึงการล้ม					
28	อ่อนไหว อารมณ์แปรปรวนง่าย					
29	ไม่มั่นใจในตนเอง					
30	ไม่สบายใจเมื่อต้องพบเจอผู้คน					
31	ไม่สามารถเข้ากับคนรอบข้างได้					
32	มีปัญหาเมื่อต้องขอความช่วยเหลือจากคนรอบข้าง					
33	มีปัญหาเมื่อไม่รับบริการสุขภาพ					
34	มีปัญหาการเงิน					

ที่มา พันทิศา แสงหิรัญ, 2553. การสร้างและประเมินแบบสอบถามเพื่อวัดภาวะกลัวการล้มในผู้สูงอายุไทย. สุโขทัย: ภาควิชาพยาบาล (ภาควิชาพยาบาล) มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ประเมินโดยการสอบถามผู้สูงอายุ ให้คะแนนระดับไม่กลัวเลยเท่ากับ 1 และคะแนนระดับกลัวมากที่สุด เท่ากับ 6 จุดตัดคะแนนที่ประเมินว่ากลัวการล้ม คือ คะแนนที่มากกว่า 66 คะแนน

## ภาคผนวก ฐ

## การประเมินความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน (Functional assessment)

## ชนิด Barthel ADL Index

1. การเคลื่อนย้ายตัวเอง (Transfer)
  - 0 ทำเองไม่ได้ นั่งเองไม่ได้
  - 1 ต้องการความช่วยเหลืออย่างมาก ใช้ 1-2 คน ยังพอนั่งได้
  - 2 ต้องการความช่วยเหลือเล็กน้อย
  - 3 ทำได้เองอย่างอิสระ
2. การเดิน (Mobility)
  - 0 เดินเองไม่ได้
  - 1 ใช้รถเข็น (Wheelchair) ได้เอง เช่น การเลี้ยวเข้ามุมห้อง
  - 2 เดินได้โดยมีคนช่วย 1 คน
  - 3 ทำได้เองอย่างอิสระ
3. การใช้ห้องน้ำ (Toilet Use)
  - 0 ทำเองไม่ได้ ทำเองได้บางอย่าง โดยมีคนช่วยบ้าง
  - 1 ทำได้เองอย่างอิสระ
4. การล้างหน้า (Grooming)
  - 0 ทำเองได้โดยมีคนช่วยบ้าง เช่น ล้างหน้า แปรงฟัน โกนหนวด
  - 1 ทำได้เองอย่างอิสระ
5. การถ่ายปัสสาวะ (Bladder)
  - 0 มีปัญหาปัสสาวะรด หรือต้องคาสายสวนปัสสาวะ
  - 1 ปัสสาวะรดบางครั้ง เช่น ไม่เกินวันละครั้ง
  - 2 ไม่มีปัสสาวะรด
6. การถ่ายอุจจาระ (Bowels)
  - 0 มีปัญหาอุจจาระรด หรือต้องสวนอุจจาระ
  - 1 อุจจาระรดบางครั้ง เช่น สัปดาห์ละครั้ง
  - 2 ไม่มีอุจจาระรด
7. การอาบน้ำ (Bathing)
  - 0 ทำเองไม่ได้
  - 1 ทำได้เองอย่างอิสระ
  - 2 ไม่ต้องมีคนคอยช่วยหรือสังเกต

### 8. การทานอาหาร (Feeding)

0 ทำเองไม่ได้

1 พอทำได้เอง แต่ต้องมีคนช่วยบ้าง เช่น ตัดชิ้นอาหารเป็นคำเล็กๆ

2 ตักอาหารทานได้เองอย่างอิสระในระยะเวลาที่ เอื้อมมือถึงได้

### 9. การใส่เสื้อผ้า (Dressing)

0 ทำเองไม่ได้

1 พอทำได้เอง แต่ต้องมีคนช่วยบ้าง

2 ทำได้เองอย่างอิสระ เช่น กัดกระดุม รูดซิป ผูกเชือกรองเท้า

### 10. การเดินขึ้นและลงบันได (Dressing)

0 ทำเองไม่ได้

1 พอทำได้เอง แต่ต้องมีคนช่วยบ้าง

2 ทำได้เองอย่างอิสระ ทั้งขึ้นและลงบันได

### หมายเหตุ

1. เป็นการวัดว่าผู้ป่วยทำอะไรได้บ้าง (ทำได้อยู่จริง) ไม่ใช่เป็นการทดสอบว่าหรือถามว่าสามารถทำได้หรือไม่
2. โดยทั่วไปเป็นการสอบถามถึงกิจที่ปฏิบัติในระยะเวลา 24-48 ชั่วโมง
3. จุดประสงค์เป็นการวัดระดับ Independence ดังนั้น ถ้าหากมีคนคอยอยู่ดูแลหรือเฝ้าระวังเวลาปฏิบัติกิจ ให้ถือว่าไม่ได้คะแนนเต็ม
4. ถ้าหมดสติให้คะแนน 0 ทั้งหมด

### เกณฑ์คะแนน

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 0-4 คะแนน      | ผู้สูงอายุต้องการพึ่งพิงผู้อื่นทั้งหมด       |
| <input type="checkbox"/> 5-8 คะแนน      | ผู้สูงอายุต้องการพึ่งพิงผู้อื่นเป็นส่วนมาก   |
| <input type="checkbox"/> 9-11 คะแนน     | ผู้สูงอายุต้องการพึ่งพิงผู้อื่นปานกลาง       |
| <input type="checkbox"/> 12 คะแนนขึ้นไป | ผู้สูงอายุต้องการพึ่งพิงผู้อื่นเพียงเล็กน้อย |

## ภาคผนวก ข

### การทดสอบ การลุกเดินจากเก้าอี้ไปและกลับ (8-foot up-and-go test)



#### จุดประสงค์

เพื่อประเมินการทรงตัวและความว่องไวของร่างกาย (Balance and agility) ซึ่งสำคัญมากต่อการเคลื่อนไหวท่าต่างๆ การทรงตัว และการป้องกันอุบัติเหตุ

#### อุปกรณ์

เก้าอี้ นาฬิกาจับเวลา และกรวยพลาสติก

#### วิธีการ

วางเก้าอี้ชิดผนัง หันหน้าไปทางกรวยที่วางบนพื้น ระยะห่างจากด้านหลังของกรวยถึงจุดแนวตั้งที่อยู่ใต้ขอบที่นั่งด้านหน้าของเก้าอี้เท่ากับ 8 ฟุต ผู้สูงอายุนั่งบนเก้าอี้ ทำวงรอบกับพื้น มีวงบนต้นขา ทำข้างหนึ่งวางเหลือมไปข้างหน้าทำอีกข้างหนึ่งเล็กน้อย ลำตัวโน้มมาทางด้านหน้าเล็กน้อย เมื่อสัญญาณ "เริ่ม" ให้ผู้สูงอายุลุกจากเก้าอี้เดินอย่างรวดเร็วเท่าที่เป็นไปได้ ตรงไปล้อมกรวยแล้วกลับมานั่งที่เก้าอี้อย่างรวดเร็ว ผู้ทดสอบจับเวลาผู้ให้สัญญาณเริ่ม และกดหยุดเวลาที่บันทึกเมื่อผู้สูงอายุนั่งบนเก้าอี้ ทำการทดสอบ 2 ครั้ง และบันทึกเวลาที่ทำได้ 2 ครั้ง เลือกค่าที่ดีที่สุด

#### การประเมินผล

หลังจากบันทึกเวลาที่ผู้สูงอายุทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว และให้เลือกค่าเวลาที่ดีที่สุด และประเมินผลตามเกณฑ์ ดังตาราง

อายุ (ปี)	70-74	75-79	80-84	85-89
ค่าปกติในผู้สูงอายุหญิง (วินาที)	7.1-4.9	7.4-5.2	8.7-5.7	9.6-6.2

ที่มา : Jones และ Rikli (2002)

**ภาคผนวก ฅ**  
**การทดสอบ ลุกยืนจากเก้าอี้ 30 วินาที (30-second chair stand)**



**จุดประสงค์**

เพื่อประเมินความแข็งแรงกล้ามเนื้อส่วนล่าง (lower body strength) ซึ่งจำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมหลายอย่าง เช่น เดินขึ้นบันได เดิน และลุกออกจากเก้าอี้ ออกจากเรือหรือลัด รวมถึงลดความเสี่ยงจากการล้ม

**อุปกรณ์**

เก้าอี้ และนาฬิกาจับเวลา

**วิธีการ**

ให้ผู้สูงอายุประสานมือสองข้างไว้ที่หน้าอก นั่งค่อมมาทางด้านหน้าเก้าอี้ เมื่อสัญญาณ “เริ่ม” ให้ผู้สูงอายุลุกขึ้นยืนตรงจากท่านั่งเก้าอี้ นับจำนวนครั้งที่ลุก-นั่งสมบูรณ์ ในเวลา 30 วินาที (ด้านหลังเก้าอี้ต้องชิดผนัง หรือมีผู้ช่วยจับพนักเก้าอี้ เพื่อป้องกันเก้าอี้เลื่อนไปด้านหลัง ขณะทำการทดสอบ)

**การประเมินผล**

นับจำนวนครั้งในการลุกนั่งจากเก้าอี้ ภายในเวลา 30 วินาทีและทำการประเมินผลตามเกณฑ์ ดังตาราง

อายุ (ปี)	70-74	75-79	80-84	85-89
ค่าปกติในผู้สูงอายุหญิง (จำนวนครั้ง)	10-15	10-15	9-14	8-13

ที่มา : Jones และ Rikli (2002)

## ภาคผนวก ณ

### การทดสอบการทรงตัวด้วย เครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System

ในการทดสอบการทรงตัวในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องวัดการทรงตัว Biodex Balance System รุ่น #950-441 ผลิตที่นิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเลือกทำการทดสอบใน 3 การทดสอบ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ต่างกันดังนี้

1) การทดสอบด้วยโปรแกรม m-CTSIB (Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance) ทำเพื่อทดสอบระบบการทรงตัวแบบอยู่กับที่เพื่อคัดกรองผู้ที่มีปัญหาการทรงตัวในระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยจะประเมินความสามารถในการทำงานประสานกันของระบบประสาทการมองเห็น ระบบประสาทการรับรู้ข้อต่อ ระบบประสาทรับสัมผัสทางกาย และระบบประสาท vestibular การทดสอบนี้มีทั้งหมด 6 เงื่อนไขการทดสอบ แต่เพื่อลดความเหนื่อยล้าของผู้สูงอายุ ในงานวิจัยนี้ใช้เพียง 2 เงื่อนไข ได้แก่ เงื่อนไขยืนลิมิตาบนพื้นแข็งซึ่งเป็นการทดสอบการทรงตัวที่เกิดจากการทำงานประสานกันของระบบประสาททั้ง 3 และเงื่อนไขยืนลิมิตาบนพื้นนุ่มซึ่งเป็นการทดสอบการทรงตัวที่ตัดการทำงานของระบบประสาทการมองเห็น ออก และใช้เฉพาะการทำงานประสานกันของระบบประสาทรับสัมผัสทางกาย และระบบประสาท vestibular หากคะแนนยิ่งต่ำแสดงว่ามีความสามารถในการทำงานประสานกันของระบบประสาทได้ดีกว่าคะแนนสูง

2) การทดสอบด้วยโปรแกรม Postural Stability Test ทำเพื่อประเมินความสามารถในการรักษาจุดสมดุลในการทรงตัวของร่างกาย หากคะแนนยิ่งต่ำแสดงว่ามีความสามารถในการรักษาจุดสมดุลของร่างกายได้ดีกว่าคะแนนสูง

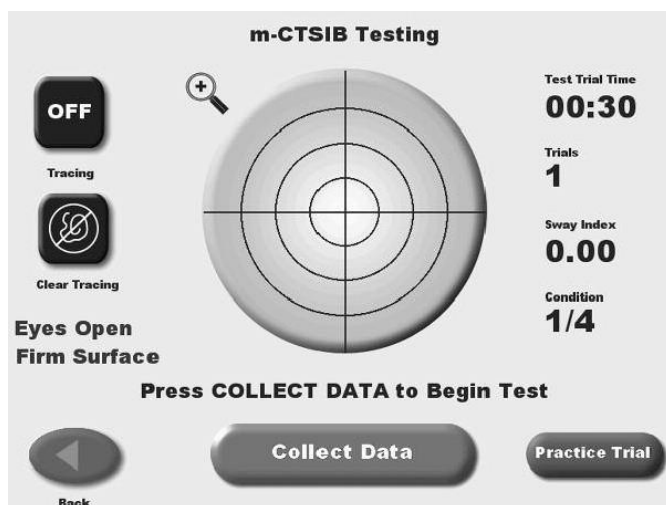
3) การทดสอบด้วยโปรแกรม Fall Risk test เป็นการทดสอบเพื่อชี้บ่งโอกาสในการล้ม ผลจะเทียบเคียงกับค่ามาตรฐานของการทดสอบ หากคะแนนสูงกว่าค่ามาตรฐาน ณ ช่วงอายุนั้น ควรประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การรับรู้ตำแหน่งข้อและการเคลื่อนไหว ระบบประสาท Vestibular และประสาทการมองเห็นเพิ่มเติม



## วิธีการในการทดสอบ

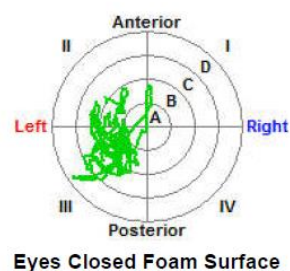
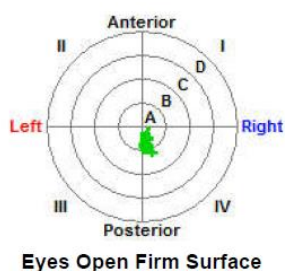


1. ทำการติดตั้ง และตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนเริ่มทำการทดสอบ
2. ให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบอบอุ่นร่างกาย เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบ
3. ชี้แจงวิธีการทดสอบการทรงตัวให้ผู้เข้าร่วมทดสอบเข้าใจ
4. ทำการทดสอบ 3 โปรแกรม ดังนี้
  - 1) โปรแกรม m-CTSIB (Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance)
  - 2) โปรแกรม Postural Stability Test
  - 3) โปรแกรม Fall Risk
5. การทดสอบด้วยโปรแกรม m-CTSIB (Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance) ผู้เข้าร่วมการทดสอบยืนด้วยเท้าเปล่าบนแผ่นรับแรง (force plate) และจะทำการทดสอบใน 2 ท่า ได้แก่ ทำยืนบนพื้นแข็ง ลืมตา และทำยืนบนพื้นนุ่มหลับตา ทดสอบท่าละ 1 ครั้ง ใช้เวลาในการทดสอบท่าละประมาณ 30 วินาที บันทึกผลเป็น Sway Index และ Stability Index

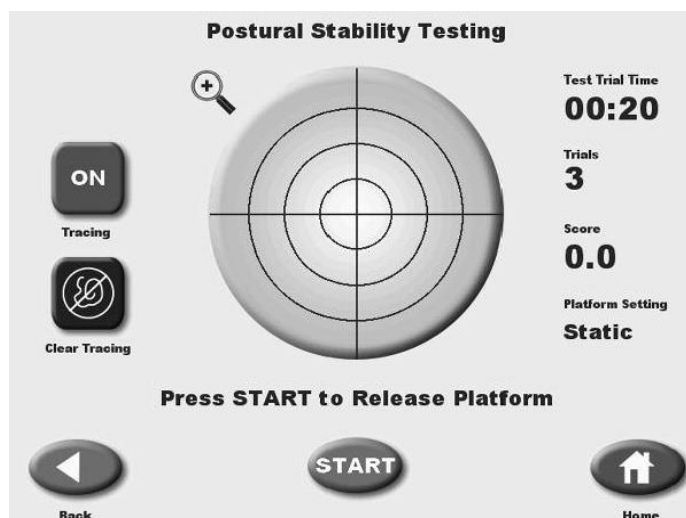


ตัวอย่างผล m-CTSIB Test

Condition	Sway Index	Mean
Eyes Open Firm Surface	1.32	0.44
Eyes Closed Foam Surface	5.56	2.41
Composite Score	3.44	1.43

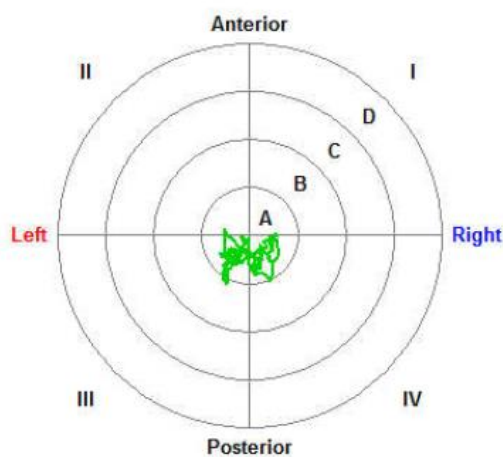


6. การทดสอบด้วยโปรแกรม Postural Stability Test ผู้เข้าร่วมการทดสอบยืนด้วยเท้าเปล่าบนแผ่นรับแรง (force plate) ผู้ทดสอบจะกดให้ Cursor ปรากฏขึ้นบนหน้าจอ และให้ทดสอบควบคุมร่างกายเพื่อเลื่อน Cursor มาตรงจุดกึ่งกลางของหน้าจอ ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 20 วินาที ทดสอบ 3 ครั้ง พักระหว่างการทดสอบ 10 วินาที บันทึกผลเป็น Sway Index และ Stability Index



ตัวอย่างผล Postural Stability Test

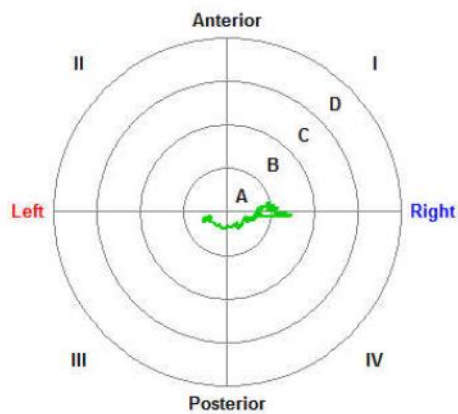
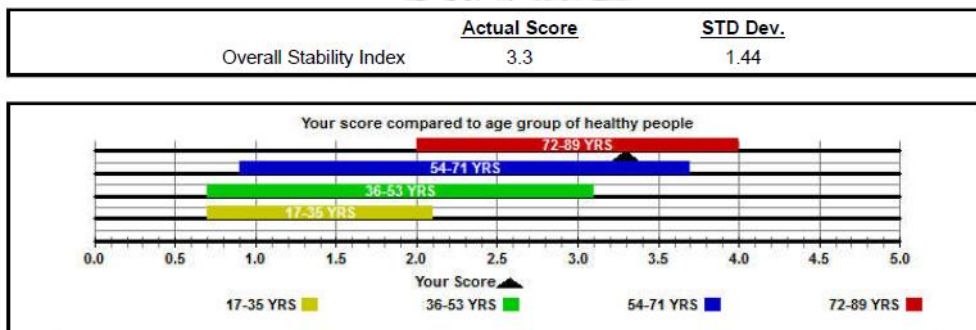
	<u>Actual Score</u>		<u>STD Dev.</u>	
Overall Stability Index	2.0		1.07	
Anterior/Posterior Index	1.5		1.03	
Medial Lateral Index	1.1		0.79	
% Time in Zone	A 99	B 1	C 0	D 0
% Time in Quadrant	I 6	II 6	III 35	IV 53



7. การทดสอบด้วยโปรแกรม Fall Risk ผู้เข้าร่วมการทดสอบยืนด้วยเท้าเปล่าบนแผ่นรับแรง (force plate) และจะทำการทดสอบใน 4 ท่า ได้แก่ ทำยืนลิ้มตา-เท้าห่างปกติ ทำยืนหลับตา-เท้าห่างปกติ ทำยืนลิ้มตา-เท้าห่าง 7.5 ซม. และทำยืนหลับตา-เท้าห่าง 7.5 ซม. ใช้เวลาในการทดสอบท่าละประมาณ 45 วินาที ทดสอบ 3 ครั้ง พักระหว่างการทดสอบ 10 วินาที บันทึกผลเป็น Sway Velocity Index



ตัวอย่างผล Fall Risk Test



## ภาคผนวก ด

## รูปแสดงการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้อง ด้วยท่านอนคว่ำ



Pressure Biofeedback Unit รุ่น Stabilizer

ผลิตโดย Chattanooga Group ประเทศ

สหรัฐอเมริกา

## วิธีการทดสอบ



จัดให้ผู้รับการทดสอบนอนคว่ำ และวาง pressure sensor ได้หน้าท้องตรงกับระดับ สะดือ โดยให้ขอบล่างของถุงลมอยู่ตรงกับ anterior superior iliac spine )ASIS (

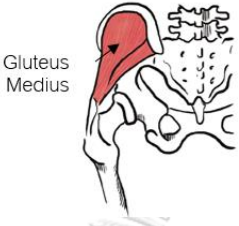

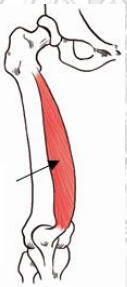



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



เมื่อเริ่มต้นการวัด ให้ผู้ทดสอบปรับความดันใน ถุงลมเท่ากับ 70 มิลลิเมตรปรอท หลังจากนั้นให้ ผู้ป่วยเกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้อง )draw-in ( เป็น เวลา 10 วินาที ดูแลไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวเชิง กรานหรือสะโพก ทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกค่า ความดันในถุงลมที่เปลี่ยนแปลง

## ภาคผนวก ต

## ท่าที่ใช้ในการตรวจกล้ามเนื้อ 6 มัดในขั้นตอนการคัดกรอง

กล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัว	ท่าที่ใช้ตรวจ
<p>1) กล้ามเนื้ออกกลูเตียส มีเดียส (Gluteus Medius)</p> <p><u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เขยียดสะโพก</li> <li>- กางขา</li> <li>- หมุนต้นขาไปด้านหน้า</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Gluteus Medius</p>	<p>ท่าที่ตรวจ : นอนตะแคง กางขา</p> 
<p>2) กล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียลิส (Vastus Medialis)</p> <p><u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- งอเข่า</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Vastus Medialis</p>	<p>ท่าที่ตรวจ : นอนหงาย กดเข่าบนผ้า</p> 
<p>3) กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอริส (Rectus femoris)</p> <p><u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- งอสะโพก</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Rectus femoris</p>	<p>ท่าที่ตรวจ : นั่งข้างเตียง ตะเฆา</p> 

กล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัว	ท่าที่ใช้ตรวจ
<p>4) กล้ามเนื้อไบเซพ ฟีมอริส (Bicep femoris)</p> <p><u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เขยียดสะโพก</li> <li>- งอเข่า</li> </ul> 	<p>ท่าที่ตรวจ : นอนคว่ำ งอเข่า</p> 
<p>5) กล้ามเนื้อทิวบลัส แอนทีเรีย (Tibulus anterior)</p> <p><u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- กระดกเท้าขึ้น</li> <li>- ตะแคงฝ่าเท้าหันเข้าด้านใน</li> </ul> 	<p>ท่าที่ตรวจ : นอนหงาย กระดกเท้า</p> 
<p>6) กล้ามเนื้อแก๊สตรอกนีเมียส (Gastrocnemius)</p> <p><u>หน้าที่หลักในการเคลื่อนไหว</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- งอเข่า</li> <li>- กดฝ่าเท้าลง (การเขย่ง)</li> </ul> 	<p>ท่าที่ตรวจ : ยืนเขย่งขาข้างเดียว</p> 

**ภาคผนวก ก**  
**แบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม**  
**สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว**

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการทำวิจัยของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในหัวข้อวิจัย “การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความสัมพันธ์ในแต่ละองค์ประกอบของส่วนประสมการตลาดและองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีผลต่อการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

คุณสมบัติเบื้องต้นของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่จะพัฒนา ได้แก่

1. มีประสิทธิภาพในการป้องกันการล้ม
2. มีความปลอดภัยในการใช้งาน
3. มีองค์ประกอบที่ทำให้เกิดแรงต้านในขณะฝึกการทรงตัว
4. สามารถปรับแต่งให้ใช้งานแบบกลุ่มได้

**คำชี้แจง** โปรดอ่านข้อความในแต่ละข้อ และใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

แบบสอบถามมี 3 ตอน ได้แก่ องค์ประกอบของส่วนประสมการตลาด ข้อเสนอแนะในการพัฒนา และข้อมูลส่วนบุคคล

**ตอนที่ 1** องค์ประกอบของส่วนประสมการตลาด 4 ด้าน

ข้อ	ข้อความ	เกณฑ์ประเมิน				
		ระดับความสำคัญ				
	ด้านผลิตภัณฑ์ : คุณสมบัติของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1	มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน					
2	ใช้พื้นที่น้อย					
3	สามารถถอดเก็บได้					
4	มีความแข็งแรง					
5	น้ำหนักเบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย					
6	มีความปลอดภัย					
7	ใช้งานง่าย					
8	สามารถช่วยป้องกันการบาดเจ็บจากการล้มได้จริง					
9	มีสัญญาณเตือนเมื่อล้ม					
10	มีสัญญาณเตือนก่อนล้ม					
11	มีการสื่อสารไปยังผู้ดูแลเมื่อสัญญาณเตือนดัง					
12	ด้านราคา: ท่านคิดว่าราคาใดเป็นที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว ต่อจำนวนผู้ใช้อุปกรณ์ 1 คน	<input type="checkbox"/> ต่ำกว่า 10,000 บาท <input type="checkbox"/> 10,000-25,000 บาท <input type="checkbox"/> สูงกว่า 25,000 บาท				
	ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย : ท่านต้องการให้มี	ระดับความสำคัญ				



ข้อ	ข้อความ	เกณฑ์ประเมิน				
		ช่องทางจัดจำหน่ายในแต่ละรูปแบบ ในระดับใด	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก
13	ขายแบบ Online					
14	ขายผ่านร้านขายยา,					
15	ขายผ่านโรงพยาบาล					
16	ขายผ่านร้านขายอุปกรณ์การแพทย์					
17	ขายผ่านตัวแทนขายตรง					
18	ควรเป็นบริการฟรีในสถานดูแลผู้สูงอายุ					
19	ควรเป็นบริการฟรีในสถานออกกำลังกาย,					
20	ควรเป็นบริการฟรีในโรงพยาบาล					
	ด้านการส่งเสริมการตลาด : ท่านพอใจในกิจกรรม	ระดับความพอใจ				
	ส่งเสริมการตลาดในแต่ละรูปแบบ ในระดับใด	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
21	มีการสาธิตและจัดแสดงในห้างสรรพสินค้า/หรือศูนย์แสดงสินค้า					
22	มีระบบเงินผ่อน					
23	ราคาถูกลงเมื่อสั่งซื้อจำนวนมาก					
24	มี Call Center ให้คำปรึกษาการใช้อุปกรณ์					
25	มีบริการข้อมูลผลิตภัณฑ์ใน Website					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

ตอนที่ 3 ข้อมูลส่วนบุคคล โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน

เพศ  ชาย  หญิง

อายุ  20- 40 ปี  มากกว่า 40 ปี

อาชีพ  บุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข  ไม่ใช่บุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข

ความต้องการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

ไม่ต้องการ

ต้องการ โปรดระบุเหตุผล

ต้องการนำไปใช้เอง

ต้องการนำไปใช้ในสถานพยาบาล

ต้องการนำไปให้ผู้สูงอายุที่ดูแลใช้

ต้องการนำไปใช้ในสถานดูแลผู้สูงอายุ

อื่นๆ ระบุ.....

-----ขอขอบพระคุณที่กรุณาตอบแบบสอบถาม-----

#### ภาคผนวก ท

รูปการทดสอบโปรแกรมฝึกการทรงตัวร่วมกับการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายฯ ระยะที่ 1

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย A เป็นอาสาสมัครที่แข็งแรง / รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย B เป็นอาสาสมัครสูงอายุ



รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย  
A1



รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย  
A2



รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย  
A3



รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย  
A4



รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย  
A5



รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย  
A6



รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย  
B1



รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย  
B2

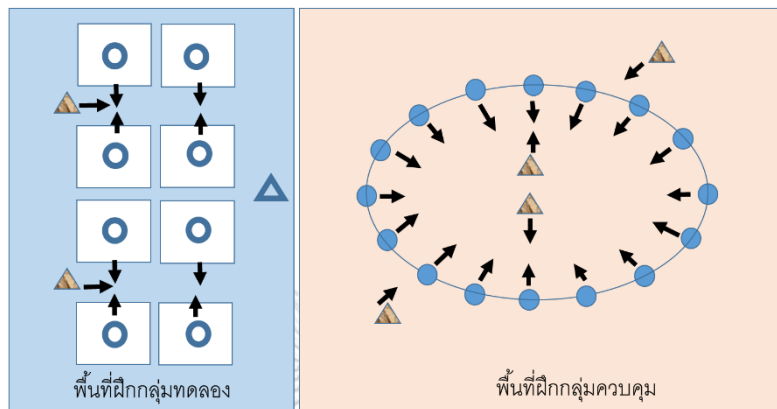


รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย  
B3

ภาคผนวก ๓

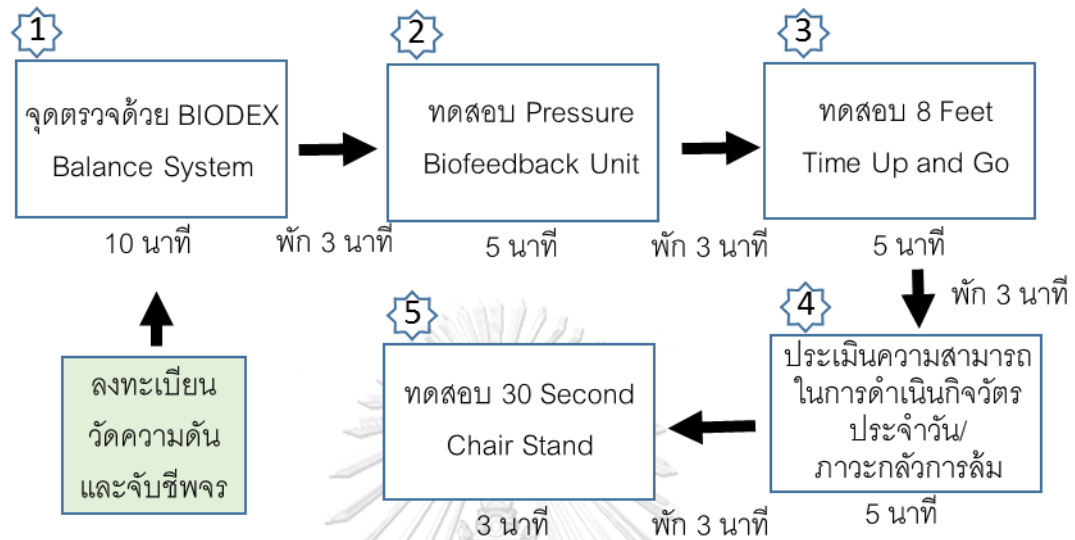
รูปการจัดพื้นที่ฝึกการทรงตัว สำหรับการวิจัย ระยะที่ 2

- อาสาสมัครกลุ่มทดลอง
- อาสาสมัครกลุ่มควบคุม
- ▲ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย
- △ ผู้ดูแลความปลอดภัยอุปกรณ์ฯ
- ↑ แสดงทิศที่หันหน้าออก
- จุดวางอุปกรณ์ฯ



## ภาคผนวก น

## รูปการจัดพื้นที่การทดสอบ สำหรับการวิจัย ระยะที่ 2



- ผู้ประเมินจะแจ้งกำหนดการประเมินสมรรถนะทั้ง 3 ครั้ง ให้อาสาสมัคร ทราบล่วงหน้า ครั้งที่ 1 ประเมินก่อนฝึก 3 วัน ครั้งที่ 2 ประเมินหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 3 วัน และครั้งที่ 3 ประเมินหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 3 วัน

- ได้จัดเจ้าหน้าที่ดูแล Flow การเข้าตรวจ 1 คน แยกพื้นที่ตรวจเป็น 5 Stations ตามรูป ให้พักระหว่าง Station ไม่น้อยกว่า 3 นาที รวมใช้เวลาทดสอบ 28 นาที รวมเวลาพัก 12 นาที รวมเวลาทั้งหมดในการทดสอบ 40 นาทีต่อคน

- กรณีรอใน Station ใดนาน เจ้าหน้าที่จะเลื่อนให้ไปทดสอบที่ Station ถัดไป

## ภาคผนวก บ

แบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่  
ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม  
สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

(กลุ่มผู้สูงอายุหญิง อายุระหว่าง 70-85 ปี ที่มีปัญหาการทรงตัว)

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการทำวิจัยของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในหัวข้อวิจัย  
“การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ  
ศึกษารายละเอียดของการใช้เทคโนโลยีของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว  
คำชี้แจง

- 1) คำว่าอุปกรณ์ในแบบสอบถามนี้ หมายถึง อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว  
ที่ได้ทดลองใช้งาน
- 2) ข้อมูลความคิดเห็นของท่านจะถูกเก็บเป็นความลับ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลในภาพรวม เพื่อประโยชน์ในการศึกษาวิจัย
- 3) แบบสอบถามมี 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล: โปรดกรอกอายุของท่าน อายุ ..... ปี

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นที่มีต่ออุปกรณ์

โปรดอ่านข้อความในแต่ละข้อ และใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน

ข้อ	ความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	<b>ด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์</b>					
1.	โครงสร้างอุปกรณ์มีความแข็งแรง					
2.	มีความรู้สึกลดภัยในขณะที่ใช้งานอุปกรณ์					
3.	สายรัดตัวมีความแน่นพอดีกับตัวของท่าน					
4.	ขนาดราวจับเหมาะสมกับรูปร่างของท่าน					
5.	มั่นใจว่าเสียงสัญญาณจะช่วยเตือนท่านก่อนล้ม					
6.	มั่นใจว่ากระจกจะช่วยพยุงท่านไว้ไม่ให้ล้ม					
	<b>ด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์</b>					
7.	อุปกรณ์ช่วยให้ท่านไม่ล้มขณะออกกำลังกาย					
8.	อุปกรณ์ช่วยให้การทรงตัวของท่านดีขึ้น					
	<b>ด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์</b>					
9.	การสวมใส่และถอดสายรัดตัวนิรภัยทำได้ง่าย					
10.	ท่านมีความเข้าใจในการใช้งานอุปกรณ์					
11.	ท่านจำวิธีการใช้อุปกรณ์ได้ทุกขั้นตอน					
	<b>ด้านความตั้งใจในการใช้งานอุปกรณ์</b>					
12.	ท่านตั้งใจใช้อุปกรณ์ขณะออกกำลังกาย					
13.	ท่านมีความมั่นใจในการใช้อุปกรณ์					
	<b>ด้านเจตคติต่อการใช้อุปกรณ์</b>					
14.	มีความสนใจในการนำอุปกรณ์ไปใช้งาน					

ตอนที่ 3 โปรดระบุข้อเสนอแนะในการปรับปรุงอุปกรณ์ (ถ้ามี)

.....

.....

**แบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม  
สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว (กลุ่มผู้ดูแลผู้สูงอายุ)**

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ประกอบการทำวิจัยของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในหัวข้อวิจัย "การพัฒนา  
อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการยอมรับการใช้เทคโนโลยี  
ของอุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้ม สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัว

**คำชี้แจง**

- 1) คำว่าอุปกรณ์ในแบบสอบถามนี้ หมายถึง อุปกรณ์ออกกำลังกายที่ป้องกันการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาการทรงตัวที่ได้ทดลองใช้งาน
- 2) ข้อมูลความคิดเห็นของท่านจะถูกเก็บเป็นความลับ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลในภาพรวม เพื่อประโยชน์ในการศึกษาวิจัย
- 3) แบบสอบถามมี 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล: โปรดกรอกอายุของท่าน อายุ ..... ปี เพศ .....

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นที่มีต่ออุปกรณ์: โปรดอ่านข้อความในแต่ละข้อ และใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อ	ความคิดเห็นการใช้งานอุปกรณ์	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	<b>ด้านประสิทธิภาพและคุณลักษณะของอุปกรณ์</b>					
1.	โครงสร้างอุปกรณ์มีความแข็งแรง					
2.	มีความรู้สึกลดท้อขณะใช้งานอุปกรณ์กับผู้สูงอายุ					
3.	สายรัดตัวมีความแน่นพอดีกับตัวของผู้สูงอายุ					
4.	ขนาดราวจับเหมาะสมกับรูปร่างของผู้สูงอายุ					
5.	มั่นใจว่าเสียงสัญญาณจะช่วยเตือนท่านก่อนผู้สูงอายุล้ม					
6.	มั่นใจว่ารอกจะช่วยพยุงผู้สูงอายุไว้ไม่ให้ล้ม					
7.	สัญญาณไฟของแผงควบคุมแสดงถูกต้องตามสถานะ					
8.	ความสูงของแผงควบคุมอุปกรณ์พอเหมาะกับความสูงของท่าน					
9.	ความเหมาะสมของระดับเสียงสัญญาณเตือนภัย					
10.	ความเร็วในการปลดล็อคกรอกโดยให้ปุ่มกด					
10.	ความเร็วในการปลดล็อคกรอกโดยให้ปุ่มกด					
	<b>ด้านการยอมรับประโยชน์ของอุปกรณ์</b>					
11.	อุปกรณ์ช่วยลดภาระในการดูแลผู้สูงอายุออกกำลังกายได้					
12.	อุปกรณ์ช่วยให้การทรงตัวของผู้สูงอายุดีขึ้น					
13.	อุปกรณ์ช่วยให้มีความมั่นใจในการดูแลผู้สูงอายุออกกำลังกาย					
	<b>ด้านการยอมรับความง่ายในการใช้อุปกรณ์</b>					
14.	การสวมใส่และถอดสายรัดตัวให้ผู้สูงอายุทำได้ง่าย					
15.	การกำหนดระดับความสูงของผู้สูงอายุก่อนใช้อุปกรณ์ช่วยในการออกกำลังกายทำได้ง่าย					
16.	ท่านมีความเข้าใจในการใช้งานอุปกรณ์ทั้งระบบ					
17.	ท่านจำวิธีการใช้อุปกรณ์ทั้งระบบได้ทุกขั้นตอน					
18.	การเข้าช่วยเหลือเมื่อสัญญาณเตือนภัยตัวทำได้โดยง่าย					
	<b>ด้านความตั้งใจในการใช้งานอุปกรณ์</b>					
19.	ท่านตั้งใจใช้อุปกรณ์ช่วยดูแลผู้สูงอายุขณะออกกำลังกาย					
20.	ท่านมีความมั่นใจในการใช้อุปกรณ์กับผู้สูงอายุ					
	<b>ด้านเจตคติต่อการใช้อุปกรณ์</b>					
21.	มีความสนใจในการนำอุปกรณ์ไปใช้งานกับผู้สูงอายุ					

ตอนที่ 3 โปรดระบุข้อเสนอแนะในการปรับปรุงอุปกรณ์ (ถ้ามี)

.....  
 .....

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- กรอนงค์ ยืนยงชัยวัฒน์, ปรียาภรณ์ สว่างแจ้ง, ลัดดาวัลย์ แซ่ตั้ง, ศราวดี วังมณี และนพดล ประโมทยกุล. (2548). การเปรียบเทียบการทรงตัวระหว่างผู้ที่ออกกำลังกายไท่กับการเดินในกลุ่มผู้สูงอายุ. วารสารพุดผาวิทยาและเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ., 6(3), 11-15.
- เกศินี แซ่เลา และวิจิต คณิงสุขเกษม. (2555). ผลของการออกกำลังกายด้วยการแกว่งแขน การเดิน และการเดินตามด้วยการแกว่งแขน ที่มีต่อสุขสมรรถนะของผู้สูงอายุหญิง. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 13 ฉบับที่ 1, 92-102.
- เกียรติชัย วีระญาณนนท์. (2549). กลยุทธ์การพัฒนานวัตกรรมธุรกิจบริการสำหรับผู้สูงอายุ. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, ชุศักดิ์ เวชแพศย์. (2523). อีเล็คโทรนิกส์โอกราฟฟี (Vol. 2). คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล: กรุงเทพฯ.
- ณัฐวุฒิ จันทร์ทอง. (2555). การลดความซับซ้อนในการออกแบบเชิงวิศวกรรม. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 4(1), 84-99.
- แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์, จิตอนงค์ ก้าวกลีกรรม, และสุจิตรา บุญหยง,. (2548). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการศึกษาเรื่องการทรงตัวและล้มในผู้สูงอายุไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสำนักงานกองทุนสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.).
- ทิวาพร ทวีวรรณกิจ. (2553). การทรงตัว การล้ม และคุณภาพชีวิตในผู้สูงอายุที่เคลื่อนไหวและไม่เคลื่อนไหวร่างกายเป็นประจำ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากายภาพบำบัด. มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากายภาพบำบัด),
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2562). เอกสารการประชุมนักวิเคราะห์ (Analyst Meeting). ครั้งที่ 2/2562. วันที่ 19 เมษายน 2562.
- นิศากร สมสุข, วรลักษณ์ จันทร์กระจ่าง, และสมบัติ ทีฆทรัพย์,. (2550). การออกแบบทางวิศวกรรม. วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์., 7(2), 28-36.
- บรรลุ ศิริพานิช. (2525). ระบาดวิทยาคนพิการและผู้สูงอายุในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

- ประสิทธิ์ รัตนวงศาโรจน์. (2537). ไทเก๊ก 24 ท่า เพื่อสุขภาพ. In. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เอ็มไอเอส.
- ประเสริฐ อัสสันตชัย. (2555). คู่มือการดูแลผู้สูงอายุ จากสถานพยาบาลสู่ชุมชนสำหรับบุคลากรสาธารณสุข. In. กรุงเทพมหานคร: บริษัทสินทวีการพิมพ์จำกัด.
- ไปรมา อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2556). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อจุดสันทิบัติ: อุปกรณ์เคลื่อนย้ายผู้สูงอายุ. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 1(62), 89-102.
- ผู้จัดการออนไลน์. (2562). นำลงทุน 5 ประเภทธุรกิจดูแลผู้สูงอายุ. Retrieved from <https://mgronline.com/smes/detail/9620000015163>
- พรศรี ศรีอัมภาพร และยุวดี วัฒนานนท์. (2529). สถิติและการวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สามเจริญพานิช.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 7 ed.). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- พัคตร์ผจง วัฒนสินธุ์. (2559). จริยธรรมและการบริหารธุรกิจ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พันพิสสา แสงพริ้ง. (2553). การสร้างและพัฒนาแบบสอบถามเพื่อวัดภาวะกลัวการล้มในผู้สูงอายุไทย. (วิทยานิพนธ์ สาขาปรัชญา (กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยมหิดล),
- พีระพงษ์ บุญศิริ. (2535). วิทยาศาสตร์ว่าด้วยกลไกการเคลื่อนไหวของร่างกาย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เพ็ญศรี เลาสวัสดิ์ชัยกุล. (2542). ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและผลจากการหกล้มในผู้สูงอายุ. (วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลผู้ใหญ่ มหาวิทยาลัยมหิดล),
- มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. (2558). สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2557. นนทบุรี: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- รัชดาพร จุลละนันท์. (2548). การทรงตัวและการล้มของผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายชนิดต่างๆ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย),



วิลาวุธย์ กันหาชน, ยอดชาย บุญประกอบ, สาวิตรี วันเพ็ญ, และกฤษณา บุญญา, (2557).

เปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยการเดิน Paslop และการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวแบบจำเพาะต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในอาสาสมัครที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ. วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่, 7(3), 144-152.

วิไล คุปต์นิรติศัยกุล. (2548). เวชศาสตร์ฟื้นฟูสำหรับเวชปฏิบัติทั่วไป. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็น.พี.เพรส.

ศรินยา บุญธรรมพลสิทธิ์. (2555). ผลการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่มีต่อความแข็งแรง และการทรงตัวในผู้สูงอายุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,

ศิริพันธ์ุ สาสัตย์, ทศนา ชูวรรณะปกรณ์, เตือนใจ ภัคดีพรหม, เพ็ญจันทร์ เลิศรัตน์, และผ่องพรรณ อรุณแสง, (2552). โครงการการศึกษาสถานดูแลผู้สูงอายุระยะยาวในประเทศไทย. สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.) และมูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.).

ศิริพันธ์ุ สาสัตย์, ทศนา ชูวรรณะปกรณ์, และเพ็ญจันทร์ เลิศรัตน์, (2552). รูปแบบการปฏิบัติการดูแลผู้สูงอายุระยะยาวในสถานบริการในประเทศไทย. สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.).

ศิริวรรณ เสรีรัตน์, ศุภร เสรีรัตน์, องอาจ ปทะวานิช, และปริญญา ลักษิตานนท์, (2546). การบริหารการตลาดยุคใหม่. กรุงเทพฯ: ธีระฟิล์ม และไซเท็กซ์.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2561a). SME ต้องรอด เมื่ออุปกรณ์อัจฉริยะครองโลก. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2562 จากเว็บไซต์ : [www.kasikornbank.com](http://www.kasikornbank.com).

[https://www.kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Pages/Smart-Devices\\_dominate-the-world.aspx](https://www.kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Pages/Smart-Devices_dominate-the-world.aspx)

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2561b). ตลาดผู้สูงอายุ ชุมทอง SME ไทย. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2562 จากเว็บไซต์ : [www.kasikornbank.com](http://www.kasikornbank.com).

[https://www.kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Pages/Aging-Market\\_SME-Treasure\\_2018.aspx](https://www.kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Pages/Aging-Market_SME-Treasure_2018.aspx)

- สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2551). แนวทางเวชปฏิบัติการ  
ป้องกันประเมินภาวะหกล้มในผู้สูงอายุ. In. นนทบุรี: บริษัท ซีจี พูล จำกัด.
- สมนึก กุลสถิตพร. (2549). ภาพภาพบาดเจ็บในผู้สูงอายุ. In. กรุงเทพฯ: ออฟเซ็ท เพรส.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2556). รายงานการคาดการณ์  
ประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2583. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2).
- สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข. (2558). รายงานข้อมูลทรัพยากรสาธารณสุข ปี  
2558. Retrieved from  
[http://164.115.27.97/digital/files/original/aa9e13dec03a1c94778ce39bbe414781.p  
df](http://164.115.27.97/digital/files/original/aa9e13dec03a1c94778ce39bbe414781.pdf)
- สำนักสถิติแห่งชาติ. (2557). รายงานการสำรวจประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2557.  
กรุงเทพมหานคร: บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.
- อภิสิทธิ์ ฉัตรทนานนท์. (2547). การสร้างภาพลักษณ์ ตราสินค้า เครื่องมือเชิงกลยุทธ์ ผู้ช่วยชนะใน  
สงครามการตลาดปัจจุบัน. กรุงเทพมหานคร: การตลาดแห่งประเทศไทย.
- อมรเทพ วันดี และชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์. (2556). การเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยการ  
เดินร่วมกับการใช้น้ำหนักและไทชี่ที่มีต่อการทรงตัวในผู้สูงอายุเพศหญิง. วารสาร  
วิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 14 ฉบับที่ 3 (กันยายน –  
ธันวาคม 2556), 92-102.
- อรพรรณ วิญญูวรรณ. (2530). กิจกรรมบำบัด. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- อัจฉรา ปุระคม. (2558). การส่งเสริมกิจกรรมทางกายเพื่อสุขภาพผู้สูงอายุ. กรุงเทพมหานคร: บริษัท  
เพชรเกษมพรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- อานันท์ รุ่งเรือง และณอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร. (2557). ผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยการรำมวย  
ไทยที่มีต่อสุขสมรรถนะและการทรงตัวของผู้สูงอายุ. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและ  
สุขภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 15(3), 61-74
- อารีรัตน์ สุพุทธิธาดา. (2553). Fall in Elderly: Biomedical Approach. In. กรุงเทพมหานคร:  
สภาวิชาชีพไทย และคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

## ภาษาอังกฤษ

- Alsubiheen, A., Petrofsky, J., Daher, N., Lohman, E., & Balbas, E. (2015). Effect of Tai Chi Exercise Combined with Mental Imagery Theory in Improving Balance in a Diabetic and Elderly Population. *Med Sci Monit*, 21, 3054-3061. doi:10.12659/msm.894243
- American Geriatrics Society British Geriatrics Society and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. (2001). Guideline for the prevention of falls in older persons. . *J Am Geriatr Soc*, 49(5), 664-672.
- Anthony, K., Robinson, K., Logan, P., Gordon, A. L., Harwood, R. H., & Masud, T. (2013). Chair-based exercises for frail older people: a systematic review. *BioMed Research International*, 2013, 1-9.
- Au-Yeung, S., Hui-Chan, C., & Tang, J. (2009). Short-form Tai Chi improves standing balance of people with chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 23(5), 515-522. doi:10.1177/1545968308326425
- Barnett, A., Smith, B., Lord, S. R., Williams, M., & Baumand, A. (2003). Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age Ageing*, 32(4), 407-414. doi:10.1093/ageing/32.4.407
- Chodzko-Zajko, W. J. (2014). *ACSM's exercise for older adults*. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
- Clarkson, H. M. (2013). *Musculoskeletal assessment*. Joint motion and muscle test: China: Lippincott Williams and Wilkins.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.): New York.
- Cooper, R. G. (1990). Stage-gate systems: A new tool for managing new products. *Business Horizons*, 33(3), 44-54. doi:[https://doi.org/10.1016/0007-6813\(90\)90040-1](https://doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-1)
- Daley, D. (2010). *Body Moves* (1 ed.). New York: Cico Books.
- Davis, F. D., Richard, B., & Warshaw, P. R. (1989). *User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models* (Vol. 35).

- Denise, T., Hale, L., Schluter, P., L Waters, D., Binns, L., McCracken, H., . . . Wolf, S. (2012). *Effectiveness of Tai Chi as a Community-Based Falls Prevention Intervention: A Randomized Controlled Trial* (Vol. 60): The American Geriatrics Society
- Doig, A., & Morse, J. (2010). *The Hazards of Using Floor Mats as a Fall Protection Device at the Bedside* (Vol. 6). *Journal of Patient Safety*
- Faber, M. J., Bosscher, R. J., Paw, M. J. C. A., & Wieringen, P. C. V. (2006). *Effects of Exercise Programs on Falls and Mobility in Frail and Pre-Frail Older Adults: A Multicenter Randomized Controlled Trial* (Vol. 87). *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*
- Faraldo-García, A., Santos-Pérez, S., Crujeiras-Casais, R., Labella-Caballero, T., & Soto-Varela, A. (2012). Influence of age and gender in the sensory analysis of balance control. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 269(2), 673-677. doi:10.1007/s00405-011-1707-7
- Garnier, v. K., Köveker, K., Rackwitz, B., Kober, U., Wilke, S., Ewert, T., & Stucki, P. D. m. G. (2009). *Reliability of a test measuring transversus abdominis muscle recruitment with a pressure biofeedback unit* (Vol. 95).
- Giné-Garriga, M., Roqué-Fíguls, M., Coll-Planas, L., Sitjà-Rabert, M., & Salvà, A. (2014). Physical Exercise Interventions for Improving Performance-Based Measures of Physical Function in Community-Dwelling, Frail Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(4), 753-769.e753. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.11.007>
- Guangyi, S., Chan, C. S., Li, W. J., Leung, K.-S., Zou, Y., & Jin, Y. (2009). Mobile Human Airbag System for Fall Protection Using MEMS Sensors and Embedded SVM Classifier. *IEEE Sensors Journal*, 9(5), 495-503. doi:10.1109/JSEN.2008.2012212
- Guyton, A. C. (1963). *Function of the Human Body* (3 ed.). W. B. Saunders Company.
- Häggglund, L., Boman, K., & Brännström, M. (2018). A mixed methods study of Tai Chi exercise for patients with chronic heart failure aged 70 years and older. *Nurs Open*, 5(2), 176-185. doi:10.1002/nop2.127

- Hides, J., Stanton, W., Dilani Mendis, M., & Sexton, M. (2011). The relationship of transversus abdominis and lumbar multifidus clinical muscle tests in patients with chronic low back pain. *Manual Therapy*, 16(6), 573-577.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.math.2011.05.007>
- Hill, K., Schwarz, J., Kalogeropoulos, A., & Gibson, S. (1996). Fear of falling revisited. *Arch Phys Med Rehabil*(77), 1025-1029.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1996). Inefficient Muscular Stabilization of the Lumbar Spine Associated With Low Back Pain: A Motor Control Evaluation of Transversus Abdominis. *Spine*, 21(22), 2640-2650.
- Jia, X., Jiang, C., Tao, J., Li, Y., Zhou, Y., & Chen, L. D. (2018). Effects of core strength training combined with Tai Chi Chuan for the musculoskeletal system and cardiopulmonary function in older adults: A study protocol for a randomized controlled trial. . *Medicine*, 97(35). doi:10.1097/MD.00000000000012024
- Jones, C. J., & Rikli, R. (2002). Measuring Functional Fitness in Older Adults. *The Journal of Active Ageing*, 25-30.
- Joseph, J., & Watson, R. (1967). TELEMETERING ELECTROMYOGRAPHY OF MUSCLES USED IN WALKING UP AND DOWN STAIRS. 49-B(4), 774-780. doi:10.1302/0301-620x.49b4.774
- Kwolek, B., & Kepski, M. (2015). Improving fall detection by the use of depth sensor and accelerometer. *Neurocomputing*, 168, 637-645.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.05.061>
- Lachman, M., Howland, J., Tennstedt, S., Jette, A., Assmann, S., & Peterson, E. (1998). Fear of falling and activity restriction: the survey of activities and fear of falling in the elderly (SAFE). *J Gerontol: Psycho Sci*. 53B(1), 43-50.
- Lan, C., Chen, S., & Lai, J. (2008). The exercise intensity of Tai Chi Chuan. *Med Sport Sci*, 52, 12. doi:10.1159/000134225
- Lelard, T., Doutrelot, P.-L., David, P., & Ahmaidi, S. (2010). *Effects of a 12-Week Tai Chi Chuan Program Versus a Balance Training Program on Postural Control and Walking Ability in Older People* (Vol. 91).

- Li, McAuley, E., Fisher, K. J., Harmer P, Chaumeton N., & Wilson, L. N. (2002). Self-efficacy as a mediator between fear of falling and functional ability in the elderly. *J Aging Health, 14*, 452-468.
- Li, F., K. John, F., Peter, H., Edward, M., & Nicole, L. W. (2003). Fear of falling in elderly persons: associated with falls, functional ability, and quality of life. *J Gerontol: Psycho Sci. 53B*(5), 283-290.
- Li, L., & Manor, B. (2010). Long Term Tai Chi Exercise Improves Physical Performance Among People with Peripheral Neuropathy. *38*(03), 449-459.  
doi:10.1142/s0192415x1000797x
- Lima, P., Oliveira, R., Costa, L., & Elizabeth, C. L. G. (2011). *Measurement properties of the pressure biofeedback unit in the evaluation of transversus abdominis muscle activity: A systematic review* (Vol. 97).
- Logghe, I., Verhagen, A., Rademaker, A., Bierma-Zeinstra, S., van Rossum, E., Faber, M., & Koes, B. (2010). *The effects of Tai Chi on fall prevention, fear of falling and balance in older people: A meta-analysis* (Vol. 51).
- Ni, M., Mooney, K., Richards, L., Balachandran, A., Sun, M., Harriell, K., . . . Signorile, J. F. (2014). Comparative Impacts of Tai Chi, Balance Training, and a Specially-Designed Yoga Program on Balance in Older Fallers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 95*(9), 1620-1628.e1630.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.04.022>
- Park, G.-J. (2007). *Analytic Methods for Design Practice*. Germany: Springer-Verlag.
- Pensri, L. (1999). *Related Factors and outcome of falls in the elderly*. (Master's Thesis), Mahidol University,
- Persch, L. N., Ugrinowitsch, C., Pereira, G., & Rodacki, A. L. F. (2009). Strength training improves fall-related gait kinematics in the elderly: A randomized controlled trial. *Clinical Biomechanics, 24*(10), 819-825.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.07.012>
- Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review, 86*(1), 79-93.

- Reed, J. L., & Pipe, A. L. (2014). *The talk test: A useful tool for prescribing and monitoring exercise intensity* (Vol. 29).
- Reelick, M., van, I. M., Kessels, R., & Rikkert, M. (2009). The influence of fear of falling on gait and balance in older people. *Age Ageing*, 38(4), 435-440.  
doi:10.1093/ageing/afp066
- Richardson, C. A., & Jull, G. A. (1995). Muscle control - Pain control. What exercises would you prescribe? *Manual Therapy*, 1(1), 2-10. doi:10.1054/math.1995.0243
- Rogers, M. E. (1995). *Diffusion of Innovations*. USA. Chapter 6,: The Free Press.
- Rose, D. J. (2010). *Fallproof : A Comprehensive Balance and Mobility Training Program: Human Kinetics*.
- Rubenstein, L., R Josephson, K., R Trueblood, P., Loy, S., O Harker, J., M Pietruszka, F., & S Robbins, A. (2000). *Effects of a Group Exercise Program on Strength, Mobility, and Falls Among Fall-Prone Elderly Men* (Vol. 55).
- Seo, D.-K., Kim, J.-S., Lee, D.-Y., Kwon, O.-S., Lee, S.-S., & Kim, J.-H. (2013). The relationship of abdominal muscles balance and body balance. *Journal of physical therapy science*, 25(7), 765-767. doi:10.1589/jpts.25.765
- Son, N. K., Ryu, Y. U., Jeong, H. W., Jang, Y. H., & Kim, H. D. (2016). Comparison of 2 Different Exercise Approaches: Tai Chi Versus Otago, in Community-Dwelling Older Women. *J Geriatr Phys Ther*, 39(2), 51-57.  
doi:10.1519/jpt.0000000000000042
- Storheim, K., Bo, K., Pederstad, O., & Jahnsen, R. (2002). Intra-tester reproducibility of pressure biofeedback in measurement of transversus abdominis function. *Physiother Res Int*, 7(4), 239-249.
- Suh, N. P. (1990). *The Principles of Design*,. U.K: Oxford University Press.
- Toebes, M. J., Hoozemans, M. J., Furrer, R., Dekker, J., & van Dieen, J. H. (2015). Associations between measures of gait stability, leg strength and fear of falling. *Gait Posture*, 41(1), 76-80. doi:10.1016/j.gaitpost.2014.08.015
- Tsang, W. W., & Hui-Chan, C. W. (2004). Effect of 4- and 8-wk intensive Tai Chi Training on balance control in the elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 36(4), 648-657.

- Vellas, B. J., Wayne, S. J., Romero, L. J., Baumgartner, R. N., & Garry, P. J. (1997). Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers. *Age Ageing, 26*(3), 189-193.  
doi:10.1093/ageing/26.3.189
- Vogler, C. M., Sherrington, C., Ogle, S. J., & Lord, S. R. (2009). Reducing risk of falling in older people discharged from hospital: a randomized controlled trial comparing seated exercises, weight-bearing exercises, and social visits. *Arch Phys Med Rehabil, 90*(8), 1317-1324. doi:10.1016/j.apmr.2009.01.030
- Wang, Q., & Sun, X. (2016). Investigating gameplay intention of the elderly using an Extended Technology Acceptance Model (ETAM). *Technological Forecasting and Social Change, 107*, 59-68. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.024>
- Wild, D., Nayak, U. S., & Isaacs, B. (1981). How dangerous are falls in old people at home? *British medical journal (Clinical research ed.), 282*(6260), 266-268.  
doi:10.1136/bmj.282.6260.266
- Wolf, S. L., Coogler, C., & Xu, T. (1997). Exploring the basis for Tai Chi Chuan as a therapeutic exercise approach. *Arch Phys Med Rehabil, 78*(8), 886-892.
- Wolf, S. L., Sattin, R. W., Kutner, M., O'Grady, M., Greenspan, A. I., & Gregor, R. J. (2003). Intense tai chi exercise training and fall occurrences in older, transitionally frail adults: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc, 51*(12), 1693-1701.
- Wollering, L. M. (2013). *Anatomy of Fitness: Tai Chi* (1 ed.). Australia: Hinkler Books.
- WorkSafeBC. (2015). *An introduction to personal fall protection equipment*. Canada: WorkSafeBC.
- World Health Organization. (2007). *WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age*. France.
- Yamane, T. (1967). *Statistics An Introductory Analysis*. New York: Harper and Row.
- Yu, D.-H., & Yang, H.-X. (2012). The effect of Tai Chi intervention on balance in older males. *Journal of Sport and Health Science, 1*(1), 57-60.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2012.03.001>
- Zhenglei, C., & Master, L. Y. (2005). *Tai Chi For Health*. Chen Style Tai Chi Centre, U.K: Henan Tianxing Shangpin Visual & Media Ltd. .



Zhuang, J., Huang, L., Wu, Y., & Zhang, Y. (2014). The effectiveness of a combined exercise intervention on physical fitness factors related to falls in community-dwelling older adults. *Clin Interv Aging*, 9, 131-140. doi:10.2147/cia.S56682



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	จาริณี จิระพันธุ์
วัน เดือน ปี เกิด	10 กันยายน 2512
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
วุฒิการศึกษา	พย.บ. มหาวิทยาลัยมหิดล ศ.บ. อาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ศษ.บ. เทคโนโลยีการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช วทม. จิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์การ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ที่อยู่ปัจจุบัน	95/50 หมู่ 2 หมู่บ้านตระกูลทอง ต.สุรศักดิ์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20110
ผลงานตีพิมพ์	Jiraphan, J., Pensri, P., Vadhanasin, P., and Lawsirirat, C. (2018). Benefits of an 8-form Tai Chi Training Exercise on Balance Performance, Falling Risk, and Muscle Strengths in Elderly with Limited Strength: A Feasibility Study. Asian Journal of Applied Sciences. Vol.7 No.3 pp.368-375.