ความสามารถในการวัดซ้ำของเครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีในผู้ใหญ่ตอนต้น

Test–Retest Reliability of a modified instrument for 2 Minute Step Test in Young Adults

โดย

กุลปรียา สุขสวัสดิ์

ณัฏฐณิชา จันต๊ะดุก

น้ำฝน วงค์แก้ว

ภาคนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญากายภาพบำบัดบัณฑิต

คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ปีการศึกษา 2566

ภาคนิพนธ์ เรื่อง

ความสามารถในการวัดซ้ำของเครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีในผู้ใหญ่ตอนต้น

Test-Retest Reliability of a Modified Instrument for 2 Minute Step Test In Young Adults

นำเสนอต่อ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

เพื่อประกอบการศึกษา

ระดับปริญญากายภาพบำบัดบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 28 เดือน กันยายน พ.ศ. 2566

กุลปริยา สุขสวัสดิ์ .....

(นางสาวกุลปริยา สุขสวัสดิ์)

นิสิต

..... อรุณรัตน์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรุณรัตน์ ศรีทะวงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ณัฏฐณิชา จันต๊ะดุก .....

(นางสาวณัฏฐณิชา จันต๊ะดุก)

นิสิต

.....

(ดร. บรรเทิง ยานะ)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

น้ำฝน วงค์แก้ว .....

(นางสาวน้ำฝน วงค์แก้ว)

นิสิต

คณะกรรมการสอบภาคนิพนธ์ได้อนุมัติให้

กุลปรียา สุขสวัสดิ์
ณัฏฐณิชา จันต๊ะดุก
น้ำฝน วงค์แก้ว

สอบผ่านในรายวิชาภาคนิพนธ์ เรื่อง

ความสามารถในการวัดซ้ำของเครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบ
ยกขาสูงสลับกันสองนาทีในผู้ใหญ่ตอนต้น
Test-retest reliability of a modified instrument
for 2 Minute Step Test in Young Adults
เมื่อ วันที่ 28 เดือน กันยายน พ.ศ. 2566

.....	.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรุณรัตน์ ศรีทะวงษ์)	(ดร. ชลธิชา แก้วจอหอ)
ประธานกรรมการ	กรรมการ
.....	.....
(ดร. ปาจรีย์ มาน้อย)	(ดร. บรรเทิง ยานะ)
กรรมการ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
.....	.....
(ดร. พนิดา หาญพิทักษ์พงศ์)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พุทธิพงษ์ พลคำฮัก)
ประธานหลักสูตรกายภาพบำบัดบัณฑิต	คณบดีคณะสหเวชศาสตร์

ชีวประวัติ

ชื่อ – สกุล ภาษาไทย	นางสาวกุลปรียา สุขสวัสดิ์
ชื่อ – สกุล ภาษาอังกฤษ	Miss. Kulpreya Suksawat
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 8 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2544
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงใหม่
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	399/21 หมู่ 12 ต.ป่าแดด อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100
	E-mail: 63130058@up.ac.th
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2559
	โรงเรียนเรยีนาเชลีวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่
	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2562
	โรงเรียนเรยีนาเชลีวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่
	ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด)
	คณะสหเวชศาสตร์
	มหาวิทยาลัยพะเยา
	จังหวัดพะเยา

ชีวประวัติ

ชื่อ – สกุล ภาษาไทย	นางสาวณัฏฐณิชา จันต๊ะดุก
ชื่อ – สกุล ภาษาอังกฤษ	Miss. Natthanicha Chantaduk
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 3 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงใหม่
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	306/4 หมู่ 9 ต.หารแก้ว อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230
	E-mail: 63130126@up.ac.th
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2559
	โรงเรียนหางดงรัฐราษฎร์อุปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่
	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2562
	โรงเรียนหางดงรัฐราษฎร์อุปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่
	ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด)
	คณะสหเวชศาสตร์
	มหาวิทยาลัยพะเยา
	จังหวัดพะเยา

ชีวประวัติ

ชื่อ – สกุล ภาษาไทย	นางสาวน้ำฝน วงค์แก้ว
ชื่อ – สกุล ภาษาอังกฤษ	Miss. Namfon wongkeaw
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2545
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงราย
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	277 หมู่ 9 ต.สันกลาง อ.พาน จ.เชียงราย 57120
	E-mail: 63130227@up.ac.th
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2559
	โรงเรียนศิริมาตย์เทวี จังหวัดเชียงราย
	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2562
	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา
	ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด)
	คณะสหเวชศาสตร์
	มหาวิทยาลัยพะเยา
	จังหวัดพะเยา

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรุณรัตน์ ศรีทะวงษ์และ ดร. บรรเทิง ยานะ ที่อนุเคราะห์ให้คำแนะนำและร่วมออกแบบพัฒนาอุปกรณ์ StepUP Version 2 และเขียนโปรแกรมพร้อมให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดจนดูแลเป็นอย่างดีจนทำให้ภาคนิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมถึง อาจารย์ ดร. กภ.ปาจรีย์ มาน้อย และอาจารย์ ดร. กภ.ชลธิชา แก้วจอหอ คณะกรรมการสอบภาคนิพนธ์ คณาจารย์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยพะเยาทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการทำภาคนิพนธ์ ขอบพระคุณอาสาสมัครที่ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลครั้งนี้จนการศึกษาสำเร็จไปได้ด้วยดี จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

กุลปรียา สุขสวัสดิ์
ณัฏฐณิชา จันต๊ะดุก
น้ำฝน วงค์แก้ว
28 กันยายน 2566

คำรับรอง

ข้าพเจ้า นางสาวกุลปรียา สุขสวัสดิ์ นางสาวณัฏฐณิชา จันต๊ะดุก และนางสาวน้ำฝน วงค์แก้ว นิสิตสาขาวิชากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 4 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ขอรับรองว่า ภาคนิพนธ์เรื่อง ความสามารถในการวัดซ้ำของเครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีในผู้ใหญ่ตอนต้น (Test–retest reliability of a modified instrument for 2 Minute Step Test in Young Adults) เป็นผลการศึกษาซึ่งเกิดจากการศึกษาจริงโดยมิได้คัดลอกหรือดัดแปลงมาจากผลการศึกษาของผู้อื่นที่เคยศึกษาก่อนหน้านี้แต่อย่างใด

กุลปรียา สุขสวัสดิ์
ณัฏฐณิชา จันต๊ะดุก
น้ำฝน วงค์แก้ว
28 กันยายน 2566

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
คำรับรอง	ii
สารบัญ	iii
สารบัญรูป	v
สารบัญตาราง	vi
สารบัญคำย่อ	vii
บทคัดย่อภาษาไทย	viii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ix
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	2
สมมติฐาน	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	4
ความหมายของสมรรถภาพทางกาย	4
ความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด	5
การทดสอบค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด	7
การทดสอบภาคสนาม	9
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา	15
ขอบเขตการวิจัย	15
รูปแบบการวิจัย	15
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	15
วัสดุและอุปกรณ์	16
ขั้นตอนการศึกษา	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ขั้นตอนการเตรียมงาน	19
ขั้นตอนการเก็บข้อมูล	20
การวิเคราะห์ข้อมูล	25
บทที่ 4 ผลการศึกษา	26
ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร	26
การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำระหว่างวันในการประเมินยกขาสูงสองนาที	27
การวิเคราะห์ความสอดคล้องของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และ Pedometer	32
การวิเคราะห์ความสอดคล้องของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และ เครื่องนับจำนวน	32
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการศึกษา	33
สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา	33
อภิปรายผลการวิจัย	33
สรุปผลการศึกษา	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	41
ภาคผนวก ข	44
ภาคผนวก ค	46
ภาคผนวก ง	48

สารบัญรูป

รูป		หน้า
รูปที่ 1	แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างระยะเวลาในการออกกำลังกายกับค่าปริมาณการใช้ออกซิเจน	6
รูปที่ 2	เลเซอร์ M12	17
รูปที่ 3	บอร์ด FT232	17
รูปที่ 4	อุปกรณ์ยกขาสูงสลับ 2 นาที ด้วยระบบเลเซอร์ (StepUP)	18
รูปที่ 5	หน้าจอแสดงผลอุปกรณ์ยกขาสูงสลับสองนาทีด้วยระบบเลเซอร์ (StepUP)	19
รูปที่ 6	คลำปุ่มกระดูกโดยคลำบริเวณ (Anterior superior iliac spine; ASIS)	21
รูปที่ 7	การปรับระดับความสูงในการยกขาสูง	21
รูปที่ 8	ท่าเริ่มต้นของการทดสอบ	22
รูปที่ 9	ท่ายกขาสูงสลับกัน	22
แผนภาพที่ 1	ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการทดสอบยกขาสูงสองนาที	24
รูปที่ 10	กราฟ Bland Altman plots แสดงความแตกต่างในการวัดซ้ำการยกขาสูงสองนาทีโดยอุปกรณ์ StepUP	29
รูปที่ 11	กราฟ Bland Altman plots แสดงความแตกต่างในการวัดซ้ำการยกขาสูงสองนาทีโดย Pedometer	29
รูปที่ 12	กราฟ Bland Altman plots แสดงความแตกต่างในการวัดซ้ำการยกขาสูงสองนาทีโดยเครื่องนับจำนวน	30
รูปที่ 13	กราฟ Bland Altman plots แสดงความแตกต่างในการยกขาสูงสองนาทีโดยอุปกรณ์ StepUP และ Pedometer	31
รูปที่ 14	กราฟ Bland Altman plots แสดงความแตกต่างในการยกขาสูงสองนาทีโดยอุปกรณ์ StepUP และ เครื่องนับจำนวน	31

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 1	ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร	26
ตารางที่ 2	จำนวนครั้งของการยกขาสูงสลับกันสองนาที จากการทดสอบทั้ง 3 วิธีทดสอบ	27
ตารางที่ 3	การทดสอบซ้ำ (test–retest reliability) ของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาที	27

สารบัญคำย่อ

VO_{2max}	=	Maximal oxygen uptake
2MST	=	Two minute step test
6MWT	=	Six minute walk test
CPET	=	cardiopulmonary exercise testing
FTSST	=	Five time sit to stand
TUG	=	Time up and go test
PAD	=	Peripheral artery disease
WOMAC	=	The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index
ASIS	=	Anterior superior iliac spine
PCTS	=	Pain Related Catastrophizing Thoughts Scale
NPS	=	Numerical Pain Scale
RPE	=	Borg Rating of Perceived Exertion scale
ROF	=	Rating of Fatigue
SD	=	Standard deviation
ICC	=	Intraclass correlation
95% CI	=	95% Confidence interval
SEM	=	Standard error of measurement
MDC	=	Minimal detectable change

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: การทดสอบยกขาสูงสลับกัน 2 นาที (Two minute step test; 2MST) เป็นการประเมินสมรรถภาพการทำงานของระบบหัวใจและปอดสำหรับผู้สูงอายุ โดยนับจำนวนครั้งในการยกขาสูงในเวลา 2 นาที ด้วยเครื่องนับจำนวน โดยวิธีแบบดั้งเดิมนั้นอาจไม่สะดวก เนื่องจากความแม่นยำในการนับจำนวน ดังนั้นเครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาที (StepUP Version 2) จึงถูกประดิษฐ์ขึ้น **วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาความสามารถในการวัดซ้ำของเครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาที (StepUP Version 2) เครื่องนับจำนวน และ อุปกรณ์ Pedometer ในผู้ใหญ่ตอนต้น และเพื่อศึกษาความสอดคล้องของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และเครื่องนับจำนวน และโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และอุปกรณ์ Pedometer **วิธีการศึกษา:** อาสาสมัครจำนวน 51 ราย อายุระหว่าง 18–25 ปี เข้ารับการทดสอบ 2MST ทำการประเมิน 2 วัน มีช่วงพักห่างกัน 7 วัน แต่ละวันทำการทดสอบ 2 ครั้ง บันทึกจำนวนครั้งของการยกขาสูงสลับกัน โดยใช้อุปกรณ์ StepUP, Pedometer และเครื่องนับจำนวน วิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ The intraclass correlation coefficients (ICC3,2) **ผลการศึกษา:** อุปกรณ์ StepUP ($2MST_{StepUP}$) และเครื่องนับจำนวน ($2MST_{standard}$) มีความเที่ยงอยู่ในระดับดีของการวัดซ้ำระหว่างวันในการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาที (ICCs = 0.864) และ (ICCs = 0.848) ตามลำดับ พบค่าชี้วัดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเท่ากับ 11.90 ครั้ง และ 13.11 ครั้ง ตามลำดับ ขณะที่ความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำระหว่างวันในการประเมินยกขาสูงสองนาที ของอุปกรณ์ pedometer ($2MST_{pedometer}$) ได้ค่า (ICCs = 0.712) ค่าชี้วัดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเท่ากับ 20.11 ครั้ง **สรุปผล:** อุปกรณ์ StepUP เป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการวัดซ้ำระหว่างวันของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีในผู้ใหญ่ตอนต้น

คำสำคัญ: ความสามารถในการวัดซ้ำ ทดสอบยกขาสูงสองนาที ระบบเลเซอร์

Abstract

Background: The Two-Minute Step Test (2MST) serves as an evaluation of the cardiorespiratory system's performance, especially for the elderly, by counting the number of high leg lifts within a two-minute timeframe. The conventional method, however, faces challenges due to its low counting accuracy, necessitating the design of a modified instrument (StepUP version 2) to improve reliability. **Objective:** The aim of this study was to assess the test-retest reliability of the Two-Minute Step Test using the modified StepUP Version 2 instrument ($2MST_{StepUP}$), the handheld tally counter ($2MST_{standard}$) and the pedometer ($2MST_{pedometer}$) in young adults. To study the consistency of $2MST_{StepUP}$ with $2MST_{pedometer}$ and consistency of $2MST_{StepUP}$ with $2MST_{standard}$. **Methods:** A total of fifty-one volunteers, aged between 18 and 25 years, participated in the 2MST on two separate days, with a 7-day interval between test and retest. Each test was performed twice in a day, recording the number of alternating leg raises using the StepUP device, a pedometer, and a handheld tally counter. Data were subjected to analysis using the intraclass correlation coefficients statistic. **Results:** The StepUP device ($2MST_{StepUP}$) and the handheld tally counter ($2MST_{standard}$) both demonstrated good reliability during the day for test-retest in the 2MST with ICCs of 0.864 and 0.848 respectively. The minimal detectable changes for the $2MST_{StepUP}$ and $2MST_{standard}$ were found to be 11.90 steps and 13.11 steps, respectively. In contrast, the pedometer ($2MST_{pedometer}$) exhibited a lower reliability, with an ICC of 0.712, and a minimal detectable change of 20.11 steps. **Conclusions:** The StepUP device proves to be a reliable instrument for the test-retest of the 2MST in young adults during the day.

Keywords: Test-retest reliability, Two-Minute Step Test, Laser system

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายหรือการฟื้นฟูหัวใจร่วมปอด เพื่อเพิ่มความทนทานในการออกกำลังกายและคุณภาพชีวิต ซึ่งการกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายนั้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากการทดสอบสมรรถภาพด้วยการออกกำลังกาย (Exercise testing) ก่อนเริ่มฝึกและติดตามความก้าวหน้า เพื่อประเมินประสิทธิผลโปรแกรม ดังนั้นการทดสอบสมรรถภาพด้วยการออกกำลังกายจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งก่อนเริ่มออกกำลังกาย [1] การทดสอบสมรรถภาพการทำงานของระบบหัวใจและปอดขณะออกกำลังกาย (Cardiopulmonary exercise testing: CPET) ด้วยวิเคราะห์ก๊าซขณะออกกำลังกาย ตามมาตรฐานจะต้องทดสอบในห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาลใหญ่ ๆ หรือห้องวิจัย และใช้เครื่องมือราคาแพง เช่น ปั่นจักรยานวัดงาน วิ่งบนลู่วิ่ง เป็นต้น ปัจจุบันการทดสอบสมรรถภาพการทำกิจกรรมด้วยการออกกำลังกายมีหลายรูปแบบ เช่น การทดสอบมาตรฐานด้วยการเดิน 6 นาที (6 Minute walk test; 6MWT) การทดสอบก้าวขึ้นลง (Step test) การทดสอบแบบเพิ่มความเร็วการเดินตามกำหนด (Incremental shuttle walk test) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การทดสอบสมรรถภาพการทำกิจกรรมด้วยการออกกำลังกายด้วยรูปแบบดังกล่าวต้องการพื้นที่ในการทดสอบมาก ใช้เวลานาน เป็นต้น [2]

การทดสอบสมรรถภาพการทำกิจกรรมด้วย การทดสอบยกขาสูง 2 นาที (Two minute step test; 2MST) เป็นการทดสอบโดยให้ผู้ถูกทดสอบยืนยกขาสูงที่สุดเท่าที่สามารถทำได้อยู่กับที่แล้วนับจำนวนการยกขาสูงที่ทำได้ใน 2 นาที จากการศึกษาพบว่ามีค่าความเที่ยงและความน่าเชื่อถือด้านการวัดซ้ำอยู่ระดับสูง [3] การทดสอบ 2MST ถูกนำไปใช้ในกลุ่มประชากรหลากหลาย ได้แก่ ผู้สูงอายุที่มีภาวะหัวใจล้มเหลว ผู้ที่มีน้ำหนักเกิน ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดเรื้อรัง ผู้สูงอายุที่มีความดันโลหิตสูง และผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน เป็นต้น [4] พบว่าจำนวนยกขาสูงใน 2 นาทีจากการทดสอบ 2MST มีความสัมพันธ์เชิงบวกระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที จากการทดสอบ 6MWT [5] และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับระยะเวลาที่ได้จากการทดสอบ Five time sit to stand (FTSST) และการทดสอบ Time up and go test (TUG) [6] รวมทั้งพบความสัมพันธ์เชิงบวกกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนครั้งการยกขาที่มากของการทดสอบ 2MST มีความสัมพันธ์กับ Peak oxygen consumption (r=0.33) [7] อย่างไรนั้น การทดสอบ 2MST มีข้อจำกัด เช่น การวัดเป้าหมายยกขาสูง ความคลาดเคลื่อน

การนับจำนวนครั้งยกขาสูง การยกขาให้ได้ตามความสูงที่กำหนดไว้ ความผิดพลาดหรืออคติของผู้ทดสอบ ซึ่งทำให้ข้อมูลอาจเกิดการผิดพลาดในการแปลผลได้ง่าย

ในปี พ.ศ. 2565 ที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับทดสอบ 2MST ด้วยเลเซอร์ต้นแบบ (อุปกรณ์ Step UP Version 1) พบว่า ความน่าเชื่อถือของการประเมินซ้ำการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีด้วยอุปกรณ์ Step UP Version 1 อยู่ในระดับสูงมาก (ICC 0.91 – 0.95) พบค่าชี้วัดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดของการประเมินทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีเท่ากับ 5.68 – 7.62 ครั้ง [8] แต่ทำการทดสอบในผู้ใหญ่ตอนต้นจำนวน 10 คนเท่านั้น ดังนั้นเพื่อยืนยันคุณสมบัติของอุปกรณ์ “Step UP” เพื่อทดสอบความทนทานของหัวใจและปอดที่สามารถนำไปใช้ในทางคลินิกได้จริง ทางคณะผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาที (StepUP Version 2) ให้มีความคงทนของอุปกรณ์มากขึ้น แต่ยังขาดการทดสอบในคนปกติก่อนนำไปใช้กับผู้ป่วยกลุ่มต่าง ๆ การพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ ในทางการแพทย์ควรทำการทดสอบในอาสาสมัครคนปกติก่อนนำไปใช้กับอาสาสมัครที่มีพยาธิสภาพต่าง ๆ เพื่อพิจารณาความปลอดภัยและการปรับปรุงระบบ การศึกษานี้จึงสนใจทดสอบความสามารถในการวัดซ้ำในการประเมินการยกขาสูงสลับกันสองนาที โดยอุปกรณ์ StepUP Version2 ในผู้ใหญ่ตอนต้น รวมถึงหาค่าชี้วัดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด (Minimal detectable change)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการวัดซ้ำในการประเมินยกขาสูงสลับกันสองนาทีในผู้ใหญ่ตอนต้นโดยใช้เครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาที (StepUP Version 2)
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการวัดซ้ำในการประเมินยกขาสูงสลับกันสองนาทีในผู้ใหญ่ตอนต้นโดยใช้เครื่องนับจำนวนและอุปกรณ์ Pedometer
3. เพื่อศึกษาความสอดคล้องของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และอุปกรณ์ Pedometer
4. เพื่อศึกษาความสอดคล้องของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และ เครื่องนับจำนวน

สมมติฐาน

1. การทดสอบการยกขาสูงสลับกันสองนาทีด้วยอุปกรณ์ StepUP Version 2 มีความสามารถในการวัดซ้ำระหว่างวันอยู่ในระดับดีเท่ากับหรือสูงกว่าการทดสอบยกขาสูงสองนาทีด้วยวิธีมาตรฐาน

2. การทดสอบการยกขาสูงสลับกันสองนาทีด้วยเครื่องนับจำนวนและอุปกรณ์ Pedometer มีความสามารถในการวัดซ้ำระหว่างวันอยู่ในระดับดีเท่ากับหรือสูงกว่าการทดสอบยกขาสูงสองนาทีด้วยวิธีมาตรฐาน

3. การทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และอุปกรณ์ Pedometer มีความสอดคล้องในระดับดีเท่ากับหรือสูงกว่า

4. การทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และ เครื่องนับจำนวน มีความสอดคล้องในระดับดีเท่ากับหรือสูงกว่า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาที (StepUP Version 2) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถของการวัดซ้ำระหว่างวันในการประเมินยกขาสูงสลับกันสองนาทีในผู้ใหญ่ตอนต้น

2. เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอนาคตต่อไป

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

1. สมรรถภาพทางกาย

1.1 ความหมายของสมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ลักษณะของสภาพร่างกายที่มีความสมบูรณ์แข็งแรง หรือความพร้อมทางด้านร่างกายและจิตใจของบุคคลที่จะสามารถปฏิบัติกิจกรรมใด ๆ ได้อย่างอดทน ต่อเนื่องเป็นเวลานาน โดยไม่เกิดความเหน็ดเหนื่อย เมื่อยล้า อ่อนเพลีย และสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ระดับความฟิตหรือความสมบูรณ์ตัดสินได้จากความพร้อมของกล้ามเนื้อ และอวัยวะในร่างกายของคนเรา แต่อย่างไรก็ตามสิ่งนี้มิได้หมายความว่าร่างกายมีความแข็งแรง ทนทาน กล้ามเนื้อและระบบต่าง ๆ ของร่างกายมีการทำงานประสานกันเป็นอย่างดีเท่านั้น แต่ยังรวมถึงร่างกายต้องมีสุขภาพดี สามารถปฏิบัติงานได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หรือกิจกรรมที่ต้องทำในกรณีฉุกเฉินได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกครั้ง อีกทั้งผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายดีหรือมีร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์อย่างแท้จริงนั้นจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้ ร่างกายมีพลังแอโรบิค (Aerobic Power) คือ ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Local Muscle Endurance) กล้ามเนื้อแข็งแรง (Muscular Strength) คล่องแคล่วว่องไว (Agility) มีความอ่อนตัว (Flexibility) และองค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition) สามารถฟื้นตัวสู่สภาพปกติได้ในเวลาอันรวดเร็ว สามารถสงวนกำลังหรือพลังความแข็งแรงเพียงพอไว้ใช้ในยามฉุกเฉิน [9]

จากความหมายของสมรรถภาพทางกาย ที่กล่าวมาจะเห็นสมรรถภาพทางกายเป็นปัจจัยสำคัญที่จะบ่งบอกถึงการมีสุขภาพที่สมบูรณ์ เพราะสมรรถภาพทางกายหมายถึง สมรรถภาพทางการทำงานของหัวใจทั้งระบบหายใจ และระบบไหลเวียนโลหิตตลอดจนความสามารถของร่างกายของบุคคล ในการควบคุมสั่งการให้ร่างกายปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน การออกกำลังกาย หรือการเล่นกีฬาได้ดีด้วยความกระฉับกระเฉง มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับปริมาณงาน เวลา โดยก่อให้เกิดความเหน็ดเหนื่อยช้า หายเหนื่อยหรือฟื้นตัวกลับคืนสู่สภาพปกติได้เร็ว ไม่ก่อให้เกิดความทุกข์ทรมานต่อร่างกาย อีกทั้งไม่มีปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพอันเนื่องมาจากการขาดการออกกำลังกาย [10]

1.2 องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่สำคัญ มีดังนี้

1.2.1 ความรวดเร็ว (Speed) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงาน เพื่อให้บางส่วนหรือทั้งหมดของร่างกาย เคลื่อนไปสู่เป้าหมายโดยใช้เวลาสั้นที่สุด

1.2.2 ความสมดุล (Balance) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมท่าทางของร่างกายให้อยู่ในลักษณะที่ต้องการได้ไม่ว่าจะอยู่ในขณะเคลื่อนที่หรืออยู่กับที่

1.2.3 ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึง ความอ่อนตัว หมายถึง ความสามารถในการเหยียดและหดตัวของกล้ามเนื้อ เอ็น ข้อต่อ ในปริมาณมุมที่มากกว่าปกติ

1.2.4 ความแข็งแรง (Strength) หมายถึง ความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อต่อต้านแรงที่มากระทำ

1.2.5 พลังกล้ามเนื้อ (Power) หมายถึง ความสามารถในการทำงานอย่างทันทีทันใดของกล้ามเนื้อด้วยความพยายามสูงสุด

1.2.6 ความว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางและตำแหน่งร่างกายในขณะที่กำลังเคลื่อนไหวโดยใช้ความเร็วได้อย่างเต็มที่

1.2.7 ความสัมพันธ์ของประสาทและกล้ามเนื้อ (Coordination) หมายถึง การควบคุมให้ร่างกายทำงานตอบสนองการสั่งงานของระบบประสาทอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2.8 ความอดทน (Endurance) หมายถึง ความสามารถในการกระทำกิจกรรมซ้ำกันนาน ๆ ของกล้ามเนื้อโดยเกิดความเมื่อยล้าและเหนื่อยช้า โดยปกติประกอบด้วย ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance) ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด (Cardiovascular Endurance)

1.2.9 ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด (Cardiovascular Endurance) หมายถึงความสามารถของหัวใจ หลอดเลือด เม็ดเลือด และระบบหายใจ ที่จะนำออกซิเจนไปเลี้ยงกล้ามเนื้อรวมถึงความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะใช้ออกซิเจนอย่างมีประสิทธิภาพ ความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของสุขภาพที่แข็งแรง เนื่องจากมีคุณค่าอย่างมากในการป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด ความดันโลหิตสูง ความอ้วน ความเครียด และยังมีความสำคัญในชีวิตประจำวัน เช่น การเล่นและกิจกรรมทางกีฬา

1.2.10 สัดส่วนของร่างกาย (Body composition) หมายถึง ปริมาณของเนื้อเยื่อไขมันของร่างกายที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อเยื่ออื่น ๆ ในร่างกาย [11]

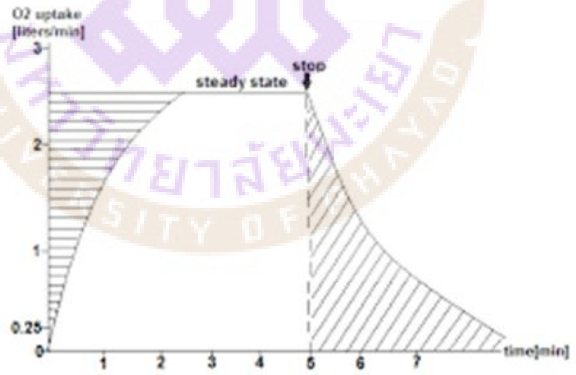
2. ความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด

4.1 ระดับความทนทานหัวใจและหลอดเลือด

สามารถอธิบายโดยใช้จำนวนสูงสุดของออกซิเจน หน่วยที่ใช้คือลิตรต่อนาที (liters per minute; L/min) หรือมิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมในหนึ่งนาที (Milliliters per kilogram per minute; ml/kg/min) ซึ่งหน่วยมิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที (ml/kg/min) เป็นหน่วยที่ใช้บ่อยที่สุด เพราะมีการพิจารณาเกี่ยวกับน้ำหนักของร่างกายด้วย เมื่อมีการเปรียบเทียบระหว่างสองค่าของการใช้ออกซิเจนสูงสุด ค่าที่มีน้ำหนักน้อยจะมีค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่าค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะมีการเปลี่ยนแปลงทุก ๆ กิโลกรัมของน้ำหนักร่างกาย เนื่องจากเนื้อเยื่อและอวัยวะทั้งหมดของร่างกายจะมีหน้าที่ในการใช้ออกซิเจน ค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด จึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงความทนทานของหัวใจ

4.2 ค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดในร่างกาย

คือ ปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถรับไปให้เซลล์ใช้ได้ต่อช่วงเวลา 1 นาทีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมในเวลาหนึ่งนาที (ml/kg/min) หรือลิตรต่อนาที(L/min) และเป็นเครื่องหมายบอกขีดความสามารถสูงสุดของมนุษย์ในการสร้างพลังงานแบบแอโรบิค จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่า Oxygen consumption หรือ Oxygen uptake จะเพิ่มขึ้นจากขณะพักอย่างรวดเร็วในระยะ 1–2 นาทีแรก ของการออกกาลังกาย หลังจากนั้นจะรักษาระดับให้คงที่ไว้ (Steady state) จนกระทั่งการออกกำลังกายได้สิ้นสุดลง Oxygen consumption จึงค่อย ๆ ลดปริมาณลงสู่ระดับที่อยู่ในขณะพัก (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างระยะเวลาในการออกกำลังกายกับค่าปริมาณการใช้ออกซิเจน

4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย

Scionolfi at al (1985) ได้กล่าวว่า การใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO2_{max}$) จะถูกส่งไปให้กล้ามเนื้อโดยขึ้นอยู่กับปริมาณของอากาศที่เข้าปอด (Ventilation) การกระจายตัวของหลอด

เลือด (Vascularization) ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจต่อ 1 นาที (Cardiac output) และการใช้ออกซิเจน (Oxygen utilization)

4.3.1 ปริมาณของอากาศที่เข้าสู่ปอด (Ventilation)

"Pulmonary ventilation" คือ การเคลื่อนที่เข้าออกอย่างเป็นจังหวะของอากาศสู่ปอด

"Minute ventilation" คือ ปริมาณของอากาศที่หายใจออกในเวลา 1 นาที (v°e) ซึ่งหาได้จากผลคูณระหว่างการหายใจเข้าออกปกติกับอัตราการหายใจ (VT x RR)

(v°e) ขณะพักผ่อนในคนทั่วไปจะมีค่าประมาณ 7.5–8 ลิตรต่อนาที ซึ่งมีออกซิเจนเพียงพอที่จะถูกลำเลียงไปกับฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเลือด การออกกาลังกายที่มีความหนักปานกลาง (v°e) มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมา

4.3.2 การใช้ออกซิเจนของเนื้อเยื่อ (Oxygen utilization)

โดยทั่วไปขณะพักผ่อนเลือด 100 มิลลิลิตร จะปล่อยออกซิเจนให้กับเนื้อเยื่อประมาณ 4.5 มิลลิลิตร แต่ขณะออกกำลังกายอัตราการปล่อยอาจเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่า ดังนั้นจึงทำให้ต้องมีการนำเอาออกซิเจนจากบรรยากาศมาทดแทนในส่วนที่เลือดได้สละให้กับเนื้อเยื่อมากขึ้น

2.3.3 ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจห้องล่างใน 1 นาที (Cardiac output)

ขณะออกกำลังกาย Cardiac output อาจเพิ่มขึ้นจาก 4 เป็น 20 ลิตรในคนทั่วไปและอาจถึง 40 ลิตร ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกเป็นอย่างดีการเพิ่มของ Cardiac output ขณะออกกำลังกายเป็นผลมาจากการเพิ่มทั้งอัตราการเต้นของหัวใจและ Stroke volume (ปริมาณของเลือดที่หัวใจห้องล่างซ้ายฉีดออกสู่ Aorta ในการบีบตัว 1 ครั้ง)

ถ้า Stroke volume สูง แสดงว่ามี Venous return สูง และมีกล้ามเนื้อที่หดตัวไล่เลือดให้กลับสู่หัวใจได้ดี

ดังนั้นคนที่มี Cardiac output สูง จึงสามารถรับเอาออกซิเจนเข้าไปได้มากกว่าผู้ที่มี Cardiac output ต่ำอาจนับได้ว่า Cardiac output เป็นสิ่งที่คอยกำหนดปริมาณ VO_{2max} สัญลักษณ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งของนักกีฬาที่มีความอดทนสูงคือการที่ Cardiac output สูงซึ่งจะทำให้มี VO_{2max} [12]

5. การทดสอบค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max})

5.1 ทดสอบโดยตรง (Direct VO_{2max}) เป็นวิธีที่ใช้วัดค่า VO_{2max} ได้ถูกต้องที่สุด แต่มีราคาแพงและไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย เนื่องจากต้องทำในห้องทดลอง การทดสอบโดยตรงมี 3 เทคนิคคือ

– Bag collection method เป็นวิธีที่จะเก็บอากาศใส่ในถุงหลังจากการหายใจภายใน 30 วินาที แล้วนำอากาศที่ได้มาวิเคราะห์ค่า VO_{2max}

– Mixing chamber เป็นวิธีการเก็บอากาศใส่ในขวดภายใน 5 วินาทีหลังจากการหายใจ แล้วนำเอาอากาศที่ได้จากขวดมาวิเคราะห์

– Breath–by–breath mode เป็นการวิเคราะห์ค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max})จากลมหายใจเข้า–ออกทันที ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์จะวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ แล้วเปลี่ยนมาแสดงผลในแบบดิจิตอลซึ่งจะแสดงในมอนิเตอร์

3.2 ทดสอบโดยอ้อม (Indirect VO_{2max}) เป็นการประเมินความสามารถในการใช้ออกซิเจนของร่างกายจากการออกกำลังกายที่สามารถทำได้ ทดสอบความสามารถในการออกกำลังกายโดยประเมินการตอบสนองของร่างกายที่มีต่อกิจกรรมการออกกำลังกายในช่วงเวลาที่กำหนด และแปลผลที่ได้เพื่อทำนายถึงความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงความแข็งแรงของแต่ละบุคคล และเป็นตัวบ่งบอกถึงสรีรวิทยาของร่างกายว่าสามารถปรับตัวให้สัมพันธ์กับความต้องการการเผาผลาญของร่างกายที่เพิ่มขึ้นได้เพียงใด ซึ่งสามารถทดสอบได้หลายวิธี เช่น

3.2.1 การออกกำลังกายด้วยการเดินบนเครื่องที่มีสายพานเลื่อน (Treadmill exercise stress test) เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสมรรถภาพของหัวใจในขณะออกกำลังกาย โดยการติดอุปกรณ์เพื่อติดตามดูการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และประเมินความสามารถของการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มอบอุ่นร่างกาย (Warm up) แล้วค่อยๆ เพิ่มความหนักมากขึ้นเรื่อย ๆ และในช่วงสุดท้ายจะค่อยๆลดระดับความหนักลง

3.2.2 วิธีวิ่ง 1.5 ไมล์ใช้การวิ่งให้ได้ระยะทาง 1.5 ไมล์ โดยแนะนำให้ทำเวลาให้ได้ดีหรือสั้นที่สุดโดยใช้ระยะทาง 400 เมตร และสามารถวิ่งไปและกลับควรอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 15 นาที ก่อนทำการทดสอบ ใช้สมการในการคำนวณหาการใช้ออกซิเจนสูงสุดสำหรับการวิ่งในระยะ1.5 ไมล์ โดยใช้สูตร VO_{2max} (ml/kg/min) = 3.5 + 483/time (min)

3.3.3 การประเมินด้วยระยะทางที่สามารถเดินบนทางราบในเวลา 6 นาที (Six–minute walk test: 6MWT] เป็นการวัดระยะทางที่สามารถเดินบนทางราบในเวลา 6 นาที เพื่อประเมินความสามารถในการใช้ออกซิเจนของร่างกายโดยวัดการตอบสนองของร่างกายที่มีต่อกิจกรรม การออกกำลังกายว่าสามารถปรับตัวให้สัมพันธ์กับความต้องการการเผาผลาญของร่างกายที่เพิ่มขึ้นได้เพียงใด

3.3.4 การประเมินด้วยการก้าวขึ้น – ลงบนกล่อง ที่มีความสูงเท่ากัน (Step test) ซึ่งเป็นการประเมินที่ใช้ระยะเวลาสั้น ๆ 3 – 5 นาที วิธีการทดสอบจะขึ้นอยู่กับผู้คิดค้น และแปลผลสามารถใช้ประเมินสมรรถภาพและหัวใจได้ดี [12]

6. การทดสอบภาคสนาม

4.1 ยืน–นั่ง บนเก้าอี้ 60 วินาที (60 Seconds chair stand)

จุดประสงค์: เพื่อประเมินความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อขา

วิธีการ: ผู้ทดสอบนั่งบริเวณตรงกลางของเก้าอี้ โดยไม่ชิดพนักพิงเพื่อให้สะดวกต่อการลุกขึ้นยืน เท้าทั้งสองข้างวางราบกับพื้นปลายเท้าชี้ตรงไปข้างหน้าตั้งฉากแนวเดียวกับลำตัว เท้าห่างกันประมาณช่วงไหล่ของผู้รับการทดสอบหลังตรง แขนทั้งสองข้างประสานบริเวณอก จากนั้นให้ผู้ทดสอบลุกจากท่านั่งไปในท่ายืน นับจำนวนครั้งในการลุก–นั่ง 1 ครั้ง ภายในเวลา 60 วินาที

อุปกรณ์: เก้าอี้ที่มีพนักพิง นาฬิกาจับเวลา

4.2 การทดสอบ 6MWT (Six minute walk test)

การทดสอบสมรรถภาพทางการด้วยการเดินให้ได้ระยะทางมากที่สุดในเวลา 6 นาทีเพื่อประเมินสมรรถภาพของปอดและระบบหัวใจและหลอดเลือด

– วิธีการทดสอบ

4.2.1 ผู้วิจัยอธิบายและสาธิตวิธีการทดสอบการเดิน 6 นาทีให้อาสาสมัครและวัดค่าสัญญาณชีพ ค่าออกซิเจนในเลือด ประเมินระดับความเหนื่อย

4.2.2 ให้อาสาสมัครเดินไป–กลับอ้อมกรวย 2 อัน โดยเดินให้เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยไม่ใช่การวิ่ง ภายในระยะเวลา 6 นาที

4.2.3 หากอาสาสมัครรู้สึกเหนื่อยหอบหรือหมดแรงระหว่างการทดสอบสามารถเดินช้าลง หยุด หรือนั่งพักได้แต่จะไม่ทำการหยุดเวลา

4.2.4 เมื่อสิ้นสุดการทดสอบแล้ว ผู้วิจัยวัดและบันทึกค่าสัญญาณชีพ ค่าความอิ่มตัวออกซิเจน ระดับความเหนื่อย และบันทึกระยะทางที่เดินได้

4.3 การทดสอบยกขาสูง 2 นาที (2–Minute Step Test)

จุดประสงค์: เพื่อประเมินความอดทน หรือสมรรถภาพด้านแอโรบิก (Aerobic endurance) ของร่างกายเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง นอกเหนือจากการเดิน 6 นาที ที่จะใช้เมื่อมีพื้นที่จำกัด หรือสภาพอาการไม่เอื้ออำนวย

วิธีการ: ให้ผู้สูงอายุอยู่ในท่ายืนตรง เมื่อสัญญาณ “เริ่ม”ให้ยกเข่าขวา–ซ้าย สลับขึ้นลง โดยให้ยกขึ้นสูงถึงจุดกึ่งกลางของขาท่อนบน (ระหว่างข้อเข่ากับขอบบนของกระดูกสะโพก) อาจใช้ยางยืดขึงให้เป็นเส้นระดับความสูงที่กำหนด นับจำนวนครั้งจากเข่าขวาที่ยกสูงขึ้นแตะยางยืดในเวลา 2 นาที

อุปกรณ์: เก้าอี้ 2 ตัว นาฬิกาจับเวลา ผนังข้างฝา เทปวัด หรือ เชือก หรือ ยางยืด [13]

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ. 2019 อรุณรัตน์ ศรีทะวงษ์ และคณะ ศึกษาความเที่ยงตรงด้านการทำนายของการทดสอบการยกขาสูงสลับกัน 2 นาที ซึ่งเป็นอีกหนึ่งการทดสอบที่สามารถประเมินความทนทานของหัวใจและระบบหายใจสำหรับผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 97 คน อายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป โดยอาสาสมัครได้รับการทดสอบ 6MWT แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำ และกลุ่มปกติ โดยใช้การแบ่งจากระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที แล้วพัก 60 นาที หลังจากนั้นอาสาสมัครรับการทดสอบ 2MST ผลการศึกษาพบว่าผู้สูงอายุกลุ่มที่มีความทนทานของหัวใจและระบบหายใจปกติ สามารถยกขาสูงสลับกัน 2 นาทีได้มากกว่ากลุ่มที่มีความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำ (69.89 ± 12.16 และ 53.14 ± 12.58 ครั้ง ตามลำดับ) และการทดสอบ 2MST มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางกับ 6MWT ซึ่งค่าตัดแบ่งของการทดสอบการยกขาสูงสลับกัน 2 นาที เท่ากับ 60 ครั้ง สรุปได้ว่าผู้สูงอายุที่เป็นความดันโลหิตสูงยกขาสูงสลับกันใน 2 นาทีได้น้อยกว่า 60 ครั้ง บ่งชี้ว่ามีความเสี่ยงหรือความทนทานของหัวใจและระบบหายใจต่ำ [3]

ในปี ค.ศ.2022 de Morais Almeida TF และคณะ ทำการศึกษาเพื่อประเมินความเที่ยง (Construct validity) และความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของการทดสอบยกขาสูงสลับกัน 2 นาที ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม จำนวน 41 ราย อายุ 40–80 ปี อาสาสมัครได้รับการทดสอบ 2MST ทั้งแบบ Face-to-face และแบบบันทึกวิดีโอ โดยมีนักกายภาพบำบัดสองคนที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีเป็นผู้ทดสอบ ซึ่งก่อนทดสอบนักกายภาพบำบัดได้รับการฝึกล่วงหน้าก่อนทดสอบ 1 เดือน วันแรกอาสาสมัครได้รับการทดสอบ 2MST 2 ครั้งต่อวัน พักระหว่างรอบ 10 นาที ระหว่างประเมินนักกายภาพบำบัดไม่ได้ปรึกษากัน และนัดอาสาสมัครวันที่สอง มีระยะห่างกัน 7–14 วัน เพื่อทดสอบความเที่ยงการวัดซ้ำ (Test retest) อาสาสมัครได้รับการทดสอบ 2MST 2 ครั้งต่อวัน พักระหว่างรอบ 10 นาที ระหว่างประเมินนักกายภาพบำบัดไม่ได้ปรึกษากันเหมือนกับทดสอบวันแรก ดังนั้นอาสาสมัครทำการทดสอบ 2MST รวมทั้งหมด 4 ครั้ง และอาสาสมัครได้รับการประเมินอื่นร่วมด้วย ได้แก่ แบบประเมิน The Western Ontario

and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) เพื่อประเมินคุณภาพชีวิต, Numerical Pain Scale (NPS) ประเมินอาการเจ็บปวดเข่า, Pain-Related Catastrophizing Thoughts Scale (PCTS) และแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านความเจ็บปวดเรื้อรัง (PSEQ) วิเคราะห์ความเที่ยงของการวัดซ้ำโดยใช้สถิติ ICC2,3 ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมินอยู่ในระดับดีมาก (ICC = 0.94, SEM = 4.47, MDC = 12.40) และระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับดีมาก (ICC = 0.97, SEM = 3.07, MDC = 8.52) สรุปได้ว่า 2MST มีสามารถใช้สำหรับประเมินความสามารถในการทำงาน (functional capacity) ในผู้ป่วยที่มีอาการข้อเข่าเสื่อมได้และมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดีเยี่ยม [14]

ในปี 22 SFC de Jesus และคณะ ทำการทดสอบเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของ test-retest และ inter-rater ของ 2MST และความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ของการทดสอบ 2MST เพื่อประเมินความสามารถทางกายในผู้ที่ปวดหลังส่วนล่าง 37 ราย อายุระหว่าง 18 – 45 ปี ทำการทดสอบ 2MST จำนวนสองรอบ ห่างกัน 1 สัปดาห์ โดยผู้ประเมินคนแรกจะให้อาสาสมัครทำ 2MST จากนั้นพักเป็นเวลา 5 นาที และผู้ประเมินคนที่สองจะทำการทดสอบซ้ำอีกครั้ง จำนวน 2 ครั้งต่อวัน หลังจากผ่านไป 7 วัน นัดอาสาสมัครมาทดสอบทำซ้ำเหมือนทำการทดสอบที่ได้รับวันแรก จำนวน 2 ครั้งต่อวัน วิเคราะห์ความเที่ยงของการวัดซ้ำโดยใช้สถิติ ICC2,3 ผลการศึกษาพบว่า ทดสอบ 2MST มีผลการทดสอบและการทดสอบซ้ำ (Test-retest reliability) ของการทดสอบ 2MST อยู่ในระดับดีเยี่ยม (ICC = 0.903) ความน่าเชื่อถือระหว่างผู้สังเกต (Inter-rater reliability) อยู่ในระดับดีเยี่ยม (ICC = 0.925) และพบว่า 2MST มีความสัมพันธ์กับด้าน Sport ของแบบสอบถาม Baecke (rho = 0.444) ผลการศึกษานี้บ่งชี้ว่า การทดสอบ 2MST มีความเชื่อมั่นของการวัดซ้ำระดับดีเยี่ยมสำหรับประเมินความสามารถทางกายในผู้ที่ปวดหลังส่วนล่าง [15]

ในปี ค.ศ.2016 Teodorczyk KW และคณะ ศึกษา 2MST เพื่อประเมินความทนทานในการออกกำลังกาย (exercise tolerance) ในผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจล้มเหลวเพศชาย จำนวน 168 ราย ผลการศึกษาพบว่า จำนวนยกขาสูงสลับ 2 นาทีมีความสัมพันธ์กับระยะทางเดินใน 6 นาที (r = 0.45) ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ Quadriceps สัมพันธ์กับจำนวนยกขาสูงสลับ 2 นาทีมีความสัมพันธ์กับระยะทางเดินใน 6 นาที (r = 0.61 and r = 0.48 ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนครั้งการยกขาที่มากของการทดสอบ 2MST มีความสัมพันธ์กับ Peak oxygen consumption (r=0.33) จึงสรุปได้ว่า 2MST เป็นการทดสอบที่สามารถนำไปประเมินความทนทานของระบบหัวใจและหายใจในผู้ป่วย Systolic heart failure แทนการทดสอบเดิน 6 นาที [7]

ในปี ค.ศ.2021 Braghieri HA และคณะ ทำการทดสอบเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถือของ 2MST ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงส่วนปลาย (Peripheral artery disease; PAD) ที่มีอาการปวดขา (claudication) จำนวน 24 ราย อาสาสมัครได้รับการทดสอบ 6MWT จำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งพักห่างกัน 30 นาที และ 2MST จำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งพักห่างกัน 30 นาที การทดสอบทั้งหมดทดสอบภายในวันเดียวกัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ICC2,1 ผล เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นและสถิติ Pearson's correlation เพื่อหาความสัมพันธ์ของการทดสอบ 6MWT และ 2MST ผลการศึกษาพบว่า จำนวนยกขาสูงในสองนาทีทั้งสองครั้งของอาสาสมัครใกล้เคียงกัน (65 ± 10 ครั้ง vs. 66 ± 10 ครั้ง, p = 0.43) โดยมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ระดับดีเยี่ยม (ICC 0.945) ค่าอคติ (bias) ระหว่างการทดสอบทั้งสองครั้งเท่ากับ 0.79 ครั้ง ใน limits of agreement ระหว่าง –9.6 –11.2 ครั้ง ค่าการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด (MDC 90%) เท่ากับ 3.2 ครั้ง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่า จำนวนยกขาสูงในสองนาทีมีความสัมพันธ์กับจำนวนก้าวจากการทดสอบเดิน 6 นาที (r = 0.55, p < 0.01) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยกขาสูงในสองนาทีมีความสัมพันธ์กับระยะทางเดิน 6 นาที (r = 0.26, p=0.23) ประสิทธิภาพที่คล้ายกันถูกพบระหว่าง 2MST ทั้งสอง (65 ± 10 ขั้นตอนเทียบกับ 66 ± 10 ขั้นตอน, p = 0.43) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ภายในคลาสที่มีนัยสำคัญที่ 0.945 อคติระหว่างการทดสอบอยู่ที่ 0.79 ขั้นตอน โดยมีขีดจำกัดข้อตกลงระหว่าง –9.6 ถึง 11.2 ขั้นตอน ความแตกต่างที่ตรวจพบขั้นต่ำ 90% คือ 3.2 ขั้นตอน จำนวนขั้นตอนใน 2MST มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนขั้นตอนใน 6MWT (r = 0.55, p < 0.01) อย่างไรก็ตาม จำนวนก้าวใน 2MST ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะทางใน 6MWT (r = 0.26, p = 0.23) อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดต่ำกว่าใน 2MST เทียบกับ 6MWT (p < 0.05) สรุปได้ว่า การทดสอบ 2MST มีความเที่ยงและความเชื่อมั่นเพียงพอ (Adequate reliability and validit) สำหรับประเมินในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงส่วนปลาย [16]

ในปี 2021 A Chaturvedhi ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทำการทดสอบ 2–Minutes step test เพื่อทำนายความสามารถในการใช้ออกซิเจนในผู้สูงอายุ ที่เข้ารับการรักษาในสถาบันฟื้นฟูระบบประสาท โดยทำการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คนที่มีอายุระหว่าง 60 – 94 ปี โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามค่าบรรทัดฐานที่คำนวณได้ในแต่ละกลุ่มอายุและเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ ความอิ่มตัวของออกซิเจนและการรับรู้การออกแรงในการทดสอบ 2MST และ 6MWT ผลการศึกษาพบว่าจำนวนการยกขาสูง 2นาทีที่มากขึ้น มีค่าสัมพันธ์กับการใช้ออกซิเจนที่สูงขึ้น โดยพิจารณาจากจำนวนก้าวของผู้ป่วย ค่าเฉลี่ยจำนวนก้าวของผู้สูงอายุที่มีโรคคือ 37 ± 13 ก้าว และค่าเฉลี่ยจำนวนก้าวของผู้สูงอายุสุขภาพดีคือ 54 ± 18 ก้าว จากการ

ทดสอบพบว่าการทดสอบ 2MST มีความสามารถที่จะเป็นตัวบ่งชี้สำคัญสำหรับโปรโตคอลการฟื้นฟูระบบประสาท [17]

การศึกษาของ JJL Chow และคณะ ในปี ค.ศ. 2023 ได้ทำศึกษาเพื่อประเมินค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) และความเที่ยง (Validity) การทดสอบยกขาสูงสลับกัน 2 นาทีในความสามารถในการทำกิจกรรม ในผู้สูงอายุที่ได้รับการสร้างหลอดเลือดหัวใจใหม่ อายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 31 ราย และอาสาสมัครได้รับการทดสอบด้วย 2MST ในครั้งแรก พัก 15 นาที จากนั้นทำการทดสอบ 6MWT และการทดสอบ 2MST ครั้งที่สอง จะทดสอบ 15 นาทีหลังจาก 6MWT เสร็จสิ้น จากการทดสอบจำนวนครั้งการยกขาสูงของผู้ประเมินคนที่ 1 ครั้งที่ 1 = 77.9 (26.3) ครั้งที่ 2 = 85.4 (27.7) และจำนวนครั้งการยกขาสูงของผู้ประเมินคนที่ 2 ครั้งที่ 1 = 78.1 (26.4) ครั้งที่ 2 = 85.8 (27.9) ผลการทดสอบความเที่ยงของการวัดซ้ำในผู้ประเมินคนที่ 1 ได้ค่าความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดีเยี่ยม ICC (95% CI) = 0.966 (0.929–0.984) และความเที่ยงของการวัดซ้ำในผู้ประเมินคนที่ 2 ได้ค่าความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดีเยี่ยม ICC (95% CI) = 0.962 (0.922–0.982) อยู่ในระดับดีมาก, SEM = 1.084, MDC95 = 3.00, MDC90 = 2.53 สรุปได้ว่า 2MST สามารถใช้เป็นทางเลือกแทน 6MWT ได้ ในการวัดผลลัพธ์ของการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจสูงสุดในผู้สูงอายุที่ได้รับการสร้างหลอดเลือดหัวใจ [27]

การศึกษาของ MA Nogueira และคณะ ในปี ค.ศ. 2021 ได้ทำศึกษาเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือ (Reliability) และความเที่ยง (Accuracy) ของการทดสอบยกขาสูง 2 นาทีในผู้ใหญ่ที่มีความกระตือรือร้นและพฤติกรรมเนือยนิ่ง จำนวน 200 ราย โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 50 คน กลุ่มที่ 1 บุคคลพฤติกรรมเนือยนิ่ง อายุ 18–24 ปี กลุ่มที่ 2 บุคคลกระตือรือร้น อายุ 18–24 ปี กลุ่มที่ 3 บุคคลพฤติกรรมเนือยนิ่ง อายุ 25–44 ปี กลุ่มที่ 4 บุคคลกระตือรือร้น อายุ 25–44 ปี และอาสาสมัครได้รับการทดสอบด้วย 2MST ในผู้ประเมิน 2 คน ใน 2 เวลาที่ต่างกัน โดยมีช่วงเวลา 7 วัน ระหว่างการทดสอบและการทดสอบซ้ำ มีระยะห่าง 10 นาทีระหว่างการวัดทั้งสองที่ทำการทดสอบในวันเดียวกัน ดังนั้นผู้เข้าร่วมแต่ละคนจึงทำ 2MST ทั้งหมด 4 ครั้ง ผู้ประเมินจะได้รับการฝึกฝนเป็นเวลา 3 เดือนโดยวิธีการบรรยายและฝึกปฏิบัติ จากการทดสอบจำนวนก้าวผู้ประเมินคนที่ 1 กลุ่มที่ 1 ครั้งที่ 1 = 95.60 (11.35) ครั้งที่ 2 = 101.20 (10.69) กลุ่มที่ 2 ครั้งที่ 1 = 115.10 (29.37) ครั้งที่ 2 = 117.22 (25.63) กลุ่มที่ 3 ครั้งที่ 1 = 90.42 (14.29) ครั้งที่ 2 = 95.00 (20.50) กลุ่มที่ 4 ครั้งที่ 1 = 100.07 (23.42) ครั้งที่ 2 = 103.14 (22.26) และจำนวนก้าวผู้ประเมินคนที่ 2 กลุ่มที่ 1 ครั้งที่ 1= 101.44 (10.88) ครั้งที่ 2 = 104.94 (11.24) กลุ่มที่ 2 ครั้งที่ 1 = 125.02 (28.56) ครั้งที่ 2 = 121.10 (22.990) กลุ่มที่3 ครั้งที่ 1 = 96.38 (16.87) ครั้งที่ 2 = 100.34 (21.54) กลุ่มที่ 4 ครั้งที่ 1 = 108.00 (27.43) ครั้งที่ 2

= 108.66 (24.08) ใช้สถิติ ICC 2,3 เพื่อวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือในการประเมินซ้ำ ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้วัดในกลุ่มที่ 1 อยู่ในระดับดีเยี่ยม ICC = 0.90 อยู่ในระดับดี, 95% CI = 0.82–0.92, SEM (steps) = 3.47, SEM (%) = 3.45, MDC (steps) = 9.61 กลุ่มที่ 2 อยู่ในระดับดีเยี่ยม ICC = 0.92, 95% CI = 0.87–0.96, SEM (steps) = 6.87, SEM (%) = 5.74, MDC (steps) = 19.05 กลุ่มที่ 3 อยู่ในระดับดีเยี่ยม ICC = 0.92, 95% CI = 0.86–0.95, SEM (steps) = 4.41, SEM (%) = 4.61, MDC (steps) = 12.21 กลุ่มที่ 4 อยู่ในระดับดีเยี่ยม ICC = 0.96, 95% CI = 0.94–0.98, SEM (steps) = 5.08, SEM (%) = 4.48, MDC (steps) = 14.09 และค่าความเชื่อมั่นภายในผู้วัดในกลุ่มที่ 1 อยู่ในระดับดี ICC = 0.87 95% CI = 0.77–0.92, SEM (steps) = 3.98, SEM (%)= = 3.95, MDC (steps) = 11.05 กลุ่มที่ 2 อยู่ในระดับดี ICC = 0.90, 95% CI = 0.83–0.97, SEM (steps) = 8.70, SEM (%) = 7.27, MDC (steps) = 24.10 กลุ่มที่ 3 อยู่ในระดับดี , ICC = 0.83 95% CI = 0.70–0.90, SEM (steps) = 7.17, SEM (%) = 7.50, MDC (steps) = 19.80 กลุ่มที่ 4 อยู่ในระดับดีเยี่ยม ICC = 0.91, 95% CI = 0.84–0.95, SEM (steps) = 6.85, SEM (%) = 6.85, MDC (steps) = 18.99 สรุปได้ว่า 2MST เป็นการทดสอบที่มีความเชื่อถือได้และมีข้อผิดพลาดต่ำ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกิจกรรมทางกายตามปกติ และมีความเที่ยงเล็กน้อยในการแยกแยะการเคลื่อนไหวของบุคคลที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง [28]

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาความเที่ยงของการวัดซ้ำระหว่างวันในการประเมินยกขาสูงสลับกันสองนาทีในผู้ใหญ่ตอนต้นโดยใช้เครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาที (StepUP Version2) จำนวน 51 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive research) แบบวิจัยเชิงภาคตัดขวาง (Cross sectional research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ อาสาสมัครผู้ใหญ่ตอนต้น ไม่จำกัดเพศ อายุระหว่าง 18–25 ปี [18] คำนวณกลุ่มตัวอย่างจาก https://wnarifin.github.io/ssc/ssicc.html โดย expected ICC value เท่ากับ 0.83, Minimum acceptable ICC value เท่ากับ 0.60, Significance level of 5% และ Statistical power of 80% [19] ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 50 ราย

1. กลุ่มตัวอย่าง

ผู้ใหญ่ตอนต้นทั้งหมด 51 คน

1.1 เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)

1.1.1 เพศชายและเพศหญิง อายุระหว่าง 18–25 ปี [18]

1.1.2 ดัชนีมวลกายระหว่าง 18.5 –25.00 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

1.2 เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1.2.1 ความดันโลหิตขณะพักมากกว่าหรือเท่ากับ 140/90 มิลลิเมตรปรอท

1.2.2 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักน้อยกว่า 50 ครั้งต่อนาที หรือมากกว่า 110 ครั้งต่อนาที

1.2.3 มีอุณหภูมิกายมากกว่า 37.5 องศาเซลเซียส

1.2.4 ระดับความเหนื่อย Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale มีคะแนนเกิน 13 (6–20 คะแนน) (ภาคผนวก ข) [21]

1.2.5 ระดับความล้า Rating of Fatigue (ROF) เกินระดับ 5 (0–10 คะแนน) (ภาคผนวก ค) [22]

1.2.6 ระดับความปวด Numeric pain rating scale เกินระดับ 5 (0–10 คะแนน) (ภาคผนวก ง) [23]

1.2.7. เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือด (Oxygen Saturation) น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ [24]

1.3 เกณฑ์ในการหยุดการทดสอบ (Termination criteria)

1.3.1 มีอาการเจ็บแน่นหน้าอกขณะทำการทดสอบ

1.3.2 Systolic blood pressure มากกว่า 180 mmHg และ/หรือ Diastolic blood pressure มากกว่า 100 mmHg

1.3.3 มีอาการปวดขา หรือเป็นตะคริว

1.3.4 มีอาการ Poor perfusion เช่น ปวดศีรษะ สับสน เดินเซ ซีด เขียว คล้ำ อาเจียน ตัวเย็น หรือผิวหนังเย็นชื้น (Clamming skin)

1.3.5 ผู้ถูกทดสอบต้องการหยุดการทดสอบ [25]

1.4 การเตรียมอาสาสมัครก่อนการทดสอบ

1.4.1 งดดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน (ชากาแฟ) แอลกอฮอล์ อย่างน้อย 6 ชั่วโมง [26]

1.4.2 ไม่ควรออกกำลังกายอย่างหนัก ภายใน 2 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ

วัสดุและอุปกรณ์

โครงเหล็กปรับระดับ	2 โครง
เลเซอร์ M12	1 ชุด
บอร์ด FT232	1 ชุด
โน้ตบุ๊ค LENOVO IDEAPAD SLIM 5	1 เครื่อง
นาฬิกาจับเวลา Casio รุ่น HS–3V–1BR	1 เครื่อง
เครื่องนับจำนวนแบบกด	1 เครื่อง
Pedometer Omron รุ่น HJA–300	1 เครื่อง

เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอล Omron รุ่น HEM-7124	1 เครื่อง
เครื่องวัดค่าออกซิเจนในเลือด Beurer รุ่น PO30	1 เครื่อง
สายวัด	1 เส้น
เทปกาว	1 ชุด
แบบบันทึกข้อมูล	51 ชุด
แบบประเมินความหอบเหนื่อย	1 ชุด
แบบประเมินความล้าของกล้ามเนื้อ	1 ชุด
แบบประเมินความปวด	1 ชุด

ขั้นตอนการศึกษา

1. ขั้นตอนในการปรับปรุงพัฒนาอุปกรณ์

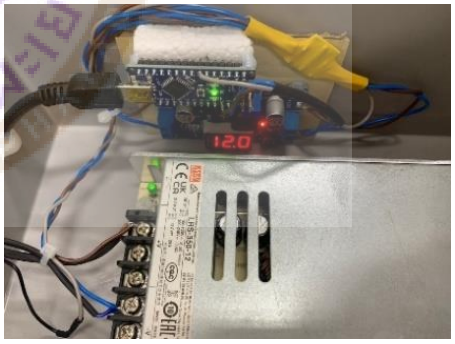
1.1 วัสดุที่ใช้

1.2.1 เลเซอร์ M12 (รูปที่ 2)

1.2.2 บอร์ด FT232 (รูปที่ 3)

1.2.3 โครงเหล็กปรับระดับ (รูปที่ 4)

รูปที่ 2 เลเซอร์ M12

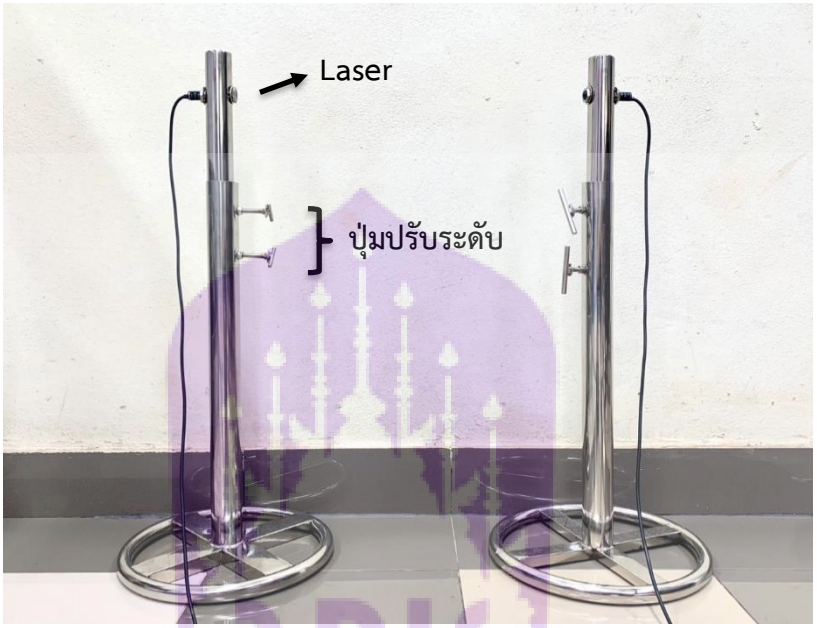


รูปที่ 3 บอร์ด FT232

1.2 การออกแบบพัฒนาอุปกรณ์

อุปกรณ์เป็นโครงเหล็กปรับระดับติดเลเซอร์ สามารถปรับระดับตำแหน่งเลเซอร์ให้ตรงกับระดับความสูงในการยกเข่าของอาสาสมัครแต่ละคน (รูปที่ 4) โดยเลเซอร์จะมีหน้าที่ตรวจจับการยกเข่าที่เคลื่อนที่ผ่านหน้าเลเซอร์ และส่งข้อมูลไปยังโปรแกรมเพื่อแสดงจำนวน

ครั้งของเข่าที่สามารถยกผ่านเลเซอร์ภายในสองนาที ซึ่งเข่าข้างที่ยกสูงของผู้ใช้งานที่ผ่านหน้าเซนเซอร์จะขวางลำแสงที่ส่งจากตัวส่ง Emitter ไปยังตัวรับ Receiver เมื่อผู้ใช้งานยกขาไม่ถึงระดับที่ตั้งไว้โปรแกรมจะไม่นับรวม และจะหยุดนับเมื่อครบเวลา 2 นาที พร้อมแสดงผลบนหน้าจออุปกรณ์คอมพิวเตอร์



รูปที่ 4 อุปกรณ์ยกขาสูงสลับ 2 นาที ด้วยระบบเลเซอร์

1.3 หน้าจอแสดงผล

หน้าจอแสดงผล (รูปที่ 5)การทดสอบเขียนด้วยโปรแกรม python โดยข้อมูลประกอบด้วยชื่อผู้ทดสอบ ชื่อผู้ถูกทดสอบ จำนวนครั้งในการยกขาสูงสลับสองนาที และเวลาในการทดสอบ

รูปที่ 5 หน้าจอแสดงผลอุปกรณ์ยกขาสูงสลับสองนาทีด้วยระบบเลเซอร์ (StepUP)

2. ขั้นตอนการเตรียมงานวิจัย

2.1 คณะผู้วิจัย

2.1.1 คณะผู้วิจัยทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการวิจัย และวางแผนปฏิบัติขั้นตอนต่าง ๆ

2.1.2 คณะผู้วิจัยได้รับการฝึกฝนและผ่านการประเมินการคลำปุ่มกระดูก (Anterior superior iliac spine; ASIS) และ ปุ่มกระดูก Patella และฝึกการทดสอบยกขาสูงสองนาทีจากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญก่อนเก็บข้อมูลจริง

2.1.3 ก่อนเก็บข้อมูลวิจัย คณะผู้วิจัยได้หาความเที่ยงในการวัดซ้ำระหว่างวันของการทดสอบยกขาสูงสองนาทีโดยใช้เครื่องนับจำนวน ในอาสาสมัครวัยผู้ใหญ่ตอนต้น จำนวน 37 คน อาสาสมัครทดสอบยกขาสูงสองนาทีจำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน ระหว่างอาสาสมัครทดสอบผู้วิจัยทั้งสามกดนับยกขาสูงสองนาทีและบันทึกผลโดยไม่ปรึกษากัน (blinded assessor) พบว่ามีความน่าเชื่อถือภายในผู้วิจัย A (ICC3,1) เท่ากับ 0.863 (95%CI = 0.740 ถึง 0.927) ผู้วิจัย B (ICC3,1) เท่ากับ 0.871 (95%CI = 0.755 ถึง 0.931) และผู้วิจัย C (ICC3,1) เท่ากับ 0.865 (95%CI = 0.746 ถึง 0.927) จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าความเที่ยงในการวัดซ้ำระหว่างวันทั้งสามคนอยู่ในระดับดี ดังนั้นผู้วิจัย B และผู้วิจัย C มีค่า ICC มากกว่าผู้วิจัย A ทางคณะผู้วิจัยจึงให้ผู้วิจัย B และผู้วิจัย C เป็นผู้ทำการทดสอบยกขาสูงสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUP และเครื่องนับจำนวน และผู้วิจัย A มีหน้าที่บันทึกสัญญาณชีพของอาสาสมัคร

2.1.4 คณะผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ วิธีการวิจัยและแสดงการทดสอบยกขาสูงเพื่อให้อาสาสมัครเข้าใจ

2.2 อาสาสมัคร

2.2.1 หลังได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จึงประชาสัมพันธ์โครงการวิจัยเพื่อให้อาสาสมัครที่มีความสนใจเข้าร่วมโครงการ

2.2.2 อธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการทดสอบให้อาสาสมัครเข้าใจ และคัดกรองอาสาสมัครโดยให้กรอกแบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร เช่น อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง และผู้วิจัยทำการประเมินสัญญาณชีพของอาสาสมัคร

2.3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

คณะผู้วิจัยได้ร่วมกันออกแบบและพัฒนาเครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีด้วยระบบเลเซอร์ และได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังนี้ คือ

2.3.1 พัฒนาอุปกรณ์ทดสอบยกขาสูงสองนาทีและศึกษาค้นคว้าเรื่องระบบการทำงานของเลเซอร์ ภายใต้ความร่วมมือกับอาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

2.3.2 คณะผู้วิจัยร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ทดสอบระบบอุปกรณ์ทดสอบยกขาสูงสองนาทีด้วยระบบเลเซอร์ ก่อนนำมาใช้ทดสอบในงานวิจัย โดยทำการประเมินความเที่ยงตรงระบบของเครื่องมือประยุกต์ เช่น จำนวนยกขาสูง การหยุดเวลาอัตโนมัติเมื่อครบสองนาที การกำหนดระยะห่างของอุปกรณ์ที่เหมาะสม และความปลอดภัยของอุปกรณ์ก่อนนำมาทดสอบจริงในงานวิจัย

3. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

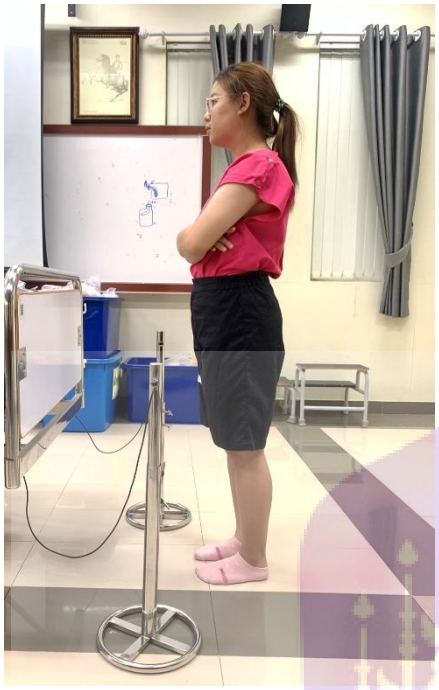
3.1ก่อนการทดสอบ 2MST ผู้วิจัย A วัดสัญญาณชีพ ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดงส่วนปลาย จำนวน 3 ครั้ง แล้วนำค่าไปหาค่าเฉลี่ย รวมถึงสอบถามอาการเหนื่อยโดยใช้แบบประเมินระดับความเหนื่อยของร่างกาย (ภาคผนวก ข) และอาการล้าขาโดยใช้แบบประเมินความล้าของกล้ามเนื้อ (ภาคผนวก ค) แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึกการทดสอบโดยใช้ระยะเวลาวัดห่างกัน 1 นาที (ภาคผนวก ก)

3.2 ผู้วิจัย B ทำหน้าที่คลำปุ่มกระดูกของอาสาสมัครโดยคลำบริเวณปุ่มกระดูกด้านหน้าของกระดูกเชิงกราน (Anterior superior iliac spine หรือ ASIS) (รูปที่ 6) และคลำตำแหน่งของลูกสะบ้า (Patellar) เพื่อหาจุดกึ่งกลางเพื่อเป็นจุดที่ใช้กำหนดความสูงเป้าหมายสำหรับยกเข่าของอาสาสมัครแต่ละคน

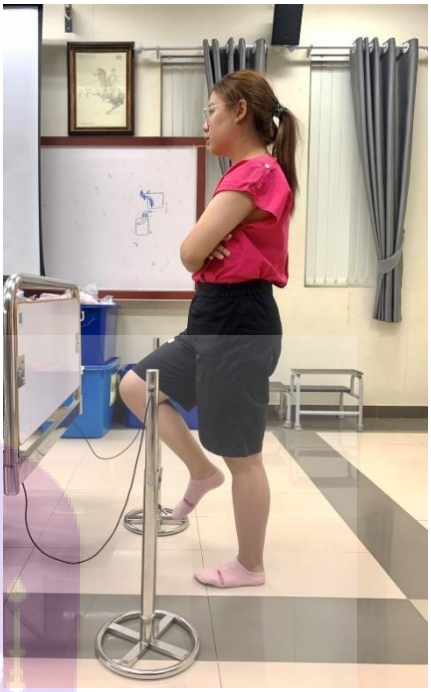
รูปที่ 6 คลำปุ่มกระดูกโดยคลำบริเวณ (Anterior superior iliac spine; ASIS)

3.3 ผู้วิจัย B คลำปุ่มกระดูกเพื่อวัดหาตำแหน่งในการยกขาสูงของอาสาสมัคร แล้วทำสัญลักษณ์ไว้ (รูปที่ 7) จากนั้นผู้วิจัย B อธิบายขั้นตอนการทดสอบพร้อมทั้งสาธิตการยกขาสูงสลับกันที่ถูกต้องให้อาสาสมัคร เมื่ออาสาสมัครทราบและเข้าใจแล้ว ผู้วิจัย B จึงปรับระดับเลเซอร์โดยให้อยู่กึ่งกลางของขาท่อนบนตามที่ทำสัญลักษณ์ไว้ก่อนหน้า

รูปที่ 7 ปรับระดับความสูงในการยกขาสูง



รูปที่ 8 ท่าเริ่มต้นของการทดสอบ



รูปที่ 9 ท่ายกขาสูงสลับกัน

3.4 การทดสอบ 2MST

อาสาสมัครทุกรายได้รับการทดสอบ 2MST เพื่อนับจำนวนยกขาสูงสองนาทีด้วยทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ เครื่อง Pedometer เครื่องกดนับจำนวน และอุปกรณ์ StepUP Version 2 อาสาสมัครทดสอบทดสอบ 2MST รวมทั้งหมด 4 ครั้ง วันละ 2 ครั้ง มีช่วงพักแต่ละครั้งประมาณ 30 นาที โดยวันที่ 2 มีระยะห่าง 7 วัน เพื่อหาความเที่ยงตรงของการวัดซ้ำของการทดสอบ 2MST ประเมินโดยผู้วิจัยจำนวน 2 คน ซึ่งระหว่างทดสอบผู้วิจัยประเมินโดยไม่ปรึกษากัน (แผนภาพที่ 1) และก่อนเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้ผ่านการอบรมและฝึกฝนจากอาจารย์ที่ปรึกษาและหาความน่าเชื่อถือภายในผู้วิจัยอยู่ในระดับดี

วิธีการทดสอบ 2MST อาสาสมัครยืนตัวตรง และหลังตรง กางขาเท่ากับความกว้างของไหล่ ผู้วิจัย B อธิบายวิธีพร้อมสาธิตวิธีการทดสอบแก่อาสาสมัคร และให้อาสาสมัครฝึกยกขาสูงในระดับเป้าหมายของแต่ละบุคคลจนสามารถทำได้ถูกต้อง หลังจากนั้นก่อนเริ่มทดสอบผู้วิจัย B ติดเครื่อง Pedometer บริเวณขอบกางเกงด้านขวาของอาสาสมัคร

ผู้วิจัย C ทำการทดสอบ 2MST ด้วยอุปกรณ์ StepUP Version 2 เมื่อให้สัญญาณ "เริ่ม" ให้อาสาสมัครเริ่มยกขาสูงอยู่กับที่โดยยกเข่าให้สูงถึงเป้าหมายระดับที่เลเซอร์ตัดผ่านให้

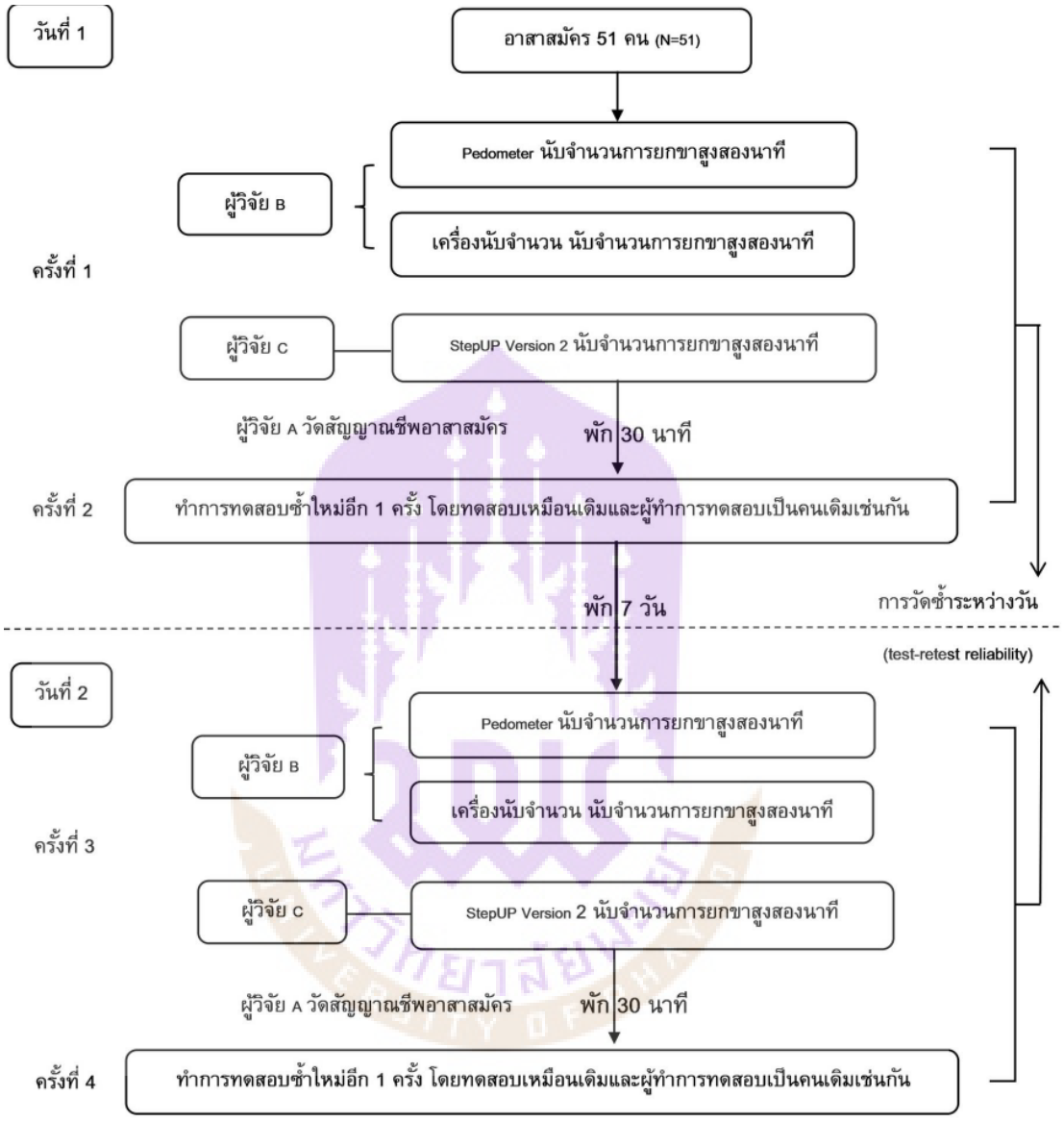
ได้จำนวนครั้งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ภายในเวลา 2 นาที โดยไม่วิ่ง (รูปที่ 9) เมื่อครบ 2 นาที โปรแกรมจะตัดเวลาอัตโนมัติ และอุปกรณ์ที่ติดตั้งจะแสดงผลเชื่อมต่อข้อมูลและแสดงผลเป็นจำนวนครั้งในการยกขาทั้งสองข้าง และสามารถบันทึกผลเข้าโปรแกรม Excel

ในเวลาเดียวกันขณะทดสอบ 2MST ด้วยอุปกรณ์ StepUP Version 2 ผู้วิจัย B ทำการทดสอบ 2MST ด้วยวิธีมาตรฐาน โดยผู้วิจัยกดนับจำนวนยกขาสูงด้วยเครื่องนับจำนวนขณะอาสาสมัครยกขาสูง โดยยกเข่าขวาสูงถึงเป้าหมายระดับที่เลเซอร์ตัดผ่าน เป็นเวลา 2 นาที (รูปที่ 9) ผู้วิจัย B อ่านและบันทึกค่าจำนวนครั้งยกขาสูงสลับกับภายใน 2 นาทีที่อาสาสมัครทำได้ เพื่อเป็นการปกปิดผลการทดสอบผู้วิจัยทั้งสองจะไม่แจ้งผลการวัดให้กันทราบ โดยบันทึกผลในแบบบันทึกคนละฉบับ (Blinded assessor)

หลังสิ้นสุดการทดสอบ 2MST ผู้วิจัย A วัดสัญญาณชีพอาสาสมัครทันที ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต อาการเหนื่อย อาการล้าขา และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดงส่วนปลาย แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึก หลังการทดสอบให้อาสาสมัครนั่งพัก 30 นาที หรือจนกว่าสัญญาณชีพจะกลับมาใกล้เคียงปกติ [14] ทำการทดสอบซ้ำใหม่อีก 1 ครั้ง โดยทดสอบเหมือนเดิมและผู้ทำการทดสอบเป็นคนเดิมเช่นกัน

คณะผู้วิจัยนัดหมายให้อาสาสมัครกลับมาทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งในวันที่ 2 ระยะห่างกัน 7 วัน [15] โดยทำการทดสอบในช่วงเวลาทดสอบใกล้เคียงและทำตามขั้นตอนการทดสอบแบบเดิม โดยทั้งผู้วิจัย B และผู้วิจัย C จะไม่เปิดเผยข้อมูลในการทดสอบ (blinded assessor)

ขั้นตอนการเก็บข้อมูล



แผนภาพที่ 1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการทดสอบยกขาสูงสองนาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครโดยใช้สถิติพรรณนา วิเคราะห์ความเที่ยงของการวัดซ้ำระหว่างวันโดยใช้สถิติ Intraclass Correlation Coefficients (ICC 3,2) และทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องของการทดสอบยกขาสูงสองนาทีโดยอุปกรณ์ StepUP และ Pedometer และความสอดคล้องของการทดสอบยกขาสูงสองนาทีโดยอุปกรณ์ StepUP และ เครื่องนับจำนวน โดยใช้สถิติ Intraclass Correlation Coefficients (ICC 3,2) ทั้งนี้สามารถแบ่งระดับของค่า ICCs ได้เป็นดีเยี่ยม (ICCs > 0.90) ดี (ICCs 0.75–0.90) ปานกลาง (ICCs 0.50–0.74) และน้อย (ICCs < 0.50) ทำการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตราฐานของการวัด (Standard error of measurement : SEM) และค่าการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด (Minimal Detectable Change : MDC) โดยใช้สูตร SEM = SD x √(1–ICC) และ MDC95 = 1.96 x √2 x SEM ทดสอบการเบี่ยงเบนของข้อมูลในการทดสอบซ้ำและความสอดคล้องของการประเมินจาก 3 วิธีการโดยใช้ Bland–Altman plots ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS เวอร์ชัน 26 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้พัฒนาอุปกรณ์ StepUP Version 2 ศึกษาหาความเที่ยงของการวัดซ้ำระหว่างวัน (Test–retest reliability) ของการทดสอบยกขาสูงสองนาที ด้วยเครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาที (StepUP Version2) ผลการศึกษาดังนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร

ตัวแปร	อาสาสมัคร (51 ราย)
อายุ (ปี)	20.88 ± 0.84
เพศ [จำนวน (ร้อยละ)]	
ชาย	16 (31.37)
หญิง	35 (68.63)
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	56.59 ± 9.66
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	162.65 ± 9.42
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	21.24 ± 2.01
โรคประจำตัว [จำนวน (ร้อยละ)]	2 (3.92)
สูบบุหรี่ [จำนวน (ร้อยละ)]	1 (1.96)
ดื่มแอลกอฮอล์ [จำนวน (ร้อยละ)]	16 (31.37)
การออกกำลังกาย [จำนวน (ร้อยละ)]	
0 ครั้งต่อสัปดาห์	19 (37.25)
น้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์	26 (50.99)
3 ครั้งต่อสัปดาห์ ขึ้นไป	6 (11.76)

รายงานค่า ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจำนวน (ร้อยละ)

ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร (ตารางที่ 1) พบว่าการศึกษาในครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 51 คน (เพศชาย 16 คน เพศหญิง 35 คน) มีอายุเฉลี่ย 20.88 ± 0.84 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 162.65 ± 9.42 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 56.59 ± 9.66 กิโลกรัม ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 21.24

± 2.01 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีโรคประจำตัว ร้อยละ 3.92 และการออกกำลังกาย พบว่าอาสาสมัครร้อยละ 37.25 ไม่ออกกำลังกายเลย ร้อยละ 50.98 ออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และร้อยละ 11.76 ออกกำลังกาย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

ตารางที่ 2 จำนวนครั้งของการยกขาสูงสลับกันสองนาที จากการทดสอบทั้ง 3 วิธีทดสอบ

วิธีการทดสอบ	จำนวนยกขาสูงสลับกันสองนาที (ครั้ง)		Paired differences
	วันที่ 1	วันที่ 2	p-value (95% CI)
$2MST_{StepUP}$	101.52 ± 11.78	105.30 ± 11.24	.000
$2MST_{standard}$	101.31 ± 12.75	105.64 ± 11.12	.000
$2MST_{pedometer}$	102.84 ± 15.16	105.23 ± 11.60	.061

รายงานค่า ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 2 อาสาสมัครยกขาสูงสลับกันสองนาที โดยอุปกรณ์ StepUP มีค่าเฉลี่ยในวันที่ 1 และวันที่ 2 เท่ากับ 101.52 ± 11.78 และ 105.30 ± 11.24 ครั้ง ตามลำดับโดยเครื่องนับจำนวน มีค่าเฉลี่ยในวันที่ 1 และวันที่ 2 คือ 101.31 ± 12.75 และ 105.64 ± 11.12 ครั้งตามลำดับ โดย Pedometer มีค่าเฉลี่ยในวันที่ 1 และวันที่ 2 เท่ากับ 102.84 ± 15.16 และ 105.23 ± 11.60 ครั้งตามลำดับ

ตารางที่ 3 การทดสอบความเที่ยงการวัดซ้ำ (test-retest reliability) ของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาที

	ICC (95% CI)	SEM (step)	SEM (%)	MDC95 (step)	MDC95 (%)
$2MST_{StepUP}$	0.864 (0.730-0.923)	4.29	4.17	11.90	11.56
$2MST_{standard}$	0.848 (0.687-0.915)	4.73	4.59	13.11	12.73

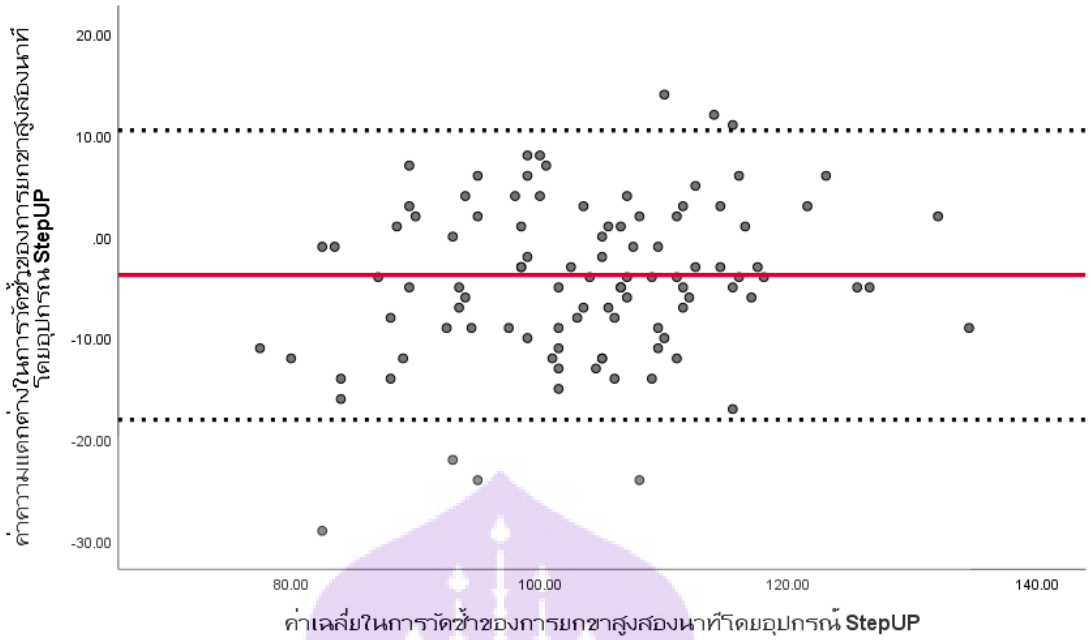
$2MST_{pedometer}$	0.712 (0.574–0.805)	7.26	7.01	20.11	19.43

ICC; Intraclass Correlation Coefficients , SEM; Standard error of measurement, MDC95; Minimal detectable change with 95% confidence

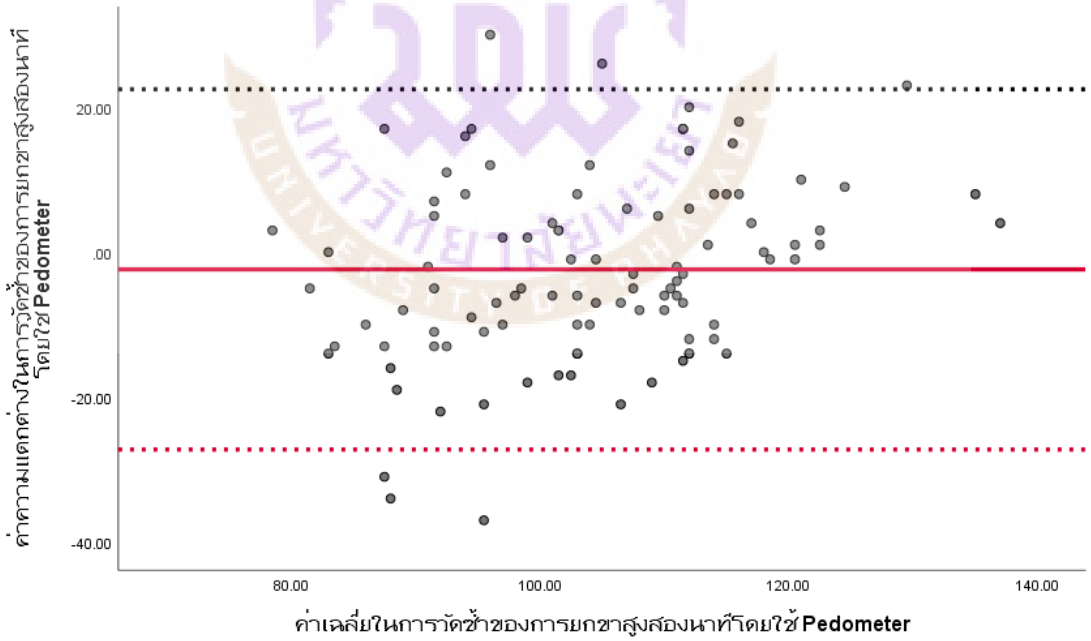
ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำระหว่างวันในการประเมินยกขาสูงสองนาที ของอุปกรณ์ StepUP ($2MST_{StepUP}$) และเครื่องนับจำนวน ($2MST_{standard}$) ได้ค่า เท่ากับ 0.864 (95%CI = 0.730 ถึง 0.923) และ 0.848 (95% CI =0.687 ถึง 0.915) ตามลำดับ บ่งชี้ถึงการประเมินการยกขาสูงสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUP และเครื่องนับจำนวน มีความเที่ยงของการวัดซ้ำระหว่างวันอยู่ในระดับดี ขณะที่ความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำระหว่างวันในการประเมินยกขาสูงสองนาที ของอุปกรณ์ pedometer ($2MST_{pedometer}$) ได้ค่า เท่ากับ 0.712 (95%CI = 0.574 ถึง 0.805) บ่งชี้ถึงการประเมินการยกขาสูงสองนาทีโดยใช้ Pedometer มีความเที่ยงของการวัดซ้ำระหว่างวันอยู่ในระดับปานกลาง

เมื่อคำนวณหาค่า SEM ของจำนวนยกขาสูงสองนาทีในการวัดซ้ำของอุปกรณ์ StepUP ($2MST_{StepUP}$) และเครื่องนับจำนวน ($2MST_{standard}$) ได้เท่ากับ 4.29 ครั้ง (4.17%) และ 4.73 ครั้ง (4.59 %) ตามลำดับ ขณะที่ค่า SEM ของจำนวนยกขาสูงสองนาทีในการวัดซ้ำของอุปกรณ์ pedometer ($2MST_{pedometer}$) ได้เท่ากับ 7.26 ครั้ง (7.21%) ดังตารางที่ 3

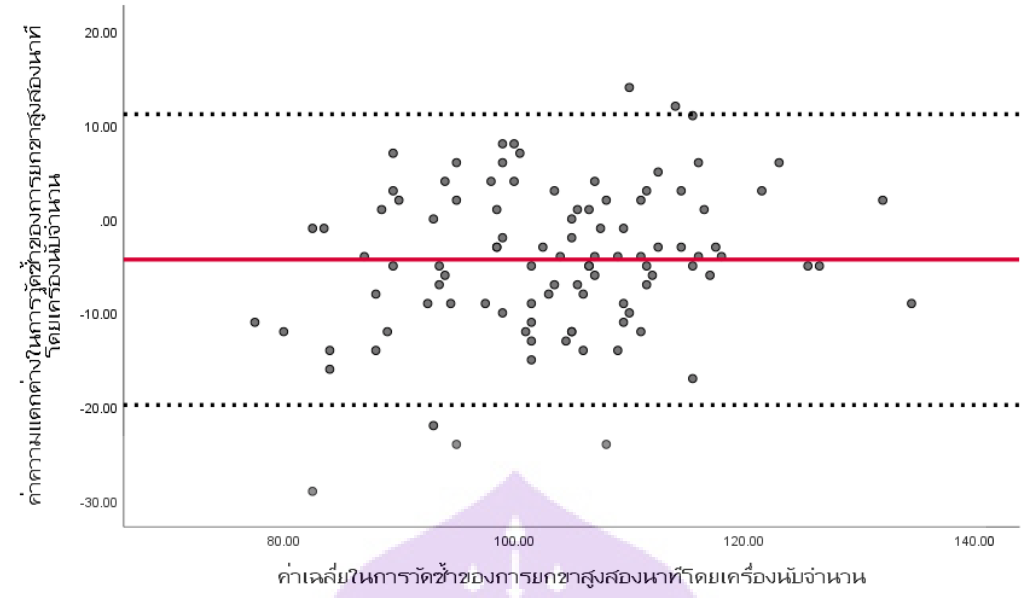
เมื่อคำนวณหาค่า MDC95 ซึ่งเป็นค่าชี้วัดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดของการประเมินยกขาสูงสองนาทีในการวัดซ้ำของอุปกรณ์ StepUP ($2MST_{StepUP}$) และเครื่องนับจำนวน ($2MST_{standard}$) ได้เท่ากับ 11.90 ครั้ง (11.56%) และ 13.11 ครั้ง (12.73 %) ตามลำดับ ขณะที่ค่า MDC95 ของจำนวนยกขาสูงสองนาทีในการวัดซ้ำของอุปกรณ์ pedometer ($2MST_{pedometer}$) ได้เท่ากับ 20.11 ครั้ง (19.43%) ดังตารางที่ 3



รูปที่ 10 กราฟ Bland Altman plots แสดงความแตกต่างในการวัดซ้ำการยกขาสูงสองนาทีโดยอุปกรณ์ StepUP

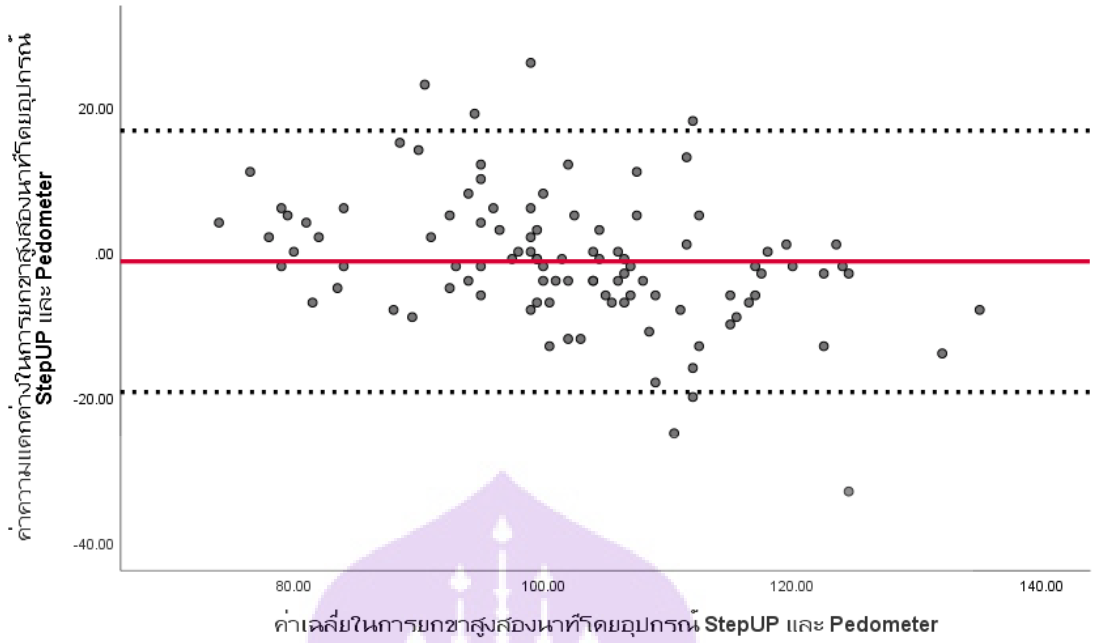


รูปที่ 11 กราฟ Bland Altman plots แสดงความแตกต่างในการวัดซ้ำการยกขาสูงสองนาทีโดย Pedometer

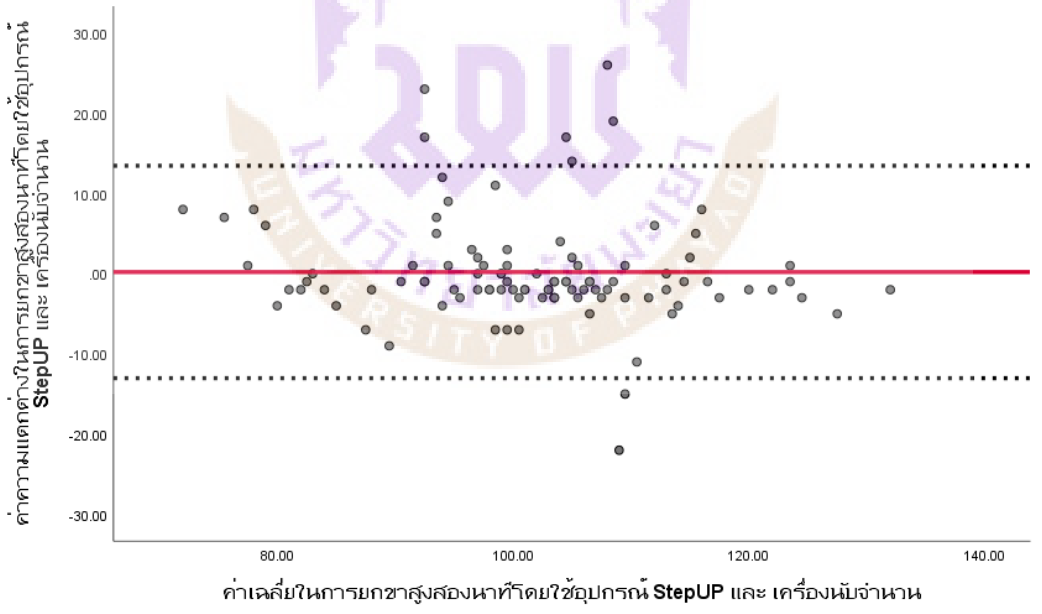


รูปที่ 12 กราฟ Bland Altman plots แสดงความแตกต่างในการวัดซ้ำการยกขาสูงสองนาทีโดยเครื่องนับจำนวน

จากกราฟ Bland–Altman plot พบค่าเฉลี่ยความแตกต่าง (Mean differnace) ของจำนวนยกขาสูงสองนาทีในการวัดซ้ำระหว่างวันโดยอุปกรณ์ StepUP (รูปที่ 10) อุปกรณ์ Pedometer (รูปที่ 11) และ เครื่องนับจำนวน (รูปที่ 12) เท่ากับ –3.78, –2.38 และ–4.32 ตามลำดับ โดยที่ค่า Limits of agreement ที่ 95% Confident interval ของค่าเฉลี่ยความแตกต่างมีค่าอยู่ระหว่าง –18.05 ถึง 10.48 ครั้ง –27.23 ถึง 22.47 ครั้ง และ –19.80 ถึง 11.16 ครั้ง ตามลำดับ ทั้งนี้ทั้งสามวิธีการทดสอบยกขาสูงสองนาทีมีข้อมูลความแตกต่างของจำนวนยกขาสูงเกือบทั้งหมด (ร้อยละ 90) ตกอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของ Limit of agreement



รูปที่ 13 กราฟ Bland Altman plots แสดงความแตกต่างในการยกขาสูงสองนาทีโดยอุปกรณ์ StepUP และ Pedometer



รูปที่ 14 กราฟ Bland Altman plots แสดงความแตกต่างในการยกขาสูงสองนาทีโดยอุปกรณ์ StepUP และ เครื่องนับจำนวน

การวิเคราะห์ความสอดคล้องของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และ Pedometer พบค่า ICC เท่ากับ 0.870 (95%CI = 0.807 ถึง 0.912) ค่า SEM เท่ากับ 4.89 และค่า MDC95 เท่ากับ 13.55 บ่งชี้การทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp มีความสอดคล้องระดับดีกับการทดสอบโดย Pedometer แผนภาพ Bland–Altman plots มีค่าเฉลี่ยความแตกต่าง (Mean difference) ของคะแนนการประเมินซ้ำ เท่ากับ –1.32 ครั้ง โดยที่ Limits of agreement ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของค่าเฉลี่ยความแตกต่างอยู่ระหว่าง 19.32 ถึง 16.67 ครั้ง ทั้งนี้มีข้อมูลร้อยละ 86.27 (7/51) ของการประเมินซ้ำตกอยู่ในช่วง limits of agreement (รูปที่ 13)

เมื่อการวิเคราะห์ความสอดคล้องของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และ เครื่องนับจำนวน พบค่า ICC เท่ากับ 0.919 (95%CI = 0.880 ถึง 0.945) ค่า SEM เท่ากับ 3.49 และค่า MDC95 เท่ากับ 9.66 บ่งชี้การทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp มีความสอดคล้องระดับดีเยี่ยมกับการทดสอบโดยเครื่องนับจำนวน แผนภาพ Bland–Altman plots พบค่าเฉลี่ยความแตกต่าง (Mean difference) ของคะแนนการประเมินซ้ำ เท่ากับ 0.21 ครั้ง โดยที่ Limits of agreement ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของค่าเฉลี่ยความแตกต่างอยู่ระหว่าง –13.03 ถึง 13.44 ครั้ง ทั้งนี้มีข้อมูลร้อยละ 84.31 (8/51) ของการประเมินซ้ำตกอยู่ในช่วง Limits of agreement (รูปที่ 14)

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการศึกษา

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความเที่ยงตรงของการทดสอบยกขาสูงสลับการสองนาทีด้วยเครื่องมือประยุกต์สำหรับทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีในผู้ใหญ่ตอนต้น ผลการศึกษาพบ ค่าความเที่ยงของการวัดซ้ำในการประเมินการยกขาสูงสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp อยู่ในระดับดี (ICC เท่ากับ 0.864, SEM = 4.29 , MDC95 = 11.90) โดยใช้เครื่องนับจำนวน อยู่ในระดับดี (ICC เท่ากับ 0.848, SEM = 4.73, MDC95 = 13.11) โดยใช้ Pedometer อยู่ในระดับปานกลาง (ICC เท่ากับ 0.712, SEM = 7.26, MDC95 = 20.11) นอกจากนี้ยังพบว่า การประเมินการยกขาสูงสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp มีความสอดคล้องกับการประเมินโดยใช้เครื่องนับจำนวน (ICC เท่ากับ 0.919, SEM = 3.49, MDC95 = 9.66) อยู่ในระดับดีเยี่ยม และใช้ Pedometer (ICC เท่ากับ 0.870, SEM = 4.89, MDC95 = 16.55) อยู่ในระดับดี

อภิปรายผลการวิจัย

การทดสอบ 2MST เป็นการทดสอบความทนทานของระบบหายใจและหัวใจที่นิยมนำมาทดสอบสำหรับผู้สูงอายุ เป็นการทดสอบที่ทำได้ง่าย ประหยัดเวลาและพื้นที่ และเป็นทางเลือกเมื่อมีข้อจำกัดเมื่อไม่สามารถทดสอบ 6MWT [3,5] อย่างไรนั้นการทดสอบแบบเดิมใช้เครื่องกดนับจำนวนยกขาสูงขณะทดสอบ เพื่อเพิ่มความแม่นยำการนับจำนวนยกขาสูงและความสะดวกในการทดสอบ ทางคณะผู้วิจัยได้พัฒนาและประดิษฐ์อุปกรณ์ StepUP Version 2 ด้วยการใช้ระบบเลเซอร์โดยอาศัยหลักการของการทำงานของ Photoelectric sensor ซึ่งมีความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุและการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุ โดยเลเซอร์ชนิดนี้ทำงานโดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัสตัววัตถุ [29] เนื่องจากการพัฒนาเครื่องมือต่างๆ ในทางการแพทย์ควรทำการทดสอบในอาสาสมัครคนปกติก่อนนำไปใช้กับกลุ่มผู้ป่วยที่มีความผิดปกติ เพื่อพิจารณาความปลอดภัยและการปรับปรุงระบบให้พร้อมใช้งาน

การศึกษานี้พบว่าจำนวนครั้งยกขาสูงสลับกันสองนาทีของอาสาสมัคร อายุเฉลี่ย 20.88 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวนครั้งยกขาสูงในสองนาทีมีค่าเฉลี่ย 101–105 ครั้ง จากการศึกษาก่อนหน้ารายงานค่าจำนวนครั้งยกขาสูงสลับกันสองนาทีในประชากรกลุ่มต่างๆ เช่น ผู้สูงอายุที่ได้รับเปิดหลอดเลือดใหม่จากภาวะโรคหลอดเลือดหัวใจ มีค่าเฉลี่ย 77–85 ครั้ง [27] ผู้ป่วยที่เป็นโรคเข่าข้อเสื่อม มีค่าเฉลี่ย 64–67 ครั้ง [14] ผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างมีค่าเฉลี่ย

53–58 ครั้ง [15] ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงส่วนปลาย ที่มีโรคประจำตัวความดันโลหิตสูง เบาหวาน และหลอดเลือดหัวใจ มีค่าเฉลี่ย 60 ครั้ง [30] อาสาสมัครในการศึกษานี้สามารถยกขาสูงสลับกันสองนาทีได้มากกว่าการศึกษาที่ผ่านมา อาจเนื่องจากอาสาสมัครมีอายุเฉลี่ย 20.88 ซึ่งมีอายุน้อย ส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว และมากกว่าครึ่งออกกำลังกาย 3 ครั้งต่อสัปดาห์

ค่าความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำระหว่างวันในการประเมินยกขาสูงสองนาทีของความเที่ยงของการวัดซ้ำระหว่างวันโดยใช้อุปกรณ์ StepUP อยู่ในระดับดี (ICC = 0.864, 95%CI = 0.730 ถึง 0.923) และใช้เครื่องนับจำนวน อยู่ในระดับดี (ICC = 0.848 95%CI = 0.687 ถึง 0.915) ขณะที่การศึกษาของ SFC de Jesus และคณะ [15] รายงานความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำระหว่างวันในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง อยู่ในระดับดีเยี่ยม (ICC = 0.903, 95%CI = 0.811 ถึง 0.950) และการศึกษาของ Chow JJL และคณะ [27] รายงานความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำระหว่างวันในผู้สูงอายุที่ได้รับเปิดหลอดเลือดใหม่จากภาวะโรคหลอดเลือดหัวใจ อยู่ในระดับดีเยี่ยม (ICC = 0.927 ถึง 0.934) ซึ่งเมื่อเปรียบกับผลการรายงานการศึกษาก่อนหน้าค่าความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำระหว่างวันในการศึกษานี้มีค่าน้อยกว่าการศึกษาที่ผ่านมา อาจเนื่องจาก ประสบการณ์และความเชี่ยวชาญของผู้วิจัยน้อยกว่าอย่างไรนั้น คณะผู้วิจัยได้รับการการอบรบและฝึกฝนจากอาจารย์ที่มีประสบการณ์และเชี่ยวชาญ และทำการหาความน่าเชื่อถือผู้วัดในอาสาสมัครผู้ใหญ่ตอนต้นจำนวน 37 คนก่อนเก็บข้อมูลวิจัย ซึ่งผลทดสอบความน่าเชื่อถือภายในผู้วิจัย A (ICC3,1) เท่ากับ 0.863 (95%CI = 0.740 ถึง 0.927) ผู้วิจัย B (ICC3,1) เท่ากับ 0.871 (95%CI = 0.755 ถึง 0.931) และผู้วิจัย C (ICC3,1) เท่ากับ 0.865 (95%CI = 0.746 ถึง 0.927) ซึ่งอยู่ในระดับดี

การประเมินการยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUP ในการศึกษานี้พบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (SEM) เท่ากับ 4.29 (4.17%) และค่า SEM ของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้ Pedometer และเครื่องนับจำนวน เท่ากับ 7.26 ครั้ง (7.01%) และ 4.73 ครั้ง (4.59%) ตามลำดับ มีการศึกษาหนึ่งรายงานค่าตัดแบ่งค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดควรน้อยกว่า 10 % ถือว่าเป็นความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ [31] ซึ่งค่าค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดในการศึกษานี้น้อยกว่า 10 % ถือว่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ทั้งสามวิธีการทดสอบ ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้า เช่น การศึกษาของ de Morais Almeida TF และคณะ [14] ทดสอบในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมิน เท่ากับ 4.47 ครั้ง (6.72%) และ 3.07 ครั้ง (1.56%) ตามลำดับ การศึกษาของ SFC de Jesus และคณะ [15]

ทำการศึกษาในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดเท่ากับ 5.31 ครั้ง (9.95%) และการศึกษาของ MA Nogueira และคณะ [28] ทำการศึกษาในผู้ใหญ่ที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง ในช่วงอายุ 18–24 ปี มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมิน เท่ากับ 3.98 ครั้ง (3.95%) และ 3.47 ครั้ง (3.45%) ตามลำดับ และผู้ที่มีความกระตือรือร้น ในช่วงอายุ 18–24 ปี มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมิน เท่ากับ 8.70 ครั้ง (7.27%) และ 6.87 ครั้ง (5.74%) ตามลำดับ

การประเมินการยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยในการศึกษานี้พบค่า การเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุด (MDC) โดยใช้อุปกรณ์ StepUP เท่ากับ 11.90 ครั้ง (11.56%) และใช้เครื่องนับจำนวนเท่ากับ 13.11 ครั้ง (12.73%) และ pedometer เท่ากับ 20.11 ครั้ง (19.43%) มีการศึกษาก่อนหน้ารายงานค่า MDC เช่น การศึกษาของ SFC de Jesus และคณะ [15] รายงานความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำระหว่างวันในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง มีค่าการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด MDC เท่ากับ 14.71 ครั้ง (27.58%) และความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมินของการวัดซ้ำในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง (MDC) เท่ากับ14.02 ครั้ง (25.02%) ในการศึกษาของ MA Nogueira และคณะ [28] รายงานค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้วัดในกลุ่มที่ 1 MDC เท่ากับ 9.61 ครั้ง กลุ่มที่ 2 MDC เท่ากับ 19.05 ครั้ง กลุ่มที่ 3 MDC เท่ากับ 12.21 ครั้ง กลุ่มที่ 4 MDC เท่ากับ 14.09 ครั้ง และค่าความเชื่อมั่นภายในผู้วัดในกลุ่มที่ 1 MDC เท่ากับ 11.05 ครั้ง กลุ่มที่ 2 MDC เท่ากับ 24.10 ครั้ง กลุ่มที่ 3 MDC เท่ากับ 19.80 ครั้ง กลุ่มที่ 4 MDC เท่ากับ 18.99 ครั้ง และการศึกษาของ JJL Chow และคณะ [27] รายงานผลการทดสอบความเที่ยงของการวัดซ้ำในผู้ประเมินคนที่ 2 MDC95% เท่ากับ 3.00 ครั้ง, MDC90% เท่ากับ 2.53 ครั้ง อย่างไรนั้นยังไม่มีรายงานค่าตัดแบ่งการเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุด (MDC)

การศึกษานี้วิเคราะห์ความสอดคล้องของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และ เครื่องนับจำนวน (ICC เท่ากับ 0.919, SEM = 3.49, MDC95 = 9.66) อยู่ในระดับดีเยี่ยม และความสอดคล้องของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp และ Pedometer (ICC เท่ากับ 0.870, SEM = 4.89, MDC95 = 16.55) อยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่า การทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีโดยใช้อุปกรณ์ StepUp มีตรงเที่ยงการวัดซ้ำอยู่ในระดับดี และสอดคล้องการวัดซ้ำระหว่างวันกับการทดสอบ 2MST แบบมาตราฐานหรือดั้งเดิม และ Pedometer

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ทำการศึกษาในอาสาสมัครผู้ใหญ่ตอนต้น ดังนั้นการศึกษาต่อไปควรทำการศึกษาความเที่ยงของการวัดซ้ำระหว่างวันใน

การประเมินยกขาสูงสลับกันสองนาที โดยใช้อุปกรณ์ StepUP ในกลุ่มประชากรที่หลากหลายมากขึ้น เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยภาวะหัวใจล้มเหลว เป็นต้น

สรุปงานวิจัย

อุปกรณ์ StepUP เป็นอุปกรณ์มีความเที่ยงระดับดีในการวัดซ้ำระหว่างวันของการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีในผู้ใหญ่ตอนต้น

เอกสารอ้างอิง

1. อโนมา ศรีแสง, ชลนรรจ์ วังแสง. การประเมินสมรรถภาพของหัวใจและปอดด้วยการทดสอบการเดิน 6 นาที. **เวชบันทึกศิริราช.** 2561;1:57-64.
2. จิราวัฒน์ ลิมป์พัชราภรณ์, วีระพงษ์ ชิดนอก, ขจร สุนทราภิวัฒน์, ชุลี โจนส์. การทดสอบสมรรถภาพการทำงานของระบบหัวใจและปอดด้วยการทดสอบการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง: การศึกษานำร่อง. **วารสารกายภาพบำบัด.** 2563;42(2):69-82.
3. อรุณรัตน์ ศรีทะวงษ์, พุทธิพงษ์ พลคำฮัก, สุดารัตน์ สังฆะมณี, ปาจรีย์ มาน้อย, อรชร บุญลา. ค่าตัดแบ่งที่เหมาะสมของการทดสอบยกขาสูงสลับกัน 2 นาที ในการทำนายความทนทานของหัวใจและระบบหายใจในผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง. **ศรีนครินทร์เวชสาร.** 2562;34(2):161-8.
4. Bohannon RW, Crouch RH. Two-Minute Step Test of Exercise Capacity: systematic review of procedures, performance, and clinimetric properties. **Journal of Geriatric Physical Therapy.** 2019;42(2):105-12.
5. Pedrosa R, Holanda G. Correlation between the walk, 2-minute step and TUG tests among hypertensive older women. **Brazilian Journal of Physical Therapy.** 2009;13:252-6.
6. Srithawong A, Poncumhak P, Manoy P, Kumfu S, Promsrisuk T, Prasertsri P, et al. The optimal cutoff score of the 2-min step test and its association with physical fitness in type 2 diabetes mellitus. **J Exerc Rehabil.** 2022;18(3):214-21.
7. Teodorczyk KW, Mozdzanowska D, Josiak K, Siennicka A, Nowakowska K, Banasiak W, et al. Could the two-minute step test be an alternative to the six-minute walk test for patients with systolic heart failure? **Eur J Prev Cardiol.** 2016;23(12):1307-13.
8. ธนณัฏฐ์ จารุประยงค์, อานุชา ธัญญา. **การพัฒนาอุปกรณ์ทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีด้วยระบบเลเซอร์** [ปริญญากายภาพบำบัดบัณฑิต]. พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา; 2564.
9. **ความหมายของสมรรถภาพทางกาย** [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2566]. จาก: file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Documents/Chapter-2.pdf

10. **สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness)** [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 1 ก.พ. 2022]. จาก: file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Documents/บทที่-3-สมรรถภาพทางกาย.pdf
11. นภดล นิ่มสุวรรณ. **สมรรถภาพทางกาย และพฤติกรรมการออกกำลังกายของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาว่ายน้ำ ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่** [ออนไลน์] 2561 [อ้างเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2566]. จาก: https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2016/13276/1/446568.pdf
12. **สมรรถภาพทางกาย** [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 1 กุมภาพันธ์. 2566]. จาก: file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Documents/sport30555jt_ch2_2.pdf
13. สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬากรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. **แบบทดสอบและเกณฑมาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 60 – 69 ปี** [ออนไลน์] 2562 [อ้างเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2566]. จาก: https://www.dpe.go.th/manual-files-411291791797?fbclid
14. de Morais Almeida TF, Dibai-Filho AV, de Freitas Thomaz F, Lima EAA, Cabido CET. Construct validity and reliability of the 2-minute step test in patients with knee osteoarthritis. **BMC Musculoskelet Disord.** 2022;23(1):159.
15. de Jesus SFC, Bassi-Dibai D, Pontes-Silva A, da Silva de Araujo A, de Freitas Faria Silva S, Veneroso CE, et al. Construct validity and reliability of the 2-Minute Step Test (2MST) in individuals with low back pain. **BMC Musculoskeletal Disorders.** 2022;23(1):1062.
16. Braghieri HA, Kanegusuku H, Corso SD, Cucato GG, Monteiro F, Wolosker N, et al. Validity and reliability of 2-min step test in patients with symptomatic peripheral artery disease. **J Vasc Nurs.** 2021;39(2):33-8.
17. Chaturvedhi A. Validation of the Two Minute Step Test as Predictor of Aerobic Capacity in institutionalized elderly for neurological rehabilitation. **J Neurol Neurosci.** 2021;12(8):385.
18. สกล วรเจริญศรี. **การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมทางเพศของนักเรียนวัยรุ่น** [ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว)]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2545.

19. Nogueira MA, Almeida TDN, Andrade GS, Ribeiro AS, Rêgo AS, Dias RDS, et al. Reliability and accuracy of 2-Minute Step Test in active and sedentary lean adults. **J Manipulative Physiol Ther.** 2021;44(2):120-7.
20. พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์, เกตุศิริ หงส์เวียงจันทร์, พรจรัส วิรัชลาภ, อิสริยา บัวแสง, นันทิชา สิตานนท์, ปริญญา เลิศสินไทย. การทดสอบความเชื่อมั่นและความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของสมาร์ตโฟนแอปพลิเคชันสำหรับประเมินองศาการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่างในผู้ที่ไม่มีอากาปวดหลัง. **วารสารกายภาพบำบัด.** 2563;42(2):83-100.
21. กลุ่มงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลราชวิถี. **กายภาพบำบัดในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง** [ออนไลน์] 2564 [อ้างเมื่อ 4 มีนาคม 2566]. จาก: https://www.rajavithi.go.th/rj/wp-content/uploads/2019/08/chronic_kidney_disease_physical_therapy.pdf
22. **What causes Fatigue and how to battle off its symptoms?** [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 4 มีนาคม 2566]. จาก: http://www.artizone.in/how-to-cure-fatigue-symptoms/
23. อุไร นิโรธนันท์. **Pain Management in Emergency: Adult & Elderly** [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 4 มีนาคม 2566]. จาก: file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Documents/Urai_Nirotnan_4.pdf
24. บดินทร์ ขวัญมิตร. **การวัดค่าความอิ่มตัวออกวิเจนของฮีโมโกลบินจากชีพจรในผู้ใหญ่.** สงขลานครินทร์เวชสาร.24(3); 246-52.
25. สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดราชบุรี. **กายภาพบำบัดในCOPD Clinic** [ออนไลน์] 2558 [อ้างเมื่อ 1 ก.พ. 2566]. จาก: http://horizon.sti.or.th/node/53.
26. **คู่มือการทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness testing) สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข** [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 6 กุมภาพันธ์ 2566]. จาก: http://www.cpc.ac.th/sport/images/helptest.pdf.
27. Chow JJL, Fitzgerald C, Rand S. The 2 min step test: A reliable and valid measure of functional capacity in older adults post coronary revascularisation. **Physiother Res Int.** 2023;28(2):e1984.
28. Nogueira MA, Almeida TDN, Andrade GS, Ribeiro AS, Rêgo AS, Dias RDS, et al. Reliability and Accuracy of 2-Minute Step Test in Active and Sedentary Lean Adults. **J Manipulative Physiol Ther.** 2021;44(2):120-7

29. สุมิพล คอปอเรชั่น. **หลักการทำงานของ Photoelectric Sensor.** [ออนไลน์] 2564 [อ้างเมื่อ 19 กันยายน 2566]. จาก https://www.sumipol.com/knowledge/photoelectric-sensor/

30. Braghieri HA, Kanegusuku H, Corso SD, Cucato GG, Monteiro F, Wolosker N, Correia MA, Ritti-Dias RM. Validity and reliability of 2-min step test in patients with symptomatic peripheral artery disease. **J Vasc Nurs.** 2021 Jun;39(2):33-38.

31. Dibai-Filho AV, Guirro EC, Ferreira VT, Brandino HE, Vaz MM, Guirro RR. Reliability of different methodologies of infrared image analysis of myofascial trigger points in the upper trapezius muscle. **Braz J Phys Ther.** 2015 Mar-Apr;19(2):122-8.

ภาคผนวก ก
แบบบันทึกข้อมูลอาสาสมัคร

Code.....

แบบสัมภาษณ์และบันทึกข้อมูลโครงการวิจัย

เรื่อง ความสามารถในการทำนายการทดสอบยกขาสูงสลับกันสองนาทีเพื่อประเมินความสามารถทางกายในวัยผู้ใหญ่สุขภาพดี

***คำชี้แจง**: โปรดกรอกข้อมูลและตอบคำถามต่อไปนี้ตามความเป็นจริง (ข้อมูลจะถูกเก็บเป็นความลับและใช้ในงานวิจัยเท่านั้น)*

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. อายุ.....ปี เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. น้ำหนัก: .....กก. ส่วนสูง: .....ซม. ดัชนีมวลกาย.....กก./ตารางเมตร
3. โรคประจำตัว ☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ.....
4. รับประทานยาประจำ ☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ.....
5. สูบบุหรี่ ☐ ไม่สูบ ☐ สูบ ดื่มแอลกอฮอล์ ☐ ไม่ดื่ม ☐ ดื่ม
6. การออกกำลังกาย/เล่นกีฬาในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา

   ☐ สม่ำเสมอ (≥3 ครั้ง/สัปดาห์) ☐ นานๆ ครั้ง (1–2 ครั้ง/สัปดาห์) ☐ ไม่เคย (0 ครั้ง/สัปดาห์)
7. อาการปวด โปรดระบุตำแหน่ง..... คะแนนความเจ็บปวด.....(เต็ม 10 คะแนน)
8. สัญญาณชีพ ขณะพัก

สัญญาณชีพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)			
ความดันโลหิตขณะบีบตัว (mmHg)		–	
ความดันโลหิตขณะคลายตัว (mmHg)			
ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจน (%)			

ทดสอบวันที่ 1

ส่วนที่ 1 แบบบันทึกการทดสอบ 2MST ด้วยอุปกรณ์ StepUP (intra rater reliability) โดยผู้ทดสอบ A

วันที่ทดสอบ.....

Variables	ครั้งที่ 1 เวลา.....		ครั้งที่ 2 เวลา.....	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
Systolic blood pressure (mmHg)				
Diastolic blood pressure (mmHg)				
Heart rate (bpm)				
O_2 Saturation (%)				
Dyspnea (Scores) 6–20 score				
Fatigue (Scores) 0–10 score				
จำนวนการยกขาสูง (ครั้ง)				

*แต่ละการทดสอบห่างกันอย่างน้อย 30 นาทีหรือจนกว่าสัญญาณกลับใกล้เคียง v/s ขณะพัก

ส่วนที่ 2 แบบบันทึกการทดสอบ 2MST ด้วยอุปกรณ์ 2 MST มาตราฐาน โดยผู้ทดสอบ B

วันที่ทดสอบ.....

Variables	ครั้งที่ 1 เวลา.....		ครั้งที่ 2 เวลา.....	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
Systolic blood pressure (mmHg)				
Diastolic blood pressure (mmHg)				
Heart rate (bpm)				
O_2 Saturation (%)				
Dyspnea (Scores)				
Fatigue (Scores)				
จำนวนการยกขาสูง (ครั้ง)				
จำนวนการยกขาสูง วัดโดย Pedometer (ครั้ง)				

*แต่ละการทดสอบห่างกันอย่าน้อย 30 นาทีหรือจนกว่าสัญญาณกลับใกล้เคียง v/s ขณะพัก

ทดสอบวันที่ 2			
สัญญาณชีพ ขณะพัก	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)			
ความดันโลหิตขณะบีบตัว (mmHg)			
ความดันโลหิตขณะคลายตัว (mmHg)			
ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจน (%)			

ส่วนที่ 1 แบบบันทึกการทดสอบ 2MST ด้วยอุปกรณ์ StepUP (intra rater reliability) โดยผู้ทดสอบ A

วันที่ทดสอบ.....

Variables	ครั้งที่ 1 เวลา.....		ครั้งที่ 2 เวลา.....	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
Systolic blood pressure (mmHg)				
Diastolic blood pressure (mmHg)				
Heart rate (bpm)				
O_2 Saturation (%)				
Dyspnea (Scores) 6–20 score				
Fatigue (Scores) 0–10 score				
จำนวนการยกขาสูง (ครั้ง)				
จำนวนการยกขาสูง วัดโดย Pedometer (ครั้ง)				

แต่ละการทดสอบห่างกันอย่าน้อย 30 นาทีหรือจนกว่าสัญญาณกลับใกล้เคียง v/s ขณะพัก

ภาคผนวก ข

แบบประเมินระดับความเหนื่อยของร่างกาย

Borg Rating of Perceived Exertion scale (RPE)

แบบประเมินระดับความเหนื่อยของร่างกาย

Borg Rating of Perceived Exertion scale (RPE)

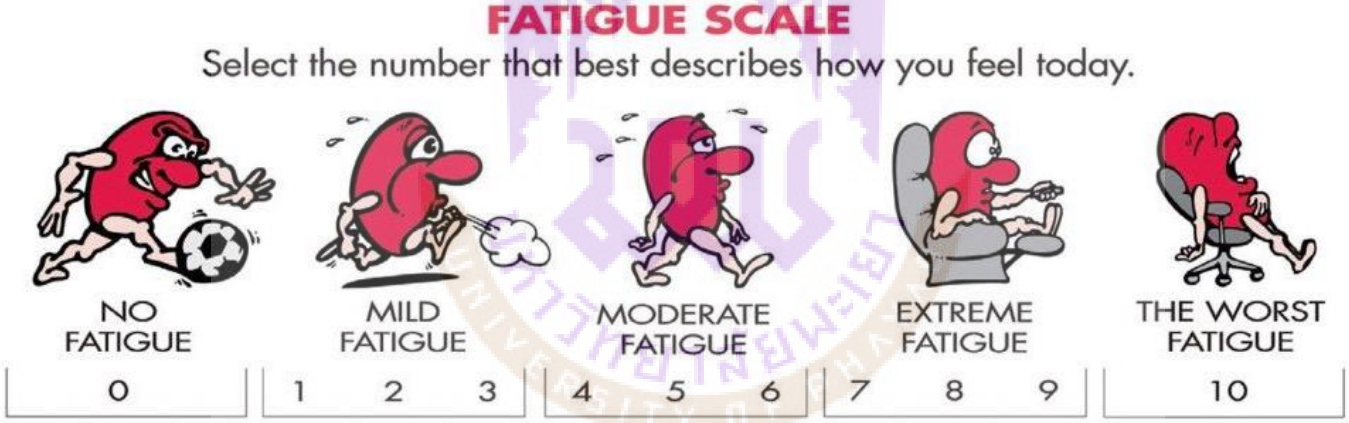
ภาคผนวก ค

แบบประเมินความล้าของกล้ามเนื้อ

Rating of Fatigue (ROF)

แบบประเมินความล้าของกล้ามเนื้อ

Rating of Fatigue (ROF)



ภาคผนวก ง

แบบประเมินความปวด

Numeric pain rating scale

แบบประเมินความปวด

Numeric pain rating scale