

การศึกษาการใช้พลังงานในขณะการเล่นแอคทีฟวิดีโอเกม



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา

พฤษภาคม 2557

การศึกษาการใช้พลังงานในขณะการเล่นแอคทีฟวิดีโอเกม



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา

พฤษภาคม 2557

จตุพล อยู่ชั้นสวัสดิ์.(2557). การศึกษาการใช้พลังงานในขณะการเล่นแอคทีฟวิดีโอเกม.

ปริญญาานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตรการกีฬา:วิทยาศาสตรการออกกำลังกาย). กรุงเทพฯ

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ดร. ถนอมศักดิ์ เสนาคำ.

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาถึงปริมาณการใช้พลังงานขณะเล่นวิดีโอเกม (video game Xbox 360 + Kinect) และระดับความหนักของกิจกรรมในขณะเล่นแอคทีฟวิดีโอเกม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ เป็นนิสิตชายสาขาวิทยาศาสตรการกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒองครักษ์ จำนวน 21 คน [อายุ 18.80 ± 0.60 ปี ดัชนีมวลกาย 21.37 ± 0.17 กก./ม² และความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) 50.1 ± 4.86 มล./กก./นาที] กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนได้รับการสุ่มให้เล่นแอคทีฟวิดีโอเกม (Xbox 360 + Kinect) วันละเกม ๆ ละ 20 นาที จำนวน 4 เกม ได้แก่ รูปแบบที่ 1 ทดลองเล่นเกม มวย (Boxing) รูปแบบที่ 2 ทดลองเล่นเกม แทรคแอนด์ฟิลด์ (track and field) รูปแบบที่ 3 ทดลองเล่นเกม เทเบิลเทนนิส (Table tennis) รูปแบบที่ 4 ทดลองเล่นเกมวอลเลย์บอลชายหาด (Bleach Volley ball) ทำการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจ (HR) นำค่าเฉลี่ย HR ในขณะเล่นเกมไปหาค่าปริมาณการใช้ออกซิเจน (VO_2) โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง $HR-VO_2$ ที่ได้จากการทดสอบ VO_{2max} ก่อนการเล่นเกม หลังจากนั้น นำค่า VO_2 ไปคำนวณหาอัตราการใช้พลังงานในขณะเล่นเกม และ ระดับความหนักของกิจกรรม (ร้อยละของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และ Metabolic equivalents: METs) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีการวัดความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni และกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยพบว่า

อัตราการใช้พลังงานในขณะเล่นเกมมวย แทรคแอนด์ฟิลด์ เทเบิลเทนนิส วอลเลย์บอลชายหาด เท่ากับ 191.7 ± 62.26 , 141.23 ± 55 , 134.60 ± 61.79 และ 194.60 ± 63.81 kal/20 นาที ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจ และ ระดับความหนักของกิจกรรมเป็น 82.58 % 8.4 METs, 82.31 % 8.3 METs, 65.14 % 5.8 METs และ 70.53 % 6.4 METs ตามลำดับ การเล่นแอคทีฟวิดีโอเกมทั้ง 4 เกม ทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้น โดยเกมมวย แทรคแอนด์ฟิลด์ วอลเลย์บอลชายหาดมีระดับความหนักมาก (> 6.0 METs) ส่วนเกมเทเบิลเทนนิสมีระดับความหนักปานกลาง (3.0-6.0 METs) ดังนั้น สามารถใช้แอคทีฟวิดีโอเกมเป็นกิจกรรมเลือกในการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและเพื่อควบคุมน้ำหนักตัว

THE STUDY OF ENERGY EXPENDITURE DURING ACTIVE VIDEO GAME

AN ABSTRACT

BY

JATUPHOL YOOKHANSAWAD



Presented in Partial Fulfillment of the Requirement of the
Master of Sciences Degree in Sports Sciences
at Srinakharinwirot University

May 2014

Jatuphol Yookhansawad. (2014). *The Study of Energy Expenditure during Active Video Game*. Master thesis, M. Sc. (Sport Sciences). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Prof.Dr. Tanormsak Senakham.

The purpose of this research is to study the energy expended during the active video game (video game Xbox 360 + Kinect) and level of intensity during playing the video games. Twenty-one undergraduate male students from Faculty of Physical Education in Sports Science at Srinakharinwirot University were recruited for the study University [Age $18.80 \pm .60$ Year Body Mass Index (BMI) $21.37 \pm 0.17 \text{ kg/M}^2$ and Maximal Oxygen Consumption $\text{VO}_{2\text{max}}$ $50.1 \pm 4.86 \text{ MI/Kg/Minutes}$]. The participants were randomly required to play 4 active video games for 1 game per day. Each game required the participant to play for 20 minutes each game, which are boxing game, track and field, table tennis and beach volleyball. Heart rate (HR) was monitored while the participants were playing the video games. The mean of HR result were employed to verify oxygen consumption (VO_2), using HR- VO_2 linear regression equation obtained during the $\text{VO}_{2\text{max}}$ test prior to the start of playing the video game. In consequence, the VO_2 was used to determine rate of energy expenditure during playing the video game and Activities defined by level of intensity (percentage of HR max and metabolic equivalents: METs), using rate of resting energy expenditure assessed by an automatic gas analyzer. The statistic data were measured using one-way repeated measures ANOVA analysis. By using Bonferroni test to compare the difference multiple pair. Also, an alpha level of 0.05 was used for all statistical tests.

Energy rate during boxing game, track and field, table tennis and beach volleyball were ranged in order of 191.7 ± 62.26 , 141.23 ± 55 , 134.60 ± 61.79 and $194.60 \pm 63.81 \text{ kal/20 minutes}$. The mean of HR were 82.58 % 8.4 METs, 82.31% 8.3 METs, 65.14 % 5.8 METs and 70.53 % 6.4 METs. The result of this case study proved that playing active video games significantly increase energy expenditure. Thus, boxing, track and field and beach volleyball require energetic intensity ($> 6.0 \text{ METs}$), while table tennis is moderate (3.0-6.0 METs). Therefore, active video games can be used for an alternative exercise activity and weight control.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการใช้พลังงานในขณะการเล่นแอคทีฟวิดีโอเกม

ของ

จตุพล อยู่ขันสวัสดิ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ถนอมศักดิ์ เสนาคำ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาภรณ์ ศิลาเลิศเดชกุล)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ประภาพิมน์ บริวัติ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ถนอมศักดิ์ เสนาคำ ที่ปรึกษา ที่ได้สละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำ พร้อมทั้งตรวจแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่งในการทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ และมีคุณค่าทางวิชาการ อีกทั้งยังทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์จากการทำวิจัยซึ่งเป็นสิ่งมีค่าเหนือสิ่งอื่นใด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาภรณ์ ศิลาเลิศเดชกุล และอาจารย์ ดร. ประภาพิมนต์ ปิรวิติ ที่ได้ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่ายิ่งเพื่อเป็นกรรมการในการสอบปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ อีกทั้งกราบขอบพระคุณ คุณครูอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ คอยดูแลเอาใจใส่ ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาที่ดีเสมอมาตั้งแต่เริ่มการศึกษาจนถึงการศึกษาในระดับมหาบัณฑิตในปัจจุบัน รวมถึงการดำรงชีวิตอย่างมีประโยชน์และคุณค่าต่อตนเองและสังคม ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่าง อาสาสมัคร และผู้มีส่วนร่วมทุกท่าน ที่ได้สละเวลาอันมีค่าและให้ความร่วมมือ สนับสนุน ในการเข้าร่วมงานวิจัยนี้อย่างตั้งใจเป็นอย่างดี จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงโดยไม่หวังสิ่งตอบแทน

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่อบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี มีความขยันหมั่นเพียร อดทน และเป็นผู้สนับสนุนทั้งกำลังใจ กำลังใจ พร้อมทั้งกำลังทรัพย์เพื่อให้การศึกษาที่ดีให้แก่ผู้วิจัย คุณความดีของปริญญานิพนธ์เล่มนี้มอบแด่ผู้ให้การสนับสนุนในการวิจัย ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ซึ่งมีส่วนช่วยอำนวยความสะดวกและสนับสนุนงานวิจัยนี้ในด้านต่าง ทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีทุกประการ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

จตุพล อยู่ขันสวัสดิ์

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
	ความสำคัญของการวิจัย.....	3
	ขอบเขตของการวิจัย.....	3
	ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย.....	3
	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย.....	3
	ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
	ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
	สมมติฐานของการวิจัย.....	4
2	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
	แหล่งที่มาของพลังงาน.....	5
	คาร์โบไฮเดรต.....	5
	ไขมัน.....	6
	โปรตีน.....	7
	เมตาบอลิซึมของร่างกาย.....	8
	กระบวนการสร้างพลังงานของกล้ามเนื้อ.....	9
	ระบบพลังงาน.....	9
	ระบบแอนแอโรบิก อลแล็คเทต.....	9
	ระบบแอนแอโรบิก แล็กเทต.....	10
	ระบบแอโรบิก.....	10
	การวัดพลังงานในร่างกาย.....	11
	การใช้พลังงานในร่างกาย.....	13
	พลังงานพื้นฐานหรือพลังงานที่ใช้ในขณะที่ร่างกายพักผ่อน.....	14
	พลังงานที่ใช้ประกอบกิจกรรม.....	15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
พลังงานสูญเสียเปล่า.....	15
ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน.....	15
การกำหนดปริมาณและคุณภาพของการออกกำลังกายสำหรับการพัฒนาและคงสภาพ ทางกาย	18
ความหนัก.....	18
งานระดับเบา	19
งานระดับปานกลาง	19
งานระดับหนัก	19
ระยะเวลา.....	19
ความถี่.....	19
รูปแบบของกิจกรรม.....	19
การฝึกด้วยน้ำหนัก.....	19
พลังงานที่ใช้สำหรับประกอบกิจกรรม.....	20
พลังงานที่ร่างกายใช้สำหรับกิจกรรมงานบ้าน นันทนาการ และกีฬาชนิดต่างๆ.....	20
การกำหนดความต้องการพลังงาน.....	21
พลังงานพื้นฐาน.....	21
กิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกาย.....	21
ความร้อนภายหลังบริโภคอาหารแล้ว.....	21
คิเนค (Kinect)	22
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
งานวิจัยต่างประเทศ.....	23
งานวิจัยในประเทศ.....	26
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	29
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	30
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	31
วิธีการดำเนินการก่อนการทดลอง.....	32
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	32
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	34
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	34
ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง.....	35
ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง.....	35
ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอัตราการใช้พลังงาน.....	36
ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจ.....	37
ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความหนักของกิจกรรม.....	38
การทดสอบความแตกต่างของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากการเล่นเกม แต่ละเกมด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ.....	39
การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากการ เล่นเกมแต่ละเกม	40
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	40
สรุปผลงานวิจัย.....	40
อภิปรายผล.....	42
ข้อเสนอแนะการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	44
บรรณานุกรม.....	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	48
ภาคผนวก ก แบบทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ..	49
ภาคผนวก ข รูปแบบและการทำงานของ Xbox360(Kinect).....	52
ภาคผนวก ค	55
ใบขออนุญาตการทำวิจัยในมนุษย์.....	56
หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย.....	57
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	60



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สภาพสังคมไทยในปัจจุบัน ความสะดวกสบายได้เข้ามามีบทบาทกับการดำเนินชีวิตของเราอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงทำให้คนเราทุกวันนี้ มีการเคลื่อนไหวในการทำสิ่งต่างๆ ของคนเราลดน้อยถอยลงไป จนทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ขึ้นมาอย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็น โรคอ้วน โรคหัวใจ โรคเบาหวาน หรือแม้กระทั่งโรคขาดการเคลื่อนไหวทางกาย ซึ่งเป็นโรคที่เกิดขึ้นใหม่ เนื่องมาจากคนเราทุกวันนี้ มีสิ่งอำนวยความสะดวกสบายมากมาย บริษัทห้างร้านต่าง ๆ ก็แข่งขันกันเพื่อที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่จะอำนวยความสะดวกสบายได้เพิ่มมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น บริการบนโทรศัพท์มือถือที่มีบริการต่าง ๆ ออกมามากมายประกอบด้วย การโอนเงินผ่านโทรศัพท์ การส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) การชำระค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ทำให้คนเราในทุกวันนี้ ขาดกิจกรรมทางกายจนกลายเป็นนิสัย ซึ่งทำให้คนส่วนใหญ่จัดว่าอยู่ในกลุ่ม Sedentary หรือพวกที่ขาดกิจกรรมทางกาย ทำให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพตามมา

กิจกรรมการเคลื่อนไหวทางกายนั้นมีมากมาย เช่น การเดิน ปลูกต้นไม้ ทำสวน เดินจ่ายตลาด กวาดบ้าน ถูบ้าน ล้างรถ ฯลฯ โดยกิจกรรม เหล่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้เราห่างไกลจากโรคภัยต่าง ๆ ได้ เยาวรัตน์ ปรปักษ์ขาม และคณะ (2549) เราจึงควรหันมาใส่ใจในกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางกาย เหล่านี้เพิ่มขึ้น หรือแม้กระทั่งออกกำลังกายอย่างจริงจัง และการที่คนเราจะทำกิจกรรม ได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืนนั้นจะต้องเป็นไปในสิ่งที่เราชอบ และสิ่งที่เราชอบส่วนใหญ่มักเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และเมื่อเรากล่าวถึงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสนุกสนาน คำว่า “เกม” ก็จะเป็นหนึ่งในคำตอบของใครหลาย ๆ คน

เกมเป็นสิ่งที่ทั่วโลกนิยมเล่นกัน มีหลากหลายประเภทไม่ว่าเกมที่เป็นกิจกรรมหรือเกมที่อยู่บนคอนโซล ซึ่งมีหลากหลายประเภท อาทิเช่น เกมแอคชั่น เกมผจญภัย เกมเล่นตามบทบาท เกมจำลอง เกมปริศนา เกมดนตรี เกมกีฬา และอีกมากมาย การเล่นเกมไม่เพียงก่อให้เกิดความสนุกสนานแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ยังก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า และประสบการณ์อื่น ๆ อีกมากมาย เกมกีฬา ในสมัยก่อนจะเป็นเกมที่ผู้เล่นจะต้องนั่งอยู่กับที่ ทำให้การเคลื่อนไหวทางกายนั้นไม่มาก แต่ในปัจจุบันได้มีเครื่องเกม (Video Game Xbox 360 + Kinect) เป็นอุปกรณ์เสริม

ของเครื่องเล่นเกม Xbox ที่ถูกผลิตมาเพื่อเพิ่มความสมจริงและความสนุกสนานในการเล่น การทำงานของ คิเนค (Kinect) สำหรับผู้เล่นนั้นไม่มีอะไรซับซ้อน โดยอุปกรณ์ คิเนค จะประกอบด้วยกล้องรับภาพและไมโครโฟนรับเสียง เมื่อ คิเนค ทำงานนั้นก็จะรับภาพการเคลื่อนไหวของผู้เล่นจากกล้องเข้าสู่ชิปประมวลผลและทำการแปลงสัญญาณออกมา ดังนั้นแนวคิดของ คิเนค ก็คือตัวผู้เล่นจะต้องเป็นจอยคอนโทรลเลอร์ (Joy Controller) เอง ฉะนั้นเกมที่ใช้อุปกรณ์ คิเนค เป็นเกมที่ต้องใช้ร่างกายของผู้เล่นทั้งหมดทุกเกม เช่น เมื่อใช้กับเกมเทเบิลเทนนิส หากไม่มีตัว คิเนค คอยจับลักษณะการเคลื่อนไหว ผู้เล่นก็ยังคงต้องบังคับการตีเทเบิลเทนนิสของตัวละครในเกมด้วยจอยคอนโทรลเลอร์ แต่เมื่อใช้ คิเนค ผู้เล่นก็เพียงแค่ขยับร่างกายในลักษณะของการตีเทเบิลเทนนิสโดยไม่ต้องจอยคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะเพิ่มความรู้สึกสมจริง และมีส่วนร่วมกับการเล่นเกมมากขึ้น

โดยคุณลักษณะการเล่นแบบใหม่ ในแต่ละรูปแบบเกมที่เล่นมีการพัฒนารูปแบบการเล่นไปจนถึงการเคลื่อนไหวเสมือนจริงซึ่งแตกต่างจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ในอดีตและเกมส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างไรก็ตาม แอคทีฟวีตีโอเกมที่มีจำหน่ายมีหลายชนิดกิจกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกมชนิดนี้ยังมีไม่มากนัก นอกจากนี้ แม้ว่าจะงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการเล่นเกมชนิดนี้ทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้น แต่งานวิจัยดังกล่าวได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ในด้านของกลุ่มตัวอย่าง ชนิดของเกมทดสอบ ระยะเวลาที่ทดสอบ วิธีการทดสอบ อนุสมศักดิ์ เสนาคำ (2555)

จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก ว่าการเล่นเกมแอคทีฟวีตีโอเกม จะสามารถนำมาใช้เป็นกิจกรรมหนึ่งในการออกกำลังกายได้อย่างไร และกิจกรรมนี้ควรจัดอยู่ในความหนักระดับใด เพื่อที่เราจะได้มีทางเลือกในการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาในเรื่องของการใช้พลังงานในขณะการเล่นแอคทีฟวีตีโอเกม เพื่อที่จะได้นำไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มกิจกรรมการเคลื่อนไหวต่อไป

ความมุ่งหมายงานวิจัย

เพื่อศึกษาถึงปริมาณการใช้พลังงานขณะเล่นวีดีโอเกม และระดับความหนักของกิจกรรมในขณะเล่นแอคทีฟวีตีโอเกม

ความสำคัญของงานวิจัย

ผลของการศึกษาเป็นแนวทางในการเลือกประเภทของวิดีโอเกมที่เหมาะสมและทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้พลังงานและระดับความหนักของกิจกรรมในการเล่นวิดีโอเกม และเป็นแนวทางในการเลือกกิจกรรมในการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและเพื่อควบคุมน้ำหนักตัว

ขอบเขตของงานวิจัย

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

เป็นนิสิตชาย คณะพลศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จำนวน 843 คน อายุ 18 - 24 ปี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นิสิตชายคณะพลศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จำนวน 21 คน อายุ 18 - 19 ปีซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ทำการศึกษาไม่สามารถควบคุมเรื่องอาหาร การพักผ่อน การเรียนวิชา ปฏิบัติทางพลศึกษา และการปฏิบัติตนในชีวิตประจำวัน ก่อนการเข้าโปรแกรมการออกกำลังกายของผู้เข้ารับการทดลอง
2. ในการเข้าโปรแกรมการออกกำลังกายทุกครั้ง ผู้เข้ารับการทดลองจะอยู่ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่คล้ายคลึงกันและใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน
3. ผู้เข้ารับการทดลองจะต้องเล่นเกมแต่ละเกมอย่างสุดความสามารถ
4. ผู้เข้ารับการทดลองจะต้องเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี และ ออกกำลังกายอย่างน้อยสามครั้งต่อสัปดาห์

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

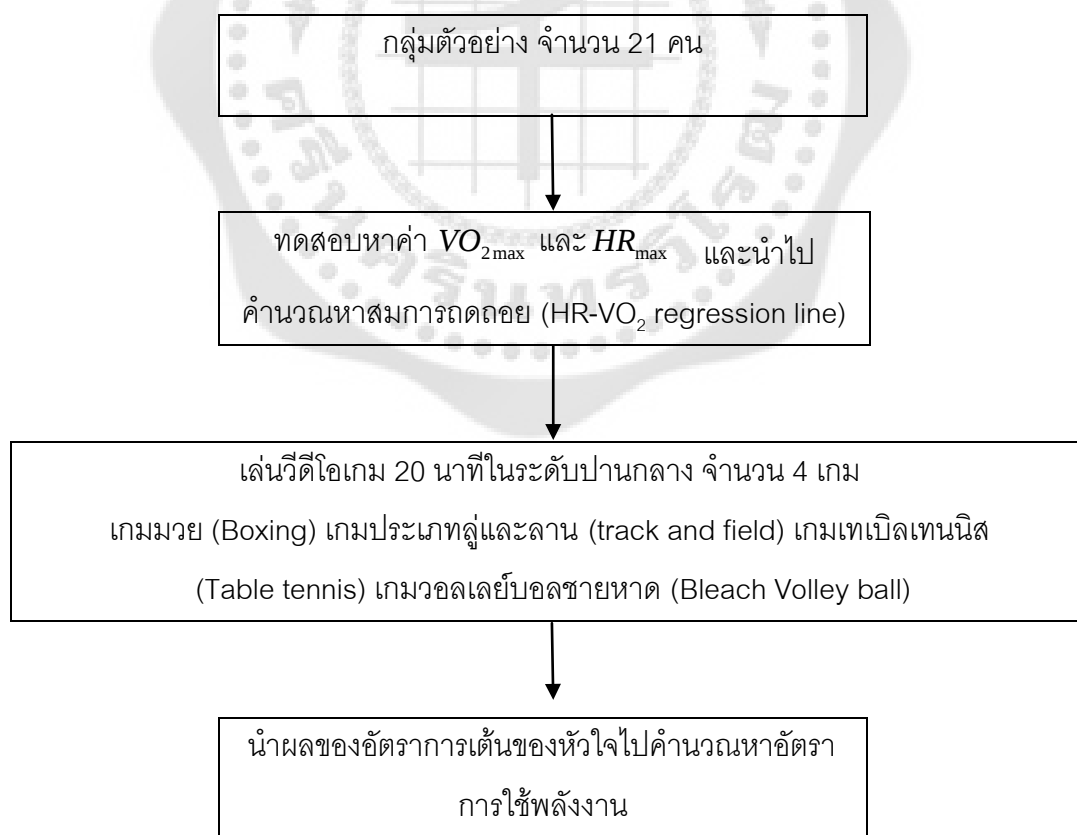
1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ เกมที่ใช้ในการทดลอง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงาน
3. ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ระดับความยากของเกม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. วิดีโอเกม คินect (Kinect) หมายถึง อุปกรณ์เสริมของเครื่องเล่นเกม (Xbox360) โดยสามารถจดจำผู้เล่น (Facial Recognition) และให้ผู้เล่นควบคุมเกมผ่านทางท่าเคลื่อนไหวร่างกายของผู้เล่นโดยตรงโดยไม่จำเป็นต้องมี จอยคอนโทรลเลอร์ (Joy Controller) อีกต่อไป และสามารถจดจำเสียงของผู้เล่นได้ (Voice Recognition) เป็นการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ผู้เล่นแก้ไขปัญหา โดยจะมีกฎเกณฑ์ และเป้าหมายแตกต่างกันไปในแต่ละเกม เช่นการจำลองว่าผู้เล่นวิดีโอเกมเป็นนักกีฬาเทเบิลเทนนิสในการเล่นผู้เล่นจะต้องออกท่าทางในการตบลูกเทเบิลเทนนิสเหมือนกันในการแข่งขันจริง

2. การใช้พลังงาน หมายถึง ปริมาณพลังงานที่ใช้ในแต่ละครั้งของการเคลื่อนไหวร่างกาย หรือออกกำลังกาย มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี (Kcal) ทั้งนี้ปริมาณพลังงานที่ใช้ในแต่ละครั้งจะขึ้นกับน้ำหนักตัว (kg) ระดับความหนักเบาของเกม และเวลาที่ใช้ในการเล่น

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมุติฐานของงานวิจัย

อัตราการใช้พลังงานในขณะการเล่นแอคทีฟวิดีโอเกมแต่ละเกมแตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง“การใช้พลังงานขณะเล่นแอคทีฟวิดีโอเกม (Video Game Xbox 360 + Kinect)”
ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แหล่งที่มาของพลังงาน
 - 1.1 คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)
 - 1.2 ไขมัน (Fat)
 - 1.3 โปรตีน (Protein)
2. เมตาบอลิซึมของร่างกาย
 - 2.1 เมตาบอลิซึม
 - 2.2 ขบวนการสร้างพลังงาน
 - 2.3 ระบบพลังงาน
 - 2.4 การวัดพลังงานของร่างกาย
 - 2.5 การใช้พลังงานในร่างกาย
3. คิเนค (Kinect)
4. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยในประเทศ

1. แหล่งที่มาของพลังงาน

สารอาหารที่ได้รับจากสิ่งที่เรารับประทานแล้วเกิดประโยชน์แก่ร่างกายโดยเฉพาะสารอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานของร่างกายได้มาจากสารอาหารคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดของร่างกายเนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานแรกที่ถูกนำไปใช้ในขณะทำกิจกรรมต่างๆเป็นพลังงานเพียงชนิดเดียวของสมองและระบบประสาท

บทบาทหน้าที่ของคาร์โบไฮเดรต

คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย (2546)

กล่าวถึงบทบาทหน้าที่ของคาร์โบไฮเดรต ได้แก่

- แหล่งพลังงานหลัก คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม เมื่อถูกเผาผลาญในร่างกายจะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี
- สร้างไกลโคเจนเพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำรองของตับและกล้ามเนื้อ
- ช่วยลดการสร้างสารคีโตนซึ่งเกิดจากกระบวนการย่อยสลายไขมันไม่สมบูรณ์มีการคั่งของสารคีโตนซึ่งมีอันตรายต่อร่างกายได้
- เป็นแหล่งพลังงานหลักของสมอง กลูโคสที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นเป็นสารอาหารหลักชนิดเดียวของสมอง

ไขมัน (Fat)

ไขมันที่อยู่ในร่างกายและในอาหารที่รับประทาน โดยทั่วไปอยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ประกอบด้วยกรดไขมัน (Fat acid) 3 โมเลกุลรวมตัวกับกลีเซอรอล (Glycerol) 1 โมเลกุล ไตรกลีเซอไรด์เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานมากที่สุด ไตรกลีเซอไรด์ 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี เนื่องจากโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์เก็บสะสมมากกว่าร้อยละ 80 จะรวมกันอยู่ในรูปเนื้อเยื่อไขมัน เรียกว่าเนื้อเยื่ออะดิพอส (Adipose tissue) พบได้ที่บริเวณต่างๆ ได้แก่ ชั้นใต้ผิวหนัง ภายในช่องท้องและอวัยวะภายในเป็นส่วนใหญ่ ส่วนที่เหลือประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ จะเก็บสะสมในเส้นใยกล้ามเนื้อในรูปของหยดไขมัน (Lipid droplet) ซึ่งในตำแหน่งใกล้เคียงกับการเกิดการเผาผลาญในไมโทคอนเดรียของกล้ามเนื้อให้พลังงานประมาณ 2,000-3,000 กิโลแคลอรี และจะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนของการออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลาง

บทบาทหน้าที่ของไขมัน

ไขมันในอาหารและในร่างกายแบ่งเป็นสองกลุ่มได้แก่ ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟไลพิด โคเลสเตอรอล กรดไขมันและวิตามินชนิดละลายในไขมัน เป็นต้น กลุ่มที่ใหญ่ที่สุดพบในอาหารคือ ไตรกลีเซอไรด์มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ในอาหารองค์ประกอบหลักของไตรกลีเซอไรด์คือกรดไขมันซึ่งแบ่งออกเป็นสองชนิด ได้แก่ กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว ในร่างกายไขมันส่วนใหญ่มีทั้ง ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟไลพิด และโคเลสเตอรอลในสัดส่วนต่างๆ กันขึ้นอยู่กับเนื้อเยื่อและอวัยวะ

หน้าที่ของไขมันมีดังนี้

- เป็นแหล่งกรดไขมันจำเป็นในร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ เช่น กรดไลโนเลนิก (Linolenic acid) กรดอัลฟาไลโนเลนิก (Alpha-linolenic acid) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์
- ไขมันบางชนิดทำหน้าที่สร้างสารสำคัญในร่างกาย เช่น โพรสเตอกลนดิน โคเลสเตอรอล และ ฮอริโมนสเตอรอยด์
- เป็นสารอาหารให้กับพลังงาน
- เป็นแหล่งพลังงานให้กล้ามเนื้อที่ใช้ระยะเวลานานๆ เช่น การออกกำลังกายแบบแอโรบิก
- เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์
- เป็นฉนวนป้องกันอวัยวะต่างๆ
- เป็นฉนวนห่อหุ้มร่างกาย ช่วยเก็บรักษาความร้อนให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย
- เป็นสารหล่อลื่นป้องกันการเสียดสีและลดแรงกระแทกที่อาจเกิดระหว่างข้อต่อต่าง

คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย (2546)

โปรตีน (Protein)

โปรตีนเป็นองค์ประกอบหลักของทุกเซลล์ในร่างกาย ในผู้ใหญ่น้ำหนัก 70 กิโลกรัม มีโปรตีน 11 กิโลกรัมโดยร้อยละ 40 ของโปรตีนอยู่ในกล้ามเนื้อ ร้อยละ 15 อยู่ที่ผิวหนังและเลือด อีกร้อยละ 10 เป็นอวัยวะภายใน เช่น ตับและไต ที่เหลืออีกร้อยละ 35 เป็นโปรตีนในอวัยวะอื่นๆ เช่น สมอง ปอด หัวใจ กระดูก และส่วนที่เป็นของเหลวในร่างกาย คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย (2546)

สนธยา สีละมาด (2547) กล่าวว่า โปรตีนเป็นสารอาหารที่ช่วยเสริมสร้างร่างกายให้เจริญเติบโต ซ่อมแซมร่างกาย รักษาขนาดและน้ำหนักของกล้ามเนื้อ โปรตีนจึงไม่ได้เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญเช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรตและไขมัน แต่สำหรับนักกีฬาประเภทความอดทนการสำรองพลังงาน 5 - 15 % ของการสำรองพลังงานทั้งหมดจะมาจากโปรตีน ซึ่งเปอร์เซ็นต์นี้อาจจะมีการเพิ่มขึ้นเมื่อการทำงานมีความหนักมากขึ้นหรือเมื่อระยะเวลาการออกกำลังกายนานมากขึ้น ในการวิ่งมาราธอนและไตรกีฬาก็จะใช้โปรตีนเป็นต้นตอของพลังงานมากขึ้น ซึ่งเป็นผลให้กล้ามเนื้อมีขนาดเล็กลงและประสิทธิภาพของความสามารถทางกายจะลดลง ด้วยเหตุนี้จึงควรรับประทานโปรตีน 1 - 1.5 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่อวัน แต่ก็ไม่ควรให้มากเกินไป 2 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่ง

กิโลกรัมต่อวัน เนื่องจากไม่มีประโยชน์เพราะโปรตีนที่ร่างกายได้รับร่างกายจะสามารถสังเคราะห์ได้ในระดับหนึ่งเท่านั้นแต่ส่วนที่เหลือก็ต้องขับทิ้ง ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลเสียภายหลังได้

บทบาทหน้าที่ของโปรตีน

โปรตีนเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นในร่างกายตลอดเวลา โปรตีนยังมีหน้าที่อื่นๆอีกมากมาย เช่น

- ช่วยในการเจริญเติบโต ซ่อมแซมหรือชดเชยโปรตีนที่สูญเสียไปและสร้างโปรตีนส่วนที่ใช้หมดไปตลอดเวลา ร่างกายจึงมีการสร้างและสลายโปรตีนร้อยละ 0.3-0.4 ของปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในหนึ่งวันจึงควบคุมระบบชีวเคมีในร่างกาย ร่างกายได้รับกรดอะมิโนจากอาหารเพื่อมาสร้างเป็นโปรตีนที่ร่างกายต้องการเพื่อช่วยในการเจริญเติบโต หรือซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอรวมทั้งเป็นภูมิคุ้มกันโรค ร่างกายใช้โปรตีนเป็นแหล่งพลังงานได้ในกรณีที่ร่างกายได้รับแหล่งพลังงานไม่เพียงพอจากคาร์โบไฮเดรต และไขมัน นอกจากนี้โปรตีนยังมีความสำคัญต่อโครงสร้างของร่างกาย ได้แก่ คอลลาเจน (Collagen) เป็นส่วนที่มีแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสมาเกาะจึงเป็นส่วนของกระดูกและโปรตีนส่วนของเอ็น ที่ยึดกับส่วนของกล้ามเนื้อ รวมทั้งเป็นส่วนของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นโปรตีนชนิดแอกทิน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) สำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อ
- เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ฮอร์โมน ฮีโมโกลบิน สารภูมิคุ้มกัน สารที่ช่วยการแข็งตัวของเลือด เป็นสารตั้งต้นของวิตามิน เป็นส่วนประกอบของโปรตีนในนม เล็บและผิวหนัง
- เป็นตัวขนถ่ายสารอาหารจากผนังลำไส้เล็กเข้าสู่กระแสเลือดและทั่วร่างกาย
- ควบคุมสมดุลน้ำภายนอกและภายในเซลล์
- รักษาอุณหภูมิในร่างกาย โดยโปรตีนทำหน้าที่เป็นสารบัฟเฟอร์เป็นตัวกลางจัดปรับปฏิกิริยาต่างภายในร่างกายไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว
- สร้างภูมิคุ้มกันและทำลายสารพิษ โปรตีนเป็นส่วนหนึ่งที่เป็นสารภูมิคุ้มกันการติดเชื้อ และโปรตีนเอนไซม์มีหลายตัวที่ทำหน้าที่ทำลายสารพิษที่ปนมากับอาหาร อนุมูลอิสระ ก๊าซพิษ (2554)

2. เมตาบอลิซึมของร่างกาย

เมตาบอลิซึมของร่างกาย (Metabolism) หมายถึงปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ของเซลล์ รวมทั้งการสร้างและการใช้พลังงานของร่างกายด้วย การศึกษาเมตาบอลิซึมของการกาย แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ

- เมตาบอลิซึมของพลังงาน (Energy metabolism) ได้แก่เรื่องที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการใช้พลังงานของเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย รวมทั้งความร้อนที่เกิดขึ้นจากการสลายอาหาร การทำงานของหัวใจ การหลั่งน้ำย่อยอาหาร การสร้างฮอร์โมน การหดตัวของกล้ามเนื้อลาย หรือการสลายพลังงาน

- เมตาบอลิซึมของขบวนการที่เกิดกลางทาง (Intermediary metabolism) ได้แก่ ปฏิกริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในร่างกายเกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึมของอาหารคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน การศึกษาทางชีวเคมีทางสรีรวิทยากล่าวถึงเมตาบอลิซึมที่ให้พลังงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- การใช้พลังงาน (Catabolism) ขบวนการที่ร่างกายใช้พลังงาน ได้แก่ ปฏิกริยาทางเคมีที่อาศัย ปฏิกริยาออกซิเดชัน (oxidation) เพื่อสลายสารที่มีโมเลกุลใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง ทำให้เกิดพลังงานที่ร่างกายนำไปใช้ได้ เช่น เมื่อมี oxidation ของอาหารคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน ก็จะทำให้ได้คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำรวมทั้งสารเคมีที่ให้พลังงานได้

- การสร้างพลังงาน (Anabolism หรือ Assimilation) เป็นกระบวนการที่มีการสังเคราะห์หรือสังเคราะห์พลังงาน เช่น การสะสมในรูปของโปรตีน ไขมัน หรือคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งสะสมพลังงานในรูปของสารประกอบฟอสเฟตที่ให้พลังงานมาก (Energy – Rich Phosphate Compound) ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2540)

ขบวนการสร้างพลังงาน

กระบวนการสร้างพลังงานของกล้ามเนื้อ (Muscle Metabolism)

พิระพงศ์ บุญศิริ (2538) ได้กล่าวว่า กระบวนการสร้างพลังงานของกล้ามเนื้อ (Muscle Metabolism) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานในกล้ามเนื้อจากสารอาหารต่างๆ ไปเพื่อการทำงานของกล้ามเนื้อ อาหารเหล่านี้จะถูกย่อยและดูดซึมเข้าไปในกระแสโลหิตไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย ส่วนที่เหลือจะเก็บไว้ในส่วนต่างๆ เมื่อถึงเวลาจำเป็นต้องใช้ก็สามารถดึงออกมาใช้ได้

อาหารหลักที่สำคัญในการทำงานของกล้ามเนื้อ ได้แก่ อาหารพวกไขมัน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน ซึ่งได้แก่ กรดไขมัน (Fatty Acid) กลูโคส และไกลโคเจน สารอาหารทั้งสามชนิดนี้ใช้เพื่อการออกกำลังกายโดยเฉพาะ แต่ละอย่างจะใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันไปตามสภาพความหนักเบาของสภาพบุคคลและชนิดของอาหารที่รับประทาน

ระบบพลังงาน

การทำหน้าที่ของระบบต่างๆ ของร่างกายโดยเฉพาะระบบกล้ามเนื้อ (Muscular System) ใน

การประกอบกิจกรรมต่างๆ หรือในการออกกกำลังกาย ร่างกายล้วนมีความต้องการพลังงานสำหรับการทำหน้าที่ของระบบต่างๆ เพื่อให้ร่างกายสามารถปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ ได้ โดยพลังงานที่ใช้จะมาจากระบบพลังงานที่แตกต่างกันและแต่ละระบบจะมีหน้าที่การทำงานที่เฉพาะเจาะจงขึ้นอยู่กับความหนักและระยะเวลาของการประกอบกิจกรรม ซึ่งระบบพลังงานแบ่งเป็น 3 ระบบดังนี้

- ระบบแอนแอโรบิค อแล็คเทต (Anaerobic Alactate System)

ระบบแอนแอโรบิค อแล็คเทต มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า แหล่งพลังงาน เอทีพีซีพี (ATP-CP energy source) ประเวท เกษกัน (2547) กล่าวว่า เป็นระบบที่นำเอาพลังงานสำรองซึ่งสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อในรูปของ ATP (Adenosine triphosphate) และสามารถสังเคราะห์ ATP ใหม่โดยใช้คีเอทีน ฟอสเฟต (Creatine phosphate : CP) ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ พลังงานที่เกิดขึ้นจะสามารถนำไปใช้ในระยะเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 10 วินาที และการสร้างพลังงานในระบบนี้จะไม่ก่อให้เกิดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ (Lactic acids) เมื่อ ATP ถูกใช้หมดไป CP ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อจะแตกตัวให้ phosphate แล้วทำให้ ATP (Adenosine triphosphate) รวมกับ phosphate กลายเป็น ATP โดยที่ระบบนี้จะเกิดขึ้นใน Sarcoplasm ของเซลล์กล้ามเนื้อ

-ระบบแอนแอโรบิค แล็คเทต (Anaerobic lactate system)

ระบบแอนแอโรบิค แล็คเทต หรือมีชื่อเรียกอีกอย่างว่าแหล่งพลังงานของกรดแลคติก (Lactic acid energy source) ประเวท เกษกัน (2547) กล่าวว่าระบบแอนแอโรบิค แล็คเทต เป็นระบบพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจนแบบเกิดกรดแลคติก (Anaerobic lactic) ซึ่งระบบพลังงานนี้กล้ามเนื้อสร้างพลังงานจากกลูโคส (Glucose) ในกระแสเลือด ไกลโคเจน (Glycogen) ที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อและในตับ สารดังกล่าวจะถูกนำมาสร้างพลังงาน โดยผ่านขบวนการไกลโคไลซิส (Glycolysis) ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจน พลังงานที่ได้จากการแตกตัวของกลูโคส และไกลโคเจน สามารถนำไปใช้สร้าง ATP ให้ 2-3 ATP จึงทำให้สามารถสร้างพลังงานได้อย่างรวดเร็วโดยระบบนี้สามารถสร้าง ATP ซึ่งนำมาใช้ได้ระหว่าง 30-90 นาที แต่ระบบนี้ทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นผลของการสร้างพลังงานในระบบนี้ เมื่อกรด แลคติกถูกสร้างขึ้นในปริมาณที่มากกว่าที่ระบบไหลเวียนโลหิตจะกำจัดออกได้ จะทำให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อ (Muscle fatigue) นั่นคือ มีการรบกวนต่อขบวนการในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ระบบพลังงานดังกล่าวสามารถคงการทำกิจกรรมให้ประมาณ 3 นาที

-ระบบแอโรบิก (Aerobic system)

สนธยา สีละมาด (2547) กล่าวว่า ระบบแอโรบิกต้องการออกซิเจนในกระบวนการเผาผลาญอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม แม้จะมีออกซิเจนอย่างพอเพียง กระบวนการเผาผลาญก็อาจจะถูกจำกัดโดยปัจจัยทางด้านเอนไซม์และไมโทคอนเดรีย ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับการผลิตพลังงาน และถ้ามีจำนวนจำกัดจะทำให้ปริมาณการผลิตพลังงานลดลง ระบบแอโรบิกสามารถใช้เชื้อเพลิงมากกว่าหนึ่งชนิด คาร์โบไฮเดรตและไขมันที่เก็บสะสมอยู่ในร่างกายเป็นต้นตอที่สำคัญของการผลิตพลังงานของระบบแอโรบิก การเก็บสะสมของคาร์โบไฮเดรตจะมีจำนวนจำกัดขณะที่การเก็บสะสมของไขมันมีจำนวนไม่จำกัด การสำรองพลังงานจากทั้งสองต้นตอจะทำงานในเวลาเดียวกัน แต่จะแบ่งสัดส่วนการสำรองพลังงาน โดยขึ้นอยู่กับระดับความหนักของการออกกำลังกาย ระยะเวลาของการออกกำลังกาย และสภาพการฝึกซ้อมของแต่ละบุคคล

การออกกำลังกายที่ระดับความหนักต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal) ระยะเวลายาวนาน ในตอนแรกคาร์โบไฮเดรตจะเป็นเชื้อเพลิงที่สำคัญหรือเป็นต้นตอของพลังงานทั้งหมด แต่เมื่อระยะเวลาการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นการสำรองพลังงานจากการเผาผลาญไขมันจะเข้ามามีบทบาทที่ละน้อยและเพิ่มระดับสูงขึ้นเป็นต้นตอหลักของการผลิตพลังงานทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันของร่างกายในการที่จะคงเหลือไกลโคเจนไว้ในร่างกายสำหรับใช้เป็นพลังงานของสมอง (Brain) กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานเพียงอย่างเดียวสำหรับการทำงานของสมอง การทำงานร่วมกันของคาร์โบไฮเดรตและไขมันจึงเป็นสิ่งที่ดีต่อร่างกาย และสามารถที่จะฝึกซ้อมระบบพลังงานแอโรบิกได้ตลอดชั่วอายุ

การวัดพลังงานในร่างกาย

การวัดการใช้พลังงานของร่างกายมนุษย์ (Measurement human energy expenditure) Brown, Miller and Eason (2006) กล่าวว่าปริมาณของพลังงานที่เกิดขึ้นขณะพักและขณะทำงานของกล้ามเนื้อสามารถวัดอย่างแม่นยำได้หลายวิธี ทั้งการวัดพลังงานทั้งทางตรง และทางอ้อม

การวัดพลังงานโดยตรง (Direct calorimetry) คือ การวัดจากความร้อนที่เกิดจากระบวนการทั้งหมดในร่างกายที่มีการเผาผลาญอาหารที่เกิดขึ้นโดยวัดความร้อนที่ปล่อยออกมาจากร่างกายในห้องควบคุมอากาศ ถึงแม้ว่าการวัดโดยตรงจะมีความแม่นยำสูง แต่ไม่สะดวกในทางปฏิบัติและมีค่าใช้จ่ายสูงในการศึกษาการใช้พลังงานของร่างกายขณะเล่นกีฬาหรือทำกิจกรรมต่างๆ จึงนิยมใช้การวัดพลังงานของร่างกายโดยทางอ้อมมากกว่า

การวัดพลังงานโดยทางอ้อม (Indirect calorimetry) คือ การพยากรณ์การใช้ออกซิเจนของแต่ละบุคคล ในขณะที่พักและขณะออกกำลังกายโดยวัดการหายใจจากการแลกเปลี่ยนก๊าซซึ่งอาจเป็นแบบ “Closed-circuit spirometry” และ “Open- circuit spirometry” เพราะการเผาผลาญพลังงานในร่างกายขึ้นอยู่กับการใช้ออกซิเจน ส่วนพลังงานที่เกิดจากการไม่ใช้ออกซิเจนมีน้อยมาก การศึกษาเกี่ยวกับการวัดพลังงานได้แสดงว่าความร้อนที่ปล่อยออกมาประมาณ 4.82 กิโลแคลอรีจากการรวมของอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน เมื่อมีการเผาผลาญด้วยออกซิเจน 1 ลิตร ในการวัดพลังงานโดยตรงแบบ “Bomb calorimeter” ซึ่งเทคนิคการวัดพลังงานทางอ้อมจะหาค่าพลังงานออกซิเจนได้ 5 กิโลแคลอรีต่อการใช้ออกซิเจน 1 ลิตร ซึ่งการวัดพลังงานทางอ้อมจะง่ายและไม่แพงเหมือนเครื่องวัดโดยตรง และโดยทางอ้อมสามารถเปรียบเทียบกันได้ ซึ่งความแตกต่างของทั้ง 2 วิธีสามารถให้ผลเปรียบเทียบกันได้ใกล้เคียงมากการศึกษาเกี่ยวกับการวัดการใช้พลังงานโดยตรงและโดยทางอ้อมสามารถเปรียบเทียบกันได้ ซึ่งความแตกต่างของทั้ง 2 วิธีมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ± 0.2 เปอร์เซ็นต์ จากวิธีการวัดโดยตรงและค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ± 1 เปอร์เซ็นต์ จากการวัดพลังงานโดยทางอ้อม Wilmore, Costill and Kenney (2008)

การวัดทางการหายใจ (Respiratory Calorimetry) เป็นวิธีการวัดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ ($VCO_2 : VO_2$) ขณะหายใจ เป็นวิธีการที่สะดวกต่อการวัดการใช้พลังงานของร่างกาย ส่วนมากจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Metabolic Cart ซึ่งจะเป็นการวัดปริมาณออกซิเจน (VO_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2) โดยจะมีท่อต่อจากผู้ถูกวัดไปยังเครื่องวิเคราะห์การเผาผลาญโดยกิจกรรมที่มีอาจจะอยู่ในขณะพักหรือเดิน วิ่ง ปั่นจักรยานวัดงานก็ได้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดขึ้นจะหารด้วยปริมาณออกซิเจนที่ใช้ที่เราเรียกว่าอัตราส่วนการแลกเปลี่ยนการหายใจหรือ (Respiratory Exchange Ratio, $RER = VCO_2 / VO_2$) ซึ่งค่า RER นี้จะสามารถใช้คำนวณการเผาผลาญของไขมันและคาร์โบไฮเดรตจากพลังงานสารอาหารทั้งหมด โดยอัตราการเผาผลาญไขมันและคาร์โบไฮเดรต และอัตราการใช้พลังงานจะคำนวณ ได้จากสูตรของฟรายน์ (Frayn, 1983) ดังนี้

$$\text{การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต (g/min)} = 4.55 \times VCO_2 - 3.21 \times VO_2 - 2.87 \times n$$

$$\text{การเผาผลาญไขมัน (g/min)} = 1.67 \times VO_2 - 1.67 \times VCO_2 - 1.92 \times n$$

$$\text{โดย กำหนดโปรตีน (n) = 0}$$

การวัดพลังงานแบบไม่วัดความร้อน (Noncalorimetric Methods) เป็นวิธีวัดจากการประมาณค่า

พลังงานที่ร่างกายใช้ด้วยข้อมูลที่สัมพันธ์กับค่าการใช้พลังงานจากวิธีการวัดพลังงานแบบทางอ้อม (Indirect Respiratory Calorimetry) เช่นการวัดด้วยการใช้ความสัมพันธ์ของเส้นตรงระหว่างอัตราการเต้นหัวใจและปริมาณการใช้ออกซิเจน (HR- VO_2 Regression Line) หรือการใช้เครื่องตรวจวัดการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Accelerometers) ขณะมีกิจกรรมต่าง ๆ (Indirect Respiratory Calorimetry) การวัดพลังงานความร้อนทางอ้อม เป็นวิธีการวัดพลังงานที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวิธีการวัดที่มีข้อผิดพลาดน้อย โดยวิธีนี้มีข้อผิดพลาดน้อยมากแตกต่างจากการวัดพลังงานความร้อนทางตรงไม่เกิน 10% นอกจากนี้ยังสามารถวัดได้ง่ายกว่า สะดวกกว่า และที่สำคัญยังมีต้นทุนในการวัดที่น้อยกว่าการวัดพลังงานความร้อนทางตรง คณะจารย์ภาควิชาสรีรวิทยาคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล (2542)

การใช้พลังงานในร่างกาย

พลังงาน หมายถึง ความสามารถในการเพิ่มระดับอุณหภูมิของน้ำซึ่งหนัก 1 กิโลกรัม ให้เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาพแวดล้อมปกติ หน่วยสำหรับการวัดพลังงานคือกิโลแคลอรี

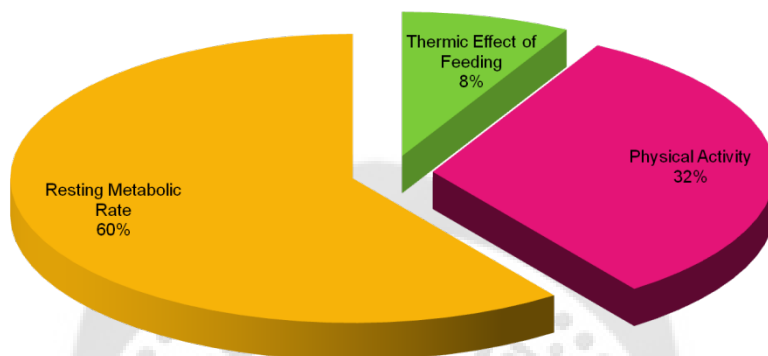
การใช้พลังงานหมายถึง กิจกรรมทางกายที่ต้องใช้พลังงาน ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการประกอบกิจกรรม และชนิดของกิจกรรมการใช้พลังงานของร่างกายในชีวิตประจำวันแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ อัตราการเผาผลาญของร่างกายขณะพัก ($\text{Exp} = (\text{Rmr} - \text{Pea}) \times \text{เวลา}$) พลังงานที่ใช้ในการเผาผลาญอาหารและการใช้พลังงานในกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกาย ฤทธอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, เฉลิมชัยวัชรารักษ์ และวิชิต คณิงสุขเกษม (2535)

เช่นเดียวกับ ACSM (2006) ให้ความหมายการใช้พลังงาน หมายถึง การเผาผลาญระหว่างการทำงานของร่างกาย ซึ่งการใช้พลังงานของร่างกายประจำวันขึ้นอยู่กับ เพศ อายุ อัตราการเผาผลาญอาหารขั้นต่ำ มวลร่างกาย ส่วนประกอบของร่างกาย และระดับกิจกรรมที่ประกอบ มีหน่วยเป็นแคลอรี หรือ กิโลแคลอรี

การสร้างพลังงานจากสารอาหาร ร่างกายจะใช้คาร์โบไฮเดรตซึ่งมีอยู่ในกล้ามเนื้อและเก็บสำรองไว้ที่ตับก่อน หลังจากนั้นจึงจะใช้พลังงานจากไขมัน ถ้าร่างกายไม่ได้รับคาร์โบไฮเดรตและไขมันก็จะใช้โปรตีน แต่การใช้สารอาหารโปรตีนเพื่อสร้างพลังงานจะมีผลเสียมากกว่าผลดี เพราะไตต้องทำงานหนักเพื่อขับไนโตรเจนออกมาในรูปของแอมโมเนียและยูเรีย

การออกกำลังกายและเล่นกีฬาพลังงานที่ใช้ได้มาจากการเผาผลาญสารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ส่วนวิตามิน เกลือแร่ และน้ำ เป็นส่วนประกอบช่วยทำให้เกิดพลังงานและเสริมสร้างกล้ามเนื้อให้แข็งแรง

ภาพประกอบ 1 ส่วนประกอบของการใช้พลังงานทั้งหมด



ที่มา Brown, Miller and Eason, 2006: Wilmore, Costill and Kenney, 2008

การใช้พลังงานในร่างกายจะใช้พลังงานใน 3 ลักษณะดังภาพประกอบ 1 คือ

- **พลังงานพื้นฐานหรือพลังงานที่ใช้ในขณะที่ร่างกายพักผ่อน (Energy expenditure at rest)** เป็นการใช้พลังงานเพื่อให้อวัยวะต่างๆ ภายในร่างกายมีการพักผ่อนประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เช่น การเต้นของหัวใจ การยืดหดของปอด เรียกการใช้พลังงานนี้ว่า “Basal energy requirement” หรือ “Basal metabolism” การวัดพลังงานนี้ควรวัดขณะร่างกายนอนหลับแต่การวัดไม่ค่อยได้ผลจึงให้วัดขณะตื่น พลังงานเบสซึมเมทาบอลิซึมต่อน้ำหนักตัวกิโลกรัมต่อชั่วโมงเรียกว่า ค่า “Basal metabolism rate, BMR” โดยปกติคนในวัยเดียวกันย่อมใกล้เคียงกันแล้วจะค่อยๆ ลดลงเมื่ออายุมากขึ้น

การใช้พลังงานขณะร่างกายพักผ่อนเรียกว่าพลังงานขั้นพื้นฐานนั้นจะใช้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- **ขนาดของร่างกาย (Body size)** คนที่ร่างกายใหญ่ย่อมต้องการพลังงานมากกว่าคนที่มีความร่างกายเล็ก

- **ลักษณะส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition)** เช่น กล้ามเนื้อหนาต้องการพลังงานมากผู้หญิงจะมีพลังงานพื้นฐานต่ำกว่าผู้ชายประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

- อายุ (Age) เด็กมีอัตราการเจริญเติบโตของร่างกายสูงกว่าย่อมต้องการพลังงานพื้นฐานสูงกว่าผู้ใหญ่ที่มีอายุมาก

- การทำงานของต่อมไร้ท่อ (Endocrine activity) ไทรอยด์ผลิตฮอร์โมนมากกว่าปกติจะทำให้พลังงานพื้นฐานสูง ถ้าผลิตฮอร์โมนน้อยกว่าปกติจะทำให้พลังงานพื้นฐานต่ำ

- อุณหภูมิภายนอก (Temperature of environment) ถ้าอากาศเย็นร่างกายจะสูญเสียความร้อนมากก็จะเร่งการเผาผลาญในร่างกายมากขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นการเผาผลาญในร่างกายก็จะลดลง

- การมีไข้ (Fever) ทำให้อุณหภูมิในร่างกายสูงขึ้นจะทำให้การเผาผลาญอาหารมากยิ่งขึ้น

- การตั้งครรภ์ (Pregnancy) “BMR” จะเพิ่มขึ้นในระยะหลังๆ ของการตั้งครรภ์

- **พลังงานที่ใช้ประกอบกิจกรรม (Energy output during various activity)** พลังงานที่ใช้ประกอบกิจกรรมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกิจกรรมนั้นๆ ในการใช้กล้ามเนื้อของร่างกายประมาณ 32 เปอร์เซ็นต์

- **พลังงานสูญเสีย (Specific dynamic action, SDA)** ความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อรับประทานอาหารเข้าไป แต่ร่างกายยังเอาอาหารนี้เป็นพลังงานไปใช้ไม่ได้ โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในประเทศร้อนจะทำให้รู้สึกร้อนและอึดอัดยิ่งขึ้น จึงเรียกว่า พลังงานสูญเสีย (Waste energy) ประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ พลังงานทั้งหมดของร่างกายนั้นมาจากอาหาร ดังนั้นการรับประทานอาหารให้เพียงพอเหมาะสมและถูกต้องครบ 5 หมู่ จึงจะทำให้ร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อและอวัยวะต่างๆ สามารถทำงานอย่างปกติ ถ้ารับประทานน้อยเกินไปร่างกายจะมีพลังงานน้อย ถ้ามากเกินไปก็จะมีพลังงานมาก หากร่างกายใช้ไม่หมดก็จะเหลือกลายเป็นไขมันสะสมในร่างกายทำให้อ้วนและอาจมีอันตรายจากโรคต่างๆ ตามมา Brown, Miller and Eason, 2006: Wilmore, Costill and Kenney (2008)

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน

อัตราการเต้นของหัวใจและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนมีความสัมพันธ์กันจะช่วยให้ประมาณค่าการใช้พลังงานได้ ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงเป็นช่วงกว้างในระดับความหนักของสรีรออกกำลังกายแบบแอโรบิก ในการวัดตัวแปรของอัตราการเต้นของหัวใจเป็นครั้งต่อนาทีและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนเป็นลิตรหรือมิลลิลิตรต่อนาทีความสัมพันธ์จะแปรผันตามบุคคลและเป็นอิทธิพลจากปัจจัยต่อไปนี

- ระดับสมรรถภาพทางแอโรบิกของบุคคล เช่น สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด
- ชนิดของการออกกำลังกาย
- อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม
- ปัจจัยทางจิตใจ
- อาหารที่รับประทาน
- ท่าทางร่างกาย
- กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงาน
- การออกกำลังกายแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง
- การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคงที่หรือแบบเคลื่อนไหว

การใช้อัตราการเต้นของหัวใจประมาณค่าหรือพยากรณ์ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่เกิดขึ้นเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจจากการออกกำลังกายแบบอยู่กับที่หรือเกร็งกล้ามเนื้อ เช่น ยกน้ำหนัก การประมาณค่าจะได้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่ไม่สอดคล้องกับการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านทาน เพราะสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนตอบสนองขณะออกกำลังกายแบบแรงต้านทานจะต่ำกว่าเป็นจริงเมื่อใช้อัตราการเต้นของหัวใจพยากรณ์

ACSM (2006) มีข้อเสนอไว้ดังนี้ 50 เปอร์เซ็นต์, 60 เปอร์เซ็นต์, 80 เปอร์เซ็นต์ และ 90 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดสำหรับบุคคลทั่วไปค่าที่แสดงเหล่านี้มีความแตกต่างกันตามรูปแบบการออกกำลังกายดังตาราง 2 Brown, Miller and Eason (2006)

ตาราง 2 อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดสำหรับบุคคลทั่วไป

รูปแบบ	สมการถดถอย	ข้อสังเกต
การออกกำลังกายลงน้ำหนัก (WB)	$\%VO_{2max} = 1.26(\%HR_{max}) - 31.9$	สมการจากการเดินบนลู่วิ่ง สกี สปีด การก้าวขึ้นลงจาก จำนวนงานวิจัย 7 เรื่อง
การออกกำลังกายพุงน้ำหนัก (WS)	$\%VO_{2max} = 1.36(\%HR_{max}) - 42.3$	สมการจากงานวิจัย 5 เรื่อง จักรยานวัดงาน
พายเรือ (Rower)	$\%VO_{2max} = 1.18(\%HR_{max}) - 21.0$	สมการจากงานวิจัยเพียงเรื่อง เดียว
การวิ่งในน้ำลึก (DWR _{male})	$\%VO_{2max} = 1.50(\%HR_{max}) - 52.1$	สมการจากงานวิจัย 2 เรื่องจาก เด็กหนุ่มและผู้สูงอายุชาย
การวิ่งในน้ำลึก (DWR _{female})	$\%VO_{2max} = 1.63(\%HR_{max}) - 65.2$	สมการจากงานวิจัย 2 เรื่องจาก เด็กสาวและผู้สูงอายุหญิง

ที่มา (Brown, Miller and Eason, 2006)

ตาราง 2 การใช้สมการถดถอยสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน WB=การออกกำลังกายแบบลงน้ำหนัก (Weight bearing), WS=การออกกำลังกายแบบพุงน้ำหนัก (Weight supported), DWR=การเดินในน้ำลึก (Deep water running) ที่มา Brown, Miller and Eason (2006)

การแบ่งระดับงานหรือความหนักเบาของการออกกำลังกายโดยใช้การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเป็นเกณฑ์ ดังนี้ (Work classification by various physiological standard) ตารางที่ 3 Anderson (1985)

- ตามอัตราการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถวัดได้เป็นหน่วยของเมต (MET คือ การเปรียบเทียบการ
ใช้พลังงานเป็นกี่เท่าของอัตราการใช้พลังงานในขณะพัก หรือเป็นกี่เท่าของพลังงานพื้นฐาน) (1 MET
= การใช้ออกซิเจน 3.5 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที
- สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max})

- เปอร์เซ็นต์อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (%VO_{2max})

- อัตราการเต้นของหัวใจ

ตาราง 3 ระดับความหนักของงาน อัตราการใช้พลังงาน และอัตราการเต้นของหัวใจ

ระดับของงานหรือ การออกกำลังกาย (Work classification)	อัตราการใช้พลังงาน (Energy requirement)			อัตราการเต้นของ หัวใจ (Heart rate) (Beat/min)
	MET (ml/kg/min)	VO _{2max} (L/min)	VO _{2max}	
หลับ (Sleep)	น้อยกว่า 3	0.25	น้อยกว่า 2.5	50
ขณะพัก (Rest)	น้อยกว่า 3	0.50	น้อยกว่า 2.5	72
เบา (Light)	น้อยกว่า 3	1.0	น้อยกว่า 2.5	120
ปานกลาง (Moderate)	3-4.5	1.50	26-50	140
หนัก (Heavy)	4.6-7	2.00	51-75	160
หนักมาก (Very heavy)	มากกว่า 7	2.50	มากกว่า 75	180
หนักเต็มที่ (จนหมดแรง) (Exhausting)	มากกว่า 7	3.00	มากกว่า 75	180

ที่มา (Anderson,1985)

การกำหนดปริมาณและคุณภาพของการออกกำลังกายสำหรับการพัฒนาและคงสภาพทางกาย ACSM (2006)

ความหนัก (Intensity) การกำหนดความหนักของการออกกำลังกายเป็นเปอร์เซ็นต์ของความสามารถสูงสุดในการจับหรือใช้ออกซิเจนของร่างกาย เช่นกำหนด 50เปอร์เซ็นต์ ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) หมายถึงความสามารถสูงสุดของร่างกายที่นำออกซิเจนไปใช้ระหว่างออกกำลังกาย ซึ่งบุคคลทั่วไปจะไม่เข้าใจและปฏิบัติได้ยาก เพื่อความเข้าใจง่ายและปฏิบัติได้ง่ายขึ้น กล่าวคือกำหนดให้ับอัตราการเต้นของหัวใจหรือนับชีพจรแทน เช่นกำหนดให้ความหนักของการออก

กำลังกายมากพอที่จะทำให้หัวใจเต้น 130 ครั้งต่อนาที หรือกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด(Maximum heart rate หรือ MHR) ของแต่ละระดับอายุประมาณได้จาก $220 - \text{อายุ}$ (MHR = $220 - \text{อายุ}$) หรือใช้อัตราการเต้นของหัวใจสำรองก็ได้โดยคิดจากอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ด้วยซึ่งมีความแม่นยำสูงกว่าอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดแต่ในทางปฏิบัติทำได้ไม่ถนัดเนื่องจากอัตราการเต้นหัวใจขณะพักเปลี่ยนแปลงทุกวันตามสมรรถภาพ การเจ็บป่วย และความเครียดเป็นต้น คนส่วนใหญ่จะมีช่วงความหนัก 60 -80 เปอร์เซ็นต์ HRR เท่ากับ 77 – 90 เปอร์เซ็นต์ MHR เพียงพอที่จะทำให้พัฒนาสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตโดยกำหนดความบ่อยและระยะเวลาของการฝึกอย่างเหมาะสม

งานระดับเบา เมื่อออกกำลังกายแล้วควรมีอัตราการเต้นหัวใจ 60 เปอร์เซ็นต์ของ MHR หรือเทียบเท่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของ VO_{2max}

งานระดับปานกลาง เมื่อออกกำลังกายแล้วควรมีอัตราการเต้นหัวใจ 70 เปอร์เซ็นต์ของ MHR หรือเทียบเท่า 60 - 65 เปอร์เซ็นต์ ของ VO_{2max}

งานระดับหนัก เมื่อออกกำลังกายแล้วควรมีอัตราการเต้นหัวใจ 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ของ MHR หรือเทียบเท่า 70 - 85 เปอร์เซ็นต์ ของ VO_{2max}

ระยะเวลา (Duration) การออกกำลังกายหรือการฝึกควรมีระยะเวลาดังต่อไปนี้ถึง 60 นาทีเป็นกิจกรรมแบบแอโรบิกอย่างต่อเนื่อง

เวลา 20 นาที เป็นเวลาน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบไหลเวียนเลือดหรือรักษาสภาพร่างกายไว้ได้และเริ่มมีการเผาผลาญไขมัน

เวลา 30 นาที มีการเปลี่ยนแปลงระบบไหลเวียนเลือดมากขึ้น มีการเผาผลาญ อาหาร ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต อย่างละเท่ากันมีความหนักของงาน 60 -65 เปอร์เซ็นต์ของ VO_{2max}

เวลา 45 – 60 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ ถ้าออกกำลังกายเกิน 60 นาที มักจะเป็นการฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขัน

ความถี่ (Frequency) การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ ความบ่อยควรเป็น 3 - 5 ครั้งต่อสัปดาห์

รูปแบบของกิจกรรม เป็นกิจกรรมที่ใช้มัดกล้ามเนื้อใหญ่ๆ จะช่วยรักษาสภาพการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องและเป็นจังหวะ เช่น เดินวิ่ง วิ่งเหยาะ วิ่ง ขี่จักรยาน กระโดดเชือก เดินรำ ว่ายน้ำ ฯลฯ

การฝึกด้วยน้ำหนัก เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ควรเป็นงานปานกลางฝึก 1

ชุด ทำซ้ำ 8 – 12 ครั้ง และควรมีรูปแบบการฝึก 8 – 10 แบบ โดยใช้กลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ๆ ฝึกอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์

พลังงานที่ใช้สำหรับประกอบกิจกรรม

การจำแนกกิจกรรมประจำวันโดยพิจารณาจากพลังงานที่ใช้มีความยุ่งยากมากเพราะกิจกรรมที่ทำให้ความหลากหลาย เช่นการเดินเปลี่ยนแปลงไปจนถึงวิ่งด้วยความเร็วเท่าไร บนพื้นวิ่งแบบใดเรียบหรือ ลาดชัน หรือขรุขระ อ่อนนุ่มหรือแข็ง เช่นพื้นหญ้า พื้นดิน พื้นยาง จะมีส่วนเกี่ยวกับปัจจัยสำคัญ 2 ประการคือ ความหนักและระยะเวลา ถ้าใช้พลังงานจำนวน กิโลแคลอรีเท่ากัน ในนักวิ่งมาราธอน 26ไมล์ มีความเร็วแตกต่างกันคนหนึ่งวิ่งภายใน 2 ชั่วโมงแต่อีกคนหนึ่งวิ่งได้ 3 ชั่วโมง ความหนักของงานมีความสำคัญมาก แต่ถ้าวิ่งด้วยความเร็วเท่ากัน วิ่งได้นานเป็น 2 เท่าของอีกคนหนึ่ง ในสถานการณ์นี้ ความนานหรือระยะเวลาในการออกกำลังกายเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นช่วงของการใช้พลังงานในชีวิตประจำวันจึงมีความแปรปรวนมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ระดับความหนักเบาของกิจกรรม (สำคัญมาก) อายุ เพศ ขนาดของร่างกาย น้ำหนักตัวและองค์ประกอบของร่างกายเป็นต้น

พลังงานที่ร่างกายใช้สำหรับกิจกรรมงานบ้าน นันทนาการ และกีฬาชนิดต่างๆ

โดยปกติพลังงานที่ร่างกายต้องการเปลี่ยนแปลงไปตามเพศและวัย พลังงานที่ต้องการใน 1 วันของเด็กอายุ 1 – 9 ปี กำหนดไว้ประมาณ 1,200 – 1,600 กิโลแคลอรี ส่วนเด็กชายวัยรุ่นอายุ 10 -19 ปีกำหนดไว้ประมาณ 1,850 – 2,400 กิโลแคลอรี เด็กหญิงวัยรุ่นอายุ 10 – 19 ปี กำหนดไว้ 1,700 – 2000 กิโลแคลอรีและเพิ่มมากขึ้นในวัยผู้ใหญ่ที่ประกอบกิจกรรมประเภทงานหนักปานกลาง (เช่น อาชีพแม่บ้านที่มีเครื่องผ่อนแรง นักศึกษา พนักงานในห้างสรรพสินค้า เป็นต้น) โดยกำหนดพลังงานที่ใช้ไว้ดังนี้ ผู้ใหญ่ชายอายุ 20 - 29 ปี กำหนดไว้ประมาณ 2,800 กิโลแคลอรี อายุ 30 – 59 ปีกำหนดไว้ที่ 2,750 กิโลแคลอรี ผู้ใหญ่หญิงอายุ 20 – 59 ปี กำหนดไว้ที่ 2,000 กิโลแคลอรี เมื่ออายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไปจะใช้พลังงานลดลง เช่น ผู้สูงอายุชายพลังงานที่กำหนดไว้ 2,250 กิโลแคลอรี ส่วนผู้สูงอายุหญิงกำหนดไว้ 1,850 กิโลแคลอรี (กรมอนามัย, 2532) สำหรับการคิดคำนวณหาพลังงานในแต่ละวัน ต้องพิจารณาอายุ เพศ ขนาดร่างกาย และระดับความหนักเบาของกิจกรรมจะมีผลต่อจำนวนกิโลแคลอรีที่

ต้องการในแต่ละวัน ทั้งนักกีฬาและผู้เล่นกีฬาเพื่อสุขภาพต้องได้รับจำนวนกิโกลแคลอรีเพิ่มขึ้น คนที่กระฉับกระเฉงควรได้รับพลังงาน 2,000 – 5,000 กิโลแคลอรีต่อวัน การประมาณพลังงานที่ร่างกายควรได้รับสำหรับผู้ทำงานระดับเบาจนถึงปานกลางมีวิธีประมาณค่าพลังงานที่ต้องการใช้ในหนึ่งวันดังตาราง 4

สำหรับการแบ่งระดับความหนักของงาน หรือกิจกรรมว่าเป็นงานระดับเบา งานระดับปานกลาง และงานระดับหนักสำหรับคนไทย กรมอนามัย (2532) ได้จัดแบ่งไว้ดังนี้

งานระดับเบาได้แก่ ผู้ทำงานในสำนักงาน ผู้ชำนาญการทางวิชาชีพต่างๆ เช่น แพทย์ ครู นักบัญชี สถาปนิก แม่บ้านที่ทำงานบ้านโดยมีเครื่องผ่อนแรง เสมัยนหน้าร้าน

งานระดับปานกลางได้แก่ ผู้ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทงานเบา นักศึกษา พนักงานก่อสร้างที่ไม่ได้ใช้แรงงานหนัก ชาวประมง พนักงานหญิงในห้างสรรพสินค้า แม่บ้านที่ทำงานโดยไม่มีเครื่องผ่อนแรง

งานระดับหนักได้แก่ ชาวไร่ ชาวนา กรรมกรแบกหาม พนักงานป่าไม้ ทหารประจำการ กรรมกรขุดแร่ กรรมกรถลุงเหล็ก นักกีฬา

การกำหนดความต้องการพลังงาน (Estimated energy requirement.EER) ที่ควรได้รับประจำวันขึ้นอยู่กับพลังงานที่ได้รับจากอาหารที่บริโภค ระดับกิจกรรมการใช้พลังงานของร่างกาย เพศ อายุ น้ำหนัก และส่วนสูงรวมทั้งความร้อนภายหลังบริโภคอาหารแล้ว ดังรายละเอียดต่อไปนี้

พลังงานพื้นฐาน (Basal or Resting Metabolism Rate, or RMR) เป็นพลังงานที่ใช้ในการทำงานของร่างกายขณะพักเพื่อใช้ในการทำงานของเซลล์ เช่น การทำงานของระบบหายใจ การไหลเวียนเลือด ระบบประสาท และการรักษาอุณหภูมิของร่างกาย เป็นต้น ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักการใช้พลังงานของร่างกาย ประมาณร้อยละ 60 - 70 ของการใช้พลังงานต่อวัน

BMR เป็นการวัดพลังงานของร่างกายขณะนอนพัก วัดการทำงานของเซลล์ที่เป็นมวลปราศจากไขมัน (Fat free mass, FFM) เพื่อให้การวัดแม่นยำตรงจึงวัดในช่วงร่างกายพักหลังอาหาร 12 - 14 ชั่วโมง อยู่ในบรรยากาศที่และอุณหภูมิที่สบายในขณะที่ทำการวัด วิธีการวัด RMR ไม่เข้มงวดเท่ากับการวัด BMR โดยวัดขณะพักหลังอาหาร 3 - 4 ชั่วโมง จึงวัดได้ ดังนั้นค่า RMR หรือเรียกว่าปริมาณพลังงานที่ใช้ขณะพัก (Resting energy expenditure, REE) สูงกว่า BMR ประมาณร้อยละ 10 - 12 (คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับสำหรับคนไทย, 2546)

กิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกาย (Physical activity, PA) หมายถึง การที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหวเกิดการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน ตั้งแต่ ทำงานในอาชีพ งานบ้าน การเดินทาง กิจกรรมนันทนาการรวมทั้งการออกกำลังกายและกีฬา ซึ่งมีความแตกต่างกันไประหว่างบุคคลอย่างมากหรือน้อยตามการกำหนดค่าระดับการเคลื่อนไหวร่างกาย (Physical activity level, PAL)

ความร้อนภายหลังบริโภคอาหารแล้ว (Thermogenic effect of food, TEF) เดิมเรียกว่า Specific dynamic action, SDA ในการย่อยและการเก็บไว้ของสารพลังงาน (คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน) ได้จากการเพิ่มการใช้พลังงานจากการบริโภคสารพลังงานทั้ง 3 ชนิด ดังนั้นค่า TEF ของไขมันร้อยละ 0 – 5 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5 -10 และโปรตีนร้อยละ 20 -30

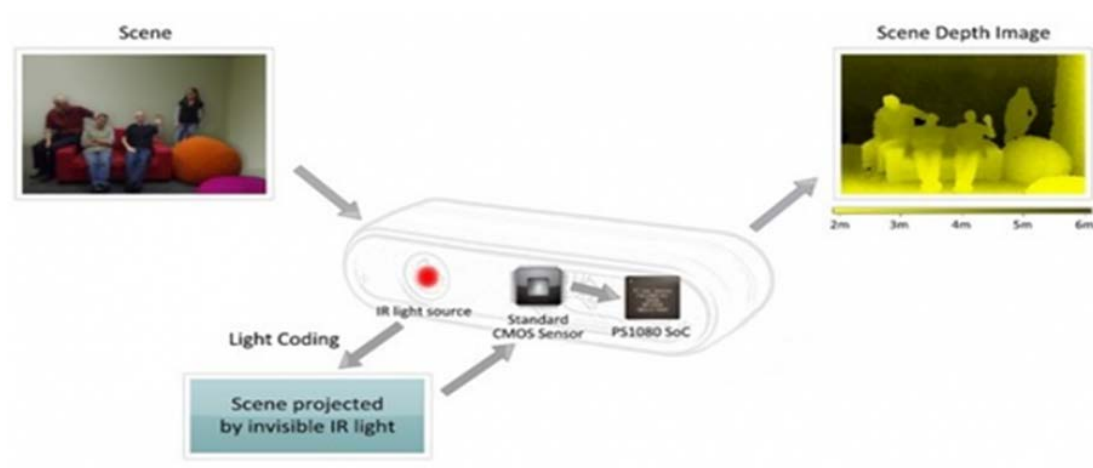
3. คิเนค (Kinect)

คิเนค (Kinect) มีการหน้าที่ใหญ่ๆอยู่ 3 หน้าที่ คือ จดจำผู้เล่น จดจำโดยใช้ ข้อมูลจากกล้องและประมวลผลโดยโปรแกรมโปรแกรมช่วยยืนยันตัวตนบุคคลจากใบหน้า (Facial Recognition) และจดจำการเคลื่อนไหวร่างกายของผู้เล่นเป็นแบบ 3 มิติ แบ่งเป็น 3 อย่างย่อย คือ

จดจำวัตถุแบบ 3 มิติ โดยใช้ตัวส่งแสง อินฟราเรด (Infrared) และกล้องอินฟราเรด (infrared camera) ,ตัวส่งแสงอินฟราเรด (Infrared) จะส่งแสงไป กระแทกกับวัตถุ ไม่ว่าจะเป็นคนหรือสิ่งของ และแสง อินฟราเรด (Infrared) จะสะท้อนจากวัตถุนั้นๆกลับไปทีกล้องอินฟราเรด (infrared camera) และ คิเนค (Kinect) จะใช้ข้อมูลพวก “เวลาในการสะท้อนกลับ” และ “ความยาวคลื่นแสง” ในการประมวลผลวัตถุต่างๆเป็น 3 มิติ (ยกตัวอย่างเช่น ใช้เวลานานในการสะท้อนกลับแสดงว่าวัตถุอยู่ไกล , ของที่มีสีต่างกันจะดูดกลืนและสะท้อนแสงกลับไปในความยาวคลื่นที่ต่างกัน)

จดจำและแบ่งแยกประเภทของคน ว่าเป็นเพศไหน อายุประมาณเท่าไร ขนาดสัดส่วนตัวประมาณไหน โดยใช้เทียบกับฐานข้อมูลที่มีอยู่

จดจำการเคลื่อนไหวของคน โดยหลังจากแบ่งแยกประเภทของคนแล้ว จะใช้วิธี การเคลื่อนไหวตามลักษณะกระดูก (skeletal movements) เข้าไปวิเคราะห์คนประเภทนั้นว่า ส่วนไหนคือหัว ตัว แขน ขา ข้อศอก, โดยใช้สัดส่วน ลักษณะ หรือข้อจำกัดต่างๆ



ที่มา <http://www.wired.com/gadgetlab/2010/11/tonights-release-xbox-kinect-how-does-it-work/all/1>

จดจำเสียงผู้เล่น โดยใช้ไมโครโฟน 4 ตัว โดยไมโครโฟนนั้นจะเป็นแบบรับเสียงในพื้นที่กว้าง (Wide-Field, conic audio capture) และให้ความสำคัญกับเสียงเป็นรูปกรวย (สนใจเสียงไกลๆ เสียงใกล้ๆ อย่างเสียงที่มาจาก Xbox เอง, คิเนค (Kinect) จะไม่สนใจ) หลังจากนั้นจะใช้วิธี จดจำเสียง (Voice Recognition) เพื่อจดจำและแปลความหมายของสิ่งที่ผู้เล่นแต่ละคนพูด โดย คิเนค (Kinect) สามารถแยกแยะเสียงของแต่ละผู้เล่นได้

4. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

โกโต และคณะ (Goto, K.; et al. 2011) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเมตาบอลิซึมของไขมันระหว่างการออกกำลังกายต่อเนื่อง 30 นาทีกับการออกกำลังกายแบบสลับช่วงละ 10 นาที ที่ความหนักและระยะเวลาเท่ากัน กลุ่มตัวอย่างเป็นชายสุขภาพดีจำนวน 9 คน เข้ารับการทดลองด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 60% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด 3 รูปแบบคือ รูปแบบที่ 1 ออกกำลังกายต่อเนื่อง 30 นาที รูปแบบที่ 2 ออกกำลังกายแบบสลับช่วงละ 10 นาทีพักระหว่างช่วง 10 นาที รูปแบบที่ 3 ไม่มีการออกกำลังกาย ทำการวัดระดับกรดแล็กติก และกรีเซอรอลในเลือดหลังจากการออกกำลังกาย 180 นาที ผลการทดลองพบว่า กรดแล็กติกเพิ่มขึ้นหลังการออกกำลังกายในรูปแบบที่ 1 และ 2 แล็กเทตในกระแสเลือดของรูปแบบที่ 1 มีค่าสูงกว่าระหว่างช่วงฟื้นสภาพ (Recovery) กรีเซ

อรรถในกระแสเลือดไม่พบความแตกต่างของทั้ง 3 รูปแบบ อัตราค่าความเหนื่อยสัมพัทธ์ (RPE) ในรูปแบบที่ 2 มีค่าน้อยกว่ารูปแบบที่ 1 อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนการหายใจ (RER) ไม่พบความแตกต่างระหว่างรูปแบบที่ 1 และ 2 อย่างไรก็ตามอัตราส่วนการแลกเปลี่ยนการหายใจ (RER) ในช่วงฟื้นฟูสภาพมีค่าน้อยกว่ารูปแบบที่ 1 และ 3 ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงานจากไขมัน สรุปได้ว่าการออกกำลังกายแบบสะสมช่วงละ 10 นาทีที่ความหนักปานกลางสามารถเพิ่มอัตราการเผาผลาญไขมันหลังออกกำลังกายได้ดีกว่าการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง 30 นาที

คัง และคณะ (Kang, J.; et al. 2009) ได้ทำการศึกษาความหนักในการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่ออัตราการใช้พลังงานและแหล่งพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายแบบแอโรบิก กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน เป็นเพศชายจำนวน 11 คน เพศหญิงจำนวน 21 คน เข้ารับการทดลอง 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 ออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวโดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 50% VO_2 peak เป็นเวลา 20 นาที รูปแบบที่ 2 ฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนัก 90% ของ 8 RM ก่อนการปั่นจักรยานที่ความหนัก 50% VO_2 peak เป็นเวลา 20 นาที รูปแบบที่ 3 ออกกำลังกายที่ความหนัก 60% ของ 8 RM ก่อนการปั่นจักรยานที่ความหนัก 50% VO_2 peak เป็นเวลา 20 นาที ผลการศึกษาพบว่าอัตราการเผาผลาญไขมันในรูปแบบที่ 2 สูงกว่ารูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 ทั้งเพศชายและเพศหญิง อัตราการใช้ออกซิเจนสูงกว่ารูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 ในเพศหญิงเท่านั้น อัตราการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตของทั้ง 3 กลุ่มไม่มีการเปลี่ยนแปลง สรุปได้ว่าการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่ความหนักสูงจะช่วยเพิ่มอัตราการเผาผลาญไขมันในการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

เคิร์ก และคณะ (Kirk, E.P.; et al. 2009) ได้ทำการศึกษาการออกกำลังกายด้วยแรงต้านหนึ่งเซตที่มีผลต่ออัตราการใช้พลัง 24 ชั่วโมง อัตราการใช้พลังงานขณะพัก (RMR) อัตราการใช้พลังงานขณะหลับ (SMR) และแหล่งพลังงานที่ใช้ในการสันดาปขณะพัก (Substrate Oxidation at Rest) กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่มีน้ำหนักตัวเกิน ดัชนีมวลกายเท่ากับ $27.7 \pm 0.5 \text{ kg.m}^2$ อายุ 21 ± 0.5 ปี จำนวน 39 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 จำนวน 22 คน ทำการฝึกด้วยแรงต้าน 9 ท่าการออกกำลังกายที่ความหนัก 3 - 6 ครั้งของจำนวนที่ยกได้สูงสุด จำนวน 1 เซต 3 วันต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก ระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด 6 เดือน ผลการศึกษาพบว่าอัตราการใช้พลังงาน 24 ชั่วโมงของทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นแต่อัตราการเผาผลาญไขมันไม่มีการเปลี่ยนแปลง อัตราการใช้พลังงานขณะพัก (RMR) และอัตราการใช้พลังงานขณะหลับ (SMR) ในกลุ่มฝึกมีค่าเพิ่มขึ้นก่อนการฝึก

และมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการฝึก

วาร์เรน และคณะ (Warren, A.; et al. 2009) ได้ทำการศึกษาระดับความหนัก ระยะเวลา แบบแผนในการออกกำลังกายที่มีต่อปริมาณการใช้ออกซิเจน (VO_2) อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนการหายใจ (RER) ในกลุ่มคนที่มีสุขภาพดี กลุ่มตัวอย่างจำนวน 7 คน เข้ารับการทดลองเปรียบเทียบ รูปแบบการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 ระยะเวลา (สั้น : ยาว) รูปแบบที่ 2 ระดับความหนัก (ต่ำ : สูง) และรูปแบบที่ 3 (แบบสะสม : แบบต่อเนื่อง) ด้วยวิธีการปั่นจักรยาน ผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาการออกกำลังกายไม่มีผลต่อปริมาณการใช้ออกซิเจน (VO_2) แต่ค่าอัตราส่วนการแลกเปลี่ยนการหายใจ (RER) ในการออกกำลังกายแบบระยะเวลาสั้นมีค่าต่ำกว่าการออกกำลังกายแบบยาว และอัตราการเผาผลาญไขมันสูงกว่าในช่วงหลังจากการออกกำลังกาย ส่วนการออกกำลังกายที่ความหนักสูงจะเพิ่มอัตราการใช้พลังงานและอัตราการเผาผลาญไขมันมากกว่าการออกกำลังกายที่ความหนักต่ำ รูปแบบการออกกำลังกาย (แบบสะสม : แบบต่อเนื่อง) ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้ออกซิเจน (VO_2) อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนการหายใจ (RER) และอัตราการเผาผลาญไขมัน

แลนดิงแฮม และคณะ (Lanningham, A.; et al. 2009) ได้ทำการศึกษาเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า ในวัยเด็กและวัยผู้ใหญ่จะเคลื่อนไหวและใช้พลังงานมากกว่า เมื่อเล่นวิดีโอเกมแบบที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย เปรียบเทียบกับวิดีโอเกมที่ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกายหรือวิดีโอเกมที่นั่งเล่นอยู่กับที่ โดยในกลุ่มคนที่นำมาวิจัยนี้แบ่งออกเป็น เด็กที่มีสุขภาพดีจำนวน 22 คน (ในช่วงอายุ 10-12 ปี แบ่งออกเป็นเด็กชายจำนวน 11 คนและเด็กหญิงจำนวน 11 คน) และผู้ใหญ่จำนวน 20 คน (ในช่วงอายุ 23-34 ปี แบ่งออกเป็นผู้ชาย 10 คนและผู้หญิง 10 คน) โดยจะวัดการใช้พลังงาน และการเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างในหลายอิริยาบถ เช่น ทำนอน ทำยืน นั่งดูทีวี ทำนั่ง เล่นวิดีโอเกมแบบที่ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย และเล่นวิดีโอเกมแบบที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย (ใช้เกม Nintendo Wii Boxing) โดยการเคลื่อนไหวของร่างกายนั้นจะวัดจาก มิเตอร์ที่วัดความเร็ว (accelerometers) และ ใช้การวัดปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้ และคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Indirect calorimeter) เพื่อวัดปริมาณการใช้พลังงานของร่างกาย ผลการศึกษาพบว่าทั้งในวัยเด็กและวัยผู้ใหญ่จะใช้พลังงานมากที่สุดเมื่อเล่น Nintendo Wii ซึ่งเป็นวิดีโอเกมแบบที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย (โดยในเด็กจะใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจากเวลานอน 189 ± 63 กิโลแคลอรีต่อ

หัวใจเมื่อค่า $P < 0.001$ และในวัยผู้ใหญ่ 148 ± 71 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมงเมื่อค่า $P < 0.001$ ตามลำดับ) และเมื่อวัดการเคลื่อนไหวของร่างกายโดยใช้มิเตอร์ที่วัดความเร่ง (accelerometers) ในเด็กจะมีการเคลื่อนไหวร่างกายมากกว่าผู้ใหญ่เมื่อเล่นเกม Nintendo Wii (โดยในเด็กจะวัดความเร่งได้ 55 ± 5 โดยประมาณ และในวัยผู้ใหญ่ 23 ± 2 ตามลำดับเมื่อค่า $P < 0.001$) ในการเล่นวิดีโอเกมแบบที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย จะทำให้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่เคลื่อนไหวร่างกายมากขึ้นและจะทำให้ใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นด้วย

แมดดิสัน และคณะ (Maddison, A.; et al.2009) ได้ทำการศึกษาเพื่อวัดปริมาณการใช้พลังงานและระดับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ เกมคอนโซลและเกมรุ่นใหม่ (exer-gaming) เพื่อเป็นกลยุทธ์ในการเพิ่มกิจกรรมการออกกำลังกายในเด็ก โดยกลุ่มที่นำมาวิจัย เป็นเด็กอายุ 10 และ 14 ปี ที่เป็นเจ้าของเกม PlayStation 2 console และ เกม EyeToy games และได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง ทำการปฏิบัติในห้องควบคุมอุณหภูมิ และให้ผู้เข้าร่วมทำการคุ้นเคยกับเกม 20 นาที หลังจากทำความคุ้นเคยกับเกมแล้ว 5 นาที ได้ทำการติดตั้ง Polar Accurex heart-rate monitor ในขณะที่การเล่นวิดีโอเกมผู้เข้าร่วมการทดลองได้ทำการวัดการแลกเปลี่ยนก๊าซ และความร้อนโดยสวมเครื่อง MetaMax3B ผู้เข้าร่วมแต่ละคนได้ทำการวัดการใช้พลังงาน จากเกม 7 ชนิด คือ เกมที่ไม่ได้ทำการเคลื่อนไหวนั่งอยู่กับที่ และเกมที่มีการเคลื่อนไหว คือ Knockout (boxing), Homerun (baseball), Groove (dancing upper body), AntiGrav(hover-board), and PlayStation 2 Dance UK (dance pad). ผลการศึกษาพบว่า การเล่นวิดีโอเกมที่มีการเคลื่อนไหว มีความเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น มีความหนักในระดับเบาถึงในระดับปานกลาง และในเกมที่มีการเคลื่อนไหวเหล่านี้ มีศักยภาพที่จะนำไปสู่การเพิ่มอัตราการเคลื่อนไหวโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กที่จัดอยู่ในกลุ่ม most sedentary

งานวิจัยในประเทศ

นิพนธ์ วิษุตเวส (2551) ได้ทำการศึกษา "อัตราการใช้พลังงานของร่างกายขณะออกกำลังกาย และหลังออกกำลังกาย ระหว่างการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องกับการออกกำลังกายแบบสะสม" กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายจำนวน 12 คนที่มีสุขภาพดี ทำการปั่นจักรยานที่ความหนัก 70 – 75 % ของการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นเวลา 30 นาที โดยแบ่งเป็นกลุ่มปั่นจักรยานต่อเนื่อง 30 นาที และกลุ่มปั่นจักรยานแบบสะสมเป็นช่วงๆ ละ 10 นาทีแต่ละช่วงห่างกัน 4 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบสะสมมีการใช้พลังงานขณะพักภายหลังการออกกำลังกายทันที และหลังการออกกำลังกาย

ชั่วโมงที่ 24 มีค่ามากกว่าการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง อีกทั้งค่าความเหนื่อยสัมพันธ์และความเมื่อยล้าของการออกกำลังกายแบบสะสมมีค่าน้อยกว่าการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องอีกด้วย

ถนนศักดิ์ เสนาคำ (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทย” โดยศึกษาถึงความต้องการพลังงานในขณะแข่งขันเกมเซปักตะกร้อของนักกีฬาหญิงทีมชาติไทย จำนวน 15 คน โดยให้สวมเครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจแบบไร้สาย เพื่อทำการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขัน และหลังจากนั้นทำการทดสอบหาค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_{2max}) ข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขันจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเต้นหัวใจกับการใช้ออกซิเจนที่ได้จากการวัดในห้องทดลอง ได้ผลการทดลองเชิงเส้นตรงแต่ละคน และนำค่าไปคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน

ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขันมีค่าเฉลี่ย 140 ครั้ง/นาที อัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย 22 มล/กก/นาที เทียบได้กับ 54% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย 42 มล/กก/นาที อัตราการใช้พลังงานตลอดเกมการแข่งขันเฉลี่ย 1,133 กิโลจูล (271 กิโลแคลอรี) และระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันคือ พลังงานระบบแอนแอโรบิก 25% พลังงานระบบแอนแอโรบิก – แอโรบิก 43% และพลังงานระบบแอโรบิก 32% (แอนแอโรบิก 75% และแอโรบิก 25%)

ถนนศักดิ์ เสนาคำ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การใช้พลังงานในขณะเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกม” โดยศึกษาและเปรียบเทียบการใช้พลังงานและระดับความหนักของกิจกรรมในขณะเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกมในนิสิตชาย ที่สุขภาพดี จำนวน 30 คน ที่ได้รับการคัดเลือกแบบเจาะจงให้เข้าร่วมการวิจัยกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนได้รับการสุ่มให้เล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกม (Wii Sports) วันละเกม ๆ ละ 30 นาที จำนวน 5 เกม ได้แก่ เบสบอล เทนนิส โบว์ลิง มวยสากล และกอล์ฟ ทำการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจ (HR) และระดับความรู้สึกเหนื่อยสัมพันธ์ (RPE) ของกลุ่มตัวอย่างในขณะพักและขณะเล่นเกม นำค่าเฉลี่ย HR ในขณะเล่นเกมไปหาค่าปริมาณการใช้ออกซิเจน (VO_2) โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง HR- VO_2 ที่ได้จากการทดสอบ VO_{2max} ก่อนการเล่นเกม หลังจากนั้น นำค่า VO_2 ไปคำนวณหาอัตราการใช้พลังงานในขณะเล่นเกมและจำนวนเท่าของอัตราการใช้พลังงานในขณะพัก (Metabolic equivalents: METs) ซึ่งได้มาจากวิธีการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊สอัตโนมัติ ยังทำการประเมินระดับความหนักของกิจกรรมโดยการคำนวณค่าเฉลี่ย HR ในขณะเล่นเกมเป็นร้อยละของ HR ณ VO_{2max} และการใช้ค่า RPE เฉลี่ยในขณะเล่นเกม วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีการวัดความแปรปรวนทางเดียว (ANOVA)

แบบวัดซ้ำ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni และกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัยพบว่าการเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกมทั้ง 5 เกม ทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้น โดยเกมเบสบอล เทนนิส โบว์ลิง และกอล์ฟ มีระดับความหนักปานกลาง (3.0-6.0 METs) ส่วนเกมมวยสากลมีระดับความหนักมาก (> 6.0 METs) ดังนั้น สามารถใช้แอ็กทีฟวิดีโอเกมเป็นกิจกรรมเลือกในการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและเพื่อควบคุมน้ำหนักตัว



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นิสิตชายคณะพลศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จำนวน 843 คน อายุ 18 - 19 ปี

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนิสิตชายสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จำนวน 21 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ถูกคัดเลือกจะต้องผ่านเกณฑ์ต่างๆ ดังนี้

1. ออกกำลังกายเป็นประจำเฉลี่ยอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์
2. มีสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่เกี่ยวกับความผิดปกติของระบบเมตาบอลิซึมและระบบต่อมไร้ท่อ
3. ไม่มีข้อห้ามทางการแพทย์ที่จะเป็นอุปสรรคในการออกกำลังกาย และ ทำการทดสอบอัตราการเผาผลาญขณะพัก โดยการวัดแบบทางอ้อม ด้วยการวิเคราะห์อัตราการแลกเปลี่ยนแก๊ส ซึ่งจะเป็นการหาปริมาณอากาศที่ไหลผ่านเข้าออกจากปอด การนำออกซิเจนไปสันดาปให้พลังงาน และ คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นซึ่งการวัดแบบนี้เรียกว่า การวัดอัตราการเผาผลาญขณะพัก (RMR-Resting Energy Expenditure) และ สัดส่วนการหายใจ (RQ-Respiratory Quatient) จะถูกคำนวณ ซึ่งสัดส่วนการหายใจจะเป็นตัวแทนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น และ

ออกซิเจนที่ได้รับเข้าไปซึ่งมีลักษณะของแต่ละบุคคล ซึ่งค่าสัดส่วนการหายใจนี้จะช่วยให้สามารถแปรผลเกี่ยวกับอัตราการใช้พลังงานขณะพักของร่างกายได้ ซึ่งจะใช้สมการ Abbreviated Weir Equation ในการคำนวณหา

$$\text{RMR} = [3.9(\text{VO}_2) + 1.1(\text{VCO}_2)] \times 1.44$$

VO_2 = oxygen uptake (ml/min)

VCO_2 = carbon dioxide output (ml/min)

ซึ่งสามารถทดสอบโดยการใช้น้ำกากในการทดสอบ การใช้น้ำกากในการทดสอบมีข้อกำหนดดังนี้

1. ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องไม่รับประทานอาหาร อย่างน้อย 12 ชั่วโมงและงดสูบบุหรี่ก่อนการทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
2. การทดสอบนั้นจะต้องทำการทดสอบในห้องที่มีการปรับอากาศให้คงที่ และผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องมีการเคลื่อนไหวที่น้อยที่สุดในระหว่างการทดสอบ
3. การทดสอบนั้นจะต้องการสมาธิมาก ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงสิ่งที่จะเป็นผลกระทบต่อการทดสอบทั้งหมด
4. ใน 5 นาทีแรกข้อมูลที่เกิดขึ้นนั้นจะไม่ถูกนำไปใช้ประกอบในการทดสอบ
5. การทดสอบนั้นจะต้องกระทำในสภาวะที่คงที่ ประมาณ 5 นาทีซึ่งค่า VO_2 และ VCO_2 ต้องเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และ สัดส่วนการหายใจ RQ เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์
6. ใช้เวลาการทดสอบประมาณ 15-20 นาที
7. ในคนไข้โรคไต ที่มีการล้างไต นั้นไม่ควรทำการทดสอบในระหว่างการรักษา

และ การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($\text{VO}_{2\text{max}}$) ก่อนเข้าร่วมการวิจัย กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอม (Inform Consent) และแบบสอบถามความพร้อมในการปฏิบัติกิจกรรมทางกาย (Physical Activity Readiness Questionnaires : PAR-Q) ปรับปรุงจาก ACSM's 2008

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องเกม (Video Game Xbox 360 + Kinect)
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

- 2.1 เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas Analyzer) ยี่ห้อ Cosmed รุ่น Quark PFT Ergo
- 2.2 ลูกกลไฟฟ้า (HPCosmos; Mercury, Germany)
- 2.3 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย (Heart Rate Monitor) ยี่ห้อ Polar
- 2.4 ตารางวัดค่าความเหนื่อยล้าสัมพัทธ์ (Rating of Perceived Exertion: RPE Borg Scale)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการทางจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนเข้ารับการทดลองโดยการสุ่ม 4 รูปแบบ ประกอบด้วย รูปแบบที่ 1 ทดลองเล่นเกม มวย (Boxing) รูปแบบที่ 2 ทดลองเล่นเกม ประเภทลู่วิ่งและลาน (track and field) รูปแบบที่ 3 ทดลองเล่นเกม เทเบิลเทนนิส (Table tennis) รูปแบบที่ 4 ทดลองเล่นเกมวอลเลย์บอลชายหาด (Bleach Volley ball) (Xbox 360 + Kinect) ทั้งสี่เกมทดสอบที่ระดับความยากเท่ากัน เกมแต่ละเกมปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตและเว้นระยะห่างกัน อย่างน้อย 3 วัน

บันทึกค่า HR ในขณะพักก่อนการเล่นเกมและทุกๆ 1 วินาที ในระหว่างการเล่นเกมด้วยเครื่องมือวัดแบบไร้สาย (Polar Team and Heart rate monitor; T31 Coded, Finland) หาค่าเฉลี่ยของ HR ในขณะพักและขณะเล่นเกม แล้วนำค่า HR เฉลี่ยในขณะเล่นเกมไปประเมินค่า VO_2 โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่าง HR- VO_2 (Carl C., et al., 1983) ที่ได้จากการทดสอบ VO_{2max}

นำผล VO_2 ไปคำนวณหาอัตราการใช้พลังงานในขณะเล่นวิดีโอเกม ($1 \text{ L O}_2 = 21.1 \text{ kJ}$ หรือ $\sim 5 \text{ kcal}$) (Scott, C. B. 1997) และประเมินระดับความหนักของการเล่นเกมเป็นค่า METs โดยเปรียบเทียบกับอัตราการใช้พลังงานในขณะพักที่ได้มาจากการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊สอัตโนมัติ นอกจากนี้ ประเมินระดับความหนักของการเล่นเกมด้วยวิธีการคำนวณค่าเฉลี่ย HR ในขณะเล่นเกมเป็นร้อยละของ HR ณ VO_{2max} และ Metabolic equivalents: METs

วิธีการดำเนินการก่อนการทดลอง (Pre-Experimental Protocol)

กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนเข้ารายงานตัวที่ห้องปฏิบัติการเวลา 06.00 น. เพื่อทำการชั่งน้ำหนักตัว วัดส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index : BMI) และทดสอบหาค่าอัตราการเผาผลาญขณะพักและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Measurement of VO_{2max}) โดยกลุ่มตัวอย่างได้งดการออกกำลังกายก่อนเข้ารับการทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และงดอาหาร แอลกอฮอล์ บุหรี่ และเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน อย่างน้อย 3 ชั่วโมงก่อนการทดลอง

ทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยใช้ลูกลูกไฟฟ้า (HPCosmos; Mercury, Germany) ที่มีการปรับตั้งไว้ก่อนการทดสอบด้วยวิธีการของบรูซ (Victor F., Jonathan N., 2007) (The Bruce Treadmill Protocol) จนกระทั่งกลุ่มตัวอย่างมีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ 3 ใน 5 ข้อ คือ (1) HR มีค่าใกล้เคียง ($\pm$ ร้อยละ 5) กับ HR สูงสุด [คำนวณจาก $220 - \text{อายุ (ปี)}$] (2) VO_2 เพิ่มขึ้น < 150 มล./นาที เมื่อเพิ่มความหนักขึ้นอีกระดับหนึ่ง (3) อัตราส่วนระหว่าง CO_2 ต่อ O_2 (RER) ≥ 1 (4) ค่าความเหนื่อยล้าสัมพัทธ์ (RPE) ≥ 18 (5) กลุ่มตัวอย่างหมดแรงหรือไม่สามารถเดินต่อไปได้ (บันทึก HR ในขณะพักและในขณะทดสอบ VO_{2max} ด้วยเครื่องมือวัดแบบไร้สาย (Polar Team and Heart rate monitor; T31 Coded, Finland) และนำค่า VO_{2max} ที่ได้มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่าง HR และ VO_2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมดจะถูกปรับตั้งค่าให้เป็นมาตรฐาน (Calibration) ก่อนการทดสอบทุกครั้งด้วยวิธีการตามคำแนะนำของผู้ผลิต

การทดสอบเล่นแอคทีฟวิดีโอเกม โดยกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนเข้ารับการทดลอง 4 รูปแบบ ประกอบด้วย รูปแบบที่ 1 ทดลองเล่นเกม มวย (Boxing) รูปแบบที่ 2 ทดลองเล่นเกม ประเภทลู่อะลัน (track and field) รูปแบบที่ 3 ทดลองเล่นเกมเทเบิลเทนนิส (Table tennis) รูปแบบที่ 4 ทดลองเล่นเกมวอลเลย์บอลชายหาด (Bleach Volley ball) (Xbox 360 + Kinect) เกมแต่ละเกมปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตและเว้นระยะห่างกัน อย่างน้อย 3 วัน บันทึกค่า HR ในขณะพักก่อนการเล่นเกม และทุกๆ 1 วินาที ในระหว่างการเล่นเกมด้วยเครื่องมือวัดแบบไร้สาย (Polar Team and Heart rate monitor; T31 Coded, Finland)

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของข้อมูลแต่ละกลุ่ม

2. วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการใช้พลังงานและระดับความหนักของกิจกรรม (ร้อยละของ $HR - VO_{2max}$ METs) ระหว่างค่าในขณะพักและในขณะเล่นเกมด้วยสถิติแบบ(Pair sample t-test)และระหว่างการเล่นวิดีโอเกมแต่ละเกมด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) หากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทำการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni
3. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษการใช้พลังงานในขณะการเล่นแอคทีฟวิดีโอเกม ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองการใช้พลังงาน และปริมาณการใช้ออกซิเจนในขณะการเล่นแอคทีฟวิดีโอเกมมาทำการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Paired Samples t - Test) ของการใช้พลังงาน ของแต่ละเกม

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างการเล่นวิดีโอเกมแต่ละเกมด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) และ ทำการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่เป็นตัวอักษรเพื่อใช้ในการคำนวณดังนี้

X	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
SS	แทน	ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบน (Sum of Squares)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนกำลังสอง (Mean Squares)
df	แทน	ระดับของความเป็นอิสระ (degree of freedom)
F	แทน	ค่าทดสอบสถิติแบบ F
p value	แทน	ความน่าจะเป็นในการเกิด Type I Error จากการทดสอบ
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

สิ่งที่ประเมิน	n	$\bar{X}$	S.D.
อายุ (ปี)	21	18.80	0.60
น้ำหนัก (กก.)	21	64.63	9.17
ส่วนสูง (ม.)	21	1.73	0.06
ดัชนีมวลกาย (กก./ม ²)	21	21.37	0.17
อัตราการใช้พลังงานในขณะพัก (กิโลจูล/กก./นาที)	21	0.61	2.09
อัตราการเต้นหัวใจในขณะพัก (ครั้ง/นาที)	21	62.97	7.17
VO _{2max} (มล./กก./นาที)	21	45.52	4.86

จากตาราง 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง พบ ว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ $18.80 \pm .60$ ปี น้ำหนักเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 64.63 ± 9.17 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.73 ± 0.06 เมตร ดัชนีมวลกาย เฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 21.37 ± 0.17 อัตราการใช้พลังงานในขณะพักเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 ± 2.09 (กิโลจูล/กก./นาที) อัตราการเต้นหัวใจในขณะพัก 62.97 ± 7.17 (ครั้ง/นาที) และมีค่า VO_{2max} เฉลี่ย 45.52 ± 4.86 (มล./กก./นาที)

ตาราง 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอัตราการใช้พลังงานต่อ 1 นาที (kcal) จากการ
เล่นวิดีโอเกมของกลุ่มตัวอย่าง

สิ่งที่ประเมิน	n	$\bar{X}$	S.D.
เกม มวย	21	9.7	2.0
เกม ประเภทต่อสู้และลาน	21	9.5	3.0
เกม วอลเลย์บอลชายหาด	21	7.1	2.0
เกม ปิงปอง	21	6.7	2.0

จากตาราง 2 อัตราการใช้พลังงานพบว่าเกม มวยมีการใช้พลังงานมากที่สุด รองลงมาคือเกม
ประเภทต่อสู้และลาน เกมวอลเลย์บอลชายหาด และเกมเทเบิลเทนนิส ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของอัตรา
การใช้พลังงานของเกมดังกล่าวคือ 9.7 ± 2.0 , 9.5 ± 3.0 , 7.1 ± 2.0 , และ 6.7 ± 2.0 kcal/1 นาที ตามลำดับ

ตาราง 3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจ

สิ่งที่ประเมิน	n	$\bar{X}$	S.D.
เกม มวย	21	83	13
เกม ประเภทู้และลาน	21	82	11
เกม วอลเลย์บอลชายหาด	21	71	3.0
เกม ปิงปอง	21	65	8.0

จากตาราง 3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจ พบว่า ร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจ เกมมวามีอัตราการเต้นของหัวใจ มากที่สุด รองลงมาคือเกม ประเภทู้และลาน เกม วอลเลย์บอลชายหาด และเกมเทเบิลเทนนิส ตามลำดับ คือ 83 ± 13 , 82 ± 11 , 71 ± 3.0 , และ 65 ± 8.0 ตามลำดับ

ตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความหนักของกิจกรรม (METs, metabolic equivalent Task)

สิ่งที่ประเมิน	n	$\bar{X}$	S.D.
เกม มวย	21	8.4	2.27
เกม ประเภทลู่และลาน	21	8.3	2.00
เกม วอลเลย์บอลชายหาด	21	6.4	2.14
เกม ปิงปอง	21	5.8	1.50

จากตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความหนักของกิจกรรม (METs, metabolic equivalent Task) พบว่า พบว่าเกมมวยมีระดับความหนักของกิจกรรมขณะเล่นวีดีโอเกมมากที่สุด รองลงมาคือเกมประเภทลู่และลาน เกม วอลเลย์บอลชายหาด และเกมเทเบิลเทนนิส ตามลำดับ คือ 8.4 ± 2.27 , 8.3 ± 2.00 , 6.4 ± 2.14 และ 5.8 ± 1.50 METs ตามลำดับ

ตอนที่ 2 การทดสอบความแตกต่างของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากการเล่นเกมแต่ละเกมด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures)

ตาราง 5 การทดสอบความแตกต่างของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากการเล่นเกมแต่ละเกมด้วย

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures)

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างชนิดของเกม	3	59749.54	19916.51	8.93*	<.001
ความคลาดเคลื่อน	60	147661.97	2461.03		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <.001

จากตารางที่ 5 การทดสอบความแตกต่างของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากการเล่นเกมแต่ละเกม พบว่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากการเล่นเกมแต่ละเกมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <.001 ดังนั้นจึงทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni ดังตาราง 6

ตาราง 6 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของอัตราการใช้พลังงานจากการเล่นเกมแต่ละเกม

เกม	X	มวย	ประเภทู้และ ลาน	วอลเลย์บอล ชายหาด	เทเบิลเทนนิส
มวย	9.7	-	1.16	2.75*	3.14*
ประเภทู้และลาน	9.5		-	1.59*	1.97*
วอลเลย์บอล ชายหาด	7.1			-	0.38
เทเบิลเทนนิส	6.7				-

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของอัตราการใช้พลังงานจากการเล่นเกมแต่ละเกม พบว่า อัตราการใช้พลังงานจาก เกมมวยแตกต่างจาก เกมวอลเลย์บอลชายหาด, เกมเทเบิลเทนนิส และ เกมประเภทู้และลานแตกต่างจาก เกมวอลเลย์บอลชายหาด, เกมเทเบิลเทนนิส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่า อัตราการใช้พลังงานจากการเล่นเกมมวยกับเกมประเภทู้และลาน และ เกมวอลเลย์บอลชายหาดกับเทเบิลเทนนิส ไม่แตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายงานวิจัย

เพื่อศึกษาถึงปริมาณการใช้พลังงานขณะเล่นวิดีโอเกม และระดับความหนักของกิจกรรมในขณะที่เล่นแอคทีฟวิดีโอเกม

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นิสิตชายคณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จำนวน 21 คน อายุ 18 - 19 ปีซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการทางจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนเข้ารับการทดลองโดยการสุ่ม 4 รูปแบบ ประกอบด้วย รูปแบบที่ 1 ทดลองเล่นเกม มวย (Boxing) รูปแบบที่ 2 ทดลองเล่นเกม ประเภทลู่วิ่งและลาน (track and field) รูปแบบที่ 3 ทดลองเล่นเกมเทเบิลเทนนิส (Table tennis) รูปแบบที่ 4 ทดลองเล่นเกมวอลเลย์บอลชายหาด (Bleach Volley ball) (Xbox 360 + Kinect) ทั้งสี่เกมทดสอบที่ระดับความยากเท่ากัน เกมแต่ละเกมปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตและเว้นระยะห่างกัน อย่างน้อย 3 วัน

บันทึกค่า HR ในขณะพักก่อนการเล่นเกมและทุกๆ 1 วินาที ในระหว่างการเล่นเกมด้วยเครื่องมือวัดแบบไร้สาย (Polar Team and Heart rate monitor; T31 Coded, Finland) หาค่าเฉลี่ยของ HR ในขณะพักและขณะเล่นเกม แล้วนำค่า HR เฉลี่ยในขณะเล่นเกมไปประเมินค่า VO_2 โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่าง HR- VO_2 (Carl C., et al., 1983) ที่ได้จากการทดสอบ VO_{2max}

นำผล VO_2 ไปคำนวณหาอัตราการใช้พลังงานในขณะที่เล่นวิดีโอเกม ($1\text{ L O}_2 = 21.1\text{ kJ}$ หรือ $\sim 5\text{ kcal}$) (Scott, C. B. 1997) และประเมินระดับความหนักของการเล่นเกมเป็นค่า METs โดยเปรียบเทียบกับอัตราการใช้พลังงานในขณะพักที่ได้มาจากการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊สอัตโนมัติ นอกจากนี้ ประเมินระดับความหนักของการเล่นเกมด้วยวิธีการคำนวณค่าเฉลี่ย HR ในขณะเล่นเกมเป็นร้อยละของ HR ณ VO_{2max} และ Metabolic equivalents: METs

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของข้อมูลแต่ละกลุ่ม
2. วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการใช้พลังงานและระดับความหนักของกิจกรรม (ร้อยละของ HR - VO_{2max} METs) ระหว่างค่าในขณะพักและในขณะเล่นเกมด้วยสถิติแบบ (Pair sample t-test) และระหว่างการเล่นวิดีโอเกมแต่ละเกมด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) หากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทำการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni
3. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลงานวิจัย

จากการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานและระดับความหนักของกิจกรรมในขณะเล่นแอคทีฟวิดีโอเกมโดยทำการวัดปริมาณการใช้ออกซิเจน อัตราการใช้พลังงานและกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนเข้ารับการทดลอง 4 รูปแบบ ประกอบด้วย เกมจำลองการเล่นเกมมวย เกมประเภทลู่วิ่งและลาน เกมเทเบิลเทนนิส และ เกมวอลเลย์บอลชายหาด ทั้งสี่เกมทดสอบที่ระดับความยากเท่ากัน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติผลการศึกษาพบว่า การเล่นแอคทีฟวิดีโอเกมทั้ง 4 รูปแบบ มีอัตราการใช้พลังงานและระดับความหนักของกิจกรรมในการเล่นแอคทีฟวิดีโอเกมแต่ละเกมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

อภิปรายผล

การศึกษาในครั้งนี้ พบว่าการเล่นแอคทีฟวิดีโอเกมทั้ง 4 รูปแบบทำให้อัตราการเต้นของหัวใจ HR และระดับความหนักของกิจกรรมเพิ่มขึ้น โดยเกมมวย (Boxing) มีค่าเฉลี่ยร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจ 82.58 ระดับความหนักของกิจกรรม 8.4 METs เกมประเภทลู่วิ่งและลาน (Track and field) มีค่าเฉลี่ยร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจ 82.31 ระดับความหนักของกิจกรรม 8.3 METs เกมวอลเลย์บอลชายหาด (Beach Volley ball) มีค่าเฉลี่ยร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจ 70.53 ระดับความหนักของกิจกรรม 6.4 METs เกม เทเบิลเทนนิส (Table tennis) มีค่าเฉลี่ยร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจ 65.14 ระดับความหนักของกิจกรรม 5.8 METs ระดับความหนักมาก (>6.0 METs) และ ระดับความหนักปานกลาง (3.0-6.0 METs) ตามเกณฑ์ของ (ACSM, 2010) ซึ่งสอดคล้องกับ แลนด์นิงแฮม และคณะ (Lanningham, A.; et al.2009) ที่ศึกษาพบว่าในการเล่นวิดีโอเกมแบบที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย จะทำให้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่เคลื่อนไหวร่างกายมากขึ้นและจะทำให้ใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้อง

กับ แมดดิสัน และคณะ (Maddison, A.; et al.2009) ที่ศึกษาพบว่า การเล่นเกมที่มีการเคลื่อนไหว มีความเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น มีความหนักในระดับเบาถึงในระดับปานกลาง และในเกมที่มีการเคลื่อนไหวเหล่านี้ มีศักยภาพที่จะนำไปสู่การเพิ่มอัตราการเคลื่อนไหวโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กที่จัดอยู่ในกลุ่ม most sedentary ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (White K, A.; et al.2009) และ (Graf DL, A.; et al.2012) และผลการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ (Biddiss E. & Irwin J.2010) ที่พบว่า การเล่นเกมที่ฟิสิคัลทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับในขณะพัก ซึ่งค่าร้อยละที่เพิ่มขึ้นของพลังงานมีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับส่วนของร่างกายที่มีการเคลื่อนไหวในขณะที่เล่นเกมเป็นหลัก โดยมีรายงานว่า เกมที่ต้องใช้ทั้งร่างกายส่วนบน (Upper body) และส่วนล่าง (Lower body) เช่น เกมมวยสากล ทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมา คือ เกมที่ใช้ร่างกายส่วนล่างเป็นหลัก เช่น การวิ่ง การก้าวเท้า เป็นต้น สำหรับเกมที่ใช้ร่างกายส่วนบนเป็นหลัก เช่น เกมเทนนิส โบว์ลิ่ง เบสบอล และกอล์ฟ ใช้พลังงานน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเกม 2 กลุ่มแรก

ข้อเสนอแนะการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาการใช้พลังงานของกลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุ สมรรถภาพที่แตกต่างกัน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างข้างต้นจะมีการตอบสนองต่อการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน
2. ควรทำการเปรียบเทียบระหว่างระดับความยากของแต่ละเกม
3. ควรทำการเปรียบเทียบระหว่างแอ็กทีฟวิดีโอเกม เช่น ทำการวัดการใช้พลังงานระหว่างแอ็กทีฟวิดีโอเกมชนิดหนึ่งกับแอ็กทีฟวิดีโอเกมอีกชนิดหนึ่ง



บรรณานุกรม

คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับสำหรับคนไทย. (2546). ตารางปริมาณสารอาหาร

อ้างอิงที่ควรได้รับประจำวัน สำหรับคนไทย พ.ศ.2546. นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข

ชูศักดิ์ เวชแพศย์; และ ปาละวิวัฒน์ กันยา. (2536). สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4.

กรุงเทพฯ: ธรรมกมลการพิมพ์.

นิพนธ์ วิษุตเวส. (2551). ผลของการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องและแบบสลับที่มีต่อการใช้พลังงาน.

ปริญญาานิพนธ์ วท.ม (วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ถนอมวงศ์ กฤตเพ็ชร; เฉลิม ชัยวัชรารณ; และวิจิต คณิงสุขเกษม. (2535). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย 1

กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

ถนอมศักดิ์ เสนาคำ. (2555). การใช้พลังงานในขณะที่เล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกม วารสารคณะพลศึกษา ปีที่ 15 (ฉบับพิเศษ)

ถนอมศักดิ์ เสนาคำ. (2541). การใช้พลังงานในขณะที่แข่งขันของนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทย

กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเวท เกษกัน. (2547). ผลการฝึกด้วยน้ำหนักในจำนวนครั้งต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

ปริญญาานิพนธ์ วท.ม (วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร

พีรพงศ์ บุญศรี. (2532). โภชนาการและการออกกำลังกาย กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช

เยาวรัตน์ ประภัศรขาม. (2549). การเคลื่อนไหวร่างกายของคนไทย สถานการณ์สุขภาพประเทศไทย ปีที่ 2 ฉบับที่ 14 สำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารสุขภาพ

สนธยา สีละมอด. (2547). หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

American College of Sports Medicine. (2010). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8th. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

American College of Sports Medicine. (2008). ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual. 2nd. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

American College of Sports Medicine. (2006). *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*

Published May 19th Lippincott Williams & Wilkins.

Anderson, K.L. (1985). *Habitual physical activity and health*. Copenhagen: World Health Organization.

Biddiss E, & Irwin J. (2010). Active Video Games to Promote Physical Activity in Children and Youth. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 164(7): 664 – 72.

Brown, S.P.; Miller, W.C.; & Eason, J.M. (2006). *Exercise Physiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006

Frayn, K.N. (2003). The glucose-fatty acid cycle: a physiological perspective. *Biochemical Society Transactions*. 31(6): 1115-1119

Goto, K.; et al. (2011). A Single Versus Multiple Bouts of Moderate-Intensity Exercise for Fat Metabolism. 31(3): 215. Retrieved August 19, 2011, from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=A%20Single%20Versus%20Multiple%20Bouts%20of%20ModerateIntensity%20Exercise%20for%20Fat%20Metabolism>

Graf DL, Pratt LV, et al. (2009). Playing Active Video Game increases Energy Expenditure in Children. *Pediatrics*, 124(2): 534 – 40

Kang, J.; et al. (2009, September). *Effect of Preceding Resistance Exercise on Metabolism During Subsequent Aerobic Session*. *European Journal of Applied Physiology* 107(1): 43-50.

Kirk, E.P.; et al. (2009, May). *Minimal Resistance Training Improves Daily Energy Expenditure and Fat Oxidation*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 41(5): 1122-1129.

Lanningham-Foster (2009). *Activity-Promoting Video Games and Increased Energy Expenditure*. *The Journal of Pediatrics*.

Maddison.; et al. (2007). *Energy Expended Playing Video Console Games: An Opportunity to Increase Children's Physical Activity?* *Pediatric Exercise Science*, 2007, 19, 334-343 © 2007 Human Kinetics, Inc.

McArdle, W.D.; Katch, F.I.; & Katch, V.L. (2001). Exercise Physiology Energy, Nutrition, and Human Performance. 5th Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

White K, Kilding AE, et al. (2009). Energy Expenditure and Enjoyment during Nintendo® Wii Active VideoGames: How do They compare to Other Sedentary and Physical Activities? Centre for Physical Activity and Nutrition (CPAN). AUT University.

Wilmore, J.H., Constill, D.L.; et al. (2008). *Physiology of sport and exerscies*. 4th Champaign, IL: Human Kinetics.







ภาคผนวก ก

แบบทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (VO2max)

แบบทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (VO₂max)

ทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยใช้ลูกลูกไฟฟ้า (HPCosmos; Mercury, Germany)ที่มีการปรับตั้งไว้ก่อนการทดสอบด้วยวิธีการของบรูซ (Victor F., Jonathan N., 2007)(The Bruce Treadmill Protocol) จนกระทั่งกลุ่มตัวอย่างมีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ 3 ใน 5 ข้อ คือ (1) HR มีค่าใกล้เคียง (±ร้อยละ 5) กับ HR สูงสุด [คำนวณจาก 220 – อายุ (ปี)] (2) VO₂ เพิ่มขึ้น < 150 มล./นาที เมื่อเพิ่มความหนักขึ้นอีกระดับหนึ่ง (3) อัตราส่วนระหว่าง CO₂ ต่อ O₂ (RER) ≥ 1 (4) ค่าความเหนื่อยล้า (RPE) ≥ 18 (5) กลุ่มตัวอย่างหมดแรงหรือไม่สามารถเดินต่อไปได้ (บันทึก HR ในขณะที่พักและในขณะที่ทดสอบ VO_{2max} ด้วยเครื่องมือวัดแบบไร้สาย (Polar Team and Heart rate monitor; T31 Coded, Finland) และนำค่า VO₂max ที่ได้มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่าง HR และ VO₂ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมดจะถูกปรับตั้งค่าให้เป็นมาตรฐาน (Calibration) ก่อนการทดสอบ ทุกครั้งด้วยวิธีการตามคำแนะนำของผู้ผลิต

การทดสอบอัตราการเผาผลาญขณะพัก

การทดสอบอัตราการเผาผลาญขณะพัก โดยการวัดแบบทางอ้อม ด้วยการวิเคราะห์อัตราการแลกเปลี่ยน แก๊ส ซึ่งจะเป็นการหาปริมาณอากาศที่ไหลผ่านเข้าออกจากร่างกาย การนำออกซิเจนไปสันดาปให้พลังงาน แลคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นซึ่งการวัดแบบนี้เรียกว่า การวัดอัตราการเผาผลาญขณะพัก (RMR-Resting Energy Expenditure) และ สัดส่วนการหายใจ (RQ-Respiratory Quotient) จะถูกคำนวณ ซึ่งสัดส่วนการหายใจจะเป็นตัวแทนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น และ ออกซิเจนที่ได้รับเข้าไปซึ่งมีลักษณะของแต่ละบุคคล ซึ่งค่าสัดส่วนการหายใจนี้จะช่วยให้สามารถแปรผลเกี่ยวกับอัตราการใช้พลังงานขณะพักของร่างกายได้ ซึ่งจะใช้สมการ Abbreviated Weir Equation ในการคำนวณหา

$$\text{RMR} = [3.9(\text{VO}_2) + 1.1(\text{VCO}_2)] \times 1.44$$

$$\text{VO}_2 = \text{oxygen uptake (ml/min)}$$

$$\text{VCO}_2 = \text{carbon dioxide output (ml/min)}$$

ซึ่งสามารถทดสอบโดยใช้หน้ากากในการทดสอบ การใช้หน้ากากในการทดสอบมีข้อกำหนดดังนี้

1. ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องไม่รับประทานอาหาร อย่างน้อย 12 ชั่วโมงและงดสูบบุหรี่ก่อนการทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
2. การทดสอบนั้นจะต้องทำการทดสอบในห้องที่มีการปรับอุณหภูมิให้คงที่ และผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องมีการเคลื่อนไหวที่น้อยที่สุดในระหว่างการทดสอบ
3. การทดสอบนั้นจะต้องการสมาธิมาก ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงสิ่งที่จะเป็นผลกระทบต่อการทดสอบทั้งหมด
4. ใน 5 นาทีแรกข้อมูลที่เกิดขึ้นนั้นจะไม่ถูกนำไปใช้ประกอบในการทดสอบ
5. การทดสอบนั้นจะต้องกระทำในสภาวะที่คงที่ ประมาณ 5 นาทีซึ่งค่า VO_2 และ VCO_2 ต้องเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และ สัดส่วนการหายใจ RQ เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์
6. ใช้เวลาการทดสอบประมาณ 15-20 นาที
7. ในคนไข้โรคไต ที่มีการล้างไต นั้นไม่ควรทำการทดสอบในระหว่างการรักษา



ภาคผนวก ข

รูปแบบและการทำงานของ Xbox360(Kinect)

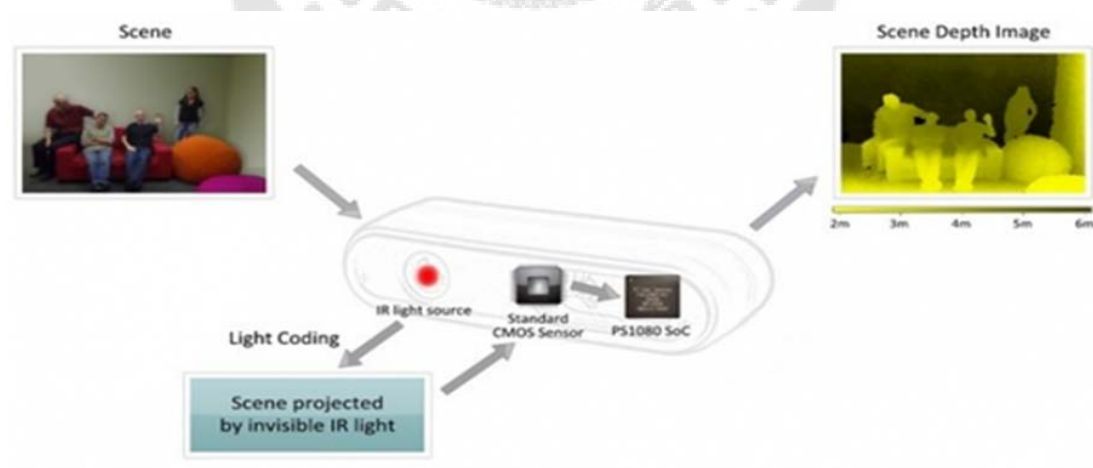
คิเนค (Kinect)

คิเนค (Kinect) มีการหน้าที่ใหญ่ๆอยู่ 3 หน้าที่ คือ จดจำผู้เล่น จดจำโดยใช้ ข้อมูลจากกล้อง และประมวลผลโดยโปรแกรมโปรแกรมช่วยยืนยันตัวตนบุคคลจากใบหน้า (Facial Recognition) และ จดจำการเคลื่อนไหวร่างกายของผู้เล่นเป็นแบบ 3 มิติ แบ่งเป็น 3 อย่างย่อย คือ

จดจำวัตถุแบบ 3 มิติ โดยใช้ตัวส่งแสง อินฟราเรด (Infrared) และกล้องอินฟราเรด (infrared camera) ,ตัวส่งแสงอินฟราเรด (Infrared) จะส่งแสงไป กระแทกกับวัตถุ ไม่ว่าจะเป็นคนหรือสิ่งของ และ แสง อินฟราเรด (Infrared) จะสะท้อนจากวัตถุนั้นๆกลับไปทีกล้องอินฟราเรด (infrared camera) และ คิเนค (Kinect) จะใช้ข้อมูลพวก “เวลาในการสะท้อนกลับ” และ “ความยาวคลื่นแสง” ในการ ประมวลผลวัตถุต่างๆเป็น 3 มิติ (ยกตัวอย่างเช่น ใช้เวลานานในการสะท้อนกลับแสดงว่าวัตถุอยู่ไกล , ของที่มีสีต่างกันจะดูดกลืนและสะท้อนแสงกลับไปในความยาวคลื่นที่ต่างกัน)

จดจำและแบ่งแยกประเภทของคน ว่าเป็นเพศไหน อายุประมาณเท่าไร ขนาดสัดส่วนตัว ประมาณไหน โดยใช้เทียบกับฐานข้อมูลที่มีอยู่

จดจำการเคลื่อนไหวของคน โดยหลังจากแบ่งแยกประเภทของคนแล้ว จะใช้วิธี การ เคลื่อนไหวตามลักษณะกระดูก (skeletal movements) เข้าไปวิเคราะห์คนประเภทนั้นว่า ส่วนไหนคือ หัว ตัว แขน ขา ข้อศอก, โดยใช้สัดส่วน ลักษณะ หรือข้อจำกัดต่างๆ



ที่มา <http://www.wired.com/gadgetlab/2010/11/tonights-release-xbox-kinect-how-does-it-work/all/1>

จดจำเสียงผู้เล่น โดยใช้ไมโครโฟน 4 ตัว โดยไมโครโฟนนั้นจะเป็นแบบรับเสียงในพื้นที่กว้าง (Wide-Field, conic audio capture) และให้ความสำคัญกับเสียงเป็นรูปกรวย (สนใจเสียงไกลๆ เสียงใกล้ๆ อย่างเสียงที่มาจาก Xbox เอง, คิเนค (Kinect) จะไม่สนใจ) หลังจากนั้นจะใช้วิธี จดจำเสียง (Voice Recognition) เพื่อจดจำและแปลความหมายของสิ่งที่ผู้เล่นแต่ละคนพูด โดย คิเนค (Kinect) สามารถแยกแยะเสียงของแต่ละผู้เล่นได้





ภาคผนวก ค

ใบขออนุญาตการทำวิจัยในมนุษย์
หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย

ใบขออนุญาตการทำวิจัยในมนุษย์



MF4Version1:15/7/2556

ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและใบยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-046/56 E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและ ข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: การศึกษาการใช้พลังงานในขณะการเล่นแอคทีฟวิดีโอเกม
ชื่อผู้วิจัยหลัก: นายจตุพล อยู่ชันสวัสดิ์
สังกัด: คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เอกสารที่รับรอง: 1. ข้อเสนอโครงการวิจัย
2. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย
3. เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับอาสาสมัครผู้เข้าร่วมการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาพบทวน

1. ข้อเสนอการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 24 ธ.ค. 2556
2. เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับอาสาสมัครผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 3 วัน/เดือน/ปี 9 ม.ค. 2557
3. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 3 วัน/เดือน/ปี 9 ม.ค. 2557

(ลงชื่อ).....

(อาจารย์ แพทย์หญิงจันทรรักษ์ ตันนันทยุทวงศ์)

เลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E-005/2557

วันที่ให้การรับรอง : 9/01/2557

วันหมดอายุใบรับรอง : 9/1/2558

หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย

วันที่

ข้าพเจ้าอายุปี อยู่บ้านเลขที่
ถนน หมู่ที่แขวง /ตำบลเขต /อำเภอ
จังหวัด..... โทรศัพท์.....

ขอทำหนังสือนี้ให้ไว้ต่อหัวหน้าโครงการวิจัยเพื่อเป็นหลักฐานแสดงว่า

ข้อ 1. ข้าพเจ้า ได้รับทราบโครงการวิจัยของนายจุฑพล อยู่ขันสวัสดิ์

การศึกษาการใช้พลังงานในขณะการเล่นแอคทีฟวิดีโอเกม

ข้อ 2. ข้าพเจ้า ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ด้วยความสมัครใจ โดยมีได้มีการบังคับขู่เข็ญ
หลอกลวงแต่ประการใด และจะให้ความร่วมมือในการวิจัยทุกประการ

ข้อ 3. ข้าพเจ้า ได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย

ประสิทธิภาพ ความปลอดภัย อาการหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งแนวทางป้องกันและ
แก้ไข หากเกิดอันตราย ค่าตอบแทนที่จะได้รับ ค่าใช้จ่ายที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบจ่ายเอง
โดยได้อ่านข้อความที่มีรายละเอียดอยู่ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยโดยตลอด อีกทั้ง
ยังได้รับคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้วและตกลง
รับผิดชอบตามคำรับรองในข้อ 5 ทุกประการ

ข้อ 4. ข้าพเจ้า ได้รับการรับรองจากผู้วิจัยว่าจะเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผย
เฉพาะผลสรุปการวิจัยเท่านั้น

ข้อ 5. ข้าพเจ้า ได้รับทราบจากผู้วิจัยแล้วว่า หากมีอันตรายใด ๆ อันเกิดขึ้นจากการวิจัยดังกล่าว
ข้าพเจ้า จะได้รับการรักษาพยาบาลจากคณะผู้วิจัย โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายและจะได้รับค่าชดเชย
รายได้ที่สูญเสียไปในระหว่างการรักษาพยาบาลดังกล่าว ตลอด จน มีสิทธิ์ได้รับค่าทดแทน
ความ พิกัดที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัยตามสมควร

ข้อ 6. ข้าพเจ้า ได้รับทราบแล้วว่าข้าพเจ้ามีสิทธิ์จะบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัยนี้ และการบอกเลิก
การ ร่วมโครงการวิจัย จะไม่มีผลกระทบต่อการรักษาโรคที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ข้อ 7. หากข้าพเจ้ามีข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์
จากการวิจัย สามารถติดต่อกับ นายจุฑพล อยู่ขันสวัสดิ์ ที่อยู่ บ้านเลขที่ 9/3 หมู่ 13

ตำบล สะเตียง อำเภอ เมือง จังหวัด เพชรบูรณ์ 67000 หรือ E-mail:tuisp07@gmail.com

ข้อ 8. หากข้าพเจ้า ได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้า พเจ้าจะ
สามารถติดต่อกับประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับการพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำ

ในมนุษย์หรือผู้แทน ได้ที่ สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย เบอร์โทร 02-649-5000 ต่อ
11015-11017



/ ข้าพเจ้า.....

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจข้อความตามหนังสือนี้โดยตลอดแล้ว เห็นว่าถูกต้องตามเจตนา
ของข้าพเจ้า จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญพร้อมกับหัวหน้าโครงการวิจัยและต่อหน้าพยาน

ลงชื่อ ลงชื่อ

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

ผู้ยินยอม / ผู้แทนโดยชอบธรรม

ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม/หัวหน้า

โครงการวิจัย

ลงชื่อพยาน ลงชื่อ

พยาน

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

ในกรณีที่ผู้เข้าร่วมการวิจัย อ่านหนังสือไม่ออก ผู้ที่อ่านข้อความทั้งหมดแทนผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ

.....

.

จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อพยาน

(.....)



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายจตุพล อยู่ขันสวัสดิ์
วัน เดือน ปีเกิด	18 มิถุนายน 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดเพชรบูรณ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	9/3 หมู่ 13 ถ. พระพุทธบาท ต. สะเดียง อ. เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2540	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนเซนต์โยเซฟศรีเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
พ.ศ. 2546	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จากโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัยเพชรบูรณ์ อำเภอหล่มสัก จังหวัด เพชรบูรณ์
พ.ศ. 2550	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2557	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา (วิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ