



การศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบ  
แอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี

A Study of Aerobic Exercise Intensity on Cognition  
in Healthy Young Adults

โดย

ปัทมา ศิริทอง

ลายขวัญ เลิศเซวังกุล

วรรณนิศา นุ่มนวล

ภาคนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตบัณฑิต

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ปีการศึกษา 2561

ภาคินิพนธ์ เรื่อง

การศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบ  
แอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี  
A Study of Aerobic Exercise Intensity on Cognition  
in Healthy Young Adults

นำเสนอต่อ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

เพื่อประกอบการศึกษา

ระดับปริญญาโท สาขาสุขภาพบำบัดบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 22 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2561

.....  
ปัทมา ศรีทอง

(นางสาวปัทมา ศรีทอง)

นิสิต

.....  
ศุภรณิการ์ ลดาวัลย์

(อาจารย์ ดร.ศุภรณิการ์ ลดาวัลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....  
ลาชวัญ เลิศเชวงกุล

(นางสาวลาชวัญ เลิศเชวงกุล)

นิสิต

.....  
วรรณนิตา นุ่มนวล

(นางสาววรรณนิตา นุ่มนวล)

นิสิต

คณะกรรมการสอบภาคนิพนธ์ได้อนุมัติให้

ปัทษญา ศรีทอง  
ลายขวัญ เลิศเชวงกุล  
วรรณนิศา นุ่มนวล

สอบผ่านในรายวิชาภาคนิพนธ์ เรื่อง

การศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบ  
แอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี

A Study of Aerobic Exercise Intensity on Cognition  
in Healthy Young Adults

เมื่อ วันที่ 22 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2561



(อาจารย์ ดร.สุพรรณนิการ์ ลดาวัลย์)

ประธานกรรมการ



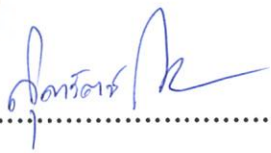
(อาจารย์ ดร.สุดารัตน์ สังฆะมณี)

กรรมการ



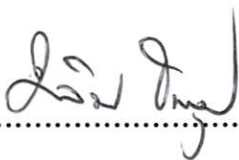
(อาจารย์อรุณรัตน์ ศรีทะวงษ์)

กรรมการ



(อาจารย์ ดร.สุดารัตน์ สังฆะมณี)

หัวหน้าสาขาวิชากายภาพบำบัด



(รองศาสตราจารย์มาลินี ธารุณ)

คณบดีคณะสหเวชศาสตร์

## ชีวประวัติ

ชื่อ - สกุล ภาษาไทย	นางสาวปัทมา ศรีทอง
ชื่อ - สกุล ภาษาอังกฤษ	Miss Papatchaya Srithong
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 19 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2537
สถานที่เกิด	อุบลราชธานี
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	2 ซ.10/1 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000
E-mail	iambossini@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี ปัจจุบันเป็นนิสิต (สาขาวิชากายภาพบำบัด) คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา



## ชีวประวัติ

ชื่อ - สกุล ภาษาไทย	นางสาวलयขวัญ เลิศเซวังกุล
ชื่อ - สกุล ภาษาอังกฤษ	Miss Liekuan Lertchawengkul
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 4 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	ลำปาง
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	237/239 ถ.ประสานไมตรี ต.สบตุ๋ย อ.เมือง จ.ลำปาง 52100
E-mail	lertchawengkul040639@gmail.com
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนอัสสัมชัญลำปาง จังหวัดลำปาง ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนอัสสัมชัญลำปาง จังหวัดลำปาง ปัจจุบันเป็นนิสิต (สาขาวิชากายภาพบำบัด) คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา



## ชีวประวัติ

ชื่อ - สกุล ภาษาไทย	นางสาววรรณนิศา นุ่มนวล
ชื่อ - สกุล ภาษาอังกฤษ	Miss Wannisa Numnoul
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 16 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	อุตรดิตถ์
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	71 ม.4 ต.คิ่งตะเกา อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์
E-mail	wannisanum@gmail.com
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเมืองพิทยา 11 (มัธยมสาธิตพิทยา) จังหวัดชลบุรี ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ปัจจุบันเป็นนิสิต (สาขาวิชากายภาพบำบัด) คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา



## กิตติกรรมประกาศ

ภาคินพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์ ความกรุณา และความ  
ร่วมมือจากบุคคลหลายท่าน ซึ่งผู้นำเสนอภาคินพนธ์ขอกล่าวถึงดังต่อไปนี้

ขอขอบคุณ อ.ดร.ภก.สุพรรณนิการ์ ลดาวัลย์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำปรึกษา ให้  
ความรู้ คำแนะนำถึงวิธีการปฏิบัติงาน และการแก้ไขปัญหาต่างๆ ในระหว่างการดำเนินงาน  
งานวิจัย ตลอดจนตรวจสอบภาคินพนธ์ ให้สมบูรณ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเป็นรูปเล่ม

ขอขอบคุณ อ.ดร.ภก.สุดารัตน์ สังฆะมณี และ อ.ภก.อรุณรัตน์ ศรีทะวงษ์ กรรมการสอบ  
ภาคินพนธ์ที่ให้ความกรุณาในการแนะนำและให้คำปรึกษาในการปรับปรุงแก้ไขงานวิจัยนี้ให้  
สำเร็จลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อย

ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชากายภาพบำบัดทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้  
แก่ผู้นำเสนอภาคินพนธ์ตลอดหลักสูตรการศึกษา

ขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่เสียสละเวลามาเข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัว ผู้เป็นที่รัก  
ผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่ายิ่ง

ปัทมา ศรีทอง  
ลายขวัญ เลิศเขวงกุล  
วรรณนิศา นุ่มนวล

22 พฤศจิกายน 2561

## คำรับรอง

ข้าพเจ้านางสาวปัทมา ศรีทอง นางสาวลายขวัญ เลิศเซวกุล และนางสาววรรณนิตา นุ่มนวล นิสิตสาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ขอรับรองว่าภาคินิพนธ์เรื่อง การศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี (A Study of Aerobic Exercise Intensity on Cognition in Healthy Young Adults) เป็นผลการศึกษาซึ่งเกิดจากการศึกษาจริง โดยมีได้คัดลอกหรือตัดแปลงมาจากผลการศึกษาของผู้อื่นที่เคยศึกษาก่อนหน้านี้แต่อย่างใด

ปัทมา ศรีทอง  
ลายขวัญ เลิศเซวกุล  
วรรณนิตา นุ่มนวล  
22 พฤศจิกายน 2561



## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
คำรับรอง	ii
สารบัญ	iii
สารบัญรูป	v
สารบัญตาราง	vi
สารบัญคำย่อ	vii
บทคัดย่อภาษาไทย	viii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ix
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	2
สมมติฐาน	3
ขอบเขตงานวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
<b>บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม</b>	<b>4</b>
การออกกำลังกาย	4
ระดับความหนักในการออกกำลังกาย	12
ความรู้ความเข้าใจ	19
การประเมินมาตรฐาน	23
การศึกษาที่ผ่านมา	24
<b>บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา</b>	<b>28</b>
รูปแบบการวิจัย	28
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	28
อาสาสมัคร	29
วิธีดำเนินการวิจัย	31
การวิเคราะห์ทางสถิติ	39

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 4 ผลการศึกษา</b>	40
ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร	40
การทดสอบ stroop color world test 1	42
การทดสอบ stroop color world test 2	42
การทดสอบ stroop color world test 3	43
การทดสอบ digit span forward test	43
การทดสอบ digit span backward test	44
<b>บทที่ 5 วิจัยรณัผลการศึกษา</b>	45
วิจัยรณัผลการศึกษา	45
สรุปลผลการศึกษา	48
ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	49
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	50
<b>ภาคผนวก</b>	
ภาคผนวก ก แบบเข้าร่วมการยินยอมการศึกษา	58
ภาคผนวก ข แบบคัดกรองอาสาสมัคร	64
ภาคผนวก ค แบบประเมินความเครียด	67
ภาคผนวก ง แบบบันทึกการทดสอบ	71
ภาคผนวก จ rating of perceived exertion (RPE)	74
ภาคผนวก ฉ ทำออกกำลังกาย	76
ภาคผนวก ช ทำอบอุ่นร่างกายก่อนและหลังการออกกำลังกาย	108

## สารบัญรูป

รูป		หน้า
รูปที่ 1	อาสาสมัครทำแบบคัดกรองและแบบประเมินความเครียด ก่อนทำการทดสอบ	31
รูปที่ 2	การทดสอบ stroop color word test	33
รูปที่ 3	การทดสอบ digit span forward and backward test	34
รูปที่ 4	การออกกำลังกาย	36
รูปที่ 5	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิจัย	38



## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 1	การรับรู้ความรู้สึกเหนียว ที่มีค่าตัวเลขระหว่าง 0-10	15
ตารางที่ 2	การรับรู้ความรู้สึกเหนียว ที่มีค่าตัวเลขระหว่าง 6-20	16
ตารางที่ 3	ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร	40
ตารางที่ 4	การทดสอบ stroop color world test 1	42
ตารางที่ 5	การทดสอบ stroop color world test 2	42
ตารางที่ 6	การทดสอบ stroop color world test 3	43
ตารางที่ 7	การทดสอบ digit span forward test	43
ตารางที่ 8	การทดสอบ digit span backward test	44



## สารบัญชาคำย่อ

Acetyl CoA	=	acetyl coenzyme A
ADP	=	adenosine diphosphate
AMP	=	adenosine monophosphate
ATP	=	adenosine triphosphate
ATP-CP	=	phosphagen system
BDNF	=	brain derived neurotrophic factor
CAS	=	cognitive assessment system
CEO	=	chief executive officer
CP	=	creatine phosphate
DSB	=	digit span backward
DSF	=	digit span forward
GABA	=	gamma aminobutyric acid
HRmax or MHR	=	maximum heart rate
HRR	=	heart rate reserve
HRrest	=	resting heart rate
ICC	=	Intra-class correlation coefficients
METs	=	metabolic equivalents task
Pi	=	inorganic phosphate
RPE	=	rating of perceived exertion
THR	=	target heart rate or training heart rate
TCA	=	trichloroacetic acid
VO <sub>2</sub>	=	oxygen consumption or oxygen uptake
VO <sub>2</sub> max	=	maximum oxygen consumption
VO <sub>2</sub> peak	=	volume oxygen peak
VO <sub>2</sub> R	=	volume oxygen reserve

## บทคัดย่อ

**ที่มา :** จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการออกกำลังกายมีผลเพิ่มความรู้ความเข้าใจได้ในเด็ก และวัยรุ่น อย่างไรก็ตามระดับความหนักของการออกกำลังกายที่มีผลต่อการเพิ่มความรู้ความเข้าใจยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจน

**วัตถุประสงค์ :** เพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในระยะเฉียบพลันด้วยความหนักระดับเบา และระดับปานกลางที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจในวัยรุ่นสุขภาพดี

**วิธีการ :** อาสาสมัครจำนวน 30 คน (อายุ  $21.08 \pm 0.41$  ปี) แบ่งกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 10 คน กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบา (ร้อยละ 57-63 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด) จำนวน 10 คน และกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง (ร้อยละ 64-76 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด) จำนวน 10 คน อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการทดสอบด้วย stroop color word test digit span forward และ digit span backward test ทั้งก่อน และหลังการออกกำลังกายหรือดูวิดีโอทัศนียภาพในกลุ่มควบคุม

**ผลการศึกษา :** หลังการออกกำลังกายหรือดูวิดีโอทัศนียภาพในการทดสอบ strop color world test ทั้ง 3 ชุด มีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม ในขณะที่มีเพียงกลุ่มออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง เพียงกลุ่มเดียวที่มีคะแนน digit span forward test เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) การทดสอบ strop color word test ชุดที่ 1 ชุดที่ 3 และ digit span forward test เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ( $p < 0.05$ )

**สรุปผลการศึกษา :** ผลการศึกษานี้พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยความหนักระดับปานกลาง มีผลในเชิงบวกต่อการเลือกสนใจ (attention) และความจำระยะสั้น (short-term memory) ในวัยรุ่น อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความหนักระดับหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพื่อยืนยันระดับความหนักที่เหมาะสมในการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจในวัยรุ่น

**คำสำคัญ :** การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ความหนัก ความรู้ความเข้าใจ

## Abstract

**Background :** Previous studies have shown that exercise can improve cognitive function in children and young adults. However, the exercise intensity that provides the most benefit for cognitive performance has not been clearly established.

**Objective :** To compare acute effects of low and moderate intensity aerobic exercise on cognitive function in healthy young adults.

**Material and methods :** Thirty volunteers (aged  $21.08 \pm 0.41$  years) were randomly assigned to a control (n=10), low (57–63% of maximum heart rate : HRmax, n=10), or a moderate (64–76% of maximum heart rate : HRmax, n=10) intensity aerobic exercise group. stroop color word test, digit span forward (DSF), and digit span backward (DSB) were assessed at baseline and after exercise for both exercise groups, or after watched aerobic exercise video for the control group.

**Results :** After intervention, all 3 parts of stoop color word tests were significantly improved from baseline in all 3 groups ( $p < 0.05$ ) while only the moderate intensity aerobic exercise group had significant improvement in DSF ( $p < 0.5$ ). In addition, part 1 and part 3 of stoop color word tests, and DSF were significantly improved in the moderate intensity aerobic exercise group when compared with the control group ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion :** The results suggest that moderate intensity aerobic exercise has positive effects on attention and short term memory in young adults. However, further investigations with high intensity exercise are required to confirm the optimal exercise intensity for improving cognitive function in young adults.

**Keywords:** Aerobic Exercise, Intensity, Cognition

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การดำเนินชีวิตประจำวันของคนในปัจจุบันเต็มไปด้วยความเร่งรีบ และการแข่งขันจึงมีการนำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นทำให้ประชาชนมีการเคลื่อนไหวร่างกายในกิจวัตรประจำวันลดลง [1] ส่งผลให้ความสนใจในการออกกำลังกายลดลง และลดความสนใจของสิ่งรอบ ๆ ตัว รวมไปถึงความสามารถในการจดจำลดลง ซึ่งอาการเหล่านี้สามารถส่งผลให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ลดลงได้ [2]

การออกกำลังกาย คือ กิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับทุกเพศทุกวัยเป็นกิจกรรมที่ส่งผลดีต่อด้านร่างกายด้านจิตใจ และสังคม [3, 4] นอกจากนี้การออกกำลังกายยังส่งผลต่อความรู้ความเข้าใจ (cognition) ซึ่งความรู้ความเข้าใจเป็นกระบวนการที่มีการรับข้อมูลจากภายนอกผ่านการรับรู้ และการเรียนรู้ มีการวิเคราะห์ ส่งต่อไปยังผิวสมองส่วนต่าง ๆ จัดระบบ และจัดเก็บไว้ในความทรงจำสำหรับการดึงออกมาใช้ในอนาคต ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ [5] โดยความรู้ความเข้าใจประกอบด้วยความใส่ใจเชิงซ้อน (complex attention) ความสามารถด้านการบริหารจัดการ (executive function) การเรียนรู้ และความจำ (learning and memory) การใช้ภาษา (language) ความสามารถด้านการรับรู้ก่อนมิติสัมพันธ์ (visuoconstructional perceptual ability) และความสามารถในการรับรู้เกี่ยวกับสังคมรอบตัว (social cognition) [6] จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการออกกำลังกายมีผลเพิ่มความรู้ความเข้าใจ และผลการเรียน (academic performance) ในเด็ก และวัยรุ่น [7] การวิจัยที่ผ่านมากล่าวถึงผลของการออกกำลังกายกำลังแบบแอโรบิกมีผลต่อการปรับปรุงการทำงานของสมอง [8, 9] โดยผลที่ได้ในระยะยาว คือ การเกิดเซลล์ประสาท (neurogenesis) เพิ่มขึ้น การทำงานทางประสาทดีขึ้น การรับมือกับความเครียดดีขึ้น การควบคุมพฤติกรรมดีขึ้น ความจำชัดแจ้ง (declarative) ความจำปริภูมิ (spatial) ความจำใช้งาน (working) ดีขึ้น การปรับปรุงทางโครงสร้างหน้าที่ของสมอง และวิถีประสาทที่สัมพันธ์กับการควบคุมการรู้คิด และความจำ [8, 10] ส่วนผลระยะเฉียบพลัน คือ ส่งผลในด้านความรู้ความเข้าใจ ช่วยเพิ่มความสามารถด้านการบริหารจัดการ (executive function) การจัดการสภาวะอารมณ์ และการลดระดับความเครียด เมื่อออกกำลังกายสมองส่วนอะมิกดาลา (amygdala) ตรวจจับสัญญาณที่เป็นอันตรายได้ทำให้สมองส่วนไฮโปทาลามัส (hypothalamus) ก็จะส่งสัญญาณไปยังต่อมใต้สมอง (pituitary gland) ซึ่งจะตอบสนองโดยการส่งฮอร์โมนเข้าไปยังกระแสเลือด และต่อมหมวกไต (adrenal gland) ส่งผลทำให้ปล่อยฮอร์โมน



**สมมติฐาน**

1. การออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับเบา และระดับปานกลางมีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพความรู้ความเข้าใจในวัยรุ่นได้แตกต่างกัน
2. ความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังจากออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับเบา
3. ความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังจากออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลาง

**ขอบเขตการวิจัย**

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (experimental research) เพื่อศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจ ในอาสาสมัครวัยรุ่นเพศหญิง สุขภาพดีจำนวน 30 คน ที่มีอายุระหว่าง 18-22 ปี และกำลังศึกษาในคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. เกิดองค์ความรู้เกี่ยวกับระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่เหมาะสมต่อการเพิ่มความรู้ความเข้าใจ
2. เป็นแนวทางในการส่งเสริมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจ และกระตุ้นให้วัยรุ่นสนใจการออกกำลังกายมากขึ้น ซึ่งจะทำให้มีสุขภาพกายที่แข็งแรง มีความรู้ความเข้าใจที่ดี

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

#### การออกกำลังกาย

##### 1. ความหมายของการออกกำลังกาย (exercise)

วิทยาลัยกีฬาเวชศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาให้ความหมายของการออกกำลังกาย สำหรับคนทุกเพศทุกวัยว่า การออกกำลังกาย หมายถึง กิจกรรมทางกาย (physical activity) ชนิดหนึ่งที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างมีแบบแผน และกระทำซ้ำ ๆ เพื่อพัฒนา หรือคงไว้ซึ่งสมรรถภาพทางกาย เช่นเดียวกับความหมายในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ให้ความหมายว่าการออกกำลังกายเป็นการใช้กำลังบริหารร่างกายเพื่อให้แข็งแรงโดยมีจุดมุ่งหมายให้ร่างกายมีการเผาผลาญสารอาหารมากที่สุดเพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในการทำงานของอวัยวะ และร่างกายทุกส่วนซึ่งจะส่งผลให้ระบบต่าง ๆ ในร่างกายทำงานได้ดีขึ้น [17]

คำว่า แอโรบิก (aerobic) เป็นภาษาละติน หมายถึง อากาศ (air) หรือก๊าซ (gas) เป็นคำที่ใช้กันทั่วไปในทางวิทยาศาสตร์ และผู้ที่ทำให้คำว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก หรือ aerobic exercise เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง คือ นายแพทย์เคนเน็ธ คูเปอร์ ซึ่งได้เขียนหนังสือเกี่ยวกับการออกกำลังกายชื่อ aerobics เมื่อปี พ.ศ. 2511 การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ตามความหมายของนายแพทย์คูเปอร์นั้น จะต้องเป็นการออกกำลังกายที่ร่างกายต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมาก และต้องทำติดต่อกันเป็นเวลาด้านข้างนาน ซึ่งจะมีผลให้ระบบการทำงานของหัวใจ ปอด หลอดเลือด และการไหลเวียนของเลือดทั่วร่างกายแข็งแรงขึ้น มีประสิทธิภาพในการทำงานดีกว่าเดิมอย่างชัดเจน ซึ่งนายแพทย์คูเปอร์เรียกผลดีที่เกิดขึ้นนี้ว่า เทรนนิ่ง เอฟเฟกต์ (training effect) หรือผลจากการฝึก [18]

##### 2. ระบบพลังงานในร่างกาย

ร่างกายสามารถเลือกใช้พลังงานจากแหล่งต่าง ๆ ของร่างกายให้เหมาะสมกับความหนักเบาของงานได้ ร่างกายของเรามีระบบในการใช้พลังงานของแต่ละช่วงการออกกำลังกาย กลไกการสร้างพลังงานในร่างกายของมนุษย์เป็นอะไรที่ค่อนข้างซับซ้อน ทุกครั้งที่ออกกำลังกาย หรือทำกิจกรรมใดก็ตามที่ร่างกายต้องผลิตพลังงานออกมาเป็นจำนวนมาก โดยมีกลไก 3 ระบบที่เกี่ยวข้องกับการพลังงานในร่างกายของการ ได้แก่ ระบบฟอสฟาเจน (phosphagen system) ไกลโคไลซิส (glycolysis) และระบบแอโรบิก (aerobic system)

การสังเคราะห์พลังงานสำหรับการออกกำลังกายทั้งหมดมาจากการแปลงฟอสเฟตพลังงานสูง (adenosine tri phosphate : ATP) เป็นฟอสเฟตที่มีพลังงานต่ำ (adenosine di

รวดเร็ว เมื่อมีการสร้าง pyruvate ขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตามมา คือ เกิดแลคเตต หรือ เปลี่ยนเป็นโมเลกุลตัวกลางที่เรียกว่า acetyl coenzyme A (acetyl-CoA) ซึ่งเข้าสู่ mitochondria สำหรับออกซิเดชัน และผลิต ATP [20] การเปลี่ยนเป็นแลคเตตจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการออกซิเจนสูงกว่าปริมาณที่ได้รับ (ระหว่างการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน) ตรงกันข้ามเมื่อมีออกซิเจนเพียงพอที่สามารถตอบสนองความต้องการของกล้ามเนื้อ (ระหว่างการออกกำลังกายแบบแอโรบิก) pyruvate เข้าสู่ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) ผ่านทาง acetyl-CoA และไปผ่านการเผาผลาญอาหารแบบแอโรบิก เมื่อออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการตอบสนองของกล้ามเนื้อ (anaerobic glycolysis) จะมีไฮโดรเจนไอออนเพิ่มขึ้น (ซึ่งเป็นสาเหตุให้ pH ของกล้ามเนื้อลดลงเรียกว่า acidosis) และสารอื่น ๆ (ADP, Pi และโพแทสเซียมไอออน) กรด และการสะสมของสารเคมีอื่น ๆ เหล่านี้ทำให้เกิดปัญหาภายในกล้ามเนื้อรวมถึงการยับยั้งเอนไซม์เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญอาหาร การหดตัวของกล้ามเนื้อ การยับยั้งการปลดปล่อยแคลเซียม (เกิดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ) ไปที่กล้ามเนื้อ และการส่งสัญญาณของกล้ามเนื้อ [21-23] ผลจากการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้กล้ามเนื้อจะสูญเสียความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อ กำลังของกล้ามเนื้อ และความหนักของการออกกำลังกายลดลง

### 2.3 ระบบแอโรบิก (anaerobic system)

ระบบแอโรบิกขึ้นอยู่กับออกซิเจนเป็นระบบพลังงานที่มีความซับซ้อนมากที่สุด ปฏิกริยาการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจน ก่อให้เกิดพลังงานส่วนใหญ่ที่ผลิตในร่างกาย อย่างไรก็ตามการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจนเป็นวิธีที่ช้าที่สุดในการสังเคราะห์ ATP ออกซิเจนเป็นแหล่งของการเผาผลาญอาหาร กระบวนการนี้สามารถให้ ATP จำนวนมากแต่ต้องใช้เวลานาน โดยระบบแอโรบิกประกอบด้วยวัฏจักรเครบส์ (krebs cycle หรือวงจรกรดซิตริก หรือวงจร TCA) และห่วงโซ่การขนส่งอิเล็กตรอน (electron transport chain) ใช้น้ำตาลกลูโคส ไกลโคเจน และไขมันสังเคราะห์ ATP ใน mitochondria ของเซลล์กล้ามเนื้อ ระบบแอโรบิก เรียกว่าการหายใจแบบ mitochondrial เมื่อใช้คาร์โบไฮเดรต น้ำตาลกลูโคส และไกลโคเจน จะได้รับการเผาผลาญครั้งแรกผ่านการทำ glycolysis โดยได้ pyruvate ที่ใช้ในการสร้าง acetyl-CoA ซึ่งเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ อิเล็กตรอนที่ผลิตในวัฏจักรเครบส์ จะถูกส่งผ่านห่วงโซ่การขนส่งอิเล็กตรอนซึ่งผลิต ATP และน้ำ (กระบวนการที่เรียกว่า oxidative phosphorylation) การเกิดออกซิเดชันของน้ำตาลกลูโคสผ่านกระบวนการ glycolysis วัฏจักรเครบส์ และห่วงโซ่การขนส่งอิเล็กตรอนจะสร้างโมเลกุลของ ATP ทั้งหมด 36 โมเลกุลสำหรับการสลายโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสทุกตัว [20] ดังนั้นระบบแอโรบิกจึงมี ATP ถึง 18 เท่ามากกว่าการทำ glycolysis แบบไม่ใช้ออกซิเจนจากโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส ไขมันที่เก็บไว้เป็นไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อเยื่อ

ไขมันใต้ผวหน้ และภายในกล้ามเนื้อ (เรยีกว่า intramuscular triglyceride) เป็นแหล่งพลังงานหลัก สำหรับระบบแอรอบค และเป็นแหล่งพลังงานที่ใหญ่ที่สุดในร่างกาย เมอใช้ไขมัน ไตรกลลเชอไรด์จะสลายเป็นกรดไขมันอิสระ และกลลเชอรอลก่อน (กระบวนการที่เรยีกว่า lipolysis) กรดไขมันอิสระประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนจะถูกขนส่งไปยัง mitochondria ของกล้ามเนื้อ ซึ่งอะตอมของคาร์บอนถูกใช้ในการผลิต acetyl-CoA (กระบวนการที่เรยีกว่า beta-oxidation) หลังจากการสังเคราะห์ acetyl-CoA การเผาผลาญไขมันก็เหมือนกับ การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตโดย มี acetyl-CoA ที่เข้าสู่วัฏจักรเครบส์ และอิเล็กตรอนถูกลำเลียงไปยังห่วงโซ่การขนส่งอิเล็กตรอนเพื่อสร้าง ATP และน้ำ การเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันอิสระทำให้เกิดโมเลกุล ATP มากขึ้นกว่าการออกซิเดชันของน้ำตาลกลูโคส หรือไกลโคเจน ยกตัวอย่างเช่น การออกซิเดชันของกรดไขมัน palmitate ผลิตได้ 129 โมเลกุลของ ATP [24]

#### 2.4 เส้นเวลาระบบพลังงาน

ช่วงเวลาในแต่ละช่วงเวลาของสิ่งที่เกิดขึ้นในระบบพลังงานทั้งสามเมอเผาผลาญ

2.4.1 0 วินาที-10 วินาที : ระบบฟอสฟาเจน (phosphagen System) ซึ่งเผาผลาญเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ได้สูง เช่น adenosine triphosphate ที่เก็บอยู่ภายในกล้ามเนื้อ เผาผลาญได้ความร้อน อย่างรวดเร็วประมาณ 10 วินาที

2.4.2 10 วินาที-75 วินาที : ไกลโคไลซิส (glycolytic) ส่วนใหญ่จะใช้เชื้อเพลิงประเภทคาร์โบไฮเดรต ไอออนของไฮโดรเจน และผลผลิตของมันจะเกิดแลคเตต ซึ่งยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อ และทำให้เกิดอาการปวดเมื่อย

2.4.3 75 วินาที-10 นาทีขึ้นไป : ระบบแอรอบค (aerobic system) ได้สร้างพลังงานตลอดเวลา มีการทำงานร่วมกับอวัยวะโครงสร้างอื่น ๆ พร้อม ๆ กัน (เช่นการย่อยอาหาร การทำงานของระบบหัวใจ และหลอดเลือด) ระหว่างการออกกำลังกายร่างกายจะมุ่งเน้นในการส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อที่ทำงานโดยใช้ไขมันเป็นหลัก การเผาผลาญไขมันใช้เวลานานกว่าการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นหากต้องการเผาผลาญไขมันจะต้องออกกำลังกายโดยใช้เวลานาน เมอเริ่มเข้าสู่ระบบแอรอบคโดยทั่วไปแล้วจะทำงานได้ตลอดเวลา และสามารถทำงานได้นานกว่าระบบฟอสฟาเจน และ glycolysis [25]

### 3. ประเภทของการออกกำลังกาย

#### 3.1 ได้จำแนกประเภทของการออกกำลังกายตามลักษณะ วิธีฝึก ไว้ดังนี้

3.1.1 การออกกำลังกายแบบไอโซเมตริก (isometric exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยการเกร็งกล้ามเนื้อ และไม่มีการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ได้แก่ การ

เกร็งกล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่ง หรือกลุ่มหนึ่งสักครู่แล้วคลาย และเกร็งใหม่ทำสลับกัน หรือการออกกำลังกายที่เคลื่อนไหวที่ไม่เคลื่อนไหว เช่น ดันกำแพง วงกบบานประตู หรือพยายามยกเก้าอี้ที่เรา นั่งอยู่ เป็นต้น

3.1.2 การออกกำลังกายแบบไอโซโทนิก (isotonic exercise) เป็นการออกกำลังกายต่อสู้กับแรงต้านทานโดยกล้ามเนื้อที่มีการหดตัว หรือคลายตัวด้วยซึ่งหมายถึงมีการเคลื่อนไหวข้อต่อหรือแขน ขา ได้แก่ การยกสิ่งของขึ้นหรือวางลง การออกกำลังกายแบบนี้เป็นการบริหารกล้ามเนื้อมัดต่าง ๆ โดยตรงทำให้กล้ามเนื้อโตขึ้น และแข็งแรงขึ้น

3.1.3 การออกกำลังกายแบบไอโซคิเนติก (isokinetic exercise) เป็นการออกกำลังกาย โดยให้ร่างกายต่อสู้กับแรงต้านทานด้วยความเร็วคงที่ นับเป็นการออกกำลังกายแบบใหม่ด้วยการประดิษฐ์เครื่องมือออกกำลังกายที่ทันสมัยผนวกกับเครื่องคอมพิวเตอร์คล้ายกับการออกกำลังกายแบบไอโซโทนิก แต่เป็นการออกกำลังกายที่สร้างขึ้นมา ไม่ว่าจะดึงออกหรือดึงเข้า ยกขึ้น หรือวางลงก็ต้องออกแรงเท่ากัน และด้วยความเร็วเท่ากันเสมอ อีกเครื่องมือหนึ่ง ได้แก่ ลู่วิ่ง (treadmill) ผู้เดิน หรือวิ่งจะเดิน หรือวิ่งสวนทางกับสายพานที่เคลื่อนที่เข้ามาด้วยความเร็วสม่ำเสมอ มีกลไกปรับระดับความเร็วได้มีการติดตั้งอุปกรณ์วัดการเต้นของหัวใจ

3.1.4 การออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic exercise) เป็นการใช้อพลังงานจากสารพลังงาน หรือ ATP ที่สะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อ ได้แก่ การทำงานเบา ๆ การวิ่งระยะสั้น ๆ การยก น้ำหนัก เป็นต้น

3.1.5 การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (aerobic exercise) มักเรียกทับศัพท์ว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิก เป็นการออกกำลังกายที่ทำให้ร่างกายเพิ่มพูนความสามารถสูงสุดในการรับออกซิเจน ทำให้ได้บริหารหัวใจ และปอดเป็นเวลานานพอที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จะเป็นประโยชน์ขึ้นภายในร่างกาย เป็นการออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายด้วย ระดับความเร็วปานกลางในระยะเวลาอย่างน้อย 10 นาทีขึ้นไป ร่างกายจะหายใจเอาออกซิเจนเข้าไปใช้ในการสร้างพลังงานเพิ่มขึ้นกว่าระดับปกติมาก ทำให้ระบบหายใจ และระบบไหลเวียนของเลือดทำงานมากขึ้นระยะหนึ่ง ก่อให้เกิดความทนทานของระบบดังกล่าว การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ได้แก่ ว่ายน้ำ ปั่นจักรยาน เดินเร็ว เดินแอโรบิก กรีซิ่งเร็ว ยกน้ำหนักแบบแอโรบิก กระโดดเชือก วิ่งอยู่กับที่ เป็นต้น [26]

3.2 กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุขได้แบ่งการออกกำลังกายออกเป็น 7 ประเภทด้วยกัน คือ

3.2.1 การออกกำลังกายด้วยมือเปล่า (calisthenics exercise) ใช้กระตุ้นร่างกายออกกำลังกาย

3.2.2 การออกกำลังแบบยืด-เหยียด (stretching exercise) เพื่อให้ข้อต่อมีความตึงอยู่ระยะหนึ่ง ควรทำก่อนออกกำลังกายด้วยความหนักระดับหนัก

3.2.3 การออกกำลังกายแบบไอโซเมตริก (isometric exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยไม่มีการเคลื่อนไหวส่วนใด ๆ ของร่างกาย ได้แก่ การเกร็งกล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งหรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งสักครู่แล้วคลายแล้วเกร็งใหม่ทำสลับกันหรือออกแรงตั้งต้นวัตถุที่ไม่เคลื่อนไหว เช่น การดันพื้น เป็นต้น นอกจากนี้การเกร็งกล้ามเนื้อกำลัง 2 ใน 3 ของกำลังสูงสุดเป็นเวลา 6 นาที โดยทำเพียงวันละครั้งจะช่วยให้กล้ามเนื้อแข็งแรงได้

3.2.4 การออกกำลังกายแบบไอโซโทนิค (isotonic exercise) เป็นการออกกำลังกายต่อสู้กับแรงต้านทานโดยกล้ามเนื้อมีการหดตัวด้วย ซึ่งหมายถึงมีการเคลื่อนไหวข้อต่อ หรือแขนขาด้วย ได้แก่ การยกสิ่งของขึ้นแล้ววางลง การออกกำลังกายแบบนี้เป็นการบริหารกล้ามเนื้อมัดต่างๆ โดยตรงทำให้กล้ามเนื้อโตขึ้นแข็งแรงขึ้น

3.2.5 การออกกำลังกายแบบไอโซคิเนติก (isokinetic exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยให้ร่างกายต่อสู้กับแรงต้านทานด้วยความเร็วคงที่ ได้แก่ ลู่วิ่ง จะเดิน หรือวิ่งสวนทางกับสายพานที่เคลื่อนเข้ามาด้วยความเร็วสม่ำเสมอ

3.2.6 การออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic exercise) เป็นการใช้พลังงานจากสารพลังงาน หรือ ATP ที่สะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อ ได้แก่ การทำงานเบา ๆ การวิ่งเป็นการระยะสั้น 50 เมตร 100 เมตร หรือการยกน้ำหนัก เป็นต้น

3.2.7 การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (aerobic exercise) มักเรียกทับศัพท์ว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก เป็นการออกกำลังกายที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นประโยชน์ขึ้นภายในร่างกายด้วยความเร็วปานกลางร่างกายจะหายใจเอาออกซิเจนไปใช้ในการสร้างพลังงานมากกว่าระดับปกติ ทำให้ระบบหายใจ และระบบไหลเวียนเลือดทำงานมากช่วงระยะเวลาหนึ่ง ก่อให้เกิดความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิต [27]

#### 4. หลักของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายนั้นถ้าจะให้ได้ประโยชน์กับร่างกายอย่างแท้จริงแล้ว ควรปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักดังนี้

4.1 ควรเริ่มออกกำลังกายช้า ๆ สม่ำเสมอพยายามเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายทีละน้อยไม่หักโหมในช่วงแรก

4.2 เลือกกิจกรรมที่ เหมาะสมกับอายุ และสมรรถภาพของแต่ละคน ควรออกกำลังกาย ในระดับที่หัวใจเต้นไม่เกิน 25 ครั้งต่อนาที ซึ่งเป็นขีดความปลอดภัยสำหรับผู้มีวัยอยู่ในช่วงอายุ 19-40 ปี

4.3 ควรออกกำลังกายอย่างน้อย 3-5 วันต่อสัปดาห์ มีระยะเวลาในการฝึก 15-60 นาที โดยเน้นกิจกรรมการฝึกแบบแอโรบิก

4.4 อบอุ่นร่างกาย 5-10 นาที โดยการยืดเหยียดข้อต่อ และเอ็นกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวจากช้าไปเร็วขึ้นตามลำดับ หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมออกกำลังกาย ควรค่อย ๆ ผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกาย จนกระทั่งอยู่ในภาวะปกติ

4.5 ควรมีสุนัขนิสัยในการออกกำลังกาย เช่น แต่งกายให้เหมาะสมกับการออกกำลังกาย เสื้อ กางเกง รองเท้า รวมทั้งอุปกรณ์ในการออกกำลังกายควรสะอาดเรียบร้อย

4.6 ควรให้ทุกส่วนของร่างกายได้ออกกำลังกายอย่างทั่วถึง ไม่ควรมุ่งออกกำลังกายเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น

4.7 ควรคำนึงถึงสภาวะของร่างกาย ถ้าหากร่างกายอ่อนแอ อันเนื่องมาจากสาเหตุใดก็ตาม เช่น เจ็บป่วย อ่อนแอ ฯลฯ การออกกำลังกายที่เคยกระทำอยู่นั้น อาจกลายเป็นว่าหนักเกินไป ซึ่งอาจมีอาการบางอย่างที่แสดง เช่น ใจสั่น หน้ามืด หายใจขัด คลื่นไส้จะเป็นลม หากมีอาการเช่นนี้เกิดขึ้นให้หยุดทันที พักจนกว่าจะหายเหนื่อย หรืออาการดังกล่าวหายไป สรุปได้ว่าการออกกำลังกายที่ถูกต้องควรมีหลักการออกกำลังกายเพราะหลักการออกกำลังกายจะช่วยบ่งบอกว่าการออกกำลังกายนั้นควรทำอย่างไรบ้าง และลักษณะไหนที่ไม่สมควรออกกำลังกาย เช่น บุคคลที่เจ็บป่วยด้วยโรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคกระดูก เป็นต้น การเจ็บป่วยด้วยโรคดังกล่าวก็จะมีหลักการออกกำลังกายที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นหลักการออกกำลังกายจึงมีความสำคัญอย่างมากสำหรับบุคคลที่จะออกกำลังกายควรที่จะมีการศึกษาถึงความสำคัญของการออกกำลังกายที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับตนเอง [28]

## 5. พฤติกรรมการออกกำลังกาย

พฤติกรรมการออกกำลังกายเป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรมสุขภาพ เนื่องจากพฤติกรรมการออกกำลังกายเป็นการดูแลตนเองให้มีสุขภาพแข็งแรง สามารถดำรงชีวิตอย่างปกติสุข และหลีกเลี่ยงอันตรายต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อสุขภาพ

พฤติกรรมการออกกำลังกาย หมายถึง การกระทำใด ๆ ทำให้มีการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อเสริมสร้างสุขภาพ โดยใช้กิจกรรมง่าย ๆ หรือมีกติกาการแข่งขันง่าย ๆ เป็นการปฏิบัติตนในการออกกำลังกาย ทั้งในด้านรูปแบบกิจกรรมการออกกำลังกาย โดยมีความบ่อย (จำนวนครั้งต่อสัปดาห์) ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้ง ช่วงเวลาการออกกำลังกาย สถานที่ที่ออกกำลังกาย รวมถึงกิจกรรม และการผ่อนคลายร่างกาย อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงพฤติกรรมการออกกำลังกายให้ถูกต้อง และมีประโยชน์ต่อร่างกาย ไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ และร่างกายทุกส่วนได้ออกกำลังกายนั้น จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมออก

กำลังกายที่ถูกต้อง ดังที่วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา ได้เสนอให้ใช้พฤติกรรมขั้นพื้นฐานในการออกกำลังกาย โดยมีองค์ประกอบของการออกกำลังกายตามหลักเกณฑ์ของฟิทท์ (FITT: Frequency Intensity Time Type)

## 6. กลไกการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นการออกกำลังกายที่ต่อเนื่องติดต่อกันเป็นเวลานานพอที่ร่างกายจะใช้พลังงานจากการเผาผลาญโดยใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น จนกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการทำงานของหัวใจ ปอด ระบบไหลเวียนเลือด ข้อต่อ กล้ามเนื้อ และกระดูกตามกลไก คือ ขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องจากการออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง กล้ามเนื้อจะมีการใช้กลูโคสเพิ่มขึ้น 7-40 เท่าเมื่อเทียบกับขณะพัก จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น 15-20 เท่าจากระดับปกติ ทำให้ร่างกายมีการกระตุ้นระบบประสาทอัตโนมัติซิมพาเทติก (sympathetic) และระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก (parasympathetic) เพื่อเพิ่มปริมาณเลือดที่หัวใจสูบฉีดถึง 20-30 ลิตรต่อนาที โดยการบีบตัวแรง และเร็วขึ้น เป็นผลให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจในแต่ละครั้ง (stroke volume) และอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น หลอดเลือดขยายตัว การไหลเวียนเลือดในปอดเพิ่มขึ้น 100 ลิตรต่อนาที เลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อกลุ่มที่มีการออกกำลังกายมากถึงร้อยละ 80 ของปริมาณเลือดที่หัวใจสูบฉีด อีกทั้งมีการส่งกระแสประสาทจากสมองส่วนไฮโปธาลามัส (hypothalamus) กระตุ้นให้ต่อมหมวกไตหลั่งฮอร์โมนแคทีโคลามีน (catecholamine) เพิ่มขึ้น ระดับอิพิเนฟริน (epinephrine) เพิ่มขึ้นร้อยละ 75-80 จากระดับปกติ ระดับนอร์อิพิเนฟริน (norepinephrine) เพิ่มขึ้นร้อยละ 20-25 จากระดับปกติ ทำให้ระดับเมตาบอลิซึมที่เซลล์กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อจึงต้องการออกซิเจนในระบบของการใช้พลังงานมากขึ้น [17]

## 7. ประโยชน์ของการออกกำลังกายต่อสุขภาพ

จำแนกประโยชน์ที่ได้จากการออกกำลังกาย ดังนี้

7.1 ประโยชน์ด้านร่างกาย การออกกำลังกายจะทำให้อวัยวะ และระบบต่าง ๆ ของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลง และพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น เมื่อมีการออกกำลังกายกล้ามเนื้อจะมีการหดตัว มีความแข็งแรง มีกำลัง และมีความทนทานของกล้ามเนื้อเกิดขึ้น หากมีการออกกำลังกายสม่ำเสมอ กล้ามเนื้อจะมีการเจริญเติบโตขึ้น เส้นใยของกล้ามเนื้อมีขนาดโตขึ้น ทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ขณะที่มีการออกกำลังกายกระดูกจะถูกดึง ถูกบีบจากแรงกล้ามเนื้อ กระตุ้นให้กระดูกเจริญขึ้น ทั้งความกว้าง ความใหญ่ และความหนา และข้อต่อมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับการทำงาน [30]

7.2 ประโยชน์ด้านจิตใจ และอารมณ์ คือ ลดอาการ วิตกกังวล อาการนอนไม่หลับ เหนื่อยล้า ซึมเศร้า และความเครียด การออกกำลังกายทำให้บุคลิกภาพที่มั่นคงสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม เมื่อเกิดความเครียดจะปรับตัวได้เร็ว และดีกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกาย การออกกำลังกายช่วยบรรเทาให้อาการซึมเศร้าดีขึ้น ความเครียดลดลงซึ่งเป็นผลมาจากการหลั่งสารโดปามีน (dopamine) และซีโรโทมิน (serotonin) ภายในร่างกายซึ่งช่วยลดอาการซึมเศร้า และภายหลังการออกกำลังกายจะมีการหลั่งฮอร์โมนเอ็นดอร์ฟิน (endorphine) ซึ่งมีฤทธิ์คล้ายมอร์ฟินเพิ่มมากขึ้น ทำให้ร่างกายรู้สึกผ่อนคลาย อารมณ์แจ่มใส มีสุขภาพจิตที่ดี และสามารถเผชิญความเครียดได้ดีขึ้น [31]

7.3 ประโยชน์ด้านสติปัญญา การออกกำลังกายทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีความสามารถในการเรียนรู้ตลอดจนความสามารถในการปรับตัวเข้ากับเหตุการณ์ใหม่ ๆ เนื่องจากกิจกรรม และสถานการณ์การออกกำลังกายมีตามหลากหลาย ทำให้ผู้ออกกำลังกายได้เรียนรู้ และพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ของตัวเอง [28]

7.4 ประโยชน์ด้านสังคมการออกกำลังกายจะช่วยให้มีคุณภาพทางสังคมเพราะการออกกำลังกายเป็นกิจกรรมทางสังคม ลักษณะกิจกรรมออกกำลังกายจะเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีความสุขดีมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมพัฒนาทักษะทางสังคมให้กับผู้ที่ออกกำลังกาย [31]

### ความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity)

ความหนักของการออกกำลังกาย คือ พลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายขึ้นกับชนิดของการออกกำลังกาย และระยะเวลาที่ออกกำลังกาย โดยระดับความหนักในการออกกำลังกาย เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการอธิบายการตอบสนองทางสรีรวิทยาในการออกกำลังกาย และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการกำหนดการออกกำลังกาย (exercise prescription) ช่วยกำหนดขอบเขตการออกกำลังกาย ช่วยลำดับขั้นตอนการออกกำลังกาย เป็นต้น [32] ซึ่งความหนักในการออกกำลังกายแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับเบา ระดับปานกลาง และระดับหนัก สามารถประเมินได้หลายวิธี ดังนี้

#### 1. ร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

ร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (maximum heart rate หรือ HRmax หรือ MHR) คือ การเต้นหัวใจที่ความสามารถสูงสุดที่หัวใจจะทำได้ขณะที่ออกกำลังกายเต็มที่ แปรผันตามความแข็งแรง ปัจจัยต่าง ๆ เฉพาะบุคคล และอายุ เพื่อเป็นแนวทางในการฝึกซ้อมการ

ออกกำลังกายแบบ cardiovascular capacity หรือ aerobic activity ซึ่งเป็นการออกกำลังการที่หัวใจต้องสูบฉีดเลือด ปอดต้องถ่ายเทอากาศดี และอากาศเสียเข้าออกร่างกาย มัดกล้ามเนื้อต้องทำงานอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาหนึ่ง เช่น การวิ่ง ปั่นจักรยาน หรือว่ายน้ำ เป็นต้น อาศัยสูตรการคำนวณที่หลากหลายดังนี้

$$\text{MHR} = 220 - \text{Age}$$

$$\text{MHR} = 208 - (0.7 \times \text{age}) \text{ (Tanaka, 2001)}$$

$$\text{MHR} = 207 - (0.7 \times \text{age}) \text{ (Gellish, 2007)}$$

$$\text{MHR} = 206.9 - (0.67 \times \text{age}) \text{ for males}$$

$$\text{MHR} = 214 - (0.8 \times \text{age}) \text{ for females}$$

$$\text{MHR} = 209 - (0.7 \times \text{age})$$

แต่โดยปกติแล้ว resting heart rate (HRrest) หรืออัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของแต่ละคนไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของร่างกาย คลื่นไฟฟ้าหัวใจ กรรมพันธุ์ และปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย จึงอาศัยสูตร Karvonen's ซึ่งสนับสนุนทฤษฎีของการคำนวณความหนัก โดยอาศัยชีพจรขณะพักพื้นฐานนั้นเป็นตัวแปร เพื่อหา target heart rate หรือ training heart rate หรือ THR หรือการเต้นของหัวใจที่คาดหวังจะให้อยู่ในระดับต่าง ๆ ในขณะออกกำลังกายเพื่อให้มีผลต่อร่างกายตามวัตถุประสงค์ของการออกกำลังกายที่ต้องการ โดยสูตรของ Karvonen's นั้นคือการคำนวณหาค่าความหนักของชีพจรสูงสุดซึ่งหักชีพจรขณะพักออกเพื่อให้ได้ค่าความหนักที่แท้จริงก่อน แล้วจึงบวกชีพจรขณะพักนั้นกลับ [33] มีวิธีการคำนวณ 2 แบบ คือ

$$\text{THR} = \text{HRmax} \times \% \text{intensity}$$

$$\text{THR} = (\text{HRmax} - \text{HRrest}) \times \% \text{intensity} + \text{HRrest}$$

สามารถทราบว่าอัตราการเต้นของหัวใจเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ โดยคลำชีพจรที่ข้อมือหรือที่คอทันทีเมื่อหยุดออกกำลังกายนับชีพจรใน 60 วินาที หรือนับ 30 วินาทีแล้วคูณ 2 จะได้ชีพจรในขณะนั้น การนับชีพจรให้นับครั้งแรกเป็น 0 ครั้งต่อไปจึงนับ 1 ถ้าหัวใจเต้นน้อยกว่าเป้าหมาย และยังไม่มีอาการก็ให้เพิ่มความหนักของการออกกำลังกาย หรือเพิ่มระยะเวลาออกกำลังกาย ถ้าชีพจรมากกว่าเป้าหมายก็ให้ลดความหนักของการออกกำลังกายลง [34]

เป้าหมายของความหนักในการออกกำลังกายมาจากการคำนวณ อ้างอิงโดยใช้การคำนวณ และกำหนดการออกกำลังกาย มักประกอบด้วยร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (% heart rate max : %HRmax) อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (%heart rate rest : %HRR) ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (%volume oxygen peak : %VO<sub>2</sub>peak) และปริมาณการใช้ออกซิเจนสำรอง (%volume oxygen : %VO<sub>2</sub>R) วิธีการ %HRmax มักใช้กับประชากร

ทั่วไป และประเมิน target HR %HRR หมายถึงร้อยละความแตกต่างระหว่าง HRrest และ HRmax (จากข้างต้นที่ผ่าน) นอกจากนี้วิธีการประเมิน %HRR สอดคล้องกับ  $VO_2$  มากกว่า %HRmax สำหรับคนที่มีสุขภาพดี %HRmax เป็นวิธีที่ดีในการกำหนดความหนักของการออกกำลังกายเพราะมันเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับ  $VO_{2peak}$  อธิบายเกี่ยวกับปริมาณออกซิเจนที่ใช้ต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวในหนึ่งนาที (มิลลิลิตร ต่อกรัม ต่อนาที) % $VO_{2peak}$  เหมาะสมสำหรับการประมาณค่าความหนักของการออกกำลังกาย % $VO_{2peak}$  มีลักษณะคล้ายกับ %HRmax มีข้อมูลอ้างอิงใหม่สำหรับการกำหนดการออกกำลังกาย คือ % $VO_2R$  และพบความคล้ายกันของ %HRR และ % $VO_2R$  เป็นเปอร์เซ็นต์ของความแตกต่างระหว่าง  $VO_{2rest}$  และ  $VO_{2peak}$  สูตรที่ใช้ในการคำนวณปริมาณงานของ  $VO_2R$  (% $VO_2R$ ) คือ

$$\text{Target } VO_2 = [(\text{intensity fraction}\%) (VO_{2peak} - VO_{2rest})] + VO_{2rest}$$

ประโยชน์ของการประเมินการออกกำลังกายโดยใช้ปริมาณการใช้ออกซิเจน ( $VO_2$ ) เช่นผู้ป่วยในกลุ่มที่ใช้ยา Beta-blockers ซึ่งเป็นกลุ่มยาที่ควบคุมความดันโลหิต และอัตราการเต้นของหัวใจในการออกกำลังกายอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาด และไม่ปลอดภัยในการออกกำลังกายกับคนกลุ่มนี้ เนื่องจากยาที่จะใช้วิธี %HRR ดังนั้นการกำหนดการออกกำลังกายสำหรับผู้ป่วย เช่น มีภาวะ congestive heart failure ควรขึ้นอยู่กับ  $VO_2$  มากกว่า HR การศึกษาก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่าง %HRR และ % $VO_{2peak}$  แต่ %HRR มีความใกล้เคียงกับ % $VO_2R$  มากกว่า ดังนั้นเมื่อตั้งความหนักในการออกกำลังกายของ % $VO_2$  จึงมีค่าใกล้เคียงกับ %HRR อย่างไรก็ตาม %HRR จะเป็นปัญหาในผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจล้มเหลว ผลการค้นพบจากสถาบัน Henry & Ford Heart & Vascular Institute พบว่าเมื่อกำหนดให้ออกกำลังกายผู้ป่วยที่มีโรคหัวใจขึ้นกับ  $VO_2$ , relative intensity ควรให้ % $VO_2R$  เป้าหมายของความหนักในการออกกำลังกายโดยใช้วิธีนี้คำนวณโดยสูตร  $VO_2R$  [21]

$$\text{Target } VO_2 = [(\text{intensity fraction}\%) (VO_{2peak} - VO_{2rest})] + VO_{2rest}$$

## 2. ระดับการรับรู้ความรู้สึกเหนื่อย (rating of perceived exertion หรือ RPE)

เป็นการกำหนดความหนักที่ประเมินเอาจากการรับรู้ความรู้สึกเหนื่อย โดยประมาณจากความรู้สึก ความสามารถของร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อ กระดูก การทำงานของระบบการเผาผลาญพลังงาน ซึ่งสังเกตได้จากความถี่ในการหายใจ ตลอดจนความอ่อนล้าของร่างกายซึ่งสามารถเปรียบเทียบกับอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อหาความหนักในระดับที่เหมาะสมกับร่างกาย โดยที่ผู้ออกกำลังกายเป็นผู้กำหนดจากความรู้สึกของตัวเอง [28] สำหรับตัวเลขการหาค่า rating of perceived exertion (RPE) มีวิธีประเมินอยู่ 2 วิธีคือ

2.1 the category ratio scale มีค่าตัวเลขอยู่ระหว่าง 0-10 โดยที่ความหนักระดับปานกลางจะอยู่ที่ค่าประมาณ 3-5

ตารางที่ 1 การรับรู้ความรู้สึกเหนื่อย (rating of perceived exertion : RPE) ที่มีค่าตัวเลขระหว่าง 0-10

0	nothing at all
0.5	just noticeable
1	very light
2	Light
3	Moderate
4	somewhat heavy
5	Heavy
6	
7	very heavy
8	
9	
10	very, very heavy

(จาก : Meghan L Day, Michael McGuigan, Glenn Brice, & Carl Foster, 2004)

2.2 the Borg scale มีค่าตัวเลขระหว่าง 6-20 ซึ่งอ้างอิงจากอัตราการเต้นของหัวใจคนปกติ คือเต้นเบาสุด (ขณะพัก) ประมาณ 60 ครั้งต่อนาที โดยที่ความหนักระดับปานกลางจะอยู่ที่ 12-13 เป็นค่าประมาณ 64-76% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด หรือเทียบเท่ากับ 40-59% อัตราการเต้นหัวใจสำรอง (HRR)

**ตารางที่ 2** การรับรู้ความรู้สึกเหนื่อย (rating of perceived exertion : RPE) ที่มีค่าตัวเลข  
ระหว่าง 6-20

6	nothing at all
7	very very light
8	
9	very light
10	
11	Light
12	
13	somewhat hard
14	
15	Hard
16	
17	very hard
18	
19	very very hard
20	

(จาก : American college of sport medicine, 2010)

### 3. การทดสอบการพูด หรือ talk test

เป็นวิธีการประเมินความหนักอย่างคร่าวๆ โดย American college of sport and medicine ในขณะที่ออกกำลังกายไม่สามารถพูดได้ อาจเนื่องจากหายใจไม่ทัน หรือรู้สึกเหนื่อยมากจนพูดไม่ออก หมายความว่า การออกกำลังกายนั้นมีความหนักระดับหนักเกินไป ในทางตรงกันข้ามหากสามารถพูดได้คล่อง หรือร้องเพลงได้ หมายความว่าความหนักในการออกกำลังกายนั้นอาจน้อยเกินไป ไม่พอที่จะกระตุ้นให้หัวใจทำงานได้มากพอที่จะเกิดความแข็งแรงได้

3.1 ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบา สามารถพูดคุยได้ปกติ ร้องเพลงได้โดยไม่ติดขัด

3.2 ออกกำลังกายด้วยความหนักปานกลาง หายใจเร็วขึ้นพูดคุยได้จบประโยค แต่ไม่สามารถร้องเพลงได้จบประโยค

3.3 ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับหนัก รู้สึกเหนื่อย ไม่สามารถพูดจบประโยคได้ต้องพักหายใจมีเสียงหอบเหนื่อย

#### 4. ความหนักของการออกกำลังกายสามารถนำไปประยุกต์ได้โดยใช้ absolute หรือ relative intensity โดย

4.1 absolute intensity คือ การวัดค่าความหนักทั่วไปที่ใช้กับทุกคนโดยไม่ขึ้นกับปัจจัยใด ๆ โดยปกติจะวัดเป็นเทียบเท่าการเผาผลาญ (Metabolic Equivalent Tasks : METs) ระบุว่ากระทรวงสาธารณสุข และบริการมนุษย์ของสหรัฐอเมริกา METs คือ การวัดพลังงานหนึ่ง ซึ่ง METs คือ ปริมาณพลังงานที่มนุษย์ใช้ในการพัก เช่น นั่ง หรือนอนหลับ METs จะมากขึ้นเมื่อมีการทำงานที่ความหนักของการออกกำลังกายมากขึ้น หากกำลังออกกำลังกายที่ 3 METs ถือว่าใช้พลังงานสามเท่าที่ใช้เวลาพัก ความหนักระดับเบาจะใช้พลังงานได้ถึง 2.9 METs ความระดับปานกลางจะมากขึ้นจาก 3 เป็น 5.9 METs และกิจกรรมความหนักระดับหนักจะมากกว่า 6 METs

4.2 relative intensity คือ ความหนักของการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับระดับการออกกำลังกายและความสามารถในการทำงานสูงสุด เช่น อัตราร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือการรับออกซิเจนสูงสุดซึ่งทั้งสองอย่างนี้เป็นสัญญาณของการออกกำลังกาย เป็นเรื่องที่เหมาะสมมากขึ้นสำหรับแต่ละบุคคล และสามารถปรับแต่งเพื่อสุขภาพได้ relative intensity ยังสามารถขึ้นอยู่กับการประเมินความรู้สึกเหนื่อยของบุคคล เป็นการประเมินผลความหนักของกิจกรรมจากร่างกาย การประเมินความรู้สึกเหนื่อย หรือ RPE มีระดับคะแนนอยู่ที่ 6 ถึง 20 ซึ่งแตกต่างจากการทำงานความหนักระดับเบา และระดับหนักมาก การออกกำลังกายในระดับปานกลางระดับคะแนนอยู่ที่ประมาณ 12 หรือ 13 หากมีการใช้ยาที่อาจส่งผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจที่ตอบสนองต่อการออกกำลังกาย หรือหากไม่มี วิธีในการตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจก็สามารถใช้วิธีนี้ได้ [22, 23]

#### 5. metabolic equivalent tasks (METs)

คือ หน่วยที่ใช้ประมาณค่าจำนวนของออกซิเจน ที่ร่างกายต้องใช้ในระหว่างการออกกำลังกายเทียบกับการใช้ออกซิเจนขณะพัก โดย 1 METs มีค่าเท่ากับอัตราการเผาผลาญซึ่งต้องใช้ออกซิเจน 3.5 มิลลิลิตร ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่อ 1 นาที สามารถจะเปลี่ยนหน่วย METs เป็นกิโลแคลอรีได้ด้วยสูตร  $Kcal = 0.0175 \times \text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)} \times \text{เวลาที่ทำกิจกรรม (นาที)} \times \text{METs}$

ค่า METs นอกจากใช้แสดงจำนวนเท่าของพลังงานเมื่อเทียบกับขณะพัก และยังบอกความหนักของกิจกรรมนั้นได้อีก คือ กิจกรรมที่มีค่าต่ำกว่า 3 METs ลงมาถือว่าเป็นกิจกรรม

เบา กิจกรรมที่มีค่าอยู่ระหว่าง 3-6 METs เป็นกิจกรรมที่มีความหนักปานกลาง กิจกรรมที่หนักจะมีค่ามากกว่า 6 METs ขึ้นไป การใช้วิธีการประเมิน MET จะได้ค่านี้จากเครื่องมือในการออกกำลังกายสมัยใหม่ซึ่งจะคำนวณค่าไว้บนเครื่องบางชนิดคำนวณเป็นปริมาณแคลอรีที่ใช้บางชนิดคำนวณเป็น METs [35]

## 6. ปริมาณการใช้ออกซิเจนระหว่างออกกำลังกาย

ประเมินได้จากปริมาณของออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายใช้ต่อนาที (maximal oxygen uptake :  $VO_2\max$ ) ค่า  $VO_2\max$  จะขึ้นกับเพศ อายุ ระดับการออกกำลังกาย สภาพของหัวใจ และหลอดเลือด รวมถึงกรรมพันธุ์ ซึ่งโดยทั่วไปค่านี้จะมีค่าสูงในช่วงอายุ 15-35 ปี และค่อย ๆ ลดลงตามช่วงอายุที่เพิ่มมากขึ้น บุคคลที่มีค่า  $VO_2\max$  ต่ำ จะมีความสามารถที่จะนำออกซิเจนไปใช้ได้น้อย ส่งผลให้ต่อมามีการสะสมของของเสียมากขึ้น คือ กรดแลคติก ซึ่งจะทำการกล้ามเนื้อเกิดการปวด และเมื่อยล้า เพราะฉะนั้น บุคคลที่ความฟิตต่ำ หรือมีค่า  $VO_2\max$  ต่ำ จะผลิตกรดแลคติกเร็ว และจะมีปัญหากับความเมื่อยล้ามากกว่าในการออกกำลังกายที่ระดับความหนักเดียวกัน [36] ซึ่ง  $VO_2\max$  วัดได้โดยตรงจากการทดสอบมาตรฐาน (standard test) [37] เช่น เดินบนสายพานเลื่อน หรือการปั่นจักรยานวัดงาน อย่างไรก็ตามการทดสอบนี้ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพง ทดสอบในห้องปฏิบัติการ และอาศัยความชำนาญในการทดสอบ เพื่อลดข้อจำกัดในการประเมิน  $VO_2\max$  จึงมีผู้พัฒนาวิธีการวัดปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดทางอ้อมในรูปแบบต่าง ๆ โดยพยากรณ์ค่า  $VO_2\max$  จากอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate : HR) และการรับรู้ความรู้สึกเหนื่อย (rating of perceived exertion : RPE) เป็นต้น แม้ว่าการทดสอบเหล่านี้จะมีความเที่ยงตรง และความน่าเชื่อถือ (intra-class correlation coefficients : ICC) อยู่ในระดับดี แต่มีข้อจำกัดบางประการ เช่น ใช้พื้นที่บริเวณกว้างในการทดสอบ ขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบไม่เหมาะสมกับผู้ที่มีสัดส่วนของร่างกายแตกต่างกัน และการทดสอบส่วนใหญ่เน้นการเคลื่อนไหวของขาเป็นหลัก [38]

## 7. การสังเกตเหงื่อ

การออกกำลังกายที่ด้วยความหนักระดับหนึ่งร่างกายจะมีการขับเหงื่อออกมา หรือการออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบาเกินไปอาจไม่พบว่ามีเหงื่อออก แต่การสังเกตจากการมีเหงื่อออกไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมสำหรับการวัดความหนักในการออกกำลังกาย เนื่องจากมีปัจจัยจากสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องมาก เช่น สภาพอากาศ ความชื้น หรือแม้กระทั่งปัจจัยส่วนบุคคล เช่น การระบายความร้อนของร่างกาย [32]

## ความรู้ความเข้าใจ (cognition)

ความรู้ความเข้าใจ (cognition) เป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดขึ้นภายในตัวคนซึ่งกระบวนการทางสมองเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ การจำ การเรียนรู้ และการค้น [39]

### 1. การทำงานของสมอง

การทำงานของสมองมีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ คลอสมีย์ร์ (Klausmeier) ได้อธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์โดยเปรียบเทียบการทำงานของคอมพิวเตอร์กับการทำงานของสมองซึ่งมีการทำงานเป็นขั้นตอนดังนี้ คือ

- 1.1 การรับข้อมูล (input) โดยผ่านทางอุปกรณ์หรือเครื่องรับข้อมูล
- 1.2 การเข้ารหัส (encoding) โดยอาศัยชุดคำสั่งหรือซอฟต์แวร์ (software)
- 1.3 การส่งข้อมูลออก (output) โดยผ่านทางอุปกรณ์

คลอสมีย์ร์ (Klausmeier) ได้อธิบายการประมวลผลข้อมูลโดยเริ่มต้นจากการที่มนุษย์รับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 สิ่งเร้าที่เข้ามาจะได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น ซึ่งการบันทึกนี้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ประการ คือ การรู้จัก (recognition) และความสนใจ (attention) ของบุคคลที่รับสิ่งเร้า บุคคลจะเลือกรับสิ่งเร้าที่ตนรู้จัก หรือมีความสนใจ สิ่งเร้านั้นจะได้รับการบันทึกลงในความจำระยะสั้น (short-term memory) ซึ่งดำรงคงอยู่ในระยะเวลาที่จำกัดมาก แต่แต่ละบุคคลมีความสามารถในการจำระยะสั้นที่จำกัด ในการทำงานที่จะเป็นต้องเก็บข้อมูลไว้ใช้ชั่วคราว อาจจำเป็นต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการจำช่วย เช่น การจัดกลุ่มคำ หรือการท่องซ้ำ ๆ ซึ่งจะสามารถช่วยให้จดจำไว้ใช้งานได้ การเก็บข้อมูลไว้ในภายหลังสามารถทำได้โดยข้อมูลนั้นจำเป็นต้องได้รับการประมวล และเปลี่ยนรูปโดยการเข้ารหัส (encoding) เพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว (long term memory) ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่นการท่องซ้ำหลาย ๆ ครั้ง หรือการทำข้อมูลให้มีความหมายกับตนเอง โดยการสัมพันธ์สิ่งทีเร้าใหม่กับสิ่งเก่าที่เคยเรียนรู้มาก่อน ซึ่งเรียกว่า เป็นกระบวนการขยายความคิด (elaborative operations process) ความจำระยะยาวนี้มี 2 ชนิด คือ ความจำที่เกี่ยวกับภาษา (semantic) และความจำที่เกี่ยวกับเหตุการณ์ (affective memory) เมื่อข้อมูลข่าวสารได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะยาวแล้ว บุคคลจะสามารถเรียกข้อมูลต่าง ๆ ออกมาใช้ได้ ซึ่งในการเรียกข้อมูลออกมาใช้ บุคคลจำเป็นต้องถอดรหัสข้อมูล (decoding) จากความจำระยะยาว และส่งต่อไปสู่ตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งจะเป็นแรงขับ หรือกระตุ้นให้บุคคลมีการเคลื่อนไหว เพื่อตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ กระบวนการของการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ กระบวนการสมองในการประมวลผลข้อมูล หากเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์แล้วก็คือ โปรแกรมสั่งงาน หรือ software การบริหารควบคุมการประมวลผลข้อมูลของสมอง คือ การที่บุคคลรู้ถึง

การคิดของตน และสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็นไปในทางที่ตนต้องการ การเรียนรู้ เรียกว่า metacognition หรือ ความรู้ความเข้าใจความสามารถของบุคคลที่มีต่อความรู้ความเข้าใจของตนเอง หมายถึง การตระหนักรู้ (awareness) เกี่ยวกับความรู้ และความสามารถของตน และใช้ความเข้าใจในการรู้การจัดการควบคุมกระบวนการคิดด้วยวิธีต่าง ๆ ช่วยให้การเรียนรู้ และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการ องค์ประกอบสำคัญของการรู้คิดที่ใช้ในการบริหารควบคุมกระบวนการประมวลข้อมูล ประกอบด้วยแรงจูงใจ ความตั้งใจ และความมุ่งมั่นต่าง ๆ รวมทั้งเทคนิค และกลวิธีต่าง ๆ กระบวนการรู้คิด ประกอบด้วย ความใส่ใจ (attention) การรับรู้ (perception) กลวิธีต่าง ๆ (strategies) เช่นรู้ว่าตนไม่สามารถจดจำสิ่งที่ครูสอนได้ ก็คิดหากกลวิธีต่าง ๆ ที่จะช่วยให้จดจำได้มากขึ้น อาจใช้วิธีการท่อง การจดบันทึก การท่องจำเป็นกลอน การท่องด้วยย่อ การทำรหัส การเชื่อมโยงในสิ่งที่สัมพันธ์กัน เป็นต้น [39, 40]

## 2. กายวิภาคศาสตร์ของสมอง

สมองมีส่วนหลัง ส่วนกลาง และส่วนหน้า สมองเริ่มเจริญเติบโตจากส่วนหลัง ซึ่งทำหน้าที่เรียนรู้เรื่องง่าย ๆ เกี่ยวกับการดำเนินชีวิต จากนั้นจึงค่อย ๆ พัฒนาตามลำดับมายังสมองส่วนหน้า ซึ่งทำหน้าที่คิด วิเคราะห์ หาเหตุผล และออกแบบสิ่งใหม่ ๆ สามารถแบ่งองค์ประกอบของสมองได้หลายแบบ เช่น

### 2.1 แบ่งตามส่วนประกอบของสมอง เป็น

2.1.1 สมองส่วนหลัง (hindbrain) ประกอบด้วย ก้านสมอง (brain stem) และ เซรีเบลลัม (cerebellum)

2.1.2 สมองส่วนกลาง (midbrain) ประกอบด้วย ก้านสมองส่วนบนซึ่งควบคุมการเคลื่อนไหวของตา และขนาดรูม่านตา

2.1.3 สมองส่วนหน้า (forebrain) คือ สมองส่วนที่เหลือจากสมองส่วนหลัง และสมองส่วนกลาง เป็นส่วนสำคัญที่สุด ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ และความทรงจำ [41, 42]

### 2.2 แบ่งตามระดับความคิดของสมอง ดังนี้

2.2.1 สมองเพื่อความอยู่รอด ประกอบด้วย ก้านสมอง เป็นสมองส่วนแรก que พัฒนาการในช่วงปฏิสนธิ มีหน้าที่ควบคุมปฏิกิริยา และระบบอัตโนมัติ และคิดเพื่อการอยู่รอดเท่านั้น เช่นคิดวิ่งหนีเมื่อต้นไม้กำลังจะล้มทับ คิดหาอาหารรับประทานเพื่อไม่ให้อดตาย คิดเรื่องการสืบพันธุ์เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ให้รอด เป็นสมองที่มีในสัตว์ทุกชนิด จึงมีผู้เรียกสมองส่วนนี้ว่าสมองส่วนสัตว์เลื้อยคลาน ข้อมูลข่าวสารทั้งหมดจะส่งผ่านจากสมองส่วนนี้ไปยังสมองส่วนอื่น ๆ ให้คิดในสิ่งที่ซับซ้อนมากขึ้น

2.2.2 สมองเกี่ยวกับอารมณ์ เป็นสมองชั้นในอยู่ระหว่างก้านสมอง และสมองชั้นนอก เรียกว่าสมองส่วนลิมบิก (limbic brain) มีการทำงานสำหรับคำสั่งที่ซับซ้อนขึ้นมาอีกระดับหนึ่ง สมองชั้นนี้ทำหน้าที่รักษาสมดุลของร่างกาย ควบคุมการกิน อยู่ หลับ นอน ระดับฮอร์โมนในร่างกาย และอารมณ์ความรู้สึก สมองส่วนนี้บางครั้งเรียกว่า สมองของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม หรือสมองส่วนอยาก

2.2.3 สมองเกี่ยวกับความคิดซับซ้อน เป็นสมองชั้นนอก เรียกว่าสมองส่วนเซรีบรัม (cerebrum) ทำหน้าที่เกี่ยวกับคำสั่งที่สลับซับซ้อนเกี่ยวกับการอ่าน การวางแผน การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจ

2.3 แบ่งสมองตามหน้าที่การเรียนรู้ เป็น

2.3.1 สมองส่วนหน้า (frontal lobe) หรือส่วนซีอีโอ (CEO) ทำหน้าที่เสมือนผู้บริหารด้านการเรียนรู้ ความจำ การคิดขั้นสูง การวางแผน การตัดสินใจ และการกำหนดทางเลือกต่าง ๆ

2.3.2 สมองกึ่งหลัง (parietal lobe) ทำหน้าที่ในกระบวนการรับสัมผัส การรับรู้มิติ และการแก้ปัญหาบางอย่าง

2.3.3 สมองส่วนท้ายทอย (occipital lobe) ทำหน้าที่ด้านการมองเห็น จดจำสิ่งของ หรือคน รับรู้ทำความเข้าใจความหมายของข้อมูลใหม่ ๆ และทำความเข้าใจจากสิ่งที่มองเห็น

2.3.4 สมองส่วนขมับ (temporal lobe) อยู่ด้านข้างเหนือใบหู รับรู้ข้อมูลจากการได้ยิน ความจำบางส่วน และการพูดบางประเภท

ถ้าพิจารณาตามโครงสร้าง จะเห็นว่าโครงสร้างสำคัญ ๆ ภายในสมองประกอบด้วย

1. ก้านสมอง (brain stem) เป็นสมองส่วนเก่าแก่ที่สุดของมนุษย์ก่อนมีวิวัฒนาการ มีหน้าที่หลักในการควบคุมอวัยวะต่าง ๆ เพื่อการมีชีวิต เช่นควบคุมการเต้นของหัวใจ ควบคุมการหายใจ เป็นต้น และยังเป็นศูนย์รวมที่รับสัมผัสจากทั่วร่างกายยกเว้นการได้กลิ่น บริเวณนี้จะมีส่วนของสมองที่ทำหน้าที่กรองข้อมูลต่าง ๆ ก่อนผ่านเข้าไปยังสมองส่วนอื่น ๆ

2. เซรีเบลลัม (cerebellum) เป็นส่วนของสมองน้อย หรือสมองส่วนหลังอยู่ด้านหลังแถวท้ายทอย ช่วยควบคุมสมดุล การเคลื่อนไหวของร่างกาย และควบคุมกระบวนการคิด รวมถึงช่วยในการเรียนรู้เรื่องที่สลับซับซ้อน เช่น คณิตศาสตร์ ดนตรี และทักษะทางสังคมที่ซับซ้อน สมองส่วนนี้เปลี่ยนแปลงอย่างมากในช่วงเป็นผู้ใหญ่ และเป็นสมองส่วนเดียวที่มีการเจริญเติบโตไปจนหลังอายุ 20 ปี

3. ทาลามัส (thalamus) เป็นส่วนหนึ่งของสมองส่วนหน้า forebrain ทำหน้าที่ถ่ายทอดข้อมูลจากประสาทสัมผัสต่างๆ ไปยังสมองชั้นนอกซึ่งเป็นที่รวมของระบบประสาท คำว่า ทาลามัส หมายถึงห้องภายใน เป็นกลุ่มเล็กๆ ของเซลล์ประสาทซึ่งอยู่ลึกเข้าไปข้างในสมองทั้งสองซีก ทาลามัสมีหน้าที่ส่งข้อมูลจากอวัยวะรับสัมผัสไปยังบริเวณประสาทสัมผัสในเซรีบรัม คอร์เท็กซ์ ของสมองชั้นนอก

4. อะมิกดาลา (amygdala) มีรูปร่างเหมือนเมล็ดอัลมอนด์ อยู่บริเวณสมองส่วนขมับ เป็นศูนย์กลางของอารมณ์ โดยเฉพาะความรู้สึกพื้นฐาน เช่น ความกลัว ความก้าวร้าวดุร้าย ทำหน้าที่ในการจัดระบบข้อมูลด้านความรู้สึก วัยรุ่นใช้สมองส่วนนี้มากที่สุด ในขณะที่ผู้ใหญ่จะใช้สมองกลีบหน้า หรือส่วนซีอีโอ (CEO) มากกว่า ซึ่งเป็นเหตุผลที่ว่าทำไมวัยรุ่นจึงมักแสดงออกทางอารมณ์มากกว่าผู้ใหญ่ และมีคำเรียกสมองวัยรุ่นว่า emotional brain

5. ฮิปโปแคมปัส (hippocampus) อยู่ใกล้ ๆ อะมิกดาลา ลึกเข้าไปในสมองส่วนขมับ ควบคุมการเรียนรู้ และความจำ ทำหน้าที่จัดกระบวนการข้อมูลที่ปรากฏเป็นจริงรอบตัวมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดเก็บข้อมูล และเปลี่ยนข้อมูลจากระบบความทรงจำระยะสั้นเป็นระบบความทรงจำระยะยาว

6. เบซัล แกงเกลีย (basal ganglia) อยู่ลึกเข้าไปภายในสมองกลีบหน้าตรงกลาง ๆ ทำหน้าที่เสมือนเป็นเลขานุการให้กับซีอีโอ (CEO) ของสมอง ช่วยจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลที่รับเข้ามาว่าจะเก็บอะไรไว้ และจะลบอะไรออกไป สมองส่วนซีอีโอ (CEO) กับสมองส่วนเลขานุการในสมองกลีบหน้าเชื่อมโยงกันอย่างแน่นแฟ้น และทำงานเกือบพร้อม ๆ กัน นั่นคือเมื่อเส้นประสาทเชื่อมโยงกัน สมองทั้ง 2 ส่วนจะรับขจัดส่วนที่ไม่ต้องการทิ้งทันที และยังมีบทบาทสำคัญในด้านพัฒนาการกล้ามเนื้อทั้งมัดเล็กมัดใหญ่ จำเป็นที่เด็กก่อนวัยรุ่นต้องได้และมีประสบการณ์ด้านดนตรี และกีฬาเพื่อให้สมองส่วนนี้แข็งแรง และทรงประสิทธิภาพโดยปกติเพศหญิงจะมีเซรีเบลลัมใหญ่กว่าผู้ชาย

7. พรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ (prefrontal cortex) อยู่ตรงสมองกลีบหน้า เป็นซีอีโอ (CEO) ของสมองเป็นส่วนสูงขม่อมลึกซึ่งทำหน้าที่คิดทบทวน และเป็นส่วนที่มีพัฒนาการช้าที่สุดที่จะสมบูรณ์ ซึ่งเป็นเหตุผลที่ว่าทำไมมนุษย์จึงเรียนรู้ และทำความเข้าใจกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ดีกว่าเมื่อเป็นผู้ใหญ่ และทำไมวัยรุ่นจึงมักตกอยู่ในภาวะสับสนรวมถึงยากลำบากในการตัดสินใจ สมองส่วนพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์จะเจริญเติบโตอย่างมากในช่วงก่อนวัยรุ่น

8. คอร์ปัส คัลโลซุม (corpus callosum) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นมัดของเส้นประสาทเชื่อมโยงระหว่างสมองซีกซ้าย และขวา

เส้นประสาทนี้จะหนาขึ้นจัดระบบข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น เมื่อเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ตอนต้น [39, 42, 43]

### การประเมินมาตรฐาน

#### 1. การทดสอบการเลือกสนใจโดยแบบทดสอบ stroop color word test

การทดสอบความสามารถในการเลือกสนใจ เพื่อประเมินการวัดความสามารถในการยับยั้งการรับรู้ความเข้าใจ และหน่วยความจำในการทำงาน และวัดความสามารถในการรับรู้ความสามารถอื่น ๆ เช่น ความสนใจความเร็วในการประมวลผลแบบทดสอบมีทั้งหมด 3 ชุด ดังนี้

1.1 แบบทดสอบชุดที่ 1 ประกอบด้วยคำว่า แดง เขียว น้ำเงิน จำนวน 100 คำ โดยมีคำในแนวตั้งจำนวน 20 คำ และในแนวนอน 5 คำ ซึ่งพิมพ์ด้วยหมึกสีดำบนกระดาษ ให้อาสาสมัครอ่านคำที่ปรากฏบนหน้ากระดาษให้เร็วที่สุด เริ่มต้นจากคำแรกของแถวแรก และอ่านลงมาทีละแถว เมื่อจบแถวที่ 1 ก็เริ่มอ่านคำแรกของแถวที่ 2 ลงมาจนจบแถวจากนั้นอ่านแถวที่ 3 4 และ 5 ถ้าอ่านครบ 5 แถวแล้วให้กลับมาอ่านคำแรกของแถวที่ 1 อีกครั้ง

1.2 แบบทดสอบชุดที่ 2 ประกอบด้วยตัวอักษร XXXX จำนวน 100 คำ โดยมีคำในแนวตั้งจำนวน 20 ชุด และในแนวนอน 5 ชุด ซึ่งตัวอักษรพิมพ์ด้วยสีแดง เขียว น้ำเงิน สลับกันบนกระดาษ ให้อาสาสมัครบอกสีที่ปรากฏบนหน้ากระดาษให้เร็วที่สุด โดยเริ่มจากคำแรกของแถวที่ 1 แล้วทำต่อไปตามลำดับ เช่น เดียวกับการทำแบบทดสอบชุดที่ 1

1.3 แบบทดสอบชุดที่ 3 ประกอบด้วยคำว่า แดง เขียว น้ำเงิน จำนวน 100 คำ โดยมีคำในแนวตั้งจำนวน 20 คำ และในแนวนอน 5 คำ ซึ่งตัวหนังสือพิมพ์ด้วยสีแดงเขียวน้ำเงิน สลับกันไม่ตรงตามคำที่พิมพ์บนกระดาษ ให้อาสาสมัครบอกสีที่ใช้พิมพ์คำโดยไม่สนใจคำที่พิมพ์เอาไว้ เริ่มจากคำแรกของแถวที่ 1 และอ่านลงมาทีละแถว เมื่อจบแถวที่ 1 ก็เริ่มอ่านคำแรกของแถวที่ 2 จนจบแถวจากนั้นอ่านแถวที่ 3 4 และ 5 ถ้าครบทั้ง 5 แถวแล้วให้กลับมาอ่านคำแรกของแถวที่ 1 อีกครั้ง

ทั้ง 3 แบบทดสอบถ้าอ่านผิดจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องจึงจะอ่านคำต่อไป เมื่อครบเวลา 45 วินาที ผู้วิจัยจึงบอกให้หยุด และบันทึกจำนวนคำที่อ่านถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด

การแปลผล : ความเร็วในการอ่าน การเลือกสนใจ (โดยปกติแล้วระหว่างคำ และสีของคำ คนจะสนใจสีของคำมากกว่า) [44, 45]

#### 2. การทดสอบความจำระยะสั้นโดยแบบทดสอบ digit span forward test

การทดสอบความสามารถในการจำระยะสั้น และสมาธิ เพื่อประเมินความสามารถการเรียนรู้ และจดจำ

วิธีการทดสอบ : โปรแกรมจะปรากฏชุดตัวเลขขึ้นมาทีละชุด โดยจะเริ่มตั้งแต่ 2 หลัก และเพิ่มขึ้นทีละหลักไปเรื่อย ๆ จนถึง 9 หลัก เช่นชุดตัวเลขที่ 1 จะปรากฏตัวเลข 1 6 ชุดตัวเลขที่ 2 จะปรากฏตัวเลข 8 9 7 เป็นต้น โดยตัวเลขจะปรากฏ 1 ตัวเลขต่อวินาที เมื่อสิ้นสุดชุดตัวเลขที่ปรากฏขึ้นมาแต่ละรอบ ให้อาสาสมัครพิมพ์ตัวเลขที่ปรากฏนั้นลงในช่องคำตอบ โดยเรียงตามลำดับจากตัวแรกไปตัวสุดท้าย เช่นเมื่อปรากฏตัวเลข 2 6 ให้พิมพ์ 2 6 [44, 46, 47]

การแปลผล : ความสามารถในการจำตัวเลขไปข้างหน้าของคนปกติทั่วไปเท่ากับ  $6 \pm 1$  หลัก

### 3. การทดสอบความจำขณะคิดโดยแบบทดสอบ digit span backward test

การทดสอบความสามารถในการจำระยะสั้น และสมาธิ เพื่อประเมินความสามารถการเรียนรู้ และจดจำ

วิธีการทดสอบ : โปรแกรมจะปรากฏชุดตัวเลขขึ้นมาทีละชุด โดยจะเริ่มตั้งแต่ 2 หลัก และเพิ่มขึ้นทีละหลักไปเรื่อย ๆ จนถึง 9 หลัก เช่น ชุดตัวเลขที่ 1 จะปรากฏตัวเลข 1 6 ชุดตัวเลขที่ 2 จะปรากฏตัวเลข 8 9 7 เป็นต้น โดยตัวเลขจะปรากฏ 1 ตัวเลขต่อวินาที เมื่อสิ้นสุดชุดตัวเลขที่ปรากฏขึ้นมาแต่ละรอบ ให้อาสาสมัครพิมพ์ตัวเลขที่ปรากฏนั้นลงในช่องคำตอบ โดยเรียงตามลำดับจากตัวสุดท้ายไปตัวแรก เช่นเมื่อปรากฏตัวเลข 2 6 ให้พิมพ์ 6 2

การแปลผล : ความสามารถในการจำตัวเลขไปข้างหลังของคนปกติทั่วไปเท่ากับ  $5 \pm 1$  หลัก [44, 46, 47]

### การศึกษาที่ผ่านมา

จากการทบทวนวรรณกรรมมีการกล่าวถึงการออกกำลังกายแบบแอโรบิกสามารถเพิ่มความรู้อุณหภูมิหัวใจได้โดยมีผลในระยะยาว คือ มีการเกิดเซลล์ประสาท (neurogenesis) ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การทำงานดีขึ้น และผลระยะเฉียบพลัน คือ กระตุ้นฮอร์โมนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การลดความเครียด และสารสื่อประสาทที่กระตุ้นการทำงานของระบบประสาท เช่น การศึกษาของ Volkers และ Scherder ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพกายกับความจำขณะใช้งาน (working memory) พบว่าสมรรถภาพทางกายมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความจำขณะใช้งาน [48]

จากการศึกษาของ Yong Kyun Jeon และ Chang Ho Ha ทำการศึกษาค้นคว้าผลของ ความหนักในการออกกำลังกายต่อ BDNF และความจำในวัยรุ่น โดยทำการศึกษาในอาสาสมัคร วัยรุ่นเพศชาย จำนวน 40 คน ผู้เข้าร่วมถูกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม จากการสุ่มเลือกให้อยู่ในกลุ่มการ

ออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดยการวิ่งบนลู่วิ่งด้วยความหนักระดับเบา ปานกลาง หนัก และกลุ่มควบคุม โดยออกกำลังกายด้วยการยืดกล้ามเนื้อ โดยออกกำลังกายเป็นเวลา 30 นาทีต่อครั้ง 4 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ในกลุ่มออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง และกลุ่มออกกำลังกายด้วยความหนักระดับหนักมี BDNF เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับก่อนออกกำลังกาย ( $p < 0.05$  และ  $p < 0.01$  ตามลำดับ) [49] และการศึกษาของ Peruyero และคณะ ศึกษาในอาสาสมัครอายุเฉลี่ยที่  $16.39 \pm 0.68$  ปี แบ่งอาสาสมัครเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่มีการออกกำลังกาย กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบา และกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับหนัก โดยให้อาสาสมัครเดินช้อปปิ้ง และทำแบบทดสอบ stroop color world test ทั้งก่อน และหลังการเดินช้อปปิ้ง พบว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับหนักมีผลต่อการเพิ่มความรู้ความเข้าใจได้ดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ [50] เช่นเดียวกับการศึกษาของ Catherine และคณะ ทำการศึกษาในเด็กอายุเฉลี่ย 9.2 ปี แบ่งอาสาสมัครออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายแบบแอโรบิก 20 นาทีต่อวัน กลุ่มที่ 3 ออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยความหนักระดับหนัก 40 นาทีต่อวัน โดยออกกำลังกายแบบแอโรบิกทุก ๆ 5 วันเป็นเวลา 15 สัปดาห์ ทำการประเมินความรู้ความเข้าใจด้วย cognitive assessment system : CAS พบว่าคะแนนของทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกัน โดยการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยความหนักระดับหนักมีความสัมพันธ์มากกว่ากลุ่มอื่น ๆ [51] แต่การศึกษาของ Albrektsen K และคณะได้ทำการศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นในผู้สูงอายุ ผลการศึกษาพบว่าระดับความหนักของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อความรู้ความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยระดับความหนักของการออกกำลังกาย (metabolic equivalent : METs) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความรู้ความเข้าใจ trail making A & B และ digit-symbol การออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางเห็นผลมากกว่าการออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบา และความหนักระดับหนัก โดยมีความสัมพันธ์ต่อความรู้ความเข้าใจเป็นกราฟผิวยูคว่ำ (inverted U-shape) ต่อการออกกำลังกาย [52] และการศึกษาของ Bijli และคณะได้ทำการศึกษาผลเฉียบพลันของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดยความหนักปานกลางต่อความรู้ความเข้าใจในเพศชายที่มีสุขภาพดี อายุ  $19.5 \pm 0.9$  ปี อาสาสมัครจะได้รับการทดสอบความรู้ความเข้าใจดังนี้ ความจำ (memory) เหตุผล (reasoning) สมาธิ (concentration) การวางแผน (planning) อาสาสมัครทำแบบทดสอบก่อนการออกกำลังกาย จากนั้นให้อาสาสมัครปั่นจักรยานเป็นเวลา 30 นาที ที่ระดับความหนักปานกลาง (ร้อยละ 60-70 ของ heart rate reserve : %HRR) หลังการออกกำลังกายให้อาสาสมัครพักเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจกลับมาอยู่ที่ร้อยละ 10 ของค่าอัตราการ

เด่นของหัวใจขณะพักจึงให้อาสาสมัครทำการทดสอบความรู้ความเข้าใจอีกครั้ง ผลการศึกษาพบว่า หลังอาสาสมัครออกกำลังกายมีความจำ ( $p=0.010$ ) เหตุผล ( $p=0.003$ ) และการวางแผน ( $p=0.043$ ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ [53] และจากการศึกษาผลเฉียบพลันของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจในผู้สูงอายุ ทำการศึกษาโดยแบ่งอาสาสมัครเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้สูงอายุ 12 คน (อายุ 60–74 ปี) และกลุ่มอายุน้อย 12 คน (อายุ 19–25 ปี) ทำการทดสอบโดยให้อาสาสมัครออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานเสือภูเขา เป็นเวลา 20 นาที ที่ระดับความหนักของการออกกำลังกายระดับเบา และปานกลาง โดยทำการทดสอบความรู้ความเข้าใจก่อน และหลังการออกกำลังกาย ผลการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายระดับปานกลางสามารถเพิ่มความรู้ความเข้าใจได้ดีกว่าการออกกำลังกายระดับเบาในอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม แต่ในอาสาสมัครกลุ่มที่มีอายุน้อยจะสามารถเพิ่มความรู้ความเข้าใจได้ดีกว่าในอาสาสมัครผู้สูงอายุ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยความหนักปานกลางช่วยเพิ่มความรู้ความเข้าใจได้ในอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม [11]

นอกจากนี้การศึกษาของ Davranche และคณะได้ทำการศึกษาความหนักของการออกกำลังกายต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครระดับปริญญาตรีจำนวน 14 คน ทำการทดสอบ Simon task ซึ่งเป็นการทดสอบที่อาสาสมัครต้องเลือกระหว่างกตัญญูลักษณะปุ่มซ้าย และสัญลักษณ์ปุ่มขวาโดยจะต้องกดปุ่มให้เร็วที่สุดโดยเลือกตามลักษณะที่เกี่ยวข้อง และตรงข้ามกับการกระตุ้น เช่นลี โดยทำการทดสอบ Simon task ก่อนการออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 5 นาที และหลังออกกำลังกาย 15 นาที โดยในวันแรกอาสาสมัครจะได้รับการออกกำลังกายด้วยระดับความหนักเบา และในวันอื่นอาสาสมัครจะได้รับการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง และความหนักระดับหนักตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าหลังจากออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบา มีปฏิริยาการตอบสนองได้เร็วกว่าการออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง และความหนักระดับหนัก ซึ่งปฏิริยาการตอบสนองเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ความเข้าใจ [54] การศึกษาของ Andy และคณะได้ทำรวบรวมการศึกษาที่เกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบาต่อร่างกาย และความรู้ความเข้าใจในผู้สูงอายุ พบว่าการออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบา ส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ สมดุล ความยืดหยุ่น และอาการซึมเศร้า นอกจากนี้ยังพบว่าความการออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบาสามารถส่งเสริมลักษณะทางกายภาพ และความรู้ความเข้าใจในผู้สูงอายุได้ [15] และการศึกษาของ Brian และคณะได้ทำการศึกษาการตอบสนองทางจิตใจต่อการออกกำลังกายแบบแอโรบิกแบบเฉียบพลันในผู้สูงอายุ และวัยรุ่นที่ไม่ได้ออกกำลังกาย โดยให้อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มปั่นจักรยานเป็นเวลา 20 นาที ทำการวัดความรู้สึกผ่อนคลาย การตอบสนองต่อตนเอง

และความเหนื่อยล้าทางกายก่อน ระหว่าง และหลังการออกกำลังกาย พบว่าทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงทางลบในการตอบสนองต่อความรู้สึก และการตอบสนองต่อตนเองในระหว่าง และ 5 นาทีหลังจากการปั่นจักรยาน อาจส่งผลต่อแรงจูงใจในการออกกำลังกาย และพฤติกรรมการออกกำลังกายในแต่ละช่วงอายุ [55]

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น พบว่าการออกกำลังกายด้วยความหนักระดับหนัก ปานกลาง และเบา สามารถเพิ่มความรู้ความเข้าใจได้ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่เป็นที่แน่ชัดเกี่ยวกับระดับความหนักของการออกกำลังกายที่เหมาะสมต่อการเพิ่มความรู้ความเข้าใจจึงทำให้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี โดยการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยสนใจศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครวัยรุ่นเนื่องจากอาสาสมัครกลุ่มที่มีอายุน้อยสามารถเพิ่มความรู้ความเข้าใจหลังออกกำลังกายได้ดีกว่าในอาสาสมัครกลุ่มที่มีอายุมาก และวัยรุ่นอยู่ในวัยที่กำลังศึกษา ความรู้ความเข้าใจ อาจส่งผลให้ความสามารถในการเรียนดีขึ้น



### บทที่ 3

#### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัย อาสาสมัครที่ใช้ในการวิจัย และสถิติที่เกี่ยวข้องโดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบทดลอง (experimental research) เพื่อศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครวัยรุ่นเพศหญิง สุขภาพดี โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองในกลุ่มอาสาสมัคร 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยความหนักระดับเบา กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยความหนักระดับปานกลาง และหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจของอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มด้วยแบบทดสอบ stroop color word test แบบทดสอบ digit span forward test และแบบทดสอบ digit span backward test

#### อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย

1. แบบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย (ภาคผนวก ก)	จำนวน	40	ชุด
2. แบบคัดกรองอาสาสมัคร (ภาคผนวก ข)	จำนวน	40	ชุด
3. แบบประเมินความเครียด (ภาคผนวก ค)	จำนวน	40	ชุด
4. แบบบันทึกการทดสอบ (ภาคผนวก ง)	จำนวน	40	ชุด
5. เครื่องคอมพิวเตอร์	จำนวน	2	เครื่อง
6. เครื่องเล่นเพลง	จำนวน	1	เครื่อง
7. เครื่องขยายเสียง	จำนวน	2	เครื่อง
8. ไมโครโฟน	จำนวน	1	ตัว
9. นาฬิกาจับเวลา	จำนวน	3	เครื่อง
10. เครื่องวัดความดัน	จำนวน	2	เครื่อง
11. เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกาย	จำนวน	1	เครื่อง
12. ชุดทดสอบ stroop color word test	จำนวน	2	ชุด

13. ชุดทดสอบ digit span test	จำนวน	1	ชุด
14. heart rate monitor (polar รุ่น M 430)	จำนวน	2	ชุด
15. rating of perceived exertion (RPE)	จำนวน	1	ชุด

### อาสาสมัคร

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นเพศหญิงสุขภาพดีอายุระหว่าง 18-22 ปี ที่กำลังศึกษาในคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ทั้งหมดจำนวน 30 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย (simple random sampling) โดยวิธีการจับสลาก ดังนี้

1.1 กลุ่มควบคุม

1.2 กลุ่มที่ออกกำลังกายโดยการเดินแอโรบิก ด้วยความหนักระดับเบา

1.3 กลุ่มที่ออกกำลังกายโดยการเดินแอโรบิก ด้วยความหนักระดับปานกลาง

จำนวนอาสาสมัครได้จากสูตรการหาขนาดตัวอย่าง [56] ดังนี้

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

$$r = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\Delta = \mu_1 - \mu_2$$

$n$	=	sample size
$\mu_1$	=	mean in group 1
$\mu_2$	=	mean in group 2
$\sigma_1$	=	standard deviation in group 1
$\sigma_2$	=	standard deviation in group 2
$\alpha$	=	significance level
$Z$	=	standard normal value
$1 - \beta$	=	power of test

$$\alpha = 0.05$$

$$\beta = 0.20$$

โดยอ้างอิงจากรายงานการวิจัยที่ผ่านมา [57] จึงได้จำนวนอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

$$8 \approx \frac{(1.96 + 1.28)^2 [ 37^2 + \frac{36^2}{1} ]}{(1043 - 1095)^2}$$

Dropout rate 20%  $\approx$  2

ดังนั้น n=10 คนต่อกลุ่ม

## 2. เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัคร

### 2.1 เกณฑ์การคัดเลือก (inclusion criteria)

2.1.1 วัยรุ่นหญิงสุขภาพดี

2.1.2 อายุ 18–22 ปี

2.1.3 กำลังศึกษาในคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา

อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

2.1.4 ไม่ได้ออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำ (ออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์) อย่างน้อย 3 เดือน ก่อนทำการทดสอบ

2.1.5 มีความสมัครใจ และยินยอมเข้าร่วมการทดสอบ

### 2.2 เกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria)

2.2.1 มีความผิดปกติทางการได้ยิน เช่น หูหนวก

2.2.2 มีความผิดปกติทางการมองเห็น เช่น ตาบอดสี

2.2.3 มีประวัติการบาดเจ็บ หรือโรคประจำตัวที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษา เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคความดันโลหิตที่ไม่สามารถควบคุม เป็นต้น

2.2.4 มีประวัติการบาดเจ็บหรือโรคทางระบบประสาท เช่น โรคหลอดเลือดสมอง การเรียนรู้และความจำบกพร่อง โรคอัลไซเมอร์ และโรคพาร์กินสัน เป็นต้น

2.2.5 มีอาการเจ็บป่วยทางระบบโครงร่าง และกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่า ข้อเท้า ที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย เช่น โรคข้อเข่าเสื่อม มีภาวะข้อเท้าอักเสบ เป็นต้น

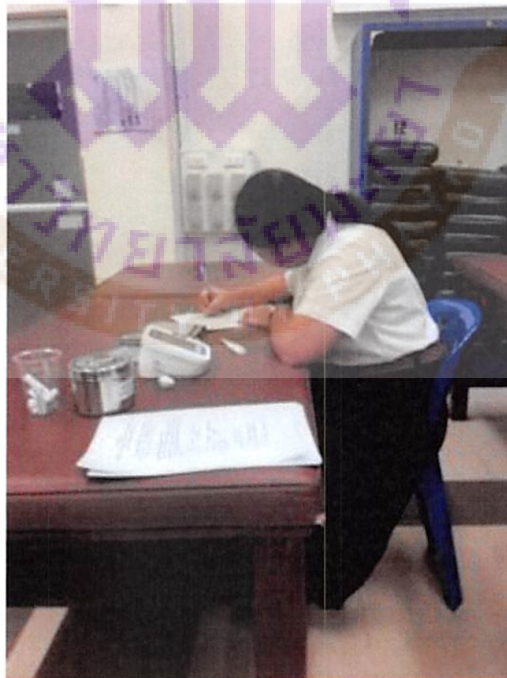
### 2.3 เกณฑ์การให้อาสาสมัครออกจากการทดลอง (withdrawal of participant criteria)

2.3.1 อาสาสมัครต้องการถอนตัวออกจากการทดลอง

2.3.2 มีอาการแสดงชัดเจนของการเจ็บป่วยทางกาย เช่น มีไข้ มีอาการเวียนศีรษะหน้ามืดเจ็บแน่นหน้าอก หรือใจสั่นในขณะที่ทำการทดสอบ เป็นต้น

### วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
2. จัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย
3. ประชาสัมพันธ์เชิญชวนให้อาสาสมัครเข้าร่วมการทดสอบ
4. คณะผู้วิจัยแจ้งรายละเอียดของการวิจัยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัยให้อาสาสมัครเข้าใจ หากอาสาสมัครมีความประสงค์จะเข้าร่วมการวิจัยให้อาสาสมัครลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (ภาคผนวก ก) ก่อนการเข้าร่วมการวิจัย
5. อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการทำแบบคัดกรองอาสาสมัคร (ภาคผนวก ก) ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ ประวัติการออกกำลังกาย และแบบประเมินความเครียด (ภาคผนวก ข) ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยจะใช้ หมายเลขอาสาสมัคร (Subject ID) ซึ่งเป็นรหัสประจำตัวของอาสาสมัครแต่ละคนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น เพื่อใช้แทนชื่ออาสาสมัคร เพื่อปกป้องข้อมูลความลับและจำกัดการเข้าถึงข้อมูลของอาสาสมัคร



รูปที่ 1 อาสาสมัครทำแบบคัดกรองและแบบประเมินความเครียดก่อนทำการทดสอบ

6. ผู้วิจัยแบ่งอาสาสมัครจำนวน 30 คนโดยการสุ่ม ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ได้แก่

6.1 กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกาย รับชมวิดีโอเกี่ยวกับการออกกำลังกาย

6.2 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ออกกำลังกายโดยการเดินแอโรบิก ด้วยความหนักระดับเบา (57-63% HRmax และ RPE = 9-11) [58]

6.3 กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ออกกำลังกายโดยการเดินแอโรบิก ด้วยความหนักระดับปานกลาง (64-76% HRmax และ RPE = 12-13) [58]

ในวันที่ออกกำลังกายอาสาสมัครต้องพักผ่อนเพียงพออย่างน้อย 8 ชั่วโมง ไม่ดื่มสุรกาแฟ และสูบบุหรี่อย่างน้อย 24 ชั่วโมง อาสาสมัครออกกำลังกายเพียง 1 ครั้ง และวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ก่อนและหลังการออกกำลังกาย

7. อาสาสมัครทุกกลุ่มจะได้รับการบันทึกข้อมูลพื้นฐาน คือ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต อุณหภูมิของร่างกาย และทำแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ ก่อนทำกิจกรรมตามกลุ่ม (แบบทดสอบชุดที่ 1) โดยการทดสอบ คือ

7.1 การทดสอบการเลือกสนใจโดยแบบทดสอบ stroop color word test ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

7.1.1 แบบทดสอบชุดที่ 1 ประกอบด้วยคำว่า แดง เขียว น้ำเงิน จำนวน 100 คำ โดยมีคำในแนวตั้งจำนวน 20 คำและในแนวนอน 5 คำ ซึ่งพิมพ์ด้วยหมึกสีดำ บนกระดาษขนาด  $8\frac{1}{2} \times 11$ " ให้อาสาสมัครอ่านคำที่ปรากฏบนหน้ากระดาษให้เร็วที่สุด โดยเริ่มต้นจากคำแรกของแถวแรก และอ่านลงมาทีละแถว เมื่อจบแถวที่ 1 ก็เริ่มอ่านคำแรกของแถวที่ 2 ลงมาจนจบแถวจากนั้นอ่านแถวที่ 3 4 และ 5 หากอ่านครบ 5 แถวแล้ว ให้กลับมาอ่านคำแรกของแถวที่ 1 อีกครั้ง ถ้าอ่านผิดจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องจึงจะอ่านคำต่อไป เมื่อครบเวลา 45 วินาที ผู้วิจัยจึงบอกให้หยุด และบันทึกจำนวนคำที่อ่านถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด โดยกำหนดคำอ่านถูกหนึ่งคำเท่ากับหนึ่งคะแนน

7.1.2 แบบทดสอบชุดที่ 2 ประกอบด้วยตัวอักษร XXXX จำนวน 100 คำ โดยมีคำในแนวตั้งจำนวน 20 ชุดและในแนวนอน 5 ชุด ซึ่งตัวอักษรพิมพ์ด้วยสีแดง เขียว น้ำเงิน สลับกันบนกระดาษขนาด  $8\frac{1}{2} \times 11$ " ให้อาสาสมัครบอกสีที่ปรากฏบนหน้ากระดาษให้เร็วที่สุด โดยเริ่มจากคำแรกของแถวที่ 1 แล้วทำต่อไปตามลำดับ เช่นเดียวกับการทำแบบทดสอบชุดที่ 1 ถ้าอ่านผิดจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องจึงจะอ่านคำต่อไปได้ เมื่อครบเวลา 45 วินาที ผู้วิจัยจึงบอกให้

หยุด และบันทึกจำนวนคำที่อ่านถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด โดยกำหนดคำอ่านถูกต้องหนึ่งคำเท่ากับหนึ่งคะแนน

7.1.3 แบบทดสอบชุดที่ 3 ประกอบด้วยคำว่า แดง เขียว น้ำเงิน จำนวน 100 คำ โดยมีคำในแนวตั้งจำนวน 20 คำและในแนวนอน 5 คำ ซึ่งตัวหนังสือพิมพ์ด้วยสีแดงเขียวน้ำเงิน สลับกันไม่ตรงตามคำที่พิมพ์บนกระดาษขนาด  $8\frac{1}{2} \times 11$ " ให้อาสาสมัครบอกสีที่ใช้พิมพ์คำ โดยไม่สนใจคำที่พิมพ์เอาไว้ เริ่มจากคำแรกของแถวที่ 1 และอ่านลงมาทีละแถว เมื่อจบแถวที่ 1 ก็เริ่มอ่านคำแรกของแถวที่ 2 จนจบแถวจากนั้นอ่านแถวที่ 3 4 และ 5 หากครบทั้ง 5 แถวแล้วให้กลับมาอ่านคำแรกของแถวที่ 1 อีกครั้ง ถ้าอ่านผิดจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องจึงจะอ่านคำต่อไปได้ เมื่อครบเวลา 45 วินาที ผู้วิจัยจึงบอกให้หยุด และบันทึกจำนวนคำที่อ่านถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด [44, 45] โดยกำหนดคำอ่านถูกต้องหนึ่งคำเท่ากับหนึ่งคะแนน

โดยผู้วิจัยที่ทำการทดสอบ stroop color word test มีความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินคนเดียว (intra-rater reliability) มีความน่าเชื่อถือระดับสูง (ICC>0.8)



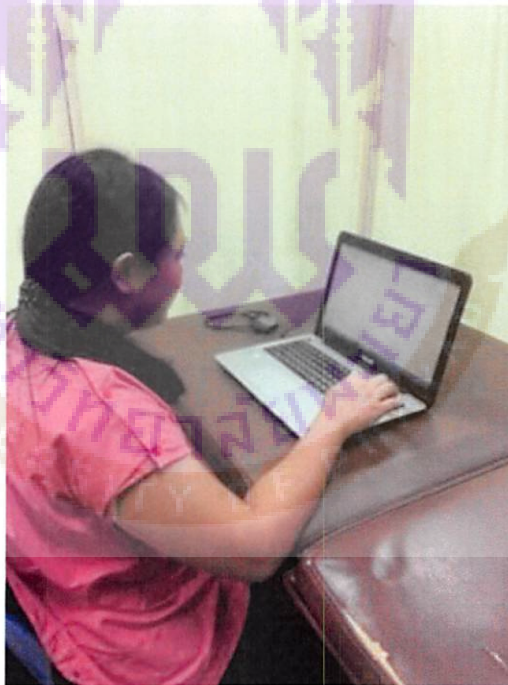
รูปที่ 2 การทดสอบ stroop color word test

7.2 การทดสอบความจำระยะสั้นโดยแบบทดสอบ digit span forward test ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

โปรแกรมจะปรากฏชุดตัวเลขขึ้นมาทีละชุด โดยจะเริ่มตั้งแต่ 2 หลัก และเพิ่มขึ้นทีละหลักไปเรื่อยๆ จนถึง 9 หลัก เช่น ชุดตัวเลขที่ 1 จะปรากฏตัวเลข 1 6 ชุดตัวเลขที่ 2 จะปรากฏตัวเลข 8 9 7 เป็นต้น โดยตัวเลขจะปรากฏ 1 ตัวเลขต่อวินาที เมื่อสิ้นสุดชุดตัวเลขที่ปรากฏขึ้นมาแต่ละรอบ ให้อาสาสมัครพิมพ์ตัวเลขที่ปรากฏนั้นลงในช่องคำตอบ โดยเรียงตามลำดับจากตัวแรกไปตัวสุดท้าย เช่น เมื่อปรากฏตัวเลข 2 6 ให้พิมพ์ 2 6 [44, 46, 47]

7.3 การทดสอบความจำขณะคิดโดยแบบทดสอบ digit span backward test ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

โปรแกรมจะปรากฏชุดตัวเลขขึ้นมาทีละชุด โดยจะเริ่มตั้งแต่ 2 หลัก และเพิ่มขึ้นทีละหลักไปเรื่อยๆ จนถึง 9 หลัก เช่น ชุดตัวเลขที่ 1 จะปรากฏตัวเลข 1 6 ชุดตัวเลขที่ 2 จะปรากฏตัวเลข 8 9 7 เป็นต้น โดยตัวเลขจะปรากฏ 1 ตัวเลขต่อวินาที เมื่อ สิ้นสุดชุดตัวเลขที่ปรากฏขึ้นมาแต่ละรอบ ให้อาสาสมัครพิมพ์ตัวเลขที่ปรากฏนั้นลงในช่องคำตอบ โดยเรียงตามลำดับจากตัวสุดท้ายไปตัวแรก เช่น เมื่อปรากฏตัวเลข 2 6 ให้พิมพ์ 6 2 [44, 46, 47]



รูปที่ 3 การทดสอบ digit span forward and backward test

8. หลังจากทำแบบทดสอบก่อนทำกิจกรรม (แบบทดสอบชุดที่ 1) เสร็จสิ้น แต่ละกลุ่มดำเนินกิจกรรม ดังนี้

8.1 กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกาย

อาสาสมัครนั่งดูวิดีโอทัศน์การออกกำลังกาย เป็นเวลา 30 นาที

8.2 กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบา (57-63% HRmax และค่า RPE = 9-11)

อาสาสมัครออกกำลังกายโดยการเดินแอโรบิกด้วยความหนักระดับเบาวัดจาก 57-63% HRmax ตามวิธีทัศน์โดยมีผู้วิจัยให้คำแนะนำตลอดช่วงการออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจ และระดับความรู้สึกเหนื่อย (rating perceived exertion : RPE) จะถูกบันทึกทุก 5 นาทีโดยใช้ heart rate monitor (polar รุ่น M 430) และ RPE ตามลำดับเป็นเวลา 30 นาที ระหว่างการออกกำลังกายอาสาสมัครต้องรักษาระดับอัตราการเต้นของหัวใจ 57-63% HRmax และ RPE = 9-11 ก่อน และหลังการออกกำลังกายจะมีการอบอุ่นร่างกาย อย่างละ 5 นาที

8.3 กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง (64-76% HRmax และ RPE = 12-13)

อาสาสมัครออกกำลังกายโดยการเดินแอโรบิกด้วยความหนักระดับปานกลางวัดจาก 64-76% HRmax ตามวิธีทัศน์โดยมีผู้วิจัยให้คำแนะนำตลอดช่วงการออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจและระดับความรู้สึกเหนื่อย (rating perceived exertion : RPE) จะถูกบันทึกทุก 5 นาทีโดยใช้ heart rate monitor (polar รุ่น M 430) และ RPE ตามลำดับเป็นเวลา 30 นาที ระหว่างการออกกำลังกายอาสาสมัครต้องรักษาระดับอัตราการเต้นของหัวใจ 64-76% HRmax และ RPE = 12-13 ก่อน และหลังการออกกำลังกายจะมีการอบอุ่นร่างกายอย่างละ 5 นาที

การออกกำลังกายในกลุ่มที่ 2 และ 3 ใช้เพลงประกอบ และทำออกกำลังกายรูปแบบเดียวกันในทั้ง 2 กลุ่ม แต่ในกลุ่มที่ 3 จะมีความจะมีการเคลื่อนไหวที่เร็วกว่า และมีช่วงการเคลื่อนไหวที่กว้างกว่ากลุ่มที่ 2



รูปที่ 4 การออกกำลังกาย

9. อาสาสมัครทุกกลุ่มทำแบบประเมินความเครียด (ภาคผนวก ค) และแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจหลังทำกิจกรรมตามกลุ่ม (แบบทดสอบชุดที่ 2) คือ

9.1 การทดสอบการเลือกสนใจโดยแบบทดสอบ stroop color word test

9.2 การทดสอบความจำระยะสั้นโดยแบบทดสอบ digit span forward test

9.3 การทดสอบความจำระยะคิดโดยแบบทดสอบ digit span backward test

ในลักษณะเดียวกับการทำแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจก่อนทำกิจกรรมตามกลุ่ม (แบบทดสอบชุดที่ 1)

10. การนัดหมายอาสาสมัครและกิจกรรมระหว่างเข้าร่วมการวิจัย

อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มจะถูกนัดหมายคนละ 1 ครั้ง โดยแต่ละคนใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 1 ชั่วโมง 25 นาที สำหรับอาสาสมัครกลุ่มออกออกกำลังกาย และ ประมาณ 1 ชั่วโมง 15 นาที สำหรับอาสาสมัครกลุ่มควบคุม โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการทำกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

ลำดับที่	กิจกรรม
1	<p>อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จะได้รับการประเมินข้อมูลอาสาสมัครก่อนเริ่มโปรแกรมการออกกำลังกาย (แต่ละคนใช้เวลา ทั้งหมด 25 นาที) ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ ประวัติการออกกำลังกาย และแบบประเมินความเครียด (ใช้เวลา 5 นาที)</li> <li>2 ทดสอบความรู้ความเข้าใจ (cognitive function) ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> <li>- stroop color word test (ใช้เวลา 4 นาที)</li> <li>- digit span forward test (ใช้เวลา 8 นาที)</li> <li>- digit span backward test (ใช้เวลา 8 นาที)</li> </ul> </li> </ol>
2	<p>อาสาสมัครแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามกลุ่มที่ตัวเองอยู่ จำนวน 1 ครั้ง ดังรายละเอียดด้านล่าง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-กลุ่มที่ออกกำลังกายที่ความหนักระดับเบา อาสาสมัครจะออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับเบา (57-63% HRmax) เป็นเวลา 30 นาที โดยก่อนและหลังการออกกำลังกายจะมีการอบอุ่นร่างกายอย่างละ 5 นาที รวมระยะเวลาทั้งหมด 40 นาที</li> <li>-กลุ่มที่ออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลาง อาสาสมัครออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลาง (64 -76% HRmax) เป็นเวลา 30 นาที โดยก่อนและหลังการออกกำลังกายจะมีการอบอุ่นร่างกายอย่างละ 5 นาที รวมระยะเวลาทั้งหมด 40 นาที</li> <li>-กลุ่มควบคุม อาสาสมัครนั่งดูวีดิทัศน์การออกกำลังกายเป็นเวลา 30 นาที</li> </ul>
3	<p>อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม จะได้รับการประเมินข้อมูลอาสาสมัครหลังโปรแกรมการออกกำลังกาย (แต่ละคนใช้เวลา ทั้งหมด 20 นาที) ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stroop color word test (ใช้เวลา 4 นาที)</li> <li>- digit span forward test (ใช้เวลา 8 นาที)</li> <li>- digit span backward test (ใช้เวลา 8 นาที)</li> </ul>

### 5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การศึกษานี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS Statistics version 21.0)

1. ใช้สถิติพรรณนาเพื่ออธิบายลักษณะพื้นฐานของอาสาสมัคร
2. ใช้สถิติ K independent samples test เพื่อเปรียบเทียบคะแนนของการทำแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจระหว่างอาสาสมัครแต่ละกลุ่ม
3. ใช้สถิติ wilcoxon matched pairs test เพื่อเปรียบเทียบคะแนนของการทำแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจภายในกลุ่ม โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่  $p < 0.05$



## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจในนิสิตคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ด้วยการทดสอบการเลือกสนใจโดยแบบทดสอบ stroop color word test การทดสอบความจำระยะสั้นโดยแบบทดสอบ digit span forward test การทดสอบความจำระยะทำงานโดยแบบทดสอบ digit span backward test เปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยความหนักระดับเบา และความหนักระดับปานกลางต่อความรู้ความเข้าใจ แสดงรายละเอียดดังนี้

#### ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร

อาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษานี้เป็นนิสิตคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ได้รับการประชาสัมพันธ์เพื่อเชิญเข้าร่วมการศึกษา เป็นเพศหญิงทั้งหมด 30 คน โดยอาสาสมัครได้รับการแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบา และกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง กลุ่มละ 10 คน อาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษานี้ เป็นนิสิตสาขาวิชากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 4 และทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันของ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และเกรดเฉลี่ย (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร

ลักษณะทั่วไป \ กลุ่ม	กลุ่มควบคุม (n=10)	ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบา (n=10)	ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง (n=10)
อายุ (ปี)	21.70±0.48	21.70±0.48	21.40±0.52
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	53.90±10.27	54.20±9.57	58.00±44.24
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	157.80±4.37	162.60±6.22	160.00±6.16
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.57±3.77	20.54±3.68	22.52±4.70
GPA	2.99±99.38	2.92±0.36	3.18±0.24

BMI = body mass index, GPA = grade point average

โดยการศึกษาคั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบคะแนนก่อน และหลังการทดสอบภายในกลุ่มโดยใช้สถิติ wilcoxon matched pairs test กำหนดให้  $p < 0.05$  พบว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางเมื่อทำแบบทดสอบ stoop color word test ชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.00$   $p=0.00$  และ  $p=0.02$  ตามลำดับ) กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบา มีคะแนนของแบบทดสอบ stoop color word test ชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.00$   $p=0.00$  และ  $p=0.01$  ตามลำดับ) และกลุ่มควบคุมมีคะแนนของแบบทดสอบ stoop color word test ชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.01$   $p=0.01$  และ  $p=0.00$  ตามลำดับ) (ตารางที่ 4 5 และ 6) นอกจากนั้นคะแนนของ digit span forward test ในอาสาสมัครกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.02$ ) (ตารางที่ 7) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อน และหลังของ digit span backward test ในอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม (ตารางที่ 8)

จากนั้นนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ K independent samples test กำหนดให้  $p < 0.05$  พบว่าคะแนนของแบบทดสอบ stoop color word test ในชุดที่ 1 และชุดที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง และกลุ่มควบคุม พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.02$ ) โดยกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางมีคะแนนเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม (ตารางที่ 4 และ 6) นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนของ digit span forward test ระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางกลุ่มและควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.03$ ) เช่นกัน โดยกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางมีคะแนนมากกว่ากลุ่มควบคุม (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 4 การทดสอบ stroop color word test 1

การทดสอบ กลุ่ม	ก่อนการทดสอบ (คะแนน)	หลังการทดสอบ (คะแนน)	P ภายในกลุ่ม	P ระหว่าง กลุ่ม
ควบคุม (n=10)	96.70±10.65	102.90±10.87	0.01*	0.02 <sup>#</sup>
ออกกำลังกายด้วยความ หนักระดับเบา (n=10)	94.10±7.99	106.00±8.63	0.00*	
ออกกำลังกายด้วยความ หนักระดับปานกลาง (n=10)	101.30±8.62	114.10±12.70	0.00*	

\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

<sup>#</sup> ความแตกต่างหลังการทดสอบของกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 5 การทดสอบ stroop color word test 2

การทดสอบ กลุ่ม	ก่อนการทดสอบ (คะแนน)	หลังการทดสอบ (คะแนน)	P ภายในกลุ่ม	P ระหว่าง กลุ่ม
ควบคุม (n=10)	72.30±10.65	75.50±12.14	0.01*	ns
ออกกำลังกายด้วยความ หนักระดับเบา (n=10)	72.40±7.07	80.60±7.99	0.00*	
ออกกำลังกายด้วยความ หนักระดับปานกลาง (n=10)	81.70±14.16	88.00±15.51	0.00*	

\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns = no statistical significance (ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

ตารางที่ 6 การทดสอบ stroop color word test 3

การทดสอบ กลุ่ม	ก่อนการทดสอบ (คะแนน)	หลังการทดสอบ (คะแนน)	P ภายในกลุ่ม	P ระหว่าง กลุ่ม
ควบคุม (n=10)	40.70±8.77	46.60±10.48	0.01*	0.03 <sup>#</sup>
ออกกำลังกายด้วยความ หนักระดับเบา (n=10)	45.20±5.07	52.60±6.29	0.01*	
ออกกำลังกายด้วยความ หนักระดับปานกลาง (n=10)	49.20±8.46	60.50±15.39	0.02*	

\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

<sup>#</sup> ความแตกต่างหลังการทดสอบของกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 7 การทดสอบ digit span forward test

การทดสอบ กลุ่ม	ก่อนการทดสอบ (คะแนน)	หลังการทดสอบ (คะแนน)	P ภายในกลุ่ม	P ระหว่าง กลุ่ม
ควบคุม (n=10)	9.60±2.95	10.10±3.73	0.48	0.03 <sup>#</sup>
ออกกำลังกายด้วยความ หนักระดับเบา (n=10)	9.00±2.87	10.60±2.72	0.48	
ออกกำลังกายด้วยความ หนักระดับปานกลาง (n=10)	12.70±3.09	14.40±2.55	0.02*	

\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

# ความแตกต่างหลังการทดสอบของกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 8 การทดสอบ digit span backward test

การทดสอบ กลุ่ม	ก่อนการทดสอบ (คะแนน)	หลังการทดสอบ (คะแนน)	P ภายในกลุ่ม	P ระหว่าง กลุ่ม
ควบคุม (n=10)	9.60±2.95	10.10±3.73	0.05	ns
ออกกำลังกายด้วยความ หนักระดับเบา (n=10)	9.00±2.87	10.60±2.72	0.05	
ออกกำลังกายด้วยความ หนักระดับปานกลาง (n=10)	11.04±4.20	11.40±3.84	0.36	

ns = no statistical significance (ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)



## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจ โดยการศึกษาครั้งนี้ประเมินความรู้ความเข้าใจในด้านการเลือกสนใจ ความจำระยะสั้น และความจำขณะทำงาน ซึ่งแต่ละด้านถูกประเมินด้วยการทดสอบ stroop color word test การทดสอบ digit span forward test และการทดสอบ digit span backward test ตามลำดับ อาสาสมัครในการศึกษาครั้งนี้เป็นนิสิตเพศหญิงที่กำลังศึกษาในคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จำนวนทั้งหมด 30 คน ถูกแบ่งด้วยวิธีการสุ่มเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ออกกำลังกายระดับเบา และกลุ่มที่ออกกำลังกายระดับปานกลาง หลังสิ้นสุดการทดลองพบว่าทั้ง 3 กลุ่มมีคะแนนการทดสอบ stroop color word test ในชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับก่อนทดลอง และพบว่ามีเพียงกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางที่คะแนนการทดสอบ digit span forward test เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนทดลอง เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่มพบว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง มีคะแนน stroop color word test ในชุดที่ 1 ชุดที่ 3 และ digit span forward test มากกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

#### การเลือกสนใจ (attention)

หลังสิ้นสุดการทดลองพบว่า อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม มีคะแนนการทดสอบ stroop color word test ในชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับก่อนทดลอง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง มีคะแนน stroop color word test ในชุดที่ 1 และ ชุดที่ 3 มากกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ออกกำลังกายที่ระดับเบา กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับเบา มีแนวโน้มคะแนนการทดสอบ stroop color word test มากกว่า กลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นไม่เพียงพอที่ทำให้เกิดการแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลาง มีผลเพิ่มการเลือกสนใจได้มากกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับเบา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาโดย พบว่ากลุ่มที่ได้รับออกกำลังกายแบบผสมผสาน (aerobic, strength, และ stretching exercise training) 3 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จะเพิ่มกระบวนการบริหารจัดการความคิดซึ่งทดสอบโดย stroop color word test แต่กลุ่มควบคุม

(นั่งดูวิดีโอที่ไม่ได้ทำการออกกำลังกาย) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [59] และ Ferris T. และคณะรายงานว่าเมื่อให้อาสาสมัครปั่นจักรยาน 30 นาที ที่ระดับความหนักระดับเบา ( $55\% \text{VO}_2\text{max}$ ) ไม่พบว่ามีความสำคัญทางสถิติของการเลือกสนใจ แต่เมื่อให้อาสาสมัครปั่นจักรยาน 30 นาที ที่ระดับความหนักระดับปานกลาง ( $75\% \text{VO}_2\text{max}$ ) พบว่ามีความสัมพันธ์กับการสนใจซึ่งทดสอบโดยแบบทดสอบ stroop color word test เนื่องมาจากเมื่อออกกำลังกายที่ระดับความหนักมากพอจะส่งผลให้ระดับ brain derived neurotrophic factor (BDNF) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ [60] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาโดยให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกาย (warm up) เป็นเวลา 10 นาทีพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับความเข้มข้นของ BDNF แต่หลังจากให้อาสาสมัครทำการทดสอบ ramp tests แล้วระดับความเข้มข้นของ BDNF เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [61] ในการศึกษาครั้งนี้พบว่ากลุ่มควบคุมมีคะแนนของแบบทดสอบ stroop color word test เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนทดลอง ซึ่งคะแนนที่เพิ่มขึ้นอาจเกิดจากที่กลุ่มควบคุมมีสมาธิ จดจ่อ ขณะดูวิดีโอที่ไม่ได้ทำการออกกำลังกาย มีการหลั่งสารสื่อประสาทที่ช่วยเพิ่มการทำงานของระบบประสาท เช่น นอร์อิพิเนฟริน (norepinephrine) โดพามีน (dopamine) BDNF ที่ช่วยให้การทำงานของสมองทำงานได้ดีขึ้นโดยแตกต่างกันไปตามระดับความหนักที่เพิ่มขึ้น [10-12] และอาจเนื่องมาจากเกิดการเรียนรู้จากการทดสอบ (test wise) ทั้งนี้เพราะเวลาที่ทำการทดสอบก่อน และหลังมีระยะห่างกันประมาณ 1 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ในการทดสอบครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยให้อาสาสมัครทำแบบทดสอบก่อน และหลังทดสอบเป็นแบบทดสอบคนละชุด

#### ความจำระยะสั้น (short-term memory)

ความจำระยะสั้น หมายถึง ความจำที่เราตั้งใจจดจำไว้ชั่วคราวไม่กี่นาที และถ้าไม่มีการทบทวนความทรงจำก็จะลืมไป [62] โดยในการศึกษาครั้งนี้พบว่าในกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางมีความสัมพันธ์ต่อความจำระยะสั้นโดยใช้แบบทดสอบ digit span forward test ในการทดสอบซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาโดยให้อาสาสมัครออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลาง พบว่ามีความสัมพันธ์ต่อความจำซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ความเข้าใจ [63] เช่นเดียวกับการศึกษาที่ให้การออกกำลังกายในวัยรุ่นด้วยความหนักที่ต่างกันพบว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยความหนักระดับหนัก มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ความเข้าใจซึ่งใช้แบบทดสอบ digit span test (digit span forward test และ digit span backward test) ในการทดสอบเนื่องจากความหนักในการออกกำลังกายที่มากขึ้นจะไปเพิ่ม BDNF ให้สังเคราะห์มากขึ้นเช่นกัน [14] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่รายงานว่าทำให้พนักงานออฟฟิศวิ่ง

บนลู่วิ่งด้วยความหนักระดับเบา ไม่มีความแตกต่างสำคัญทางสถิติต่อความรู้ความเข้าใจ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม [64] และในการศึกษาที่ให้อาสาสมัครที่มีภาวะซึมเศร้าการออกกำลังกายด้วยการยืดกล้ามเนื้อเนื้อก็พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ต่อความจำ [65] เช่นกันกับการศึกษาในผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดีโดยให้การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ความแข็งแรง และการยืดเข้าด้วยกัน ด้วยความหนักระดับปานกลาง เป็นเวลา 4 สัปดาห์พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับความจำ โดยใช้แบบทดสอบ digit span test (digit span forward และ digit span backward) ในการทดสอบ [68] ในการศึกษาของครั้งนี้ทำศึกษาในอาสาสมัครในวัยรุ่นที่มีสุขภาพดี และเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ต้องก้าวตามช่องที่กำหนดให้ถูกต้อง ซึ่งต้องอาศัยสมาธิ และความสนใจในขณะที่ออกกำลังกาย ซึ่งอาจส่งผลให้เพิ่มความจำหลังจากการออกกำลังกาย

#### ความจำขณะทำงาน (working memory)

ความจำขณะทำงาน (working memory) คือ ความจำที่เราเอาไว้ใช้งานในขณะนั้น คล้าย กับเวลาที่เราใช้กระดาษทดโดยความจำขณะทำงานจะมีจำกัด เหมือนเรามีกระดาษทด แต่แผ่นเดียวถ้าทดเต็มแล้วก็หมดขอกระดาษเพิ่มไม่ได้ [66] โดยที่ความจำขณะทำงาน ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ดังนี้ [67, 68, 69]

##### 1. ส่วนที่เป็นวงจรเกี่ยวกับเสียง และการได้ยิน (phonological loop)

เป็นความจำระยะสั้นที่เกี่ยวกับคำพูด (verbal short-term memory) เป็นการเก็บข้อมูลในระยะสั้น ๆ เกี่ยวกับคำเกิดจากการใช้กระบวนการประมวลผลข้อมูลทางภาษา (language processing) การฝึกซ้ำ (rehearsal) การแก้ปัญหาเกี่ยวกับคำ (verbal problem solving) เลขคณิต (arithmetic) การวัดความจำระยะสั้นเกี่ยวกับคำ สามารถวัดได้โดยการประเมินจากความสามารถในการจำตัวเลข (digit span) หรือคำศัพท์ (verbal span) และการเพิ่มภาระงานผสมผสานระหว่างการจำคำ และทำโจทย์ปัญหาเลขคณิต [70]

##### 2. ส่วนที่เกี่ยวกับการมองเห็นภาพ และตำแหน่งหรือปริภูมิ (visuospatial sketchpad)

เป็นความจำด้านการมองเห็นภาพ (visual images) ทดสอบได้โดยให้เล่าเรื่องเกี่ยวกับภาพที่มองเห็น และการบอกตำแหน่งของวัตถุ (visuospatial) โดยการทดสอบ spatial span test ซึ่งใช้ทดสอบการจำตำแหน่งของวัตถุโดยให้ผู้ตอบตัดสินใจถึงความสอดคล้อง และรูปแบบที่มีอยู่ของวัตถุ มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการมองเห็นภาพ และตำแหน่งของวัตถุในความจำระยะสั้น [71]

3. ส่วนที่เกี่ยวกับการเรียกข้อมูลจากความจำระยะยาว (episodic buffer) เป็นระบบที่เกิดจากการเรียกกลับคืนข้อมูลจากความจำระยะยาวมาใช้ในความจำระยะสั้น ตัวอย่างเช่นใน

การเรียนรู้เกี่ยวกับคำหรือเลขคณิต นักเรียนจะต้องดึงข้อมูลที่มีอยู่ในความจำระยะยาวมาใช้ [70]

4. ส่วนประมวลผลกลาง (central executive) เป็นระบบที่มีการประสาน และบูรณาการทั้ง 3 ส่วนเข้าด้วยกัน การทำงานทั้งหมดอาศัยการประมวลผลกลางซึ่งเป็นกระบวนการเชิงความคิดหลักของความจำขณะทำงานซึ่งยอมให้ข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในความจำระยะสั้นสามารถถูกจัดกระทำได้ทันที [71]

ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงความจำขณะทำงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากออกกำลังกายที่ความหนักระดับเบาและปานกลาง ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องบางส่วนกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ในผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดี ความแข็งแรงกับความจำขณะคิดไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ [48] อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสมรรถภาพทางกายมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความจำขณะคิดเมื่อทดสอบโดยแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับความจำขณะคิดทั้งหมด 3 ใน 5 ของแบบทดสอบทั้งหมด [49] ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ใช้เพียงแค่หนึ่งการทดสอบเท่านั้นในการประเมินความจำขณะทำงาน การใช้แบบประเมินที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษาอาจส่งผลให้เกิดความแตกต่างกันของผลลัพธ์ นอกจากนี้ การศึกษาที่ในอาสาสมัครวัยรุ่นเพศชายสุขภาพดี เมื่อให้อาสาสมัครออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางพบว่ามีความสัมพันธ์ต่อความจำขณะทำงานโดยใช้ Paired Associates [13] การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาในอาสาสมัครวัยรุ่นหญิง ซึ่งพบว่ามีการศึกษาที่แตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งทำการศึกษาในอาสาสมัครเพศชาย เพศหญิงมีความแตกต่างของระบบประสาท และฮอร์โมนพื้นฐานของความแตกต่างทางเพศส่งผลในด้านพฤติกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งความแตกต่างในความสามารถในการเรียนรู้ [72]

### สรุปผลการศึกษา

พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยความหนักระดับปานกลาง มีผลในเชิงบวกต่อการเลือกสนใจ (attention) และความจำระยะสั้น (short-term memory) ในวัยรุ่น อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความหนักระดับหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพื่อยืนยันระดับความหนักที่เหมาะสมในการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจในวัยรุ่น

**ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ**

1. ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจ แต่มีเพียงแค่ความหนักที่ระดับเบา และความหนักที่ระดับปานกลางเท่านั้น ดังนั้นการศึกษาในอนาคตควรให้มีกลุ่มที่ออกกำลังกายที่ความหนักระดับหนักด้วย
2. สถานที่ที่ทำการเก็บข้อมูล เนื่องจากห้องในการเก็บข้อมูลมีจำนวนจำกัด และต้องใช้ห้องร่วมกับงานวิจัยของกลุ่มอื่นซึ่งอาจทำให้เกิดการรบกวนในการทำแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้
3. ใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลใช้ระยะเวลานาน เนื่องจากผู้วิจัยที่เก็บข้อมูลแบบทดสอบมีเพียง 2 คน และการเก็บข้อมูลต้องใช้ผู้วิจัยคนเดิมเก็บข้อมูล การทำแบบทดสอบแต่ละครั้งชุดในการทำแบบทดสอบมีเพียง 1 เครื่อง เช่น การทำ digit span forward test และ digit span backward test มีคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทำแบบทดสอบเพียงเครื่องเดียวทำให้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลนาน และกลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตคณะสหเวชศาสตร์ซึ่งส่วนมากจะติดเรียนไม่ว่าง ดังนั้นเวลาในการเก็บข้อมูลและการออกกำลังกายแต่ละครั้งอาจมีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงกัน
4. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีอาสาสมัครทั้งเพศหญิง และชายเนื่องจากมีความแตกต่างทางพันธุกรรม



### เอกสารอ้างอิง

1. สุรัมย์ภา เจริญสุข. อิทธิพลของการฝึกแอโรบิกต้านซ์ 3 แบบที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและขา ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ และไขมันในเลือดของนิสิต [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตการออกกำลังกายและการกีฬา]. บรพทา: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยบูรพา; 2552.
2. Greenwood R, Raynard M, Kodeih F, Micelotta E, Lounsbury M. Institutional Complexity and Organizational Responses. *AOM Journals*. 2011; 5(1): 317–371.
3. พรสุดา ส่งศรี, พลวัช จันทร์สุวรรณ, พันธรัตน์ เกตุแก้ว, พิชญา ภูยธิกุล, พิชญา หาญวีระ. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกกำลังกายของนิสิตคณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตร์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2558.
4. พรสุดา ส่งศรี, พลวัช จันทร์สุวรรณ, พันธรัตน์ เกตุแก้ว, พิชญา ภูยธิกุล, พิชญา หาญวีระ. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกกำลังกายของนิสิตคณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตร์]. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2558.
5. ณททัย วงศ์ปการันย์. *Sensorium and Cognition*. [ออนไลน์] 2557 [อ้างเมื่อ 30 กันยายน 2561]. จาก <http://www.med.cmu.ac.th/secret/edserv/curriculum/file/2557/%E0%B>.
6. สถาบันประสาทวิทยา กรมการแพทย์. *แนวทางเวชปฏิบัติ ภาวะสมองเสื่อม Clinical Practice Guidelines : Dementia*. กรุงเทพฯ: สถาบันประสาทวิทยา; 2557.
7. Cooper SB, Bandelow S, Nute ML, Dring KJ, Stannard RL, Morris JG et al. Sprint-based exercise and cognitive function in adolescents. *Preventive Medicine Reports* 2016; 4(1): 155–161.
8. Kirk I. Erickson. Physical activity, fitness and gray matter volume. *Neurobiology of Aging* 2014; 35(2): 20–28.
9. เรืองศักดิ์ ศิริผล. ความหนักของการออกกำลังกาย [ออนไลน์] ม.ป.พ [อ้างเมื่อ 30 กันยายน 2561]. จาก [http://www.thairunning.com/hard\\_exercise.htm](http://www.thairunning.com/hard_exercise.htm).

10. Pinilla F, Hillman C. The Effect of Physical Activity on Cognition Physiological Mechanisms. **Mat Soc Med** 2012; 24(3): 198–202.
11. Kamijo K, Hayashi Y, Sakai T, Yahiro T, Tanaka K, Nishihira Y. Acute Effects of Aerobic Exercise on Cognitive Function in Older Adults. **J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci** 2009; 64(3): 356–63
12. Anders Hansen. **The Real Happy Pill: Power Up Your Brain by Moving Your Body**. 1<sup>st</sup> ed. China. Skyhorse; 2016.
13. Nanda, Bijli, Jagruti Balde, S. Manjunatha. The Acute Effects of a Single Bout of Moderate–Intensity Aerobic Exercise on Cognitive Functions in Healthy Adult Males. **J Clin Diagn Res** 2013; 7(9): 1883–1885.
14. Jeon YK, Ha CH. The effect of Exercise Intensity on brain derived neurotrophic factor and memory in adolescents. **Environ Health Prev Med** 2017; 22(1): 27
15. Tse ACY, Wong TWL, Lee PH. Effect of Low–intensity Exercise on Physical and Cognitive Health in Older Adults. **Send to Sports Med Open** 2015; 1(1): 37
16. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise standards for Testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation** 2001; 128(8) 873–934
17. พิมพ์กา ปัญญาใหญ่. การออกกำลังกายแบบแอโรบิกสำหรับผู้สูงอายุ (aerobic exercise among the elderly). **พยาบาลศาสตร์และสุขภาพ** [วารสารออนไลน์] 2555;ฉบับที่ 2: 41.
18. ธารดาว ทองแก้ว. ออกกำลังกาย. **หมอชาวบ้าน** [วารสารออนไลน์] 2544 [อ้างเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2561] จาก: <https://www.doctor.or.th/article/detail>.
19. Brooks, Tiwari and Martonosi. **Wattch a framework for architectural–level power analysis and optimizations** { Department of Electrical Eengineering}. US: Princeton University; 2000.
20. Robergs A, Scott O. **Exercise, Performance, and Clinical Applications**. 2<sup>th</sup> ed. American: Mosby Press; 1997.
21. Enoka, Stuart. **Respiratory Muscle Training Theory and Practice**. UK: Brunel university; 2013.

22. Glaister Moir, Chris Connaboy. **Strength and Conditioning**. Burlington: Jones & Bartlett Press; 2005.
23. Pierik D, Carel G, Meskers, Ancum M, Numans T, Sjors Verlaan, and etc. High risk of malnutrition is associated with low muscle mass in older hospitalized patients – a prospective cohort study. **BMC Geriatr** 2017; 17(1): 118.
24. Brooks N, McHugh PJ, Lee M, Hartley JA. Alteration in the choice of DNA repair pathway with increasing sequence selective DNA alkylation in the minor groove. **Chemistry & Biology** 2000;7(9): 659–668.
25. Andrew Heffernan. **All About Your Metabolic Energy Systems Experience life**. [serial online] 2012 [cited 2017 Nov. 16]. จาก <https://experiencelife.com/article/all-about-your-metabolic-energy-systems/>
26. พิชิต ภูติจันทร์. **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย พิมพ์ครั้งที่ 2**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์; 2535.
27. กระทรวงสาธารณสุข. **การออกกำลังกายและกีฬาเพื่อสุขภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก; 2546.
28. กรมพลศึกษา. **เอกสารงานทดสอบสมรรถภาพทางกาย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ; 2539.
29. กองสุขศึกษากรม สันับสนุนบริการสุขภาพ. **รายงานผลการเฝ้าระวังพฤติกรรมกรรมการออกกำลังกาย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ; 2546.
30. มนัส ยอดคำ. **สุขภาพกับการออกกำลังกาย**. กรุงเทพฯ: โอเอส พรินต์ติ้ง เฮาส์; 2548.
31. กุลธิดา เหมาเพชร, คมกริช เซาว์พานิช, พรเพ็ญ ลาโพธิ์, วาสิฏฐิ์ เทียมเท่าเกิด. **พฤติกรรมกรรมการออกกำลังกายของบุคลากรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (Behaviors for exercises of personnel in Kasetsart University, Kamphaengsaen campus)**. [วิทยานิพนธ์คณะศึกษาศาสตร์ และพัฒนศาสตร์ ร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)]. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน; 2555.

32. ปิยะนุช รักพานิชย์. **Fitness over 30 เพิ่มความฟิต พิซิติโรด**. กรุงเทพฯ: เอ เอ เปเปอร์ แอนด์ สเตชันเนอรี; 2550.
33. Michael L., Wilmore, Jack H, Fox, Samuel M, III Pollock. **Exercise in health and disease: evaluation and prescription for prevention and rehabilitation** [Department of Physiology]. London: University of Western Ontario; 1984.
34. อรอนงค์ กุละพัฒน์. **ข้อแนะนำการออกกำลังกายสำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข**. กรุงเทพฯ: กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ กรมอนามัย; 2553.
35. Ainsworth BE1, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, and et al. **Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities** *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(9): 498–504.
36. อานันท์ วิชยานนท์. **VO<sub>2</sub> max. SPORTS TRUST** [วารสารออนไลน์] 2559 [อ้างเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2561]. จาก <http://sportssci.blogspot.com/2016/08/vo2-max.html>.
37. Pescatello S, Ross Arena, Deborah Riebe, Paul D. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed.** 2014. *J Can Chiropr Assoc* 2014; 53(3): 328
38. กฤษณา บุญทา\* อุบล พิรุณสาร, เพียรชัย คำวงษ์. **การตอบสนองของระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิตและระดับการใช้พลังงาน ต่อการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดรูปแบบใหม่ในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี (Cardiovascular response and energy expenditure of a novel heart rate maximize test in healthy volunteers)** [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทกายภาพบำบัด]. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2016.
39. ลักขณา สริวัฒน์. **การรู้คิด ( Cognition)**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์; 2558.
40. ทิศนา แคมมณี. **ศาสตร์การสอน**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2545.
41. นิตินันท์ สงวนนามสกุล. **สมองออกแบบได้** [ออนไลน์] 2550 [อ้างเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2561]. จาก: <http://oknation.nationtv.tv/blog/nithinand/2007/02/14/entry-2>.
42. วงศกร แสนวิเศษ. **ส่วนประกอบและหน้าที่ของสมอง** [ออนไลน์] 2556 [อ้างเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2561]. จาก: <https://nkw05790.wordpress.com/2013/01/29>.
43. สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **การจำ การลืม และการคิดของมนุษย์** [ออนไลน์ ] 2559 [อ้างเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2561]. จาก <http://cs.udru.ac.th/58100145224>.

44. E. Haapala. Physical Activity, Academic Performance and Cognition in Children and Adolescents. **Baltic Journal of Health and Physical Activity** 2012; 4(1): 53–61.

45. วนิตา แยมแก้ม. การวิจัยเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างผู้ที่มีพยาธิสภาพทางสมองกับผู้ป่วยไม่มีพยาธิสภาพทางสมองโดยใช้แบบทดสอบสตรูปคัลเลอร์แอนด์เวิร์ดเทสต์ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาคลินิก]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2531.

46. Elaine Tameza, Joel Myersona, Lucy Morrisb, Desir ee A. Whitea, Carolyn Baumb, Lisa Conner. Assessing executive abilities following acute stroke with the trail making Test and digit span. **Behav Neurol** 2011; 24(3): 177–85.

47. Weerasak Muangpaisan, Somboon Intalapaporn, Prasert Assantachai. Digit span and verbal fluency Tests in thai–community. **J Med Assoc Thai** 2010; 93(2): 224–30.

48. K. M. Volkers, E. J. A. Physical Performance Is Associated with Working Memory in Older People with Mild to Severe Cognitive Impairment [Department of Clinical Neuropsychology]. Netherlands: VU University; 2014.

49. Jeon YK, Ha CH. The effect of Exercise Intensity on brain derived neurotrophic factor and memory in adolescents. **Jeon and Ha Environmental Health and Preventive Medicine** 2017; 22(1): 27.

50. Peruyero F, Zapata J, Pastor D, Cervelló E. The Acute Effects of Exercise Intensity on Inhibitory Cognitive Control in Adolescents. **Front Psychol** 2017; 31(8) :921.

51. Catherine L, Phillip D, Colleen A, Jennifer L., Patricia H, Jack A, and et al. Effects of Aerobic Exercise on Overweight Children’s Cognitive Functioning. **Res Q Exerc Sport** 2009; 78(5): 510–519.

52. Albrektsen K, Tarrant S, Pursell A, Kenlan D, Welleford A, Jicha G. An inverted U-shaped dose–response curve for aerobic exercise intensity associated with improved cognitive function in an elderly, community–dwelling cohort. **Front Pharmacol** 2015; 11(8): 259.

53. Nanda, Bijli, Jagruti Balde, and S. Manjunatha. The Acute Effects of a Single Bout of Moderate–Intensity Aerobic Exercise on Cognitive Functions in Healthy Adult Males. *J Clin Diagn Res* 2013; 7(9): 1883–1885.

54. Carla Coetsee, Elmarie Terblanche. The effect of three different exercise training modalities on cognitive and physical function in a healthy older population. *Eur Rev Aging Phys Act* 2017; 14(1); 13.

55. Focht BC, Knapp DJ, Gavin TP, Raedeke TD, Hickner RC. Affective and self-efficacy responses to acute aerobic exercise in sedentary older and younger adults. *J Aging Phys Act*. 2007; 15(2): 123–38.

56. Bernard R. **Fundamentals of biostatistics**. 5<sup>th</sup> ed. Duxbery: Thomson Press; 2000.

57. Cooper SB, Bandelow S, Nute ML, Dring KJ, Stannard RL, Morris JG et al. **Sprint-based exercise and cognitive function in adolescents**[Preventive medicine reports].UK: Nottingham Trent university; 2016.

58. Deborah riede, Jonathan K ehrman, Gary liguori, Meir magal, **ACSM Guideline for exercise testing and prescription**. American: Philadelphia; 2018.

59. Rui Nouchi, Yasuyuki Taki, Hikaru Takeuchi, Atsushi Sekiguchi, Hiroshi Hashizume, Takayuki Nozawa and etc. Four weeks of combination exercise training improved executive functions, episodic memory, and processing speed in healthy elderly people: evidence from a randomized controlled trial. *Age (Dordr)* 2014; 36(2): 787–99.

60. Ferris T, Williams S, and Shen LI. The Effect of Acute Exercise on Serum Brain-Derived Neurothropic Factor Levels and Cognitive Function. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39(4): 728–34.

61. Rojas S, Strüder HK, Vera B, Schmidt A, Bloch W and Hollmann W. Acute BDNF and cortisol response to low intensity exercise and following ramp incremental exercise to exhaustion in humans. *Brain Res* 2006; 1121(1): 59–65.

62.ณัฐรุภัทร์ ชาญเชาวน์กุล. **กระบวนการจำในสมอง (Memory)** [ออนไลน์] 2560 [อ้างเมื่อ 16 พฤศจิกายน 2561]. จาก <http://kru-mon.com/2017/12/memory-process/?fbclid=IwAR17-FfgKI7SU7PwAiUqh7GqXok1akj6Mr8nl3zKJcHD4rMaOCxinXnzQ>.

63. Bantoft C, Summers MJ, Tranent PJ, Palmer MA, Cooley PD and Pedersen SJ. Effect of Standing or Walking at a Workstation on Cognitive Function: A Randomized Counterbalanced Trial. *Hum Factors* 2016; 58(1): 140–9.

64. Jake Binder, Alex Burant, April Burczyk, Paul Payant, Kristin Zorn, Emily Gerner. **Effects of Moderate Exercise on Short Term Memory An Analysis of Beta Wave Forms and Heart Rate** [Department of Physiology]. American: University of Wisconsin; 2015.

65. Nouchi R, Taki Y, Takeuchi H, Sekiguchi A, Hashizume H, Nozawa T and etc. Four weeks of combination exercise training improved executive functions, episodic memory, and processing speed in healthy elderly people: evidence from a randomized controlled trial. *Age (Dordr)* 2014; 36(2): 787–99.

66. Jesper Krogh, Poul Videbech, Carsten Thomsen, Christian Gluud, Merete Nordentoft. **DEMO-II Trial. Aerobic Exercise versus Stretching Exercise in Patients with Major Depression–A Randomised Clinical Trial** [Department of Biological Psychiatry]. Denmark: University of Copenhagen; 2012.

67. Baddeley, **Working memory** [online] 2010 [cited 16 Nov 2018] Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>.

68. Day J and Sweatt J. **Epigenetic mechanisms in cognition**. [online] 2010 [cited 16 Nov 2018]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3118503/>.

69. Scott J. **Creative Cities: Conceptual Issues and Policy Question**. [online] 2006 [cited 16 Nov 2018]. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.0735-2166.2006.00256>.

70. Annemarie Wright, Ruth G Lowry and Nanette Mutrie. Where is the Theoretical Basis for Understanding and Measuring the Environment for Physical Activity. *Environmental Health Insights* 2008; 2(1): 111–116.

71. Y. Huh, E. J. Yang, S. A. Lee, J.-Y. Lim, K. W. Kim, and etc. **Association between executive function and physical performance in older Korean adults: findings from the Korean Longitudinal Study on Health and Aging**. *Arch Gerontol Geriatr* 2010; 52(3): 156–61.


72 Doreen Kimura. **Sex and Cognition** [online] 1999 [cited 16 Nov 2018].  
Available from: <https://mitpress.mit.edu/books/sex-and-cognition>.





ภาคผนวก ก

แบบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

 <p>University of Phayao Human Ethics Committee</p>	<p>หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วม โครงการวิจัย สำหรับอาสาสมัครเด็กอายุ 7-18 ปี (Informed Consent Form)</p>
--	---

การวิจัยเรื่อง : การศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความ  
เข้าใจใน อาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี (A Study of Aerobic Exercise Intensity  
on Cognition in Healthy Young Adults)

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

ที่อยู่.....

ได้อ่านรายละเอียดจากเอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยที่แนบมาฉบับวันที่  
..... และยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยโดยสมัครใจ

หนูได้รับสำเนาเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยที่ข้าพเจ้าได้ลงนาม  
และ วันที่ พร้อมด้วยเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ทั้งนี้ก่อนที่จะลงนามในใบ  
ยินยอมให้ทำการวิจัยนี้

หนูได้อ่านเอกสารและปรึกษากับหมอ พยาบาล ผู้ปกครอง หรือญาติ และเจ้าหน้าที่ใน  
โครงการในส่วนที่ข้าพเจ้าไม่เข้าใจ และต้องการรู้เพิ่มเติมจนมีความเข้าใจอย่างดีแล้ว โดยหมอ  
และพยาบาลได้ตอบคำถามต่าง ๆ ด้วยความเต็มใจไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนหนูพอใจ

หนูได้อ่านและทำความเข้าใจข้อมูลเกี่ยวกับโครงการวิจัย ข้าพเจ้ามีความเข้าใจใน  
ผลประโยชน์และผลเสียที่อาจได้รับจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้และมีสิทธิ์ที่จะถอนตัว  
ออกจากโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเข้ารับการรักษาพยาบาลใน  
ภายหลัง

หนูทราบจากคุณหมอและพยาบาลว่าคุณหมอและพยาบาลจะไม่มีเก็บข้อมูลใด ๆ  
ของข้าพเจ้าเพิ่มเติม หลังจากที่ข้าพเจ้าขอยกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยและต้องการให้  
ทำลายเอกสารและ/หรือ ตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบทั้งหมดที่สามารถสืบค้นถึงตัวหนูได้

.....ลงนามอาสาสมัครเด็กอายุ 7-18 ปี

(.....) ชื่อของอาสาสมัครเด็กตัวบรรจง

วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

- หนู  ยินยอม  
 ไม่ยินยอม

ให้เก็บตัวอย่างชีวภาพ(เช่น เลือด)ที่เหลือไว้เพื่อการวิจัยในอนาคต

..... ลงนามผู้ให้ความยินยอม  
 (.....) ชื่อผู้ยินยอมตัวบรรจง  
 วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

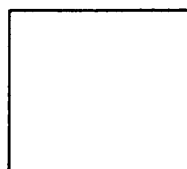
..... ลงนามผู้แทนโดยชอบธรรมผู้ให้ความยินยอม  
 (.....) ชื่อของผู้แทนโดยชอบธรรมตัวบรรจง  
 วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้าได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการไม่พึงประสงค์หรือความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย หรือจากยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด ให้ผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยตามนามข้างต้นได้ทราบและมีความเข้าใจดีแล้ว พร้อมลงนามลงในเอกสารแสดงความยินยอมด้วยความเต็มใจ

..... ลงนามผู้ทำวิจัย  
 (.....) ชื่อผู้ทำวิจัยตัวบรรจง  
 วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....


.....ลงนามพยาน  
 (.....) ชื่อพยาน ตัวบรรจง  
 วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหนังสือได้ แต่ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในแบบคำยินยอมนี้ให้แก่ข้าพเจ้า  
 หวังเข้าใจดี ข้าพเจ้าจึงประทับตราลายนิ้วมือขวาของข้าพเจ้าในแบบคำยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ



ประทับลายนิ้วมือขวา

ลายมือชื่อผู้อธิบาย.....  
 (.....)  
 พยาน.....(ไม่ใช่ผู้อธิบาย)  
 (.....)  
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

 <p>University of Phayao Human Ethics Committee</p>	<p>หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วม โครงการวิจัย สำหรับอาสาสมัครอายุมากกว่า 18 ปีขึ้นไป (Informed Consent Form)</p>
--	--

การวิจัยเรื่อง : การศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความ  
เข้าใจใน อาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี (A Study of Aerobic Exercise Intensity  
on Cognition in Healthy Young Adults)

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

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว.....ที่อยู่.....

ได้อ่านรายละเอียดจากเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยวิจัยที่แนบมาฉบับวันที่  
.....และข้าพเจ้ายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยโดยสมัครใจ

ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยที่ข้าพเจ้าได้ลง  
นาม และ วันที่ พร้อมด้วยเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ทั้งนี้ก่อนที่จะลงนามใน  
ใบยินยอมให้ทำการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย  
ระยะเวลาของการทำวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย หรือจาก  
ยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัย และแนวทางรักษาโดยวิธีอื่นอย่างละเอียด  
ข้าพเจ้ามีเวลาและโอกาสเพียงพอในการซักถามข้อสงสัยจนมีความเข้าใจอย่างดีแล้ว โดย  
ผู้วิจัยได้ตอบคำถามต่าง ๆ ด้วยความเต็มใจไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้ารับทราบจากผู้วิจัยว่าหากเกิดอันตรายใด ๆ จากการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะ  
ได้รับการรักษาพยาบาลโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (และระบุด้วยว่าจะได้รับการชดเชยจาก  
ผู้สนับสนุนการวิจัยหรือไม่.....)

ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกเข้าร่วมในโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องแจ้ง  
เหตุผล และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลต่อการรักษาโรคหรือสิทธิอื่น ๆ ที่  
ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้เฉพาะเมื่อได้รับการยินยอมจากข้าพเจ้าเท่านั้น บุคคลอื่นในนามของบริษัทผู้สนับสนุนการวิจัย คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาอาจได้รับอนุญาตให้เข้ามาตรวจสอบและประมวลผลข้อมูลของข้าพเจ้า ทั้งนี้จะต้องกระทำไปเพื่อวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเท่านั้น โดยการตกลงที่จะเข้าร่วมการศึกษานี้ข้าพเจ้าได้ให้คำยินยอมที่จะให้มีการตรวจสอบข้อมูลประวัติทางการแพทย์ของข้าพเจ้าได้

ผู้วิจัยรับรองว่าจะไม่มีการเก็บข้อมูลใด ๆ เพิ่มเติม หลังจากที่ข้าพเจ้าขอยกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยและต้องการให้ทำลายเอกสารและ/หรือ ตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบทั้งหมดที่สามารถสืบค้นถึงตัวข้าพเจ้าได้

ข้าพเจ้าเข้าใจว่า ข้าพเจ้ามีสิทธิ์ที่จะตรวจสอบหรือแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าและสามารถยกเลิกการให้สิทธิในการใช้ข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าได้ โดยต้องแจ้งให้ผู้วิจัยรับทราบ

ข้าพเจ้าได้ตระหนักว่าข้อมูลในการวิจัยรวมถึงข้อมูลทางการแพทย์ของข้าพเจ้าที่ไม่มีการเปิดเผยชื่อ จะผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกและในคอมพิวเตอร์ การตรวจสอบ การวิเคราะห์ และการรายงานข้อมูลเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการ รวมทั้งการใช้ข้อมูลทางการแพทย์ในอนาคตหรือการวิจัยทางด้านเภสัชภัณฑ์ เท่านั้น

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นและมีความเข้าใจดีทุกประการแล้ว ยินดีเข้าร่วมในการวิจัยด้วยความเต็มใจ จึงได้ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมนี้

..... ลงนามผู้ให้ความยินยอม  
(.....) ชื่อผู้ยินยอมตัวบรรจง  
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้า  ยินยอม  
 ไม่ยินยอม

ให้เก็บตัวอย่างชีวภาพที่เหลือไว้เพื่อการวิจัยในอนาคต

.....ลงนามผู้ให้ความยินยอม  
(.....) ชื่อผู้ยินยอมตัวบรรจง  
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้าได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการไม่พึงประสงค์หรือความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย หรือจากยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด ให้ผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยตามนามข้างต้นได้ทราบและมีความเข้าใจดีแล้ว พร้อมลงนามลงในเอกสารแสดงความยินยอมด้วยความเต็มใจ

..... ลงนามผู้ทำวิจัย  
(.....) ชื่อผู้ทำวิจัย ตัวบรรจง  
วันที่ .....เดือน..... พ.ศ.....

.....ลงนามพยาน  
(.....) ชื่อพยาน ตัวบรรจง  
วันที่ .....เดือน..... พ.ศ.....

ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหนังสือได้ แต่ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในแบบคำยินยอมนี้ให้แก่ข้าพเจ้า ฟังจนเข้าใจดี ข้าพเจ้าจึงประทับตราลายนิ้วมือขวาของข้าพเจ้าในแบบคำยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลายมือชื่อผู้อธิบาย.....  
(.....)

พยาน.....(ไม่ใช่ผู้อธิบาย)  
(.....)

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



ภาคผนวก ข  
แบบคัดกรองอาสาสมัคร

## แบบคัดกรองอาสาสมัคร

การวิจัยเรื่อง : การศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก  
ต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี

แบบสำรวจฉบับนี้สร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลนำไปประกอบการศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี ของนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยพะเยา

## แบบสัมภาษณ์และการบันทึกข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล

**คำชี้แจง** การบันทึกข้อมูล ผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์/สังเกตโดยใช้คำถามที่เป็นตัวเลือก และจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์/สังเกตอาสาสมัครโดยให้กาเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่อง ( ) หน้าตัวเลือกที่ตรงกับข้อมูลมากที่สุด เพียงข้อเดียว ส่วนคำถามที่ให้เขียนตอบ กรุณาเขียนตอบด้วยตัวบรรจง

1. I.D number.....
2. สาขาวิชา  กายภาพบำบัด  เทคนิคการแพทย์
3. เกรดเฉลี่ย.....(ปีการศึกษาที่ 2560)
4. อายุ.....ปี
5. น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย.....
6. ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท
7. อัตราการเต้นของหัวใจ.....ครั้ง/นาที
8. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่
  - ไม่มี
  - มีโรคประจำตัว โปรดระบุ.....
9. ท่านมียาที่ต้องรับประทานเป็นประจำหรือไม่
  - ไม่มี
  - มียาที่ต้องรับประทานเป็นประจำโปรดระบุ.....
10. มีการเจ็บป่วยทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อหรือไม่
  - ไม่มี
  - มี โปรดระบุ...../10 (pain scale) บริเวณ.....

11. ในระยะเวลา 3 เดือนที่ผ่านมาท่านออกกำลังกายหรือไม่หากท่านออกกำลังกายออก ด้วยวิธีใด
- ไม่ออกกำลังกาย
  - ออกกำลังกาย ด้วยวิธี.....
12. จากข้อ 11 หากออกกำลังกาย ความถี่ในการออกกำลังกายอยู่ในระดับใด
- 1-2 ครั้ง/สัปดาห์
  - 3-4 ครั้ง/สัปดาห์
  - มากกว่า 5 ครั้ง/สัปดาห์
13. ขณะมีรอบเดือนท่านมีความผิดปกติ เช่น ปวดหัว ปวดท้อง หงุดหงิด หรือไม่
- ไม่มี
  - มีความผิดปกติ โปรดระบุ.....
14. กรณีฉุกเฉินสามารถติดต่อได้ที่.....





ภาคผนวก ค  
แบบประเมินความเครียด

## แบบประเมินความเครียด

การวิจัยเรื่อง : การศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก  
ต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี

แบบสำรวจฉบับนี้สร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลนำไปประกอบการศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี ของนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยพะเยา

## แบบประเมินความเครียด

คำชี้แจง ในระยะ 3 เดือนที่ผ่านมา มีเหตุการณ์ในข้อใด เกิดขึ้นกับตัวคุณบ้าง และคุณมีความรู้สึกอย่างไรต่อเหตุการณ์นั้น ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเครียด ถ้าข้อไหนไม่ได้เกิดขึ้นให้ข้ามไป

ระดับความเครียด	1	หมายถึง	ไม่รู้สึกเครียด
ระดับความเครียด	2	หมายถึง	รู้สึกเครียดเล็กน้อย
ระดับความเครียด	3	หมายถึง	รู้สึกเครียดปานกลาง
ระดับความเครียด	4	หมายถึง	รู้สึกเครียดมาก
ระดับความเครียด	5	หมายถึง	รู้สึกเครียดมากที่สุด

I.D number.....สาขาวิชา.....วันที่ทำแบบประเมิน.....

ข้อที่	คำถามในระยะ 3 เดือน ที่ผ่านมา	ระดับของความเครียด				
		1	2	3	4	5
1	กลัวทำงานผิดพลาด					
2	ไปไม่ถึงเป้าหมายที่วางไว้					
3	ครอบครัวมีความขัดแย้งกันในเรื่องเงินหรือเรื่องงานในบ้าน					
4	เป็นกังวลกับเรื่องสารพิษหรือมลภาวะในอากาศ น้ำ เสียง และดิน					
5	รู้สึกว่าต้องแข่งขันหรือเปรียบเทียบ					
6	เงินไม่พอใช้จ่าย					

7	กล้ามเนื้อตึงหรือปวด					
8	ปวดหัวจากความตึงเครียด					
9	ปวดหลัง					
10	ความอยากอาหารเปลี่ยนแปลง					
11	ปวดศีรษะข้างเดียว					
12	รู้สึกวิตกกังวล					
13	รู้สึกคับข้องใจ					
14	รู้สึกโกรธ หรือหงุดหงิด					
15	รู้สึกเศร้า					
16	ความจำไม่ดี					
17	รู้สึกสับสน					
18	ตั้งสมาธิลำบาก					
19	รู้สึกเหนื่อยง่าย					
20	เป็นหวัดบ่อย ๆ					
คะแนนรวม						

### ระดับของความเครียด

#### 1. ระดับคะแนน 0 – 23 คะแนน

ท่านมีความเครียดอยู่ในระดับน้อยและหายไปได้ในระยะเวลาสั้น ๆ เป็นความเครียดที่เกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวันและสามารถปรับตัวกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ความเครียดในระดับนี้ถือว่ามิใช่ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตประจำวัน เป็นแรงจูงใจในที่นำไปสู่ความสำเร็จในชีวิตได้

#### 2. ระดับคะแนน 24 – 41 คะแนน

ท่านมีความเครียดในระดับปานกลางเกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวันเนื่องจากมีสิ่งคุกคามหรือ เหตุการณ์ที่ทำให้เครียด อาจรู้สึกวิตกกังวลหรือกลัว ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ ความเครียดระดับนี้ไม่ก่อให้เกิดอันตรายหรือเป็นผลเสียต่อการดำเนินชีวิต ท่านสามารถผ่อนคลายความเครียดด้วยการทำกิจกรรมที่เพิ่มพลัง เช่น ออกกำลังกาย เล่นกีฬา ทำสิ่งที่สนุกสนานเพลิดเพลิน เช่น ฟังเพลง อ่านหนังสือ ทำงานอดิเรก หรือพูดคุยระบายความไม่สบายใจกับผู้ที่ไว้วางใจ

### 3. ระดับคะแนน 42 – 61 คะแนน

ท่านมีความเครียดในระดับสูง เป็นระดับที่ท่านได้รับความเดือนร้อนจากสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ รอบตัว ทำให้วิตกกังวล กลัว รู้สึกขัดแย้งหรืออยู่ในสถานการณ์ที่แก้ไข จัดการปัญหานั้นไม่ได้ ปรึบความรู้สึกด้วยความลำบากจะส่งผลต่อการใช้ชีวิตประจำวัน และการเจ็บป่วย เช่น ความดันโลหิตสูง เป็นแผลในกระเพาะอาหาร ฯลฯ สิ่งที่ท่านต้องรีบทำเมื่อมีความเครียดในระดับนี้คือ คลายเครียดด้วยวิธีที่ทำได้ง่ายแต่ได้ผลดีคือ การฝึกหายใจ คลายเครียด พูดคุยระบายความเครียดกับผู้อื่นไว้วางใจ หาสาเหตุหรือปัญหาที่ทำให้เครียดและหาวิธีแก้ไข หากท่านไม่สามารถจัดการคลายเครียดด้วยตนเองได้ ควรปรึกษากับผู้ให้การศึกษาในหน่วยงานต่าง ๆ

### 4. ระดับคะแนน 62 คะแนนขึ้นไป

ท่านมีความเครียดในระดับรุนแรง เป็นความเครียดระดับสูงที่เกิดต่อเนื่องหรือท่านกำลังเผชิญกับวิกฤตของชีวิต เช่น เจ็บป่วยรุนแรง เรือรังมีความพิการ สูญเสียคนรัก ทรัพย์สิน หรือ สิ่งที่รัก ความเครียดระดับนี้ส่งผลทำให้เจ็บป่วยทางกายและสุขภาพจิต ชีวิตไม่มีความสุข ความคิดฟุ้งซ่าน การตัดสินใจไม่ได้ ยับยั้งอารมณ์ไม่ได้ ความเครียดระดับนี้ถ้าปล่อยไว้จะเกิดผลเสียทั้งต่อตนเองและคนใกล้ชิด ควรได้รับการ ช่วยเหลือจากผู้ให้การศึกษาอย่างรวดเร็ว เช่น ทางโทรศัพท์ หรือผู้ให้การศึกษาในหน่วยงานต่าง ๆ

อ้างอิงจาก กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข



ภาคผนวก ง  
แบบบันทึกการทดสอบ

## แบบบันทึกการทดสอบ

การวิจัยเรื่อง : การศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก  
ต่อความรู้ความเข้าใจในอาสาสมัครวัยรุ่นสุขภาพดี

I.D number .....

อายุ.....วันที่ทำการทดสอบ.....

HR<sub>rest</sub> :.....bpm. RR :.....ครั้ง/นาที BP :.....มิลลิเมตรปรอท

อุณหภูมิ .....องศา HR<sub>max</sub> :.....bpm. (จากสูตร HR<sub>max</sub> = 220 - อายุ)

low intensity (57-63% HR<sub>max</sub>) :.....bpm.

moderate intensity (64-76% HR<sub>max</sub>) :.....bpm.

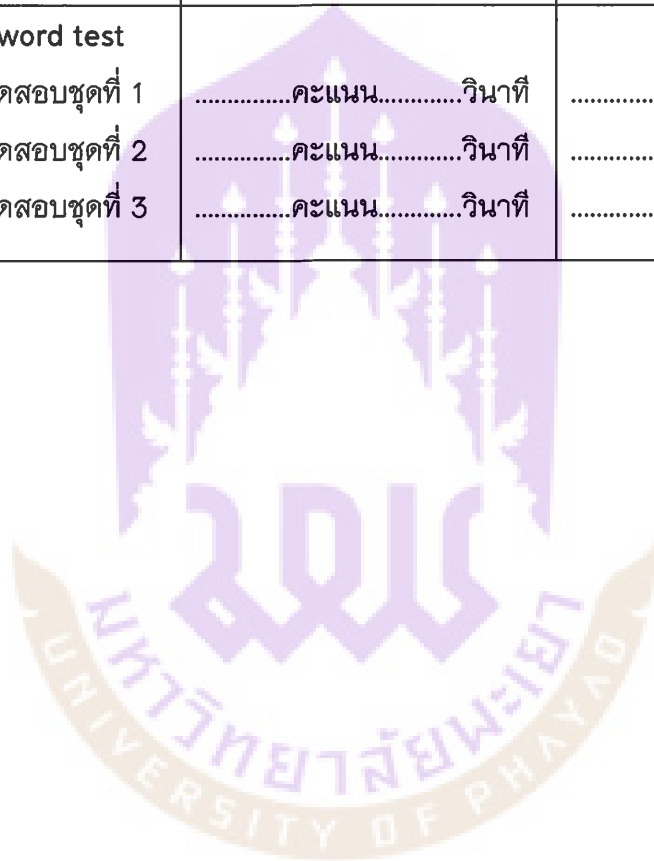
ตารางที่บันทึกตัวชี้วัดขณะออกกำลังกาย

นาทีที่	5	10	15	20	25	30
อัตราการเต้นของหัวใจ (มิลลิเมตรปรอท)						
ระดับความเหนื่อย						

ตารางบันทึกผลการทดลองก่อน-หลังออกกำลังกาย

การทดลอง ตัวแปร	ก่อนการออกกำลังกาย	หลังการออกกำลังกาย
<b>digit span forward test</b>		
- ชุดตัวเลขที่ตอบ ถูกต้อง 2 ครั้ง	ชุดตัวเลข..... คะแนน.....	ชุดตัวเลข..... คะแนน.....
- ชุดตัวเลขที่ตอบ ถูกต้อง 1 ครั้ง	ชุดตัวเลข..... คะแนน.....	ชุดตัวเลข..... คะแนน.....
- คะแนนรวม	.....คะแนน	.....คะแนน
- เวลาที่ใช้	.....นาที	.....นาที

<b>digit span backward test</b> - ชุดตัวเลขที่ตอบ ถูกต้อง 2 ครั้ง - ชุดตัวเลขที่ตอบ ถูกต้อง 1 ครั้ง - คะแนนรวม - เวลาที่ใช้	ชุดตัวเลข..... คะแนน..... ชุดตัวเลข..... คะแนน..... .....คะแนน .....นาที	ชุดตัวเลข..... คะแนน..... ชุดตัวเลข..... คะแนน..... .....คะแนน .....นาที
<b>stroop color word test</b> - แบบทดสอบชุดที่ 1 - แบบทดสอบชุดที่ 2 - แบบทดสอบชุดที่ 3	.....คะแนน.....วินาที .....คะแนน.....วินาที .....คะแนน.....วินาที	.....คะแนน.....วินาที .....คะแนน.....วินาที .....คะแนน.....วินาที





**ภาคผนวก จ**

**rating of perceived exertion (RPE)**

6	Nothing at all	ไม่รู้สึกอะไร
7	Very very light	รู้สึกสบาย
8		
9	Very light	ไม่เหนื่อย
10		
11	Light	เริ่มรู้สึกเหนื่อย
12		
13	Somewhat hard	
14		ค่อนข้างเหนื่อย
15	Hard	
16		
17	Very hard	เหนื่อยมาก
18		
19	Very very hard	เหนื่อยมากที่สุด
20		

ตาราง การรับความรู้สึกเหนื่อย (rating of perceived exertion : RPE)

(จาก : american college of sport medicine, 2010)



ภาคผนวก ฉ

ทำการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายในงานวิจัยนี้เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ผสมผสานระหว่างตาราง 9 ช่องร่วมกับการรำและมวย เนื่องจากตาราง 9 ช่องเป็นการออกกำลังกายชนิดหนึ่งที่ถูกคิดค้น และนำไปพัฒนาในเรื่องการเคลื่อนไหวของร่างกาย รวมถึงการทรงตัว เพื่อให้ร่างกายมี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งยังช่วยฝึกสมอง ซึ่งถือได้ว่าเป็นศูนย์บัญชาการหลักที่ใช้ในการสั่ง การระบบต่างๆ ของร่างกาย การที่สมองของคนเราจะพัฒนาไปได้ด้วยดี ส่วนหนึ่งเกิดจากการ เคลื่อนไหวร่างกาย และกล้ามเนื้อทำงานได้อย่างเต็มที่ ซึ่งการพัฒนาสมองสามารถทำได้ด้วย วิธีง่ายๆ ด้วยการออกกำลังกายเพื่อช่วยการทำงานของระบบประสาท ทำให้ความจำแม่นยำ ช่วยให้เราสามารถมีสุขภาพร่างกายแข็งแรง และเสริมสร้างพัฒนาการคิดได้อย่างมีระบบ

โดยอาศัยหลักการเคลื่อนไหวของมนุษย์ การใช้งานนั้นจะขึ้นอยู่กับว่าเราจะวาง เองใจให้กับสมองอย่างไร และต้องกำหนดการเคลื่อนไหวที่ของร่างกายในรูปแบบต่าง ๆ โดยที่ไม่มี หลักเกณฑ์ตายตัว ซึ่งทุกคนสามารถนำมาปรับใช้ได้ตั้งแต่เด็กเล็กจนถึงผู้สูงอายุ ถือเป็นการ ออกกำลังกายที่ใช้พื้นที่น้อยมาก อีกทั้งยังมีประโยชน์ในด้านกระตุ้นการทำงานของสมองเพื่อ พัฒนาความสามารถในการคิด เสริมสร้างความจำได้ ทั้งยังมีความสนุกสนานเพลิดเพลิน สามารถนำไปปรับใช้ได้กับคนทุกเพศทุกวัย

7	8	9
4	5	6
1	2	3

## ท่าที่ 1



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: วางเท้าทั้งสองข้างยืนอยู่ที่ช่องหมายเลข 2

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 5 แขนกวาดออกข้างลำตัวมือแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 8 แขน กวาดเข้ามาไขว้กันมือจับหงายที่ระดับอก ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 7 แขนกวาดออกข้างลำตัวมือแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 9 แขนกวาดเข้ามาไขว้กันมือจับหงายที่ระดับอก ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 8 แขนกวาดออกข้างลำตัวมือแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) จากนั้นถอยเท้าขวาลงไปที่ช่องหมายเลข 5 แขนกวาดเข้ามาไขว้กันมือจับหงายที่ระดับอก ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่อง

หมายเลข 2 แขนกวาดออกข้างลำตัวมือแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน)  
ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 3 แขนกวาดเข้ามาไขว้กันมือจับหงายที่  
ระดับอก ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 1 แขนกวาดออกข้างลำตัว  
มือแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 2 แขน  
กวาดเข้ามาไขว้กันมือจับหงายที่ระดับอก ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่อง  
หมายเลข 5 แขนกวาดออกข้างลำตัวมือแบที่ ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน)



## ท่าที่ 2



ภาพที่ 2



ภาพที่ 1



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: วางเท้าทั้งสองข้างยืนอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 มือจับหงายระดับสะโพก

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 9 มือสะบัดลง ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 8 มือสะบัดลง ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 7 มือสะบัดลง ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 มือสะบัดลง

: ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 3 มือสะบัดลง ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 2 มือสะบัดลง ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 1 มือสะบัดลง ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 5 มือสะบัดลง

## ท่าที่ 3



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

**ท่าเริ่มต้น**

: วางเท้าทั้งสองข้างยืนอยู่ที่ช่องหมายเลข 5

**ท่าออกกำลังกาย**

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 9 พร้อมกับมือทั้งสองข้าง 2 แบนอก สะบัดขึ้นเหนือศีรษะ ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 เคลื่อนมือทั้งสองข้างลงช้า ๆ ให้อยู่ระดับเอวทางด้านขวา

: ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 1 พร้อมกับมือทั้งสองข้าง 2 จับคว่ำข้าง ลำตัว ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 5 เคลื่อนมือทั้งสองข้างลงช้า ๆ ให้อยู่ระดับเอวขวา ทำวนซ้ำเดิม

: จากนั้นเปลี่ยนขangk้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 7 พร้อมกับมือทั้งสองข้าง 2 แบนอกสะบัดขึ้นเหนือศีรษะ ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 เคลื่อนมือทั้งสองข้างลงช้า ๆ ให้อยู่ระดับเอวทางด้านซ้าย

: ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 3 พร้อมกับมือทั้งข้าง 2 แบนอกสะบัด  
ขึ้นเหนือศีรษะ ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปไปที่ช่องหมายเลข 5 เคลื่อนมือทั้ง 2 ข้าง  
ลงช้า ๆ ให้อยู่ระดับเอวซ้าย



## ท่าที่ 4



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

**ท่าเริ่มต้น**

: วางเท้าทั้งสองข้างยืนอยู่ที่ช่องหมายเลข 5

**ท่าออกกำลังกาย**

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปทีช่องหมายเลข 7 มือซ้ายแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) มือขวาแบที่ระดับเอว (ตั้งวงล่าง) ก้าวเท้าขวาขึ้นไปทีช่องหมายเลข 7 มือทั้ง 2 ข้างเคลื่อนมาจับที่ระดับอก ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 มือขวาแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) มือซ้ายแบที่ระดับเอว (ตั้งวงล่าง) ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 มือทั้ง 2 ข้างเคลื่อนมาจับที่ระดับอก ก้าวเท้าขวาขึ้นไปทีช่องหมายเลข 9 มือขวาแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) มือขวาแบที่ระดับเอว (ตั้งวงล่าง) ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 9 มือทั้ง 2 ข้างเคลื่อนมาจับที่ระดับอกถอยเท้าซ้ายลงไปที่ช่องหมายเลข 5 มือซ้ายแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) มือขวาแบ

ที่ระดับเอว (ตั้งวงล่าง) ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 มือทั้ง 2 ข้าง เคลื่อนมาจับที่ระดับอก ทำวนซ้ำเดิม

: จากนั้นถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 1 มือซ้ายแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) มือขวาแบที่ระดับเอว (ตั้งวงล่าง) ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 1 มือทั้ง 2 ข้างเคลื่อนมาจับที่ระดับอก ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 มือขวาแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) มือซ้ายแบที่ระดับเอว (ตั้งวงล่าง) ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 มือทั้ง 2 ข้างเคลื่อนมาจับที่ระดับอก ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 3 มือขวาแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) มือขวาแบที่ระดับเอว (ตั้งวงล่าง) ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 3 มือทั้ง 2 ข้างเคลื่อนมาจับที่ระดับอก ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 มือซ้ายแบที่ระดับศีรษะ (ตั้งวงบน) มือขวาแบที่ระดับเอว (ตั้งวงล่าง) ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 มือทั้ง 2 ข้างเคลื่อนมาจับที่ระดับอก



## ท่าที่ 5



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

**ท่าเริ่มต้น**

: เท้าทั้งสองข้างยืนอยู่ที่ช่องหมายเลข 9 มือจีบระดับอก (มี 4 จังหวะ)

**ท่าออกกำลังกาย**

: จังหวะที่ 1 ก้าวเท้าซ้ายพร้อมกับหมุนตัวไปที่ช่องหมายเลข 5 จังหวะที่ 2 ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 จังหวะที่ 3 ก้าวเท้าซ้ายพร้อมกับหมุนตัวกลับไปอยู่ที่ช่องหมายเลข 1 จังหวะที่ 4 เขยียดแขนข้างขวาไปด้านหน้า แขนซ้ายยกขึ้นข้างศีรษะ จากนั้นดึงแขนกลับนับเป็นจังหวะที่ 1 จังหวะที่ 2 ก้าวเท้าซ้ายพร้อมกับหมุนตัวไปที่ช่องหมายเลข 5 จังหวะที่ 3 ก้าวเท้าขวาพร้อมกลับหมุนตัวกลับไปอยู่ที่ช่องหมายเลข 3 จังหวะที่ 4 เขยียดแขนข้างซ้ายไปด้านหน้า แขนขวายกขึ้นข้างศีรษะ

ท่าที่ 6



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

**ท่าเริ่มต้น**

: เท้าทั้งสองข้างยืนอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 (สลับมือทุกการยกเท้า)

**ท่าออกกำลังกาย**

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 7 ยกเท้าขวาขึ้นพร้อมกับมือข้างขวาจับอยู่บริเวณท้อง มือข้างซ้ายแบออกอยู่บริเวณศีรษะ (ตั้งวงบน) จากนั้นเท้าขวาอยู่กับที่ช่องหมายเลข 5 เหมือนเดิม ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 3 ยกเท้าขวาขึ้นพร้อมกับมือข้างซ้ายจับอยู่บริเวณท้อง มือข้างขวาแบออกอยู่บริเวณศีรษะ (ตั้งวงบน) จากนั้นเท้าขวาอยู่กับที่ช่องหมายเลข 5 เหมือนเดิม ทำวนซ้ำเดิม

: เปลี่ยนข้างโดยเมื่อหลังเท้าขวาวางอยู่ที่เดิมแล้วก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 จากนั้นเปลี่ยนเป็นเท้าขวาก้าวเท้าซ้ายอยู่กับที่แทน แล้วก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 9 ยกเท้าซ้ายขึ้นพร้อมกับมือข้างขวา

จับอยู่บริเวณท้อง มือข้างซ้ายแบออกอยู่บริเวณศีรษะ (ตั้งวงบน)  
จากนั้นเท้าซ้ายอยู่กับที่ช่องหมายเลข 5 เหมือนเดิม ถอยเท้าขวาไปที่  
ช่องที่ 1 ยกเท้าซ้ายขึ้นพร้อมกับมือข้างซ้ายจับอยู่บริเวณท้อง มือข้าง  
ขวาแบออกอยู่บริเวณศีรษะ (ตั้งวงบน) จากนั้นเท้าซ้ายอยู่กับที่ช่อง  
หมายเลข 5 เหมือนเดิม



### ท่าที่ 7



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

**ท่าเริ่มต้น**

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 3

**ท่าออกกำลังกาย**

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปหมายเลข 7 มือแบออกอยู่บริเวณเหนือศีรษะข้างที่ก้าว (ตั้งวงบน) ก้าวเท้าขวาขึ้นไปหมายเลข 9 มือแบออกอยู่บริเวณเหนือศีรษะข้างที่ก้าว (ตั้งวงบน)

: ถอยเท้าซ้ายไปหมายเลข 1 มือแบออกอยู่บริเวณเอวข้างที่ก้าว (ตั้งวงล่าง) ถอยเท้าขวาไปที่หมายเลข 3 มือแบออกอยู่บริเวณเอวข้างที่ก้าว (ตั้งวงล่าง)

## ท่าที่ 8



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

**ท่าเริ่มต้น**

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างในช่องหมายเลข 2

**ท่าออกกำลังกาย**

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปที่ยังหมายเลข 4 กางแขนมือแบออกอยู่บริเวณหัวไหล่ (ตั้งวงบน) แล้วเหยียดออก ก้าวเท้าขวาขึ้นไปที่ยังหมายเลข 6 กางแขนมือแบออกอยู่บริเวณหัวไหล่ (ตั้งวงบน) แล้วเหยียดออกอีกครั้ง ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปที่ยังหมายเลข 8 แขนเหยียดไปข้างหน้ามือแบออก ข้างซ้ายอยู่บนข้างขวาอยู่ล่าง ก้าวเท้าขวาขึ้นไปที่ยังหมายเลข 8 สลับมือ ข้างซ้ายอยู่ล่างข้างขวาอยู่บน จากนั้นถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 4 กางแขนมือแบออกอยู่บริเวณหัวไหล่ (ตั้งวงบน) แล้วเหยียดออก ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 6 กางแขนมือแบออกอยู่บริเวณหัวไหล่ (ตั้งวงบน) แล้วเหยียดออกอีกครั้ง ถอยเท้าซ้ายขึ้นไปที่ยังหมายเลข 2 แขน

เหยียดไปข้างหน้ามือแบออก ข้างซ้ายอยู่บนข้างขวาอยู่ล่าง ถอยเท้า  
ขวาไปที่ช่องหมายเลข 2 สลับมือข้างซ้ายอยู่ล่างข้างขวาอยู่บน



### ท่าที่ 9



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 2

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 5 ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 5 จากนั้นก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 8 ยกเท้าขวากระโดดพร้อมกับกวาดมือประสานกันเหนือศีรษะ

: ก้าวเท้าขวาลงไปที่ช่องหมายเลข 5 ก้าวเท้าซ้ายลงไปที่ช่องหมายเลข 5 จากนั้นก้าวเท้าขวาลงไปที่ช่องหมายเลข 2 ยกเท้าซ้ายกระโดดพร้อมกับกวาดมือประสานกันเหนือศีรษะ

### ท่าที่ 10



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

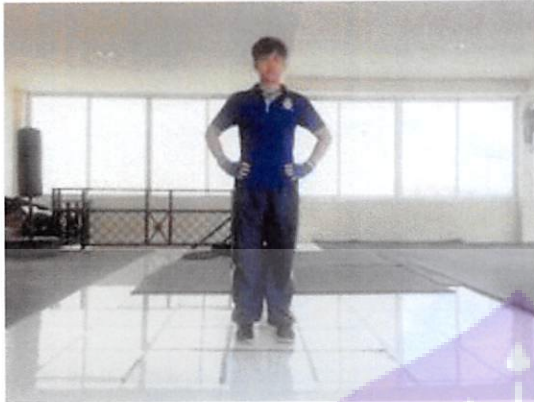
: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 6

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 จากนั้นก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 4 ยกเท้าขวากระโดดพร้อมกับกวาดมือประสานกันเหนือศีรษะ

: ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 จากนั้นก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 6 ยกเท้าซ้ายกระโดดพร้อมกับกวาดมือประสานกันเหนือศีรษะ

### ท่าที่ 11



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5

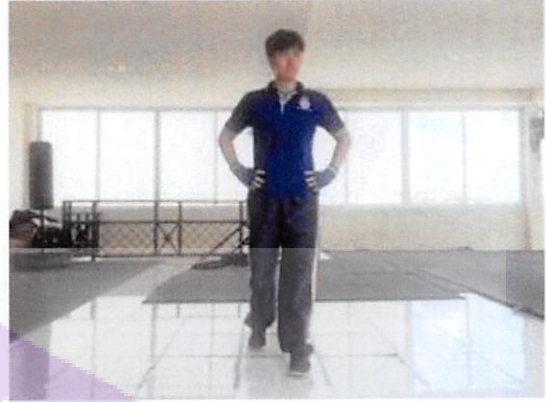
ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 4 ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 6  
ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ยกเท้าขวากระโดดพร้อมกับกวาด  
มือประสานกันได้เข้า ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 6 ก้าวเท้าซ้ายไป  
ที่ช่องหมายเลข 4 ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ยกเท้าซ้าย  
กระโดดกวาดมือประสานกันได้เข้า

ท่าที่ 12



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 8 ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 2 ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ยกเท้าขวากระโดดกวาดมือประสานกันได้เข้า ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 8 ก้าวเท้าซ้ายลงไปที่ช่องหมายเลข 2 ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ยกเท้าซ้ายกระโดดกวาดมือประสานกันได้เข้า

ท่าที่ 13



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 7 ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 9 ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ยกเท้าขวากระโดดพร้อมกับกางแขนออก ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 9 ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 7 ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ยกเท้าซ้ายกระโดดพร้อมกับกางแขนออก

ท่าที่ 14



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายลงไปที่ช่องหมายเลข 1 ก้าวเท้าขวาลงไปที่ช่องหมายเลข 3 ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ยกเท้าขวากระโดดพร้อมกับกางแขนออก ก้าวเท้าขวาลงไปที่ช่องหมายเลข 3 ก้าวเท้าซ้ายลงไปที่ช่องหมายเลข 1 ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ยกเท้าซ้ายกระโดดพร้อมกับกางแขนออก

## ท่าที่ 15



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 3

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 5 ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 5 ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 7 ยกเท้าขวากระโดดพร้อมกวาดมือประสานกันเหนือศีรษะก้าวเท้าขวาลงไปที่ช่องหมายเลข 5 ก้าวเท้าซ้ายลงไปที่ช่องหมายเลข 5 ก้าวเท้าขวาลงไปที่ช่องหมายเลข 3 ยกเท้าซ้ายกระโดด พร้อมกวาดมือประสานกันได้เข้า

ท่าที่ 16



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 7 ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 3 ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ยกเท้าขวากระโดดพร้อมยกมือขึ้นเหนือศีรษะ ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 9 ก้าวเท้าซ้ายลงไปที่ช่องหมายเลข 1 ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ยกเท้าซ้ายกระโดดพร้อมยกมือขึ้นเหนือศีรษะ

ท่าที่ 17



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 ตั้งการ์ด

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 7 ชกแขนซ้าย ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึงแขนซ้ายกลับที่เดิม ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 9 ชกแขนขวา ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึงแขนขวากลับที่เดิม

: ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 1 ชกแขนซ้าย ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 5 ดึงแขนซ้ายกลับที่เดิม ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 9 ชกแขนขวา ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึงแขนขวากลับที่เดิม

## ท่าที่ 18



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

**ท่าเริ่มต้น**

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 ตั้งการ์ด

**ท่าออกกำลังกาย**

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 7 ชกหมัดเสยแขนซ้าย ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึงแขนซ้ายกลับที่เดิม ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 9 ชกหมัดเสยแขนขวา ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึงแขนขวากลับที่เดิม

: ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 1 ชกหมัดเสยแขนซ้าย ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 5 ดึงแขนซ้ายกลับที่เดิม ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 9 ชกหมัดเสยแขนขวา ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึงแขนขวากลับที่เดิม

ท่าที่ 19



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 ตั้งการ์ด

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 9 ตีศอกซ้าย ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึงแขนซ้ายกลับที่เดิม ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 7 ตีศอกขวา ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึงแขนขวากลับที่เดิม

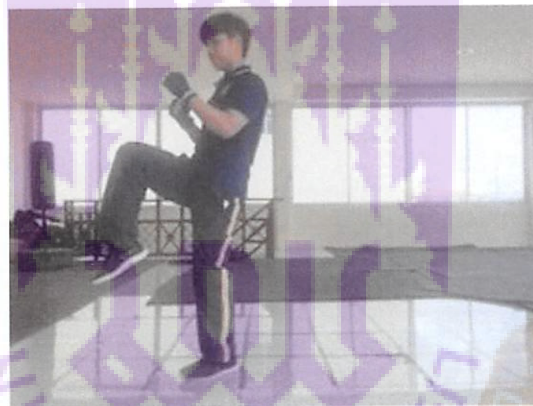
ท่าที่ 20



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 ตั้งการ์ด

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปทีช่องหมายเลข 9 แหงเข้าขวา วางเท้าขวาที่ช่อง 5 เหมือนเดิม ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ก้าวเท้าขวาขึ้นไปทีช่องหมายเลข 7 แหงเข้าซ้าย วางเท้าซ้ายที่ช่อง 5 เหมือนเดิม

: จากนั้นถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 3 แหงเข้าขวา วางเท้าขวาที่ช่อง 5 เหมือนเดิม ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปทีช่องหมายเลข 5 ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 1 แหงเข้าซ้าย วางเท้าซ้ายที่ช่อง 5 เหมือนเดิม

### ท่าที่ 21



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 ตั้งการ์ด

ท่าออกกำลังกาย

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปช่องหมายเลข 9 ชกหมัดข้างไปทางด้านขวา ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึงแขนกลับที่เดิม ก้าวเท้าขวาขึ้นไปช่องหมายเลข 7 ชกหมัดข้างไปทางด้านซ้าย ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึงแขนขวากลับที่เดิม

ท่าที่ 22



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ท่าเริ่มต้น

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 ตั้งการ์ด

ท่าออกกำลังกาย

: ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 1 หมุนตัวตีศอกซ้าย ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไป  
ไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึงแขนซ้ายกลับที่เดิม ถอยเท้าขวาไปที่ช่อง  
หมายเลข 3 หมุนตัวตีศอกขวา ก้าวเท้าขวาขึ้นไปไปที่ช่องหมายเลข 5 ดึง  
แขนขวากลับที่เดิม

ท่าที่ 23



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

**ท่าเริ่มต้น**

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 ตั้งการ์ด

**ท่าออกกำลังกาย**

: ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 4 ใช้ปลายเท้าข้างขวาตีบออกไปด้านข้างของลำตัว โดยเอียงศีรษะออกไปห่างจากลำตัว จากนั้นดึงเท้าขวากลับที่ช่องหมายเลข 5 ที่เดิม ก้าวเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ก้าวเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 6 ใช้ปลายเท้าข้างซ้ายตีบออกไปด้านข้างของลำตัว โดยเอียงศีรษะออกไปห่างจากลำตัว จากนั้นดึงเท้าซ้ายกลับที่ช่องหมายเลข 5 ที่เดิม

## ท่าที่ 24



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

**ท่าเริ่มต้น**

: ยืนด้วยเท้าทั้งสองข้างอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 ตั้งการ์ด

**ท่าออกกำลังกาย**

: ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปอยู่ที่ช่องหมายเลข 8 ใช้เท้าขวาถีบออกไปด้านหลังเหยียดขาตรง จากนั้นดึงเท้าขวากลับไปที่ช่องหมายเลข 5 ที่เดิม ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 5 ก้าวเท้าขวาขึ้นไปอยู่ที่ช่องหมายเลข 8 ใช้เท้าซ้ายถีบออกไปด้านหลัง เหยียดขาตรง จากนั้นดึงเท้าซ้ายกลับไปที่ช่องหมายเลข 5 ที่เดิม

: ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลขที่ 5 ถอยเท้าซ้ายไปที่ช่องหมายเลข 2 เตะเท้าขวาไปข้างหน้า จากนั้นดึงเท้าขวากลับไปที่ช่องหมายเลข 5 ที่เดิม ก้าวเท้าซ้ายขึ้นไปอยู่ที่ช่องหมายเลข 5 ถอยเท้าขวาไปที่ช่องหมายเลข 2

เตะเท้าซ้ายไปข้างหน้า จากนั้นดึงเท้าซ้ายกลับที่ช่องหมายเลข 5 ที่  
เดิม



ภาคผนวก ช

ทำอบอุ่นร่างกายก่อนและหลังการออกกำลังกาย





ท่าที่ 1 : ทำอบอุ่นร่างกายท่าที่ 1

ท่าเริ่มต้น : ยืนตัวตรง

ท่าออกกำลังกาย : ดึงศีรษะ มาด้านข้างให้รู้สึกตึง ทำทั้งด้านซ้ายและด้านขวา 20 วินาที



ท่าที่ 2 : ทำอบอุ่นร่างกายท่าที่ 2

ท่าเริ่มต้น : ยืนตัวตรง

ท่าออกกำลังกาย : ดึงหัวไหล่ไปด้านตรงข้ามให้รู้สึกตึง ทำทั้งด้านซ้ายและด้านขวา 20 วินาที



ท่าที่ 3 : ทำอบอุ่นร่างกายท่าที่ 3

ท่าเริ่มต้น : ยืนตัวตรง

ท่าออกกำลังกาย : มือประสานที่ศีรษะทั้ง 2 ข้าง ยืดหน้าอกยืดให้รู้สึกตึง 20 วินาที



ท่าที่ 4 : ทำอบอุ่นร่างกายท่าที่ 4

ท่าเริ่มต้น : ยืนตัวตรง

ท่าออกกำลังกาย : มือเท้าสะเอว หมุนตัวไปทางด้านขวาพร้อมบิดตัวให้รู้สึกตึง 20 วินาที



ท่าที่ 5 : ทำอบอุ่นร่างกายท่าที่ 5

ท่าเริ่มต้น : ยืนตัวตรง

ท่าออกกำลังกาย : ยืนขาขวาพาดขาซ้าย ใช้มือขวาสอดเข้าขวาลงและค่อยๆย่อขาซ้าย ให้รู้สึกตึงที่ขาขวา ทำทั้ง 2 ข้าง 20 วินาที



ท่าที่ 6 : ทำอบอุ่นร่างกายท่าที่ 6

ท่าเริ่มต้น : ยืนตัวตรง

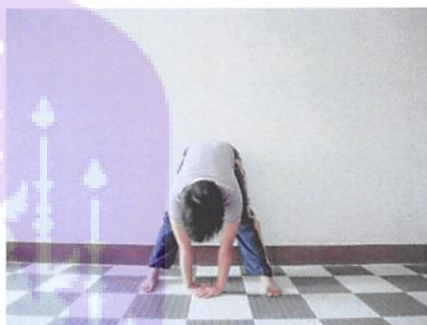
ท่าออกกำลังกาย : งอขาขวาไปด้านหลัง ใช้มือดึงขาให้ตึง ให้รู้สึกตึง 20 วินาที สลับข้าง



ท่าที่ 7 : ทำอบอุ่นร่างกายท่าที่ 7

ท่าเริ่มต้น : ยืนตัวตรง

ท่าออกกำลังกาย : กางขาแคบๆ งอตัวไปแตะเท้าขวา ให้พอรู้สึกตึง 20 วินาที



ท่าที่ 8 : ทำอบอุ่นร่างกายท่าที่ 8

ท่าเริ่มต้น : ยืนตัวตรง

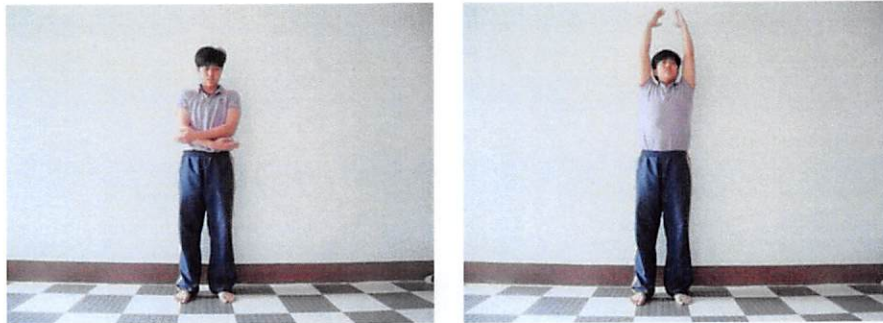
ท่าออกกำลังกาย : กางขาโน้มตัวมาด้านหน้าเอามือแตะพื้น ให้รู้สึกตึง 20 วินาที



ท่าที่ 9 : ทำอบอุ่นร่างกายท่าที่ 9

ท่าเริ่มต้น : ยืนตัวตรง

ท่าออกกำลังกาย : กางขา ยืนมือประสานกันเหยียดขึ้นเหนือศีรษะ ให้รู้สึกตึง 20 วินาที



ท่าที่ 10 : ทำอบอุ่นร่างกายท่าที่ 10

ท่าเริ่มต้น : ยืนตัวตรง

ท่าออกกำลังกาย : กางแขนวาดมือขึ้นเหนือศีรษะ หายใจเข้า จากนั้นวาดแขนลงมา หายใจออก

