คณะสหเวชศาสตร์

การพัฒนาสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าจากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าในผู้สูงอายุ

Development of Prediction Equation of Plantar Flexor Muscle Strength from Standing Heel-Rise Test in Elderly

โดย

ฟาโรอัล สิทธิมนต์

ศิณัฐตรา จันทร์ซา

ภาคนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญากายภาพบำบัดบัณฑิต

คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ปีการศึกษา 2560

ภาคนิพนธ์ เรื่อง

การพัฒนาสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ถีบปลายเท้าจากการทดสอบยืนเขย่ง

ปลายเท้าในผู้สูงอายุ

Development of Prediction Equation of Plantar Flexor

Muscle Strength from Standing

Heel-Rise Test in Elderly

นำเสนอต่อ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

เพื่อประกอบการศึกษา

ระดับปริญญากายภาพบำบัดบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 20 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2560

ฟาโรอัล สิทธิมนต์ ....

(นายฟาโรอัล สิทธิมนต์) (อาจารย์วีระศักดิ์ ต๊ะปัญญา)

นิสิต อาจารย์ที่ปรึกษา

ศิณัฐตรา จันทร์ซา

(นางสาวศิณัฐตรา จันทร์ซา)

นิสิต

คณะกรรมการสอบภาคนิพนธ์ได้อนุมัติให้

ฟาโรอัล สิทธิมนต์

ศิณัฐตรา จันทร์ซา

การพัฒนาสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ถีบปลายเท้าจากการทดสอบยืนเขย่ง

ปลายเท้าในผู้สูงอายุ

Development of Prediction Equation of Plantar Flexor

Muscle Strength from Standing

Heel-Rise Test in Elderly

เมื่อ วันที่ 20 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2560

....

(อาจารย์วีระศักดิ์ ต๊ะปัญญา) (อาจารย์พุทธิพงษ์ พลคำฮัก)

ประธานกรรมการ กรรมการ

....

(อาจารย์ศิรินทิพย์ คำฟู)

กรรมการ

....

(อาจารย์สุดารัตน์ สังฆะมณี) (รองศาสตราจารย์มาลินี ธนารุณ)

หัวหน้าสาขาวิชากายภาพบำบัด คณบดีคณะสหเวชศาสตร์

ชีวประวัติ

ชื่อ – สกุล ภาษาไทย	**นายฟาโรอัล สิทธิมนต์**
ชื่อ – สกุล ภาษาอังกฤษ	Mr. Faroal Sittimon
วัน เดือน ปี เกิด	3 ตุลาคม 2538
สถานที่เกิด	**จังหวัดกระบี่**
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	142 หมู่ 4 ต.บ้านเสด็จ อ.เคียนซา จ.สุราษฎร์ธานี 84260 E-mail: ale.py@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนอำมาตย์พานิชนุกูล จังหวัดกระบี่ ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอำมาตย์พานิชนุกูล จังหวัดกระบี่ ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด) คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา

ชีวประวัติ

ชื่อ – สกุล ภาษาไทย	นางสาวศิณัฐตรา จันทร์ซา
ชื่อ – สกุล ภาษาอังกฤษ	Miss Sinattra Janza
วัน เดือน ปี เกิด	18 ธันวาคม 2538
สถานที่เกิด	จังหวัดหนองบัวลำภู
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	135/2 ม.2 ต.ลำภู อ.เมือง จ.หนองบัวลำภู 39000 E-mail: game_nooza@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร ปัจจุบันเป็นนิสิตกายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาเรื่อง การพัฒนาสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าจากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าในผู้สูงอายุสำเร็จลุล่วงตามจุดประสงค์ได้ในครั้งนี้ ทางคณะผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนและความอนุเคราะห์จากหลายๆบุคคล และขอขอบคุณ อาจารย์วีระศักดิ์ ต๊ะปัญญา อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำและช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ระหว่างการดำเนินการวิจัย ตลอดจนตรวจสอบภาคนิพนธ์ให้สมบูรณ์ตั้งแต่เริ่มต้น จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คำแนะนำ ข้อเสนอต่างๆ ให้สำเร็จเป็นภาคนิพนธ์เรื่องนี้

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ สาขาวิชากายภาพบำบัดคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในเรื่องการจัดเตรียมอุปกรณ์ และขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่าในการเข้าร่วมการศึกษาครั้งนี้ และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี จนทำให้การศึกษาครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบพระคุณคณะกรรมการคือ อาจารย์พุทธิพงษ์ พลคำฮัก อาจารย์ศิรินทิพย์ คำฟู ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้ ทางคณะวิจัย จึงใคร่ขอบพระคุณมา ณ ที่นี่ด้วย

ฟาโรอัล สิทธิมนต์
ศิณัฐตรา จันทร์ซา
20 พฤศจิกายน 2560

คำรับรอง

ข้าพเจ้า นายฟาโรอัล สิทธิมนต์ และนางสาวศิณัฐตรา จันทร์ซา นิสิตสาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ขอรับรองว่าภาคนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ถีบปลายเท้าจากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าในผู้สูงอายุ Development of Prediction Equation of Plantar Flexor Muscle Strength from Standing Heel-Rise Test in Elderly เป็นผลการศึกษาซึ่งเกิดจากการศึกษาจริงโดยมิได้คัดลอกหรือดัดแปลงมาจากผลการศึกษาของผู้อื่นที่เคยศึกษาก่อนหน้านี้แต่อย่างใด

ฟาโรอัล สิทธิมนต์
ศิณัฐตรา จันทร์ซา
20 พฤศจิกายน 2560

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
คำรับรอง	ii
สารบัญ	iii
สารบัญรูป	v
สารบัญตาราง	vii
สารบัญคำย่อ	viii
บทคัดย่อภาษาไทย	ix
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	x
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	4
สมมติฐาน	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	5
ผู้สูงอายุ	6
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	13
การวัดสัดส่วนของร่างกาย	20
การทรงตัว	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา	31
เครื่องมือและอุปกรณ์	31
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	32
ขั้นตอนการศึกษา	33
การวิเคราะห์ข้อมูล	43

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา 44
ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร 44
ค่าการทดสอบความสามารถในการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า 44
ค่าแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับตัวแปรข้อมูลของอาสาสมัคร 46
กราฟแสดงความสัมพันธ์ 48
การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าจากตัวแปรข้อมูลของอาสาสมัคร 50
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการศึกษา 52
สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา 52
ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ 55
สรุปผลการศึกษา 56
เอกสารอ้างอิง 57
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก แบบคัดกรองอาสาสมัคร 64
ภาคผนวก ข แบบบันทึกข้อมูลอาสาสมัคร 65
ภาคผนวก ค หนังสือยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย 67

สารบัญรูป

รูป		หน้า
รูปที่ 1	ภาพแสดง Ankle Plantarflexion	14
รูปที่ 2	ภาพแสดงการทดสอบ Manual muscle test	18
รูปที่ 3	ภาพแสดงการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า	18,36
รูปที่ 4	การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer	19
รูปที่ 5	ภาพแสดงการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า	20,41
รูปที่ 6	ภาพแสดงการทดสอบความยาวของขาทั้งหมด	21,34
รูปที่ 7	ภาพแสดงการทดสอบความยาวของขาท่อนบน	21,34
รูปที่ 8	ภาพแสดงการทดสอบความยาวของขาท่อนล่าง	22,35
รูปที่ 9	ภาพแสดงการทดสอบเส้นรอบวงของน่อง	22,36
รูปที่ 10	ภาพแสดงการทดสอบยืนทรงตัวบนขาขางเดียวขณะลืมตา	25,37
รูปที่ 11	ภาพแสดงการทดสอบยืนทรงตัวบนขาขางเดียวขณะหลับตา	26,38
รูปที่ 12	ภาพแสดงการประเมินความสามารถในการควบคุมการทรงท่าในขณะยืนในทิศด้านหน้า	27,39
รูปที่ 13	ภาพแสดงการประเมินความสามารถในการควบคุมการทรงท่าในขณะยืนในทิศด้านข้าง	27,40
รูปที่ 14	การทดสอบ Time Up and Go Test	28
รูปที่ 15	การทดสอบ Star Excursion Balance Test	29
รูปที่ 16	แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทดสอบ	42
รูปที่ 17	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับการทดสอบการยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะลืมตา	48
รูปที่ 18	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับการทดสอบการยืนเขย่งปลายเท้า 30 วินาที	48
รูปที่ 19	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า กับการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า 5 วินาที	49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 20	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า กับ กำลังในการยืนเขย่งปลายเท้า	49
รูปที่ 21	สมการพยากรณ์ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า	51

มหาวิทยาลัยพะเยา
UNIVERSITY OF PHAYAO

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงกระบวนการเสื่อมของกล้ามเนื้อกระดูก และระบบประสาทในร่างกายที่มีผลกระกระทบต่อความสมดุลในผู้สูงอายุ	23
ตารางที่ 2	ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร	44
ตารางที่ 3	ค่าการทดสอบความสามารถในการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า	45
ตารางที่ 4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับตัวแปรข้อมูลของอาสาสมัคร	47
ตารางที่ 5	การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าจากตัวแปรข้อมูลของอาสาสมัคร	50

สารบัญคำย่อ

BW	=	Body Weight (kg)
FRT	=	Functional reach test
G	=	Gender
MVC	=	Maximum isometric voluntary contraction
SBO	=	Eyes open single leg balance test (sec)
SEE	=	Standard error of the estimate
SLS	=	single leg standing
SRT	=	Standing Heel-rise test
T5SRT	=	Time to complete in 5 times in Standing heel-rise test (Nm/s)

มหาวิทยาลัยพะเยา UNIVERSITY OF PHAYAO

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ (Analytical Research) ในรูปแบบสหสัมพันธ์ (Correlational Research) เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับความสามารถในการยืนเขย่งปลายเท้า ความสามารถในการทรงตัว และตัวแปรข้อมูลพื้นฐานทางกายภาพในผู้สูงอายุ โดยอาสาสมัครเป็นผู้สูงอายุสุขภาพดี อายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 56 คน (เพศชาย 19 คน และเพศหญิง 37 คน) อาสาสมัครทั้งหมดได้รับการบันทึกค่าตัวแปรพื้นฐานทางกายภาพ ประเมินการทรงตัวขณะอยู่นิ่งด้วยการทดสอบ Single leg stand ขณะหลับตาและลืมตา การทรงตัวขณะเคลื่อนไหวด้วย Functional reach test ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าด้วย Push-pull dynamometer และทำการทดสอบการยืนเขย่งปลายเท้า (Standing heel-rise test) ผลการทดสอบถูกวิเคราะห์ด้วยสถิติ Pearson product moment correlation coefficient เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการทดสอบ ใช้สถิติ Multiple regression analysis เพื่อหาสมการพยากรณ์ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ผลการศึกษาพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantarflexor muscle strength) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ 1) ข้อมูลพื้นฐานทางกายภาพของอาสมัคร ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก และส่วนสูง (r = 0.458, -0.235, 0.390 และ 0.469 ตามลำดับ) 2) ความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (Dynamic balance) และการทรงตัวขณะอยู่นิ่ง (Static balance) (r = 0.387 และ 0.466 ตามลำดับ) และ 3) กำลังในการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า (Standing heel-rise test) จำนวน 5 ครั้ง (r = 0.563) สามารถสร้างสมการที่สามารถทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าจากตัวแปรเพศ เวลาในการทดสอบ Single leg stand ขณะลืมตา และกำลังที่ทำการยืนเขย่งปลายเท้าจำนวน 5 ครั้ง (power of standing heel rise test) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับสูง (r = 0.723) โดยมีอำนาจในการทำนาย 52.2 เปอร์เซนต์ และมีค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายเท่ากับ 6.156 กิโลกรัม ผลการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่าตัวแปรเพศ การทดสอบ Single leg stand และการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า และนำมาใช้สร้างสมการในการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าในผู้สูงอายุได้

คำสำคัญ: การทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า การทรงตัว กล้ามเนื้อถีบปลายเท้า ผู้สูงอาย

Abstract

This study is analytical research in form of correlational study that purposed in exploring the relationship between ankle plantar flexor muscles strength and variables obtained from standing heel-rise test, balance test and demographic data in elderly. 56 healthy elders (19 male and 37 female) who aged more than 60 years were evaluated demographic data, performed static balance (eyes open and eyes close-single leg standing test; SLS) and dynamic balance (functional reach test), and standing heel rise test. All participants were evaluated ankle plantarflexor strength by Push- pull dynamometer. Pearson's product moment correlation coefficient statistics were used to determine the relationship between these variables and multiple regression analysis were used to explore ankle plantarflexor strength prediction equation. Significant levels were set at $p < 0.05$. The results showed that ankle plantarflexor strength was significantly correlated with 1) demographic data including gender, age, weight and height (r = 0.458, -0.235, 0.390 and 0.469, respectively) 2) dynamic and static balance (r=0.387 and 0.466, respectively) and 3) Power of standing heel-rise test (r = 0.563). The ankle plantarflexor strength prediction equation were established by variables obtain from gender, eyes open-single leg standing test and power of standing heel-rise test with high correlation (r = 0.723) and 52.2 percent of power of estimation. This equation had an error of estimation about 6.156 kilograms. This study concluded that gender, eyes open-single leg standing test and power of standing heel-rise test were the factors which influence ankle plantar flexor strength and could be used to predict ankle plantar flexor strength in elderly

Keywords: Standing heel-rise test, Balance, Ankle plantar flexor muscle, Elderly

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยมีจำนวนและสัดส่วนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง จากผลสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ 5 ครั้งติดต่อกันที่ผ่านมา พบว่าในปี พ.ศ. 2537 มีจำนวนผู้สูงอายุคิดเป็นร้อยละ 6.8 ของประชากรทั้งประเทศ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปี พ.ศ.2557 ถึงร้อยละ 14.9 [1] ตามการประมาณการณ์ประชากรของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ประเทศไทยจะกลายเป็น “สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์” คือมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป สูงถึงร้อยละ 20 [2] โดยในจังหวัดพะเยาก็ถือว่าเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีแนวโน้มเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ พบว่าสัดส่วนผู้สูงอายุของคนพะเยาเพิ่มจากร้อยละ 7.4 ในปี พ.ศ. 2535 และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 15.32 ในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งสูงกว่าการคาดการณ์ระดับประเทศ [3] สะท้อนให้เห็นว่าจำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดพะเยาอยู่ในระดับมาก ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมายให้กับภาครัฐหรือหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นการเตรียมรับมือกับการเจ็บป่วยและโรคภัยไข้เจ็บของผู้สูงอายุ การจ่ายสวัสดิการในการครองชีพของผู้สูงอายุ [4] ซึ่งนักกายภาพบำบัดมีบทบาทสำคัญในการดูแลผู้สูงอายุร่วมกับทีมสหสาขาวิชาชีพ เพื่อให้การดูแลรักษาและแนะนำด้านฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วย เช่นประเมินการทรงตัวและการเคลื่อนไหว แนะนำการใช้เครื่องช่วยในการเคลื่อนไหวต่างๆที่ผู้สูงอายุต้องใช้ เช่น ไม้เท้า อุปกรณ์ช่วยเดิน (walker) [5]

จากการศึกษาของ Cebolla และคณะ ปัญหาสุขภาพที่สำคัญในผู้สูงอายุคือการล้มและส่งผลกระทบต่อหนึ่งในสามคนของผู้สูงอายุที่มีอายุเกิน 60 ปี อัตราการล้มเพิ่มขึ้นตามอายุและอาจส่งผลกระทบต่อ 45% ของผู้สูงอายุที่มีอายุเกิน 75 ปี [6] พบว่าการล้มส่งผลกระทบทางด้านร่างกายมีลักษณะของการบาดเจ็บที่พบ ได้แก่ ฟกช้ำ เคล็ดขัดยอก แผลฉีกขาด ข้อเคลื่อน กระดูกหัก และมีเลือดออกใต้เยื่อหุ้มสมอง ซึ่งอาจทำให้เกิดความพิการหรือเสียชีวิตได้ [7] โดยร้อยละ 4 เสียชีวิตขณะอยู่โรงพยาบาล [8] และร้อยละ 25-75 ที่สูญเสียความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน [9] สำหรับผู้สูงอายุที่รอดชีวิตและสามารถใช้ชีวิตตามปกติได้นั้น ต้องใช้เวลาในการรักษาและฟื้นฟูสภาพนาน เป็นการสร้างความทุกข์ทรมานต่อตัวผู้สูงอายุเองและผู้ดูแล [10] ส่วนผลกระทบด้านสุขภาพจิตใจ พบว่าผู้สูงอายุที่เคยมีประสบการณ์การหกล้มจะเกิดความกังวล ภาวะซึมเศร้า ตลอดจนสูญเสียความมั่นใจในการ

เดิน ทำให้หลีกเลี่ยงการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น และไม่เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม บางคนไม่สามารถเคลื่อนไหวหรือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ได้ สูญเสียความสามารถในการช่วยเหลือตนเอง ทำให้คุณภาพชีวิตลดลง [11, 12] และเกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจทั้งต่อครอบครัว สังคม ของผู้สูงอายุ ได้แก่ ค่ารักษาพยาบาล การสูญเสียเวลาทำงานของญาติ การดูแลระยะยาวเมื่อเกิดความพิการ เป็นต้น [13]

ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการทรงตัวในท่าอยู่นิ่ง และความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว [14] ซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้สูงอายุในการป้องกันการล้ม โดยเฉพาะความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของข้อเท้าเป็นกลุ่มของกล้ามเนื้อที่มีหน้าที่ในการรักษาสมดุลของการทรงตัวและความสามารถในการเคลื่อนไหวในการตอบสนองต่อการรักษาสมดุลเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำให้ร่างกายเสียการทรงตัว Postural adjustment ก็จะถูกกระตุ้นให้ร่างกายรักษาสมดุลโดยการทำงานของกล้ามเนื้อกระดกข้อเท้าขึ้นและกล้ามเนื้อกระดกข้อเท้าลงเป็นลำดับแรกในการรักษาสมดุล (ankle strategy) หากยังไม่สามารถรักษาสมดุลของร่างกายได้ ก็จะมีการทำงานของกล้ามเนื้อกางขา กล้ามเนื้อหุบขาของข้อสะโพก และกล้ามเนื้อข้อเข่า จัดการทรงตัวใหม่ให้เกิดขึ้นเพื่อรักษาสมดุลของร่างกาย [15] ผู้สูงอายุมักเสียความสามารถในการใช้ข้อเท้าอย่างมีประสิทธิภาพในการรักษาสมดุลลงถึงร้อยละ 50 ดังนั้นร่างกายจึงต้องใช้กลยุทธ์ที่ข้อสะโพก (hip strategy) และการก้าวขา (stepping strategy) ในการสร้างการทรงตัวของร่างกายขึ้นมาใหม่ [16] ระบบโครงสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อมีหน้าที่ให้ความแข็งแรงและตอบสนองต่อแรงปฏิกิริยาที่มีผลต่อการทรงตัวในการรักษาสมดุล อายุที่มากขึ้นมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อการเปลี่ยนแปลงในระบบโครงสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อ ที่มีผลต่อการสูญเสียการทรงตัวไปอย่างเรื่อยๆ เมื่ออายุมากขึ้นความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อจะลดลง[17] โดยพบว่าผู้สูงอายุมี Power ในการทำงานของกล้ามเนื้อข้อเท้าลดลงถึง 7.5 เท่าของคนหนุ่มสาว[18,19] นอกจากนี้ยังพบว่าการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อจะเกิดร่วมกับการเสียการทรงตัว และมีอัตราเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุ [20,21] Wolfson และคณะ [22] ได้รายงานว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของผู้สูงอายุที่เคยล้ม จะลดลงร้อยละ 47.9 – 61.3 ของผู้สูงอายุที่ไม่เคยล้ม ความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อที่ลดลงเกิดได้หลายปัจจัย ได้แก่ การฝ่อของกล้ามเนื้อ ใยกล้ามเนื้อลดลง และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อช้าลง เป็นต้น [23] นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อความสามารถในการรักษาการทรงตัว ได้แก่ ระบบการมองเห็น (Vision) ระบบเวสติบูล่าร์ (Vestibular) การรับความรู้สึกของข้อต่อ (Proprioception) ระบบสั่งการประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular control) และเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time) เป็นต้น ทุกปัจจัย

ดังกล่าวทำงานร่วมกันเพื่อรักษาการทรงตัว [24] รวมไปถึงปัจจัยทางด้านน้ำหนักตัวหากมีน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้นกระดูกต้องรับน้ำหนักตัวค่อนข้างมาก จึงส่งผลให้ความยืดหยุ่นของข้อลดลง เพราะฉะนั้นอาจนำมาซึ่งปัญหาของความสามารถในการทรงตัวและเสี่ยงต่อการล้มได้ [25]

การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถือว่ามีความสำคัญและเป็นเครื่องมือหนึ่งในการตรวจประเมินเพื่อคัดกรองความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุได้ ในปัจจุบันสามารถทำได้หลายวิธี อาทิเช่น การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยมือ (Manual muscle test: MMT) [26] ซึ่งเป็นการประเมินที่นิยมใช้ทางคลินิก เนื่องจากสามารถทำได้ง่ายและไม่ต้องใช้อุปกรณ์ [27] แต่มีความไวน้อยในการสะท้อนการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของผู้ป่วย นอกจากนี้ผลการประเมินยังขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความแข็งแรงของผู้ประเมิน ทำให้การเปรียบเทียบกันระหว่างผู้ประเมินไม่มีความน่าเชื่อถือหรือแม่นยำ [28,29] นอกจากนี้ยังมีการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้อุปกรณ์ เช่น Hand held dynamometer (HHD) และ Isokinetic dynamometer เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการประเมินความแข็งแรงของผู้สูงอายุที่อาศัยในชุมชนมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูง (r=0.97) ซึ่งสามารถพกพาได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามอุปกรณ์นี้ยังมีราคาค่อนข้างสูง [30,31] ส่วน Isokinetic dynamometer มีความน่าเชื่อถือและให้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำที่สุด แต่มีข้อจำกัดด้วยขนาดเครื่องมือใหญ่ การเคลื่อนย้ายพกพาค่อนข้างยุ่งยาก และมีราคาแพง [32] อย่างไรก็ตาม ยังมีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่สะดวกต่อการทดสอบ และไม่ต้องใช้อุปกรณ์มากมาย เป็นการทดสอบตามหน้าที่การทำงาน (Functional test) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า (Standing heel-rise test: SHR) เป็น Functional test รูปแบบหนึ่งที่เหมาะสำหรับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า เนื่องจากเป็นการทดสอบที่มีความท้าทายต่อการทำงานของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าในผู้สูงอายุเป็นอย่างมาก โดย Andre และคณะ พบว่าการทดสอบ SHR สามารถบ่งบอกถึงความแข็งแรงของข้อเท้าได้เป็นอย่างดีในผู้สูงอายุและใช้ประเมินประสิทธิภาพการให้โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวที่ลดลงในผู้สูงอายุได้ [33] ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงศึกษาถึงความสามารถในการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าจากการทดสอบยืนเขย่าปลายเท้า และพัฒนาสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าจากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าและข้อมูลพื้นฐานทางกายในผู้สูงอายุ เนื่องจากเป็นการทดสอบที่ไม่ยุ่งยาก เครื่องมือที่ใช้หาได้ง่าย เช่น นาฬิกาจับเวลา ประหยัดค่าใช้จ่าย และสามารถนำมาใช้กับผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชุมชนได้ [33]

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าและข้อมูลพื้นฐานทางกายกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าในผู้สูงอายุ
2. เพื่อหาสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า จากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าและข้อมูลพื้นฐานทางกายในผู้สูงอายุ

สมมติฐาน

1. ตัวแปรที่ได้จากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าและข้อมูลพื้นฐานทางกายมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าในผู้สูงอายุ
2. พบสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าและมีอำนาจในการทำนายในระดับที่รับได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ได้จากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าในผู้สูงอายุ
2. ทราบถึงสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า จากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าและข้อมูลพื้นฐานทางกายในผู้สูงอายุ
3. ทราบถึงผลของการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ที่สะท้อนถึงภาวะเสี่ยงต่อการล้มสำหรับผู้สูงอายุเพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดภาวะเสี่ยงต่อการล้มได้

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาถึงการพัฒนาสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า จากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าในผู้สูงอายุ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 5 ส่วนคือ 1. ผู้สูงอายุ 2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 3. การวัดสัดส่วนของร่างกาย 4. การทรงตัว 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

ตอนที่ 1 ผู้สูงอายุ

1.1 ความหมายของผู้สูงอายุ

1.2 ความหมายของการหกล้มในผู้สูงอายุ

1.3 พยาธิสรีรวิทยาของการหกล้ม

1.4 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการหกล้มของผู้สูงอายุ

1.5 ผลกระทบที่เกิดจากการหกล้ม

ตอนที่ 2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

2.1 ความสำคัญของเท้าและข้อเท้า

2.2 ความหมายของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

2.4 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ

2.5 การตรวจประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ตอนที่ 3 การวัดสัดส่วนของร่างกาย

3.1 การวัดความยาวของขาทั้งหมด

3.2 การวัดความยาวของขาท่อนบน

3.3 การวัดความยาวของขาท่อนล่าง

3.4 การวัดเส้นรอบวงของน่อง

ตอนที่ 4 การทรงตัว

4.1 ความหมายของการทรงตัว

4.2 การทดสอบการทรงตัว

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

องค์การอนามัยโลกได้กำหนดผู้ที่อายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไปนั้น (พรบ. ผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546) เป็นวัยสูงอายุ สำหรับในประเทศไทยจัดให้ผู้ที่มีอายุมากกว่า 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป เป็นวัยสูงอายุ โดยทั่วไปผู้สูงอายุไทยถูกแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

ผู้สูงอายุวัยตอนต้น (Young-old) อายุ 60-69 ปี

ผู้สูงอายุวัยตอนกลาง (Medium-old) อายุ 70-79 ปี

ผู้สูงอายุวัยตอนปลาย (Old-old) อายุ 80 ปีหรือมากกว่า

ประชากรผู้สูงอายุไทยเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะเดียวกันประชากรกลุ่มนี้ก็มีอายุขัยโดยเฉลี่ยมากขึ้นด้วย ปัญหาสำคัญที่พบเมื่ออายุมากขึ้น คือ ปัญหาด้านร่างกาย จิตสังคม และยังมีผลต่อการทรงตัว ผลกระทบจากปัญหาเหล่านี้นำไปสู่อุบัติการณ์พลัดตกหกล้ม ที่เป็นสาเหตุของการบาดเจ็บและการตายที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ (กระทรวงสาธารณสุข, 2543; สมศักดิ์ ชุณหรัศมิ์, 2553 [34]

การหกล้มในผู้สูงอายุ

การหกล้ม หมายถึง การที่เกิดการเปลี่ยนท่าโดยไม่ตั้งใจและเป็นผลให้ร่างกายทรุดหรือลงนอนกับพื้น หรือ ปะทะสิ่งของต่างๆ เช่น โต๊ะ เตียง (สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล, 2544) ซึ่งการหกล้มมักเกิดในขณะเดินหรือเปลี่ยนท่าทาง หากร่างกายไม่สามารถรักษาจุดศูนย์กลางมวลของร่างกาย (Center of mass) ให้อยู่ภายในฐานรองรับน้ำหนัก (Base of support) หรือควบคุมการเคลื่อนตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลให้ราบเรียบขณะที่มีการเคลื่อนไหวจะทำให้ร่างกายสูญเสียภาวะสมดุลและเกิดการหกล้มขึ้น [35]

เหตุการณ์ที่บุคคลหนึ่งสูญเสียการทรงตัวอย่างไม่ได้ตั้งใจ ทำให้มือ แขน เข่า ก้น หรือร่างกายทั้งตัวต้องสัมผัสหรือกระแทกกับพื้นโดยเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ไม่ได้มีสาเหตุจากแรงภายนอกมากระทำ (ได้แก่ โดนชก กระแทก ผลัก หรือมีแรงลมมาปะทะ) และไม่ได้เกิดจากสาเหตุจากตัวบุคคลนั้นเอง เช่น เป็นลม หรือมีอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงอย่างกะทันหัน เป็นต้น (น้อมจิตต์ นวลเนตร์, 2543) [36]

การหกล้มเป็นปัญหาและมีความสำคัญกับผู้สูงอายุมาก เพราะผู้สูงอายุมีปัจจัยที่กระตุ้นนำไปสู่การหกล้ม และการหกล้มมีผลตามมามากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้สูงอายุ มีภาวะกระดูกพรุน เมื่อมีการหกล้มทำให้เสี่ยงต่อภาวะกระดูกหัก นำมาซึ่งความทุกข์ทรมานของ ผู้ป่วยสูงอายุ การสูญเสียเศรษฐกิจของครอบครัว และสังคมโดยรวม ได้แก่ ค่ารักษาพยาบาลและ อยู่ในโรงพยาบาล การสูญเสียการทำงานของญาติ การดูแลในระยะยาวเมื่อเกิดความพิการ

พยาธิสรีรวิทยาของการหกล้ม [34]

ความรุนแรงของอาการเซจะเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น ปกติมนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ยืนตัวตรงตั้งฉากกับพื้นโลก จึงมีลักษณะทางกายภาพที่ไม่มั่นคง พร้อมจะหกล้มได้ง่ายตลอดเวลา information processing และกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ซึ่งในผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. Sensory input ได้แก่

1.1 การมองเห็น ขณะปิดตาผู้สูงอายุจะมีอาการเซมากกว่าคนหนุ่มสาวชัดเจนผู้สูงอายุที่หกล้มบ่อยมีอุบัติการณ์ของความผิดปกติในการมองเห็นภาพทั้งในแนวดิ่งและในแนวราบมากกว่าผู้ใหญ่ทั่วไป สาเหตุที่พบบ่อยเช่น cataract สายตายาว (presbyopia) และ macular degeneration ทำให้ visual acuity ลดลง

1.2 Proprioceptive sense ตัวรับหรือ mechanoreceptor ทำหน้าที่ถ่ายถอดตำแหน่งของขาและลำคอในขณะใดขณะหนึ่งไปยังสมอง พบว่าข้อมูลที่ถ่ายทอดจาก mechanoreceptor ไปยังสมองด้อยประสิทธิภาพลงเมื่ออายุมากขึ้น จำนวน receptor ก็ลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น

1.3 Vestibular function, vestibular apparatus เป็นตัวรับรู้และถ่ายทอดการเคลื่อนไหวของศีรษะทั้งในแนวเส้นตรงและแนวทแยงมุม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการรักษาการทรงตัวในแนวดิ่งขณะร่างกายเคลื่อนที่พบว่า vestibular apparatus มีการทำงานเสื่อมลง

2. Central information processing ในสมองทำหน้าที่ประมวล sensory inputs ที่ส่งเข้ามาแล้วเลือกลักษณะการตอบสนอง โดยอาศัยสภาพแวดล้อมขณะนั้น ทิศทางการล้ม ประสบการณ์ที่ผ่านมาและอื่นๆ ก่อนจะส่งคำสั่งไปสู่กล้ามเนื้อต่อไป ผู้สูงอายุที่หกล้มบ่อยบางคนอาจมีผลการตรวจความสามารถในการทรงตัวปกติได้ แสดงว่าในชีวิตจริงขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมกะทันหัน ทำให้ไม่สามารถเลือกการตอบสนองที่เหมาะสมได้ทันท่วงที จึงหกล้มได้

3. กล้ามเนื้อส่วนต่างๆ เพื่อทรงตัวให้มั่นคง โดยมีกลไกสนับสนุนคือการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตช่วยให้กลไกหลักทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

ปัจจัยหรือสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับการทำให้หกล้ม

สามารถจำแนกได้เป็น 2 ปัจจัย ดังนี้

1. ปัจจัยภายในบุคคล (Intrinsic factor) ที่มีความสัมพันธ์หรือเป็นสาเหตุชักนำให้เกิดการหกล้มในผู้สูงอายุ แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม [37, 38] ได้แก่

1.1 ปัจจัยที่เกิดจากกระบวนการสูงวัย

กระบวนการสูงวัย (Aging process) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ต่างๆ ในร่างกายเริ่มตั้งแต่อยู่ในครรภ์จนเจริญเติบโตเป็นทารก และเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ ในช่วงเวลาเหล่านี้ เซลล์จะเปลี่ยนแปลงในทางเสริมสร้างการเจริญเติบโต เมื่อพ้นวัยผู้ใหญ่แล้วจะมีผลการสลายเซลล์มากกว่าการสร้าง จึงพบว่าผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายที่เสื่อมลง (30) เกิดพยาธิสภาพหลายระบบ จึงพบว่าผู้สูงอายุมีพัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงแบบเสื่อมถอยทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ทำให้ผู้สูงอายุเกิดการหกล้มได้ง่าย ดังนี้

1.1.1. การเปลี่ยนแปลงในระบบสมอง และประสาทพบว่าความไวของการรับรู้ของความรู้สึกลดลงเมื่ออายุมากขึ้น ได้แก่ ความสามารถในการรับรู้ตำแหน่ง ความสามารถในการรับรู้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงในระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมร่างกายให้อยู่ในดุลยภาพ (Homeostasis) พบว่ามีการเสื่อมลงในวัยสูงอายุ โดยจำนวนประสาทซิมพาเทติก และอัตราการนำพลังของเส้นประสาทลดลงถึงร้อยละ 10-15 เป็นผลให้ผู้สูงอายุมีปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าเชื่องช้า เช่น ความดันโลหิตต่ำขณะเปลี่ยนท่า (Postural hypotension) ทำให้ผู้สูงอายุหน้ามืด วิงเวียน เกิดการหกล้มตามมา ภาวะซึมเศร้าและภาวะสมองไม่สามารถคิดและหาเหตุผลได้ (Cognitive impairment) จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการหกล้มได้ราว 2 เท่า ส่วนผู้ป่วยที่มีภาวะสมองเสื่อม (Dementia) จะหกล้มได้ง่ายจากการตัดสินใจที่ไม่ดีการกะระยะผิดพลาดทำให้ผู้ป่วยสูญเสียการทรงตัวได้ง่าย

1.1.2. การมองเห็น พบการเปลี่ยนแปลงที่เสื่อมลงของสายตา ได้แก่เกิดการหดตัวการขุ่นและแข็งขึ้นของเลนส์ตา มีผลต่อการปรับสายตาเกี่ยวกับความชัดเจน การรับรู้ความตื้นลึกความไวต่อแสง และการปรับตัวต่อความมืดจอตาที่ลดลง ซึ่งลดลงอย่างเด่นชัดในช่วงอายุ 70-79 ปี สาเหตุของการมองเห็นที่ทำให้หกล้มบ่อยๆ เช่น ต้อกระจก โรค Macular degeneration สายตายาวจากความชรา การใช้แว่นตาที่เสื่อมสมรรถภาพ หรือใช้เลนส์ไม่เหมาะสม หรือการเดินในที่มืด

1.1.3. การเปลี่ยนแปลงของระบบโครงร่าง และกล้ามเนื้อ จากการศึกษานั้นพบว่าเมื่ออายุ 60-70 ปี มวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรง และความสามารถในการประสานงานของกล้ามเนื้อลดลงถึงร้อยละ 20-40 ร่วมกับมีการเสื่อมของข้อต่อและเอ็นรอบๆข้อ ซึ่งทำให้การเคลื่อนไหวของข้อและความเร็วในการตอบสนองลดลง นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงของโครงร่างและกล้ามเนื้อยังมีผลต่อท่าทางการเดิน ซึ่งพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่สามารถยกเท้าได้สูงเท่ากับที่เคยทำได้ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงในการเคลื่อนไหวของสะโพกในการรับน้ำหนัก

ของขาขณะที่เดิน โดยเฉพาะผู้สูงอายุหญิงมีลักษณะการเดินคล้ายเป็ด (Waddling gait) ซึ่งเป็นสาเหตุให้ผู้สูงอายุมีการสะดุด เมื่อเดินบนทางที่มีพื้นขรุขระหรือต่างระดับ

1.1.4. ระบบทางเดินปัสสาวะ กระบวนการสูงวัยมีผล ทำให้การทำหน้าที่ของระบบทางเดินปัสสาวะลดลง โดยพบว่าความสามารถบีบตัวของกระเพาะปัสสาวะและความจุในกระเพาะปัสสาวะลดลง ร่วมกับกล้ามเนื้อในอุ้งเชิงกราน กล้ามเนื้อรอบๆ ท่อปัสสาวะอ่อนกำลังลงและตัวรับการกระตุ้นต่อการยืดขยายในกระเพาะปัสสาวะทำงานลดลง ปัจจัยต่างๆเหล่านี้ ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีปัญหากลั้นปัสสาวะไม่อยู่ (Urinary incontinence) ซึ่งเป็นสาเหตุต้องเข้าห้องน้ำบ่อยขึ้นและมีความเร่งรีบเข้าห้องน้ำไม่ทัน ทำให้เสี่ยงต่อการหกล้มได้ง่าย

1.1.5. การเปลี่ยนแปลงด้านจิตสังคม เมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุบทบาทในสังคมเปลี่ยนไป เช่น การที่ต้องออกจากงาน ทำให้สูญเสียตำแหน่งรายได้ลดน้อยลง การสูญเสียและพลัดพรากจากสิ่งที่ตนเคยรักใคร่ อาจก่อให้เกิดความเครียด ซึ่งจะต้องปรับตัวให้เข้ากับสิ่งที่เปลี่ยนไปให้ได้ ถ้าปรับตัวไม่ได้ก็จะเกิดพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปจากปกติ เช่น อาการเหงาว้าเหว่ อาการหลงลืม วิตกกังวล และซึมเศร้า ทำให้การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมช้าลง และการตัดสินใจไม่ดีในเรื่องความปลอดภัยเมื่ออยู่ตามลำพัง ซึ่งทำให้ผู้สูงอายุเสี่ยงต่อการหกล้มได้ง่าย และจากการศึกษาระดับชาติของผู้สูงอายุไทยพบว่า สุขภาพจิตที่ไม่ดีเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการหกล้ม

1.2. ปัจจัยที่เกิดจากการเจ็บป่วยหรือพยาธิสภาพของโรคได้แก่

1.2.1. ความผิดปกติของหัวใจ และระบบไหลเวียนโลหิต เป็นสาเหตุสำคัญของการหกล้มในผู้สูงอายุ ได้แก่ การเกิดกล้ามเนื้อหัวใจตาย ทำให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจลดลง เกิดความดันโลหิตต่ำหรือหัวใจทำงานล้มเหลวได้ซึ่งเป็นอาการนำและเกิดการหกล้มที่ทำให้ผู้สูงอายุมาโรงพยาบาล และภาวะที่มีคาโรติดไซนัสมีปฏิกิริยาไวผิดปกติ (Carotid sinus syndrome) เกิดภาวะหัวใจเต้นช้าและความดันโลหิตต่ำซึ่งทำให้ปริมาณเลือดไปเลี้ยงสมองลดลง เป็นผลให้เกิดอาการวิงเวียน หน้ามืดเป็นลม เกิดการหกล้ม จากการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างการหกล้มกับภาวะ Postural hypotension โดยใช้ Tilt table test พบว่าผู้ที่มีประวัติหกล้มประมาณร้อยละ 35 จะพบมีภาวะ Postural hypotension

1.2.2. พยาธิสภาพในระบบสมองและประสาท ได้แก่ โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer' disease) สมองเสื่อมจากเนื้อสมองตาย (Multi-infarct dementia) โรคหลอดเลือดในสมอง โรคพาร์กินสัน (Parkinson' disease) และโรคสมองเสื่อม (Dementia) ทำให้ผู้สูงอายุมีท่าเดินผิดปกติและสูญเสียการทรงตัวได้ง่าย ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการหกล้มตามมา ภาวะซึมเศร้าและภาวะสมองไม่สามารถคิดและหาเหตุผลได้ (Cognitive impairment) จะเพิ่มความเสี่ยงต่อ

การหกล้มได้ราว 2 เท่า ส่วนผู้ป่วยที่มีภาวะสมองเสื่อม (Dementia) จะหกล้มได้ง่ายจากการตัดสินใจที่ไม่ดี การกะระยะผิดพลาด ทำให้ผู้ป่วยสูญเสียการทรงตัวได้ง่าย

1.2.3. ความผิดปกติของระบบโครงร่าง และกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดปัญหาการทรงตัวไม่มั่นคงเช่น การสูญเสียสภาวะจากการที่ร่างกายไม่ได้เคลื่อนไหวเป็นเวลานาน (Deconditioning state) หรือโรคเรื้อรังทางกาย เช่น โรคข้อเสื่อม (Osteoarthritis) โดยเฉพาะข้อเข่าและข้อสะโพก นอกจากนี้อาการผิดปกติและโรคของเท้า เช่น ตาปลา หูด แผลเป็น หรือโครงสร้างของเท้าผิดปกติ ทำให้เกิดความเจ็บปวดขณะเดินหรือเปลี่ยนท่า เกิดการหกล้มตามมาได้

1.2.4. ความผิดปกติของสมดุลกรดด่าง และอิเล็คโตรไลท์ ทำให้กลไกการทรงตัวลดลง ได้แก่ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำให้ใจสั่นหรือหน้ามืดเป็นลม เกิดการหกล้มตามมา ระดับโซเดียมที่สูงหรือต่ำกว่าปกติมีผลต่อการทำงานของสมองทำให้เกิดอาการซึมหรือสับสน และระดับโปแตสเซียมที่ต่ำกว่าปกติทำให้เกิดกล้ามเนื้ออ่อนแรง ทำให้ผู้สูงอายุเกิดการหกล้มตามมา

1.2.5. การใช้ยา ผู้สูงอายุได้รับยาหลายชนิดมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาจากความชราต่อเภสัชจลนศาสตร์ และเภสัชพลศาสตร์ของยา และความผิดพลาดทั้งจากตัวผู้ป่วยและแพทย์ ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อกันระหว่างยา และทำให้เกิดผลข้างเคียงหรือพิษของยาได้ง่าย ยาจะมีผลต่อกลไกการทรงตัว เช่น ยารักษาภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิด Class Ia, ยาที่ออกฤทธิ์ ต่อจิตและประสาท ได้แก่ ยานอนหลับ และยาต้านซึมเศร้าซึ่งมีผลทำให้ง่วงซึม เดินโซเซ กระวนกระวายและสับสน,ยาลดความดันโลหิตและยาขับปัสสาวะ ทำให้เกิดความดันโลหิตต่ำขณะเปลี่ยนท่า (Postural hypotension) หรือ ปัสสาวะบ่อย สำหรับผู้สูงอายุที่มีปัญหาภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ร่วมกับการได้รับยาขับปัสสาวะ ทำให้มีความเร่งรีบเข้าห้องน้ำ อาจเกิดการลื่นหรือสะดุดล้มตามมา

1.2.6.การดื่มแอลกอฮอล์ จะมีผลรบกวนการส่งกระแสประสาท และกดระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้การทำงานเกี่ยวกับกลไกการทรงตัวไม่มั่นคง ผู้สูงอายุเกิดการหกล้มตามมา

1.3 ปัจจัยที่เกิดจากความผิดปกติทางจิต เช่น อาการวิตกกังวล หลงลืม และซึมเศร้า ทำให้ผู้สูงอายุมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมช้าและมีการตัดสินใจผิดพลาด นอกจากนี้การที่ผู้ป่วยกลัวจะหกล้มมากเกินไปจนไม่ยอมเดินกลับทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการหกล้ม ปัจจัยภายในบุคคลที่กล่าวมา พบว่าเกี่ยวข้องกับกระบวนการสูงวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและจิตใจ ร่วมกับปัญหาการเจ็บป่วยหรือพยาธิสภาพของโรคต่างๆ ซึ่งในผู้สูงอายุ

มักพบว่าจะมีโรคประจำตัวหลายโรค และมีการใช้ยาหลายชนิด ทำให้เกิดผลข้างเคียงจากยาที่ได้รับซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อกลไกการทรงตัวของร่างกายลดลงทั้งโดยตรงและโดยอ้อม จึงทำให้ผู้สูงอายุเสี่ยงต่อการหกล้มได้ง่ายกว่าวัยอื่นๆ

2. ปัจจัยภายนอกบุคคล (Extrinsic factor) หมายถึง สิ่งแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัยทั้งภายในและภายนอกบ้าน ได้แก่ [39, 40]

2.1 สิ่งแวดล้อมภายในบ้านที่ทำให้ผู้สูงอายุเสี่ยงต่อการหกล้ม ดังนี้

2.1.1. พื้นบ้านเป็นมันลื่น เช่น การปูพื้นด้วยกระเบื้องเคลือบ หินขัดหินแกรนิต พื้นไม้ขัดเงาทำให้เสี่ยงต่อการลื่นหกล้มได้ง่ายโดยเฉพาะในผู้สูงอายุที่มีการทรงตัวไม่ดี

2.1.2. พื้นบ้านต่างระดับที่สังเกตยาก เนื่องจากผู้สูงอายุมีปัญหาเกี่ยวกับการมองเห็นและ การแยกความแตกต่างของระดับทำได้ลำบากทำให้การกะระยะก้าวเท้าผิดพลาดเกิดหกล้มได้

2.1.3. ประตูบ้านที่มีขอบธรณีประตู เนื่องจากผู้สูงอายุจะมีลักษณะก้าวย่างช้าก้าวสั้นและยกเท้าต่ำ เมื่อมีขอบธรณีประตูจะทำให้เดินสะดุดเกิดการหกล้มได้ รวมถึงประตูบ้านที่มีลักษณะการเปิดปิดลำบาก

2.1.4. แสงสว่างภายในบ้านไม่เพียงพอ ผู้สูงอายุที่มีปัญหาเกี่ยวกับสายตาการมองเห็นไม่ชัดเจนอยู่แล้วเมื่อภายในบ้านมืดสลัวแสงสว่างไม่เพียงพอยิ่งทำให้ผู้สูงอายุเสี่ยงต่อการหกล้มได้ง่าย

2.1.5. การจัดเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์บ่อยๆทำให้ผู้สูงอายุจำสภาพแวดล้อมไม่ได้ ซึ่งเสี่ยงต่อการเดินสะดุดหกล้มได้ง่าย รวมถึงการจัดวางสิ่งของภายในบ้านไม่เป็นระเบียบ

2.1.6. พรมเช็ดเท้าลื่นขาดรุ่งริ่ง หรือขอบสูงเกินไปทำให้เดินสะดุด ลื่นหกล้ม

2.1.7. บันไดบ้านชัน และไม่มีราวบันไดราวบันไดไม่มีความแข็งแรงมั่นคงมีการวางสิ่งของตามขั้นบันได การตกจากบันไดบ้านส่วนใหญ่มักมีสาเหตุจากการสั่นหรือก้าวเท้าพลาดไถลขณะเดินขึ้นบันได ผู้สูงอายุบางคนอาจมีสิ่งของในมือจนไม่สามารถใช้มือเกาะจับราวบันไดได้ ทำให้เกิดการก้าวพลาดบันไดได้

2.1.8. ห้องน้ำห้องส้วมไม่เหมาะสำหรับผู้สูงอายุ ได้แก่

- ที่ตั้ง อยู่ภายนอกบ้าน อยู่ไกลทำให้ผู้สูงอายุไม่สะดวกในการเข้าห้องน้ำ
- พื้นลื่นไม่สะอาดส่วนใหญ่พบว่ามักจะเปียกตลอดเวลา เนื่องจากห้องน้ำห้องส้วมในบ้านของคนไทยบริเวณอาบน้ำและสุขาจะอยู่รวมในห้องเดียวกัน และมิได้แบ่งบริเวณที่เปียกและแห้งเวลาอาบน้ำจึงมักทำให้น้ำไหลเปียกทั่วห้องซึ่งทำให้เสี่ยงต่อการลื่นล้มได้
- ไม่มีราวเกาะในห้องน้ำห้องส้วม ผู้สูงอายุมักมีปัญหากล้ามเนื้อขาดความ

แข็งแรง มีการเสื่อมของข้อต่อ การลุก การนั่งไม่คล่องแคล่ว จึงมีความยากลำบากในการลุกขึ้น และนั่งลงบนโถส้วม ขณะทำกิจกรรมขับถ่ายทำให้มีโอกาสที่จะเกิดการหกล้มได้ ถ้ามีราวจับเกาะจะช่วยให้การทรงตัวดีขึ้น

- การวางของใช้เกะกะในห้องน้ำทำให้ผู้สูงอายุเดินสะดุด ลื่นล้มง่าย
- ลักษณะโถส้วมไม่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ เช่น เป็นส้วมแบบนั่งยอง

2.2 สิ่งแวดล้อมภายนอกบ้าน ได้แก่ สถานที่ที่ผู้สูงอายุไปเป็นประจำในชุมชน ได้แก่

2.2.1. ถนนในชุมชนทางชำรุดไม่มีสะพานลอย หรือทางม้าลายสำหรับข้ามถนน หรือมีสิ่งกีดขวาง เช่น พุ่มไม้

2.2.2. วัด รอบเจดีย์เป็นพื้นขัดมัน บันไดปูด้วยหินอ่อน ซึ่งทำให้ลื่น

2.2.3. ตลาดแผงขายของที่จัดวางไม่เป็นระเบียบและทางเดินแคบ

2.2.4. ทุ่งนา มีคันนาคูคลอง ซึ่งมีพื้นไม่สม่ำเสมอ อาจเปียกแฉะลื่น

ผลกระทบจากการหกล้มในผู้สูงอายุ

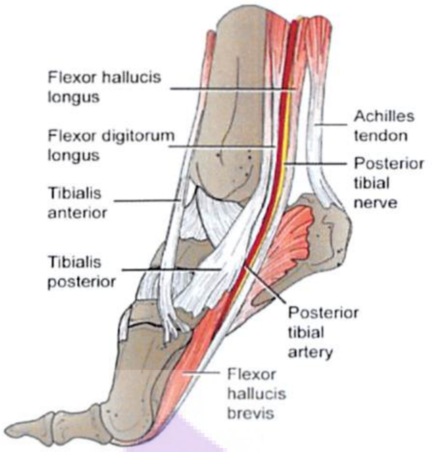
ผลกระทบจากการหกล้มในผู้สูงอายุ ผู้สูงอายุที่หกล้มจะได้รับอันตรายทั้งทางด้านร่างกาย ตั้งแต่เล็กน้อย รุนแรง จนถึงเสียชีวิต และมีผลกระทบด้านจิตใจ สังคม และเศรษฐกิจด้วย สำหรับผลกระทบด้านร่างกาย อาจได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย ได้แก่ ฟกช้ำ เคล็ดขัดยอก ไปจนถึงบาดเจ็บรุนอย่างรุนแรง เช่น ข้อเคลื่อน กระดูกหัก การบาดเจ็บของสมอง จนถึงอาจเสียชีวิตได้การบาดเจ็บที่รุนแรงที่พบบ่อย คือ กระดูกสะโพกหัก นอกจากนี้ยังส่งผลให้ต้องนอนโรงพยาบาล และเกิดภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ตามมา เช่น การติดเชื้อแผลกดทับ เป็นต้น นอกจากนี้ผู้สูงอายุที่ เกิดการหกล้มยังมีการสูญเสียความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน ส่งผลกระทบต่อจิตใจสูญเสีย ความมั่นใจในตนเองเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวอย่างปลอดภัย มีความกังวลว่าตนเองจะเกิดการหกล้มซ้ำ ทำให้เกิดภาวะความกลัวการหกล้ม (Fear of falling) รวมถึงภาวะซึมเศร้า และการมีคุณภาพชีวิตที่แย่ลง ส่วนปัจจัยทางสังคมและเศรษฐกิจ การหกล้มและภาวะกระดูกหักนอกจากจะนำมาซึ่งความทุกข์ทรมานของ ผู้ป่วยแล้ว ยังทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ ทั้งต่อครอบครัวของผู้สูงอายุเอง และต่อสังคมส่วนรวม ได้แก่ ค่ารักษาพยาบาลขณะอยู่ในโรงพยาบาล การสูญเสียเวลาทำงานของญาติ การดูแลในระยะยาวเมื่อ เกิดความพิการ [41] มีการคาดประมาณผลกระทบทางเศรษฐกิจของการหกล้มในผู้สูงอายุที่ฮ่องกง พบว่ามีความสูญเสียถึง 71 ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี ขณะที่ในสหรัฐอเมริกามีการศึกษาผลกระทบของการหกล้มใน ผู้สูงอายุในปี ค.ศ. 2000 พบอุบัติการณ์ของการหกล้มที่ทำให้เสียชีวิต 10,300 ราย เมื่อคิดเฉพาะค่ารักษาพยาบาล

จะเท่ากับ 200 ล้านเหรียญ ส่วนอุบัติการณ์ของการหกล้มที่ไม่ทำให้เสียชีวิตเท่ากับ 2.6 ล้านราย คิดเป็นค่ารักษาพยาบาลเท่ากับ 19,000 ล้านเหรียญ นอกจากนี้ การศึกษาของประเสริฐ อัสสันตชัย และคณะ (2544) พบว่า ผู้สูงอายุที่หกล้มมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยคนละ 1,200 บาทต่อปี และผู้สูงอายุที่หกล้ม และต้องผ่าตัดรักษากระดูกสะโพกหักมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยคนละ 60,000 บาท ดังนั้นการหกล้มจึงนับได้ว่าเป็น การสูญเสียเศรษฐกิจของครอบครัวและประเทศชาติ

สรุปได้ว่า การหกล้มในผู้สูงอายุ จะมีผลกระทบเกิดขึ้นทั้งต่อตัวผู้สูงอายุเอง ได้แก่ การบาดเจ็บ ซึ่งทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่างๆ และอาจทำให้เสียชีวิตได้ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อจิตใจ ทำให้ผู้สูงอายุสูญเสียความมั่นใจในการเคลื่อนไหวกลัวการหกล้มทำให้ต้องเป็นภาระของผู้ดูแล และครอบครัว อีกทั้งยังมีการสูญเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา รวมทั้งเป็นภาระของสถานพยาบาลที่ต้องดูแลรักษาผู้สูงอายุที่เกิดการหกล้มเพิ่มขึ้น

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

พันตำรวจโทหญิงจารุณี ศรีงามวงศ์. (2014) เท้าและข้อเท้า เป็นอวัยวะที่จำเป็นต่อการเคลื่อนไหว ในชีวิตประจำวันทั้งขณะยืน เดิน วิ่ง พร้อมกับการรับน้ำหนักตัวตลอดเวลา และเป็นส่วนที่ต้องสัมผัสและรองรับแรงสะท้อนกลับจากพื้นผิวต่างๆ จึงมีโอกาสที่จะได้รับบาดเจ็บได้บ่อยๆ การมีความผิดปกติของโครงสร้างเท้า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความกระชับของเอ็นรอบข้อเท้า หรือแม้กระทั่งการเลือกใส่เท้าที่ไม่เหมาะสมกับกิจกรรมต่างๆ เป็นสาเหตุที่ทำให้เท้าและข้อเท้าเกิดการบาดเจ็บได้ ดังนั้น การป้องกันการบาดเจ็บของเท้าและข้อเท้า อย่างหนึ่งที่ไม่ควรมองข้าม ก็คือ การรู้จักวิธีสร้างเสริม ความแข็งแรง มั่นคง ความยืดหยุ่นของเอ็นและกล้ามเนื้อ รอบๆข้อเท้า เพื่อนำไปสู่การป้องกันความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุได้อย่างปลอดภัย [42]



รูปที่ 1 ภาพแสดง Ankle Plantarflexion

(อ้างอิงจาก https://sites.google.com/site/muscularsys/rabb)

จากงานวิจัยพบว่า ความแข็งแรงหรือแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อจะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น พบว่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อขาอาจลดลงถึง 40 เปอร์เซ็นต์จากช่วงอายุ 30 ถึง 80 ปี ความทนทานของกล้ามเนื้อในการหดตัวต่อเนื่องที่ระดับรองสูงสุด (submaximum contraction) จะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ความทนทานในการทำงานนั้นลดลงช้าหรือน้อยกว่าความแข็งแรง เมื่ออายุมากขึ้นขนาดของกล้ามเนื้อจะเล็กลงและปริมาณกล้ามเนื้อลดลง กล้ามเนื้อขาจะลดมากกว่ากล้ามเนื้อแขน เมื่อเซลล์กล้ามเนื้อตายจะมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและไขมันเข้ามาทดแทน นอกจากนี้พบว่ามีการหายไปของเส้นใยกล้ามเนื้อ Type II ชนิดหดตัวเร็ว จะลดลงหรือหายไปเร็วกว่า Type I และจำนวนหน่วยยนต์จะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการลดลงของเส้นใยมัยอีลินขนาดเล็กและใหญ่ [43] การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อลายมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานของมนุษย์ในการทำการเคลื่อนไหว พบว่า ความสามารถหดตัวสูงสุดลดลง กล้ามเนื้ออ่อนล้าเร็วขึ้น ความไวของการหดตัวช้าลง และพบว่า การหดตัวแบบ concentric มีผลกระทบจากอายุที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงของ ระบบประสาทและกล้ามเนื้อมากกว่าการเปลี่ยนแปลงการหดตัวแบบ eccentric ใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็ว มีผลกระทบมากกว่ากล้ามเนื้อที่หดตัวช้า

ความหมายของความแข็งแรง [44]

ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์. (2534) ให้ความหมายของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หมายถึงแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ที่ใช้ในการออกแรงควบคุมการเคลื่อนไหว สอดคล้องกับสมชาย ไกรสังข์. (2540) ได้กล่าวไว้ว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หมายถึง

ความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพื่อทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างเต็มที่โดยไม่จำกัดเวลา ซึ่งการหดตัวของกล้ามเนื้อ อาจเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนหรือหลายส่วนเพื่อทำงานร่วมกัน

สรุปได้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หมายถึง แรงสูงสุดที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งความแข็งแรงจะเกิดขึ้นได้ในภาวะที่กล้ามเนื้อทำงาน (หดตัว) ในรูปแบบที่แตกต่างกัน ดังนั้นการฝึกหรือออกกำลังกายเพื่อให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงต้องอาศัยหลักการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมตริก (Isometric: เป็นการพัฒนาการตึงในกล้ามเนื้อ แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ) การทำงานของกล้ามเนื้อแบบคอนเซนทริก (Concentric: ความยาวของกล้ามเนื้อมีการหดสั้นลง เช่น การงอแขนขณะยกดัมเบลล์) กล้ามเนื้อทำงานแบบเอกเซนทริก ถือดัมเบลล์ การทำงานของกล้ามเนื้อแบบนี้ เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อมากที่สุด) นอกจากนั้นกล้ามเนื้อยังสามารถทำงานแบบไอโซคิเนติก (Isokinetics: กล้ามเนื้อหดตัวด้วยความเร็วคงที่ในมุมต่างๆกัน) โดยอาศัยเครื่องมือและอุปกรณ์พิเศษ เช่น Cybex

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อ ซึ่งทำให้เกิดความตึงตัวเพื่อใช้แรงในการยก หรือดึงสิ่งของต่างๆ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะช่วยทำให้ร่างกายทรงตัวเป็นรูปร่างขึ้นมาได้ และช่วยทำให้ร่างกายสามารถทรงตัวต้านกับแรงโน้มถ่วงของโลกได้ทำให้ไม่ล้มได้ง่าย

บอมพา (Bompa, 1993) ได้แบ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) ออกเป็นชนิด ต่างๆ ได้แก่

1. ความแข็งแรงทั่วไป (General Strength) เป็นความแข็งแรงของระบบกล้ามเนื้อทั้งหมด
2. ความแข็งแรงเฉพาะ (Specific Strength) เป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในทักษะกีฬาต่างๆ โดยเฉพาะ
3. ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) เป็นความแข็งแรงสูงสุดที่ได้จากการออกแรงมากที่สุดของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ในสภาวะที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ
4. ความแข็งแรงสมบูรณ์ (Absolute Strength) เป็นความแข็งแรงที่ได้จากการออกแรงมากที่สุดโดยไม่คำนึงถึงน้ำหนักตัว
5. ความแข็งแรงที่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัว (Relative Strength) เป็นสัดส่วนของความแข็งแรงสมบูรณ์กับน้ำหนักตัว

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและการแสดงความสามารถทางกีฬา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทำให้ร่างกายได้เคลื่อนไหวและออกแรงกระทำต่อแรงภายนอก ซึ่งบลูมฟิลด์และคณะ (Bloomfield. et. al., 1994) ได้กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุด โดยเส้นใยกล้ามเนื้อภายในมัดกล้ามเนื้อจะตอบสนอง เมื่อมีการฝึกแบบมีแรงต้านหรือฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อออกแรงสูงสุด โดยไม่ได้กำหนดว่าจะใช้ความเร็วในการเคลื่อนไหวในการออกแรง แต่สิ่งที่สำคัญคือต้องการออกแรงที่มีแรงต้านสูงสุด

ความแข็งแรงแบบยืดหยุ่น (Elastic Strength) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อออกแรงอย่างรวดเร็ว เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่อาศัยความเร็วในการหดตัวและความเร็วในการเคลื่อนไหว หรือที่เรียกว่า พลัง (Power) เป็นความแข็งแรงที่พิเศษและมีความสำคัญในการออกแรงแบบระเบิด (Explosive) ในการออกตัววิ่ง การกระโดด การทุ่ม พุ่ง และขว้าง

ความแข็งแรงแบบอดทน (Strength Endurance) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อออกแรงได้อย่างต่อเนื่อง เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่อาศัยความแข็งแรงและความทนทานในการเคลื่อนไหว เช่น การลุกนั่ง (Sit Up) การดันพื้น (Push Up) การวิ่ง 60 วินาที ถึง 8 นาที ก็เป็นการออกกำลังกายประเภทความแข็งแรงแบบอดทน [45]

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ [46]

วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร. (2539) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อประกอบด้วย

1. การเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อที่มีเส้นใยเรียงตัวขนานไปกับความยาวของกล้ามเนื้อจะมีกำลังในการหดตัวหรือมีความแข็งแรงน้อยกว่ากล้ามเนื้อที่มีเส้นใยที่เรียงตัวแบบขนนก
2. ความเมื่อยล้า กล้ามเนื้อที่ถูกใช้งานมากและนาน จะก่อให้เกิดความเมื่อยล้า ซึ่งมีผลทำให้ความแข็งแรงลดลง
3. อุณหภูมิ กล้ามเนื้อจะหดตัวเร็วและรุนแรงที่สุด หากอุณหภูมิของกล้ามเนื้อสูงกว่าอุณหภูมิปกติของร่างกายเล็กน้อย

4. ระดับการฝึก กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกเป็นประจำ ย่อมมีกำลังในการหดตัวสูงกว่ากล้ามเนื้อที่ไม่ได้รับการฝึก
5. การพักผ่อน หากการออกกำลังกายดำเนินไปรวดเดียวเป็นเวลานาน โดยไม่มีการหยุดพัก จะทำให้กำลังในการหดตัวของกล้ามเนื้อค่อยๆลดลง
6. อายุและเพศ โดยทั่วไปแล้วความแข็งแรง จะมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 10-20 % ของความแข็งแรงปกติ และความแข็งแรงสูงสุดจะอยู่ในช่วงอายุ 20-30 ปี ต่อจากนั้นความแข็งแรง จะค่อยๆลดลง สำหรับความแข็งแรงที่ลดลงจะเกิดขึ้นที่ขาลำตัวเร็วกว่ากล้ามเนื้อที่แขน ความ แข็งแรงสูงสุดของคนอายุ 65 ปีจะอยู่ราว 80 %ของความแข็งแรงที่เขาเคยมีระหว่างอายุ 20-30 ปี

ความแข็งแรงกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ [47]

สุขภาพแข็งแรงทั้งร่างกายและจิตใจเสริมสร้างความแข็งแรงจะช่วยทำให้การออกกำลังกายของผู้สูงอายุมีคุณค่า โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้สูงอายุ สำหรับผู้สูงอายุการทำกิจวัตร ประจำวัน จะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ถ้ามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่เพียงพอ จะเกิด การเสียสมดุลทำให้ผู้สูงอายุหกล้มง่าย โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่มีภาวะกระดูกพรุน จะมีการแตกหักของกระดูกง่าย ลักษณะการออกกำลังกายที่ทำให้เกิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เช่น การเดิน การวิ่งเหยาะๆ การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน การออกกำลังกายด้วยยางยืด ปั่นจักรยาน เป็นต้น นอกจากนี้ ยังช่วยลดไขมันในเส้นเลือด ลดความดันเลือด ควบคุมเบาหวาน สอดคล้องกับ

บรรลุ ศิริพานิช. (2541) ได้กล่าวไว้ว่า การมีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง มีดังต่อไปนี้

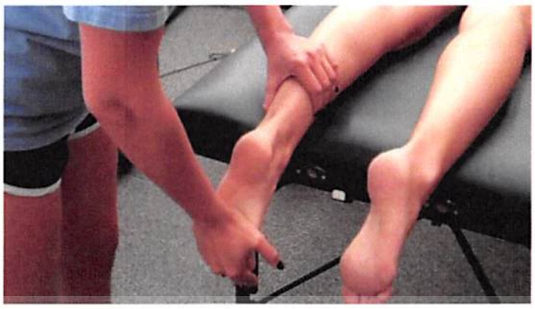
1. สภาพร่างกายและกล้ามเนื้อในการยืดและหดตัว
2. ร่างกายสามารถเคลื่อนไหวได้ทุกข้อต่อ
3. ร่างกายมีความอดทนในการออกกำลังกาย
4. ข้อต่อต่างๆมีการยืดหยุ่น สามารถเหยียดและงอได้อย่างสะดวก
5. ไม่มีโรคหรือพยาธิใดๆ ในร่างกาย

การตรวจประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

1. **การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อด้วยมือ (Manual muscle test) (Noreau L et al,1998) [26]**

   ข้อดี: ทำได้ง่ายและไม่ต้องใช้อุปกรณ์

ข้อเสีย: มีความไวน้อยในการสะท้อนการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของผู้ป่วย



รูปที่ 2 ภาพแสดงการทดสอบ Manual muscle test

(อ้างอิงจาก https://www.youtube.com/watch?v=YbSrI2NGY4g)

2. **การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor muscles) ด้วยเครื่อง Push-pull dynamometer [37]**

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เป็นการวัดในลักษณะ Isometric Measurement หรือ วัดความแข็งแรงในขณะที่ความยาวของกล้ามเนื้อคงที่แต่ความตึงในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ไม่สามารถวัดในลักษณะ Isotonic Measurement ได้ เพราะต้องออกแรงให้มากที่สุดแล้วเกร็งค้างไว้ ข้อดี: พกพาง่าย สะดวกต่อการใช้ และมีความน่าเชื่อถือของเครื่องมืออยู่ในระดับสูง ข้อเสีย: มีราคาค่อนข้างแพง

วิธีการทดสอบโดยให้นอนคว่ำบนเตียง ข้อเท้าพ้นขอบเตียง วางเครื่องทดสอบที่ใต้ฝ่าเท้าข้างที่ถนัด ออกคำสั่งให้พยายามถีบปลายเท้าลง และออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อต้านกับเครื่อง Push-pull dynamometer ด้วยแรงที่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ค้างไว้ 4 วินาที (MVC) ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง และพักระหว่างรอบ 2 นาที บันทึกค่าสูงสุดที่สามารถทำได้เพื่อนำไปวิเคราะห์

รูปที่ 3 ภาพแสดงการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Duncan PW, 1990)

3. **การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer (Martin HJ et al, 2006) [29]**

การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer ซึ่งน่าเชื่อถือ และ ให้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ อย่างไรก็ตามในการนำมาใช้กับผู้สูงอายุที่อาศัยในชุมชนอาจมีข้อจำกัดด้วยขนาดเครื่องมือ และการจัดตั้งอุปกรณ์ในชุมชนค่อนข้างยุ่งยาก

รูปที่ 4 ภาพแสดงการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer (อ้างอิงจาก http://worksteps-vm.com)

4. **การทดสอบความสามารถของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าด้วย Standing heel-rise test [33]**

การทดสอบ ความสามารถของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า ด้วย Standing heel-rise test เป็นการทดสอบที่ไม่ยุ่งยาก เครื่องมือที่ใช้หาได้ง่าย เช่น นาฬิกาจับเวลา ประหยัดค่าใช้จ่าย และสามารถนำมาใช้กับผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชุมชนได้

วิธีการทดสอบโดยให้อยู่ในท่ายืนเท้าวางราบกับพื้น ใช้มือทั้งสองข้างวางไปบนฝาผนัง โดย งอข้อศอกเล็กน้อย หลังตั้งตรง แยกเท้าทั้งสองข้างให้เท่ากับความกว้างของไหล่ เข่าเหยียดตรง เขย่งปลายเท้าเท้าทั้งสองข้างพร้อมกันให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยเข่าต้องเหยียดตรง และศีรษะต้องแตะแผ่นไม้ เมื่อเขย่งปลายเท้าจนสุดให้นำส้นเท้าวางราบกับพื้น โดยใช้เวลา 30 วินาที ใช้นาฬิกาจับเวลา 2 เครื่อง โดยเริ่มกดจับเวลาพร้อมกันทั้ง 2 เครื่อง เมื่อเริ่มทำงานทดสอบ โดยเขย่งปลายเท้าได้ 5 ครั้ง ให้กดหยุดเวลาเพื่อดูว่าใช้เวลาไปเท่าไหร่ และนับจำนวนครั้งที่อาสาสมัครเขย่งปลายเท้าได้ถูกต้องจนถึงเวลา 30 วินาที ทำการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง และพักระหว่างรอบ 5 นาที บันทึกค่าสูงสุดที่อาสาสมัครทำได้เพื่อนำไปวิเคราะห์

ก.

ข.

รูปที่ 5 ภาพแสดงการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า

ก. ท่าเริ่มต้น ข. ท่ายืนเขย่งปลายเท้า

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Andre, 2016)

การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย

ขนาดสัดส่วนร่างกาย เป็นการวัดเกี่ยวกับขนาดและสัดส่วนของร่างกาย เช่น การวัดขนาดเส้นรอบวง (circumferences) การวัดความกว้างของกระดูก (skeletal diameter) และการวัดความยาวของส่วนต่างๆของร่างกาย (segment length) โดยการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายสามารถใช้วัดและติดตามการเจริญเติบโตได้ ซึ่งข้อได้เปรียบของการใช้วิธีการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกาย คือ เป็นวิธีการวัดที่ไม่มีอันตราย เครื่องมือ ไม่แพง และมีความง่ายในการปฏิบัติ สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องมือ ไปทำการวัดได้ทุกสถานที่ สามารถวัดในกลุ่มคนได้เป็นจำนวนมากตรงตามวัตถุประสงค์ (Australian Sports Commission, 2000)

การทดสอบความยาวของขาและเส้นรอบวงของน่องด้วย Measurement tape [35,36]

การวัดความยาวของขาทั้งหมด

วิธีการทดสอบโดยให้นอนหงายบนเตียงขาทั้งสองข้างเหยียดตรงใช้สายวัด วัดจากตำแหน่ง Greater trochanter ไปยัง Distal tip of lateral malleolus ของข้อเท้าข้างที่ถนัด ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปวิเคราะห์

รูปที่ 6 ภาพแสดงการทดสอบความยาวของขาทั้งหมด
(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Beattie, 1990)

การวัดความยาวของขาท่อนบน

วิธีการทดสอบ โดยให้นอนหงายบนเตียงขาทั้งสองข้างเหยียดตรง ใช้สายวัด วัดจากตำแหน่งGreater trochanter ไปยัง Joint line ของข้อเข่าทางด้านในข้างที่ถนัดทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้งบันทึกผล และหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปวิเคราะห์

รูปที่ 7 ภาพแสดงการทดสอบความยาวของขาท่อนบน
(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Beattie, 1990)

การวัดความยาวของขาท่อนล่าง

วิธีการทดสอบ โดยให้นอนหงายบนเตียงขาทั้งสองข้างเหยียดตรง ใช้สายวัด วัดจากตำแหน่ง Joint line ด้านนอกของข้อเข่าไปยัง Distal tip of lateral malleolus ของข้อเท้าข้างที่ถนัดทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง บันทึกผล และหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปวิเคราะห์

รูปที่ 8 ภาพแสดงการทดสอบความยาวของขาท่อนล่าง
(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Beattie, 1990)

การวัดเส้นรอบวงของน่อง

วิธีการทดสอบ โดยให้นอนหงายบนเตียงขาทั้งสองข้างเหยียดตรง ใช้สายวัด วัดจากตำแหน่ง Joint line ด้านนอกของข้อเข่า ไปยัง Distal tip of lateral malleolus ของข้อเท้าข้างที่ถนัดทำการบันทึกค่ากึ่งกลางจากการวัด ใช้สายวัดโอบรอบน่องในระดับกึ่งกลาง ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง บันทึกผล และหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปวิเคราะห์

รูปที่ 9 ภาพแสดงการทดสอบเส้นรอบวงของน่อง
(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Soderberg, 1993)

การทรงตัว (balance)

การทรงตัวหมายถึง ความสามารถในการรักษาสมดุลของร่างกายทั้งในขณะอยู่นิ่ง เช่น การยืนนิ่งหรือในขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหว เช่นการเดินโดยไม่มีภาวะหกล้มการรักษาสมดุล และการควบคุมท่าทางของร่างกายจำเป็นต้องอาศัยการทำงานของร่างกายอย่าง

ประสานสัมพันธ์กันในทุกๆระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำงานของกล้ามเนื้อ และการทำงานของระบบประสาท เมื่ออายุมากขึ้นกระดูกและกล้ามเนื้อมีการเสื่อมถอยลงอย่างมากจนทำให้ผู้สูงอายุมีรูปร่าง และท่าทางผิดไปจากปกติ ตลอดจนการทำงานของระบบประสาทลดลง (สมนึก กุลสถิตพร. 2549; ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์; และสิทธา พงษ์พิบูลย์. 2554)

เพศและความสามารถในการทรงตัว

ลักษณะของร่างกายที่แตกต่างระหว่างเพศหญิงและเพศชาย เช่น ความสูงอาจทำให้เพศชายมีความสามารถในการควบคุมการทรงตัวที่น้อยกว่าเพศหญิง ซึ่งอาจเป็นปัจจัยทำให้การทรงตัวแตกต่างกันในเพศหญิงและเพศชาย เนื่องมาจากความแตกต่างทางโครงสร้าง พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเพศ ในการเคลื่อนตัวและความเร็วของการควบคุม จากการศึกษาของ Ekhdahl และคณะ พบว่าเพศหญิงมีความมั่นคงมากกว่าเพศชาย อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่กล่าวว่าเพศหญิงมีความมั่นคงน้อยกว่าเพศชาย [48]

ในผู้สูงอายุพบว่าความสามารถในการทรงตัวลดลง เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบต่างๆในร่างกายที่ใช้ในการทรงตัว ทำให้มีการทรงตัวที่ไม่มั่นคง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออยู่ในสภาวะที่ข้อมูลจากระบบรับความรู้สึกต่างไปจากปกติ ปัญหาความไม่มั่นคงในการทรงตัวของผู้สูงอายุ หรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทรับความรู้สึก การมองเห็นและการได้ยิน ความรู้สึกที่เอ็นข้อต่อกล้ามเนื้อ ทำให้สูญเสียความสัมพันธ์ของอวัยวะการทำงานของร่างกายที่ใช้ในขณะเคลื่อนไหวและการมองเห็น ทำให้เกิดอุบัติเหตุในผู้สูงอายุซึ่งอาจจะทำให้ผู้สูงอายุสูญเสียการทรงตัวแบบถาวร หรือกระทั่งถึงแก่ความตาย (น้อมจิตต์ นวลเนตร์; Ezell. 1989) [49]

ตาราง 1 แสดงกระบวนการเสื่อมของกล้ามเนื้อกระดูก และระบบประสาทในร่างกายที่มีผลกระกระทบต่อความสมดุลในผู้สูงอายุ

ระบบ	การเปลี่ยนแปลง
กล้ามเนื้อ (Muscle)	-ความสามารถในการสร้างพลังงานทั้งแบบออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจนลดลง -การลดลงของมวลกล้ามเนื้อ -การสูญเสียเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะเส้นใยชนิดหดตัวเร็ว

ระบบ	การเปลี่ยนแปลง
กล้ามเนื้อ (Muscle)	-เกิดการฝ่อลีบของกล้ามเนื้อต้นขาส่วนหน้า -ปริมาณออกซิเจนที่ไปยังกล้ามเนื้อลดลง -ความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และกล้ามเนื้อลดลง
กระดูกและข้อ (Skeletal)	-ความหนาแน่นมวลกระดูกลดลง -กระดูกสันหลังระดับอกเกิดการโก่งงอ (Kyphosis) มากขึ้น -ความโค้งของกระดูกสันหลัง (Posterior pelvic Tilt) -เกิดการงอของข้อสะโพก และเข่ามากขึ้น -ข้อเท้ากระดกขึ้น
ประสาท (Neurologic)	-ประสิทธิภาพการทำงานของสารสื่อประสาท (Neurotransmitters) ลดลง -ประสิทธิภาพการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ลดลง -จำนวนเซลล์ประสาทลดลง -ระยะเวลาในการตอบสนอง (Reaction time) ยาวขึ้น -จำนวนหน่วยประสาทยนต์ (Motor unit) ลดลง -ความสามารถในการรับรู้ (Sensory) ลดลง

การทดสอบการทรงตัว (Balance)

การทดสอบการทรงตัว (Balance test) **มี 2 ประเภทได้แก่**

1. **การทดสอบการทรงตัวขณะอยู่นิ่ง** (Static balance test) **เช่น การทดสอบยืนขาเดียว** (Time Single Leg stance) [25]

Eyes open Single leg balance test

เป็นการทดสอบที่ง่าย และประหยัดเวลาเหมาะสำหรับการตรวจ เพื่อคัดกรองผู้สูงอายุวัยที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม

วิธีทดสอบ ถอดรองเท้า ยืนตรงบนพื้นเรียบ ตามองตรง มือทั้ง 2 ข้างไขว้กันแตะไหล่ด้านตรงข้าม ลืมตา เริ่มจับเวลาเมื่อยกขาข้างหนึ่งขึ้น โดยข้อสะโพกเหยียดตรง ข้อเข่างอ 90 องศา หยุดการจับเวลาเมื่อเท้าข้างที่ยกแตะพื้นหรือแตะขาข้างตรงข้ามหรือมีการขยับเลื่อนของขาข้างที่ยืนอยู่หรือมือหลุดออกจากการแตะไหล่หรือสิ่งแวดล้อมเพื่อพยุงตัวทำการทดสอบ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย ทำการทดสอบเช่นเดิมกับขาอีกข้าง ถ้ายืนได้นานน้อยกว่า 30 วินาที ถือว่ามีความเสี่ยงในการล้ม

ก. ข.

รูปที่ 10 ภาพแสดงการทดสอบยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะลืมตา

ก. ท่าเริ่มต้น ข. ท่ายืนทรงตัวบนขาข้างเดียว

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Michikana, 2009)

Eyes closed Single leg balance test

วิธีทดสอบ ถอดรองเท้า ยืนบนขาทั้งสองข้าง หลับตา วางมือทั้งสองข้างที่ไหล่ด้าน

ตรงข้าม (มือซ้ายที่ไหลขวา มือขวาที่ไหลซ้าย) จากนั้นเริ่มจับเวลาเมื่อยกขาข้างหนึ่งขึ้นโดยข้อสะโพกเหยียดตรง ข้อเข่างอ 90 องศา และห้ามนำขามาแตะกันรักษาการทรงตัวให้ได้ นานที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทำ 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งของการทดสอบต้องห่างกันอย่างน้อยเป็นเวลา 3 นาที หยุดการจับเวลาเมื่อเท้าข้างที่ยกแตะพื้น แตะขาข้างตรงข้าม/มีการขยับเลื่อนของขาข้างที่ยืนอยู่ มือหลุดออกจากการแตะไหล่ แตะสิ่งแวดล้อมเพื่อพยุงตัวก่อนการทดสอบจริงจะมีการซักซ้อมการยืนขาเดียวก่อน จำนวน 2 ครั้ง เพื่อให้เกิดความคุ้นชิน

ก. ข.

รูปที่ 11 ภาพแสดงการทดสอบยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะหลับตา

ก. ท่าเริ่มต้น ข. ท่ายืนทรงตัวบนขาข้างเดียว

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Michikawa, 2009)

การทดสอบการเอื้อม (Functional reach test) [25,26]

ระยะทางที่สามารถเอื้อมไปได้บ่งบอกถึงขอบเขตความมั่นคงของร่างกาย (stability limit) หากเอื้อมได้ไกลแสดงถึงการทรงท่าดี

การทดสอบทางด้านหน้า

วิธีการทดสอบยืนชิดกำแพงเอื้อมมือไปด้านหน้าให้ไกลที่สุดวัดระยะทางที่สามารถเอื้อมได้ หากเอื้อมได้มากกว่า 25 เซนติเมตร แสดงว่าเสี่ยงต่อการล้มน้อย หากเอื้อมได้ 15-25 เซนติเมตร แสดงว่ามีความเสี่ยงต่อการหกล้มมากกว่าปกติ 2 เท่า หากเอื้อมได้น้อยกว่า 15 เซนติเมตร แสดงว่ามีความเสี่ยงต่อการหกล้มมากกว่าปกติ 4 เท่า จากการศึกษาของ Riddle and Stratford (1999) แสดงให้ว่า FRT มีค่าความจำเพาะ 34% และค่าความไว 76% (24)

ก. ข.

รูปที่ 12 ภาพแสดงการประเมินความสามารถในการควบคุมการทรงท่าในขณะยืน

ก. ท่าเริ่มต้น ข. ท่าเหยียดแขนข้างถนัดไปข้างหน้า

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Duncan PW, 1990 and Duncan, 1992)

การทดสอบทางด้านข้าง

วิธีการทดสอบยืนกางขา โดยเท้าทั้งสองข้างวางห่างกันเท่ากับระยะระหว่างหัวไหล่ทั้งสองสองข้าง กางแขนข้างที่จะทดสอบให้สูงในระดับหัวไหล่ จากนั้นเอียงตัวเอื้อมมือไปทางด้านข้างให้ได้มากที่สุดโดยไม่ขยับเท้า บันทึกระยะที่มือสามารถเคลื่อนไปได้เป็นนิ้วแต่ละการทดสอบจะทำการทดสอบโดยผู้วัดคนเดิม ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง แต่ละครั้งมีช่วงระยะเวลาพักอย่างน้อย 2 นาที และใช้ค่าที่สูงที่สุดในการวิเคราะห์ผล

ก ข

รูปที่ 13 ภาพแสดงการประเมินความสามารถในการควบคุมการทรงท่าในขณะยืน

ก. ท่าเริ่มต้น ข. ท่าเอียงตัวเอื้อมมือไปทางด้านข้าง

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Newton RA, 2001)

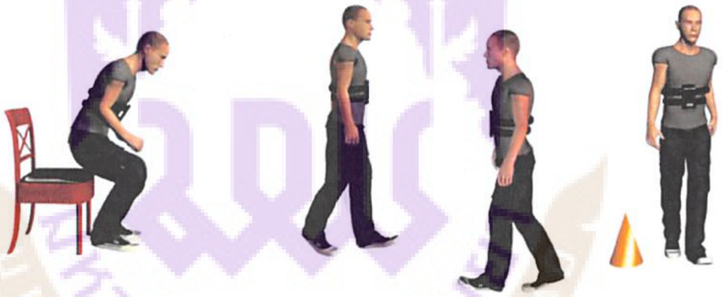
2. **การทดสอบการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (Dynamic Balance Test) เช่น**

Berg balance scale [50,51]

เป็นการทดสอบ ความสามารถในการทรงตัวในกิจกรรม ที่มีระดับความยากแตกต่างกันออกไปโดยที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของฐานรองรับ การลดจำนวนของการรับรู้ความรู้สึก ซึ่ง Berg balance scale ประกอบด้วย 14 หัวข้อย่อย หากคะแนนรวมจะมากกว่า 45 คะแนน แสดงว่ามีความเสี่ยงในการล้มต่ำ Riddle and Stratford (1999) รายงานว่า BSS มีค่าความไว (sensitivity) 64% และความจำเพาะ (specificity) 90% (21)

Time Up and Go Test [50,51]

เป็นการทดสอบการทรงตัวในเชิงปริมาณการเคลื่อนไหว โดยใช้การบันทึกเวลาซึ่งแบบประเมิน Time Up and Go Test มีความเชื่อมั่นสูงและใช้ได้สะดวก ทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้งและบันทึกเวลาของผู้ทดสอบที่สามารถทำได้เร็วที่สุด ผู้ที่ทำเวลา 30 วินาทีขึ้นไป แสดงว่ามีความสามารถในการทรงตัวที่ไม่ดี มีภาวะเสี่ยงต่อการล้มสูง



รูปที่ 14 การทดสอบ Time Up and Go Test

(อ้างอิงจาก http://portal.mhealth.uah.edu/public/index.php/stug)

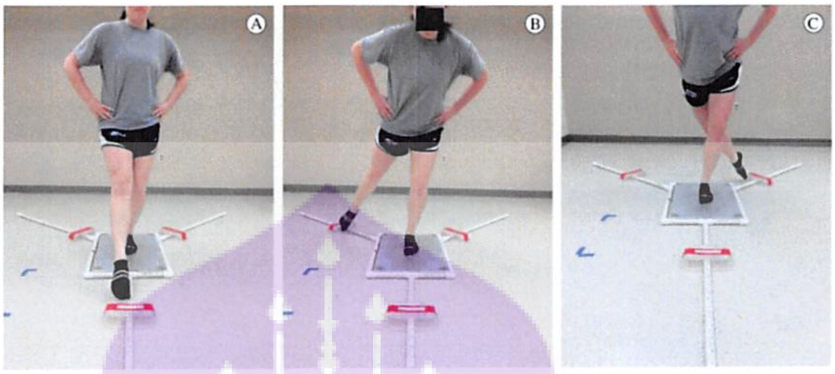
Star Excursion Balance Test [52]

เป็นการทดสอบความสามารถของการทรงตัวระหว่าง ที่มีการเคลื่อนไหวหรือมีการทำกิจกรรมทางกาย และประเมินสมรรถภาพทางกาย

อุปกรณ์ คือเทปกาวยาวประมาณ 6-8 ฟุต จากนั้นทำเป็นรูปบวก แล้วใช้เทปกาวที่มีความยาวเดียวกันทำเป็นรูปกากบาท ซึ่งจะได้เทปกาวที่มีรูปร่างเป็นลักษณะดอกจัน โดยแต่ละเส้นต้องทำมุมกันได้ 45 องศา

วิธีการทดสอบ ขาข้างที่ใช้ยืนข้างเดียว มือเท้าสะเอว ในขณะที่ยื่นขาอีกข้างหนึ่งออกไปใน 8 ทิศทาง โดยที่ไม่ลงน้ำหนักและสามารถกลับมายังท่าเริ่มต้นได้โดยไม่สูญเสียการทรงตัว

การทดสอบด้วยการลุกนั่ง 5 ครั้ง (Five Time Sit to Stand Test)



รูปที่ 15 การทดสอบ Star Excursion Balance Test
(อ้างอิงจาก http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci)

เป็นการประเมินที่มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ทั้งยังสัมพันธ์กับความสามารถในการรับความรู้สึก การทรงตัว และความเร็วในการเคลื่อนไหว และยังสามารถใช้ทดสอบความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุได้ ดังการศึกษาของ พุทธิพงษ์ พลคำฮัก และคณะ (2557) ซึ่งได้ศึกษาการทำนายความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุไทยโดยใช้การทดสอบการลุกยืน 5 ครั้ง จากการศึกษาบ่งชี้ว่าการทดสอบ FTSST มีค่า sensitivity เท่ากับ 0.86 และค่า Specificity เท่ากับ 0.86 และพบว่าอาสาสมัครที่ใช้เวลาในการทดสอบ 11 วินาทีขึ้นไปมีความเสี่ยงต่อการหกล้มถึง 4.4 เท่า ดังนั้น FTSST จึงสามารถใช้ทำนายการล้มในผู้สูงอายุได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาของ Andre และคณะ [33] ได้ศึกษาถึงการพัฒนาหลักการทดสอบมาตรฐานแบบใหม่ขึ้นมาด้วยวิธีการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการวัดกำลังของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า โดยใช้การทดสอบ Standing Heel-Rise Test (SHR) test พบว่า การทดสอบ SHR สามารถบ่งบอกถึงความแข็งแรงของข้อเท้าได้เป็นอย่างดีในผู้สูงอายุ และใช้ประเมินประสิทธิภาพการให้โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวที่ลดลงในผู้สูงอายุ

การศึกษาของ Cattagni และคณะ [53] ได้ศึกษาถึงการมีส่วนร่วมเชิงกลศาสตร์ของกล้ามเนื้อข้อเท้าในการทรงท่า มีความต่างกันในกลุ่มผู้สูงอายุตอนต้น (YA) (n = 10, อายุ: ~

24.3) ผู้สูงอายุที่ไม่เคยหกล้ม (ENF) (n = 12 อายุ : 77.3) และผู้สูงอายุที่เคยหกล้ม (EF) (n = 20, อายุ: ~ 80.7) โดยมีการวัด Torque และ electromyographic (EMG) ไว้บริเวณ triceps surface และ tibialis anterior ในระหว่างการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดและต่ำสุดในขณะอยู่ในท่านั่ง และ Plantar flexor (PF) and dorsal flexor (DF) จะใช้ในท่ายืน พบว่าความไม่มั่นคงของร่างกายสังเกตได้จากอายุที่เพิ่มมากขึ้นมีความสัมพันธ์กับความอ่อนแรงของข้อเท้า

การศึกษาของ Mirjam และคณะ [54] ได้ศึกษาถึงวิธีการที่จะป้องกันความเสี่ยงในการล้มในผู้สูงอายุ โดยทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่จะเป็นตัวบงชี้บุคคลที่จะล้มหลังจากมีสิ่งมากีดขวางทางเดินและผู้ที่ฟื้นฟูการทรงตัวได้ จะทำการทดสอบในผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดี โดยการวัดค่าสูงสุดและอัตราการเคลื่อนที่ของ ankle plantar flexion , knee extension, วัด leg press push-off force วัดjumping,และทำการวัด tripping experiments ด้วยเครื่อง Maximum isometric push-off force พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดขามีความสัมพันธ์กับความสามารถในการป้องกันการล้ม หลังจากที่มีสิ่งมากีดขวางทางเดินและอาจใช้เพื่อเป็นตัวบ่งบอกถึงผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มได้เป็นอย่างดี

การศึกษาของ Sukwida Manonangsan และคณะ [55] ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความแข็งแรง กล้ามเนื้อระหว่างขาข้างถนัดและไม่ถนัดและเพื่อศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกล้ามเนื้อขาต่อเวลา ในการลุกขึ้นยืนจากเก้าอี้ของผู้สูงอายุไทยสุขภาพดี อาศัยในชุมชน 50 คน มีอายุเฉลี่ย 67.90±5.79 ปี (60-81 ปี) ได้รับการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ด้วยเครื่อง Handheld dynamometer (HHD) และรับการทดสอบการลุกยืนจากเก้าอี้ต่อเนื่องกันห้าครั้ง พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อดังกล่าวมีผลต่อ ความสามารถในการลุกยืนจากเก้าอี้ โดยกล้ามเนื้อยิ่งมีความแข็งแรงจะใช้เวลาขณะลุกขึ้นยืนจากเก้าอี้สั้นลง และขาข้างถนัดมีความแข็งแรงไม่ต่างไปจากขาข้างที่ไม่ถนัด สรุปว่ากล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงจะส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการเปลี่ยนท่าจากนั่งไปลุกขึ้นยืนของผู้สูงอายุไทย

การศึกษาของ Sman และคณะ [56] ได้ศึกษาการทำงานของ Ankle Plantarflexion ที่เป็นตัวทำงานร่วมกันระหว่าง soleus and gastrocnemius muscles ของกล้ามเนื้อน่อง ได้เล็งเห็นว่าความแข็งแรงของ plantarflexion และความทนทาน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความคล่องตัวเช่นการเดินและวิ่ง ทำการทดสอบโดยวิธี heel rise test เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการทำงานของกล้ามเนื้อน่อง พบว่าการทดสอบ heel rise test สามารถนำไปใช้ประเมินทางคลินิกได้ และช่วยในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางด้านร่างกายได้เป็นอย่างดี เป็นการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือและทำได้ง่าย

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าและข้อมูลพื้นฐานทางกายกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าในผู้สูงอายุ ประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าด้วยการใช้ Maximum isometric voluntary contraction (MVC), Standing heel-rise test ประเมินความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบ Eye-open and Eye-closed static balance test, Functional reach test (FRT) ทำการทดสอบในผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 56 คน (เพศชาย 19 คน เพศหญิง 37 คน) เขตพื้นที่ อำเภอเมือง และ อำเภอข้างเคียง ในจังหวัดพะเยา เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์ (Analytical Research) ในรูปแบบสหสัมพันธ์ (Correlational Research)

วัสดุและอุปกรณ์และเครื่องมือสำคัญ

1. Baseline® Push-pull dynamometer (Fabrication Enterprises Incorporated, New York USA) จำนวน 1 เครื่อง
2. สายวัด จำนวน 2 เส้น
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก จำนวน 1 เครื่อง
4. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 2 เครื่อง
5. เข็มขัดคาดเอว จำนวน 2 อัน
6. เตียง จำนวน 1 เตียง
7. แบบบันทึกอาสาสมัคร จำนวน 56 ชุด
8. เอกสารแสดงวัตถุประสงค์รายละเอียดและแบบฟอร์มยินยอมเข้าร่วมการศึกษา จำนวน 56 ชุด
9. แบบสอบถามเพื่อคัดกรองอาสาสมัคร จำนวน 56 ชุด

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดีอายุ 60 ปีขึ้นไป ที่อาศัยในอำเภอเมือง และอำเภอใกล้เคียง จังหวัดพะเยา ขนาดของกลุ่มตัวอย่างคำนวณจากการศึกษาก่อนหน้าของ Hashish R. และคณะ [57] โดยกำหนดค่า coefficient of determination = 0.13 กำหนดค่า power = 0.80 ค่านัยสำคัญทางสถิติ (p-value) = 0.05 พบว่าต้องใช้จำนวนอาสาสมัครทั้งหมด 55 คน โดยกลุ่มตัวอย่างมีเกณฑ์การคัดเลือกคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

เกณฑ์การคัดเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria) ประกอบด้วย

1. เป็นผู้สูงอายุ ที่มีสุขภาพดี อายุ 60 ปีขึ้นไป หรือป่วยเป็นโรคเรื้อรังที่สามารถควบคุมอาการของโรคได้
2. อาสาสมัครมีความสมัครใจและยินยอมเข้าร่วมวิจัยจนสิ้นสุดการทดสอบ
3. สามารถสื่อสารได้เข้าใจถึงวิธีการปฏิบัติตนขณะทำการทดสอบ
4. อาศัยอยู่ในเขต อำเภอเมือง และข้างเคียงในจังหวัดพะเยา

เกณฑ์การคัดผู้ร่วมการวิจัยออก (Exclusion criteria) ประกอบด้วย

1. อาสาสมัครมีปัญหาเกี่ยวข้องกับระบบกระดูก และกล้ามเนื้อของรยางค์ส่วนส่วนล่างที่ส่งผลต่อการทรงตัว และองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้า เช่น เอ็นกล้ามเนื้อหรือเอ็นยึดข้อต่อฉีกขาด รูมาตอยด์ กระดูกหักหรือเคลื่อนหลุด เป็นต้น
2. อาสาสมัครมีปัญหาเกี่ยวกับระบบประสาท ที่ส่งผลต่อการทรงตัว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เช่น โรคหลอดเลือดสมองสมองและไขสันหลังได้รับบาดเจ็บหรือโรคโรคพาร์กินสัน เป็นต้น
3. อาสาสมัครมีปัญหาเกี่ยวกับการมองเห็น ระบบรับความรู้สึกของข้อต่อรยางค์ส่วนล่าง
4. อาสาสมัครมีอาการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นฉับพลัน เช่น ความเจ็บป่วยเฉียบพลัน
5. อาสาสมัครไม่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย

เกณฑ์การถอนกลุ่มตัวอย่างออกจากโครงการวิจัย (Withdrawal of participant criteria)

1. ผู้ที่ประสบอุบัติเหตุร้ายแรง ขณะทำการวิจัยจนไม่สามารถทำวิจัยต่อได้ เช่น เอ็นกล้ามเนื้อหรือเอ็ดยึดข้อต่อฉีกขาด กระดูกหักหรือเคลื่อนหลุด
2. ผู้ที่มีความประสงค์ขอถอนตัวออกจากการวิจัย
3. ขณะเข้าร่วมโครงการอาสาสมัครได้รับผลกระทบจากการวิจัย เช่นกระทบต่อหน้าที่การงานและครอบครัวหรือคนรอบข้าง

เกณฑ์การยุติการเข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด (Termination criteria) ประกอบด้วย

1. กรณีเกิดอันตราย หรืออาสาสมัครได้รับบาดเจ็บ จากการเข้าร่วมโครงการมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด

ขั้นตอนการศึกษา

ผู้วิจัยชี้แจงแก่อาสาสมัครถึงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการเก็บข้อมูลการศึกษา พร้อมกับให้อาสาสมัครเซ็นเอกสารยินยอมเข้าร่วมการศึกษาและกรอกเอกสารข้อมูลคัดกรอง ก่อนการทดสอบอาสาสมัครต้องงดออกกำลังกายอย่างน้อย 48 ชั่วโมง งดเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ คาเฟอีน ยาต่างๆ ที่ส่งผลต่อการทดสอบอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการวัดข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง ความยาวขา เส้นรอบวงน่อง โรคประจำตัว ประวัติการบาดเจ็บ เป็นต้น หลังจากนั้นอาสาสมัครจะถูกทดสอบ โดยมีการทดสอบเรียงตามลำดับต่อไปนี้

1. วัดความยาวขาและเส้นรอบวงของน่อง
2. วัดความแข็งแรง Maximum isometric voluntary contraction (MVC)
3. Eyes-open and Eyes-closed static balance test
4. Functional reach test (FRT)
5. Standingh heel-rise test (SRT)

การทดสอบความยาวของขาและเส้นรอบวงของน่องด้วย Measurement tape [58, 59]

การวัดความยาวของขาทั้งหมด

1. อาสาสมัครนอนหงายบนเตียงขาทั้งสองข้างเหยียดตรง
2. ผู้วิจัยใช้สายวัด วัดจากตำแหน่ง Greater trochanter ไปยัง Distal tip of lateral malleolus ของข้อเท้าข้างที่ถนัดของอาสาสมัคร
3. ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง
4. ผู้วิจัยบันทึกผล และหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปวิเคราะห์

รูปที่ 6 ภาพแสดงการทดสอบความยาวของขาทั้งหมด

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Beattie, 1990)

การวัดความยาวของขาท่อนบน

1. อาสาสมัครนอนหงายบนเตียงขาทั้งสองข้างเหยียดตรง
2. ผู้วิจัยใช้สายวัดวัดจากตำแหน่ง Greater trochanter ไปยัง Joint line ของข้อเข่าทางทางด้านนอกข้างที่ถนัดของอาสาสมัคร
3. ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง
4. ผู้วิจัยบันทึกผล และหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปวิเคราะห์

รูปที่ 7 ภาพแสดงการทดสอบความยาวของขาท่อนบน

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Beattie, 1990)

การวัดความยาวของขาท่อนล่าง

1. อาสาสมัครนอนหงายบนเตียงขาทั้งสองข้างเหยียดตรง
2. ผู้วิจัยใช้สายวัด วัดจากตำแหน่ง Joint line ด้านนอกของข้อเข่า ไปยัง Distal tip of lateral malleolus ของข้อเท้าข้างที่ถนัดของอาสาสมัคร
3. ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง
4. ผู้วิจัยบันทึกผล และหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปวิเคราะห์

รูปที่ 8 ภาพแสดงการทดสอบความยาวของขาท่อนล่าง
(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Beattie, 1990)

การวัดเส้นรอบวงของน่อง

1. อาสาสมัครนอนหงายบนเตียงขาทั้งสองข้างเหยียดตรง
2. ผู้วิจัยใช้สายวัด วัดจากตำแหน่ง Joint line ด้านนอกของข้อเข่า ไปยัง Distal tip of lateral malleolus ของข้อเท้าข้างที่ถนัดของอาสาสมัคร
3. ทำการบันทึกค่ากึ่งกลางจากการวัดข้อที่ 2
4. ผู้วิจัยใช้สายวัดโอบรอบน่องในระดับกึ่งกลาง
5. ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง
6. ผู้วิจัยบันทึกผล และหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปวิเคราะห์

รูปที่ 9 ภาพแสดงการทดสอบเส้นรอบวงของน่อง

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Soderberg, 1993)

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor muscles) [60]

1. อาสาสมัครนอนคว่ำบนเตียง โดยให้ข้อเท้าของอาสาสมัครพ้นขอบเตียง
2. ผู้วิจัยวางเครื่องทดสอบที่ใต้ฝ่าเท้าข้างที่ถนัดของอาสาสมัคร
3. ผู้วิจัยออกคำสั่งให้อาสาสมัครพยายามถีบปลายเท้าลงและออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อต้านกับเครื่อง Push-pull dynamometer ด้วยแรงที่มากที่สุดเท่าที่ทำได้ค้างไว้ 4 วินาที (MVC)
4. ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง และพักระหว่างรอบ 2 นาที
5. ผู้วิจัยบันทึกค่าสูงสุดที่อาสาสมัครสามารถทำได้เพื่อนำไปวิเคราะห์

รูปที่ 3 ภาพแสดงการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Duncan PW, 1990)

การทดสอบการยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวเดียว (Single leg standing test) [63]

Eyes open Single leg balance test

1. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยถอดรองเทา ยืนบนขาทั้งสองข้าง ตามองตรงไปด้านหน้าวางมือทั้งสองข้างที่ไหลด้านตรงข้าม (มือซ้ายที่ไหล่ขวา มือขวาที่ไหลซ้าย)

2. จากนั้นเริ่มจับเวลา เมื่อยกขาข้างหนึ่งขึ้น โดยข้อสะโพกเหยียดตรง ข้อเข่างอ 90 องศา และห้ามนำขามาแตะกัน รักษาการทรงตัวให้ได้นานที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทำ 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งของการทดสอบต้องห่างกัน เป็นเวลา 3 นาที

3. หยุดการจับเวลา เมื่อเท้าข้างที่ยกแตะพื้น แตะขาข้างตรงข้าม มีการขยับเลื่อนของขาข้างที่ยืนอยู่ มือหลุดออกจากการแตะไหล่ แตะสิ่งแวดล้อมเพื่อพยุงตัว

4. ซึ่งก่อนการทดสอบจริง มีการซักซ้อมยืนขาเดียวก่อนจำนวน 2 ครั้ง เพื่อความคุ้นเคย

ก. ข.

รูปที่ 10 ภาพแสดงการทดสอบยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะลืมตา

ก. ท่าเริ่มต้น ข. ท่ายืนทรงตัวบนขาข้างเดียว

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Michikawa, 2009)

Eyes closed Single leg balance test

1. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยวิจัย ถอดรองเท้า ยืนบนขาทั้งสองข้างหลับตา วางมือทั้งสองข้างที่ไหล่ด้านตรงข้าม (มือซ้ายที่ไหล่ขวา มือขวาที่ไหลซ้าย)

2. จากนั้นเริ่มจับเวลา เมื่อยกขาข้างหนึ่งขึ้น โดยข้อสะโพกเหยียดตรง ข้อเข่างอ 90

องศา และห้ามนำขามาแตะกันรักษาการทรงตัวให้ได้ นานที่สุดเท่าที่ทำได้ ทำ 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งของการทดสอบต้องห่างกันอย่างน้อยเป็นเวลา 3 นาที

3. หยุดการจับเวลา เมื่อเท้าข้างที่ยกแตะพื้น แตะขาข้างตรงข้าม มีการขยับเลื่อนของขาข้างที่ยืนอยู่ มือหลุดออกจากการแตะไหล่ แตะสิ่งแวดล้อมเพื่อพยุงตัว

4. ก่อนการทดสอบจริงมีการซักซ้อมการยืนขาเดียวก่อน จำนวน 2 ครั้ง เพื่อให้อาสาสมัครเกิดความคุ้นชิน

ก. ข.

รูปที่ 11 ภาพแสดงการทดสอบยืนทรงตัวบนขาข้างเดียว

ก. ท่าเริ่มต้น ข. ท่ายืนทรงตัวบนขาข้างเดียว

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก *Michikawa*, 2009)

การทดสอบขณะมีการเคลื่อนไหวด้วยวิธี Functional reach test (FRT) [60, 61, 62]

การทดสอบทางด้านหน้า (Anterior reach test)

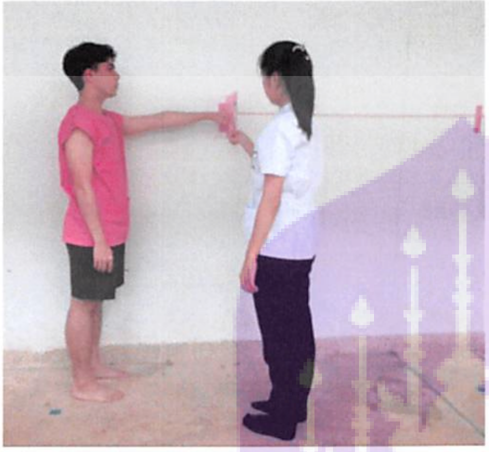
1. ท่าเริ่มต้น "อาสาสมัครยืนตรงบนจุดที่กำหนด เท้าแยกห่างกันเท่ากับความกว้างของไหล่ หันแขนข้างที่ถนัดห่างผนังเล็กน้อย" จากนั้นติดสายวัดอยู่ในระดับหัวไหล่ของอาสาสมัคร หรือขนานกับพื้น 90 องศา

2. ผู้วิจัยออกคำสั่งเหยียดแขนข้างถนัดออกไปเสมอระดับไหล่ ให้ขนานกับพื้นคว่ำฝ่ามือลง กำมือให้ metatarsal ของนิ้วกลางอยู่ ณ จุดเริ่มต้น

3. ผู้วิจัยออกคำสั่ง "เริ่ม" ให้อาสาสมัครพยายามเหยียดแขนข้างถนัดไปข้างหน้าให้ได้ไกลที่สุด และปลอดภัยที่สุด โดยเท้า 2 ข้าง อยู่บนจุดกำหนดและยังทรงตัวได้ดี

4. ผู้วิจัยวัดระยะทาง จากจุดเริ่มต้น metatarsal ของนิ้วกลางไปตามแนวระยะทางที่อาสาสมัครเหยียดแขนได้

5. ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง พัก 2 นาทีระหว่างครั้ง และใช้ค่าที่สูงที่สุดในการนำมาวิเคราะห์ผล



ก.

ข.

รูปที่ 12 ภาพแสดงการประเมินความสามารถในการควบคุมการทรงท่าในขณะยืน

ก. ท่าเริ่มต้น ข. ท่าเหยียดแขนข้างถนัดไปข้างหน้า

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Duncan PW, 1990 and Duncan, 1992)

การทดสอบทางด้านข้าง (Lateral reach test)

1. ให้อาสาสมัครยืนกางขา โดยเท้าทั้งสองข้างวางห่างกัน เท่ากับระยะระหว่างหัวไหล่ทั้งสองข้าง

2. อาสาสมัครกางแขนข้างที่จะทดสอบให้สูงในระดับหัวไหล่

3. จากนั้นเอียงตัวเอื้อมมือไปทางด้านข้างให้ได้มากที่สุดโดยไม่ขยับเท้า

4. บันทึกระยะที่มือสามารถเคลื่อนไปได้เป็นเซนติเมตร แต่ละการทดสอบทำการทดสอบโดยผู้วัดคนเดิม

5. ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง แต่ละครั้งมีช่วงระยะเวลาพักอย่างน้อย 2 นาทีและใช้ค่าที่สูงที่สุดในการวิเคราะห์ผล

ก ข

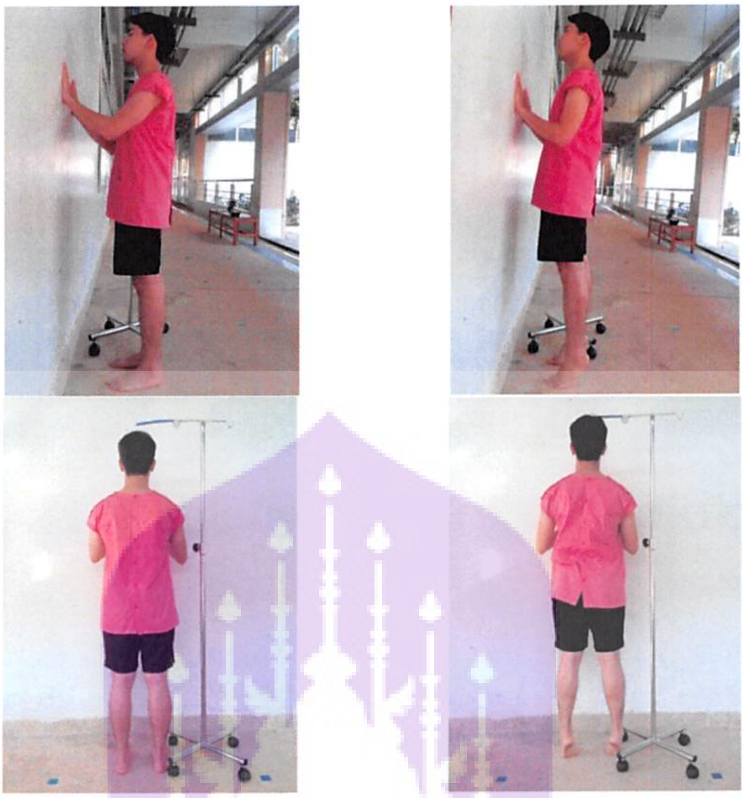
รูปที่ 13 ภาพแสดงการประเมินความสามารถในการควบคุมการทรงท่าในขณะยืน

ก. ท่าเริ่มต้น ข. ท่าเอียงตัวเอื้อมมือไปทางด้านข้าง

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Newton RA, 2001)

การทดสอบความสามารถของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าด้วย Standing heel-rise test [33]

1. อาสาสมัครอยู่ในท่ายืน ให้เท้าวางราบกับพื้น ใช้มือทั้งสองข้างวางไปบนฝาผนังโดยงอข้อศอกเล็กน้อย หลังตั้งตรง แยกเท้าทั้งสองข้างให้เท่ากับความกว้างของไหล่ เข่าเหยียดตรง
2. ผู้วิจัยออกคำสั่ง ให้อาสาสมัครเขย่งปลายเท้า ทั้งสองข้างพร้อมกันให้สูงที่สุดเท่าที่ทำได้โดยเข่าต้องเหยียดตรง และศีรษะต้องแตะแผ่นไม้ เมื่อเขย่งปลายเท้าจนสุดให้นำส้นเท้าวางราบกับพื้น โดยใช้เวลา 30 วินาที
3. ผู้วิจัยใช้นาฬิกาจับเวลา 2 เครื่อง โดยเริ่มกดจับเวลาพร้อมกันทั้ง 2 เครื่อง เมื่ออาสาสมัครเริ่มทำงานทดสอบ โดยเมื่ออาสาสมัครเขย่งปลายเท้าได้ 5 ครั้ง ให้กดหยุดเวลาเพื่อดูว่าใช้เวลาไปเท่าไหร่ และผู้วิจัยนับจำนวนครั้งที่อาสาสมัครเขย่งปลายเท้าได้ถูกต้องจนถึงเวลา 30 วินาที
4. ทำการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง และพักระหว่างรอบ 3 นาที
5. ผู้วิจัยบันทึกค่าสูงสุดที่อาสาสมัครทำได้เพื่อนำไปวิเคราะห์



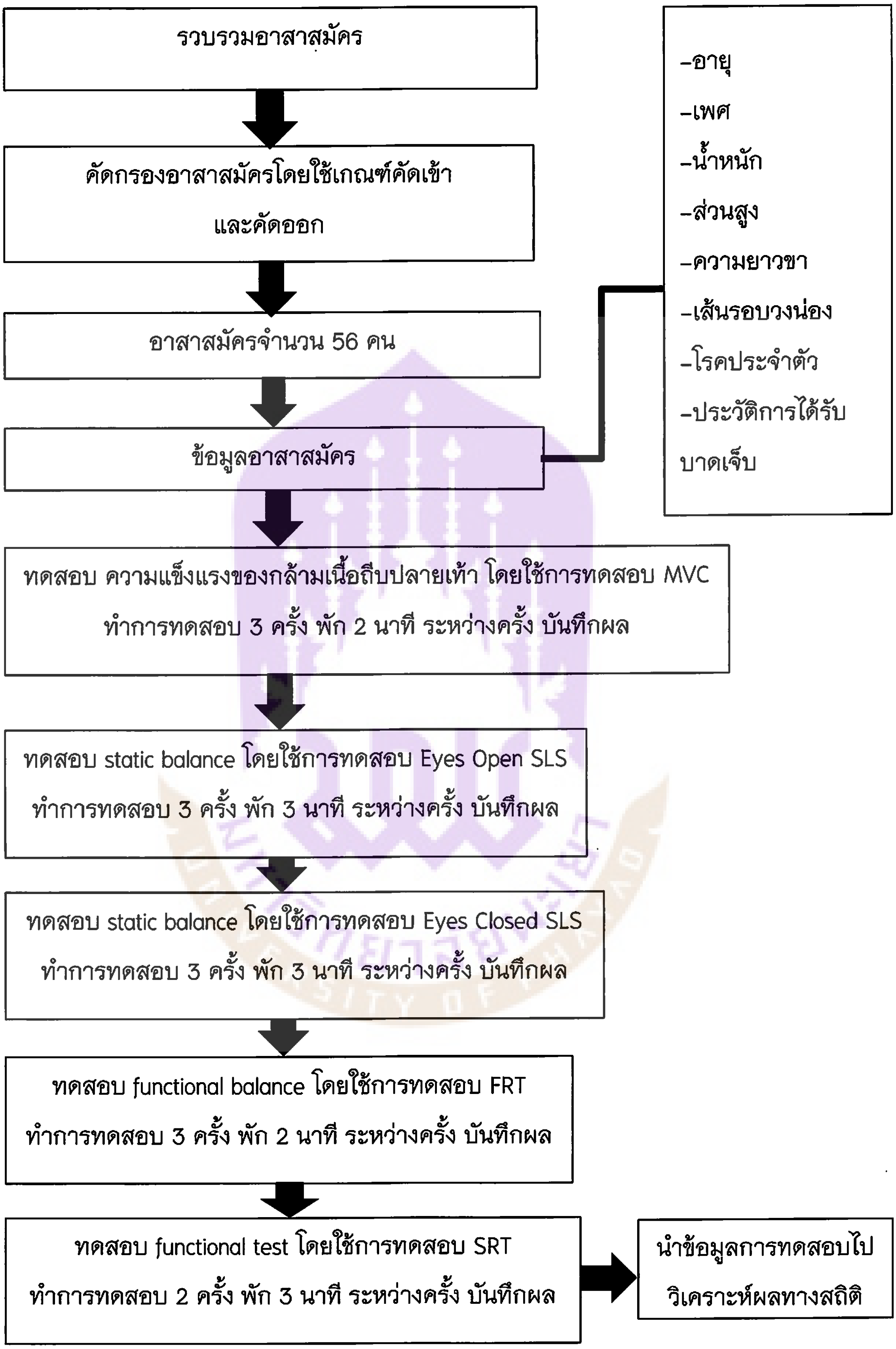
ก. ข.

รูปที่ 5 ภาพแสดงการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า

ก. ท่าเริ่มต้น ข. ท่ายืนเขย่งปลายเท้า

(ภาพอ้างอิงข้อมูลจาก Andre, 2016)

มหาวิทยาลัยพะเยา UNIVERSITY OF PHAYAO



รูปที่ 16 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทดสอบ

วิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS version 17.0 โดยการกำหนดค่านัยสำคัญที่ $p < 0.05$ ในการวิเคราะห์ตัวแปรของการศึกษาดังนี้

1. ใช้สถิติพรรณนา (Descriptive statistic) อธิบายค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean SD) ของข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ความยาวขา เส้นรอบวงน่อง
2. ใช้สถิติ Pearson product moment correlation coefficient เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการทดสอบ ได้แก่ ค่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า เวลาที่ใช้ในการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร และความสามารถในการทรงตัว
3. ใช้สถิติ Multiple regression analysis เพื่อหาสมการพยากรณ์ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าจากตัวแปรข้อมูลพื้นฐานทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ (เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ความยาวขา เส้นรอบวงน่อง) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า และความสามารถในการทรงตัว

บทที่ 4
ผลการศึกษา

ลักษณะทั่วไปของประชากร

ในการศึกษาครั้งนี้มีอาสาสมัครจำนวน 56 คน เป็นเพศชาย 19 คน และเพศหญิง 37 คน เป็นผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดีอายุ 60 ปีขึ้นไป (อายุเฉลี่ย 66.09±7.05 ปี) ที่อาศัยในอำเภอเมือง และอำเภอใกล้เคียง จังหวัดพะเยา อาสาสมัครทั้งหมดผ่านการคัดกรองโดยเกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออกของการศึกษาในครั้งนี้ โดยอาสาสมัครไม่มีปัญหาเกี่ยวข้องกับระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของรยางค์ส่วนล่างที่ส่งผลต่อการทรงตัว เช่น เอ็นกล้ามเนื้อหรือเอ็นยึดข้อต่อฉีกขาด รูมาตอยด์ กระดูกหัก หรือข้อเคลื่อนหลุด ระบบรับความรู้สึกของข้อต่อของรยางค์ส่วนล่าง การมองเห็น และการควบคุมการทรงตัว ข้อมูลลักษณะทั่วไปของประชากร แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร (N=56)

Variables	Mean ±SD
Gender	19/37 (male/female)
Age (years)	66.09±7.05
Weight (kg)	56.64±10.10
Height (cm)	153.36±7.93
BMI (kg/m^2)	24.02±3.60
Thigh length (cm)	43.95±3.89
Lower length (cm)	39.42±2.08
Leg length (cm)	82.45±4.97
Calf circumference (cm)	31.32±3.28

การทดสอบความสามารถในการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า

- **Static balance test**

การทดสอบความสามารถในการทรงตัวประกอบไปด้วย 2 วิธี วิธีแรกจะเป็นการทดสอบ Single leg standing test ขณะลืมตาพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.80±34.67 วินาที และ

การทดสอบ Single leg standing test ขณะหลับตาพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.63±5.89 วินาที วิธีที่สอง เป็นการทดสอบ Functional reach test ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ทิศทาง การทดสอบความสามารถในการทรงตัวในทิศ Anterior direction พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.27±8.32 เซนติเมตร ในทิศ Lateral direction มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.48±5.50 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 3

- **Muscle strength test**

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ประกอบไปด้วย 2 วิธี วิธีแรกจะเป็น การทดสอบ Ankle plantarflexor muscles strength พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.96±8.74 กิโลกรัม วิธีที่สองเป็นการทดสอบ Standing Heel-Rise Test ซึ่งประกอบไปด้วย 3 วิธี Standing heel-rise test (Number) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.77±9.89 รอบ Standing heel-rise test (Time) เท่ากับ 4.81±1.54 วินาที Standing heel-rise test (Power) เท่ากับ 460.50±315.65 นิวตันเมตร/วินาที ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการทรงตัว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายปลาย

Variables	Mean ±SD (n=56)
Ankle plantarflexor muscles strength (kg)	24.96±8.74
Single leg standing test (Eyes open) (s)	34.80±34.67
Single leg standing test (Eyes closed) (s)	6.63±5.89
Functional reach test (Anterior) (cm)	31.27±8.32
Functional reach test (Lateral) (cm)	21.48±5.50
Standing heel-rise test (Number) (repetition)	33.77±9.89
Standing heel-rise test (Time) (s)	4.81±1.54
Standing heel-rise test (Power) (Nm/s)	460.50±315.65

ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับตัวแปรข้อมูลของอาสาสมัคร

การศึกษานี้พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเพศ (Gender) และส่วนสูง (Height) (r=0.458, *p*=0.000, r=0.469, *p*=0.000 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับน้ำหนัก (Weight) และเส้นรอบวงน่อง (Calf circumference) (r=0.390, *p*=0.001, r=0.349, *p*=0.004 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับอายุ (Age) (r=-0.235, *p*=0.040 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดัชนีมวลกาย (BMI) (r=0.155, *p*=0.127 ตามลำดับ)

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการทดสอบการยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะลืมตา (Eyes open single leg balance test) (r=0.466, *p*=0.000 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการทดสอบการยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะหลับตา (Eyes closed single leg balance test) การทดสอบการทรงตัวโดยวิธีการเอื้อมมือไปทางด้านหน้า (Functional reach test in the anterior direction) และการทดสอบการทรงตัวโดยวิธีการเอื้อมมือไปทางด้านข้าง (Functional reach test in the lateral direction) (r=0.269, *p*=0.023, r=0.387, *p*=0.002, r=0.281, *p*=0.018 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนที่ใช้ในการยืนเขย่งปลายเท้า 30 วินาที (SRT-Number of complete in 30 s.) และกำลังในการยืนเขย่งปลายเท้า (Power of SRT) (r=0.420, *p*=0.001, r=0.563, *p*=0.000 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับเวลาที่ใช้ในการยืนเขย่งปลายเท้า 5 วินาที (SRT-Time to complete in 5 time) (r=-0.460,

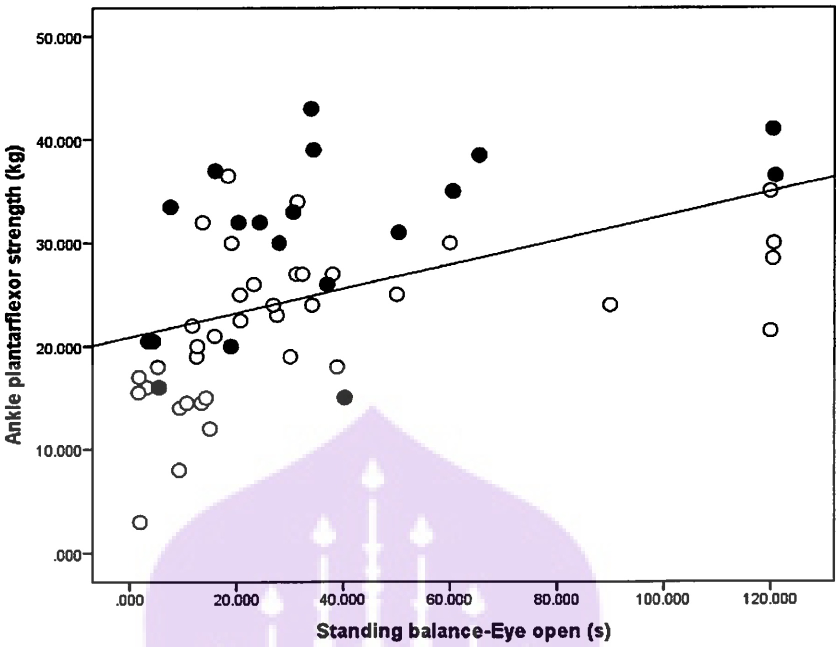
p=0.000) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับตัวแปรข้อมูลของอาสาสมัคร

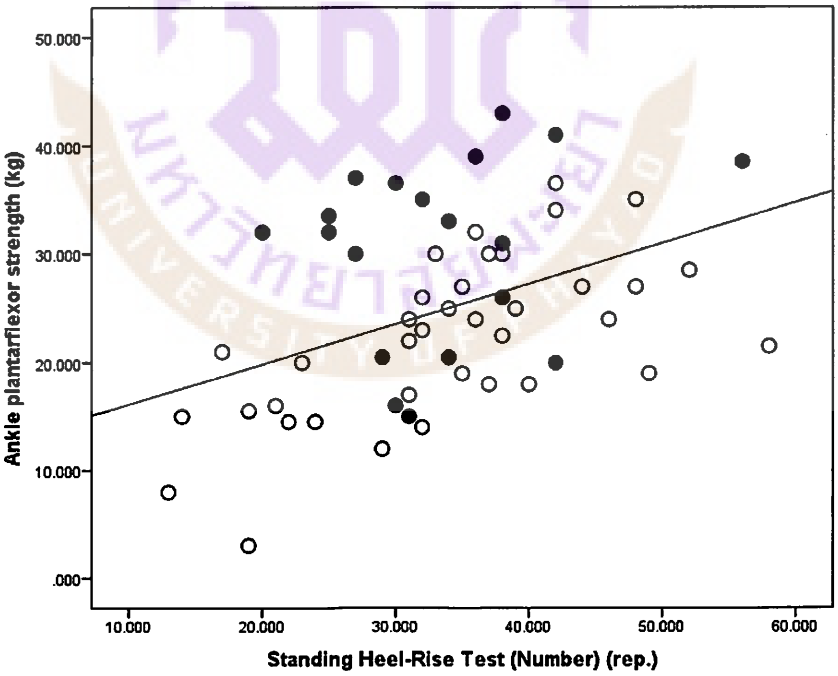
Strength	Variables	r (n=56)	*p*-value
Ankle Plantar Flexor Muscles	Gender	0.458**	0.000
	Age (years)	-0.235*	0.040
	Weight (kg)	0.390**	0.001
	Height (cm)	0.469**	0.000
	BMI (kg/m^2)	0.155	0.127
	Calf circumference (cm)	0.349**	0.004
	Single leg standing test (Eyes_open) (s)	0.466**	0.000
	Single leg standing test (Eyes_closed) (s)	0.269*	0.023
	Functional reach test (Anterior) (cm)	0.387**	0.002
	Functional reach test (Lateral) (cm)	0.281*	0.018
	Standing heel-rise test (Number) (repetitions)	0.420**	0.001
	Standing heel-rise test (Time) (s)	-0.460**	0.000
	Standing heel-rise test (Power) (Nm/s)	0.563**	0.000

หมายเหตุ: * มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ *p*=0.05

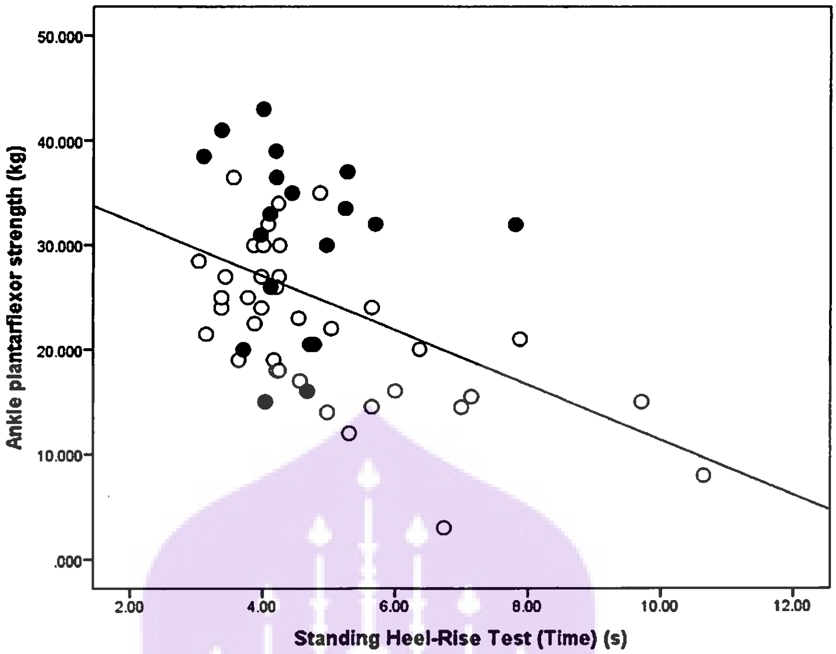
** มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ *p*=0.01



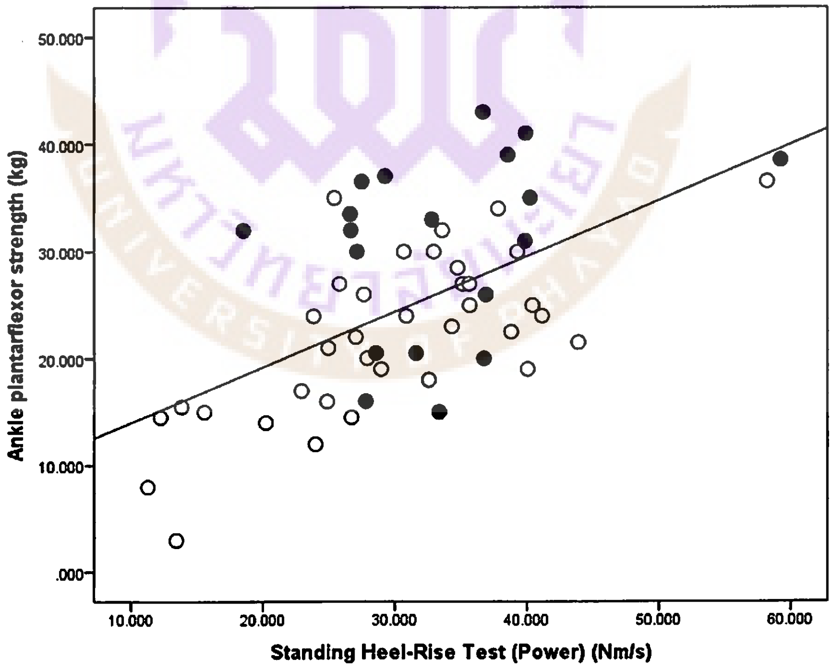
รูปที่ 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับการทดสอบการยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะลืมตา



รูปที่ 18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับการทดสอบการยืนเขย่งปลายเท้า 30 วินาที



รูปที่ 19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า 5 วินาที



รูปที่ 20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับกำลังในการยืนเขย่งปลายเท้า

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าจากตัวแปรข้อมูลของอาสาสมัคร

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในระดับสูงกับตัวแปร (1) กำลังในการยืนเขย่งปลายเท้า (Power of SRT) (2) เพศ และ (3) การยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะลืมตา (Eyes open single leg balance test) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.723$, $p<0.000$) โดยมีสัมประสิทธิ์การกำหนด ($R^2=0.522$) แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของกำลังในการยืนเขย่งปลายเท้า (Power of SRT) เพศ และการยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะลืมตา (Eyes open single leg balance test) ที่มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) คิดเป็น 52.2 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error of estimation) ประมาณ 6.15 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าจากตัวแปรข้อมูลของอาสาสมัคร

Model	Included variables	B	Sig.	R	R^2	SEE	Sig.
1	-(Constant)	8.799	0.012	0.563[a]	0.317	7.368	0.000
	-Standing Heel-Rise Test (power)	0.519	0.000				
2	-(Constant)	8.484	0.008	0.668[b]	0.446	6.595	0.000
	-Standing Heel-Rise Test (power)	0.456	0.000				
	-Gender	6.689	0.001				
3	-(Constant)	9.074	0.003	0.723[c]	0.522	6.156	0.000
	-Standing Heel-Rise Test (power)	0.354	0.001				
	-Gender	6.702	0.000				
	-Single leg standing test (Eye open)	0.075	0.006				

หมายเหตุ: SEE = Standard error of the estimate

a = Predictors: (Constant), Standing Heel-Rise Test (power)

b = Predictors: (Constant), Standing Heel-Rise Test (power), Gender

c = Predictors: (Constant), Standing Heel-Rise Test (power), Gender, Single leg standing test (Eye open)

ดังนั้นจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณจึงสามารถนำตัวแปรดังกล่าวมาสร้างสมการเพื่อทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) ได้ ดังแสดงในรูปที่ 20

$$\text{Ankle plantar flexor strength} = 9.074 + 6.702(G) + 0.075(SBO) + \frac{0.868(BW)}{T5SRT}$$

รูปที่ 21 สมการพยากรณ์ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า

หมายเหตุ:

G	= Gender
SBO	= Eyes open single leg balance test (sec)
BW	= Body Weight (kg)
T5SRT	= Time to complete in 5 times in Standing heel-rise test (Nm/s)

UNIVERSITY OF PHAYAO มหาวิทยาลัยพะเยา

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ (Analytical Research) ในรูปแบบสหสัมพันธ์ (Correlational Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าและข้อมูลพื้นฐานทางกายกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าในผู้สูงอายุโดยประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าด้วยการใช้ Maximum isometric voluntary contraction (MVC), การทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า (Standing heel-rise test) ประเมินความสามารถในการทรงตัวด้วยการทดสอบ Eye-open and Eye-closed standing balance test และ Functional reach test (FRT) ในผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 56 คน (เพศชาย 19 คน เพศหญิง 37 คน) ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลมาวิเคราะห์และอภิปรายการศึกษาดังต่อไปนี้

การศึกษาครั้งนี้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) กับตัวแปรต่าง ๆ พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเพศ (Age) และส่วนสูง (Height) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง โดยเพศหญิงมีสัดส่วนการเสื่อมสภาพของร่างกายสูงกว่าเพศชาย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sato และคณะ ได้อธิบายว่าเพศหญิงจะมีความเสื่อมหน้าที่ของกระดูกและกล้ามเนื้อส่วนล่างมากกว่าเพศชายจากสาเหตุร่วมกันหลายด้านทางสรีรวิทยาการสูงวัย ได้แก่ การเสื่อมลงของฮอร์โมนเพศหญิง การตั้งครรภ์ ภาวะโภชนาการและการขาดกิจกรรมทางกายรวมทั้งความแข็งแรงและขนาดกล้ามเนื้อที่มีน้อยกว่าเพศชายในการชดเชยการทำงานของส่วนที่เสียไป [64] ซึ่งอธิบายโดย Ranberg และคณะ ดังนั้นเพศหญิงจึงมีสัดส่วนการเสื่อมสภาพจากกิจกรรมทางกายสูงกว่าเพศชายอย่างชัดเจน ตั้งแต่เข้าสู่ช่วงวัยผู้สูงอายุวัยต้น โดยเฉพาะเสื่อมสภาพจากการเดิน [65] และการศึกษาของ Chanda และคณะ กล่าวว่าการที่กล้ามเนื้อมีการยืดเหยียดให้ความยาวเพิ่มขึ้น กำลังการหดตัวก็จะเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงมากขึ้น ดังนั้นในคนที่มีส่วนสูงที่มากก็น่าจะมีการยืดเหยียดของกล้ามเนื้อที่มากตามไปด้วย จึงเป็นเหตุผลที่การศึกษาในครั้งนี้พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับส่วนสูง [66] นอกจากนี้ยังพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ

น้ำหนัก (Weight) และเส้นรอบวงน่อง (Calf circumference) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ Hulens และคณะ [67] พบว่าคนที่มีน้ำหนักตัวมากมักจะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากกว่าคนปกติ เนื่องมาจากอาจมีสัดส่วนของมวลกล้ามเนื้อที่มากกว่าคนปกติ ซึ่งเป็นผลมาจากการรับน้ำหนักตัวที่มากอยู่ตลอดเวลาในการทำกิจวัตรประจำวัน แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวยังอยู่ในระดับต่ำ การศึกษาของ Nobuyuki M. และคณะ [68] พบว่าความแข็งแรงของขาต่อน้ำหนักตัวมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับสูงกับเปอร์เซ็นต์ของไขมันในร่างกาย และพบว่า Lean body mass มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับสูงต่อความแข็งแรงของขาในเพศชาย และในระดับปานกลางในเพศหญิง ชี้ให้เห็นว่าการวัดตัวแปรเป็นค่า Lean body mass หรือ Body fat อาจจะมีความสัมพันธ์ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขามากกว่าการวัดในรูปแบบของน้ำหนักตัว ต่อมายังพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับอายุ (Age) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ โดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะยิ่งลดลงตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร. (2539) ได้กล่าวว่าโดยทั่วไปแล้วความแข็งแรงจะมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 10-20 % ของความแข็งแรงปกติ และความแข็งแรงสูงสุดจะอยู่ในช่วงอายุ 20-30 ปี ต่อจากนั้นความแข็งแรงจะค่อยๆลดลง สำหรับความแข็งแรงที่ลดลงจะเกิดขึ้นที่ขา ลำตัว เร็วกว่ากล้ามเนื้อที่แขน ความแข็งแรงสูงสุดของคนอายุ 65 ปี จะอยู่ราว 80 % ของความแข็งแรงที่เคยมีระหว่างอายุ 20-30 ปี [46] แต่อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ที่พบยังอยู่ในระดับต่ำ อาจเนื่องมาจากการที่ผู้สูงอายุมีความเสื่อมถอยของร่างกายลงไปมากเมื่อเทียบกับวัยหนุ่มสาว แต่เมื่อเข้าสู่วัยผู้สูงอายุการเสื่อมถอยดังกล่าวมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงหรือแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้ากับอายุอยู่ในระดับต่ำ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) กับความสามารถในการทรงตัว พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการทดสอบการยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะลืมตา (Eyes open single leg balance test) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระดับต่ำ กับการทดสอบการยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะหลับตา (Eyes closed single leg balance test) การทดสอบการทรงตัวโดยวิธีการเอื้อมมือไปทางด้านหน้า (Functional reach test in the anterior direction)

และการทดสอบการทรงตัวโดยวิธีการเอื้อมมือไปทางด้านข้าง (Functional reach test in the lateral direction) ซึ่งสอดคล้องกับศึกษาของ Spink และคณะ ที่ได้ศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อเท้าในผู้สูงอายุตั้งแต่อายุ 65 ปีขึ้นไป จำนวน 305 คน ซึ่งได้รับการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณเท้าด้วยเครื่อง Handheld dynamometer และทดสอบการทรงตัว พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor muscle) มีความสัมพันธ์กับการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวและการทรงตัวขณะอยู่นิ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor muscle) และช่วงการเคลื่อนของข้อเท้าในทิศทาง inversion และ eversion สามารถทำนายความสามารถในการทรงตัวและความสามารถทางกายได้ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ [69]

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) กับการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า (standing heel rise test: SRT) พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับปานกลาง กับจำนวนที่ใช้ในการยืนเขย่งปลายเท้า 30 วินาที (SRT–Number of complete in 30 s.) และกำลังในการยืนเขย่งปลายเท้า (Power of SRT) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับปานกลาง กับเวลาที่ใช้ในการยืนเขย่งปลายเท้า 5 วินาที (SRT–Time to complete in 5 time) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Andre และคณะ [33] ได้ศึกษาพัฒนาวิธีการทดสอบ Calf-raise senior (CRS) ให้มีมาตรฐาน เพื่อประเมินความแข็งแรงและกำลังของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าในผู้สูงอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป จำนวน 41 คน ซึ่งได้รับการทดสอบ CRS และการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer พบว่าการทดสอบ CRS มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมากกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า แสดงให้เห็นว่าการทดสอบ CRS สามารถบ่งบอกถึงความแข็งแรงของข้อเท้าได้เป็นอย่างดีในผู้สูงอายุและใช้ประเมินประสิทธิภาพการให้โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวที่ลดลงในผู้สูงอายุได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังคิดว่าปัจจัยในเรื่องของน้ำหนักตัว (Body weight) น่าจะมีผลต่อการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าในครั้งนี้ด้วย เนื่องจากเมื่อพิจารณาลักษณะของการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้า กล้ามเนื้อน่องจะต้องรับภาระของน้ำหนักตัวทั้งหมดและเอาชนะแรงโน้มถ่วงโลกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวขึ้น–ลงได้ ดังนั้นหากผู้ที่มีน้ำหนักตัวมาก การทำการทดสอบก็จะยิ่งทำได้ลำบากมากขึ้น จึงได้นำค่ากำลังการทดสอบ (Power) มาคำนวณด้วย

โดยใช้สูตร

$$\text{Power} = \frac{mg*s}{t} = \frac{BW*9.81*0.05*5}{t5-SRT}$$

ซึ่งสนธยา สีละมาด, 2551) กล่าวว่า Power เป็นความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อในการที่จะก่อให้เกิดแรงมากที่สุดในช่วงเวลาที่สั้นที่สุดหรือเป็นการเอาชนะแรงต้านได้ด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว

จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ พบว่าสามารถสร้างสมการที่นำมาใช้ในการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าได้ โดยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าทั้งหมด 3 ปัจจัย คือกำลังในการยืนเขย่งปลายเท้า (Power of SRT) เพศ และการยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะลืมตา (Eyes open single leg balance test) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าที่ระดับสูง r=0.723 มีอำนาจในการทำนายเท่ากับ 52.2 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า กำลังในการยืนเขย่งปลายเท้า (Power of SRT) เพศ และการยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะลืมตา (Eyes open single leg balance test) มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) คิดเป็น 52.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ ประโยชน์จากผลของการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้เครื่องมือใหม่ในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่สามารถวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าออกมาเป็นตัวเลขในหน่วยของแรงที่กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้จริง ง่ายต่อการทดสอบ ประหยัดค่าใช้จ่าย และสะดวกสบายต่อการทดสอบสำหรับชุมชมที่ต้องทดสอบทีละหลายๆคน ทดแทนเครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มีราคาแพง และมีใช้เฉพาะสถานศึกษาหรือโรงพยาบาลขนาดใหญ่เท่านั้น

ข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้

1. อาสาสมัครเพศชายในการศึกษามีจำนวนน้อยกว่าเพศหญิง สมการที่ได้อาจนำไปใช้ได้ดีในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย

2. จำนวนอาสาสมัครในการศึกษามีจำนวนน้อยเกินไปเมื่อเทียบกับการนำไปใช้ในผู้สูงอายุทั่วประเทศ

3. อายุเฉลี่ยของอาสาสมัครในการศึกษานี้อยู่ในวัยสูงอายุตอนต้น สมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าที่ได้อาจไม่เที่ยงตรงในผู้สูงอายุที่อยู่ในวัยสูงอายุตอนกลางหรือตอนปลาย

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยในอนาคต

1. ควรมีการจัดกลุ่มอาสาสมัครให้มีจำนวนเพศชายเท่ากับจำนวนเพศหญิง เพื่อให้ได้มาซึ่งความเที่ยงตรงของสมการ และสามารถนำสมการไปใช้ได้ในทุกเพศ

2. ควรเพิ่มจำนวนของอาสาสมัครโดยการสุ่มตัวอย่างจากหลากหลายพื้นที่ทุกภาค เพื่อการนำมาใช้เทียบในผู้สูงอายุทั่วประเทศ

สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ พบว่าสามารถสร้างสมการที่นำมาใช้ในการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) มีความสัมพันธ์กับ 1) ข้อมูลพื้นฐานทางกายของอาสมัคร ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และเส้นรอบวงน่อง 2) ความสามารถในการทรงตัว ได้แก่ การทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (Dynamic balance) และการทรงตัวขณะอยู่นิ่ง (Static balance) และ 3) ความสามารถของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าด้วย Standing heel-rise test และจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ พบว่ากำลังในการยืนเขย่งปลายเท้า (Power of SRT) เพศ และการยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวขณะลืมตา (Eyes open single leg balance test) มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า (Ankle plantar flexor) ดังนั้นตัวแปรทั้งสามที่ได้กล่าวมาจึงสามารถนำไปใช้ทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าในรูปแบบของสมการได้

UNIVERSITY OF PHAYAO มหาวิทยาลัยพะเยา

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานสถิติแห่งชาติ.**การสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ.2557** [ออนไลน์] 2557 [อ้างเมื่อ16 มิถุนายน 2557]. จาก:www.nso.go.th
2. มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.) สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.**ผู้สูงอายุแห่งชาติประจำปี พุทธศักราช 2558**[ออนไลน์] 2559 [อ้างเมื่อ ตุลาคม 2559]. จาก www.thitgri.org
3. ศูนย์พัฒนาสังคม หน่วยงานที่ 31 จังหวัดพะเยา. **ข้อมูลประชากรในจังหวัดพะเยา** [ออนไลน์] 2557 [อ้างอิงเมื่อ 17 ธันวาคม 2557]. จากwww.phayao.go.th/au/population.php
4. สุทธิพงศ์ บุญผดุง.**การพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุในท้องถิ่นโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง (ระยะที่ 1)** [ออนไลน์] [อ้างอิงเมื่อ กันยายน 2554]. จากwww.russ.ac.th
5. คณะกรรมการส่งเสริมและประสานงานผู้สูงอายุแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. **แผนผู้สูงอายุแห่งชาติฉบับที่ 2 (พ.ศ.2545-2564)**. กรุงเทพมหานคร, 2545
6. Cebolla EC, Rodacki ALF, Bento PCB. Balance, gait, functionality and strength: comparison between elderly fallers and non-fallers. **Braz J Phys Ther** 2015 Mar-Apr; 19 (2): 146-151
7. สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล. **หลักสำคัญของเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2544.
8. เพ็ญศรี เลาสวัสดิ์ ชัยกุล, ยุพาพิน ศิรโพธิ์งาม, พรรณวดี พุธวัฒนะ. **ปัจจัยเกี่ยวข้องและผลจากการหกล้ม ในผู้สูงอายุ**. วารสารพฤฒาวิทยาและเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. 2543; 1(2): 16-20.
9. ประเสริฐ อัสสันตชัย. ภาวะหกล้มในผู้สูงอายุและการป้องกัน.ใน: ประเสริฐ อัสสันตชัย (บรรณาธิการ). **ปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยในผู้สูงอายุและการป้องกัน**, พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเวชศาสตร์ ป้องกันและสังคม คณะแพทย์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล; 2554. หน้า 51-66.
10. ชุลี ภู่ทอง. **ผลของโปรแกรมการลดความเสี่ยงต่อพฤติกรรมการป้องกันการหกล้มของผู้สูงอายุที่บ้าน.** (วิทยานิพนธ์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2545.

11. ประเสริฐ อัสสันตชัย. ภาวะหกล้มในผู้สูงอายุและการป้องกัน.ใน: ประเสริฐ อัสสันตชัย (บรรณาธิการ). **ปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยในผู้สูงอายุและการป้องกัน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเวชศาสตร์ ป้องกันและสังคม คณะแพทย์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล; 2554. หน้า 51-66.
12. ศิริพร พรพุทธษา. **ความรู้ทัศนคติ และพฤติกรรมในการป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ.** (วิทยานิ พนธ์).เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2542.
13. ประเสริฐ อัสสันตชัย. ภาวะหกล้มในผู้สูงอายุและการป้องกัน. ใน: ประเสริฐ อัสสันตชัย (บรรณาธิการ). **ปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยในผู้สูงอายุและการป้องกัน**, พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกัน และสังคมคณะแพทย์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล; 2554. หน้า 51-66.
14. Phil Page, **Developing Resistive Exercise Programs using Thera-Band Elastic Bands & Tubing.** www. Therabandacedemy. Com.
15. Horak FH, Nashner IM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support surface configucations. **J Neuropbyslol.** 1986; 55 (6): 1369-81.
16. Wolacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM. Aging and posture control: changes in sensory organization and muscular coordination, **Int J Aging Hum Dev**, 1986; 23 (2): 97-114.
17. Larsson L, Grimby G, Karlsson J. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. **J Appl Physlol** 1979; 46 (3): 451-6.
18. Thelen DG, Schultz AB, Alexander NB, Ashton-Miller JA. Effects of age on rapid ankle torque development. **J Gerontol Med Sci.** 1996; 51: M226-32.
19. Whippte RJ, Wolfon LI, Amerman PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study, **J Am Geriatr Soc** 1987; 35: 13-20.
20. Aniansson A, Rundgren A, Sperling L, Evaluation of functional capacity in activities of daily living in 70 year old men and women. **Scand J Reball Med** 1980; 12 (4): 145-54.
21. Lord SR, McLean D, Stathers G. Physiological factors associated with injurious falls in older people living in the community. **Gerontology** 1992; 38 (6): 338-46.

22. Wolson L, Judge J, Whipple R, King M. Strength is a major factor in balance gait, and the occurrence of falls. **J Gerontol A Biol Scl Med Scl** 1995; 50: 64-7.
23. Evans WJ.Reversing sarcopenia: how weight training can build strength and vitality. **Geriatrics.** 1996: 51 (5): 46-7, 51-3.
24. Wang L, Li JX, Xu DQ, Hong YL. Proprioception of ankle and knee joints in obese boys and nonobese boys. **Med Sci Monit** 2008; 14: CR129-35.
25. อรวรรณ แผนคง. (2553). **การดูแลผู้สูงอายุ.** กรุงเทพฯ: บริษัท ธนาเพรสจำกัด.
26. Noreau L, Vachon J. Comparison of three methods to assess muscular strength in individuals with spinal cord injury. **Spinal Cord** 1998; 36: 716-23.
27. Bohannon RW, Corrigan D. A broad range of forces is encompassed by the maximum manual muscle test grade of five. **Percept Mot Skills** 2000; 90: 747-50.
28. Aitkens S, Lord J, Bernauer E, Fowler WM, Jr.,Lieberman JS, Berck P. Relationship of manual muscle testing to objective strength measurements. **Muscle Nerve** 1989; 12: 173-7.
29. Martin HJ, Yule V, Syddall HE, Dennison EM, Cooper C, Aihie Sayer A. Is Hand-Held Dynamometry Useful for the Measurement of Quadriceps Strength in Older People? A Comparison with the Gold Standard Biodex Dynamometry. **Gerontology** 2006; 52: 154- 9.(DOI:10.1159/000091824)
30. Bohannon RW. Test-retest reliability of handheld dynamometry during a single session of strength assessment. **Phys Ther** 1986; 66: 206-9.
31. Martin HJ, Yule V, Syddall HE, Dennison EM, Cooper C, Aihie Sayer A. Is Hand-Held Dynamometry Useful for the Measurement of Quadriceps Strength in Older People? A Comparison with the Gold Standard Biodex Dynamometry. **Gerontology** 2006; 52: 154-9. (DOI:10.1159/000091824)
32. Arnold CM, Warkentin KD, Chilibeck PD, Magnus CRA. The Reliability and Validity of Handheld Dynamometry for the Measurement of Lower-Extremity Muscle Strength in Older Adults. **J Strength Cond Res** 2010; 24: 815-24.
33. Andre H-I, Carnide F, Borja E, Ramalho F, Santos-Rocha R, Veloso AP. Calf-raise senior: a new test for assessment of plantar flexor muscle strength in older adults: protocol, validity, and reliability. **Clinical interventions in aging.** 2016; 11: 1661.

34. Hashish R, Samarawickrame SD, Wang M-Y, Yu SS-Y, Salem GJ. The association between unilateral heel-rise performance with static and dynamic balance in community dwelling older adults. **Geriatric Nursing.** 2015; 36 (1): 30-4.
35. Beattie P, Isaacson K, Riddle DL, Rothstein JM 1990 Validity of derived measurements of leg-length differences obtained by use of a tape measure. **Physical Therapy** 70: 150–157
36. Soderberg, G.L., B.T. Ballantyne, and E. Kestel. Reliability of lower extremity girth measurements in patients with ACL deficient knees. Presented at the 68th Annual Conference of the American Physical Therapy Association, **Cincinnati**, OH, June 12, 1993.
37. Duncan PW, Weiner Dk, Chandler J, Studenski S, Funsional Reach: a new clinical measure. **J.Ger [serial online]**: 45 1990M197-192
38. Duncan PW, Studenski S, Chandler J, Prescott B. Funsional Reach: Predictive validity in a sample of elderly male veterans. **J.Gerontol [serial online]**: 1992; 47: M93-98
39. Newton RA. Validity of the multi-directional reach test: a practical measure for limits stability in older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, 2001; 56: 248-252.
40. Michikawa T, Nishiwaki Y, Takebayashi T, Toyama Y. One-leg standing test for elderly populations. **J Orthop Sci**. 2009; 14(5): 675-85
41. สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. **แนวทางเวชปฏิบัติการป้องกัน/ประเมินภาวะหกล้มในผู้สูงอายุ**. กรุงเทพ: ซีจี ทูล จำกัด; 255
42. สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา. **สาระน่ารู้จากคลินิกการกีฬา ตอนการบาดเจ็บของข้อเท้า**. กรุงเทพมหานคร, 2560
43. Shumway-Cook A and Woollacott MH. Motor Control: Theory and Practical Applications. **Philadelphia**: Lippincott Williams and Wilkins; 2001.
44. กริชเพชร นนทโคตร. (2549). **ผลการฝึกชิกงที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการทรง ตัวของผู้สูงอายุ**. ปริญญานิพนธ์ วท.ม (วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

45. เอกวิทย์ แสวงผล.(2535). **ผลของการฝึกยกน้ำหนักแบบวงจรที่มีต่อความคล่องแคล่วว่องไว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความอดทนของกล้ามเนื้อ**. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
46. วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร; อารี ปรมัตถากร. (2539). **วิทยาศาสตร์การกีฬา**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
47. บรรลุ ศิริพานิช. (2541). **หลักการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน.
48. Overstall PW, Exton-Smith AN, Imms FJ & Johnson AL. Falls in elderly related to postural imbalance. **BMJ**; 1977; 1: 261-4.
49. น้อมจิตต์ นวลเนตร์. (2543). **การทรงตัวในผู้สูงอายุ**. หน้า 46-47. ใน สุทธิชัย จิตะพันธ์, บรรณาธิการ. วารสารวิชาการของสมาคมพฤฒาวิทยาและเวชศาสตร์ผู้สูงอายุไทย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
50. Suputtitada A. Fall in Elderly: Biomedical Approach [Online] 2010 [cited 2010 Feb 11]. **Available** from: http://agingmdchulaacth/presentation/s9-2pdf.
51. พงษ์บุรินทร์ ณ เชียงใหม่. **Outcome of balance and agility training in 60-70 years elders using basic rhythmic gymnastics program in water**. [การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา]. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2551
52. Anianson A, Hedberg M, Henning G, et al. Muscle morphology, enzymatic activity and muscle strength in elderly men; a follow up study. **Muscle Nerve** 1986; 9: 585- 91.
53. Cattaani, Scaglioni, et al. The involvement of ankle muscles in maintaining balance in the upright posture is higher in elderly fallers; ScienceDirect. **Experimental Gerontology** 77 (2016): 38-45
54. Mirjam, et al. Identification of elderly fallers by muscle strength measures; Original article. **Eur J Appl Physiol** (2008) 102: 585–592
55. Sukwida , et al. Lower-extremity muscle strength using hand-held dynamometer In Thai dwelling community elderly people; **Department of Physical Therapy**: 2015.
56. Amy D, Claire E, et all. Design and Reliability of a Novel Heel Rise Test Measuring Device for Plantarflexion Endurance; **BioMed Research International**: 2014

57. วิไลวรรณ ทองเจิญ. (2554). **ศาสตร์และศิลป์การพยาบาลผู้สูงอายุ**. คณะพยาบาลศาสตร์,มหาวิทยาลัยมหิดล
58. สุทธิชัย จิตะพันธุ์กล. **หลักสำคัญของเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2544.
59. น้อมจิตต์ นวลเนตร์. **การทรงตัวในผู้สูงอายุ**. วารสารพฤฒาวิทยาและเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. 2543; 1(3): 46-50.
60. ศิริพร พรพุทธษา. **ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมในการป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ**. (วิทยานิพนธ์). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2542
61. นงนุช วรไธสง. **ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการหกล้มในผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงที่อาศัยอยู่ในชุมชน. (วิทยานิพนธ์)**. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2551.
62. นารีรัตน์ จิตรมนตรี, นิตยา ภาสุนันท์, จันทนา รณฤทธิวิชัย. **การศึกษาสภาพแวดล้อมในบ้านที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุหกล้มของผู้สูงอายุ**. วารสารพยาบาลศาสตร์. 2541; 16(3): 34-45.
63. เพ็ญศรี เลาสวัสดิชัยกุล, ยุพาพิน ศิรโพธิงาม, พรรณวดี พุธวัฒนะ. **ปัจจัยเกี่ยวข้อง และผลจากการหกล้มในผู้สูงอายุ**. วารสารพฤฒาวิทยาและเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. 2543; 1(2): 16-20.
64. Sato S., Demura S., Tanaka K., Kasuka K., & Kobayashi H. (2001). ADL ability characteristics of partially dependent older people: Gender and age differences in ADL ability. **Environmental Health and Medicine**, 6, 92-96.
65. Ranberg K.A., Christensen K., Jeune B., Skytte A., Vasegaard L., & Vaupel J.W. (1999). Declining physical abilities with age: a cross-sectional study of older twins and centenarians in Denmark. **Age and Ageing**, 28, 373-77.
66. Chanda., SiriratEffect., Rojanee., Effect of Hatha Yoga Exercise on Physical Fitness Among Older Persons; **Nursing Journal Volume**: 2016.
67. Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E, Brumagne S. Study of differences in peripheral muscle strength of lean versus obese women: an allometric approach. **Int J ObesRelatMetab Disord**. 2001; 25: 676-81

68. Nobuyuki M, Motohiko M, et all. Relationship between muscle strength and anthropometric, body composition parameters in Japanese adolescents; **Copyrigth**. 2012.
69. Spink MJ, Fotoohabadi MR, Wee E, Hill KD, Lord SR, Menz HB. Foot and ankle strength, range of motion, posture, and deformity are associated with balance and functional ability in older adults. **Arch Phys Med Rehabil**. 2011; 92: 68e75

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบคัดกรองอาสาสมัคร

แบบสอบถามการเข้าร่วมการศึกษา

ชื่อ ____________________ สกุล ____________________

เพศ ____________________ อายุ ____________________

ID : ____________________ โทรศัพท์ ____________________

โรคประจำตัว ____

ประวัติการบาดเจ็บ ____

ท่านยินดีที่จะเข้าร่วมการศึกษาครั้งนี้

☐ ยินดี ☐ ไม่ยินดี

เวลาที่สะดวกในการเข้าร่วมการศึกษา ____________________

มหาวิทยาลัยพะเยา UNIVERSITY OF PHAYAO

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกข้อมูลอาสาสมัคร

แบบบันทึกข้อมูลอาสาสมัคร

เลขประจำตัวอาสาสมัคร____________________

วันที่____________________

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง อายุ__________________ปี

ที่อยู่____

โทรศัพท์____

โรคประจำตัว____

ประวัติการบาดเจ็บ____

ประวัติการใช้ยาและการดื่มเครื่องดื่ม____________________________________

ขาข้างที่ถนัด

- คุณเตะบอลข้าง ☐ ขวา ☐ ซ้าย
- ขาข้างที่ก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง ☐ ขวา ☐ ซ้าย
- ขาข้างที่ก้าวขึ้นบันไดก่อน ☐ ขวา ☐ ซ้าย

ข้อมูลสัดส่วนร่างกาย

ความดันโลหิต ____________ มิลลิลิตรปรอท ชีพจร________________ครั้ง/นาที

น้ำหนักตัว ___________________ กิโลกรัม ส่วนสูง_______________เซนติเมตร

BMI _______________________

ความยาวต้นขา ______________ เซนติเมตร ความยาวปลายขา_______เซนติเมตร

ความยาวขา ________________ เซนติเมตร

เส้นรอบวงน่อง _______________ เซนติเมตร

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบ Maximum voluntary contraction (MVC)

Muscle	1	2	3	Max
Ankle plantarflexor				

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบ Single leg standing test (SLS)

Test	1	2	3	Mean
Eyes open SLS				
Eyes closed SLS				

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบ Functional reach test (FRT)

Direction	1	2	3	Max
Anterior				
Lateral				

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบ Standing heel rise test

Test	1	2	Mean
Number of complete in 30 s.			
Time to complete in 5 times			

ภาคผนวก ค

หนังสือยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

University of Phayao Human Ethics Committee	**หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย** **สำหรับอาสาสมัครอายุมากกว่า 20 ปีขึ้นไป** **(Informed Consent Form)**

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสมการทำนายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้า จากการทดสอบยืนเขย่งปลายเท้าในผู้สูงอายุ

วันให้คำยินยอม วันที่.............เดือน...........................พ.ศ...

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว..

ที่อยู่...

ได้อ่านรายละเอียดจากเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยวิจัยที่แนบมาฉบับวันที่....... และข้าพเจ้ายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยโดยสมัครใจ

ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยที่ข้าพเจ้าได้ลงนาม และ วันที่ พร้อมด้วยเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ทั้งนี้ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมให้ทำการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ระยะเวลาของการทำวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย หรือจากยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัย และแนวทางรักษาโดยวิธีอื่นอย่างละเอียด ข้าพเจ้ามีเวลาและโอกาสเพียงพอในการซักถามข้อสงสัยจนมีความเข้าใจอย่างดีแล้ว โดยผู้วิจัยได้ตอบคำถามต่าง ๆ ด้วยความเต็มใจไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้ารับทราบจากผู้วิจัยว่าหากเกิดอันตรายใด ๆ จากการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาพยาบาลโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (และระบุด้วยว่าจะได้รับการชดเชยจากผู้สนับสนุนการวิจัยหรือไม่..)

ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกเข้าร่วมในโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องแจ้งเหตุผล และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลต่อการรักษาโรคหรือสิทธิอื่น ๆ ที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้เฉพาะเมื่อได้รับการยินยอมจากข้าพเจ้าเท่านั้น บุคคลอื่นในนามของบริษัทผู้สนับสนุนการวิจัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาอาจได้รับอนุญาตให้เข้ามาตรวจและประมวลข้อมูลของข้าพเจ้า ทั้งนี้จะต้องกระทำไปเพื่อวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเท่านั้น โดยการตกลงที่จะเข้าร่วมการศึกษานี้ข้าพเจ้าได้ให้คำยินยอมที่จะให้มีการตรวจสอบข้อมูลประวัติทางการแพทย์ของข้าพเจ้าได้

ผู้วิจัยรับรองว่าจะไม่มีการเก็บข้อมูลใด ๆ เพิ่มเติม หลังจากที่ข้าพเจ้าขอยกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยและต้องการให้ทำลายเอกสารและ/หรือ ตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบทั้งหมดที่สามารถสืบค้นถึงตัวข้าพเจ้าได้

ข้าพเจ้าเข้าใจว่า ข้าพเจ้ามีสิทธิ์ที่จะตรวจสอบหรือแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าและสามารถยกเลิกการให้สิทธิในการใช้ข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าได้ โดยต้องแจ้งให้ผู้วิจัยรับทราบ

ข้าพเจ้าได้ตระหนักว่าข้อมูลในการวิจัยรวมถึงข้อมูลทางการแพทย์ของข้าพเจ้าที่ไม่มีการเปิดเผยชื่อ จะผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกและในคอมพิวเตอร์ การตรวจสอบ การวิเคราะห์ และการรายงานข้อมูลเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการ รวมทั้งการใช้ข้อมูลทางการแพทย์ในอนาคตหรือการวิจัยทางด้านเภสัชภัณฑ์ เท่านั้น

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นและมีความเข้าใจดีทุกประการแล้ว ยินดีเข้าร่วมในการวิจัยด้วยความเต็มใจ จึงได้ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมนี้

....ลงนามผู้ให้ความยินยอม

(..) ชื่อผู้ยินยอมตัวบรรจง

วันที่ ....เดือน...................................พ.ศ............................

ข้าพเจ้า ☐ ยินยอม

☐ ไม่ยินยอม

....ลงนามผู้ให้ความยินยอม

(..) ชื่อผู้ยินยอมตัวบรรจง

วันที่ ....เดือน...................................พ.ศ............................

ข้าพเจ้าได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการไม่พึงประสงค์หรือความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด ให้ผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยตามนามข้างต้นได้ทราบและมีความเข้าใจดีแล้ว พร้อมลงนามลงในเอกสารแสดงความยินยอมด้วยความเต็มใจ

....ลงนามผู้ทำวิจัย

(..) ชื่อผู้ทำวิจัย ตัวบรรจง

วันที่ ....เดือน....................................พ.ศ.............................

....ลงนามพยาน

(..) ชื่อพยาน ตัวบรรจง

วันที่ ....เดือน....................................พ.ศ.............................

หมายเหตุ

ในกรณีที่อาสาสมัครไม่สามารถอ่านหนังสือ/ลงลายมือชื่อได้ให้ใช้การประทับลายมือแทนดังนี้ :

ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหนังสือได้ แต่ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในแบบคำยินยอมนี้ให้แก่ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดี ข้าพเจ้าจึงประทับตราลายนิ้วมือขวาของข้าพเจ้าในแบบคำยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลายมือชื่อผู้อธิบาย..

(...)

พยาน..(ไม่ใช่ผู้อธิบาย)

(....................................)

ประทับลายนิ้วมือขวา