คณะสหเวชศาสตร์

การเปรียบเทียบการฝึกสควอทแบบคงค้างและเคลื่อนไหวต่อความแข็งแรงและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในวัยรุ่นเพศหญิงสุขภาพดี

A Comparison of Static and Dynamic Squat Training on Muscles Strength and Cardiovascular Functions in Healthy Young Adult Women

โดย

ณัฐดนัย เอื้อจำนงค์

ธัญชนน จิณณ์ชญาชาภา

พันธ์ชนก ช่วงโชติ

ภาคนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญากายภาพบำบัดบัณฑิต

คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ปีการศึกษา 2562

ภาคนิพนธ์ เรื่อง

การเปรียบเทียบการฝึกสควอทแบบคงค้างและแบบเคลื่อนไหว ต่อความแข็งแรงและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในวัยรุ่นเพศหญิงสุขภาพดี

A Comparison of Dynamic and Static Squat Training on Muscles Strength and Cardiovascular Functions in Healthy Young Adult Women

นำเสนอต่อ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

เพื่อประกอบการศึกษา

ระดับปริญญากายภาพบำบัดบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 27 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2562

.....

(นายณัฐดนัย เอื้อจำนงค์)

นิสิต

.....

(อาจารย์ ดร.สุพรรณิการ์ ลดาวัลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาภาคนิพนธ์

.....

(นายธัญชนน จิณณ์ชญาชาภา)

นิสิต

.....

(นายพันธ์ชนก ช่วงโชติ)

นิสิต

คณะกรรมการสอบภาคนิพนธ์ได้อนุมัติให้

ณัฐดนัย เอื้อจำนงค์

ธัญชนน จิณณ์ชญาชาภา

พันธ์ชนก ช่วงโชติ

สอบผ่านในรายวิชาภาคนิพนธ์ เรื่อง

การเปรียบเทียบการฝึกสควอทแบบคงค้างและแบบเคลื่อนไหว

ต่อความแข็งแรงและการทำงานของระบบหัวใจและ

หลอดเลือดในวัยรุ่นเพศหญิงสุขภาพดี

A Comparison of Dynamic and Static Squat Training on

Muscles Strength and Cardiovascular Functions

in Healthy Young Adult Women

....

(อาจารย์ ดร.สุพรรณิการ์ ลดาวัลย์) (อาจารย์อรุณรัตน์ ศรีทะวงษ์)

ประธานกรรมการ กรรมการ

.....

(อาจารย์ ดร.สุดารัตน์ สังฆะมณี)

กรรมการ

....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิรินทิพย์ คำฟู) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา หมั่นดี)

หัวหน้าสาขาวิชากายภาพบำบัด คณบดีคณะสหเวชศาสตร์

ชีวประวัติ

ชื่อ – สกุล ภาษาไทย	นายณัฐดนัย เอื้อจำนงค์
ชื่อ – สกุล ภาษาอังกฤษ	Mr. Natdanai Aueachamnong
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 7 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	จังหวัดสุโขทัย
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	43/1 หมู่ 5 ต.บ้านน้ำพุ อ.คีรีมาศ จ.สุโขทัย 16460
	E-mail: Firstza123456@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2554
	โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม
	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2557
	โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม
	ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด)
	คณะสหเวชศาสตร์
	มหาวิทยาลัยพะเยา
	จังหวัดพะเยา

ชีวประวัติ

ชื่อ – สกุล ภาษาไทย	นายธัญชนน จิณณ์ชญาชาภา
ชื่อ – สกุล ภาษาอังกฤษ	Mr.Tanchanon Jinchayachapa
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 23 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2540
สถานที่เกิด	จังหวัดพะเยา
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	1001/2 ต.เวียง อ.เมือง จ.พะเยา 56000
	E-mail: tanchanon435@gmail.com
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2555
	โรงเรียนพะเยาพิทยาคม จังหวัดพะเยา
	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2558
	โรงเรียนพะเยาพิทยาคม จังหวัดพะเยา
	ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด)
	คณะสหเวชศาสตร์
	มหาวิทยาลัยพะเยา
	จังหวัดพะเยา

ชีวประวัติ

ชื่อ – สกุล ภาษาไทย	นายพันธ์ชนก ช่วงโชติ
ชื่อ – สกุล ภาษาอังกฤษ	Mr. Phunchanok Chuangchot
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 30 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2540
สถานที่เกิด	จังหวัดสุโขทัย
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	372/15 ถ.จรดวิถีถ่อง ต.ธานี อ.เมือง จ.สุโขทัย 64000
	E-mail: beer2039@gmail.com
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2554
	โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม
	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2557
	โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม
	ปัจจุบันเป็นนิสิต (กายภาพบำบัด)
	คณะสหเวชศาสตร์
	มหาวิทยาลัยพะเยา
	จังหวัดพะเยา

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.สุพรรณิการ์ ลดาวัลย์ ให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดจนดูแลเป็นอย่างดีจนทำให้ภาคนิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณอาจารย์อรุณรัตน์ ศรีทะวงษ์ และอาจารย์ ดร.สุดารัตน์ สังฆะมณี คณะกรรมการสอบภาคนิพนธ์ นักกายภาพบำบัดสาขาวิชากายภาพบำบัด และคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำภาคนิพนธ์ ขอบขอคุณอาสาสมัครที่ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลครั้งนี้จนการศึกษาสำเร็จไปได้ด้วยดี จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ณัฐดนัย เอื้อจำนงค์
ธัญชนน จิณณ์ชญาชาภา
พันธ์ชนก ช่วงโชติ
27 ตุลาคม 2562

คำรับรอง

ข้าพเจ้านายณัฐดนัย เอื้อจำนงค์ นายธัญชนน จิณณ์ชญาชาภา และนายพันธ์ชนก ช่วงโชติ นิสิตสาขากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ขอรับรองว่าภาคนิพนธ์เรื่อง การเปรียบเทียบการฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหวและแบบคงค้างต่อความแข็งแรงและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในวัยรุ่นเพศหญิงสุขภาพดี (A Comparison of Dynamic and Static Squat Training on Muscles Strength and Cardiovascular Functions in Healthy Young Adult Women) เป็นผลการศึกษาซึ่งเกิดจากการศึกษาจริงโดยมิได้คัดลอกหรือดัดแปลงมาจากผลการศึกษาของผู้อื่นที่เคยศึกษาก่อนหน้านี้แต่อย่างใด

ณัฐดนัย เอื้อจำนงค์
ธัญชนน จิณณ์ชญาชาภา
พันธ์ชนก ช่วงโชติ
27 ตุลาคม 2562

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
คำรับรอง	II
สารบัญ	III
สารบัญแผนภูมิ	V
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VII
สารบัญคำย่อ	VIII
บทคัดย่อภาษาไทย	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	4
สมมติฐาน	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ขอบเขตการวิจัย	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	6
พฤติกรรมเนือยนิ่ง	6
การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ	6
สควอท	12
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	15
สรีรวิทยาการเต้นของหัวใจ	16
ความดันโลหิต (Blood pressure)	19
อัตราหายใจ (Respiratory rate)	21
Heart rate variability (HRV)	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการศึกษา	26
วัสดุและอุปกรณ์	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	26
เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัคร	28
ขั้นตอนการศึกษา	29
สรุปขั้นตอนการศึกษา	34
การวิเคราะห์ข้อมูล	35
บทที่ 4 ผลการศึกษา	36
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการศึกษา	43
สรุป	45
ข้อเสนอแนะ	46
เอกสารอ้างอิง	47
ภาคผนวก	52

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 ประโยชน์ของการออกกำลังกาย	7
รูปที่ 2 การออกกำลังกายแบบ Concentric exercise และ Eccentric exercise	11
รูปที่ 3 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านคงที่	11
รูปที่ 4 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้สำหรับการออกกำลังกายแบบ Isokinetic	12
รูปที่ 5 แสดงท่าสคอท (Squat) ที่ถูกต้อง	13
รูปที่ 6 แสดงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Knee extensors)	13
รูปที่ 7 แสดงกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Hip extensors)	14
รูปที่ 8 อธิบายกล้ามเนื้อที่ใช้มากที่สุดไปน้อยที่สุด (สีชมพูอ่อน – สีมืด)	14
รูปที่ 9 แสดงการไหลเวียนเลือดผ่านเข้า–ออกหัวใจ	16
รูปที่ 10 แสดงการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดสะโพก (Hip extensors)	30
รูปที่ 11 แสดงการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดเข่า (Knee extensors)	30
รูปที่ 12 แสดงการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอเข่า (Knee flexors)	31
รูปที่ 13 แสดงท่าฝึกสควอทแบบคงค้างและแบบเคลื่อนไหว	33
รูปที่ 14 แสดงท่าการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) และการคลายให้ร่างกายเย็นลง (Cool down)	33
รูปที่ 15 แสดงขั้นตอนดำเนินการ	34

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร 37

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลความแข็งของกล้ามเนื้อขา 39

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลความดันโลหิตของอาสาสมัคร 40

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลความแปรปรวนของอัตราการเต้นหัวใจ 42

สารบัญคำย่อ

ASDNN	=	The average of the 5-minute standard deviations of NN intervals
BMI	=	Body mass index
CVD	=	Cardiovascular disease
DBP	=	Diastolic blood pressure
HDL-C	=	Low high-density lipoprotein cholesterol
HF	=	High frequency
HRV	=	Heart rate variability
LF	=	Low frequency
MAP	=	Mean arterial pressure
MET	=	Metabolic equivalent
NN50	=	The number of NN intervals differing by >50 ms
pNN50	=	The proportion of NN intervals difference >50 ms
RMSSD	=	Square root of mean of the squares of successive NN interval differences
SBP	=	Systolic blood pressure
SDANN	=	Standard deviation of 5-minute average NN intervals
SDNN	=	Standard deviation of all normal to normal
ST-5	=	Stress test questionnaire
WHR	=	Waist to hip ratio

บทคัดย่อ

ที่มา: ปัจจุบันได้มีรายงานถึงผลของการออกกำลังกายแบบสควอทในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและส่งเสริมการทำกิจวัตรประจำวัน แต่ยังไม่เป็นที่แน่ชัดถึงผลของการฝึกที่ดีกว่าต่อความแข็งแรงและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดภายหลังการการฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหวและคงค้าง

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหวและคงค้างต่อความแข็งแรงและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด

วิธีการ: อาสาสมัครวัยรุ่นเพศหญิงสุขภาพดี จำนวน 30 คน ถูกแบ่งโดยการสุ่มออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหว 10 คน กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบคงค้าง 10 คน และกลุ่มควบคุม 10 คน กลุ่มที่ฝึกสควอทจะได้รับการฝึก 3 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ขณะที่กลุ่มควบคุมให้ทำกิจวัตรประจำวันที่ทำตามปกติ โดยความแข็งแรงและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดจะถูกประเมินก่อนและหลังสิ้นสุดโปรแกรมการออกกำลังกาย

ผลการทดลอง: หลังจากการฝึกสควอท 4 สัปดาห์พบว่ากลุ่มที่ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหวมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกด้านขวาและซ้าย กล้ามเนื้อเหยียดเข่าด้านขวาและซ้าย และกล้ามเนื้องอเข่าด้านซ้ายเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ในขณะที่กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบคงค้างมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกด้านขวาและกล้ามเนื้อเนื้องอข่าด้านซ้ายเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) และเป็นที่น่าสนใจว่ากลุ่มที่ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหวมีระดับความดันโลหิตซิสโตลิกลดลงภายหลังการฝึก

สรุป : การฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหวจะให้ผลดีกว่าการการฝึกแบบคงค้างในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แต่ให้ผลเช่นเดียวกับการฝึกแบบคงค้างต่อการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด

คำสำคัญ: การฝึกสควอท ความแข็งแรง การทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด

Abstract

Background: It has recently been reported that squat exercise can increase muscle strength and improve activities of daily living, but it is not clear whether dynamic or static squat exercise has a greater effect on muscle strength and cardiovascular functions.

Objective: To compare the effects of dynamic and static squat training on muscle strength and cardiovascular functions.

Material and methods: Thirty healthy young adult women were volunteered to participate in the study as participants and were randomly assigned to a dynamic squat training (n=10), a static squat training (n=10), or a control groups (n=10). The training groups performed squat exercise 3 days per week for 8 weeks while participants in the control group were asked to maintain their usual daily activity. Muscle strength and cardiovascular functions were assessed at baseline, and after the end of the training program.

The results: After 4 weeks of squat training, the dynamic squat group showed a significant increase in the strength of right hip extensors, left hip extensors, right knee extensors, right knee flexors, and left knee flexors ($p<0.05$) while the static squat group significantly increased in the strength of right hip extensors, and left knee flexors ($p<0.05$). Interestingly, only the dynamic squat group showed significant lowering in systolic blood pressure after intervention ($p<0.05$).

Conclusion: dynamic squat training seems to have greater beneficial effect on muscle strength than those static squat training but had an equal effect on cardiovascular functions.

Keywords: Squat training, Muscles strength, Cardiovascular function

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับพฤติกรรมการออกกำลังกายและการทำกิจกรรมในวัยรุ่นในภาคกลาง พบว่าเด็กร้อยละ 62.1 ไม่ยอมออกกำลังกาย กิจกรรมที่มักทำในเวลาว่าง คือ การดูโทรทัศน์ อ่านหนังสือ เล่มเกมส์คอมพิวเตอร์ โดยมีปัจจัยที่สนับสนุนคือ ครอบครัวมีเศรษฐานะที่ดี [1] ทำให้เด็กวัยรุ่นเกิดพฤติกรรมการออกกำลังกายและการทำกิจกรรมลดลง โดยสาเหตุหลักเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการบริโภคอาหาร พฤติกรรมการออกกำลังกายและการทำกิจกรรม เนื่องจากสภาพสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนเป็นลักษณะสังคมเมือง มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตมากขึ้นทำให้วัยรุ่นมีพฤติกรรมการออกกำลังกายและการทำกิจกรรมลดลง มีวิถีชีวิตแบบนั่งอยู่กับที่ (Sedentary lifestyle) มากขึ้น [2]

พฤติกรรมเนือยนิ่ง (Sedentary behavior) คือ การนั่งหรือนอนในกิจกรรมต่างๆ โดยใช้พลังงาน 1.5 Metabolic equivalents (METs) ไม่รวมการนอนหลับ หรือสามารถอธิบายอย่างง่ายได้ว่า พฤติกรรมเนือยนิ่งหมายถึง การที่บุคคลเคลื่อนไหวร่างกายน้อยมากในแต่ละวัน หรือมีกิจกรรมทางกายน้อยลงจนกลายเป็นเนือยนิ่ง เช่น การนั่งโต๊ะทำงานทั้งวันแทบจะไม่ได้ขยับตัวลุกไปไหน ติดสมาร์ทโฟนมากไปจนไม่ได้ใช้งานร่างกาย เป็นต้น [3] จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการมีพฤติกรรมเนือยนิ่งเป็นเวลานาน มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตไดแอสโตลิคสูง (Diastolic blood pressure) ระดับคอเลสเตอรอลชนิดดี (Low high-density lipoprotein cholesterol: HDL-C) ต่ำ และมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคและการเสียชีวิตจากโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease: CVD) [4] จากรายงานสถิติสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย พบอัตราการตายจากโรคหลอดเลือดหัวใจ ต่อประชากร 100,000 คน ปี พ.ศ. 2555 – 2559 เท่ากับ 23.4, 26.9, 27.8, 29.9 และ 32.3 ตามลำดับ และอัตราผู้ป่วยด้วยโรคหลอดเลือดหัวใจต่อประชากร 100,000 คน ปี 2554 – 2558 เท่ากับ 412.70, 427.53, 431.91, 407.70 และ 501.13 ตามลำดับ [5] นอกจากนี้ ยังพบว่าประเทศไทยมีค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลของผู้ป่วยโรคหัวใจเฉลี่ย 6,906 ล้านบาทต่อปี [6] จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าโรคของระบบหัวใจและหลอดเลือด เป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญของ

สาธารณสุขไทยและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งนอกจากจะส่งผลกระทบในด้านสุขภาพและคุณภาพชีวิตในระดับบุคคลแล้ว ยังส่งผลต่อทางเศรษฐกิจในระดับประเทศชาติ

การมีสุขภาพที่แข็งแรงเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ส่งเสริมให้บุคคลประสบความสำเร็จในด้านต่าง ๆ อาทิเช่น ด้านการศึกษา ด้านการทำงาน เป็นต้น เนื่องจากผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรงจะมีความสามารถทางร่างกาย จิตใจ มากกว่าผู้ที่ไม่แข็งแรง การมีสุขภาพดีนั้นเป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถสร้างได้ด้วยตัวเอง ได้แก่ การพักผ่อนที่เพียงพอ รับประทานอาหารที่เป็นประโยชน์ หลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ และการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น [7]

การออกกำลังกาย (Exercise) หมายถึง การใช้กล้ามเนื้อและอวัยวะอื่น ๆ ของร่างกายทำงานมากกว่าการเคลื่อนไหวหรืออิริยาบถต่าง ๆ ตามปกติในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย เป็นการใช้แรงกล้ามเนื้อเพื่อให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวอย่างมีระบบแบบแผน โดยมีการกำหนดความถี่ ความแรง ความหนัก ระยะเวลาในการออกกำลังกาย ระยะเวลาในการอบอุ่นร่างกายและระยะผ่อนคลายร่างกายที่ถูกต้อง การออกกำลังกายสามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อ ได้ 5 ชนิด ได้แก่

1. Isometric exercise หรือ Static exercise คือ การออกกำลังกายที่ไม่มีการเคลื่อนไหวข้อ ความยาวของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง เช่น การเกร็งกล้ามเนื้อต้นขาทางด้านหน้า (Quadriceps) ขณะข้อเข่าเหยียดตรง

2. Isotonic exercise หรือ Dynamic exercise คือ การออกกำลังกายที่กล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงความยาวทำให้ข้อเคลื่อนไหว น้ำหนักหรือแรงต้านการเคลื่อนไหวคงที่ ความเร็วในการเคลื่อนไหวข้อไม่คงที่ แบ่งได้เป็น

Concentric exercise คือ การออกกำลังกายที่ใยกล้ามเนื้อหดสั้นลงขณะทางาน เช่น การยกน้ำหนักขึ้นจากพื้นซึ่งเกิดจากกล้ามเนื้อBiceps หดตัวทำให้ข้อศอกงอ เป็นต้น

Eccentric exercise คือ การออกกำลังกายที่ใยกล้ามเนื้อถูกยืดออกขณะทางาน เช่น การวางน้ำหนักลง กล้ามเนื้อ Biceps ถูกยืดออกทั้งที่ยังหดตัว

3. Isokinetic exercise คือ การออกกำลังกายที่ข้อเคลื่อนไหวด้วยความเร็วคงที่แรงต้านอาจเปลี่ยนตลอดการเคลื่อนไหว

4. Plyometric exercise คือ การออกกำลังกายที่อาศัยคุณสมบัติยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อมาใช้ในขณะที่กล้ามเนื้อหดตัว เช่น การย่อเข่าก่อนกระโดด เป็นต้น

5. Calisthenic exercise คือ การทำกายบริหาร โดยเน้นที่การคงไว้ของพิสัยการเคลื่อนไหวข้อ [8]

สควอท (Squat) เป็นการออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับหลายข้อต่อและกลุ่มกล้ามเนื้อของขา และเป็นหนึ่งในท่าฝึกที่สำคัญในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา นอกจากนี้ท่าทางในการทำสควอท ยังเป็นองค์ประกอบของการเคลื่อนไหวหรือทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เช่น การเดิน การขึ้น-ลงบันได การลุกขึ้นยืน และการนั่ง เป็นต้น [5] การฝึกสควอทจึงไม่เพียงแต่เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของขาเท่านั้น แต่ยังมีส่วนช่วยให้การทำกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

การศึกษาถึงผลของการฝึกสควอทที่ผ่านมาพบว่าสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา [9-12] และมีผลลดความดันโลหิตในอาสาสมัครที่มีความดันปกติ [13] จะเห็นได้ว่า สควอทเป็นการออกกำลังกายที่มีประโยชน์ต่อความแข็งแรงของร่างกาย ส่งเสริมการทำกิจวัตประจำวันต่างๆได้ดีขึ้น และมีผลลดความดันโลหิต นอกจากนี้ยังเป็นการออกกำลังกายที่มีค่าใช้จ่ายน้อย สามารถฝึกได้ทุกสถานที่ ฝึกปฏิบัติได้ทั้งแบบกลุ่มและเดี่ยว สามารถเลือกฝึกได้ทั้งแบบคงค้าง (Static squat) หรือแบบเคลื่อนไหว (Dynamic squat) อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการศึกษาผลของการฝึกสควอทต่อการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดยังมีน้อยและยังไม่พบการศึกษาที่เปรียบเทียบผลของการฝึกสควอทแบบคงค้างและแบบเคลื่อนไหว ทั้งนี้ได้มีรายงานการศึกษาที่ผ่านมาแสดงถึงความแตกต่างกันของการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิต และการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจซึ่งประเมินจาก ความแปรปรวนของอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate variability) ระหว่างการออกกำลังกายแบบคงค้าง และเคลื่อนไหว [14]

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจเปรียบเทียบผลของการฝึกสวอทแบบคงค้างและแบบเคลื่อนไหว ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและทำงานของหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากความแข็งแรงถือเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน และโรคทางระบบหัวใจและหลอดเลือดเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของ

ประเทศไทยดังที่ได้กล่าวข้างต้น นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ยังสนใจศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครวัยรุ่นเพศหญิง เนื่องจากวัยรุ่นส่วนมากมีพฤติกรรมที่ต้องนั่งเรียนนานกว่า 1 ชั่วโมงติดต่อกัน และจากรายงานที่ผ่านมาพบว่าวัยเด็กและวัยรุ่นมีพฤติกรรมนั่งอยู่หน้าจอนานกว่ากลุ่มวัยอื่น ๆ เพื่อดูโทรทัศน์ ใช้คอมพิวเตอร์ เข้าร้านเกม รวมถึงใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พกพาประเภทต่างๆ โดยเฉลี่ยแล้วนานกว่า 1 ชั่วโมงต่อวัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [15] และเพศหญิงมีพฤติกรรมการออกกำลังกายน้อยกว่าเพศชาย [16]

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายสควอทแบบคงค้าง (Static squat) และแบบเคลื่อนไหว (Dynamic squat) ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด
2. เพื่อเปรียบเทียบการฝึกสควอทแบบคงค้าง (Static squat) และแบบเคลื่อนไหว (Dynamic squat) ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด

สมมติฐาน

1. การออกกำลังกายทั้งสควอทแบบคงค้าง (Static squat) และแบบเคลื่อนไหว (Dynamic squat) จะมีผลเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด
2. การออกกำลังกายสควอทแบบคงค้าง (Static squat) มีผลเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดแตกต่างกับการสควอทแบบเคลื่อนไหว (Dynamic squat)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เกิดองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายสควอทแบบคงค้าง (Static squat) และแบบเคลื่อนไหว (Dynamic squat) ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนว่าการออกกำลังกายสควอททั้งสองแบบ มีผลดีต่อการทำงานของระบบต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมา
2. เป็นทางเลือกในรูปแบบการออกกำลังกายในกลุ่มบุคคลที่มีสุขภาพดี หรือไม่มีภาวะแทรกซ้อนใด ๆ ในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการทำงานของระบบหัวใจหลอดเลือด

ขอบเขตการวิจัย

เป็นการศึกษาถึงผลของการออกกำลังกายสควอทแบบคงค้าง (Static squat) และแบบเคลื่อนไหว (Dynamic squat) ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด ในประชากรวัยรุ่นเพศหญิงสุขภาพดี อายุระหว่าง 18-22 ปี ที่ศึกษาในมหาวิทยาลัยพะเยา

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

1. พฤติกรรมเนือยนิ่ง (Sedentary behavior)

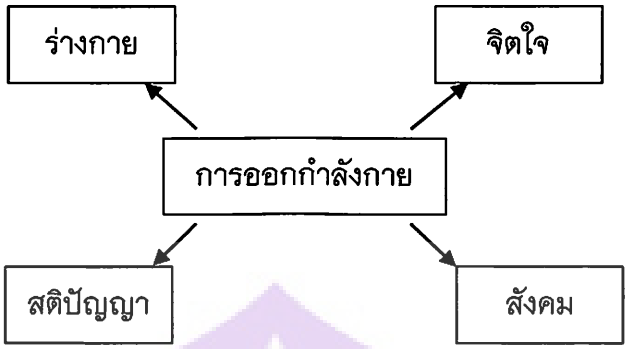
พฤติกรรมเนือยนิ่ง (Sedentary behavior) คือ การนั่งหรือนอนในกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้พลังงาน 1.5 MET ไม่รวมการนอนหลับ หรือสามารถอธิบายอย่างง่ายได้ว่า พฤติกรรมเนือยนิ่งหมายถึง การที่บุคคลเคลื่อนไหวร่างกายน้อยมากในแต่ละวัน หรือมีกิจกรรมทางกายน้อยลงจนกลายเป็นเนือยนิ่ง เช่น การนั่งโต๊ะทำงานทั้งวันแทบจะไม่ได้ขยับตัวลุกไปไหน ติดสมาร์ทโฟนมากไปจนไม่ได้ใช้งานร่างกาย เป็นต้น [3] จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการมีพฤติกรรมเนือยนิ่งเป็นเวลานาน มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตไดแอสโตลิคสูง (Diastolic blood pressure) ระดับคอเลสเตอรอลชนิดดี (Low high-density lipoprotein cholesterol: HDL-C) ต่ำ และมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคและการเสียชีวิตจากโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease: CVD) [4]

2.การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ

การที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งมีสุขภาพที่แข็งแรงเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ส่งเสริมให้บุคคลนั้นประสบความสำเร็จในด้านต่าง ๆ อาทิเช่น ด้านการศึกษา ด้านการทำงาน เป็นต้น เนื่องจากผู้มีสุขภาพแข็งแรงจะมีความสามารถทางร่างกาย จิตใจ มากกว่าคนที่ไม่แข็งแรง ซึ่งการที่จะมีสุขภาพที่ดีได้นั้นทุกคนสามารถสร้างได้ด้วยตัวเอง คือการดูแลรักษาสุขภาพของตนเอง เช่น การพักผ่อนที่เพียงพอ รับประทานอาหารที่เป็นประโยชน์ หลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ และการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น โดยเฉพาะการออกกำลังกายนั้นเป็นทั้งการป้องกันโรค และรักษาโรค และยาบำรุงอย่างดีที่ไม่ต้องใช้เงินเป็นจำนวนมากไปหาซื้อ ดังนั้นการออกกำลังกายจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อคนทุกเพศทุกวัย

การออกกำลังกาย หมายถึง การประกอบกิจกรรมใด ๆ ที่ทำให้ร่างกายหรือส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเกิดการเคลื่อนไหว และมีผลให้ระบบต่าง ๆ ของร่างกายเกิดความสมบูรณ์แข็งแรงและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1] ในการออกกำลังกายต้องออกกำลังกายอย่าง

ถูกต้อง ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และการฝึกกีฬาจึงจะเกิดประโยชน์ ซึ่งประโยชน์ของการออกกำลังกายสามารถแบ่งได้ดังนี้



รูปที่ 1 ประโยชน์ของการออกกำลังกาย [7]

1. ด้านร่างกาย การออกกำลังกายจะทำให้อวัยวะและระบบต่าง ๆ ของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น ดังนี้

1.1 ระบบกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อจะมีการเจริญเติบโตขึ้น ทำให้ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อขยายใหญ่ขึ้น (Hypertrophy) และเป็นการเพิ่มความสามารถในการออกแรงด้วย ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อจะทำงานได้นานขึ้น เนื่องจากมีการใช้ออกซิเจนน้อยกว่า

1.2 ระบบโครงร่าง ในขณะออกกำลังกายกระดูกจะถูกดึง ถูกบีบจากแรงกล้ามเนื้อ ซึ่งจะกระตุ้นให้กระดูกมีการเจริญขึ้น ทั้งความกว้าง ความใหญ่ ความหนา และข้อต่อก็จะมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับการทำงาน

1.3 ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ การออกกำลังกายเป็นประจำทำให้ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประโยชน์ของการออกกำลังกายที่มีต่อระบบไหวเวียนโลหิตและระบบหายใจ

ระบบไหลเวียนโลหิต	ระบบหายใจ
1. กล้ามเนื้อหัวใจมีขนาดเพิ่มขึ้น	1. ความสามารถในการจับออกซิเจนของร่างกาย (Maximum oxygen uptake) มีค่าเพิ่มขึ้น
2. อัตราการเต้นของชีพจรในขณะพักลดลง รวมทั้งอัตราการเต้นของชีพจรขณะออกกำลังกายต่ำกว่าระดับสูงสุดช้าลง	2. การหายใจมีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. การเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดงและฮีโมโกลบิน	3. ความจุชีพ (Vital capacity) เพิ่มขึ้น
4. ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด	4. ทรวงอกขยายใหญ่ขึ้น กล้ามเนื้อที่เกี่ยวกับการหายใจแข็งแรงขึ้น ความยืดหยุ่นของปอดเพิ่มขึ้น
5. เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของหัวใจขณะพัก คือ อัตราการเต้นของหัวใจต่ำลง	5. ลดอันตรายของโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต

2. ด้านจิตใจ การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ จะมีผลทำให้เป็นคนที่มีบุคลิกที่มั่นคง สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี มีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดีสามารถปรับตัวเมื่อได้รับความเครียดได้ดี มีความฉลาดทางอารมณ์ (EQ) ที่ในระดับดี

3. ด้านสติปัญญา นอกจากการออกกำลังกายมีผลต่อด้านจิตใจแล้ว ผู้ที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์มีความสามารถในการเรียนรู้ มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับเหตุการณ์ต่างๆได้ดี

4. ด้านสังคม การออกกำลังกายจะช่วยเพิ่มความมีวุฒิภาวะทางสังคม มีความฉลาดทางสังคม เนื่องจากการออกำลังกายเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้คนมีปฏิสัมพันธ์มากขึ้น จนนำไปสู่การพัฒนาทักษะทางสังคมที่ดี

2.1 องค์ประกอบพื้นฐานในการออกกำลังกาย

1. การอบอุ่นร่างกาย (Warm-up) ช่วงเวลาของการอบอุ่นร่างกายควรทำก่อนการออกกำลังกาย การอบอุ่นร่างกายจะช่วยเพิ่มอุณหภูมิของร่างกาย ความยืดหยุ่นของเส้นเอ็นและกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัว การอบอุ่นร่างกายช่วยป้องกันการบาดเจ็บและการปวดของกล้ามเนื้อ ในการอบอุ่นร่างกายมีข้อปฏิบัติดังนี้ [7]

- ทำการอบอุ่นรางกายเป็นเวลา 10 -15 นาที
- ทำให้กล้ามเนื้อมีความยืดหยุ่นและข้อต่อสามารถทำงานได้เต็มช่วงของการเคลื่อนไหว เช่น การเดิน การวิ่งเหยาะๆ ละกิจกรรมอื่น ๆ ที่ใช้ในการอบอุ่นร่างกาย
- ทำการอบอุ่นทั้งร่างกายโดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย
- การอบอุ่นร่างกายต้องเริ่มอย่างช้าให้ระบบไหลเวียนและระบบหายใจค่อยๆ เพิ่มขึ้น

2. ช่วงของการออกกำลังกายหรือการปฏิบัติกิจกรรม (Workout/Activity) หลังจากที่ทำการอบอุ่นร่างกายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะเริ่มการออกกำลังกายควรเลือกเสื้อผ้าให้เหมาะสมโดยที่ร่างกายต้องเคลื่อนไหวได้อย่างมีอิสระและปลอดภัย ข้อปฏิบัติในช่วงนี้มีดังนี้

- ปฏิบัติเป็นเวลา 30-60 นาที
- ปฏิบัติกิจกรรมตามความต้องการที่จะพัฒนาส่วนประกอบต่างๆ เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ และความอ่อนตัว
- ปฏิบัติตามความต้องการของแต่ละบุคคล
- เลือกงานและช่วงเวลาพักขณะการออกกำลังกาย
- สำหรับผู้เริ่มออกกำลังกาย ให้เพิ่มระยะเวลาในการออกำลังกายแบบมีช่วงพักและรักษาความหนักของงานให้คงที่

3. การคลายอุ่น (Cool down) หลังจากการออกกำลังกายอย่างหนักการคลายอุ่นเป็นส่วนสำคัญในการช่วยให้เลือดไหลกลับเข้าสู่หัวใจ ในช่วงของการคลายอุ่นมีประสิทธิภาพในการป้องการบาดเจ็บที่ดีกว่าในช่วงการอบอุ่นร่างกาย ข้อปฏิบัติในช่วงนี้ มีดังนี้

- ปฏิบัติเป็นเวลา 5 – 10 นาทีหลังจากการออกกำลังกาย

- ทำให้มีการพักผ่อนตามรูปแบบการออกกำลังกาย
- กิจกรรมที่ทำประกอบด้วย การเดินช้า การวิ่งเหยาะๆ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
- ตรวจสอบการเต้นของชีพจรขณะร่างกายฟื้นตัว

2.2 ประเภทของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายสามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อ [37] ได้ 5 ชนิด ได้แก่

1. Manual & Mechanical resistance exercise

1.1 Manual resistance exercise เป็นการออกกำลังกายแบบ Active-resistive โดยผู้ป่วยออกแรงต้านกับผู้บำบัด หรือต้านแรงของตนเองก็ได้ แต่แรงที่ใช้ต้านจะไม่สามารถระบุเป็นน้ำหนักได้ชัดเจน

1.2 Mechanical resistance exercise เป็นการออกกำลังกายแบบ Active-resistive โดยผู้ป่วยออกแรงต้านกับอุปกรณ์หรือเครื่องมือทางกายภาพ มีประโยชน์เมื่อต้องใช้แรงต้านมากกว่าแรงของผู้บำบัด และสามารถระบุแรงต้านเป็นน้ำหนักได้ชัดเจน

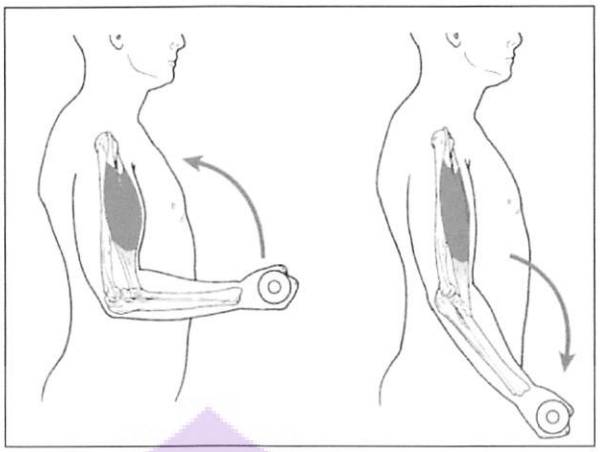
2. Isometric exercise (Static exercise)

เป็นการออกกำลังกายโดยไม่มีการเคลื่อนไหวของข้อ ความยาวกล้ามเนื้อคงที่ ใช้ในกรณีที่ต้องการป้องกันไม่ให้กล้ามเนื้อฝ่อลีบ แต่ไม่สามารถขยับข้อได้ เช่น มีอาการปวดข้อ การใส่เฝือก การทำ Skin traction เป็นต้น

3. Dynamic exercise – Concentric & Eccentric

Dynamic exercise เป็นการออกกำลังกายโดยข้อมีการเคลื่อนไหว มี 2 ประเภท

- Concentric exercise เป็นการออกแรงขณะที่ใยกล้ามเนื้อหดสั้น เช่น ท่า Bicep curls
- Eccentric exercise เป็นการออกแรงขณะที่ใยกล้ามเนื้อถูกยืด



รูปที่ 2 การออกกำลังกายแบบ Concentric exercise (ซ้าย) และ Eccentric exercise (ขวา) [37]

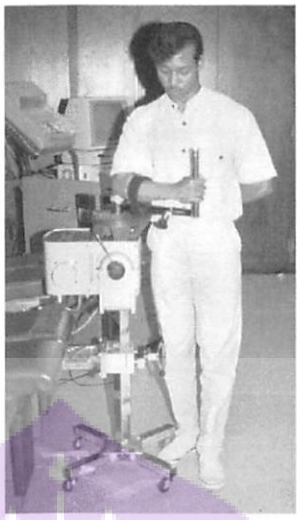
4. Dynamic exercise – Constant & Variable exercise

เป็นการออกกำลังที่ใช้บ่อยที่สุด โดยมีการต้านน้ำหนักที่คงที่ หรือเพิ่มน้ำหนักตามลำดับ เรียก อีกอย่างว่า Progressive resistance exercise (PRE) การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อต้านน้ำหนักที่คงที่ เรียกอีกอย่างว่า Isotonic exercise แรงต้านอาจ มาจากแรงโน้มถ่วง อุปกรณ์ เช่น NK table เป็นต้น

รูปที่ 3 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านคงที่ [37]

5. Isokinetic exercise

เป็นการออกกำลังกายที่ความเร็วในการเคลื่อนไหวคงที่ มีการกำหนดองศาการเคลื่อนไหวที่แน่นอน จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม และยุ่งยากกว่าการออกกำลังกายแบบ Isometric และ Isotonic [38]



รูปที่ 4 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้สำหรับการออกกำลังกายแบบ Isokinetic [38]

3. สควอท (Squat)

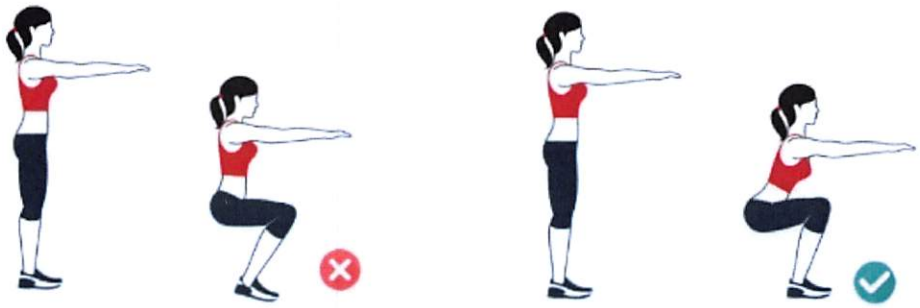
ท่าสควอทเป็นท่าออกกำลังกายท่าหลักที่ทำเพื่อเพิ่มกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของช่วงล่างของร่างกาย เช่น ช่วงเอว สะโพก ต้นขา นอกจากนั้นแล้วทำท่าสควอท (Squat) ยังสามารถช่วยให้ทำกิจวัตรประจำวันได้ดีขึ้นด้วย เช่น เวลาจะนั่ง และลุก หรือ นั่งลงหยิบของแม้กระทั่งนั่งชักโครก เพราะกิจกรรมเหล่านี้มีท่าทางคล้ายกับการสควอท (Squat) [31]

3.1 วิธีทำท่าสควอท (Squat)

1. เริ่มจากกางขาสองข้างให้ระยะห่างเท่าช่วงไหล่

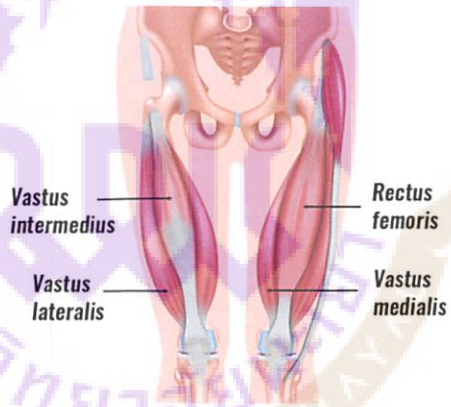
2. ย่อเข่าลง โดยขณะที่ย่อเข่าจะต้องไม่ให้หัวเข่าเลยปลายเท้า ย่อลงไปให้ได้มุมเข่า 90 องศา สามารถยื่นแขนมาข้างหน้าเพื่อทรงตัวได้แล้วลุกขึ้น

3. เกร็งหน้าท้อง ให้จุดส้นเท้าเป็นจุดที่รับน้ำหนัก จากนั้นยืดตัวขึ้น นับเป็น 1 ครั้ง

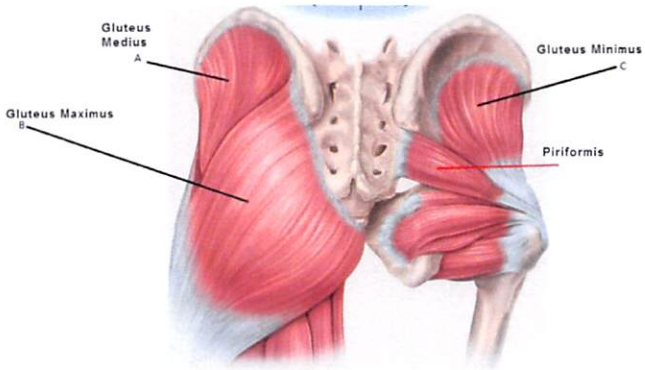


รูปที่ 5 แสดงท่าสคอท (Squat) ที่ถูกต้อง [32]

กล้ามเนื้อเป้าหมายในการบริหาร คือ กล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Knee extensors) และกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Hip extensors)

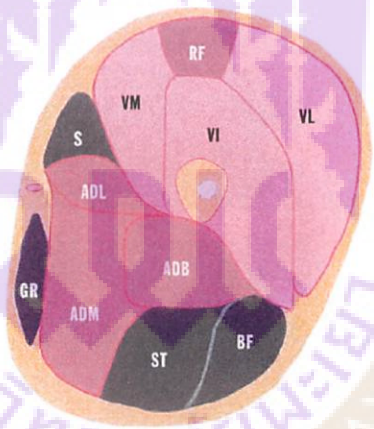


รูปที่ 6 แสดงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Knee extensors) [33]



รูปที่ 7 แสดงกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Hip extensors) [33]

กล้ามเนื้อที่ช่วยในการบริหาร คือ Core muscle (Rectus abdominis, Erector spinae , Multifidus, External obliques, Internal obliques, Transverse abdominis (TVA), Hip flexors , Hamstring group , Piriformis , Hip adductors) [34]



รูปที่ 8 อธิบายกล้ามเนื้อที่ใช้มากที่สุดไปน้อยที่สุด (สีชมพูอ่อน–สีมืด) [33]

3.2 ประโยชน์ของการทำท่าสคอท (Squat) [39]

1. ช่วยให้กล้ามเนื้อขาทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจะง่ายต่อการทำกิจวัตรประจำวัน

2. เพิ่มความคล่องตัวและความสมดุลให้แก่ร่างกาย

3. สามารถป้องกันการบาดเจ็บ

4. ปรับปรุงประสิทธิภาพการเคลื่อนไหว ทำให้คล่องแคล่วและเร็วยิ่งขึ้น

5. ช่วยให้ร่างกายแข็งแรงมากยิ่งขึ้น

4. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและการแสดงความสามารถทางกีฬา เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทำให้ร่างกายได้เคลื่อนไหวและออกแรงกระทำต่อแรงภายนอก เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุด โดยเส้นใยกล้ามเนื้อภายในมัดกล้ามเนื้อจะตอบสนอง เมื่อมีการฝึกแบบมีแรงต้านหรือฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ [22] สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

- ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อออกแรงสูงสุด โดยไม่ได้กำหนดว่าจะใช้ความเร็วในการเคลื่อนไหวในการออกแรง แต่สิ่งที่สำคัญคือ ต้องการออกแรงที่มีแรงต้านสูงสุด

- 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 [23]

4.1 ความหมายของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือกล้ามเนื้อของร่างกายหลาย ๆ ส่วนทำงานร่วมกัน เช่น ความสามารถในการบีบมือ ความสามารถในการยกน้ำหนัก ความสามารถ ในการดึงไดนาโมมิเตอร์ เป็นต้น [40]

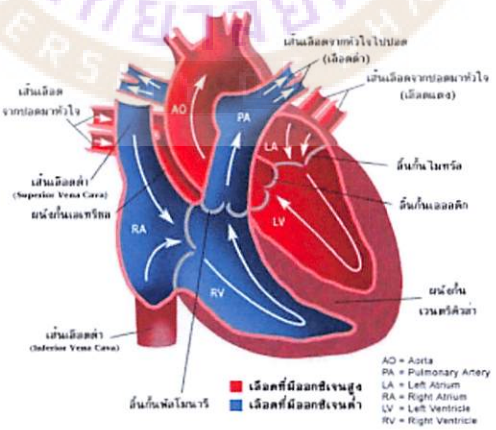
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ คือ กำลังสูงสุดของกล้ามเนื้อมัดหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่งปล่อยออกเพื่อต้านกับแรงต้านทานเป็นที่ยอมรับกันว่าการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถสร้างได้โดยฝึกให้กล้ามเนื้อได้ออกแรงต่อสู้กับความต้านทานหรือน้ำหนักที่สูงขึ้น [41]

ความแข็งแรงตามหลักกลศาสตร์ คือ แรง (Force) จะเท่ากับมวล (Mass) คูณด้วยอัตราเร่ง (Accelerate) แรง หมายถึง การออกแรงเอาชนะแรงดึงดูดโลก ซึ่งแรงที่เกิดขึ้นได้น้อยที่สุดจะมีค่าเท่ากับมวลและอัตราเร่งของแรงดึงดูดโลก ซึ่งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว [42]

5. สรีรวิทยาการเต้นของหัวใจ

5.1 การทำงานของระบบไหลเวียนเลือด

กระบวนการทำงานของระบบไหลเวียนเลือดใน 1 รอบ เป็นกระบวนการที่เลือดต้องไหลผ่านเข้าสู่หัวใจ 2 ครั้ง คือ ครั้งแรก เลือดดำจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา จากนั้นหัวใจห้องบนขวาจะบีบตัวส่งเลือดไปยังหัวใจห้องล่างขวา แล้วจะถูกสูบฉีดออกจากหัวใจห้องล่างขวาไปยังปอด เพื่อไปทำการฟอกหรือแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับแก๊สออกซิเจน เมื่อเลือดมีปริมาณออกซิเจนสูงเพียงพอแล้ว เลือดก็จะกลับมายังหัวใจห้องบนซ้ายอีกครั้ง และไหลลงสู่หัวใจห้องล่างซ้าย จากนั้นหัวใจห้องล่างซ้ายจะบีบตัวเพื่อส่งเลือดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยมีลิ้นหัวใจแต่ละห้องเป็นตัวปิดกั้นไม่ให้เลือดไหลย้อนหลับ [24]



รูปที่ 9 แสดงการไหลเวียนเลือดผ่านเข้า–ออกหัวใจ [24]

1. เลือดเสีย (CO_2 สูง) จากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เข้าสู่หัวใจห้องบนขวา โดยไหลในหลอดเลือดดำ และผ่านลิ้นหัวใจไปยังหัวใจห้องล่างขวา เพื่อส่งไปปอด โดยไหลภายในหลอดเลือดแดง

2. เมื่อเลือดเสียเข้าสู่ปอด ปอดจะฟอกเลือดเพื่อให้เลือดเสียเปลี่ยนเป็นเลือดดี (O_2 สูง) หรือเรียกว่า เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซ

3. เลือดดีออกจากปอด และไหลภายในหลอดเลือดดำ เข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย

4. หัวใจห้องบนซ้าย จะส่งเลือดดีผ่านลิ้นหัวใจไปยังหัวใจห้องล่างซ้าย และหัวใจห้องล่างซ้าย ส่งเลือดดีไปเลี้ยงทั่วร่างกาย

การทำงานของลิ้นหัวใจ (Heart valve) มิใช่เป็นการปิด – เปิดอย่างง่ายๆ เท่านั้น ส่วนต่างๆ แต่ละส่วน คือ ห้องหัวใจแต่ละห้องต้องทำงานสัมพันธ์กันและร่วมกันทำงานกับลิ้นหัวใจอีกด้วย ลิ้นหัวใจทำหน้าที่เปิดให้เลือดผ่านและปิดกั้นไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับที่เก่า

อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) คือ ความเร็วในการบีบตัวของหัวใจในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ โดยทั่วไปใช้หน่วย ครั้งต่อนาที ตามปกติวัดจากหัวใจของผู้ชาย เฉลี่ยประมาณ 72 ครั้งต่อนาที และผู้หญิงประมาณ 75–80 ครั้งต่อนาที อัตราหัวใจสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับสรีรวิทยาของร่างกาย เช่น ความต้องการออกซิเจนและการขับคาร์บอนไดออกไซด์ของร่างกาย สิ่งที่มีผลต่ออัตราหัวใจ ได้แก่ กิจกรรมของร่างกาย เช่น การออกกำลังกาย การนอนหลับ ความเจ็บป่วย การย่อยอาหาร และยาบางชนิด [24]

5.2 การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ

หัวใจปกติมี SA node เป็นต้นกำเนิดของสัญญาณไฟฟ้าและอัตราการเต้นของหัวใจ SA node มี ความสามารถในตัวเองที่จะผลิตสัญญาณไฟฟ้าได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีระบบประสาทและฮอร์โมนมากระตุ้นให้เกิดขึ้น ความสามารถในตัวเองทำให้หัวใจเต้นเองด้วยอัตราประมาณ 100 ครั้งต่อนาที (Intrinsic heart rate) แต่ปกติ SA node ถูกควบคุมด้วยประสาทซิมพาเทติก ซึ่งกระตุ้นการเต้นของหัวใจ และประสาทพาราซิมพาเทติก ซึ่งยับยั้งการเต้นของหัวใจ โดยมีกลไกดังนี้ ปกติ SA node ในหัวใจห้องบนซึ่งอยู่ใกล้ ๆ กับทางเข้าของหลอดเลือดดำ Vena cava เป็นตัวกำหนดอัตราการเต้นของหัวใจทั้งห้องบนและห้องล่าง node นี้ผลิตสัญญาณไฟฟ้าขึ้นก่อน แล้วเหนี่ยวนำให้เซลล์อื่นเกิดศักยะเพื่องานต่อ ๆ กันไป จากหัวใจห้องบนจนถึงหัวใจ

ห้องล่าง SA node มีอัตราการเกิดศักยะเพื่องานได้เร็วกว่าเซลล์คุมจังหวะอื่น ทำให้เซลล์อื่นต้องรับการกระตุ้นจากสัญญาณไฟฟ้าจาก SA node ที่แผ่ไปถึงอยู่ตลอดเวลาโดยไม่สามารถทำ ตัวเป็นเซลล์คุมจังหวะได้ในภาวะปกติ อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งเซลล์คุมจังหวะอื่นก็สามารถผลิตศักยะเพื่องานขึ้นเองได้ในช่วงที่คำสั่งจาก SA node ไม่มีหรือแผ่มาช้า และถ้าเซลล์เหล่านี้ผลิตสัญญาณไฟฟ้าได้เร็วกว่า SA node เซลล์นี้ก็จะทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดอัตราการเต้นของหัวใจแทน SA node แหล่งสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นใหม่นอกเหนือจาก SA node และ AV node เรียกว่า เซลล์คุมจังหวะผิดที่ (Ectopic pacemaker) คนปกติก็อาจพบได้บ้างแต่น้อย ส่วนมากจะพบในภาวะผิดปกติต่าง ๆ

การที่ SA node มีอัตราการเกิดศักยะเพื่องานได้เร็วกว่าเซลล์อื่นในภาวะปกติ เนื่องจากเซลล์นี้มี Prepotential มากกว่าเซลล์อื่น ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ SA node มีช่องโปแทสเซียมไอออนไหลออกช้าและ ช่องไอออนชนิดเอฟมากกว่าเซลล์ปมอื่น ๆ ร่วมกับความต้านทานของเยื่อหุ้มเซลล์มีค่าสูง ทำให้การเปลี่ยนแปลงความนำโปแทสเซียมและกระแสไหลเข้าเซลล์เพียงเล็กน้อย ก็ทำให้ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อหุ้ม เซลล์เปลี่ยนไปได้ง่ายกว่าเซลล์อื่น ๆ ดังนั้นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ SA node ดังกล่าวแล้วจึงมีอิทธิพลต่ออัตราการเต้นของหัวใจในภาวะต่าง ๆ ด้วย นอกจากอัตราการเต้นของหัวใจจะขึ้นกับการกำหนดของ SA node แล้ว ความสม่ำเสมอของการหดตัวของหัวใจแต่ละห้องยังขึ้นกับการแผ่ของสัญญาณไฟฟ้าจาก SA node ไปยังกล้ามเนื้อหัวใจส่วนต่าง ๆ ด้วย

ผลรวมของระบบประสาททั้งสองและการทำงานของ SA node เอง ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจในคนปกติขณะพักมี ค่าประมาณ 70 ครั้งต่อนาที แสดงว่าในภาวะปกติประสาทพาราซิมพาเทติกมีฤทธิ์เด่นมากในการยับยั้งการเต้นของหัวใจ คือสามารถเอาชนะบทบาทของประสาทซิมพาเทติก และความสามารถของ SA node เองด้วย [25]

5.3 การเสริมสร้างและดำรงประสิทธิภาพการทำงานของระบบไหลเวียนเลือด

1. เลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย โดยรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่ แต่ละหมู่ให้หลากหลายและเหมาะสมต่อความต้องการของร่างกาย เช่น ผัก ผลไม้ เป็นต้น

2. ไม่ควรรับประทานอาหารที่มีปริมาณไขมันหรือคอเลสเตอรอล (Cholesterol) สูง เพราะนอกจากจะทำให้เป็นโรคอ้วนแล้ว ยังทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคเกี่ยวกับหลอดเลือดและหัวใจอีกด้วย

3. หมั่นดูแลสุขภาพตนเองอย่างสม่ำเสมอ ควรตรวจวัดความดันโลหิต หรือตรวจเลือดเพื่อค้นหาโรคเบาหวานโดยเฉพาะผู้ที่มีปัจจัยเสี่ยง เช่น มีญาติป่วยเป็นโรคเบาหวาน เป็นต้น เพื่อที่จะได้ดำเนินการรักษาได้อย่างทันท่วงที

4. ไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และหลีกเลี่ยงการเสพสารเสพติดทุกชนิด

5. หมั่นออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ไม่ว่าจะเป็นการวิ่งหรือเต้นแบบแอโรบิคก็ตาม จะช่วยทำให้กระบวนการทำงานของหัวใจดีขึ้น กล้ามเนื้อหัวใจแข็งแรง แต่ทั้งนี้ควรเลือกวิธีการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับวัยและสภาพร่างกายด้วย

6. ควรหาเวลาในการพักผ่อนให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย และหากิจกรรมนันทนาการที่เหมาะสมกับตนเองเพื่อคลายเครียดจากกิจวัตรประจำวัน ไม่หักโหมทำงานหนักมากเกินไป เพราะอาจทำให้เกิดความเครียดสะสมจนก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพโดยรวม โดยเฉพาะโรคหัวใจได้

7. ควรทำจิตใจให้ร่าเริงแจ่มใสอยู่เสมอ เพราะจะส่งผลให้มีสุขภาพกายที่ดี หากบุคคลใดมีอารมณ์แปรปรวน หรือเคร่งเครียดเป็นประจำ อาจมีโอกาสเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง อาจทำให้เกิดภาวะหัวใจล้มเหลว หลอดเลือดในสมองแตก ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตได้

8. เมื่อเกิดความผิดปกติของระบบไหลเวียนโลหิต ควรรีบไปพบแพทย์เพื่อตรวจสุขภาพ และทำการรักษาอย่างทันท่วงที [24]

6. ความดันโลหิต (Blood pressure)

ความดันโลหิต (Blood pressure) คือ ความดันในหลอดเลือดเมื่อหัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือดเข้าสู่หลอดเลือด ซึ่งเรียกว่า ความดันซิสโตลิก (Systolic pressure:SBP) และเมื่อหัวใจพักคลายตัว ซึ่งเรียกว่า ความดันไดแอสโตลิก (Diastolic blood pressure:DBP) ความดันในส่วนต่าง ๆ ของระบบไหลเวียนโลหิตไม่เท่ากัน โดยทั่วไปความดันเลือดแดงที่ส่งมาจากหัวใจนั้นมีความดันมากที่สุด ต่อจากนั้นจะค่อยๆ ลดลง จนถึงหลอดเลือดดำใหญ่ที่จะเข้าหัวใจมีความดัน

น้อยที่สุด ความดันโลหิตปกติ คือ 90–115/60–79 มิลลิเมตรปรอท ความดันโลหิตจัดเป็นหนึ่งในสัญญาณชีพที่สำคัญที่สามารถบอกถึงสุขภาพและโรคต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะสามารถบอกถึงอาการเบื้องต้นของโรคความดันโลหิตสูง การทำงานของหัวใจและโรคหัวใจ [30]

6.1 ความดันโลหิตมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยต่อไปนี้

ความดันโลหิต = ปริมาณเลือดที่ไหลออกจาก หัวใจ x ความต้านทานของหลอดเลือดแดง ถ้าปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจมีค่ามากขึ้นความดันช่วงบนจะเพิ่มขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ผู้ที่มีภาวะไตไม่ทำงาน ถ้ายิ่งให้น้ำเข้าไปในร่างกาย ปริมาณเลือดที่อยู่ในร่างกายจะเพิ่มขึ้นจากเดิม ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจเพิ่มทำให้มีภาวะความดันโลหิตสูงได้

การกินเกลือจะทำให้ค่าออสโมแลลิตี (Osmolality) ของเลือดเพิ่มขึ้น มีผล 2 ประการคือ

1. จะมีการดึงน้ำจากเซลล์ในร่างกายเข้ามาในระบบหลอดเลือด
2. ทำให้กระหายน้ำและดื่มน้ำเพิ่มขึ้น

ปริมาณเลือดเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจเพิ่มขึ้น ความดันโลหิตจะสูงขึ้น ผู้ที่มีความดันโลหิตสูงมักจะมีการตอบสนองต่อปริมาณเกลือที่ได้รับเข้าไปไวกว่าคนปกติ ดังนั้นปริมาณเกลือเพียงเล็กน้อย อาจทำให้ความดันสูงขึ้นมาก

ส่วนความต้านทานของหลอดเลือดแดง จะขึ้นกับขนาดของหลอดเลือดแดงเป็นหลัก ถ้าหลอดเลือดแดงขยายตัว เลือดจะผ่านไปได้ง่ายหรือมีแรงต้านต่อการไหลน้อย ในทางตรงกันข้าม ถ้าหลอดเลือดแดงหดตัว จะมีแรงต้านทานต่อการไหลสูง ความดันของระบบจะเพิ่มขึ้น โดยความต้านทานของระบบหลอดเลือดแดงนั้นจะมีความสัมพันธ์กับความดันช่วงล่าง

ขนาดของหลอดเลือดแดงจะถูกควบคุมด้วยระบบประสาทอัตโนมัติซิมพาเทติกหรือระบบที่ใช้พลังงาน เมื่อเกิดความเครียดระบบซิมพาเทติกจะกระตุ้นให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น ขณะเดียวกันที่หลอดเลือดแดงจะหดตัว ดังนั้นความดันโลหิตทั้งช่วงบน และช่วงล่างจะสูงขึ้นทั้งคู่

6.2 ออกกำลังกายกับความดันโลหิต

6.2.1 ออกกำลังกายแบบแอโรบิคกับความดันโลหิต

เมื่อออกกำลังแบบแอโรบิค เช่น การวิ่ง เดิน หรือเต้นแอโรบิค ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจจะเพิ่มขึ้นจาก การที่หัวใจเต้นเร็วและบีบตัวแรงมากขึ้น ดังนั้นความดันช่วงบนจะสูงขึ้น ถ้าออกกำลังอย่างหนักอาจสูงได้ถึง 200 มม.ปรอท แต่การออกกำลังแบบแอโรบิคจะมีปฏิกิริยา (Reflex) ของระบบอัตโนมัติทำให้หลอดเลือดแดงที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อที่ออกกำลังขยายตัว ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการขยายตัวของหลอดเลือดจะสัมพันธ์กับความดันช่วงล่าง

จากสูตร ความดันโลหิต = ปริมาณเลือดที่ไหลออกจากหัวใจ X ความต้านทานของหลอดเลือดแดง

เมื่อออกกำลังแบบแอโรบิค แม้ว่าปริมาณเลือดออกจากหัวใจจะเพิ่มมากขึ้น ความดันช่วงบนเพิ่มขึ้น แต่ความต้านทานของหลอดเลือดแดงจะลดลง ดังนั้นความดันโลหิตโดยรวมจะสูงขึ้นไม่มากนัก

6.2.2 ออกกำลังกายแบบมีแรงต้านกับความดันโลหิต

เมื่อออกกำลังด้วยการยกน้ำหนัก ความดันโลหิตทั้งสองตัวจะเพิ่มขึ้น เพราะปริมาณเลือดที่เพิ่มขึ้นบวกกับแรงต้านทานของหลอดเลือดแดงที่เพิ่มขึ้นจากการที่กล้ามเนื้อที่ออกกำลังจะบีบหลอดเลือดให้เล็กลง ดังนั้น ความดันโลหิตในขณะที่ออกกำลังแบบมีแรงต้านจะสูงขึ้นอย่างมาก ยิ่งถ้าออกแรงยกน้ำหนักที่มาก ๆ แรงดันเลือดทั้งสองตัวจะสูงขึ้น เพราะการเบ่ง (Valsava maneuver) มีการทดลองออกกำลังแบบมีแรงต้านแบบสูงสุดของกล้ามเนื้อขา พบว่าความดันโลหิตช่วงบนอาจสูงถึง 480 มม.ปรอท ขณะที่ความดันช่วงล่างมีค่า 350 มม.ปรอท ค่าความดันระดับนี้ถือว่าสูงมาก แต่ผู้ที่ออกกำลังเป็นประจำจะไม่มีอันตรายเพราะความดันจะสูงช่วงเวลาสั้นๆ ขณะทำการออกแรงเท่านั้น [31]

การเสริมสร้างและดูแลการทำงานของระบบไหลเวียนเลือด เกี่ยวข้องกับการทำงานของหัวใจ เลือด และหลอดเลือด ปัจจุบันโรคในกลุ่มหัวใจและหลอดเลือดเป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุข ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจขาดเลือด และโรคหลอดเลือดสมองใหญ่ (อัมพฤกษ์ อัมพาต) และพบว่าทั้ง 3 โรค มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกโรคอย่างต่อเนื่อง

7. อัตราหายใจ (Respiratory rate)

การตรวจการหายใจ คือ การสังเกตการณ์เคลื่อนไหวของทรวงอกและหน้าท้องที่เกิดขึ้นจากการสูดลมเข้า (หายใจเข้า) และเป่าลมออก (หายใจออก) ตลอดจนอากัปกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดร่วมกับการหายใจนั้น

อัตราหายใจ (Respiratory rate) คือ ตรวจดูว่าหายใจนาทีละกี่ครั้ง โดยนับการเคลื่อนไหวของทรวงอกหรือหน้าท้องที่กระเพื่อมขึ้นหรือลงเป็นจำนวนกี่ครั้งต่อหนึ่งนาที จำนวนครั้งต่อนาทีต่อการเคลื่อนไหวของทรวงอกหรือหน้าท้องที่เกิดจากการหายใจคือ อัตราหายใจ

อัตราหายใจ ในคนปกติ จะแตกต่างกันบ้างระหว่างผู้ใหญ่กับเด็ก ผู้หญิงกับผู้ชาย ร่างกายใหญ่กับเล็ก [43]

7.1 ปกติการถี่ของการหายใจขึ้นกับอายุ [43]

- ทารกแรกคลอดจะหายใจเฉลี่ย 44 ครั้งต่อนาที
- เด็กทารกจะหายใจ 20–40 ครั้งต่อนาที
- เด็กก่อนวัยเรียนประมาณ 20–30 ครั้งต่อนาที
- เด็กวัยรุ่น 16–25 ครั้งต่อนาที
- ผู้ใหญ่ 12–20 ต่อนาที
- ผู้ใหญ่ขณะออกกำลังกาย 35–45 ครั้งต่อนาที

8. Heart rate variability (HRV)

Heart rate variability (HRV) เป็นค่าความผันแปรของอัตราการเต้นของหัวใจที่ถูกนำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจและการพยากรณ์โรค การตรวจ HRV ยังสามารถนำมาประเมินภาวะการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic nervous system) ในผู้ป่วยโรคทางระบบประสาท รวมทั้งโรคทางด้านจิตเวช การหาค่า HRV ทำโดยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 24 ชั่วโมง โดยใช้เครื่อง Holter ซึ่งมีราคาสูง ผู้ใช้ต้องมีความรู้ความชำนาญเฉพาะ ปัจจุบันสามารถวัด HRV โดยการใช้นาฬิกาข้อมือที่รับสัญญาณจากสายรัดหน้าอก (Chest strap) แล้วส่งข้อมูลที่ไปยังคอมพิวเตอร์ซึ่งมีโปรแกรมวิเคราะห์ HRV ทั้งนี้นาฬิกาที่ใช้วัด HRV ได้ เช่น นาฬิกา Polar รุ่น S810 หรือ รุ่น RS800CX และใช้โปรแกรม Polar pro trainer 5 ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งราคาไม่สูงมากนัก นาฬิกา polar ได้รับการวิจัยหาค่า

ความเที่ยงตรงแล้ว [20] สามารถนำมาใช้หาค่า HRV ได้ ข้อมูล HRV ที่ได้จากการวัดด้วยวิธีนี้สามารถนำไปใช้กับเวชศาสตร์การกีฬาเพื่อติดตามและประเมินการฝึกซ้อมของนักกีฬาได้ และยังนำมาใช้ในเวชศาสตร์ฟื้นฟูเพื่อประเมินภาวการณ์ทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ และการออกกำลังกายฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ป่วยได้

ความผันแปรของอัตราการเต้นของหัวใจวัดได้จากความผันแปรของเวลาระหว่างหัวใจเต้นแต่ละครั้ง (Variation in the beat to beat interval) หรือวัดจากความผันแปรของ QRS complex ของ คลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยคำนวณความผันแปรจากระยะเวลาระหว่าง R wave ของการเต้นหัวใจแต่ละครั้ง (RR interval) การผันแปรของอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นปรากฏการณ์ทางสรีรวิทยา โดย SA node ซึ่งสร้างจังหวะการเต้นของหัวใจ ได้รับ การกระตุ้นจากปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งปัจจัยหลักที่ส่งผล คือ

1. ระบบประสาทอัตโนมัติ ได้แก่ ระบบประสาทซิมพาเธติก (Sympathetic) และ ระบบประสาทพาราซิมพาเธติก (Parasympathetic)

2. ระบบหายใจ และซึ่งส่งผลต่อระบบประสาท Parasympathetic โดย HRV จะเพิ่มขึ้นเมื่อหายใจช้าลง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ Baroreflex thermoregulation ฮอร์โมน ช่วงเวลาการนอนหลับ การออกกำลังกายและความเครียด [26]

8.1 วิธีการวิเคราะห์ Heart rate variability

การวิเคราะห์การความผันแปรของอัตราการเต้นของหัวใจมีหลายวิธี [20] ดังนี้

1. Time-domain methods การวิเคราะห์ข้อมูลของ Normal RR interval หรือ NN interval (Normal-to-normal interbeat interval) โดยขณะที่มี Physical activity เพิ่มมากขึ้น RR interval จะสั้นมีรูปร่างไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง ซึ่งบ่งบอกถึงการเพิ่มการทำงานของระบบประสาท Sympathetic และลดลงของการทำงานของระบบประสาท Parasympathetic [27] การวิเคราะห์ด้วย Time-domain methods จะได้ค่าต่าง ๆ ซึ่งจะบ่งบอกภาวะของ ระบบประสาทอัตโนมัติ ค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการ วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

1.1 SDNN (Standard deviation of all normal to normal R-R (NN) intervals) คือ ค่า Standard deviation ของ NN intervals มักจะคำนวณจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจตลอด 24 ชั่วโมง

1.2 SDANN (Standard deviation of 5-minute average NN intervals) คือ การหาค่า Standard deviation ของค่าเฉลี่ยของ NN intervals ทุก 5 นาที ช่วยลดความผิดพลาดจากตัวกวนอื่น ๆ ให้ลดลงได้

1.3 ASDNN (The average of the 5-minute standard deviations of NN intervals) คือ การหาค่าเฉลี่ยของ Standard deviation ของ NN intervals ทุก 5 นาที (SDANN) คำนวณจากการวัดการเต้นของหัวใจ 24 ชั่วโมง

1.4 RMSSD (Square root of mean of the squares of successive NN interval differences) คือค่า Root ของค่าเฉลี่ยของค่าความแตกต่างของ NN intervals ที่อยู่ติดกันยกกำลังสอง

1.5 NN50 (The number of NN intervals differing by >50 ms) คือ จำนวนคู่ของ NN intervals ที่ต่างกันมากกว่า 50 มิลลิวินาที

1.6 pNN50 (The proportion of NN intervals difference >50 ms) คือ สัดส่วนของ NN50 หารด้วย จำนวนคู่ของ NN intervals ทั้งหมด

2. Frequency-domain methods การวิเคราะห์ Frequency-domain นิยมวิเคราะห์ด้วยวิธี Power spectral density จะคำนวณหาค่า Total power เป็นค่าผลรวมที่เกิดจาก Power spectrum ของการเต้นหัวใจที่ค่าความถี่ตั้งแต่ 0 ถึง 0.4 Hz ซึ่งจะบ่งบอกถึงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ การแบ่งความถี่ของการเต้นหัวใจ แบ่งเป็น 4 ช่วง ได้แก่ 1. High frequency (HF) (0.15 to 0.4 Hz) 2. Low frequency (LF) (0.04 to 0.15 Hz) 3. Very low frequency (VLF) (0.0033 to 0.04 Hz) 4. Ultra-low frequency (ULF) (< 0.003) การวิเคราะห์ดูการเต้นของหัวใจว่าอยู่ในความถี่ช่วงใด และนำข้อมูลมาแปลผล [28]

3. Geometric measures of RR interval โดยการบันทึกการเต้นของหัวใจ 24 ชั่วโมง นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผล สร้างกราฟ Histogram แกน X เป็น RR interval แกน Y เป็น จำนวนของการเต้นของหัวใจ [30] กราฟที่ออกมาได้จะเป็นรูปสามเหลี่ยม ถ้าค่า HRV ต่ำ ฐานสามเหลี่ยมจะแคบ สามเหลี่ยมจะสูง ถ้าค่า HRV สูง ฐานสามเหลี่ยมจะกว้าง สามเหลี่ยมจะเตี้ย นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณหาค่า Heart rate variability triangular index ซึ่งจะสัมพันธ์กับค่า SDNN

4. Nonlinear measures of RR interval มีวิธีวิเคราะห์หลายแบบได้แก่ Poincare plot, Detrended fluctuation analysis และ Power law slope แต่วิธีที่นิยมใช้มากที่สุดคือ Poincare plot [29]

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kubo และคณะได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบสควอท 2 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และปริมาตรของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Knee extensor muscles) กล้ามเนื้อหุบและเหยียดข้อสะโพก (Adductor and gluteus maximus muscles เพิ่มขึ้น [35] นอกจากนี้ Fujita และคณะรายงานผลของการฝึกสควอท 48 ครั้ง/เซต 2 เซต/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สามารถเพิ่มแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Knee extension torque) [26] Takai และคณะพบว่า การฝึกสควอท 100 ครั้ง/วัน เป็นเวลา 8สัปดาห์ มีผลลด ไขมันในร่างกาย (Percent body fat) เพิ่มมวลน้ำหนักตัวโดยไม่รวมไขมัน (Lean body mass) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า [36]

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการศึกษาถึงผลของสควอทต่อการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดยังไม่แพร่หลาย มีเพียงการศึกษาของ Goldring และคณะที่รายงานว่าการฝึกสวอท 2 นาที/ครั้ง ทั้งหมด 15 ครั้ง สามารถลดความดันโลหิตในอาสาสมัครที่มีความดันปกติ [9]

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการฝึกสวอทต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด และสนใจเปรียบเทียบผลของการฝึกสควอทแบบคงค้างและท่าสควอทแบบเคลื่อนไหว เนื่องจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีความแตกต่างกันของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดระหว่างการออกกำลังกายแบบคงค้าง และเคลื่อนไหว [8] ทั้งนี้เพื่อนำมาใช้เป็นตัวเลือกในการออกกำลังกายอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในการฝึกสควอทเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายสควอทแบบคงค้าง (Static squat) และแบบเคลื่อนไหว (Dynamic squat) ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในอาสาสมัครวัยรุ่นเพศหญิงสุขภาพดี

วัสดุและอุปกรณ์

1.	เครื่อง Manual muscle tester รุ่น Model 01165	จำนวน	1	เครื่อง
2.	เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอล	จำนวน	1	เครื่อง
3.	เครื่อง Polar รุ่น V800	จำนวน	1	เครื่อง
4.	แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน	จำนวน	30	ชุด
5.	แบบบันทึกการทดสอบ	จำนวน	30	ชุด
6.	เครื่องชั่งน้ำหนัก	จำนวน	1	เครื่อง
7.	สายวัด	จำนวน	1	เส้น
8.	นาฬิกาจับเวลา	จำนวน	2	อัน
9.	ชุดปฐมพยาบาล	จำนวน	1	ชุด

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

วัยรุ่นเพศหญิงสุขภาพดีอายุระหว่าง 18-22 ปี ที่กำลังศึกษาในมหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ทั้งหมดจำนวน 36 ราย แบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 12 ราย ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple random sampling) โดยการจับฉลาก

1) กลุ่มควบคุม
2) กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบคงค้าง
3) กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหว

จำนวนอาสาสมัครได้จากสูตรการหาขนาดตัวอย่าง ดังต่อไปนี้ [14]

$$n = \frac{(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta})^2 \left[\sigma_1^2 + \frac{\sigma_2^2}{r}\right]}{\Delta^2}$$

$$r = \frac{n_1}{n_2} \qquad \Delta = \mu_1 - \mu_2$$

n = sample size

μ_1 = mean in group 1

μ_2 = mean in group 2

σ_1 = standard deviation in group 1

σ_2 = standard deviation in group 2

α = significance level

z = standard normal value

$1-\beta$ = power of test

$\alpha = 0.05$

$\beta = 0.20$

โดยอ้างอิงจากรายงานการศึกษาที่ผ่านมา [9] จึงได้จำนวนอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

$$10 = \frac{(1.96 + 1.28)^2 \left[12.1^2 + \frac{15.3^2}{1}\right]}{(158.0 - 140.2)^2}$$

Drop out rate 20% ≈2

ดังนั้น n = 12 คน/กลุ่ม

เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัคร

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)

1. วัยรุ่นเพศหญิงสุขภาพดี อายุ 18-22 ปี
2. พฤติกรรมเนือยนิ่ง (Sedentary lifestyle) คือ บุคคลที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ หรือออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์ อย่างน้อย 3 เดือนก่อนเข้าร่วมโครงการ
3. ไม่มีภาวะเครียดหรือมีภาวะเครียดน้อยโดยมีระดับคะแนนจากแบบวัดความเครียดกรมสุขภาพจิต (SPST-20) อยู่ที่ 0-23 คะแนน
4. ไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และคาเฟอีนอย่างน้อย24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1. ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเกี่ยวกับการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ (Coronary artery disease), โรคกล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiomyopathy) เป็นต้น
2. ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อ เช่น โรคกล้ามเนื้อลีบ (Muscular dystrophy) เป็นต้น
3. ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทที่ส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ เช่น การบาดเจ็บของศีรษะ (Trauma brain injury) การบาดเจ็บของไขสันหลัง (Spinal cord injury) เป็นต้น
4. ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับการทำงานของกระดูก เช่น กระดูกหัก (Bone fracture) ภาวะพร่องวิตามินดี (Vitamin D insufficiency) เป็นต้น
5. ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับการติดเชื้อ เช่น โรคปอดอักเสบ (Pneumonia) โรคไข้เลือดออก (Dengue) เป็นต้น
6. มีภาวะติดสุราเรื้อรัง
7. มีพยาธิสภาพของขา 1 หรือ 2 ข้าง เช่น กระดูกขาผิดรูป
8. มีอาการปวดบริเวณขา โดยมีระดับคะแนนความปวด (Pain scale) > 3 /10

ขั้นตอนการศึกษา

1. เชิญชวนอาสาสมัครวัยรุ่น (อายุ 18-22 ปี) เพศหญิง ที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง (Sedentary lifestyle) ที่กำลังศึกษาในมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อประชาสัมพันธ์และเชิญชวนอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยวาจา อาสาสมัครที่ผ่านการคัดกรองด้วยเกณฑ์การคัดเข้าทั้งสองกลุ่มจะได้รับการอธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัยรวมทั้งวิธีการปฏิบัติตนขณะอยู่ในช่วงทดลอง
2. แบ่งอาสาสมัครออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน โดยวิธีการสุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มควบคุม 2) กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบคงค้าง และ 3) กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหว
3. อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มจะได้รับการประเมินข้อมูลพื้นฐานอาสาสมัคร ได้แก่

   3.1 ข้อมูลสุขภาพทั่วไป

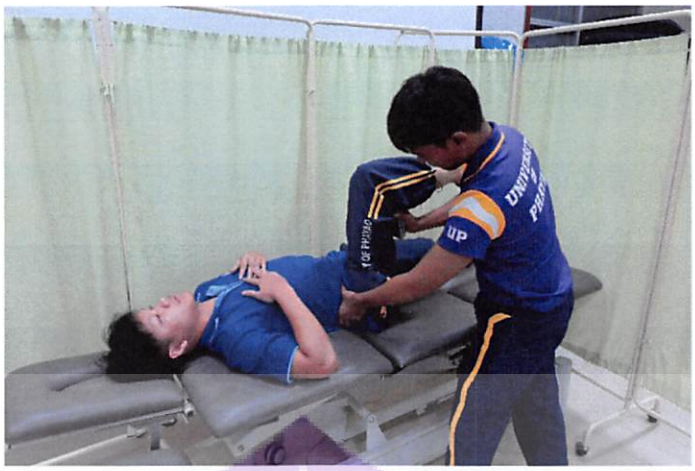
   3.2 โครงสร้างร่างกาย (Anthropometry) ได้แก่ ความสูง น้ำหนักตัว และดัชนีมวลกาย (Body mass index: BMI)

   3.3 การกระจายของไขมันในร่างกาย (Body fat distribution) ได้แก่ เส้นรอบเอว เส้นรอบสะโพกและอัตราส่วนระหว่างเอวต่อสะโพก (Waist to hip ratio: WHR)
4. อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มได้รับการประเมินตัวตัวแปรหลักในการศึกษาก่อนการทดลอง ได้แก่

   4.1 ประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscles strength)

   ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อร่างกายส่วนล่าง (Lower body strength) ประเมินโดยเครื่อง Manual muscle tester รุ่น Model 01165 ดังนี้

   4.1.1 กล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดสะโพก (Hip extensors) : อาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย ข้อเข่า และข้อสะโพกงอ 90 องศา วางเครื่อง Manual muscle tester ตรงตำแหน่งปลายต้นขาทางด้านหลังใกล้แอ่งหลังข้อเข่า (Popliteal fold) [17]

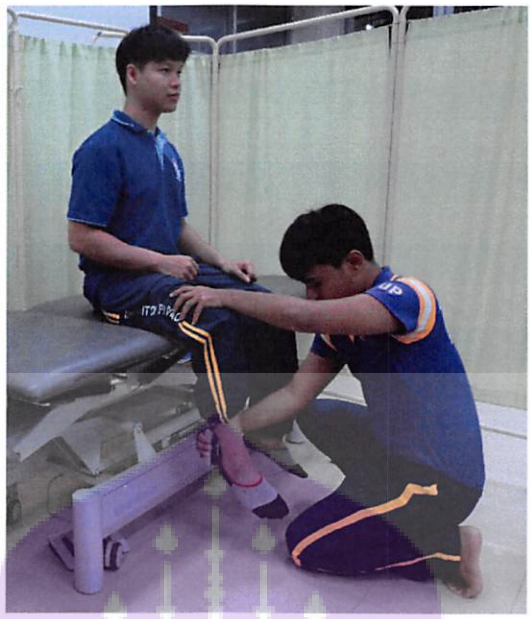


รูปที่ 10 แสดงการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดสะโพก (Hip extensors)

4.1.2 กล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดเข่า (Knee extensors) : อาสาสมัครอยู่ในท่านั่งหลังตรง ข้อสะโพกและข้อเข่างอ 90 องศา วางเครื่อง Manual muscle tester ตรงตำแหน่งปลายขาทางด้านหน้าเหนือต่อข้อเท้า [17]

รูปที่ 11 แสดงการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดเข่า (Knee extensors)

4.1.3 กล้ามเนื้อกลุ่มงอเข่า (Knee flexors) : อาสาสมัครอยู่ในท่านั่งหลังตรง ข้อสะโพกและข้อเข่างอ 90 องศา วางเครื่อง Manual muscle tester ตรงตำแหน่ง ปลายขาทางด้านหลังเหนือต่อข้อเท้า [17]



รูปที่ 12 แสดงการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอเข่า (Knee flexors)

กลุ่มกล้ามเนื้อแต่ละกลุ่มจะถูกวัดแรงหดตัวสูงสุด 3 ครั้งในแต่ละข้าง โดยมีช่วงพักระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง 1 นาที นำค่าเฉลี่ยจากการวัด 3 ครั้งไปวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนการประเมินอาสาสมัครทุกคนจะได้รับการทดสอบ 2 ครั้งที่ระดับความแรงในการหดตัวประมาณร้อยละ 50 ของแรงหดตัวสูงสุด เพื่อเป็นการอบอุ่นร่างกายและทำความเข้าใจวิธีทดสอบ [17]

4.2 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงทำงานของหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular system)

4.2.1 ความแปรปรวนของอัตราการเต้นหัวใจ และอัตราการเต้นหัวใจขณะพัก โดยข้อมูลจากการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ 5 นาที ในขณะที่อาสาสมัครอยู่ในท่านั่งโดยเครื่อง Polar รุ่น V800 จะถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นหัวใจทั้ง Time และ Frequency domain โดยอาสาสมัครงดเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน และงดสูบบุหรี่อย่างน้อย 24 ชั่วโมง และนั่งพักผ่อนอย่างน้อยก่อน 10 นาทีก่อนการทดสอบ [18]

4.2.2 ความดันโลหิต (Blood pressure) อาสาสมัครนั่งบนเก้าอี้ที่มีพนักพิง เท้าวางราบบนพื้น และวางแขนบนโต๊ะหรือที่รองแขน วัดความดันโลหิตด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิทัล รุ่น HEM-7121 โดยอาสาสมัครงดเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน และงดสูบ

บุหรี่อย่างน้อย 30 นาที และนั่งพักอย่างน้อย 5 นาทีก่อนการทดสอบ ความดันโลหิตจะถูกวัด 2 ครั้งแต่ละครั้งห่างกัน 1 นาที และนำค่าเฉลี่ยไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ในครั้งแรกวัดความดันโลหิตจากแขนทั้ง 2 ข้างและเลือกใช้ข้อมูลจากข้างที่มีค่าสูงกว่าและใช้ข้างนั้นในการวัดครั้งต่อไป [14] จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณความดันเลือดแดงเฉลี่ย (Mean arterial pressure: MAP) โดยใช้สูตร

$$MAP = [(2 \times DBP) + SBP] /3$$

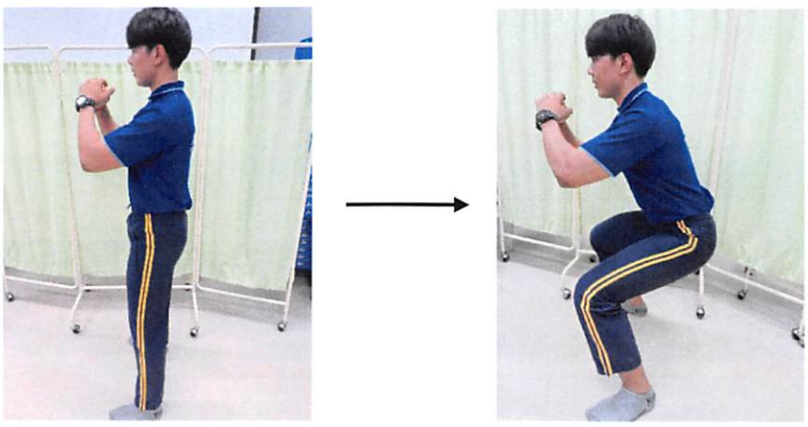
MAP = Mean arterial pressure

DBP = Diastolic blood pressure

SBP = Systolic blood pressure

4.2.3 อัตราการหายใจ การหายใจจะนับในหน่วยครั้งต่อนาที (Beats per minute: bpm) โดยอาสาสมัครอยู่ในท่านั่งหลังตรงและผ่อนคลาย ผู้วิจัยนับจำนวนครั้งที่หน้าอกของอาสาสมัครยกขึ้นและยุบลงในช่วง 1 นาที อาสาสมัครนั่งพักนิ่ง ๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที ก่อนที่จะเริ่มนับอัตราการหายใจ [19]

5. อาสาสมัครกลุ่มที่ฝึกสควอทเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบสควอทร่วมกันเป็นกลุ่ม (Group exercise) ณ อาคารสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้สอนและนำออกกำลังกาย ทำการออกกำลังกายแบบแยกกลุ่มทดลองเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบคงค้าง โดยทำการสควอทแบบคงค้างเป็นเวลา 20 วินาที/เซต ทั้งหมด 3 เซต พักระหว่างเซต 3 นาที กับกลุ่มที่ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหว โดยทำการสควอทแบบเคลื่อนไหวโดยย่อลงไปให้ได้มุมเข่า 90 องศา สามารถยื่นแขนมาข้างหน้าเพื่อทรงตัวได้แล้วลุกขึ้น 15 ครั้ง/เซต ทั้งหมด 3 เซต พักระหว่างเซต 3 นาที [20] ซึ่งระยะเวลาในการออกกำลังกาย 3 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยโปรแกรมการออกกำลังกายประกอบด้วย อบอุ่นร่างกาย (Warm up) 5 นาที แล้วออกกำลังกายแบบสควอท 10 นาที ตามด้วยการคลายให้ร่างกายเย็นลง (Cool down) 5 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมจะได้รับคำแนะนำให้ดำเนินชีวิตตามปกติเหมือนเช่นก่อนการเข้าร่วมการวิจัย



รูปที่ 13 แสดงท่าฝึกสควอทแบบคงค้างและแบบเคลื่อนไหว

รูปที่ 14 แสดงท่าการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) และการคลายให้ร่างกายเย็นลง (Cool down) โดยยืดค้างท่าละ 20 วินาที ทำท่าละ 5 ครั้ง/เซต [21]

6. เก็บข้อมูลตัวแปรหลักในการศึกษาหลังการให้โปรแกรมการออกกำลังกาย 4 สัปดาห์ ของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม โดยทำการประเมินเช่นเดียวกับก่อนเริ่มการออกกำลังกาย ตามโปรแกรมการออกกำลังกาย

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของอาสาสมัคร

	Pre-test						Post-test					
	Hip extensors		Knee extensors		Knee flexors		Hip extensors		Knee extensors		Knee flexors	
	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.
Control group (n=10)	13.62 ± 4.37	13.02 ± 5.54	16.60 ± 4.59	18.14 ± 8.58	9.05 ± 3.21	9.24 ± 3.82	15.14 ± 5.55	14.48 ± 5.33	18.21 ± 6.05	16.18 ± 5.73	9.70 ± 3.81	8.23 ± 2.75
Static squat group (n=10)	14.97 ± 3.97	14.48 ± 2.97	19.50 ± 4.27	18.90 ± 4.30	10.93 ± 1.94	9.57 ± 2.63	17.65 ± 3.88* (P=0.03)	16.91 ± 3.67	21.04 ± 4.44	19.38 ± 5.83	11.70 ± 3.32	14.47 ± 3.54** (P=0.01)
Dynamic squat group (n=10)	14.00 ± 3.32	13.65 ± 3.06	15.18 ± 4.39	6.19 ± 3.96	8.69 ± 2.71	8.13 ± 2.06	16.57 ± 3.00** (P=0.01)	15.66 ± 2.20* (P=0.01)	20.71 ± 4.97* (P=0.01)	19.43 ± 3.73	10.29 ± 2.80* (P=0.01)	9.63 ± 1.51* (P=0.02)
p-value	0.84	0.69	0.06	0.17	0.06	0.20	0.22	0.32	0.37	0.27	0.40	0.06

แสดงข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

กำหนดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม (Pre-test และ Post-test) ที่ *p<0.05, **p<0.01 และ ***p<0.001

จากการประเมินความดันโลหิตก่อนและหลังสิ้นสุดโปรแกรมการออกกำลังกาย พบว่าระดับ SBP DBP และ MAP ของทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งก่อนและหลังสิ้นสุดโปรแกรมการออกกำลังกาย อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากฝึกสควอท 4 สัปดาห์พบว่า กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหว มีระดับ SBP ลดลงอย่างมีกันสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับก่อนฝึก ($p<0.05$) ในขณะที่กลุ่มควบคุมระดับ SBP และ MAP เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับค่าพื้นฐาน ($p<0.05$) กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบคงค้างพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ SBP DBP และ MAP เมื่อเทียบกับก่อนการฝึก (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของค่าความดันโลหิตของอาสาสมัคร

	Pre-test			Post-test		
	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	MAP (mmHg)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	MAP (mmHg)
Control group (n=10)	103.60 ± 7.68	66.00 ± 3.30	74.00 ± 14.33	110.60 ± 5.95* (P=0.02)	69.90 ± 5.34	83.80 ± 5.00* (P=0.03)
Static squat group (n=10)	110.90 ± 12.14	68.20 ± 7.24	82.70 ± 8.30	110.30 ± 11.00	67.50 ± 5.04	81.80 ± 5.53
Dynamic squat group (n=10)	114.10 ± 12.77	68.40 ± 9.17	83.60 ± 9.94	106.40 ± 7.15* (P=0.03)	65.30 ± 6.40	79.00 ± 6.45
p-value	0.09	0.67	0.21	0.51	0.18	0.18

แสดงข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

กำหนดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม (Pre-test และ Post-test) ที่ *$p<0.05$, **$p<0.01$ และ ***$p<0.001$

MAP = Mean arterial pressure, DBP = Diastolic blood pressure, SBP = Systolic blood pressure

ความแปรปรวนของอัตราการเต้นหัวใจของอาสาสมัครพบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งก่อนและหลังสิ้นสุดโปรแกรมการออกกำลังกาย นอกจากนี้ภายหลังสิ้นสุดโปรแกรมการออกกำลังกาย ความแปรปรวนของอัตราการเต้นหัวใจของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของความแปรปรวนของอัตราการเต้นหัวใจของอาสาสมัคร

	Pre-test						Post-test					
	Respiratory Rate (bpm)	Heart Rate (bpm)	RMSSD (ms)	LF (n.u.)	HF (n.u.)	LF/HF (n.u.)	Respiratory Rate (bpm)	Heart Rate (bpm)	RMSSD (ms)	LF (n.u.)	HF (n.u.)	LF/HF (n.u.)
Control group (n=10)	15.85 ± 2.11	74.28 ± 8.47	84.72 ± 59.54	51.52 ± 23.99	48.38 ± 23.95	1.59 ± 1.24	15.60 ± 1.78	80.60 ± 4.88	78.31 ± 52.03	51.08 ± 20.26	48.78 ± 20.2	1.53 ± 1.34
Static squat group (n=10)	12.90 ± 4.12	74.30 ± 10.84	70.94 ± 44.37	56.00 ± 26.88	43.94 ± 26.86	2.16 ± 1.73	14.80 ± 3.71	80.20 ± 10.24	74.04 ± 52.27	60.51 ± 19.23	39.45 ± 19.23	2.03 ± 1.21
Dymamic squat group (n=10)	15.20 ± 3.93	80.70 ± 7.34	89.31 ± 60.89	64.44 ± 15.49	35.49 ± 15.51	2.25 ± 1.17	15.30 ± 2.50	83.30 ± 7.51	102.24 ± 71.87	60.98 ± 19.71	38.92 ± 19.69	2.16 ± 1.40
p-value	0.15	0.29	0.97	0.41	0.41	0.41	0.40	0.59	0.69	0.45	0.45	0.46

แสดงข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

กำหนดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม (Pre-test และ Post-test) ที่ *p<0.05, **p<0.01 และ ***p<0.001

RMSSD = Square root of mean of the squares of successive NN interval differences, LF = Low frequency, HF = High frequency, LF/HF = Low frequency/High frequency

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกสวอทแบบคงค้างและแบบเคลื่อนไหวต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและทำงานของหัวใจและหลอดเลือด โดยอาสาสมัครเป็นเพศหญิงที่มีสุขภาพดี มีช่วงอายุระหว่าง 18-22 ปี อาสาสมัครถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ฝึกสควอทแบบคงค้าง กลุ่มที่ 2 ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหว และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับการออกกำลังกายใด ๆ แต่ได้รับคำแนะนำให้ดำเนินชีวิตตามปกติเหมือนก่อนเข้าร่วมการวิจัย ระยะเวลาการฝึกทั้งหมด 4 สัปดาห์หลังจากการฝึก 4 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบคงค้างมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกทางด้านขวาและกล้ามเนื้องอเข่าของขาด้านซ้ายเพิ่มขึ้น ในขณะที่กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหวมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกทางด้านขาวและซ้าย กล้ามเนื้อเหยียดเข่าทางด้านขวา กล้ามเนื้องอเข่าทางด้านขวาและกล้ามเนื้องอเข่าทางด้านขวาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ กลุ่มที่ได้รับการฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหวมีการลดลงของ SBP หลังจากการฝึก 4 สัปดาห์ ในขณะที่กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบคงค้างไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความดันโลหิตภายหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึก

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

หลังจากออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในกลุ่มที่ฝึกสควอทแบบคงค้างเพิ่มขึ้น ได้แก่ กล้ามเนื้อเหยียดสะโพกทางด้านขวาและกล้ามเนื้องอเข่าของขาด้านซ้าย ซึ่งผลของการศึกษาครั้งนี้คล้ายกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Shariat และคณะได้ทำการศึกษาผลของการฝึก back squat training ต่อความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้องอเข่า (hamstring muscle group) ในอาสาสมัครเพศชายจำนวน 22 คน ทำการฝึกทั้งหมด 9 สัปดาห์ พบว่า back squat training ที่ระดับความหนัก 90-95% ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ hamstring muscle group ได้ [40] ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งต่างจากการศึกษาที่ผ่านมาของ Bloomquist และคณะได้ศึกษาผลของการฝึกสควอทแบบ isometric แบ่งเป็น Deep squat และ Shallow squat ในนักเรียนชายจำนวน 17 คน ได้รับการฝึกทั้งหมด 12 สัปดาห์ พบว่าการฝึกแบบ Deep squat ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า อีก

ทั้งยังสามารถช่วยให้กล้ามเนื้อเหยียดเข่าปรับตัวและทำงานได้ดีขึ้น [41] การศึกษาครั้งนี้ไม่เห็นผลการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนของการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า อาจเนื่องมาจากเป็นการฝึกระยะสั้นเพียง 4 สัปดาห์ ทำให้ผลที่ออกมาไม่ชัดเจน

หลังจากออกกำลังกายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ กล้ามเนื้อเหยียดสะโพกทางด้านขาวและซ้าย กล้ามเนื้อเหยียดเข่าทางด้านขวา กล้ามเนื้องอเข่าทางด้านขวาและกล้ามเนื้องอเข่าทางด้านขวา ในขณะที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าทางด้านซ้ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลของการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Kubo และคณะได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายสควอทแบบเคลื่อนไหว 2 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และปริมาตรของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Knee extensor muscles) เพิ่มขึ้น [9] นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับการทดลองของ Fujita และคณะรายงานผลของการฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหว 48 ครั้ง/เซต 2 เซต/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ สามารถเพิ่มแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า [26]

การทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด

หลังจากออกกำลังกายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหว มีระดับ SBP ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ Croymans และคณะได้ศึกษาผลของการออกกำลังกาย Resistance training ต่อความดันโลหิตในอาสาสมัครวัยรุ่นชายที่มีภาวะอ้วน 36 คน แบ่งเป็นกลุ่มออกกำลังกาย 28 คน และกลุ่มควบคุม 8 คน ใช้เวลาฝึก 12 สัปดาห์ ผลพบว่าความดันโลหิตลดลงโดยเฉพาะค่า SBP [46] ปัจจัยที่มีผลต่อความดันโลหิต ได้แก่ ระบบประสาทอัตโนมัติและสารเคมีในเลือด เช่น ระบบเรนินแองจิโอเทนซิน (renin angiotensin system) และ Nitric oxide เป็นต้น การออกกำลังกายเป็นประจำอาจส่งเสริมการทำงานทั้งระบบประสาทอัตโนมัติและสารเคมีในเลือด และส่งผลลดความดันโลหิต มีรายงานถึงผลของการฝึกทำให้มีการหลั่ง Nitric oxide ส่งผลให้หลอดเลือดขยายตัว ทำให้ค่าความต้านทานที่หลอดเลือด (TPR) ลดลง และความดันโลหิตลดลง [45] อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ประเมินการเปลี่ยนแปลงระดับสารเคมีในเลือดที่มีผลต่อระดับความดันโลหิต การศึกษา

ต่อไปในอนาคตจึงควรศึกษาผลของระดับสารเคมีที่ผลต่อความดันโลหิตร่วมด้วยเพื่อให้เข้าใจถึงกลไกการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตภายหลังการออกกำลังกายสคอทได้ดียิ่งขึ้น

ในขณะที่การฝึกแบบคงค้างไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความดันโลหิต ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Goldring และคณะที่รายงานว่าการฝึกสวอทแบบคงค้าง 2 นาที/ครั้ง ทั้งหมด 15 ครั้ง เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สามารถลดความดันโลหิตในอาสาสมัครที่มีความดันปกติ [13] ในการศึกษาครั้งนี้การฝึกสควอทแบบคงค้างไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากการออกกำลังกายต้องใช้เวลาประมาณ 8–12 สัปดาห์ จึงจะมีผลต่อการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด [42] การศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่ากลุ่มควบคุมระดับ SBP และ MAP เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทำกิจกรรมอื่น ๆ ในช่วงเวลาของการทำวิจัย อย่างไรก็ตามค่าความดันที่เพิ่มขึ้นยังอยู่ในค่าปกติ

อัตราการเต้นของหัวใจหลังจากออกกำลังกายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลของความแปรปรวนของอัตราการเต้นหัวใจที่ไม่เปลี่ยนแปลงภายหลังสิ้นสุดโปรแกรมการออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามผลของการศึกษาครั้งนี้ต่างจากการศึกษาของ Pierce และคณะที่ทำการศึกษาการออกกำลังกายแบบ high volume weight training (full squats) ต่อผล lactate, อัตราการเต้นของหัวใจ (HR) และ rating of perceived exertion (RPE) ในอาสาสมัครชาย 28 คน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าสามารถช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจได้ [43] ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการฝึกระยะสั้นเพียง 4 สัปดาห์ รวมทั้งมีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กเพียง 10 คนต่อกลุ่ม จึงอาจทำให้ไม่เห็นผลการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน

สรุป

การฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหว 4 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับจำนวนกลุ่มมัดกล้ามเนื้อได้มากกว่าการฝึกสควอทแบบคงค้าง แต่ให้ผลที่คล้ายกันในการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดระหว่างสองกลุ่ม อย่างไรก็ตามการฝึกสควอทแบบคงค้างและแบบเคลื่อนไหวแบบสม่ำเสมออาจจะสามารถปรับปรุงให้การทำงานของกล้ามเนื้อและระบบหัวใจและหลอดเหลือดดีขึ้นได้

ปัญหา/ข้อเสนอแนะ

1. การวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการเพิ่มระยะเวลาในการฝึกอย่างน้อย 8 สัปดาห์ขึ้นไป
2. เพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้เห็นผลของการศึกษาที่ชัดเจนมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Wongputthichai P. Knowledge, **attitude and practice concerning exercise of over-nutritional status primary students**, Banglen District, Nakornpathom [master's thesis]. Bangkok: Mahidol University; 2007. (in Thai).
2. Battista M, Murray RD, Daniels SR. **Use of the metabolic syndrome in pediatrics**: A blessing and a curse. Seminars in Pediatric Surgery. 2009; 18: 136-43.
3. บริษัท แมนูไลฟ์ ประกันชีวิต (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน). **"ชีวิตเนือยนิ่ง" พฤติกรรมอันตรายที่ไม่ควรนิ่งนอนใจ** (Sedentary Lifestyle คืออะไร?) [ออนไลน์] 2018. จาก https://www.manulife.co.th/what-is-health-risk-of-sedentary-lifestyle/
4. Kim SY. **Sedentary Lifestyle and Cardiovascular Health**. Korean J Fam Med. 2018; 39 (1): 1.
5. Lorenzetti S, Ostermann M, Zeidler F, Zimmer P, Jentsch L, List R, Taylor WR1, Schellenberg F. **How to squat? Effects of various stance widths, foot placement angles and level of experience on knee, hip and trunk motion and loading**. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2018 Jul 17; 10: 14. doi: 10.1186/s13102-018-0103-7. eCollection 2018
6. ณัฐธิวรรณ พันธ์มุง, อสิสรา อยู่เลิศลบ, สราญรัตน์ ลัทธิ. **ประเด็นสารรณรงค์วันหัวใจโลก ปี พ.ศ. 2561** . สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค. [อ้างเมื่อ เมื่อ 23 ก.ค. 2562]. จากhttp://thaincd.com/document/file/download/knowledge/
7. มนัส ยอดคำ. (2548). **สุขภาพกับการออกกำลังกาย** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮาส์.
8. จักรกริช กล้าผจญ. **การออกกำลังกำลังกาย** [ออนไลน์] 2560. จาก http://www.med.cmu.ac.th/dept/rehab/2017/images/Study_guide/08_1MSKExercise_JR.pdf
9. Kubo K, Ikebukuro T, Yata H. **Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes**. Eur J Appl Physiol. 2019 Jun 22. doi: 10.1007/s00421-019-04181-y

10. Fujita E, Takeshima N, Kato Y, Koizumi D, Narita M, Nakamoto N. Rogers M. **Effects of Body-weight Squat Training on Muscular Size, Strength and Balance Ability in Physically Frail Older Adults.** International journal of sport and health science. 14 (2016), S. 21–30
11. Takai Y, Fukunaga Y, Fujita E, Mori H, Yoshimoto T, Yamamoto M, Kanehisa H. **Effects of body mass-based squat training in adolescent boys.** J Sports Sci Med. 2013 Mar 1; 12 (1): 60 – 5. eCollection 2013.
12. Makivić B, Nikić Djordjević M, Willis MS. **Heart rate variability (HRV) as a tool for diagnostic and monitoring performance in sport and physical activities.** J Exerc Physiol online. 2013; 16: 100–9.
13. Goldring N, Wiles JD, Coleman D. **The effects of isometric wall squat exercise on heart rate and blood pressure in a normotensive population.** J Sports Sci. 2014; 32 (2): 129 – 36. doi: 10.1080/02640414.2013.809471. Epub 2013 Jul 24.
14. Weippert M, Behrens K, Rieger A, Stoll R, Kreuzfeld S. **Heart rate variability and blood pressure during dynamic and static exercise at similar heart rate levels.** PLoS One. 2013 Dec 13; 8 (12): e83690. doi: 10.1371/journal.pone.0083690. eCollection 2013.
15. กุลทัต หงส์ชยางกูร, พงศ์เทพ สุธีรวุฒิ และณัตติพงศ์ แก้วทอง. **คู่มือการเพิ่มกิจกรรมทางกายในคนไทย**.โฟ-บาร์ด.สงขลา. 2561
16. ชายชลักษณ์ เยี่ยมมิตร. (2556). **การศึกษาพฤติกรรมการออกกำลังกายของนักศึกษามหาวทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี** ปีการศึกษา 2554. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
17. Weippert M, Behrens K, Rieger A, Stoll R, Kreuzfeld S. **Heart rate variability and blood pressure during dynamic and static exercise at similar heart rate levels.** PLoS One. 2013 Dec 13; 8 (12): e83690. doi: 10.1371/journal.pone.0083690. eCollection 2013.

18. Kanapon Phumratprapin. **Vital sign** [ออนไลน์] 2561 [อ้างเมื่อ 28 กรกฎาคม 2562]. จาก https://healthathome.in.th/blog/การวัดสัญญาณชีพ-vital-signs/

19. Hébert LJ, Maltais DB, Lepage C, Saulnier J, Crête M. **Hand-Held Dynamometry Isometric Torque Reference Values for Children and Adolescents.** Pediatr Phys Ther. 2015 Winter; 27 (4): 414-23

20. Nunan D, Donovan G, Jakovljevic D, Hodges L, Sandercock G, Brodie D. **Validity and reliability of short-term heart-rate variability from the Polar S810.** Med Sci Sports Exerc. 2009; 41: 243-50.

21. John. **How Much Should I Be Able To Squat.** [ออนไลน์] 2016 [อ้างเมื่อ 1 มิถุนายน 2016]. จาก https://physicalliving.com/how-much-should-i-be-able-to-squat-squatstandards /?fbclid=IwAR22wcvohUlm8r_emU8xz9zs7HmelwaP0278o0Afixgqdhiq3f

22. Bompa, O. (1993) **Periodization of strength:** The new wave in strength training. Toronto: Veritas Publishing.

23. Bloomfield, J., Ackland, T.R., and Elliott, B.C. **Applied anatomy and biomechanics in Sport.** Melbourne Black Well Scientific publication, 1994

24. กุสุมาวดี คำเกลี้ยง และคณะ. **สุขศึกษา** 5. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2558.

25. สัญญา ร้อยสมมุติ. 2555. **หัวใจและการไหลเวียนเลือด.** การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ. http://202.28.95.5/physio/wp-content/uploads/2018/01/cvs_2_SR.pdf

26. ณัฐธิวรรณ พันธ์มุง และคณะ. **ประเด็นสารรณรงค์วันหัวใจโลก** [ออนไลน์] 2561 จาก http://thaincd.com/ document/file/download/knowledge.pdf

27. Bernard R. **Fundamentals of biostatistics.**5th ed. Duxbery: Thomson learning. 2000.

28. แอนโธนี สตาร์ค. **การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ** [ออนไลน์] 2561 [อ้างเมื่อ 28 กรกฎาคม 2562]. จาก https://th.wikihow.com/ตรวจวัดอัตราการหายใจ

29. Task Force of the European Society of Cardiology. **Heart rate variability, standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use.** Circulation. 1996; 93: 1043-65.

30. Mourot L, Bouhaddi M, Perrey S, Cappelle S, Henriet MT, Wolf JP, et al. **Decrease in heart rate variability with overtraining**: Assessment by the Poincare plot analysis. Clin Physiol Funct Imaging. 2004; 24: 10-8.

31. Anonymous. **ความดันเลือดกับการออกกำลังกาย**. [ออนไลน์] 2551 [อ้างเมื่อ 1 ธันวาคม 2551] จาก https://www.doctor.or.th/article/detail/5833

32. กุลทัต หงส์ชยางกูร, พงศ์เทพ สุธีรวุฒิ และณัตติพงศ์ แก้วทอง. **คู่มือการเพิ่มกิจกรรมทางกายในคนไทย**.โฟ-บาร์ด.สงขลา. 2561

33. Mike Walden. 2019. **Thigh Strain.** [ออนไลน์] 2019 [อ้างเมื่อ 29 มิถุนายน 2019]. จาก https://www.sportsinjuryclinic.net/sport-injuries/thigh-pain/front-thigh/thigh-strain

34. ภาสรรค์ โรจวาส. **squat ท่าฝึกกล้ามเนื้อขา** [ออนไลน์] 2011 [อ้างเมื่อ 29 สิงหาคม 2011]. จากhttps://rojanawas.wordpress.com/ท่าฝึก/weight-training/squat-ท่าฝึกกล้ามเนื้อขา/

35. Pauli CA, Keller M, Ammann F, Hübner K, Lindorfer J, Taylor WR, Lorenzetti S. **Kinematics and Kinetics of Squats, Drop Jumps and Imitation Jumps of Ski Jumpers.** J Strength Cond Res. 2016 Mar; 30 (3): 643-52

36. Kleiger RE, Stein PK, Bigger JT. **Heart rate variability**: measurement and clinical utility. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2005; 10: 88-101.

37. Foodhouse (เมนูเพื่อสุขภาพ). **ตารางแสดงค่าน้ำหนักเทียบความสูงสำหรับผู้ใหญ่ที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป.** 2007. [ออนไลน์] 2007. [อ้างเมื่อ 12 มีนาคม 2007]. จาก https://foodhouse.wordpress.com/2007/03/12/hello-world/

38. กองบรรณาธิการ HONESTDOCS. 2562. **เวชศาสตร์การกีฬา.** [ออนไลน์] 2562. จาก https: / / www. honestdocs. co/ bmi-body-mass-index-calculator?fbclid=IwAR2N3c__wrzpo mon7qSu3c 2HEj18ntQFoExXIs979WEVmkmAjwyd4Rpi4g

39. Thai Diet Info. **อัตราส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก.** 2013. [ออนไลน์] 2013. จาก http://www.thaidietinfo.com/Waist_Hip_Ratio.html?fbclid=IwAR0H8lYVGo4Qr1PagH_GspbH19gJomnXcVc7z2UimZFHjFfBr6qqBdclZfQ

40. Shariat A, Lam ETC, Shaw BS, Shaw I, Kargarfard M, Sangelaji B. **Impact of back squat training intensity on strength and flexibility of hamstring muscle group**. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation. 2017; 30(3): 641-7.

41. Bloomquist K, Langberg H, Karlsen S, Madsgaard S, Boesen M, Raastad TJEJoAP. **Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations**. 2013; 113 (8): 2133-42.

42. de Souza Nery S, Gomides RS, da Silva GV, de Moraes Forjaz CL, Mion D Jr, Tinucci T (2010-03-01). **"Intra-Arterial Blood Pressure Response in Hypertensive Subjects during Low- and High-Intensity Resistance Exercise"**. Clinics. 65 (3): 271-7.

43. Pierce K, Rozenek R, Stone MH. **Effects of High Volume Weight Training on Lactate, Heart Rate, and Perceived Exertion**. 1993; 7(4): 211-5.

44. วรวุฒิ เจริญศิริ. **ระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic Nervous System)**. 2004. [ออนไลน์] 2004. [อ้างเมื่อ 24 มิถุนายน 2004]. จากhttp://www.bangkokhealth.com/index.php/health/health-system/brain/1821system.html

45. ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย** . กรุงเทพฯ.เทพรัตน์ การพิมพ์,2536.

46. Croymans DM, Krell SL, Oh CS, Katiraie M, Lam CY, Harris RA, et al. **Effects of resistance training on central blood pressure in obese young men**. Journal of Human Hypertension. 2014; 28(3): 157-64.

47. กรมสุขภาพจิต. **แบบประเมินความเครียด**. [ออนไลน์] 2016. จาก https://www.dmh.go.th/test/qtest5/

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน

หมายเลข .....
วันที่ประเมิน.....

แบบประเมินสุขภาพทั่วไป

คำชี้แจง: โปรดกรอกข้อมูลและตอบคำถามต่อไปนี้ตามความเป็นจริง (ข้อมูลทั้งหมดในแบบสอบถามนี้จะถูกเก็บไว้เป็นความลับและถูกใช้ในงานวิจัยเท่านั้น)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ..... สกุล..... อายุ..... ปี

น้ำหนัก.....kg. ส่วนสูง.....cm. BMI.....kg/m2

เส้นรอบเอว..... cm. เส้นรอบสะโพก..... cm. WHR: .....

เบอร์โทรศัพท์..... E-mail.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสภาวะสุขภาพ

- โรคประจำตัว

( ) ไม่มี ( ) มี ระบุโรคที่เป็น

( ) โรคเบาหวาน ( ) โรคไต ( ) โรคหัวใจ

( ) โรคความดันโลหิตสูง ( ) โรคไขมันในเลือดสูง ( ) โรคมะเร็ง

( ) โรคโลหิตจาง ( ) อื่น ๆ ระบุ.....

( ) โรคกระดูกและข้อให้ระบุข้อ 2

- โรคกระดูกและข้อ ระบุโรคและเลือกตำแหน่งที่เป็น ระบุโรค.....

( ) คอ ( ) ข้อไหล่ ( ) ข้อศอก ( ) ข้อมือ

( ) นิ้วมือ ( ) กระดูกสันหลัง ( ) ข้อสะโพก ( ) ข้อเข่า

( ) ข้อเท้า ( ) นิ้วเท้า ( ) อื่น ๆ ระบุ.....

- การใช้ยา ( ) ไม่ได้ใช้ยา ( ) ใช้ยา – แพทย์สั่ง ( ) ใช้ยา – ซื้อกินเอง

ระบุชื่อยา.....

- พฤติกรรมสุขภาพ

4.1 การสูบบุหรี่ ( ) ไม่สูบ ( ) สูบ ปริมาณ..... มวน/วัน

4.2 การดื่มแอลกอฮอล์ ( ) ไม่ดื่ม ( ) ดื่ม จำนวน..... แก้ว/วัน

4.3 การดื่มเครื่องดื่มชูกำลัง ( ) ไม่ดื่ม ( ) ดื่ม จำนวน..... แก้ว/วัน

4.4 การดื่มชา/กาแฟ ( ) ไม่ดื่ม ( ) ดื่ม จำนวน..... แก้ว/วัน

- การออกกำลังกายภายใน 3 เดือนที่ผ่านมา

( ) ไม่ออกกำลังกาย ( ) ออกกำลังกาย จำนวน..... ครั้ง/สัปดาห์

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกผลการทดลอง

หมายเลข .....

วันที่ประเมิน.....

แบบบันทึกผลการทดลอง

กลุ่มควบคุม/กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบคงค้าง/กลุ่มที่ฝึกสควอทแบบเคลื่อนไหว

ชื่อ..... สกุล..... อายุ..... ปี

น้ำหนัก.....kg. ส่วนสูง.....cm. BMI: ..... kg/m^2

ระดับความเครียด : .....

ค่าสัญญาณชีพ

ค่าที่วัด	ครั้งที่ 1 ก่อนการทดลอง	ครั้งที่ 2 4 สัปดาห์หลัง	ครั้งที่ 3 8 สัปดาห์หลัง	หมายเหตุ
Blood Pressure (mmHg)				
Respiratory Rate (beats/min)				
Heart Rate (beats/min)				
Mean RR interval (ms)				
SDNN (ms)				
Mean HR (beats/min)				
STD HR (beats/min)				
Min HR (beats/min)				
Max HR (beats/min)				
RMSSD (ms)				

frequency domain ก่อนการทดลอง

ค่าที่วัด	VLF	LF	HL	LF/HF
AR Results				
Peak (Hz)				
Power (ms2)				
Power (n.u.)				

frequency domain 4 สัปดาห์หลัง

ค่าที่วัด	VLF	LF	HL	LF/HF
AR Results				
Peak (Hz)				
Power (ms2)				
Power (n.u.)				

frequency domain 8 สัปดาห์หลัง

ค่าที่วัด	VLF	LF	HL	LF/HF
AR Results				
Peak (Hz)				
Power (ms2)				
Power (n.u.)				

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscles strength)

กล้ามเนื้อ (Muscles)	ครั้งที่ 1 ก่อนการทดลอง	ครั้งที่ 2 4 สัปดาห์หลัง	ครั้งที่ 3 8 สัปดาห์หลัง	หมายเหตุ
Hip extensors				
Knee extensors				
Knee flexors				

ภาคผนวก ค

แบบประเมินความเครียด ST-5

หมายเลข .....

วันที่ประเมิน.....

แบบประเมินความเครียด ST-5

ความเครียดเกิดขึ้นได้กับทุกคน สาเหตุที่ทำให้เกิดความเครียดมีหลายอย่างเช่น รายได้ที่ไม่พอเพียง หนี้สิน ภัยพิบัติต่างๆ ที่ทำให้เกิดความสูญเสีย ความเจ็บป่วยเป็นต้น ความเครียดมีทั้งประโยชน์และโทษหากมากเกินไปจะเกิดผลเสียต่อร่างกายและจิตใจของท่านได้ ขอให้ท่านลองประเมินตนเองโดยให้คะแนน 0 – 3 ที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน

คะแนน 0 หมายถึง แทบไม่มี

คะแนน 1 หมายถึง เป็นบางครั้ง

คะแนน 2 หมายถึง บ่อยครั้ง

คะแนน 3 หมายถึง เป็นประจำ

ข้อที่	อาการหรือความรู้สึกที่เกิดในระยะ 2-4 สัปดาห์	คะแนน			
		0	1	2	3
1	มีปัญหาการนอน นอนไม่หลับหรือนอนมาก				
2	มีสมาธิน้อยลง				
3	หงุดหงิด/กระวนกระวาย/ว้าวุ่นใจ				
4	รู้สึกเบื่อ เซ็ง				
5	ไม่อยากพบปะผู้คน				
คะแนนรวม					

การแปลผล

คะแนน 0 – 4 เครียดน้อย

คะแนน 5 – 7 เครียดปานกลาง

คะแนน 8 – 9 เครียดมาก

คะแนน 10 – 15 เครียดมากที่สุด

การแปลผลและคำแนะนำ

1. เครียดน้อย เป็นความเครียดในชีวิตประจำวันซึ่งแต่ละคนสามารถปรับตัวได้เองโดยไม่เกิดปัญหากับสุขภาพและท่านยังสามารถช่วยดูแลคนอื่นๆ ได้

2. เครียดปานกลาง เป็นความเครียดที่ทำให้ต้องเตรียมพร้อมในการจัดการกับปัญหาต่างๆจนทำให้เกิดความเครียดเพิ่มขึ้นในระดับปานกลางซึ่งยังถือว่าเป็นปกติเพราะทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเผชิญปัญหา

3. เครียดมาก เป็นความเครียดที่อาจทำให้เกิดการตอบสนองเหตุการณ์ที่รุนแรงขึ้นชั่วคราวและมักจะลดลงมาเป็นปกติภายหลังเหตุการณ์ อย่างไรก็ตาม ท่านควรมีวิธีการจัดการกับความเครียดดังต่อไปนี้

- หายใจเข้าลึกๆ หายใจออกช้าๆ ทำต่อเนื่องกันไปจนรู้สึกผ่อนคลายและควรมีเวลานอนหลับอย่างเพียงพอ
- พูดคุยกับคนใกล้ชิด ใช้หลักศาสนาทำให้คลายกังวล ช่วยเหลือผู้อื่นที่ประสบปัญหา จะช่วยให้ความเครียดลดลง
- มีความหวังว่าเราจะฝ่าฟันอุปสรรคหรือปัญหาครั้งนี้ไปได้และมองเห็นด้านบวก เช่น อย่างน้อยก็ยังรักษาชีวิตไว้ได้ มีคนเห็นใจและมีการช่วยเหลือจากฝ่ายต่างๆ
- ภายใน 2 สัปดาห์ ถ้ารู้สึกไม่ดีขึ้น แสดงว่าความเครียดไม่ลดลง ท่านควรไปพบบุคลากรสาธารณสุขหรือแพทย์เพื่อประเมินซ้ำ เพราะความเครียดที่มากและต่อเนื่องอาจนำไปสู่โรควิตกกังวล ภาวะซึมเศร้าและเสี่ยงต่อการฆ่าตัวตายได้ซึ่งต้องได้รับการรักษาจากแพทย์

4. เครียดมากที่สุด เป็นความเครียดที่รุนแรงซึ่งส่งผลกระทบต่อภาวะร่างกายทำให้อ่อนแอเจ็บป่วยง่ายและต่อภาวะจิตใจจนอาจทำให้เกิดโรควิตกกังวล ภาวะซึมเศร้าและเสี่ยงต่อการฆ่าตัวตายได้ ท่าจะต้องได้รับการรักษาจากแพทย์ทันทีเพื่อรับการดูแลต่อเนื่องไปอีก 3-6 เดือน