การออกแบบอุปกรณ์และพัฒนาแอพลิเคชั่นเพื่อการลดน้ำหนัก และการออกกำลังกาย
Smart Device for Keeping Healthy

โดย
นางสาวณฐภัคศจิรา จันทร์มี
Nathapaksajira Chanmee

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การออกแบบอุปกรณ์และพัฒนาแอพลิเคชั่นเพื่อการลดน้ำหนัก และการออกกำลังกาย

Smart Device for Keeping Healthy

โดย

นางสาวณฐภัคศจิรา จันทร์มี

Nathapaksajira Chanmee

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

การออกแบบอุปกรณ์และพัฒนาแอพลิเคชั่นเพื่อการลดน้ำหนัก และการออกกำลังกาย

Smart Device for Keeping Healthy

โดย

นางสาวณฐภัคศจิรา จันทร์มี รหัสประจำตัว 57010364

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ปริญญานิพนธ์	สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์ ปีการศึกษา 2560
สาขาวิชา	วิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง	การออกแบบอุปกรณ์และพัฒนาแอพลิเคชั่นเพื่อการลดน้ำหนักและการออกกำลังกาย
	Smart Device for Keeping Healthy
นักศึกษา	นางสาว ณฐภัคศจิรา จันทร์มี รหัสนักศึกษา 57010364

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(ดร.สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบอุปกรณ์และพัฒนาแอพลิเคชั่นเพื่อการลดน้ำหนักและการออกกำลังกาย
นักศึกษา	นางสาว ณฐภัคศจิรา จันทร์มี รหัสนักศึกษา 57010364
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมชีวการแพทย์
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ดร. สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นให้กับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก ไม่ว่าจะต้องการลดน้ำหนักในกรณีที่เป็นการรักษาโรค หรือ กรณีที่ต้องการดูแลสุขภาพ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้กับร่างกายและส่วนของแอพลิเคชั่นที่ใช้งานคู่กับอุปกรณ์ที่ได้ประดิษฐ์ขึ้น ซึ่งการใช้งานนั้นเริ่มจากที่ผู้ใช้กรอกข้อมูลที่จำเป็น เช่น เพศ น้ำหนัก อายุ และ อัตราการหายใจขณะพัก ลงในแอพลิเคชั่น จากนั้นแอพลิเคชั่นจะส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์เพื่อทำการคำนวณ Heart rate ที่เหมาะสมในการออกกำลังกายโดยการแสดงค่าบนหน้าจอ นอกจากนั้นอุปกรณ์ยังรับสัญญาณจาก Pulse sensor เพื่อคำนวณอัตราการเต้นของหัวใจอีกด้วย เทียบกับค่าที่ได้จากเซนเซอร์ หากผู้ใช้อุปกรณ์ ออกกำลังกายเกิน Heart rate zone อุปกรณ์จะมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้นเพื่อควบคุมการออกกำลังกายให้อยู่ใน Heart rate zone ที่เหมาะสม นอกจากนั้น อุปกรณ์นี้สามารถคำนวณการเผาผลาญระหว่างที่ผู้ใช้ออกกำลังกายอีกด้วย การออกกำลังกายใน Heart rate zone ที่เหมาะสม นอกจากจะช่วยให้ออกกำลังกายในอัตราการเต้นของหัวใจที่เหมาะสมแล้ว ยังสามารถป้องกันอันตรายจากการออกกำลังกายที่หักโหมจนเกินไปด้วย อุปกรณ์นี้สามารถช่วยให้ผู้ใช้ลดน้ำหนักได้ตามจุดประสงค์ที่วางไว้

Project title	Smart Device for Keeping Healthy
Student	Nathapaksajira Chanmee Student ID 57010364
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Biomedical Engineering
Year	2560
Thesis Advisor	Dr.Sarinporn Visitsattapongse

Abstract

This Thesis concerns about maintaining health to help those who want to lose weight with cardio workouts, in addition to alerting when the heart rate is too high. The thesis has 2 parts, First part is an application and second part is a device. Providing personal data such as gender, weight or age on the application, then the application imparts to the device via Bluetooth. A pulse sensor from the device receives pulse signal to calculate a beat per minute when the user exercises. The device processes whether the heart rate at the sensor is higher or in the range of heart rate calculated from the data is sent from the application. During exercising the data of heart rate will show on the LCD monitor of the device. When the user exercise over appropriate heart rate zone limit, it will warn to reduce it to the right amount.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและคำปรึกษาจากบุคคลหลายท่าน ตลอดทั้งให้ความรู้แก่ผู้จัดทำมาโดยตลอด ผู้จัดทำขอขอบพระคุณหลักสูตรวิศวกรรมชีวการแพทย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเครื่องมือ สถานที่และงบประมาณในการศึกษา การออกแบบ สร้าง และทดสอบต้นแบบของปริญญานิพนธ์นี้

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร.สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานนี้ ที่ให้ความสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ ตรวจผลงานและแก้ไขจุดบกพร่องในเรื่องต่างๆของโครงงานให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ให้คำชี้แนะและช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ นายภาคภูมิ เหรียญอารีย์ และ นายณัฐนันท์ วันลักษณ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมชีวการแพทย์ ที่ให้คำปรึกษาในการทำโครงงาน รวมถึงคำแนะนำชี้แนะที่ดีในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับโครงงานจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ สำหรับคุณงามความดีที่เกิดขึ้นกับปริญญานิพนธ์นี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้บิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ณฐภัคศจิรา จันทร์มี

ผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ..... I

Abstract..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญภาพ..... V

สารบัญตาราง..... VI

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 1

1.3 สมมติฐาน..... 2

1.4 ขอบเขตการศึกษา..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 การออกกำลังกาย..... 3

2.1.1 การเล่นกีฬา..... 3

2.1.2 กิจกรรมทางกาย..... 3

2.1.3 การเตรียมตัวก่อนออกกำลังกาย..... 4

2.1.4 ขั้นตอนการออกกำลังกาย..... 4

2.1.4.1 การอบอุ่นร่างกายหรือการอุ่นเครื่อง (warm up) 4

2.1.4.2 การยืดกล้ามเนื้อ (stretching)..... 4

2.1.4.3 ช่วงของการออกกำลังกาย (training zone exercise) 5

2.1.4.4 การผ่อนกาย (cool down) 5

2.1.5 ข้อดีของการอบอุ่นร่างกายทุกครั้งที่ออกกำลังกาย..... 5

2.1.6 ข้อดีของการผ่อนคลายทุกครั้งที่ออกกำลังกาย..... 5

2.1.7 ประโยชน์จากการออกกำลังกาย..... 6

2.2 ประเภทการออกกำลังกาย..... 7

2.2.1 การออกกำลังกายแบบแอโรบิค 7

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

2.2.2 ข้อดีของการออกกำลังกายแบบแอโรบิค 8
2.2.3 การออกกำลังกายแบบอนาโรบิก 8
2.3 แคลอรี่ 11
2.3.1 การวัดหน่วยแคลอรี 11
2.3.1.1 small calorie 11
2.3.1.2 large calorie 11
2.3.2 กิโลแคลอรี่ (kcals) และกิโลจูล (kJ) 11
2.3.3 วิธีคำนวณแคลอรี่ 12
2.3.3.1 แคลอรี่ที่ต้องการใช้ในแต่ละวันสำหรับผู้ชาย 12
2.3.3.2 แคลอรี่ที่ต้องการใช้ในแต่ละวันสำหรับผู้หญิง 12
2.3.4 จำนวนแคลอรี่ที่แต่ละคนใช้ไปในแต่ละวัน 12
2.3.5 พฤติกรรมกับแคลอรี่ 13
2.3.5.1 รักษาน้ำหนักตัว 13
2.3.5.2 เพิ่มน้ำหนัก 14
2.3.5.3 ลดน้ำหนัก 14
2.3.6 การรับประทานอาหาร 15
2.3.6.1 คาร์โบไฮเดรต 15
2.3.6.2 ธัญพืชที่ไม่ผ่านการขัดสี 15
2.3.6.3 ผลิตภัณฑ์เนยนม 15
2.3.6.4 โปรตีน 16
2.3.6.5 ผักและผลไม้ 16
2.3.6.6 น้ำมันและผลิตภัณฑ์สเปรด (Spreads) 17
2.3.7 การออกกำลังกาย 17
2.3.7.1 ออกกำลังกายแบบแอโรบิค (Aerobic Exercise) 17
2.3.7.2 ออกกำลังกายแบบฝึกกล้ามเนื้อ (Strength Training) 18
2.3.7.3 เคลื่อนไหวร่างกายเสมอ 18

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

2.4 อัตราการเต้นของหัวใจ....18
2.4.1 ชีพจร....19
2.4.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อชีพจร.... 20
2.4.3 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting Heart rate).... 20
2.4.4 ระดับชีพจรสูงที่สุด (Max HR).... 21
2.4.5 ภาวะอัตราการเต้นของชีพจรผิดปกติ....22
2.4.5.1 Tachycardia.... 22
2.4.5.2 Bradycardia 22
2.4.6 Heart rate กับ Pulse rate.... 23
2.4.7 อัตราการเต้นของหัวใจกับการออกกำลังกาย....24
2.5 Body Mass Index....25
2.5.1 ค่า BMI กับ ร่างกาย....26
2.5.2 ข้อจำกัดของดัชนีมวลกาย.... 26
2.6 Heart Rate Zone.... 26
2.7 Fat Burn Zone.... 28
2.8 Pulse sensor amped.... 29
2.9 Pulse oximeter.... 29
2.9.1 ชนิดของ Pulse oximetry 31
2.9.1.1 Hemoximetry 31
2.9.1.2 Pulse oximetry.... 31
2.9.2 ส่วนประกอบของ Pulse oximeter.... 32
2.9.3 ปัญหาที่เกิดจากการใช้ pulse oximetry....32
บทที่3 ระเบียบวิจัย....33
3.1 อุปกรณ์....33
3.1.1 Pulse sensor.... 34
3.1.2 TFT LCD monitor.... 35

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

3.1.2.1 คุณสมบัติ 35
3.1.2.2 Pinout 35
3.1.3 Push Bottom 36
3.1.4 Arduino pro mini 36
3.1.4.1 ข้อมูลของ Arduino pro mini 37
3.1.4.2 คุณสมบัติ 38
3.1.5 Lithium Battery 38
3.1.6 Step Up Booster Power 39
3.1.6.1 คุณสมบัติ 39
3.1.6.2 ขนาด 39
3.1.7 Bluetooth 39
3.1.7.1 รายละเอียด Bluetooth 40
3.1.8 Arduino UNO 40
3.1.8.1 รายละเอียด Arduino UNO R3 41
3.1.9 Lithium Ion Battery Charger Module 41
3.1.9.1 คุณสมบัติ 42
3.2 วิธีการ 43

บทที่4 การทดลองและผลการทดลอง 50
4.1 การทดสอบ Pulse sensor และ หน้าจอ TFT LCD monitor 1.8 inch 50
4.2 แสดงค่า Beat Per Minute(BPM) บนหน้าจอ TFT LCD Monitor 1.8 inch 51
4.3 เทียบค่า BPM ระหว่าง Pulse sensor และ Pulse Oximeter 51
4.4 แสดงค่าแคลอรี่บนหน้าจอ TFT LCD Monitor 1.8 inch 52
4.5 แจ้งเตือนผ่านหน้าจอ เมื่อ BPM สูงกว่า threshold 53
4.6 แอพลิเคชั่น 53
4.6.1 ใช้แอพลิเคชั่นบนสมาทโฟน 54

4.7 ส่งค่าจากแอพลิเคชั่นไปยัง Arduino ผ่านบลูทูธ 55
4.8 ออกแบบเคสป้องกันอุปกรณ์ 56
4.9 ประกอบอุปกรณ์ 56
บทที่5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 58
5.1 สรุปผลการวิจัย 58
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา 58
5.2.1 ปัญหาที่พบ 58
5.2.1 แนวทางการแก้ปัญหา 58
5.1 ข้อเสนอแนะ 58
บรรณานุกรม 60
ภาคผนวก 61

สารบัญตาราง

เรื่อง หน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความแตกต่างระหว่าง_aerobic และ anaerobic..... 10

ตารางที่ 2.2 ระดับของ Beat per minute ใน Heart rate zone ต่างๆ.....22

ตารางที่ 2.3 ประโยชน์ที่ได้รับในการออกกำลังกายในระดับ Heart rate zone ต่างๆ..... 22

ตารางที่ 3.1 การต่อจอTFT LCD monitor 1.8 inchกับ Arduino UNO..... 44

ตารางที่ 4.1 เทียบค่า BPM ระหว่าง Pulse sensor และ Pulse Oximeter..... 51

ตารางที่ 4.2 เทียบความใกล้เคียงของค่าBPMในรูปของกราฟ..... 52

สารบัญภาพ

เรื่อง หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงสมดุลแคลอรี่เมื่อต้องการลดน้ำหนัก..... 14

ภาพที่ 2.2 ตำแหน่งการจับชีพจร..... 19

ภาพที่ 2.3 Heart rate ตามตัวแปรต่างๆ..... 21

ภาพที่ 2.4 แสดงกราฟ Normal and Abnormal Heart rate..... 23

ภาพที่ 2.5 แสดงการเผาผลาญที่ความเข้มข้นต่างๆในการออกกำลังกาย..... 28

ภาพที่ 2.6 แสดงการดูดกลืนแสงในช่วงต่างๆของความยาวคลื่น.....30

ภาพที่ 2.7 เปรียบเทียบการดูดกลืนแสงระหว่าง red light และ infrared light..... 31

ภาพที่ 2.8 แสดงส่วนต่างๆของPulse oximeter.....32

ภาพที่ 3.1 Pulse sensor..... 34

ภาพที่ 3.2 ส่วนต่างๆของPulse sensor..... 34

ภาพที่ 3.3 หน้าจอ TFT LCD monitor 1.8 inch.....35

ภาพที่ 3.4 Push button..... 36

ภาพที่ 3.5 Arduino pro mini..... 36

ภาพที่ 3.6 Lithium Battery 3.7v 420mAh..... 38

ภาพที่ 3.7 2A DC-DC Step Up Booster Power (MT3608)..... 39

ภาพที่ 3.8 Bluetooth Serial Module (HC-05 Master/Slave mode)..... 39

ภาพที่ 3.9 Arduino UNO R3..... 40

ภาพที่ 3.10 Lithium Ion Battery Charger Module..... 41

ภาพที่ 3.11 ผังการต่อสายไฟของ Lithium Ion Battery Charger Module.....42

ภาพที่ 3.12 (a) Pulse sensor 43

สารบัญภาพ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

ภาพที่ 3.12 (b) หน้าจอTFT LCD monitor 1.8 43

ภาพที่ 3.12 (c) Arduino UNO 43

ภาพที่ 3.13 การต่อขาของ Pulse sensor กับ Arduino UNO 43

ภาพที่ 3.14 การต่อ switch buttonกับArduino 45

ภาพที่ 3.15 การต่อบลูทูธเข้ากับ Arduino 46

ภาพที่ 3.16(a) TFT LCD Monitor 1.8 inch 47

ภาพที่ 3.16(b) Pulse sensor 47

ภาพที่ 3.16(c) Bluetooth 47

ภาพที่ 3.16(d) Arduino pro mini 47

ภาพที่ 3.16(e) Lithium Battery 48

ภาพที่ 3.16(f) Step Up Booster Power 48

ภาพที่ 3.16(g) Lithium Ion Battery Charger Module 48

ภาพที่ 3.16(h) Push Button 48

ภาพที่ 4.1 กราฟที่ได้จากการทดสอบ Pulse sensor 49

ภาพที่ 4.2(a)ตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบจอTFT LCD monitor 1.8 inch 50

ภาพที่ 4.2(b)ตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบจอTFT LCD monitor 1.8 inch 50

ภาพที่ 4.2(c)ตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบจอTFT LCD monitor 1.8 inch 50

ภาพที่ 4.3 แสดงค่า Beat Per Minute(BPM)บนหน้าจอTFT LCD Monitor 51

ภาพที่ 4.4 แสดงค่าแคลอรี่บนหน้าจอ TFT LCD Monitor 1.8 inch 52

ภาพที่ 4.5 แสดงเป็นจอสีแดงเมื่อ BPM สูงกว่า threshold 53

สารบัญภาพ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

ภาพที่ 4.6 ออกแบบหน้าต่างใช้งานบนโปรแกรม MIT App Inventor..... 53

ภาพที่ 4.7 ส่วนของบล้อคคำสั่งในโปรแกรม MIT app inventor..... 54

ภาพที่ 4.8 แอพลิเคชั่นบนสมาทโฟน..... 54

ภาพที่ 4.9(a) ส่งค่าจากข้อมูลบนแอพลิเคชั่น..... 55

ภาพที่ 4.9(b) Arduino รับค่าจากแอพลิเคชั่นแล้วแสดงผลบนหน้าจอ..... 55

ภาพที่ 4.10 ใช้โปรแกรม Inventor เพื่อออกแบบ..... 56

ภาพที่ 4.11 นำอุปกรณ์ที่บัดกรีลงบนแผ่นPCB มาประกอบกับเคส..... 57

บทที่1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันโรคอ้วนนับว่าเป็นโรคที่พบได้มากในสังคมปัจจุบัน องค์การอนามัยโลกถือเป็นปัญหาสุขภาพสำคัญปัญหาหนึ่งที่จะต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา

น้ำหนักเกินหรือโรคอ้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อโรคต่อไปนี้ (Weight-control Information Network 2007) คือ โรคเบาหวาน โรคหัวใจโคโรนารี โรคคอเลสเตอรอลในเลือดสูง โรคของถุงน้ำดี โรคข้อกระดูกอักเสบ โรคภาวะหยุดหายใจขณะหลับและหายใจบกพร่อง และโรคมะเร็งบางประเภท เช่น มดลูก เต้านม ลำไส้ใหญ่และทวารหนัก ไต และถุงน้ำดี เป็นต้น นอกจากนั้น โรคอ้วนยังเสี่ยงมากขึ้นในเรื่องต่อไปนี้ ได้แก่ ภาวะแทรกซ้อนในระหว่างตั้งครรภ์ ประจำเดือนมาไม่สม่ำเสมอ ไม่สามารถกลั้นปัสสาวะได้ ความผิดปกติทางจิตใจ (เช่น คุ้มคลั่ง) มีความเสี่ยงสูงเมื่อทำศัลยกรรม และอายุสั้น

การดูแลรักษาโรคอ้วนที่ปลอดภัยและได้ผลในระยะยาว คือ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ในเรื่องการบริโภคอาหาร และการทำกิจกรรมออกกำลังกาย การลดน้ำหนัก เป็นอีกหนึ่งวิธีที่สำคัญต่อผู้คนในสมัยนี้ ไม่ว่าจะเป็นการรักษารูปร่าง หรือ ทำให้สุขภาพร่างกายดีขึ้น โดยเมื่อพูดถึงการลดน้ำหนัก คนส่วนใหญ่จะนึกถึงการควบคุมอาหารและการออกกำลังกายรวมถึงแคลอรี่ แต่ปัจจุบัน ผู้คนส่วนใหญ่ยังเข้าใจผิดเกี่ยวกับวิธีการออกกำลังกายที่ถูกต้อง อาจหักโหมเกิน หนักและนานเกินไปนั่นอาจทำให้เกิดผลเสียได้ แต่การออกกำลังกายส่วนใหญ่ต้องใช้เวลา และอัตราการเต้นของหัวใจที่เหมาะสมกับช่วงเวลานั้น ซึ่งหากเรารู้พลังงานที่เผาผลาญขณะออกกำลังกาย และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเผาผลาญพลังงาน จะทำให้ออกกำลังกายและควบคุมแคลอรี่จากอาหารเพื่อการรักษาสุขภาพได้ดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 จัดทำอุปกรณ์ที่วัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายโดย พร้อมคำนวณแคลอรี่ขณะออกกำลังกาย

1.2.2 ช่วยให้ออกกำลังกายในช่วงของอัตราการเต้นของหัวใจที่เหมาะสม

1.3 สมมติฐานการศึกษา

อุปกรณ์ที่จัดทำขึ้นสามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจและแคลอรี่ขณะออกกำลังกาย พร้อมแจ้งเตือนเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจมากเกินช่วงอัตราการเต้นของหัวใจที่เหมาะสมขณะออกกำลังกาย

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 จัดทำอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ และ วัดแคลอรี่ ขณะออกกำลังกายเท่านั้น

1.4.2 ผลที่แสดงบนหน้าจอนั้น เป็นเพียงตัวช่วยในการควบคุมการออกกำลังกายแบบCardio ในช่วงอัตราการเต้นของหัวใจที่เหมาะสม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้สวมใส่อุปกรณ์สามารถทราบถึงอัตราการเต้นของหัวใจในขณะออกกำลังกาย

บทที่2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกกำลังกาย

การออกกำลังกาย หมายถึง กิจกรรมที่กระทำแล้วทำให้ร่างกายมีสุขภาพที่ดี กิจกรรมที่มีการวางแผนเป็นลำดับขั้นเพื่อเพิ่มสมรรถภาพของร่างกายโดยรวมและการวางแผนที่กล่าวถึงนี้จะมีรายละเอียด เช่น ระยะเวลา , ความหนัก และความถี่ของการออกกำลังกาย (กิตติมา,2018)

2.1.1 การเล่นกีฬา (Sports)

การเล่นกีฬา (Sports) คือ การกระทำกิจกรรมซึ่งเป็นไปกฎกติกาการเล่นซึ่งนอกเหนือจากความหนักของกิจกรรมที่ทำแล้วยังต้องการทักษะการเล่น ซึ่งหากมีความท้าทายจากการแข่งขันจากจุดมุ่งหมายเพื่อชัยชนะแล้ว จะยิ่งทำให้ควบคุมความหนักของกิจกรรมยากขึ้น การเล่นกีฬาจึงควรให้ความระมัดระวังมากสำหรับผู้ที่ร่างกายอ่อนแอ ผู้ที่เป็นโรคหรือมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคบางอย่าง เช่น โรคหัวใจ โรคหืด เป็นต้น รวมถึงผู้ที่มีอาการบาดเจ็บอยู่แล้ว และโดยเฉพาะอย่างยิ่งกีฬาที่มีการปะทะกัน

2.1.2 กิจกรรมทางกาย (Physical Activity)

กิจกรรมทางกาย (Physical Activity) คือ การเคลื่อนไหวร่างกายใดๆ ไม่จำกัดความหนักของการเคลื่อนไหว กิจกรรมเหล่านี้จะต่างกับการออกกำลังกายที่ไม่ได้มีการวางแผนเพื่อเพิ่มความฟิตของร่างกาย ส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมที่จำเป็นต้องทำในชีวิตประจำวัน ตัวอย่าง เช่น การกวาดบ้าน การปลูกต้นไม้ การเลี้ยงสัตว์ ฯลฯ ซึ่งแม้กิจกรรมเหล่านี้จะไม่ได้เพิ่มสมรรถภาพแก่ร่างกายได้ชัดเจนเท่าการออกกำลังกาย แต่การทำกิจกรรมเหล่านี้ในปริมาณที่มากพอ ร่างกายได้มีการใช้พลังงานในกิจกรรมที่เคลื่อนไหวมากพอ ก็ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติมีสุขภาพที่แข็งแรงได้

ร่างกายมนุษย์มีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา เพื่อความเจริญเติบโตและรักษาสภาพการทำงานที่ดีเอาไว้ การไม่ออกกำลังกายไม่เพียงแต่จะทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของสมรรถภาพทางกายหรือสุขภาพ แต่ยังเป็นสาเหตุของความผิดปกติของร่างกายและโรคร้ายหลายชนิดที่ป้องกันได้ ซึ่งเป็นโรคที่เป็นปัญหาทางการแพทย์ที่พบมากใน การออกกำลังกายให้เกิดประโยชน์แก่สุขภาพคือ การจัดชนิดของความหนัก ความนาน และความบ่อยของการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับเพศ วัย สภาพร่างกาย สภาพแวดล้อม และจุดประสงค์ของแต่ละคน

ดังนั้นกล่าวโดยสรุป ผู้ที่ต้องการมีสุขภาพดี ควรมีกิจกรรมทางกายที่มีการเคลื่อนไหว ที่ใช้พลังงานในระดับที่เหมาะสม ที่จะมีผลส่งเสริมสุขภาพให้ดีขึ้นได้ โดยกิจกรรมดังกล่าวอาจถูกพิจารณาว่าเป็นการออกกำลังกาย การเล่นกีฬา หรือแม้แต่กิจกรรมทางกายก็ได้

หากต้องการที่จะมีสุขภาพที่ดีเราต้องดูแลตนเอง นอกจากอาหาร อากาศบริสุทธิ์ และจิตใจสบายไม่เครียดแล้ว การออกกำลังกายให้สุขภาพดีนับเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง การออกกำลังกายจะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจและหลอดเลือดแข็งแรง ป้องกันโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และโรคมะเร็ง

2.1.3 การเตรียมตัวก่อนออกกำลังกาย มีข้อสำคัญดังนี้

2.1.3.1 ก่อนออกกำลังกายทุกครั้ง ควรทำการอบอุ่นร่างกายก่อน อาจใช้วิธีเดินภายในบ้าน รอบบ้าน หรือเดือนบนสายพาน ฯลฯ โดยปกติแล้วควรใช้เวลาในการอบอุ่นร่างกายประมาณ 5-10 นาที ซึ่งในกาทำความอบอุ่นร่างกายนี้จะทำให้เลือดไปเลี้ยงอวัยวะส่วนต่าง ๆ ได้มากขึ้น และหลอดเลือดมีการเตรียมความพร้อมมากขึ้น เป็นการป้องกันการบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย

2.1.3.2 ออกกำลังกายหลังรับประทานอาหารอย่างน้อย 2-3 ชั่วโมง

2.1.3.2 หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายทันทีหลังตื่นนอน และควรหยุดออกกำลังกายอย่างน้อย 3 ชั่วโมงก่อนเข้านอน

2.1.3.4 ควรดื่มน้ำหนึ่งแก้ว ก่อนออกมาซ้อมวิ่ง และพยายามดื่มน้ำให้มากทุกวัน วิ่งเสร็จแล้วก็ควรดื่มน้ำด้วย เพื่อป้องกันภาวะร่างกายขาดน้ำ

2.1.3.5 เลือกชุดกีฬาและรองเท้าที่เหมาะสมกับชนิดของกีฬา เช่น ชุดวิ่งควรจะบางเบาและระบายความร้อนจากร่างกายได้ดี ควรเลือกให้เหมาะกับสภาพอากาศ เช่น เสื้อกล้ามเหมาะกับฤดูร้อน ชุดวอร์มเหมาะกับอากาศหนาวเย็น

2.1.3.6 หากไม่สบาย เป็นไข้หรือท้องเสีย ควรงดการซ้อมวิ่ง ถ้าเคล็ดขัดยอก แพลง ก็ควรลดการวิ่งลง อาจเลือกการออกกำลังกายแบบอื่นทดแทนและควรพักผ่อนให้เพียงพอ

2.1.4 ขั้นตอนการออกกำลังกาย

2.1.4.1 การอบอุ่นร่างกายหรือการอุ่นเครื่อง (warm up)

การอบอุ่นร่างกายหรือการอุ่นเครื่อง (warm up) เป็นการเตรียมร่างกายโดยเฉพาะปอดและหัวใจให้พร้อมที่จะรับการออกกำลังกาย การอบอุ่นร่างกายที่ดีก็คือกิจกรรมที่สามารถทำให้อุณหภูมิร่างกาย อุณหภูมิกล้ามเนื้อและปริมาณเลือดที่ไหลเวียนสู่กล้ามเนื้อที่จะใช้งานเพิ่มสูงขึ้นจากสภาวะพัก อาจเริ่มด้วยการเดินช้าๆ แล้วค่อยๆเดินเร็วขึ้นจนชีพจรเริ่มเต้นเร็วขึ้น จาก 70 ครั้งต่อนาที มาเป็น 100 หรือ 110 ครั้งต่อนาที ช่วงนี้ร่างกายของเราจะค่อยๆปรับตัว ทำให้ไม่เกิดอันตรายในการออกกำลังกาย การอบอุ่นร่างกายควรใช้เวลาอย่างน้อย 5-10 นาที

2.1.4.2 การยืดกล้ามเนื้อ (stretching)

การยืดกล้ามเนื้อ (stretching) เป็นการเตรียมกล้ามเนื้อ เอ็น และเอ็นข้อต่อของร่างกายให้เตรียมพร้อมที่จะรับการออกกำลังกาย ทำให้ไม่เกิดการบาดเจ็บขึ้นเมื่อเริ่มออกกำลังกาย ช่วงนี้ก็ใช้เวลา 5-10 นาที

2.1.4.3 ช่วงของการออกกำลังกาย (training zone exercise)

ช่วงนี้ก็คือช่วงของการออกกำลังกายแบบแอโรบิค (aerobic exercise) เช่นถ้าวิ่ง ก็จะวิ่งให้มีความหนักเพียงพอ คือให้หัวใจเต้นประมาณ 60-80 % ของชีพจรสูงสุด ซึ่งจะเป็นช่วงที่มีผลต่อการฝึกปอดและหัวใจโดยที่ไม่มีอันตรายต่อร่างกาย

2.1.4.4 การผ่อนกาย (cool down)

หลังการออกกำลังกายเป็นการปรับสภาพร่างกายจากการออกกำลังกายมาเป็นสภาพปกติ ถ้าหยุดออกกำลังกายทันที หัวใจที่เคยเต้น 130 - 140 ครั้งต่อนาที จะกลับมาสู่สภาพปกติ คือ 70 ครั้งต่อนาทีในเวลาสั้น ๆ ก็อาจเกิดอันตรายได้ เพราะปอดและหัวใจปรับตัวไม่ทัน เนื่องจากปริมาณเลือดของร่างกายส่วนใหญ่จะไหลเวียนไปยังกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกาย หากหยุดออกกำลังกายทันทีทันใดจะทำให้เลือดที่ไหลเวียนกลับสู่หัวใจน้อยลงโดยเลือดจะคั่งค้างอยู่ที่หลอดเลือดภายในกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกล้ามเนื้อของขา (pooling effect) ส่งผลให้ปริมาณเลือดที่บีบออกจากหัวใจเพื่อส่งไปอวัยวะส่วนต่างๆของร่างกายลดลงโดยเฉพาะสมองจึงทำให้เกิดอาการหน้ามืดเป็นลมได้ จึงต้องใช้เวลา 5-10 นาทีในการปรับตัวคือ ค่อยๆลดชีพจรลงจนเป็นปกติ

2.1.4.5 การยืดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย (stretching)

เพื่อช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายและช่วยลดอาการตึงหรือเกร็งของกล้ามเนื้อและจะเป็นการเพิ่มความยืดหยุ่นของร่างกาย

2.1.5 ข้อดีของการอบอุ่นร่างกายทุกครั้งที่ออกกำลังกาย คือ

2.1.5.1 หัวใจ , หลอดเลือด และ ระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมระบบต่าง ๆ ในร่างกาย มีการปรับตัวทั้งด้านอุณหภูมิ และการทำงาน

2.1.5.2 ป้องกันอันตรายต่อหัวใจ

2.1.5.3 ป้องกันอาการหน้ามืด เป็นลม ล้มลงโดยไม่รู้สึกตัวเนื่องจากเลือดไปเลี้ยงสมองไม่พอ ถ้าเริ่มออกกำลังกายหนักตั้งแต่เริ่มต้น

2.1.5.4 ลดโอกาสบาดเจ็บของข้อต่อ เอ็นและกล้ามเนื้อเนื่องจากมีการปรับตัวในการใช้งานอย่างต่อเนื่องจากเบาไปหนัก

2.1.6 ข้อดีของการผ่อนคลายทุกครั้งที่ออกกำลังกาย

2.1.6.1 ทำให้หัวใจ, หลอดเลือด, กล้ามเนื้อ และระบบประสาทอัตโนมัติ กลับคืนสู่สภาพปกติ

2.1.6.2 ลดโอกาสเกิดอันตรายต่อหัวใจ ซึ่งอาจทำให้เสียชีวิตอย่างเฉียบพลัน

2.1.6.3 ลดโอกาสเกิดอาการหน้ามืด เป็นลม หมดสติ จากภาวะเลือด ไปเลี้ยงสมองไม่พอ

2.1.6.4 ช่วยให้หายเหนื่อยเร็ว

2.1.6.5 ช่วยกำจัดกรดแลคติคได้ดี ทำให้ไม่ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหลังจากออกกำลังกาย

2.1.7 ประโยชน์จากการออกกำลังกาย

2.1.7.1 เพื่อการเจริญเติบโต การออกกำลังกายจัดเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต เด็กที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังกายแต่มีการกินอาหารมากอาจมีส่วนสูงและน้ำหนักตัวมากกว่าเด็กในวัยเดียวกันโดยเฉลี่ย แต่ส่วนใหญ่แล้วจะทำให้ร่างกายมีไขมันมากเกินไป มีกระดูกเล็ก หัวใจมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัวและรูปร่างอาจผิดปกติได้ เช่น เข่าชิดกัน อ้วนแบบฉุ เป็นต้น ซึ่งถือว่าเป็นการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ ตรงข้ามกับเด็กที่ออกกำลังกายถูกต้องสม่ำเสมอ ร่างกายจะผลิตฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตอย่างถูกส่วน จึงกระตุ้นให้อวัยวะต่าง ๆ เจริญขึ้นพร้อมกันไปทั้งขนาด รูปร่าง และหน้าที่การทำงาน และเมื่อประกอบกับผลของการออกกำลังกายที่ทำให้เจริญอาหาร การย่อยอาหารและการขับถ่ายดี เด็กที่ออกกำลังกายอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอจึงมีการเจริญเติบโตดีกว่าเด็กที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังกาย

2.1.7.2 เพื่อสุขภาพร่างกายที่ดี เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า การออกกำลังกายมีประโยชน์ต่อสุขภาพถึงแม้จะไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่าการออกกำลังกายสามารถเพิ่มภูมิต้านทานโรคที่เกิดจากการติดเชื้อได้ แต่มีหลักฐานที่พบบ่อยครั้งว่า เมื่อนักกีฬาเกิดการเจ็บป่วยจากการติดเชื้อจะสามารถหายได้เร็วกว่า และมีโรคแทรกซ้อนน้อยกว่า

2.1.7.3 เพื่อสมรรถภาพทางกาย ถ้าการออกกำลังกายเสมือนยาบำรุง ที่สามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้ เพราะไม่มียาใด ๆ ที่สามารถทำให้ร่างกายมีสมรรถภาพเพิ่มขึ้นได้อย่างแท้จริงและถาวร ยาบางอย่างอาจทำให้ผู้ใช้สามารถทนทำงานบางอย่างได้นานกว่าปกติ แต่เมื่อทำไปแล้วร่างกายก็จะอ่อน-เพลียกว่าปกติจนต้องพักผ่อนนานกว่าปกติหรือร่างกายทรุดโทรมลงไป ในทางปฏิบัติเราสามารถเสริม-สร้างสมรรถภาพทางกายทุก ๆ ด้านได้ เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด ความคล่องตัว เป็นต้น

2.1.7.4 เพื่อรูปร่างและทรวดทรง การออกกำลังกายเป็นได้ทั้งยาป้องกันและยารักษาโรค การเสียทรวดทรงในช่วงการเจริญเติบโต ย่อมป้องกันได้ด้วยการออกกำลังกาย แต่เมื่อเติบโตเต็มที่แล้วยังขาดการออกกำลังกาย ก็จะทำให้ทรวดทรงเสียไปได้ เช่น ตัวเอียง หลังงอ พุงป่อง ซึ่งทำให้เสียบุคลิกภาพได้อย่างมาก ในระยะนี้ ถ้ากลับมาออกกำลังกายอย่างถูกต้อง เป็นประจำสม่ำเสมอยังสามารถแก้ไขให้ทรวดทรงกลับดีขึ้นมาได้ แต่การแก้ไขบางอย่างอาจต้องใช้เวลานานเป็นเดือน เป็นปี แต่บางอย่างอาจเห็นผลภายในเวลาไม่ถึง 1 เดือน เช่น พุงป่อง การบริหารกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องเพียง 2 สัปดาห์ ก็ทำให้กล้ามเนื้อหน้าท้องมีความตึงตัวเพิ่มขึ้นจนกระชับอวัยวะภายในไว้ไม่ให้ดันออกมาเห็นพุงป่องได้

2.1.7.5 เพื่อการป้องกันโรค การออกกำลังกายสามารถป้องกันโรคได้หลายชนิด โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากการเสื่อมสภาพของอวัยวะอันเนื่องจากการมีอายุมากขึ้น ซึ่งประกอบกับปัจจัยอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันเช่น การกินอาหารมากเกินความจำเป็น ความเครียด การสูบบุหรี่มาก หรือ กรรมพันธุ์ โรคเหล่านี้ได้แก่ โรคประสาทเสียดุลยภาพ หลอดเลือดหัวใจเสื่อมสภาพ ความดันเลือดสูง โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคข้อต่อเสื่อมสภาพ เป็นต้น ผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำมีโอกาสเกิดโรคเหล่านี้ได้ช้ากว่าผู้ที่ขาดการออกกำลังกาย หรืออาจไม่เกิดขึ้นเลยจนชั่วชีวิต การออกกำลังกายจึงช่วยชะลอชรา

2.1.7.6 เพื่อการรักษาโรคและฟื้นฟูสภาพ โรคต่าง ๆ ที่กล่าวในข้อ 5 หากเกิดขึ้นแล้ว การเลือกวิธีออกกำลังกายที่เหมาะสมจัดเป็นวิธีรักษาและฟื้นฟูสภาพที่สำคัญในปัจจุบัน แต่ในการจัดการออกกำลังกายที่เหมาะสมมีปัญหามาก เพราะบางครั้งโรคกำเริบรุนแรงจนการออกกำลังกายแม้เพียงเบา ๆ ก็เป็นข้อห้าม ในกรณีดังกล่าว การควบคุมโดยใกล้ชิดจากแพทย์ผู้ทำการรักษาและการตรวจสอบสภาพร่างกายโดยละเอียดเป็นระยะเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

2.2 ประเภทของการออกกำลังกาย

ปัจจุบันการออกกำลังกายได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นจากคนเกือบทุกเพศทุกวัย จุดประสงค์ในการออกกำลังกายก็มีความแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลว่าออกกำลังกายเพื่อให้สุขภาพแข็งแรง หรือ ออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างกล้ามเนื้อ

2.2.1 การออกกำลังกายแบบแอโรบิค

การออกกำลังกายแบบแอโรบิค หมายถึง การออกกำลังกายที่มีการใช้พลังงานโดยอาศัยออกซิเจนในร่างกาย โดยลักษณะจะเป็นการออกกำลังกายที่ไม่ออกแรงมากแต่มีความต่อเนื่อง เช่น เดิน , วิ่งเหยาะๆ , ปั่นจักรยาน , กระโดดเชือก หรือ เต้นแอโรบิค เป็นต้น

ในปัจจุบันวงการแพทย์ถือว่า การออกกำลังกายที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพมากที่สุดสมบูรณ์แบบที่สุดหรือทำให้ร่างกายแข็งแรงได้อย่างแท้จริงนั้นจะต้องเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิค เพราะเป็นการออกกำลังกายชนิดเดียวที่จะทำให้ปอด หัวใจ หลอดเลือด ตลอดจนระบบไหลเวียนของเลือดทั่วร่างกายแข็งแรง ทนทาน และทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด (ชุติมา,2018)

คำว่า แอโรบิค (aerobic) เป็นภาษาละติน หมายถึงอากาศ (air) หรือก๊าซ (gas) (Josh Axe,2018) เป็นคำที่ใช้กันทั่วไปในทางวิทยาศาสตร์และผู้ที่ทำให้คำว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิค หรือ aerobic exercise เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางก็คือ นายแพทย์เคนเน็ธ คูเปอร์ ซึ่งได้เขียนหนังสือเกี่ยวกับการออกกำลังกายชื่อ Aerobics เมื่อปี พ.ศ. 2511 การออกกำลังกายแบบแอโรบิคตามความหมายของนายแพทย์คูเปอร์นั้นจะต้องเป็นการออกกำลังกายที่ร่างกายต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมาก

ติดต่อกันเป็นเวลาค่อนข้างนาน ซึ่งจะมีผลให้ระบบการทำงานของหัวใจ ปอด หลอดเลือด และการไหลเวียนของเลือดทั่วร่างกายแข็งแรงขึ้นและมีประสิทธิภาพในการทำงานดีกว่าเดิมอย่างชัดเจน ซึ่งนายแพทย์คูเปอร์เรียกผลดีที่เกิดขึ้นนี้ว่า เทรนนิ่ง เอฟเฟ็กต์ (training effect) หรือผลจากการฝึก

จุดมุ่งหมายสำคัญของการออกกำลังกายแบบแอโรบิคก็คือ ทำให้ร่างกายได้ใช้ออกซิเจนให้มากที่สุดเท่าที่ร่างกายจะใช้ได้ในเวลาที่กำหนด (ซึ่งจะไม่เท่ากันในแต่ละคน) ซึ่งในการออกกำลังกายแบบแอโรบิคนี้ ส่วนของร่างกายที่จะต้องปรับตัวให้ทันกันก็คือ

- ระบบหายใจจะต้องเร็วและแรงมากขึ้น เพื่อจะได้นำเอาออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายได้มากขึ้น พอที่จะไปฟอกเลือดที่จะต้องหมุนเวียนมากขึ้น

- หัวใจจะต้องเต้นเร็วและแรงขึ้น เพื่อจะได้สูบฉีดเลือดได้มากขึ้น เพราะขณะที่ออกกำลังกายอย่างหนักนั้น กล้ามเนื้อจะต้องการเลือดมากขึ้นประมาณ 10 เท่า

- หลอดเลือดทั้งใหญ่และเล็กจะต้องขยายตัว เพื่อให้สามารถนำเลือดไปยังส่วนต่างๆของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มีการออกกำลังกายมากมายหลายอย่างที่ร่างกายต้องใช้ออกซิเจน แต่ก็ไม่ถือว่าเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพราะทำไปแล้วไม่เกิดผลจากการฝึกเช่น การวิ่งระยะสั้น ที่แม้ผู้วิ่งจะต้องเหนื่อยมากระหว่างที่วิ่ง แต่ก็ด้วยเวลาที่สั้นมาก หรือการยกน้ำหนักนับร้อยกิโลกรัม ซึ่งก็เป็นงานที่หนัก การใช้เวลาเพียงไม่นาน หรือนักกล้ามที่ออกกำลังกายจนมีกล้ามเนื้อ แต่ปอดและหัวใจอาจจะไม่มีความแข็งแรงมากเท่าที่ควร

สรุปว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิคนั้นจะต้องทำให้หนักพอ จนหัวใจเต้นเร็วขึ้นจนถึงอัตราที่เป็นเป้าหมาย ต้องทำติดต่อกันให้นานพอประมาณ 15 ถึง 45 นาที (ถ้าทำหนักมากก็ใช้เวลาน้อย แต่ถ้าทำหนักน้อยก็ใช้เวลามาก) ต้องทำบ่อยพอคืออย่างน้อยที่สุดสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ถึง 5 ครั้ง

อย่างไรก็ตาม การออกกำลังกายที่ไม่หนักจนถึงขั้นแอโรบิคนั้น แม้จะไม่เกิดผลจากการฝึกอย่างเต็มที่ แต่ก็ยังเป็นผลดีต่อร่างกายโดยรวม

2.2.2 ข้อดีของการออกกำลังกายแบบแอโรบิค

2.2.2.1 ทำให้หัวใจและระบบไหลเวียนเลือดแข็งแรงเพราะหัวใจได้ฝึกบีบและคลายตัวอยู่บ่อยๆ หลังจากนั้นเมื่อกล้ามเนื้อหัวใจแข็งแรงก็จะไม่ต้องบีบและคลายตัวบ่อยทำให้ไม่เหนื่อยง่าย

2.2.2.2 ทำให้ระบบเผาผลาญพลังงานในร่างกายทำงานได้ดีมากขึ้น การออกกำลังกายแบบแอโรบิคจะทำให้เซลล์ที่มีหน้าที่เผาผลาญพลังงานเพิ่มจำนวนมากขึ้น

2.2.3 การออกกำลังกายแบบอนาโรบิก

การออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก หมายถึง การออกกำลังกายที่มีการใช้พลังงานโดยไม่อาศัยออกซิเจน แต่จะอาศัยสารเคมีในร่างกายแทน ไม่ต้องการออกซิเจนในการเผาผลาญสารอาหารให้เกิดพลังงานในการสร้างพลังงานของกล้ามเนื้อ โดยเซลล์ไม่สามารถใช้สารอาหารสร้างพลังงานได้ในทันที

แต่สิ่งสำคัญในการสร้างพลังงานคือ ATP ซึ่ง ATP จะสลายตัวเป็นพลังงานให้กับกล้ามเนื้อ เมื่อถูกกระตุ้นในแบบฉับพลันจะเป็นกลไกที่สร้างพลังงาน ATP ได้อย่างต่อเนื่อง(พวงทอง,2018) ลักษณะจะเป็นการออกกำลังกายใช้แรงมาก เช่น วิ่งระยะสั้น ยกน้ำหนัก เทนนิส เป็นต้น จึงเป็นการออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างกล้ามเนื้อ ให้สามารถออกแรงได้มากในช่วระยะเวลาสั้นๆ

ในขณะที่กำลังออกกำลังกาย ร่างกายต้องการพลังงานเพิ่มมากขึ้น กล้ามเนื้อต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อนำมาเผาผลาญเป็นพลังงานเพิ่มมากขึ้น ช่วงนี้ถือว่าอยู่ในช่วงใช้ออกซิเจน แต่เมื่อใดก็ตามที่ออกกำลังกายหนักขึ้น จนกล้ามเนื้อดึงออกซิเจนมาใช้ไม่ทัน จึงจำเป็นต้องสายไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อออกมาใช้เป็นพลังงาน ไกลโคเจนคือพลังงานเหลือใช้จากกลูโคสอีกรูปแบบหนึ่ง ที่สะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อ โดยกระบวนการสลายไกลโคเจนนั้น ไม่ต้องอาศัยออกซิเจนในการสร้างพลังงาน ช่วงขณะนี้คือช่วงที่ ไม่ใช้ออกซิเจน แต่จะเผาผลาญพลังงานได้น้อยกว่า ช่วงในการใช้ออกซิเจน กระบวนการที่ว่าจะทำให้เกิดกรดแลคติคขึ้น ทำให้รู้สึกปวดเมื่อย แต่อย่างไรก็ตาม พลังงานสำรองชนิดนี้มีจำกัดไว้ใช้ในยามฉุกเฉินเท่านั้น

ประโยชน์ของอนาโรบิค คือ ช่วยในการพัฒนาให้กล้ามเนื้อแข็งแรง ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจนหรือกล้ามเนื้อดึงออกซิเจนได้มากยิ่งขึ้น โดยสามารถสร้างพลังงานได้มากขึ้น ทำให้เหนื่อยน้อยลงและสามารถเพิ่มความทนทานต่อกรดแลคติกที่เป็นผลทำให้กล้ามเนื้ออ่อนล้าได้อีกด้วย

สรุป Anaerobic Exercise สามารถช่วยให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรง กระตุ้นการสร้างกล้ามเนื้อ และเป็นประโยชน์ต่อหัวใจและปอด ที่สำคัญก่อนจะเข้าโหมดอนาโรบิค ควรเตรียมความพร้อมให้ร่างกายก่อนเสมอ เพื่อป้องกันการเกิดอาการบาดเจ็บ หรือควรศึกษาก่อนอย่างถี่ถ้วนทุกครั้ง ในส่วนของความแตกต่างระหว่าง aerobic และ anaerobic แสดงเป็นตารางที่ 2.1

ความแตกต่างระหว่าง aerobic และ anaerobic

ปัจจัยต่างๆ	Aerobic	Anaerobic
อัตราการเต้นของหัวใจ	60-80 เปอร์เซนต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด	80-92 เปอร์เซนต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด หรือก็คือออกแรงอย่างเต็มที่นั่นเอง
ระยะเวลาและช่วงพัก	ปกติรอบละ 15 นาที ตามด้วยการพักช่วงสั้น ๆ	ปกติรอบละ 30 นาที ตามด้วยช่วงพัก
ประเภทการออกกำลังกาย	เดิน วิ่งเหยาะๆ ว่ายน้ำ	High Intensity I T
แหล่งพลังงานที่ใช้	เมื่อออกกำลังออกกำลังในระดับความเข้มข้นต่ำ ร่างกายจะใช้พลังงานจากไขมันสะสมและคาร์โบไฮเดรต ในขณะที่เมื่อออกกำลังกายอย่างหนักในระดับแอโรบิค ร่างกายก็จะเปลี่ยนไปใช้พลังงานจากไขมันสะสมที่เป็นแหล่งพลังงานในระยะยาวได้ดี	ใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก สามารถใช้ได้ในช่วงเวลาสั้น ๆ ได้ดีแต่หมดเร็ว ทำให้เหนื่อยได้ค่อนข้างเร็ว
ประโยชน์ที่ได้รับ	พัฒนาสมรรถภาพของหลอดเลือดหัวใจและสร้างความแข็งแรง เพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และเผาผลาญแคลอรี่จำนวนมาก เป็นการลดน้ำหนักได้อีกด้วย	สร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอึด ช่วยให้คุณออกแรงหนัก ๆ ได้นานขึ้น และเผาผลาญแคลอรี่ได้มากจากความหนักที่มากขึ้น

ตารางที่ 2.1

ตารางแสดงความแตกต่างระหว่าง_aerobic และ anaerobic

2.3 แคลอรี่

แคลอรี่ เป็นหน่วยวัดพลังงาน 1 แคลอรี่ คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ส่วนพลังงานที่ใช้ในร่างกายหรือพลังงานที่ได้รับจากอาหารจะเรียกเป็น "กิโลแคลอรี่" (kcal) นั่นหมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กิโลกรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ร่างกายต้องการพลังงานวันละ 25 กิโลแคลอรี่ ต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม โดยทั่วไปมนุษย์จะมีน้ำหนักเฉลี่ยที่ 50 กิโลกรัม นั่นหมายถึงจะต้องการพลังงานขั้นต่ำสุดประมาณวันละ 1,250 กิโลแคลอรี่ แต่เนื่องจากในชีวิตประจำวันนั้นเราต้องมีกิจกรรมอื่นๆ ทำอีกมากมาย เช่นเ ดินขึ้นบันได วิ่งออกกำลังกาย นั่งทำงาน ฯลฯ จึงต้องการพลังงานโดยเฉลี่ยแล้ววันละประมาณ 2,000 กิโลแคลอรี่นั่นเอง

ปริมาณของสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยที่มีอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป ซึ่งคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 แคลอรี่ โดยปริมาณที่ควรบริโภคต่อวันของคาร์โบไฮเดรตคิดเป็น 60% (1,200 กิโลแคลอรี่) หรือเป็นปริมาณที่ควรบริโภคเท่ากับ 300 กรัมต่อวัน, โปรตีน 10% (200 กิโลแคลอรี่) หรือเป็นปริมาณที่ควรบริโภคเท่ากับ 50 กรัมต่อวัน, และไขมัน 30% (600 กิโลแคลอรี่) หรือเป็นปริมาณที่ควรบริโภคเท่ากับ 66.6 กรัมต่อวัน หากต้องการพลังงานมากหรือน้อยกว่านี้ให้ปรับเพิ่มหรือลดลงตามสัดส่วน จากพลังงานทั้งหมดที่ต้องการต่อวัน ซึ่งร่างกายของเราจะใช้พลังงานเหล่านี้ในการทำให้ระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายทำงานและกักเก็บพลังงาน ส่วนเกินไว้ในรูปของไขมันและแหล่งพลังงานอื่น ๆ ตามอวัยวะในร่างกายไว้ใช้ในอนาคต

2.3.1 การวัดหน่วยแคลอรี

2.3.1.1 small calorie เป็นหน่วยของปริมาณความร้อน ซึ่ง 1 แคลอรี หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำบริสุทธิ์ 1 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ที่ความดันบรรยากาศ 1 แคลอรี เท่ากับ 4.186 จูล

2.3.1.2 large calorie เป็นหน่วยพลังงานที่ได้จากการเผาผลาญอาหาร แคลอรีสำหรับอาหารเป็น large calorie คือ 1 แคลอรี่อาหาร เท่ากับ 1 กิโลแคลอรี (Kcal) หรือ 1,000 แคลอรี ซึ่งอาจเรียกเพียง แคลอรี่ แทนการเรียกชื่อเต็มว่า กิโลแคลอรี่ มีค่าเทียบเท่า พลังงานที่ทำให้น้ำ 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1°ซ. หรือเท่ากับ 4.184 กิโลจูล

2.3.2 กิโลแคลอรี่ (kcals) และกิโลจูล (kJ)

โดยทั่วไปแล้ว ฉลากของผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มต่าง ๆ จะประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหนักของอาหารหรือเครื่องดื่ม ส่วนประกอบของอาหารหรือเครื่องดื่ม ส่วนผสมที่อาจทำให้เกิดการแพ้ วิธีเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณพลังงานที่ได้รับจากการบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มนั้น ๆ โดยข้อมูลเกี่ยวกับแคลอรี่หรือปริมาณพลังงานที่จะได้รับเรียกว่าข้อมูลทางโภชนาการ ข้อมูลดังกล่าวจะช่วยให้ผู้บริโภคสามารถคำนวณปริมาณพลังงานที่ได้รับในแต่ละวันได้อย่างเหมาะสม

หน่วยพลังงานหรือแคลอรี่ที่ระบุบนฉลากของผลิตภัณฑ์แต่ละอย่าง จะใช้ว่า kcals ซึ่งย่อมาจาก Kilocalories (กิโลแคลอรี่) คำว่ากิโลแคลอรี่ ถือเป็นคำเรียกของแคลอรี่อีกคำหนึ่ง ทั้งนี้ ยังปรากฏคำเรียกสำหรับหน่วยวัดพลังงานหรือแคลอรี่ว่า "กิโลจูล" (Kilojoules, kJ) โดยคำนี้เป็นหน่วยวัดแคลอรี่ระบบเมตริกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในสากล

พลังงานจำนวน 1 กิโลแคลอรี่ เท่ากับพลังงานจำนวน 4.2 กิโลจูล หากต้องการแปลงหน่วยพลังงานจากกิโลแคลอรี่เป็นกิโลจูล สามารถทำได้โดยนำจำนวนพลังงานของหน่วยกิโลแคลอรี่คูณกับ 4.2 ก็จะได้จำนวนพลังงานในหน่วยกิโลจูล

2.3.3 วิธีคำนวณแคลอรี่

โดยทั่วไปแล้วร่างกายจะต้องการแคลอรี่วันละประมาณ 20-35 แคลอรี่ ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ซึ่งขึ้นอยู่กับว่ามีไขมันส่วนเกินอยู่ในร่างกายมากน้อยเพียงใด และมีกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละวันว่ามากน้อยแค่ไหน ไม่ว่าจะเป็นการเดิน การวิ่ง การออกกำลังกาย การทำงาน ฯลฯ

2.3.3.1 แคลอรี่ที่ต้องการใช้ในแต่ละวันสำหรับผู้ชาย = น้ำหนักตัว x 31 (ตัวอย่างเช่น น้ำหนัก 60 ก็จะได้คำนวณได้แคลอรี่ที่ต้องการใช้ต่อวันเท่ากับ 60×31= 1,860 กิโลแคลอรี่) หรือโดยเฉลี่ยประมาณ 2,000 กิโลแคลอรี่

2.3.3.2 แคลอรี่ที่ต้องการใช้ในแต่ละวันสำหรับผู้หญิง = น้ำหนักตัว x 27 (ตัวอย่างเช่น น้ำหนัก 50 ก็จะได้คำนวณได้แคลอรี่ที่ต้องการใช้ต่อวันเท่ากับ 50×27= 1,350 กิโลแคลอรี่) หรือโดยเฉลี่ยประมาณ 1,600 กิโลแคลอรี่

2.3.4 จำนวนแคลอรี่ที่แต่ละคนใช้ไปในแต่ละวัน หรือที่เรียกว่า Total Daily Energy Expenditure (TDEE) แบ่งตามความต้องการแคลอรี่ของคนทั่วไปออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

2.3.4.1 ผู้ที่ใช้พลังงานวันละประมาณ 1,200-1,600 แคลอรี่ ได้แก่ ผู้หญิงรูปร่างเล็กที่ออกกำลังกายสม่ำเสมอ และผู้หญิงที่มีรูปร่างกายปานกลางที่ไม่ได้ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ แต่ต้องการลดน้ำหนัก

2.3.4.2 ผู้ที่ใช้พลังงานวันละประมาณ 1,600-2,000 แคลอรี่ ได้แก่ ผู้หญิงที่มีรูปร่างใหญ่ ผู้ชายที่มีรูปร่างเล็กที่ใช้แรงงานมาก ผู้ชายรูปร่างกายปานกลางที่ไม่ได้ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และผู้ชายที่รูปร่างปานกลางที่ใช้แรงงานมากและต้องการลดน้ำหนัก

2.3.4.3 ผู้ที่ใช้พลังงานวันละประมาณ 2,000-2,400 แคลอรี่ ได้แก่ ผู้หญิงหรือผู้ชายที่มีรูปร่างกายขนาดกลางถึงใหญ่ที่ชอบออกแรงทั้งวัน ผู้ชายรูปร่างใหญ่มากที่ไม่ได้ใช้แรงงานอะไรมากมาย และผู้ชายรูปร่างใหญ่มากและใช้งานมาก อีกทั้งยังต้องการลดน้ำหนักด้วย

จากตัวเลขด้านบนเป็นเพียงตัวเลขโดยประมาณเท่านั้น หากต้องการความแม่นยำต้องคำนวณผ่านสูตร และจำเป็นต้องทราบจำนวนแคลอรี่ที่ใช้ต่อวันโดยไม่มีกิจกรรม (basal metabolic rate หรือ BMR) ก่อน ซึ่งจะคำนวณได้จากสูตร Katch-McArdle formula ดังนี้

$$BMR = 370 + (21.6 \times LBM)$$

โดยค่า LBM (lean body mass) ก็คือน้ำหนักตัวที่หักลบไขมันออกไปแล้ว ซึ่งโดยปกติจะมีค่า LBM ประมาณ 70-75% ของน้ำหนักตัวปกติ แต่ใช้สูตรคำนวณดังต่อไปนี้ จะให้ความละเอียดได้มากกว่า

- LBM ชาย = 0.32810 x (น้ำหนักตัวคิดเป็นกิโลกรัม) + [(0.33929 x (ส่วนสูงเป็นเซนติเมตร)] – 29.5336
- LBM หญิง = 0.29569 x (น้ำหนักตัวคิดเป็นกิโลกรัม) + [(0.42813 x (ส่วนสูงเป็นเซนติเมตร)] – 43.2933

ยกตัวอย่างเช่น นาย ก. มีน้ำหนักตัว 65 กิโลกรัม และมีความสูง 165 เซนติเมตร มีกิจกรรมปานกลาง (ทำงานออฟฟิศ และออกกำลังกายด้วยการว่ายน้ำวันละ 1 ชั่วโมง) เมื่อคำนวณน้ำหนักตัวหลังหักไขมันแล้ว จะได้ค่า LBM เท่ากับ (0.32810 x 65 = 21.3265) + (0.33929 x 165 = 55.98285) – 29.5336 = 44.77575 ดังนั้น ค่า LBM จึงเท่ากับ 47.8 กิโลกรัม

เมื่อได้ค่า LBM มาแล้วก็นำไปหาค่า BMR โดยใช้สูตร BMR = 370 + (21.6 x LBM) เมื่อนำมาคำนวณจะได้ BMR = 370 + (21.6 x 47.8) = 1,402.48 ดังนั้นแคลอรี่ใช้ต่อวัน (BMR) คือ 1,402 กิโลแคลอรี่ หรือคิดเป็น 58.4 แคลอรี่ต่อชั่วโมง

และเมื่อได้ค่า BMR มาแล้ว จึงเอามาค่านี้มาคูณด้วย “ตัวเลขปัจจัยกิจกรรม” ซึ่งจะมีค่าตั้งแต่ 1.2-1.9 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่ามีกิจกรรมหนักหรือเบา ซึ่งผลคูณที่ได้คือจำนวนแคลอรี่ที่ตัวจะใช้ในแต่ละวัน (TDEE) จากตัวอย่างเราทราบว่านาย ก. มีกิจกรรมปานกลาง ดังนั้น ค่าตัวเลขปัจจัยกิจกรรม ก็น่าจะมีค่าประมาณ 1.5 เมื่อเอามาคูณกับ BMR ก็จะได้จำนวนแคลอรี่ที่ต้องใช้ในแต่ละวัน (TDEE) เท่ากับ 2,103 กิโลแคลอรี่

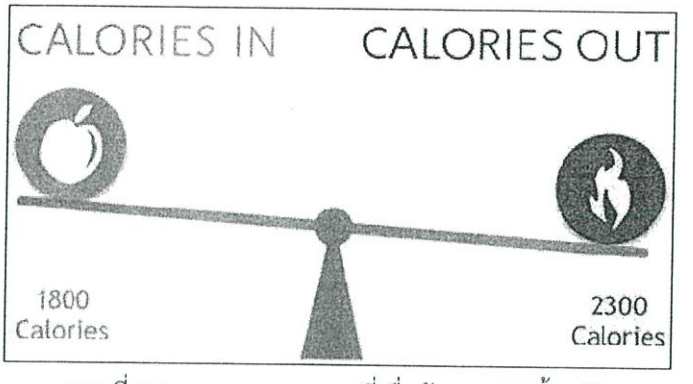
2.3.5 พฤติกรรมกับแคลอรี่

ร่างกายของแต่ละคนจะได้รับจำนวนแคลอรี่ที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละวันแตกต่างกันไป ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ขนาดรูปร่าง น้ำหนัก ส่วนสูง และอายุ หากต้องทำกิจกรรมที่เคลื่อนไหวร่างกายมาก ก็ต้องบริโภคอาหารและเครื่องดื่มในปริมาณมากพอกัน เพื่อให้ได้รับพลังงานที่เพียงพอต่อการนำไปใช้เผาผลาญสำหรับทำกิจกรรมดังกล่าว จึงควรจำกัดจำนวนแคลอรี่ที่ได้รับในแต่ละวันให้เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย โดยทั่วไปแล้ว การปรับจำนวนแคลอรี่ที่ได้รับให้เหมาะสมนั้น แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ตามความต้องการของร่างกาย ดังนี้

2.3.5.1 รักษาน้ำหนักตัว ผู้ที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ไม่อ้วนหรือผอมเกินไป สามารถรักษาน้ำหนักตัวได้ โดยบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่ม รวมทั้งใช้พลังงานทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้เทียบเท่ากับจำนวนแคลอรี่ที่ได้รับมา เพื่อช่วยปรับจำนวนแคลอรี่ที่ร่างกายได้รับในแต่ละวันให้อยู่ในเกณฑ์สมดุล

2.3.5.2 เพิ่มน้ำหนัก ผู้ที่มีน้ำหนักตัวต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและต้องการเพิ่มน้ำหนักตัว ควรรับประทานอาหารในปริมาณที่มากกว่าที่เคยบริโภค เพื่อให้ได้จำนวนแคลอรี่ที่มากขึ้น

2.3.5.3 ลดน้ำหนัก ผู้ที่มีน้ำหนักตัวเกินเกณฑ์มาตรฐาน ประสบภาวะอ้วน และต้องการลดน้ำหนักตัวนั้น จำเป็นต้องเคลื่อนไหวร่างกายหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้ต่อเนื่องติดต่อกันเป็นเวลานาน ใช้พลังงานให้มากกว่าปริมาณพลังงานที่ได้รับ เพื่อเพิ่มการเผาผลาญไขมันในร่างกาย



ภาพที่ 2.1 แสดงสมดุลแคลอรี่เมื่อต้องการลดน้ำหนัก

หากต้องการให้น้ำหนักลดลง 1 กิโลกรัม ร่างกายจะต้องเผาผลาญพลังงานในร่างกายที่สะสมเอาไว้ในร่างกายให้ได้ถึง 7,700 กิโลแคลอรี่ นั่นหมายว่าจะต้องรับประทานอาหารให้น้อยลง เพื่อให้ร่างกายจะดึงพลังงานที่สะสมไว้ออกมาใช้ และจะทำให้น้ำหนักตัวลดลง แต่ในทางกลับกัน ถ้ารับประทานอาหารมากเกินความต้องการ ร่างกายก็จะเก็บสะสมไว้เป็นไขมัน เมื่อพลังงานที่ได้รับเกิน 7,700 กิโลแคลอรี่ น้ำหนักตัวก็จะเพิ่มขึ้นอีก 1 กิโลกรัม

ภายใน 1 วัน รับประทานอาหารโดยเฉลี่ยวันละ 2,200 กิโลแคลอรี่ ถ้าต้องการจะลดน้ำหนักสัปดาห์ละ 1 กิโลกรัม หรือ 7,700 กิโลแคลอรี่ ภายใน 1 วัน ก็ควรรับประทานอาหารให้ลดลงเหลือเพียงวันละ 1,100 กิโลแคลอรี่ จนครบ 7 วัน ก็จะสามารถลดน้ำหนักได้ 1 กิโลกรัม แต่การควบคุมน้ำหนักโดยวิธีนี้จะต้องมีวินัยในการควบคุมการรับประทานอย่างเคร่งครัด อีกทั้งอาหารมื้อเช้ายังเป็นมื้อที่สำคัญที่สุดในการลดน้ำหนัก เพราะเป็นตัวกำหนดระบบการเผาผลาญให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสำหรับผู้ที่กำลังควบคุมน้ำหนักอยู่ก็จะสามารถช่วยทำให้น้ำหนักคงที่ ทำให้น้ำหนักไม่เพิ่มได้

สรุป เมื่อร่างกายมีการใช้พลังงาน ก็เท่ากับว่ากำลังเผาผลาญแคลอรี่ เมื่อร่างกายมีการเผาผลาญแคลอรี่มากกว่าที่รับประทานเข้าไป ร่างกายจะเอาไขมันที่เก็บสะสมไว้ มาเปลี่ยนเป็นพลังงาน ดังนั้น หากร่างกายได้รับแคลอรี่มากกว่าที่เราเผาผลาญออกไป จะทำให้น้ำหนักของเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเผาผลาญพลังงานออกไปมากกว่าที่ร่างกายได้รับเข้ามา จะทำให้น้ำหนักลดลง

ทั้งนี้ วิธีปรับจำนวนแคลอรี่ให้เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายนั้น ทำได้โดยปรับพฤติกรรมการรับประทานอาหารและการออกกำลังกาย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.3.6 การรับประทานอาหาร

ควรเลือกรับประทานอาหารที่หลากหลาย เพื่อให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่เป็นประโยชน์ครบถ้วน ลดความเสี่ยงป่วยเป็นโรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง มะเร็งบางชนิด โรคเบาหวาน และโรคกระดูกพรุน รวมทั้งช่วยควบคุมน้ำหนักตัวให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ทั้งนี้ การรับประทานให้ได้ปริมาณที่พอเหมาะนั้นถือเป็นสิ่งสำคัญต่อร่างกาย เนื่องจากผู้ที่ได้รับพลังงานจากการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มในปริมาณที่มากหรือน้อยเกินไป มีความเสี่ยงสูงในการเกิดปัญหาสุขภาพต่าง ๆ การรับประทานอาหารเพื่อให้ได้รับจำนวนแคลอรี่ที่เหมาะสมนั้น เบื้องต้นมีแนวทางพร้อมตัวอย่างของอาหารและเครื่องดื่มพอสังเขป ดังนี้

2.3.6.1 คาร์โบไฮเดรต

ควรรับประทานอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต เช่น ขนมปัง ข้าว มันฝรั่ง อาหารเช้าซีเรียล เส้นก๋วยเตี๋ยว พาสต้า หรือข้าวโอ๊ต ให้ครบทุกมื้ออยู่เสมอ รับประทานธัญพืชอื่น ๆ หรืออาหารที่มีไฟเบอร์สูง รวมทั้งรับประทานอาหารที่ปรุงแต่งด้วยน้ำตาล เกลือ และไขมันในปริมาณน้อย ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมนั้น มีดังนี้

- ขนมปังแผ่นขนาดกลาง 1 แผ่น
- ข้าวที่ต้มแล้ว 2-3 ช้อนโต๊ะ
- มันฝรั่งต้มหัวเล็ก 2 หัว
- มันฝรั่งอบ (ไม่ปอกเปลือก) ขนาดกลาง 1 หัว
- อาหารเช้าซีเรียล 3 ช้อนโต๊ะ

2.3.6.2 ธัญพืชที่ไม่ผ่านการขัดสี

ธัญพืชเต็มเมล็ดที่ไม่ผ่านการขัดสี หรือโฮลเกรน (Wholegrains) ประกอบด้วยรำข้าวซึ่งมีไฟเบอร์ จมูกข้าวซึ่งเป็นสารอาหารของธัญพืชแต่ละอย่าง และเนื้อเยื่อของเมล็ดพืช ธัญพืชที่ผ่านการขัดสีนั้นจะไม่มีไฟเบอร์และสารอาหารหลงเหลืออยู่ ต่างกับธัญพืชไม่ขัดสีที่อุดมไปด้วยไฟเบอร์ วิตามินบีและกรดโฟลิค กรดไขมันโอเมก้า 3 โปรตีน วิตามินอี สารต้านอนุมูลอิสระ และทองแดง ผู้บริโภคควรรับประทานธัญพืชไม่ขัดสีเป็นประจำ เพื่อช่วยเสริมสร้างสุขภาพที่ดี รวมทั้งลดโอกาสเสี่ยงเป็นโรคต่าง ๆ โดยรับประทานธัญพืชดังกล่าวในปริมาณที่เหมาะสม ดังนี้

- ข้าวโอ๊ตที่ไม่ผ่านการปรุงอาหาร 1 ช้อนโต๊ะ
- โฮลวีตในรูปต่าง ๆ เช่น ขนมปังโฮลวีตหรือซีเรียลโฮลวีต 3 ช้อนโต๊ะ
- ข้าวกล้อง 2 ช้อนโต๊ะพูน

2.3.6.3 ผลิตภัณฑ์เนยนม

ควรเลือกรับประทานผลิตภัณฑ์เนยนมที่มีไขมันและน้ำตาลน้อย รวมทั้งเลือกผลิตภัณฑ์เนยนมที่มีแคลเซียมสูง โดยรับประทานในปริมาณ 3 หน่วยบริโภคต่อวัน เพื่อให้ได้รับปริมาณแคลเซียมที่เพียงพอต่อร่างกาย ปริมาณพลังงานที่ควรได้รับจากผลิตภัณฑ์เนยนม มีดังนี้

- นมจืด 200 มิลลิลิตร (1 แก้ว)
- ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเพิ่มแคลเซียม 200 มิลลิลิตร (1 แก้ว)
- โยเกิร์ต 125 กรัม (3 ช้อนโต๊ะ)
- ชีสชนิดแข็ง 30 กรัม (ขนาดกล่องไม้ขีด)

2.3.6.4 โปรตีน

ควรรับประทานอาหารจำพวกโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ ปลา ไข่ไก่ และถั่วต่าง ๆ โดยเลือกโปรตีนไขมันต่ำ ลอกหนังของเนื้อสัตว์ออกก่อนรับประทาน เลี่ยงรับประทานของทอดและเนื้อสัตว์ที่ผ่านการใช้สารเร่งเนื้อแดง รวมทั้งรับประทานผลิตภัณฑ์เสริมโปรตีนที่มีไขมันต่ำและน้ำตาลน้อยแทนการรับประทานผลิตภัณฑ์เนยนม เช่น น้ำนมถั่วเหลืองหรือโยเกิร์ต ควรรับประทานอาหารจำพวกโปรตีนจากเนื้อสัตว์และพืชในปริมาณที่เหมาะสม ดังนี้

- โปรตีนจากเนื้อสัตว์ เช่น
  - เนื้อสัตว์ปรุงสุก (เนื้อวัว หมู แกะ ไก่ หรือไก่งวง) 60-90 กรัม (ขนาดเท่าสำรับไพ่)
  - เนื้อปลาที่มีกรดไขมันจำเป็นสูงที่ปรุงสุกแล้ว (แซลมอน แมคเคอเรล หรือปลาซาร์ดีน) 140 กรัม (ขนาดหนึ่งกำมือ)
  - ไข่ไก่ 2 ฟอง หรือ 120 กรัม
- โปรตีนจากพืช เช่น
  - ถั่วอบ 4 ช้อนโต๊ะ หรือ 150 กรัม
  - ถั่วเหลือง เต้าหู้ รวมทั้งผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ทำมาจากถั่วเหลือง 4 ช้อนโต๊ะ หรือ 100 กรัม
  - ธัญพืชต่าง ๆ 1 ช้อนโต๊ะ หรือ 30 กรัม

2.3.6.5 ผักและผลไม้

ควรเลือกรับประทานผักผลไม้สดทุกมื้ออาหารเป็นประจำ รวมทั้งรับประทานผักผลไม้ให้หลากหลาย โดยเลือกรับประทานผักและผลไม้ชนิดและสีต่าง ๆ เนื่องจากผักผลไม้แต่ละสีและแต่ละชนิดมีวิตามิน เกลือแร่ และไฟเบอร์ที่จำเป็นต่อร่างกายแตกต่างกันไป อีกทั้งยังช่วยเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ ควรได้รับพลังงานจากผักและผลไม้ในปริมาณที่เหมาะสม ดังนี้

- แอปเปิ้ล ลูกแพร์ ส้ม หรือกล้วย 1 ผล หรือ 80 กรัม
- ถั่วลันเตา แครอท ข้าวโพดหวาน และผักต่าง ๆ 3 ช้อนโต๊ะพูน หรือ 80 กรัม

- มะเขือเทศขนาดกลาง 1 ลูก หรือ 80 กรัม

2.3.6.6 น้ำมันและผลิตภัณฑ์สเปรด (Spreads)

ควรเลือกผลิตภัณฑ์สเปรดไขมันต่ำ โดยรับประทานในปริมาณน้อย ทั้งนี้ อาจเลือกรับประทานน้ำมันที่มีไขมันอิ่มตัวต่ำ เช่น น้ำมันมะกอก น้ำมันดอกทานตะวัน หรือ น้ำมันพืช เนื่องจากไขมันอิ่มตัวจะเพิ่มไขมันไม่ดี (Low Density Lipoproteins: LDL) ในเลือดให้สูงขึ้น ซึ่งเสี่ยงเป็นโรคหัวใจได้ ส่วนน้ำมันที่มีไขมันอิ่มตัวน้อยจัดเป็นไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว จะช่วยลดไขมันไม่ดีในเลือดให้น้อยลง อีกทั้งยังเพิ่มระดับไขมันดี (High Density Lipoproteins: HDL) ให้กับร่างกาย อย่างไรก็ตาม ควรรับประทานไขมันและผลิตภัณฑ์จากสเปรดในปริมาณที่เหมาะสม ดังนี้

- เนยหรือผลิตภัณฑ์หน้าสเปรด 1 ช้อนชา หรือ 5 กรัม
- น้ำมัน 1 ช้อนชา หรือ 3 กรัม

2.3.7 การออกกำลังกาย

ผู้บริโภคสามารถปรับสมดุลของจำนวนแคลอรี่ที่ได้รับและใช้ออกไปได้ ด้วยการทำกิจกรรมที่เอื้อต่อการเคลื่อนไหวของร่างกาย ซึ่งจะช่วยเผาผลาญจำนวนแคลอรี่ตามความหนักของกิจกรรมที่ทำ ผ่านการออกกำลังกาย ดังนี้

2.3.7.1 ออกกำลังกายแบบแอโรบิค (Aerobic Exercise)

การออกกำลังกายลักษณะนี้จะช่วยเผาผลาญแคลอรี่ที่ได้รับจากการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่แล้ว ควรออกกำลังกายแบบแอโรบิคให้ได้สัปดาห์ละ 150 นาที เช่น เดิน ปั่นจักรยาน หรือว่ายน้ำ โดยออกกำลังกายสัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 30 นาที และพักระหว่างออกกำลังกายเป็นเวลา 10 นาที ผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักควรออกกำลังกายแบบแอโรบิคให้ได้มากกว่า 150 นาทีต่อสัปดาห์ รวมทั้งควบคุมอาหารควบคู่กันไปด้วย กิจกรรมที่จัดเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิคประกอบด้วย

- เดินเร็ว
- ปั่นจักรยาน
- ว่ายน้ำ
- เล่นเทนนิสแบบเดี่ยวหรือแบบคู่
- ตัดหญ้า
- ปีนเขา
- เล่นสเก็ตบอร์ด หรือเล่นโรลเลอร์สเก็ต
- วิ่งเหยาะ ๆ หรือวิ่งเร็ว
- กระโดดเชือก
- เล่นยิมนาสติก

- เล่นกีฬาเป็นกลุ่ม เช่น ฟุตบอล วอลเลย์บอล บาสเก็ตบอล เป็นต้น

2.3.7.2 ออกกำลังกายแบบฝึกกล้ามเนื้อ (Strength Training)

การออกกำลังกายลักษณะนี้จะช่วยเสริมสร้างมวลกล้ามเนื้อและลดน้ำหนักได้ เนื่องจากกล้ามเนื้อสามารถเผาผลาญแคลอรี่ได้ดีกว่าไขมัน ควรออกกำลังกายแบบฝึกกล้ามเนื้อสัปดาห์ละ 2-3 วัน เพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ เช่น กล้ามเนื้อขา สะโพก หลัง หน้าท้อง กล้ามเนื้ออก ไหล่ และแขน โดยกิจกรรมที่ช่วยฝึกกล้ามเนื้อประกอบด้วย

- ยกน้ำหนัก
- บริหารร่างกายด้วยท่าบอดี้เวท
- ออกกำลังกายกับอุปกรณ์เสริมที่เพิ่มแรงต้านในการออกแรง
- ทำสวนหรือจัดสวน
- เล่นโยคะ

2.3.7.3 เคลื่อนไหวร่างกายเสมอ

การเคลื่อนไหวร่างกายอยู่เสมอจะช่วยกระตุ้นการเผาผลาญพลังงาน โดยสามารถปรับกิจวัตรประจำวันให้เอื้อต่อการเคลื่อนไหวร่างกายได้ ดังนี้

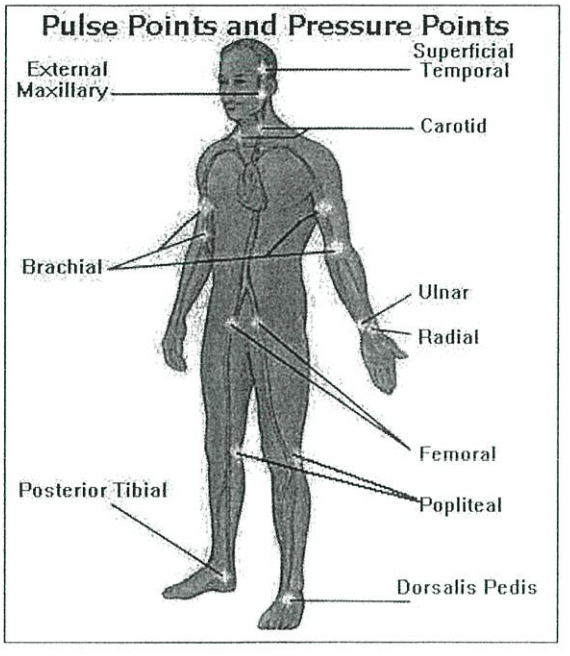
- ออกกำลังกายเบา ๆ วันละ 10 นาที
- เดินเล่นในสวนสาธารณะกับสุนัข
- ทำกิจกรรมเข้าจังหวะ หรือเต้นประกอบเพลง
- ทำงานบ้าน เช่น กวาดบ้าน ถูพื้น ล้างจาน หรือซักผ้า
- ปั่นจักรยานรอบสวนสาธารณะ

2.4 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate)

อัตราการเต้นของหัวใจ หรือ ชีพจร (Heart Rate) สามารถช่วยบ่งบอกความหนักขณะออกกำลังกายได้ หัวใจจะเต้นเร็วขึ้นเมื่อมีการออกกำลังกายที่หนักเนื่องจากต้องสูบฉีดเลือดไปหล่อเลี้ยงร่างกายมากขึ้น และจะช้าลงเมื่อมีการออกกำลังกายที่เบาลง ดังนั้นจึงนิยมใช้อัตราการเต้นของหัวใจในการวัดความหนักในการออกกำลังกาย ซึ่งการอัตราการเต้นของหัวใจที่แตกต่างกัน ก็จะให้ผลการออกกำลังกายที่ต่างกันด้วย

2.4.1 ชีพจร

ชีพจร คือ การนับอัตราการเต้นของหัวใจโดยนับผ่านการเต้นของหลอดเลือดแดงในระยะเวลา 1 นาที ทั้งนี้ตำแหน่งที่นิยมวัด หรือ จับชีพจร คือ ตำแหน่งด้านหน้าข้อมือส่วนที่ต่ำกว่าฐานของนิ้วหัวแม่มือ โดยการวางนิ้ว ชี้และนิ้วกลางลงบนตำแหน่งนั้น กดลงเบาๆก็จะรับรู้ได้ถึงการเต้นของหลอดเลือดแดง ทั้งนี้สามารถจับวัดชีพจรได้ในตำแหน่งต่างๆที่หลอดเลือดแดงขนาดกลางอยู่ติดกับผิว-หนัง จึงสามารถคลำพบได้ง่าย (ปกติหลอดเลือดแดงจะอยู่ลึก คลำพบยาก หลอดเลือดส่วนใหญ่ที่มองเห็นจะเป็นหลอดเลือดดำ) เช่น ที่ขาพับด้านนิ้วหัวแม่เท้า ที่ด้านในของขาหนีบ ที่ลำคอส่วนที่ติดกับลูกกระเดือก เป็นต้น ดังรูป 2.2



ภาพที่ 2.2 ตำแหน่งการจับชีพจร

ชีพจรปกติของผู้ใหญ่ปกติขณะพัก คือ ประมาณ 60-100 ครั้งต่อนาที ทั้งนี้ ชีพจรของแต่ละคนจะไม่เท่ากัน และในคนๆเดียวกันจับชีพจรในช่วงเวลาที่แตกต่างกันก็จะไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น อายุ (เด็กชีพจรเร็วกว่าผู้ใหญ่) ขณะพักชีพจรเต้นช้ากว่าหลังการเคลื่อนไหว อารมณ์ (เศร้าหมอง ชีพจรเต้นช้ากว่า) นักกีฬา ชีพจรเต้นช้ากว่า

ชีพจร เป็น 1 ใน 4 ของสัญญาณชีพ เป็นตัวบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจ ซึ่งอาจเกิดผิดปกติจากโรคหัวใจเอง หรือจากภาวะผิดปกติอื่นๆ เช่น มีไข้ โรคของปอด หรือ ภาวะ-

ชีด เป็นต้น ทั้งนี้นอกจากอัตราการเต้นของหัวใจแล้ว ความหนักเบาของชีพจร ก็สามารถช่วยวินิจฉัยการทำงานของหัวใจได้ เช่น เมื่อมีความดันโลหิตสูง ชีพจรจะเต้นแรง แต่เมื่อมีความดันโลหิตต่ำ ชีพจรจะเต้นแผ่วเบา เป็นต้น

2.4.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อชีพจร

2.4.2.1 อายุ เมื่ออายุเพิ่มขึ้นอัตราการเต้นของชีพจรจะลดลง ในผู้ใหญ่อัตราการเต้นของชีพจร 60-100 (เฉลี่ย 80 b/m)

2.4.2.2 เพศ หลังวัยรุ่น ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของชีพจรของผู้ชายจะต่ำกว่าหญิงเล็กน้อย

2.4.2.3 การออกกำลังกาย อัตราการเต้นของชีพจรจะเพิ่มขึ้นเมื่อออกกำลังกาย

2.4.2.4 ไข้ อัตราการเต้นของชีพจรเพิ่มขึ้น เพื่อปรับตัวให้เข้ากับความดันเลือดที่ต่ำลง ซึ่งเป็นผลมาจากเส้นเลือดส่วนปลายขยายตัวทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น (เพิ่ม metabolic rate)

2.4.2.5 ยา ยาบางชนิด ลดอัตราการเต้นของชีพจร เช่น ยาโรคหัวใจ เช่น digitalis ลดอัตราการเต้นของชีพจร(กระตุ้น parasympathetic)

2.4.2.6 Hemorrhage การสูญเสียเลือดจะมีผลทำให้เพิ่มการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาธิติค ทำให้อัตราการเต้นของชีพจรสูงขึ้น, ในผู้ใหญ่มีเลือดประมาณ 5 ลิตร การสูญเสียเลือดไป <10% จึงจะปราศจากผลข้างเคียง

2.4.2.7 ความเครียด เมื่อเครียดจะกระตุ้น sympathetic nervous เพิ่ม การเต้นของชีพจร ความกลัว, ความวิตกกังวล และอาการเจ็บปวด กระตุ้นระบบประสาทซิมพาธิติค

2.4.2.8 ท่าทาง เมื่ออยู่ในท่ายืนหรือนั่งชีพจรจะเต้นเพิ่มขึ้น (เร็วขึ้น) ท่านอนชีพจรจะลดลง (ช้า)

2.4.3 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting Heart rate)

อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก หมายถึง จำนวนครั้งที่หัวใจเต้นในหนึ่งนาทีขณะที่พัก จำนวนนี้นั้นสำคัญ เพราะได้บอกระดับของสมรรถภาพทางกายของ และเมื่อมีสุขภาพดีมากขึ้นอัตราการเต้นของหัวใจขณะที่คุณพักจะลดลงเมื่อหัวใจของคุณมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักสามารถเป็นตัวบ่งชี้ปัญหาต่าง ๆ ได้ เช่น ความเครียด และอาการอ่อนเพลียที่รุนแรง สามารถใช้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเพื่อพิจารณาดูว่าได้ฝึกซ้อมเกินขอบเขตที่ร่างกายจะพักฟื้นได้ทัน หรือไม่ถ้ามีอาการของการฝึกซ้อมเกินขอบเขตที่ร่างกายจะพักฟื้นได้ทัน เช่น มีแผลและเหนื่อย มีสมรรถภาพในการเล่นกีฬาต่ำ โรคซึมเศร้า และอาการอื่น ๆ ควรวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักในแต่ละวัน ถ้าสูงเกิน 5 ครั้งต่อนาที ซึ่งสูงกว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักระดับปกติในหลาย ๆ วัน นี่อาจจะเป็นสัญญาณที่ต้องลด การออกกำลังกายลง

อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักได้รับอิทธิพลจาก องค์ประกอยของร่างกาย ยาเสพติด ยารักษาโรค แอลกอฮอล์ และ คาเฟอีน ด้วยเช่นกัน

อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 70 ถึง 72 ครั้งต่อนาที ค่าเฉลี่ยของผู้ชายอยู่ที่ 60 ถึง 70 bmp และค่าเฉลี่ยของผู้หญิงอยู่ที่ 72 ถึง 80 ครั้งต่อนาที เหตุผลที่อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักในผู้หญิงนั้นสูงกว่าในผู้ชาย เพราะผู้หญิงมีขนาดหัวใจที่เล็กกว่า ปริมาตรของเลือดที่ไหลเวียนในร่างกายน้อยกว่าและ ระดับฮีโมโกลบินในเลือดต่ำกว่าผู้ชาย

2.4.3.1 RHR ที่ช้า คือตัวเลขที่ต่ำกว่า 60 ครั้งต่อนาที

2.4.3.2 RHR ที่ปกติ คือ RHR ระหว่าง 60 และ 100 ครั้งต่อนาที

2.4.3.3 RHR ที่เร็ว คือที่สูงกว่า 100 ครั้งต่อนาที

Resting heart rate chart for men

By Age	Heartbeats Per Minute						
	Athlete	Excellent	Good	Above Average	Average	Below Average	Poor
18-25	49-55	56-61	62-65	66-69	70-73	74-81	82+
26-35	49-54	55-61	62-65	66-70	71-74	75-81	82+
36-45	50-56	57-62	63-66	67-70	71-75	76-82	83+
46-55	50-57	58-63	64-67	68-71	72-76	77-83	84+
56-65	51-56	57-61	62-67	68-71	72-75	76-81	82+
65+	50-55	56-61	62-65	66-69	70-73	74-79	80+

Resting heart rate chart for women

By Age	Heartbeats Per Minute						
	Athlete	Excellent	Good	Above Average	Average	Below Average	Poor
18-25	54-60	61-65	66-69	70-73	74-78	79-84	85+
26-35	54-59	60-64	65-68	69-72	73-76	77-82	83+
36-45	54-59	60-64	65-69	70-73	74-78	79-84	85+
46-55	54-60	61-65	66-69	70-73	74-77	78-83	84+
56-65	54-59	60-64	65-68	69-73	74-77	78-83	84+
65+	54-59	60-64	65-68	69-72	73-76	77-84	84+

ภาพที่ 2.3 Heart rate ตามตัวแปรต่างๆ

2.4.4 ระดับชีพจรสูงที่สุด (Max HR)

ระดับชีพจรสูงที่สุด (Max HR) คือ จำนวนครั้งการเต้นของหัวใจในหนึ่งนาที ซึ่งระดับการเต้นสูงสุดของแต่ละคนนั้นไม่เท่ากัน

2.4.4.1 ผู้หญิง: 226 - อายุ = ระดับชีพจรสูงสุด

2.4.4.2 ผู้ชาย: 220 - อายุ = ระดับชีพจรสูงสุด

2.4.5 ภาวะอัตราการเต้นของชีพจรผิดปกติ

2.4.5.1 Tachycardia ภาวะที่อัตราการเต้นของหัวใจในผู้ใหญ่มากกว่า 100 b/m

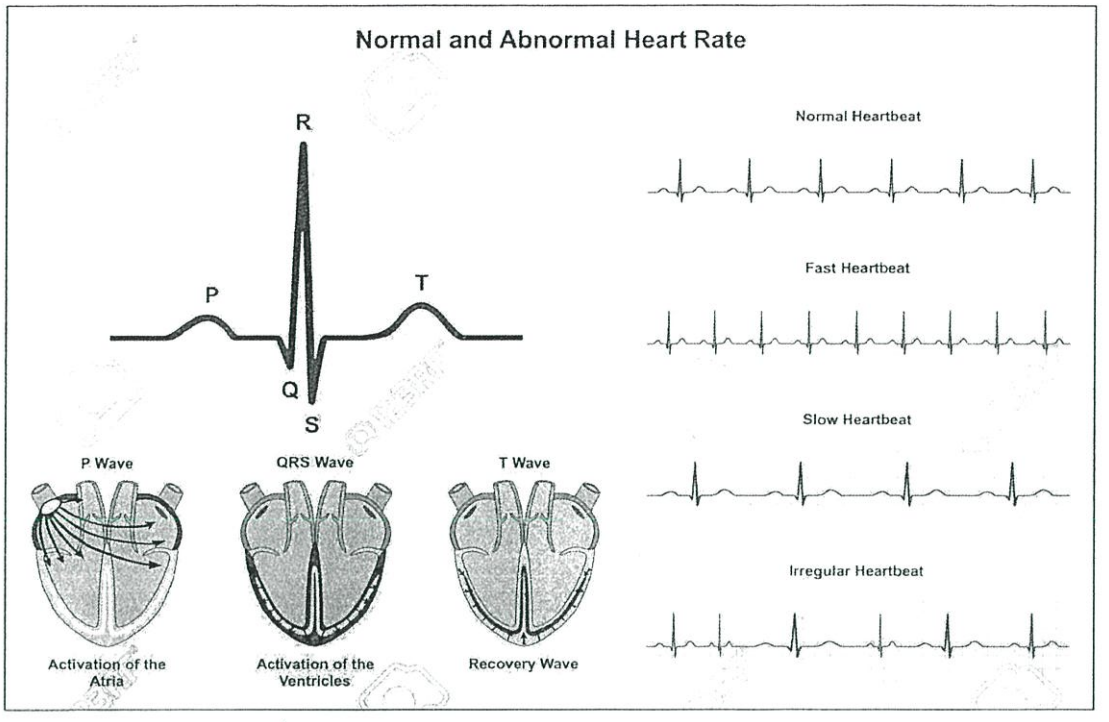
หัวใจเต้นเร็ว (Tachycardia) คือ อาการที่หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ โดยเกิดขึ้นได้แม้ไม่ได้ทำกิจกรรมใด ๆ อาจเป็นการตอบสนองของร่างกายต่อความวิตกกังวล อาการไข้ เสียเลือดกะทันหัน หรือออกกำลังกายที่ต้องใช้กำลังกายมาก นอกจากนั้น อาจเกิดจากโรคหรือความผิดปกติในร่างกาย เช่น ภาวะต่อมไทรอยด์ทำงานเกิน (Hyperthyroidism) หรือ ปอดบวม รวมไปถึงผลข้างเคียงจากอาหาร เครื่องดื่มและยารักษาโรค เช่น ชา กาแฟ และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ในผู้ใหญ่อัตราการเต้นของหัวใจเมื่อเกิดภาวะหัวใจเต้นเร็วผิดปกติจะอยู่ที่ 100 ครั้งต่อนาทีขึ้นไป ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจปกติจะอยู่ที่ประมาณ 60-100 ครั้งต่อนาที

หัวใจเต้นเร็วมี 3 ประเภทดังนี้

- หัวใจเต้นเร็วที่เกิดในหัวใจห้องบน (Supraventricular Tachycardia) เกิดจากความผิดปกติหรือความผิดพลาดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่หัวใจห้องบน ซึ่งทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น
- หัวใจเต้นเร็วที่เกิดในหัวใจห้องล่าง (Ventricular Tachycardia) เกิดจากความผิดพลาดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่หัวใจห้องล่าง ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น เมื่อหัวใจเต้นเร็วมากก็ทำให้ไม่สามารถสูบฉีดไปยังส่วนต่าง ๆ ในร่างกายได้
- หัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ (Sinus Tachycardia) จะเกิดขึ้นเมื่อส่วนการควบคุมจังหวะการเต้นของหัวใจตามธรรมชาติของร่างกายได้ส่งคลื่นไฟฟ้าที่มีความเร็วกว่าปกติและทำให้หัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ

2.4.5.2 Bradycardia ภาวะที่อัตราการเต้นของหัวใจในผู้ใหญ่น้อยกว่า 60 b/m

Bradycardia (หัวใจเต้นช้ากว่าปกติ) คือ ภาวะที่อัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่า 60 ครั้งต่อนาที ซึ่งน้อยกว่าการเต้นของหัวใจในอัตราปกติ โดยทั่วไปแล้ว ผู้ใหญ่จะมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักอยู่ที่นาทีละ 60-100 ครั้ง ผู้ที่มีอัตราการเต้นของหัวใจช้ากว่า 60 ครั้งต่อนาทีถือว่าประสบภาวะหัวใจเต้นช้ากว่าปกติ ภาวะนี้อาจก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพได้ โดยเฉพาะในกรณีที่หัวใจเต้นช้าจนไม่สามารถสูบฉีดเลือดและนำออกซิเจนไปเลี้ยงอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้อย่างเพียงพอ อย่างไรก็ตาม ผู้ที่ประสบภาวะหัวใจเต้นช้ากว่าปกติบางรายอาจไม่เกิดอาการหรือภาวะแทรกซ้อนใด ๆ เช่น นักกีฬาหรือผู้ที่เคลื่อนไหวร่างกายอย่างสม่ำเสมอมักมีอัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่าปกติ เนื่องจากการออกกำลังกายเป็นประจำจะช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพการทำงานของหัวใจ ส่งผลให้สูบฉีดเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพ หัวใจจึงต้องบีบตัวช้าลงเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของร่างกาย



ภาพที่ 2.4 แสดงกราฟ Normal and Abnormal Heart rate

2.4.6 Heart rate กับ Pulse rate

Heart rate คืออัตราการเต้นของหัวใจ ส่วน Pulse rate คืออัตราการเต้นของชีพจร ดังนั้นจึงคล้ายกัน แต่ไม่เหมือนกัน เนื่องจากปกติแล้วพอหัวใจเต้น 1 ครั้งก็จะมีเลือดออกจากหัวใจมาเลี้ยงร่างกาย เกิดเป็นชีพจรให้เราตรวจได้ ซึ่งก็คือ pulse นั่นเอง ดังนั้น 1 HR จะเท่ากับ 1 PR

แต่ HR นั้นคือการเต้นของหัวใจ ดังนั้นคือต้องตรวจด้วยการฟังหัวใจเต้น คือเสียง S1, S2 นั่นเอง รวมเป็น 1 HR แตกต่างจาก PR ที่จะเป็นการคลำที่ชีพจร 1 beat ก็คือ 1 PR

ทั่วไปดังที่ได้กล่าวแล้วว่า HR มักจะเท่ากับ PR แต่บางกรณี HR จะไม่เท่ากับ PR คือ HR อาจจะมากกว่า PR ได้ คือ เมื่อหัวใจบีบตัวให้เลือดออกไป แต่มี stroke volume ไม่มากพอที่จะทำให้เกิด Pulse ได้ เลยทำให้คลำ pulse ได้ ดังนั้น PR ก็เลยน้อยกว่า HR

ซึ่งพบได้บ่อยในผู้ป่วย Atrial fibrillation ที่มีอัตราการเต้นของหัวใจไม่คงที่ ทำให้ช่วงที่หัวใจเต้นเร็วก็จะมี stroke volume น้อย ช่วงหัวใจเต้นช้าลงก็จะมี stroke volume เยอะ ช่วงที่เต้นเร็วถ้าเร็วมากก็อาจจะทำให้ไม่มี pulse ได้ เลยเกิดสิ่งที่เรียกว่า pulse deficit

ในทางกลับกัน PR จะไม่มากกว่า HR เนื่องจาก Pulse เกิดจากหัวใจบีบตัวให้เกิด pulse ดังนั้นถ้าไม่มีหัวใจบีบตัวก็จะไม่เกิด pulse จึงทำให้ไม่มี PR มากกว่า HR ได้ แต่บางกรณีอาจ

มีลักษณะที่มี pulse เป็นสองจังหวะได้ (Bisference pulse) ทำให้เข้าใจผิดว่ามี pulse 2 ครั้งได้ ในคนตรวจที่ไม่ชำนาญ ซึ่งพบได้ในผู้ป่วย aortic regurgitation , HOCM เป็นต้น

2.4.7 อัตราการเต้นของหัวใจกับการออกกำลังกาย

อัตราการเต้นของหัวใจกับการออกกำลังกาย เมื่อจะเริ่มหรือเตรียมออกกำลังกาย ไม่ว่าแบบใดก็ตาม หัวใจจะเต้นเร็วขึ้นเพราะระบบประสาทอัตโนมัติที่เรียกว่า ซิมพาเทติก (Sympathetic) เป็นระบบของการกระตุ้นให้เตรียมตัวในการใช้แรง ขณะเดียวกันระบบอัตโนมัติที่เรียกว่า พาราซิมพาเทติก (Parasympathetic) จะทำงานลดลง ระบบนี้เป็นระบบของการผ่อนคลาย เก็บพลังงานไว้ใช้ในยามจำเป็น

ระบบอัตโนมัติอยู่นอกเหนือการควบคุม ไม่สามารถสั่งงานหัวใจเต้นเร็ว-ช้าได้ การนั่งสมาธิ โยคะทำจิตใจให้สงบจะช่วยให้มีผลต่อต่อมใต้สมองที่เรียกว่า ไฮโพทาลามัส (Hypothalamus) ที่ควบคุมระบบประสาทอัตโนมัติ ทำให้ระบบประสาทซิมพาเทติกทำงานลดลงและพาราซิมพาเทติกทำงานเพิ่มขึ้น

เมื่อออกกำลังกาย เช่น วิ่ง อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของการวิ่ง ถ้าวิ่งเร็วขึ้นจนถึงความเร็วระดับหนึ่ง อัตราการเต้นหัวใจจะไม่เพิ่มไปมากกว่านี้ เรียกว่า อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

เมื่อได้อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดก็สามารถคำนวณหาอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย ที่มีค่าประมาณร้อยละ 75-80 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด การออกกำลังที่อัตราการเต้นหัวใจเป้าหมายเป็นการออกกำลังกล้ามเนื้อหัวใจและระบบหลอดเลือด

หัวใจต้องบีบเลือดออกในแต่ละครั้งให้ได้มากขึ้น และบีบถี่ขึ้น ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจต่อนาทีต้องเพียงพอที่จะไปเลี้ยงกล้ามเนื้อที่ทำงานในขณะวิ่ง ขณะเดียวกันระบบหลอดเลือดต้องมีความยืดหยุ่นเพียงพอที่จะรับแรงดันที่สูงขึ้นจากการปั๊มของหัวใจ และจากปริมาณเลือดที่ไหลเวียนมากขึ้นในระบบขณะออกกำลังกาย

เลือดในร่างกายมีปริมาณ 5-6 ลิตรเท่านั้น และมีแนวโน้มว่าจะลดลงจากการเสียเหงื่อ หน้าที่ของหัวใจคือปั๊มเลือดออกให้มากและเร็ว เลือดจะไหลในระบบเร็วขึ้น ส่งออกซิเจนและอาหารไปทางหลอดเลือดแดงที่กล้ามเนื้อ เลือดดำไหลออกจากกล้ามเนื้อจะไหลไปฟอกที่ปอด ขณะเดียวกันปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในเลือดจะกระตุ้นอัตโนมัติของการหายใจ ทำให้เราหายใจลึกและเร็วขึ้น เพื่อนำออกซิเจนเข้าและขับคาร์บอนไดออกไซด์ออกในปริมาณที่เพิ่มขึ้น

ผู้ที่ออกกำลังจะรู้สึกได้ถึงความเหนื่อยที่เกิดขึ้น ความเหนื่อยจากระบบหายใจและหัวใจสามารถวัดได้ด้วยวิธีการไซโคฟิสิกส์ ในกรณีนี้จะเรียกว่า สเกลบอกความเหนื่อยของบอร์ก (Borg's scale)

ปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้ได้มากที่สุดในหนึ่งหน่วยเวลาจะบอกถึงประสิทธิภาพของทั้งระบบหายใจและหัวใจ การวัดปริมาณออกซิเจนทำได้ในห้องทดลองด้วยการวัดปริมาณออกซิเจนที่ใช้ไป เป็นการวัดที่ดีที่สุด แต่ยุ่งยากเพราะต้องมีอุปกรณ์ครอบจมูกและปาก และมีตัววัด (sensor) ปริมาณออกซิเจนที่หายใจเข้า ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ อัตราการเต้นของหัวใจ และสเกลบอกความเหนื่อยของบอร์ก ในขณะออก กำลังกายมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ในทางปฏิบัติการวัดปริมาณออกซิเจนแทบเป็นไปไม่ได้เลยเพราะยุ่งยากต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพง อัตราการเต้นของหัวใจมีข้อดีคือวัดได้ง่ายกว่า ปัจจุบันมีอุปกรณ์คาดที่อกวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจส่งเข้านาฬิกาบอกอัตราการเต้นของหัวใจได้อย่างแม่นยำ ราคาไม่แพงมากนัก ข้อเสียของการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ คือ เป็นการวัดตัวแปรเดียวของหัวใจ หัวใจมีหน้าที่ 2 อย่างขณะออกกำลังกาย คือเต้นเร็วขึ้น และบีบเลือดออกในแต่ละครั้งมากขึ้น

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจเป็นการวัดไม่ครบหน้าที่ของหัวใจ ยกตัวอย่างกรณีที่หัวใจเต้นเร็วขึ้น แต่เลือดกลับออกจากหัวใจลดลง เมื่อหัวใจเต้นเร็วมากขึ้น เวลาที่เลือดจะไหลเข้าหัวใจ (Filling time) จะสั้นลง เลือดจะถูกบีบออกจากหัวใจในแต่ละครั้งในปริมาณที่ลดลง

ดังนั้น การออกกำลังที่อัตราการเต้นหัวใจสูง (ใกล้อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด) อาจจะเป็นอันตรายได้ เพราะนอกจากเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อขาที่ลดลงแล้ว เลือดที่ไหลไปเลี้ยงตัวหัวใจเองจะลดลงด้วย เสี่ยงกับการที่มีกล้ามเนื้อหัวใจตาย การทดสอบหาอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดควรอยู่ในการดูแลของผู้เชี่ยวชาญและมีอุปกรณ์ช่วยชีวิตอยู่ใกล้ อีกกรณีหนึ่งซึ่งพบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคหัวใจที่พยายามจะออกกำลังเกินความสามารถของหัวใจ แทนที่อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับความหนักของการออกกำลัง อัตราการเต้นของหัวใจกลับลดลง ถ้าผู้ป่วยหรือผู้ดูแลไม่เข้าใจในจุดนี้ เร่งออกกำลังให้หนักขึ้นโดยการดูจากอัตราการเต้นของหัวใจอย่างเดียว หัวใจอาจขาดเลือดไปเลี้ยงได้

2.5 BMI (Body Mass Index)

ค่าดัชนีมวลกาย (BMI: Body Mass Index) เป็นค่าที่อาศัยความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวและส่วนสูง มาเป็นตัวชี้วัดสภาวะของร่างกายว่ามีความสมดุลของน้ำหนักตัวต่อส่วนสูงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมหรือไม่ ค่าดัชนีมวลกายสามารถคำนวณได้โดย นำน้ำหนักตัว(หน่วยเป็นกิโลกรัม) หารด้วย ส่วนสูงกำลังสอง (หน่วยเป็นเมตร) ใช้บ่งว่าอ้วนหรือผอม ในผู้ใหญ่ตั้งแต่อายุ 20 ปีขึ้นไป ความสำคัญของการรู้ค่าดัชนีมวลร่างกาย เพื่อดูอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ ถ้าค่าที่คำนวนได้ มากหรือน้อยเกินไป เพราะถ้าเป็นโรคอ้วนแล้ว จะมีภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจขาดเลือด และโรคนิ่วในถุงน้ำดี แต่ในขณะเดียวกัน ผู้ที่ผอมเกินไป ก็จะเสี่ยงต่อการติดเชื้อ ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายลดลง

BMI= น้ำหนักตัว (kg) / ส่วนสูง m2

2.5.1 ค่า BMI กับ ร่างกาย

2.5.1.1 40 หรือมากกว่า : โรคอ้วนรักษายาก

2.5.1.2 35.0 - 39.9: โรคอ้วนระดับ2

2.5.1.3 28.5 - 34.9: โรคอ้วนระดับ1

2.5.1.4 23.5 - 28.4: น้ำหนักเกิน

2.5.1.5 18.5 - 23.4: น้ำหนักปกติ

2.5.1.6 น้อยกว่า 18.5: น้ำหนักน้อยเกินไป

2.5.2 ข้อจำกัดของดัชนีมวลกาย(BODY MASS INDEX(BMI)) ปัจจัยที่ทำให้เกิดความผิดพลาดที่พบได้บ่อยที่สุดคือ

2.5.2.1 ผู้หญิงส่วนมากมีปริมาณไขมันในร่างกายมากกว่าผู้ชายที่ ดัชนีมวลกาย(BODY MASS INDEX(BMI)) เดียวกัน

2.5.2.2 ผู้สูงอายุมักมีไขมันในร่างกายและกล้ามเนื้อน้อยกว่าผู้ใหญ่ที่อายุน้อยกว่าที่ ดัชนีมวลกาย(BODY MASS INDEX(BMI)) เดียวกัน

2.5.2.3 นักกีฬามืออาชีพและนักกีฬาสมัครเล่นอาจมีค่าดัชนีมวลกายที่สูงขึ้นเนื่องจากมีมวลกล้ามเนื้อมากกว่าแต่ระดับไขมันในร่างกายไม่ได้เพิ่มขึ้น (กล้ามเนื้อมีน้ำหนักมากกว่าไขมัน)

2.6 Heart rate zone

หัวใจของเราจะมีการเต้นเพื่อสูบฉีดเลือดไปให้ส่วนต่างๆของร่างกายเรา โดยอัตราการเต้นของหัวใจเขาวัดค่ากันออกมาเป็นหน่วย ครั้ง/นาที ซึ่งยิ่งเราออกกำลังกายให้หนัก หรือเหนื่อยมากขึ้นเท่าไหร่ หัวใจก็จะยิ่งเต้นเร็วมากขึ้นเท่านั้น เพื่อที่จะประเมินความสามารถของร่างกาย ในการออกกำลังกาย จะแบ่งโซนการเต้นของหัวใจออกเป็นอีก 5 โซนด้วยกัน โดยที่แต่ละโซนจะมีวัตถุประสงค์ในการออกกำลังกายที่ไม่เหมือนกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.2 และ 2.3

Max HR	Heart Rate (bpm)%
Zone 5	189 > 100%
Zone 4	179-189 > 95%
Zone 3	160-179 > 85-95%
Zone 2	141-160 > 75-85%
Zone 1	113-141 > 60-75%

ตารางที่ 2.2 ระดับของ Beat per minute ใน Heart rate zone ต่างๆ

Zone	Benefit
Zone 5: Red Line	ถ้าไม่ใช้นักกีฬามืออาชีพหรือผู้จริงจังกับการฝึกไม่ควรออกกำลังกายโซนนี้ เพราะค่า Heart rate อยู่ที่ 100% อยู่ในช่วงนี้นานๆ อันตรายได้
Zone 4: Anaerobic	ร่างกายไม่ใช้ออกซิเจนในการสร้างพลังงาน นิยมใช้ฝึก Interval เพื่อเพิ่ม performance
Zone 3: Aerobic	เป็นการออกกำลังกายแอโรบิค ฝึกกล้ามเนื้อหัวใจ ปอดและความอดทน สัดส่วนการใช้คาร์โบฯ จะเยอะกว่าไขมัน
Zone 2: Fat burning	ฝึกประคองให้อยู่ในโซนนี้ช่วยในเรื่องการฝึกเพิ่ม Endurance ร่างกายเริ่มมีการดึงเอาไขมันมาใช้เผาผลาญ
Zone 1: Easy	โซนออกกำลังกายสำหรับมือใหม่ ใช้สำหรับการ recovery ด้วย

ตารางที่ 2.3 ประโยชน์ที่ได้รับในการออกกำลังกายในระดับ Heart rate zone ต่างๆ

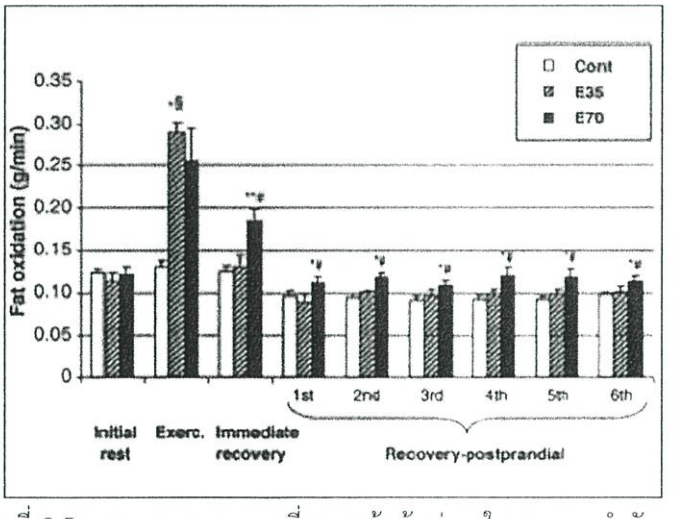
ตารางนี้ได้แบ่งออกเป็น 3 จุดประสงค์ คือ ออกกำลังกายเพื่อควบคุมน้ำหนักสัดส่วน (Lose weight) ควรให้อยู่ใน โซน 1 2 คือ Easy และ Fat burning แต่ถ้าเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของร่างกาย (Improve Fitness) เพื่อการแข่งกีฬาทั่วไป เพิ่ม performance ก็ให้ประคอง HR ให้อยู่ในโซน 2-4 (Fat burning, Aerobic และ Anaerobic) และสุดท้ายเพื่อฝึกเพื่อการแข่งขัน หรือเป็นนักกีฬา (Maximize performance) ก็ควรมีการฝึกให้ HR ขึ้นไปแตะโซน 4-5 ควรมีโค้ชค่อยกำกับอย่างใกล้ชิด

2.7 Fat Burn Zone

Fat burn zone คือช่วงที่มีการเผาผลาญไขมันเยอะที่สุด นั่นหมายถึง การออกกำลังในช่วงอัตราการหายใจช่วงหนึ่งที่มีการใช้พลังงานจากไขมันในสัดส่วนมากที่สุดในขณะที่ออกกำลังกาย

ช่วงที่มีสัดส่วนการนำไขมันมาใช้เป็นพลังงานเยอะที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงความเข้มข้นอื่นๆ แต่ไม่ได้หมายความว่าช่วงความเข้มอื่นๆ จะไม่มีการเผาผลาญพลังงาน ความเข้มข้นในการออกกำลังกายที่ไม่สูงมาก ก็มีอัตราการใช้พลังงานต่ำ และกลับกัน การออกกำลังกายที่ความเข้มข้นสูงๆ (อัตราการใช้ออกซิเจนมาก, อัตราการเต้นของหัวใจมาก) ก็มีอัตราการใช้พลังงานสูงกว่า ซึ่ง fat burn zone นั้นจัดเป็นการออกกำลังกายในความเข้มข้นต่ำ (low intensity) ดังนั้นจะมีการใช้พลังงานโดยรวมที่ต่ำไปด้วย เช่น การคาร์ดิโอด้วยจักรยานที่ fat burn zone นั้นจะใช้เวลา 54 นาที ถึงจะเผาผลาญแคลอรี่ได้ปริมาณใกล้เคียงกับการคาร์ดิโอ26 นาทีที่ high intensity

ดังนั้นต่อให้ fat burn zone มีสัดส่วนการใช้พลังงานจากไขมันมากกว่าโซนความเข้มอื่นก็ตาม แต่ถ้าพลังงานที่ใช้ไปน้อยก็จะใช้ไขมันน้อยกว่า



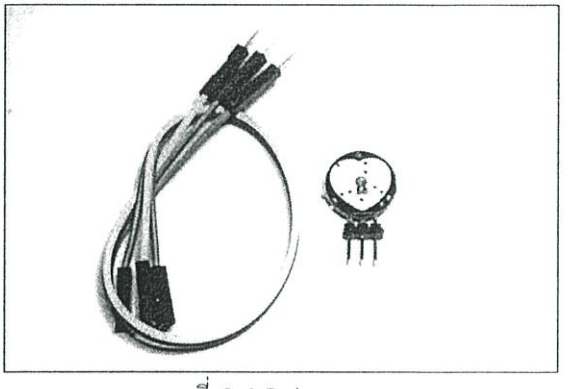
ภาพที่ 2.5 แสดงการเผาผลาญที่ความเข้มข้นต่างๆในการออกกำลังกาย

พบว่าที่ระดับ fat burn zone (E35 จากกราฟ) มีอัตราการเผลาญไขมันต่อนาทีในช่วง Exercise มากกว่ากลุ่มที่คาร์ดิโอแบบ high intensity (E70 จากกราฟ) ซึ่งเมื่อดูแล้วจะเห็นว่าไม่แตกต่างกันมาก ดังนั้นข้อมูลนี้สามารถลบความเชื่อที่ว่าต้องคาร์ดิโอที่ fat burn zone เท่านั้นถึงจะใช้ไขมัน เพราะพบว่าที่ระดับความเข้มที่สูงกว่าก็มีการใช้ไขมันใกล้เคียงกัน

2.8 Pulse sensor amped

อัตราการเต้นของหัวใจเป็นประโยชน์อย่างมากในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบกิจกรรมการออกกำลังกาย หรือ การศึกษากิจกรรมหรือระดับความวิตกกังวล โดย Pulse Sensor Amped สามารถวัดสัญญาณนี้ได้

Pulse Sensor Amped เป็นเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับ Arduino การใช้งานไม่ซับซ้อนสามารถใช้โดย นักศึกษา นักกีฬา ผู้ผลิตและนักพัฒนาเกม และ นักพัฒนามือถือ ที่ต้องการข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจในโครงงานของพวกเขาได้โดยง่าย รวมถึงเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบออปติคอลที่เรียบง่ายพร้อมด้วยวงจรขยายสัญญาณและตัดเสียงรบกวนทำให้รวดเร็ว และง่ายต่อการอ่านค่าชีพจรที่เชื่อถือได้ นอกจากนี้ยังมีชิปที่มีกำลังขับ 4mA ที่ 5V ดังนั้นจึงเหมาะกับการใช้งานบนมือถือ เพียงแค่เสียบ Pulse Sensor ไว้ที่ปลายหูหรือปลายนิ้วของคุณแล้วเสียบเข้ากับ Arduino ขนาด 3 หรือ 5 โวลต์



ภาพที่ 2.6 Pulse sensor

2.8.1 หลักการทำงาน

Light Photo Sensor อาศัยหลักการเลือดมีสีแดงเพราะจะสะท้อนแสงสีแดง และดูดซับแสงสีเขียวเอาไว้ ไฟ LED สีเขียว ตรวจสอบปริมาณของเลือดที่ไหลผ่านข้อมือในช่วงเวลาใดๆ เมื่อหัวใจเต้น การไหลเวียนของเลือดในข้อมือ และการดูดกลืนแสงสีเขียวจะมากขึ้น โดย LED คอยปล่อยแสงสีเขียวออกมากระทบกับหลอดเลือดแดงใต้ผิวหนังตลอดเวลา แล้วจะส่งสัญญาณที่มีลักษณะคล้ายเป็นคลื่นหัวใจซึ่งเป็นคลื่นอนาล็อกผ่านสายสัญญาณ Signal

2.8.2 ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

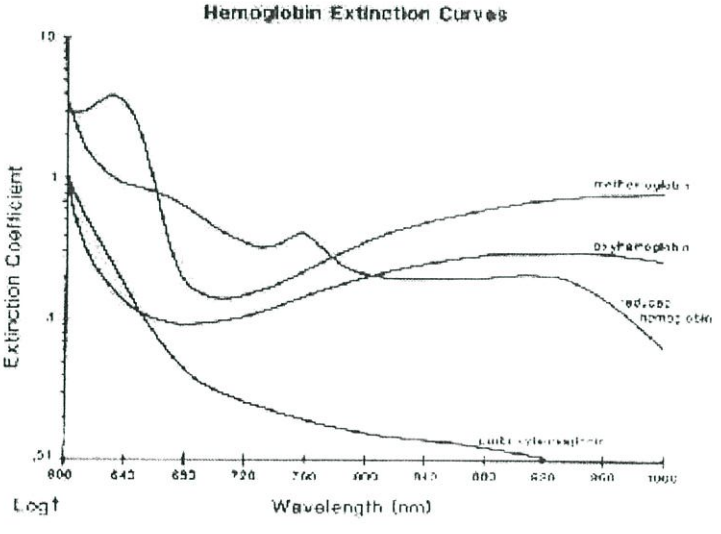
- การกำซาบของผิวหนัง (หรือปริมาณเลือดที่ไหลเวียนผ่านผิวหนังของคุณ) คือปัจจัยหนึ่ง การกำซาบของผิวหนังจะแตกต่างกันไปตามแต่ละบุคคล และยังอาจได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมอีกด้วย เช่น หากคุณกำลังออกกำลังกายในสภาพอากาศที่หนาวเย็น การกำซาบของผิวหนังที่ข้อมือของคุณอาจจะต่ำเกินไป จนทำให้เซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจไม่สามารถอ่านค่าได้

- การเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรหรือชั่วคราวบนผิวของคุณ เช่น รอยสักบางประเภท ยังอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจได้อีกด้วย หมึก ลวดลาย และความเข้มของรอยสักบางประเภทอาจปิดกั้นแสงจากเซ็นเซอร์ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการอ่านค่าที่น่าเชื่อถือ

- การเคลื่อนไหวก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่อาจมีผลต่อเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ การเคลื่อนไหวอย่างเป็นจังหวะ เช่น การวิ่งหรือขี่จักรยาน จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับการเคลื่อนไหวที่ไม่เป็นปกติ เช่น การเล่นเทนนิสหรือชกมวย

2.9 Pulse oximeter

Pulse oximeter เป็นเครื่องมือใช้วัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (SpO2) ด้วย spectro - photometry โดยหลักการที่ว่าสารแต่ละชนิดจะมีย่านการดูดกลืนแสง (absorption spectrum) แตกต่างกัน เช่น oxygenated hemoglobin ดูดกลืน red light (600-750 nm) น้อยกว่า แต่ดูดกลืน infrared light (850-1000 nm) มากกว่า deoxygenated (reduced) hemoglobin (ภาพที่ 2.6)

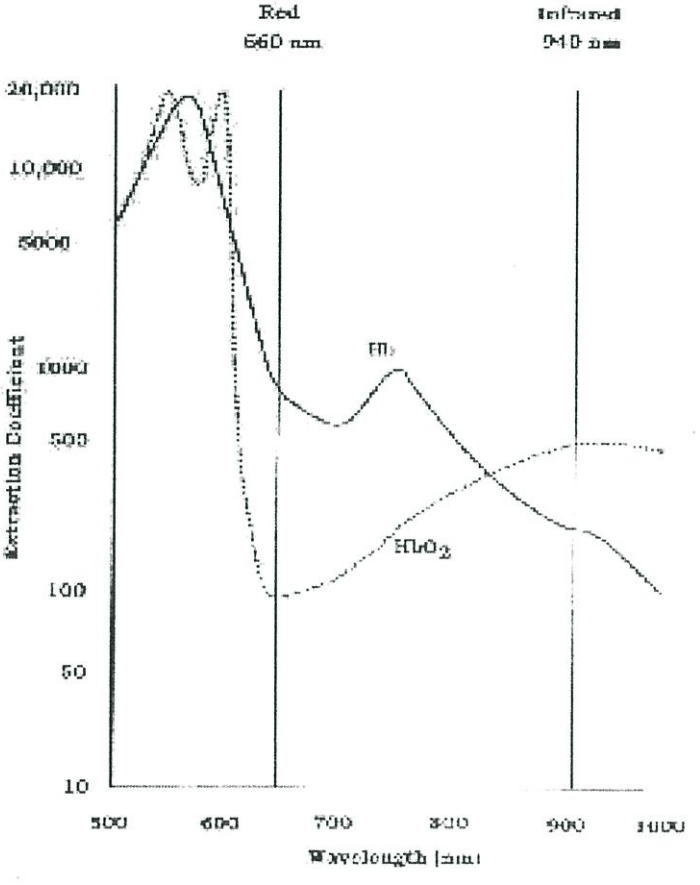


ภาพที่ 2.6 แสดงการดูดกลืนแสงในช่วงต่างๆของความยาวคลื่น

2.9.1 ชนิดของ Pulse oximetry

2.9.1.1 Hemoximetry หรือ co-oximetry ใช้แสงที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกัน 3-4 ความยาวคลื่น ดังนั้นจึงสามารถวัดความเข้มข้นของ hemo - globin หลายชนิดพร้อม ๆ กันได้ เช่น reduced hemoglobin (Hb), oxygenated hemoglobin (HbO2), carboxyhemoglobin (HbCO), และ methemoglobin (metHb) การวัดด้วยวิธีนี้เป็นวิธีinvasive เพราะต้องเจาะเลือด

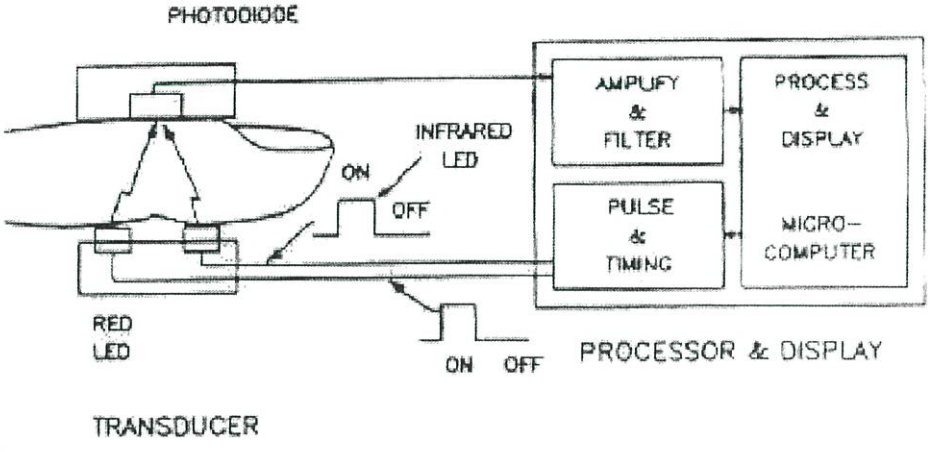
2.9.1.2 Pulse oximetry เป็นวิธี non-invasive สามารถวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดโดยอาศัยแสง 2 ความยาวคลื่น คือ red light (660 nm) และ infrared light (940 nm) (ภาพที่ 2.7)



ภาพที่ 2.7 เปรียบเทียบการดูดกลืนแสงระหว่าง red light และ infrared light

2.9.2 ส่วนประกอบของ Pulse oximeter

Pulse oximeter ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ sensor และ processor and display unit ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ sensor และ processor and display unit (ภาพที่ 2.8) ส่วนที่เป็นsensor มี 2 ด้าน ด้านหนึ่งเป็น light emitting diode (LED) ซึ่งจะปล่อยแสง 2 ความยาวคลื่นสลับกัน ส่วนด้านที่อยู่ตรงข้ามจะมี photodiode ที่สามารถวัดความเข้มของแสงที่ส่งผ่านมา สัญญาณที่ส่งผ่านมาจะถูกกรองและขยายและแสดงบนหน้าจอแสดงผลในที่สุด โดยมี microprocessor เป็นตัวควบคุม



ภาพที่ 2.8 แสดงส่วนต่างๆของPulse oximeter

โดยส่วนใหญ่ความแม่นยำของ pulse oximetry อยู่ที่ +/- 2% เมื่อ SpO2 มีค่า 70-100% และ +/-3% เมื่อ SpO2มีค่า 50-70% ค่าความแม่นยำจะยิ่งลดลงเมื่อ SpO2 ลดต่ำลง ค่า reference ของ pulse oximeter เก็บรวบรวมจากอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี ดังนั้นสีผิวและระดับ hemoglobin ของอาสาสมัครมีผลต่อค่า reference ซึ่งส่งผลให้มีความแตกต่างของ SpO2 เมื่อวัดด้วยเครื่องต่างยี่ห้อกัน อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความแม่นยำคือ response time โดยปกติจะมี delay ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของ SpO2 และการแสดงผลบนหน้าจอซึ่งขึ้นอยู่กับ signal averaging time, circulation time, และตำแหน่งของ oximeter probe

2.9.3 ปัญหาที่เกิดจากการใช้ pulse oximetry

ปัญหาที่เกิดจากการใช้ pulse oximetry เกิดจาก 2 ส่วนหลักคือ ปัญหาทาง technical และ ปัญหาการแปลผลและการนำไปใช้ (clinical interpretation and use of data) อาจกล่าวได้ว่า motion artifact เป็นปัญหาที่ทำให้การอ่านค่าผิดพลาดและมี false alarm บ่อยที่สุด อาจแก้ไขโดยเปลี่ยนตำแหน่งของ sensor เช่นวัดที่หูหรือนิ้วเท้าแทน

การใช้ sensor ที่มีขนาดเล็กลงหรือน้ำหนักน้อยก็อาจช่วยได้ หรือปรับให้มี signal averaging time นานขึ้น ผิวหนังสีเข้มทำให้การอ่านค่าสูงกว่าความเป็นจริงได้ ดังนั้นจึงแนะนำให้ตั้ง low alarm สูงกว่าคนปกติประมาณ 3-5% ถ้าแสงจากสิ่งแวดล้อมรบกวนอาจแก้ไขโดยใช้ opaque material เช่นsurgical towel, gauze, finger cot, blanket หรือ foil คลุมsensor ในรายที่มี low perfusion states เช่น low cardiac output, vasoconstriction, vasoactive therapy หรือ hypothermia ที่ทำให้เลือดไปเลี้ยงส่วนปลายลดลงก็จะเป็นการยากที่ sensor จะสามารถวัด arterial pulsation ได้ Carboxyhemo- globin ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นเดียวกันกับ oxyhemoglobin (660 nm) ทำให้วัดค่า SpO2 ได้สูงกว่าความเป็นจริง ภาวะ hyperbilirubinemia (สูงถึง 30 mg/dL) ไม่มีผลต่อค่า SpO2 ที่วัดด้วย pulse oximeter แต่มีรายงานว่า severe hyperbilirubinemia (> 30 mg/dL) มีผลต่อค่าsaturation ที่วัดด้วย co-oximeter ซึ่งเกิดจากการอ่านค่า methemoglobin และ HbCO สูงกว่าความเป็นจริง สีที่ฉีดเข้าทางหลอดเลือดสำหรับการวินิจฉัยเช่น methylene blue และ indocyanine green ทำให้อ่านค่า SpO2 ต่ำกว่าความเป็นจริง

สีทาเล็บโดยเฉพาะสีดำ ฟ้าและเขียวมีผลทำให้ค่า saturation ต่ำกว่าความเป็นจริง แนะนำให้ล้างออกก่อนที่จะวัดค่า saturation นอกจากนี้เล็บปลอมก็รบกวนการอ่านค่าของ pulse oximeter ด้วย ถ้าเล็บหนาหรือสกปรกทำให้การวัดค่าได้ไม่แม่นยำ การติด pulse oximeter ทางด้านข้าง (mounted sideways) อาจช่วยแก้ไขได้ ภาวะซีดในระดับ Hb < 8g/dL มีผลต่อความแม่นยำในการวัด SpO2 เมื่ออยู่ในสภาวะ low saturation และเมื่อ Hct < 10% มีผลที่ saturation ทุกระดับ

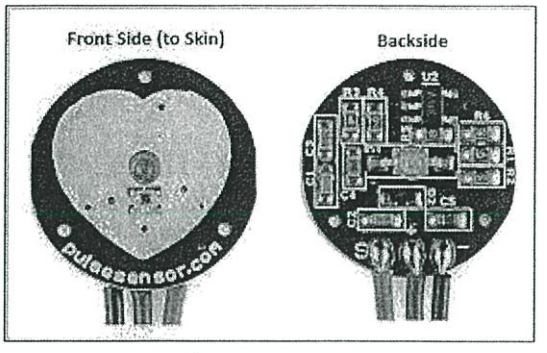
โดยปกติออกซิมีเตอร์จะมีการวัดอัตราชีพจรด้วย เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือด เช่น หากมีอัตราความเข้มข้นออกซิเจนในเลือดต่ำ อัตราชีพจรจะสูง เนื่องจากหัวใจพยายามนำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆให้เร็วขึ้น การมีออกซิมีเตอร์ ผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านภาวะพร่องออกซิเจนจะช่วยให้สามารถจัดการออกซิเจนได้ดีขึ้น รู้ว่าเมื่อใดต้องให้อัตราสูง เมื่อใดต้องใช้อัตราต่ำ ผู้ป่วยจะรู้ได้ว่ากิจกรรมใดที่ต้องการออกซิเจนมา กิจกรรมใดต้องการออกซิเจนน้อย

ซึ่งมีข้อแตกต่างจาก Pulse sensor อยู่บ้างในเรื่องของจุดประสงค์ในการใช้งาน รวมถึงการส่งสัญญาณต่างๆ แม้ว่าหลักการจะคล้ายคลึงกันก็ตาม เพราะจุดประสงค์ที่ต่างกันอยู่บ้างทำให้วัสดุที่ใช้ผลิตต่างกัน จึงส่งผลในเรื่องของคุณภาพและราคา

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

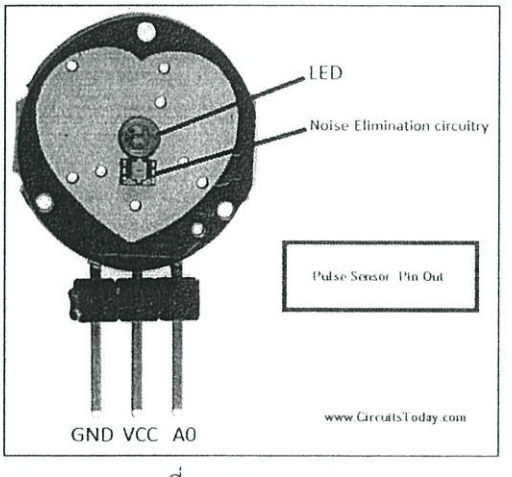
3.1 อุปกรณ์

3.1.1 Pulse sensor



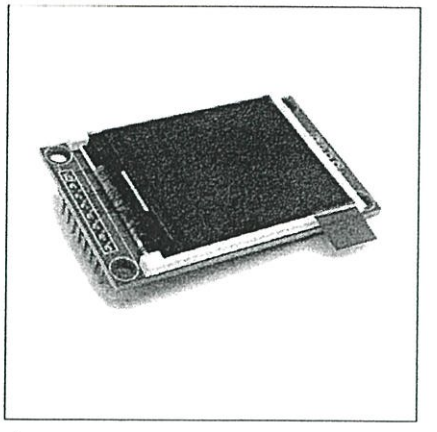
ภาพที่ 3.1 Pulse sensor

สำหรับเซนเซอร์ที่ใช้ในโครงงานวิจัยนี้ เป็น Pulse sensor ที่รับค่าอนาล็อกจากร่างกาย แล้วส่งต่อไปประมวลผลยัง Arduino เป็นรุ่นไหนก็ได้ แต่ความเข้มแสงต้องมากพอกับจุดประสงค์ในการวัด โดยหากหันด้านของเซนเซอร์เข้าหาตัวเรา ขาที่1 จากซ้ายมือ ต่อกับ ขาA0ของArduino , ขากลาง ต่อกับ Vcc และ ขาสุดท้ายต่อกับ GND ของArduino ในการทดลองใช้บอร์ดArduino UNO ในการทดลอง เนื่องจากราคาไม่แพงมากและ สะดวกต่อการใช้งาน



ภาพที่ 3.2 Pulse sensor

3.1.2 หน้าจอTFT LCD monitor 1.8 inch



ภาพที่ 3.3 หน้าจอ TFT LCD monitor 1.8 inch

3.1.2.1 คุณสมบัติ

-TFT01-1.8SP เป็นโมดูลจอ LCD SPI TFT ขนาด 1.8 "ที่ใช้ร่วมกับแอ็พพลิเค-ชัน LCD5110

- อะแดปเตอร์การ์ด SD ได้ถึง 2GB
- ตัวควบคุมในหน้าจอ TFT LCD ขนาด 1.8 นิ้วเป็น ST7735S มีความละเอียด 128 * 160
- จอ LCD มีมุมมองภาพที่กว้างคมชัด
- อินเทอร์เฟซการแสดงผลเป็นแบบอนุกรมเพียงใช้สายไฟ 5 สาย (CS, RS, SCL, SDA, RST) สำหรับการควบคุม
- การเปลี่ยนชิ้นส่วนสำหรับ LCD5110 รองรับการเสียบปลั๊ก ElecFreaks, Joystick shield, Key Pad Shield เป็นต้น
- SD card ใช้อินเทอร์เฟซ SPI ฮาร์ดแวร์ (CS / MOSI / MISO / SCK)

3.1.2.2 Pinout

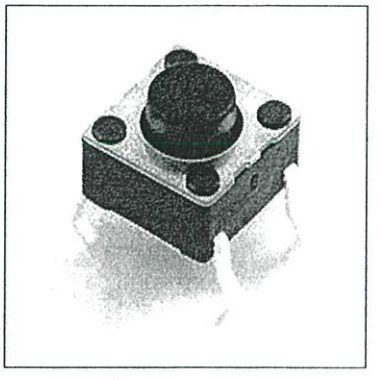
- LED: Power Supply pin 3.3V
- SCK: Serial clock input
- SDA: Serial data input
- A0: Data/Command selection (Register select)
- RST: Reset, Low level active

- CS: Chip Selection, Low level active
- GND: Ground

VDD33: 3.3V Power Supply pin

เหตุผลที่เลือกใช้หน้าจอTFT LCD monitor 1.8 inch เพราะสะดวกในเรื่องของประโยชน์ในการใช้งาน มีความละเอียดที่เพียงพอต่อการใช้งาน ราคาไม่สูงมาก และ สามารถหาซื้อได้ง่าย

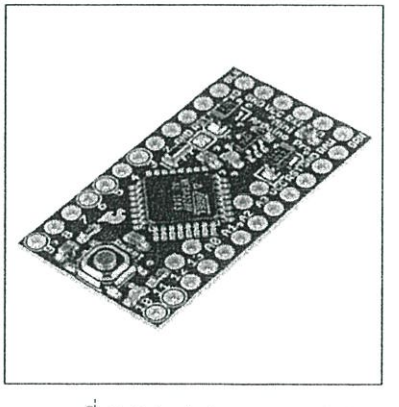
3.1.3 Push button



ภาพที่ 3.4 Push button

ปุ่ม Push Button เป็นส่วนประกอบหนึ่งในภาคของHardware เนื่องจากนำมาเป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนหน้าจอแสดงผลโดยผู้ใช้ โดยเดิมจะเป็นหน้าจอการโชว์ค่าอัตาการเต้นของหัวใจ ขณะกำลังออกกำลังกาย สามารถเปลี่ยนไปยังอีกหน้าจอได้โดยการกดปุ่มหนึ่งครั้ง จะเปลี่ยนเป็นหน้าจอการโชว์ค่า แคลอรี่ ขณะผู้ใช้กำลังออกกำลังกาย และ เมื่อกดปุ่มอีกหนึ่งครั้ง จะกลับมายังหน้าจอแสดงผลเดิม สามารถเปลี่ยนหน้าจอได้ตามความต้องการผู้ใช้

3.1.4 Arduino pro mini



ภาพที่ 3.5 Arduino pro mini

Arduino Pro Mini เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ ATmega328 มีอินพุต / เอาต์พุตแบบดิจิตอล 14 ช่อง (ซึ่งสามารถใช้เป็น PWM ได้ 6 อินพุท), 6 อินพุตแบบอะนาล็อก, รีโมตออนบอร์ด, ปุ่มรีเซ็ตและรูสำหรับยึดส่วนหัวของขา หัวต่อหกขาสามารถต่อเข้ากับสายเคเบิล FTDI หรือบอร์ด Sparkfun breakout เพื่อให้พลังงาน USB และการติดต่อสื่อสารกับบอร์ด

3.1.4.1 ข้อมูลของ Arduino pro mini

Pro Mini มีสองรุ่น คือ 3.3V,8 MHz, อื่น ๆ ที่ 5V,16 MHz

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	3.3V or 5V (depending on model)
Input Voltage	3.35 -12 V (3.3V model) or 5 - 12 V (5V model)
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	32 KB (of which 2 KB used by bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1KB
Clock Speed	8 MHz (3.3V model) or 16 MHz (5V model)

power pins

- RAW.
- VCC.
- GND.

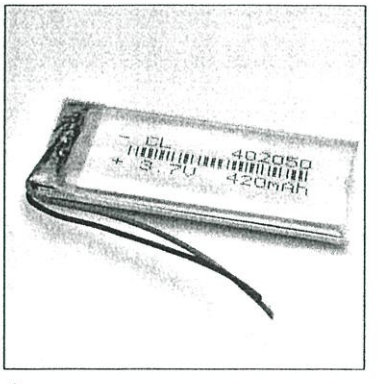
Input / Output

- Serial: 0 (RX) and 1(TX).
-External Interrupts: 2 ,3
-PWM: 3, 5, 6, 9, 10, 11
-SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).
-LED: 13.
-I^2C: 4 (SDA) , 5 (SCL).
-Reset.

3.1.4.2 คุณสมบัติ

- ATmega328 running at 16MHz with external resonator (0.5% tolerance)
- 0.8mm Thin PCB
- USB connection off board
- Supports auto-reset
- 5V regulator
- Max 150mA output
- Over current protected
- Weighs less than 2 grams!
- DC input 5V up to 12V
- On board Power and Status LEDs
- Analog Pins: 6
- Digital I/O: 14

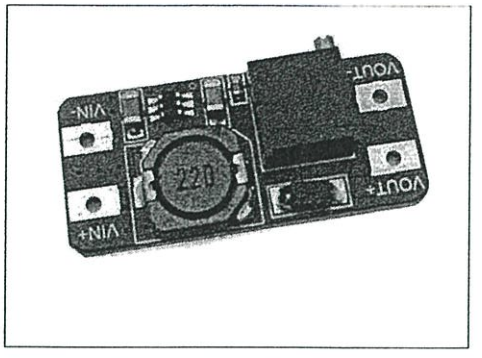
3.1.5 Lithium Battery



ภาพที่ 3.6 Lithium Battery 3.7v 420mAh

3.7V 420mAh lithium Battery Rechargeable Polymer Li-Po เป็นแบตแตอรี่ลิเทียมแบบ Charge ซ้ำได้ (Rechargeable) แรงดัน 3.7 V และเก็บพลังงาน 420 mAh

3.1.6 Step Up Booster Power



ภาพที่ 3.7 2A DC-DC Step Up Booster Power (MT3608)

โมดูลแปลงไฟขึ้น จาก 2-24V ปรับค่าได้สูงสุด 28V กระแส 2A เป็นปรับแบบละเอียด หมุนหลาย ๆ รอบ หมุนทวนเข็มนาฬิกาปรับไฟขึ้น หมุนตามเข็มนาฬิกาปรับไฟลง

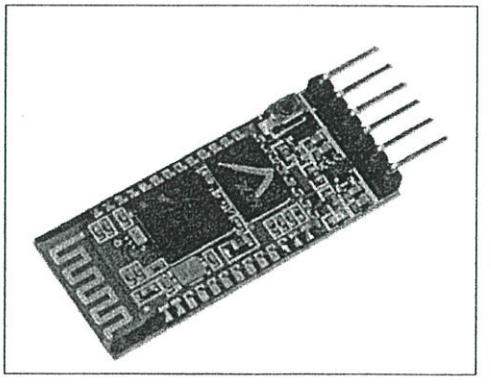
3.1.6.1 คุณสมบัติ

- the maximum output current: 2 a
- The input voltage: 2 v ~ 24 v
- The maximum output voltage: 28 v
- Efficiency: ≤93%

3.1.6.2 ขนาด

- 36 mm * 17 mm * 14 mm

3.1.7 Bluetooth



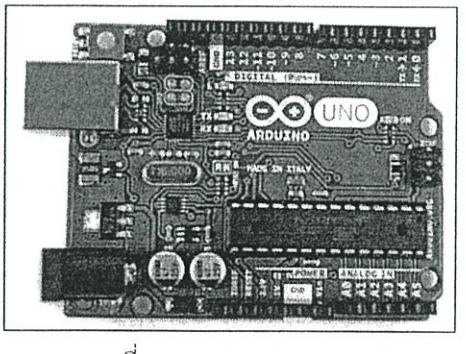
ภาพที่ 3.8 Bluetooth Serial Module (HC-05 Master/Slave mode)

โมดูล Bluetooth นี้ทำให้ Arduino สามารถสังงานผ่านทาง Bluetooth ได้ เช่นควบคุมจากโทรศัพท์มือถือ หรือ คอมพิวเตอร์ ที่มี Bluetooth โดยโมดูลนี้สามารถตั้งค่าเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง Master หรือ Slave

3.1.7.1 รายละเอียด Bluetooth Serial Module (HC-05 Master/Slave mode)

- Bluetooth protocal: Bluetooth Specification v2.0+EDR
- Frequency: 2.4GHz ISM band
- Modulation: GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)
- Emission power: ≤4dBm, Class 2
- Sensitivity: ≤-84dBm at 0.1% BER
- Speed: Asynchronous: 2.1Mbps(Max) / 160 kbps, Synchronous: 1Mbps/1Mbps
- Security: Authentication and encryption
- Profiles: Bluetooth serial port
- Power supply: +3.3VDC 50mA
- Working temperature: -20 ~ +75 Centigrade
- Dimension: 26.9mm x 13mm x 2.2 mm

3.1.8 Arduino UNO



ภาพที่ 3.9 Arduino UNO R3

Arduino UNO R3 บอร์ดนี้แนะนำสำหรับผู้ที่เริ่มต้นใช้งาน Arduino เพราะออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายหลายหลาย มีช่องเสียบสายไฟต่าง ๆ ได้สะดวก มี Shield ต่าง ๆ รองรับเยอะ

3.1.8.1 รายละเอียด Arduino UNO R3

ไมโครคอนโทรนเลอร์ ATmega328

แหล่งจ่ายไฟ 5V

ไฟเข้า(แนะนำ) 7-12V

ไฟเข้า (จำกัดไว้ที่) 6-20V

ขาดิจิตอล I/O 14 ขา (6 รองรับเอาต์พุตแบบ PWM)

ขาอะนาล็อกอินพุต 6 ขา

กระแสไฟฟ้า DC ต่อขา I/O : 40 mA

กระแสไฟฟ้าออก DC สำหรับขา 3.3V : 50 mA

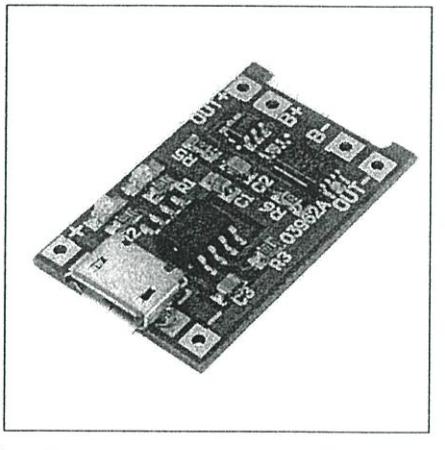
Flash Memory : 32 KB (ATmega328)

SRAM : 2 KB (ATmega328)

EEPROM : 1 KB (ATmega328)

Clock Speed : 16 MHz

3.1.9 Lithium Ion Battery Charger Module



ภาพที่ 3.10 Lithium Ion Battery Charger Module

เป็นโมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียม กระแส 1 แอมป์ ไว้สำหรับชาตไฟของอุปกรณ์ เพราะอุปกรณ์ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่

3.1.9.1 คุณสมบัติ

Input voltage : 5V

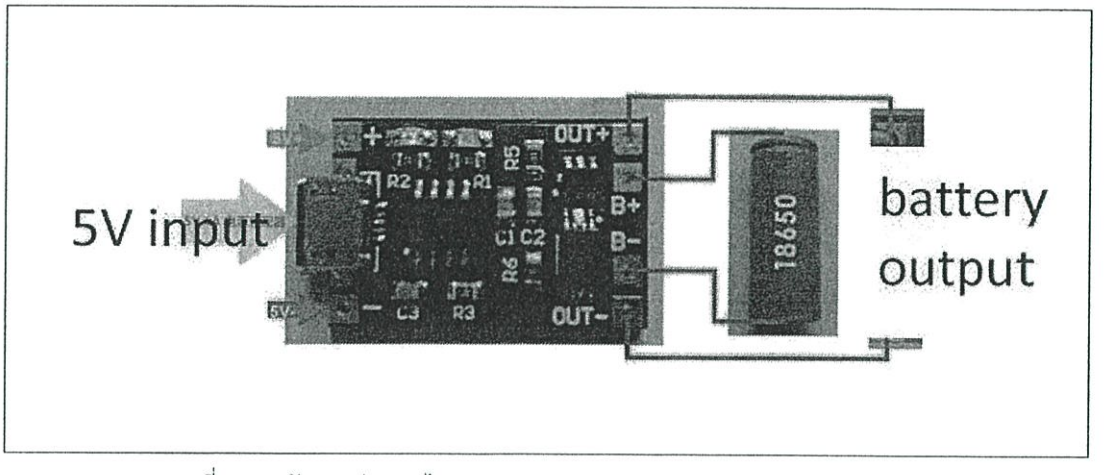
Charging cut off voltage : 4.2V ± 1%

Maximum charge current : 1000mA

Battery over-discharge protection voltage : 2.5V

Battery overcurrent protection current: 3A

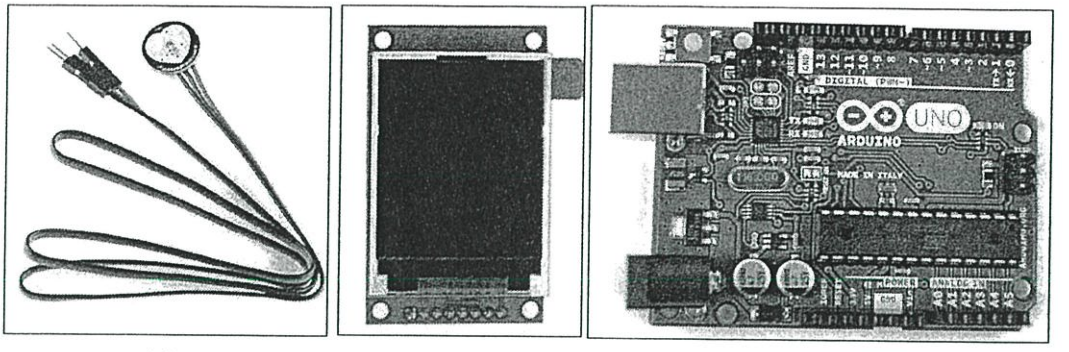
Board size : 2.6 * 1.7CM



ภาพที่ 3.11 ผังการต่อสายไฟของ Lithium Ion Battery Charger Module

3.2 วิธีการ

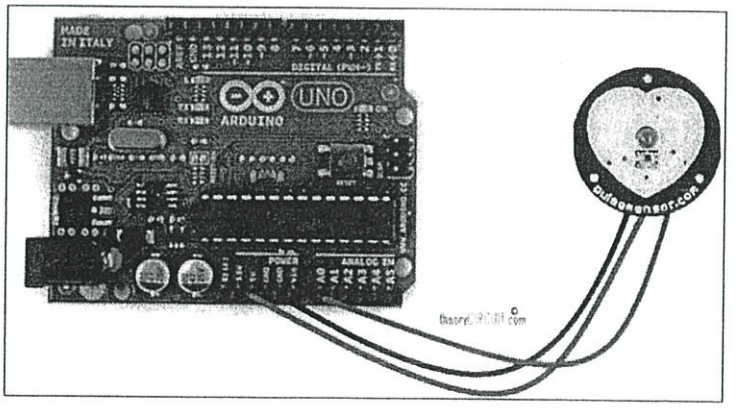
3.2.1 ขั้นต้น ทดสอบ Pulse sensor, Arduino UNO และ หน้าจอTFT LCD monitor 1.8 inch เพราะเป็นสิ่งจำเป็นอันดับแรกในการทำโครงงานวิจัย



(a) (b) (c)

ภาพที่ 3.12 (a) Pulse sensor , 3.12 (b) หน้าจอTFT LCD monitor 1.8 , 3.12 (c) Arduino UNO

3.2.2 สำหรับเซนเซอร์ที่ใช้ในโครงงานวิจัยนี้ เป็น Pulse sensor ที่รับค่าอนาล็อกจากร่างกาย แล้วส่งต่อไปประมวลผลยัง Arduino เป็นรุ่นไหนก็ได้ แต่ความเข้มแสงต้องมากพอกับจุดประสงค์ในการวัด โดยหากหันด้านของเซนเซอร์เข้าหาตัวเรา ขาที่1 จากซ้ายมือ ต่อกับ ขา A0 ของ Arduino , ขากลาง ต่อกับ Vcc และ ขาสุดท้ายต่อกับ GND ของArduino ดังภาพด้านล่าง



ภาพที่ 3.13 การต่อขาของ Pulse sensor กับ Arduino UNO

หลังจากต่อ Pulse sensor เข้ากับ บอร์ดArduino เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการดาวน์โหลดไลบารี Pulse Sensor Playground-master จากนั้นอัพโหลดลงบอร์ด Arduino เป็นการทดสอบการรับสัญญาณของ Pulse sensor โดยสามารถดูได้ที่หน้าต่าง Serial monitor

ในขั้นต้นของการทำโครงงาน ใช้บอร์ด Arduino UNO ก่อน เพราะเป็นขั้นตอนของการทดลอง และ เหมาะสำหรับการใช้งานในผู้เริ่มต้น

3.3.3 เมื่อทำการทดสอบ Pulse sensor เรียบร้อยแล้ว จากนั้น ทำการทดสอบหน้าจอ TFT LCD monitor 1.8 inch โดยต่อกับ Arduino UNO ตามตารางด้านล่าง

TFT 1.8 SPI	Arduino UNO R3 Pin
LED	3.3V
SCK	13
SDA	11
AO	9
RESET	8
CS	10
GND	GND
VCC	5.0V
DHT11	4

ตารางที่ 3.1 การต่อจอTFT LCD monitor 1.8 inchกับ Arduino UNO

3.3.4 ทำการทดสอบหน้าจอด้วยไลบารีของหน้าจอชนิดนี้ โดยการ โหลดไลบรารี โดย

Sketch->Include Library->Manage Libraries

แล้วทำการโหลดไลบรารี adafruit_st7735 จากนั้นไปที่

File -> Example -> Adafruit ST7735 -> graphictest

จากนั้นทำการอัพโหลดโค้ดลงบอร์ด Arduino

3.3.5 เขียนโค้ดด้วยโปรแกรม Arduino เพื่อแสดงค่า Beat per minute จากสัญญาณ pulse ที่ส่งผ่าน Pulse sensor โดยใช้การนับเวลาเข้ามาช่วย ว่า 1 วินาที มีจุด Peak ของ Pulse graph

เกิดขึ้นกี่จุด นำไปเทียบเป็น 60 วินาที จะได้ค่า Beat per minute จากนั้นเขียนคำสั่งเพื่อแสดงค่าบนหน้าจอ TFT LCD monitor 1.8 inch

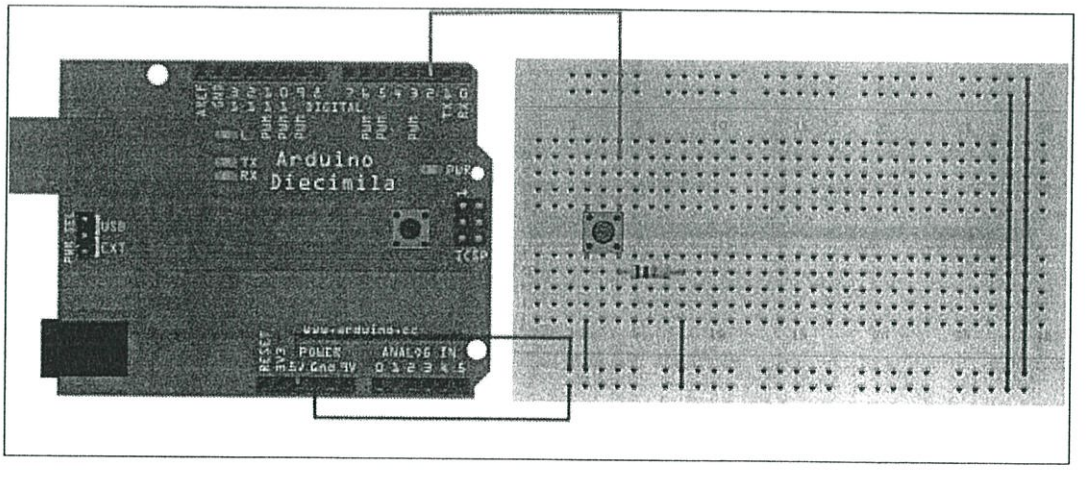
3.3.6 เขียนคำสั่งคำนวณแคลอรี่ โดยใช้การนับเวลาเข้ามาช่วยอีกเช่นกัน โดยนำสัมประสิทธิ์แคลอรี่ต่อวินาทีของกีฬาแต่ละชนิดมาคูณกับวินาทีที่นับได้จากคำสั่งนับเวลา เช่น

ตัวอย่าง แคลอรี่ของการเดินต่อหนึ่งชั่วโมงเท่ากับ 600 กิโลแลอรี่ ในหนึ่งชั่วโมง มี 3600 วินาที ดังนั้น จะได้0.167 กิโลแคลอรี่ต่อวินาที

เมื่อเขียนคำสั่งในโปรแกรม Arduino ให้บวกเพิ่มเรื่อยๆตามวินาทีที่นับได้ จะได้แคลอรี่ของการออกกำลังกาย เช่น ออกกำลังกาย5นาที จะได้ 0.167*5*60 เท่ากับ 50 กิโลแคลอรี่ เป็นต้น

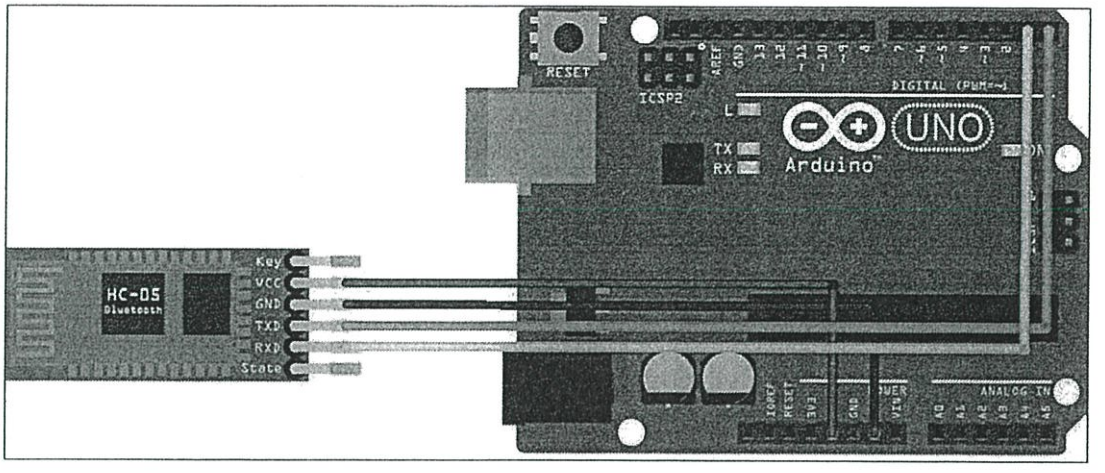
3.3.7 เขียนคำสั่ง ให้แสดงค่าแคลอรี่ บนหน้าจอ TFT LCD monitor 1.8 inch โดยต้องการให้แสดงค่า Beat per minute และ ค่าแคลอรี่ คนละหน้าจอโดยใช้ switch button เป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนหน้าจอ

3.3.8 ต่อวงจรปุ่ม switch button โดยต่อแบบ High หรือ Low ก็ได้ เขียนคำสั่งแบบเงื่อนไข ให้แสดงค่าของ Beat per minute ที่หน้าจอแรก กดปุ่ม อีกครั้ง จะแสดงค่าของแคลอรี่แทน โดยต่อตามรูปด้านล่าง



ภาพที่ 3.14 การต่อ switch buttonกับArduino

3.3.9 จุดประสงค์ของอุปกรณ์นี้ เพื่อช่วยให้ผู้ที่สวมใส่ออกกำลังกายในช่วงของ Heart rate zone ที่เหมาะสม ดังนั้น จึงตั้งเงื่อนไข โดยหาก Beat per minute สูงกว่า threshold ให้แสดงหน้าจอเป็นหน้าจอสีแดง โดย ค่าของ threshold นั้นได้จากการคำนวณค่าที่ส่งมาจากแอพลิเคชั่นที่เขียนขึ้นเพื่อใช้ควบคู่กับอุปกรณ์นี้ โดยค่าที่ส่งจากแอพลิเคชั่น จะส่งผ่านบลูทูธ มาประมวลผลที่ Arduino เริ่มจากการต่อบลูทูธเข้ากับ Arduino ตามรูปด้านล่าง



ภาพที่ 3.15 การต่อบลูทูธเข้ากับ Arduino

3.3.10 จากนั้นจะเริ่มในส่วนของแอพลิเคชั่น โดยเขียนแอพลิเคชั่นจากโปรแกรม MIT App Inventor โดย App Inventor เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างแอพพลิเคชันสำหรับสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตที่เป็นระบบปฏิบัติการ Android ซึ่งบริษัท Google ร่วมมือกับ MIT พัฒนาโปรแกรม App inventor ขึ้น ต่อมา Google ถอนตัวออกมาและยกให้ MIT พัฒนาต่อเอง (โดยเน้นกลุ่มผู้ใช้ด้านการศึกษามากกว่า) ในนาม MIT App inventor โดยลักษณะการเขียนโปรแกรมแบบ Visual Programming คือ เขียนโปรแกรมด้วยการต่อบล็อกคำสั่ง เน้นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา (problem solving) ด้วยการสร้างโปรแกรมที่ผู้เรียนสนใจ บนโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน App inventor จึงเป็นอีกโปรแกรมหนึ่ง ที่เหมาะสำหรับใช้ในการสอนเขียนโปรแกรม ให้นักเรียนในระดับมัธยมปลาย หรือระดับมหาวิทยาลัย

ก่อนอื่นต้องออกแบบหน้าต่างใช้งาน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการ โดยค่าที่ต้องการในการส่งไปประมวลผลที่ Arduino นั้น ประกอบด้วย Resting Heart rate , น้ำหนัก , อายุ และ เพศ โดยค่าทั้งหมดต้องส่งไปประมวลผลที่Arduinoเพื่อคำนวณ Heart rate zone ที่เหมาะสมขณะออกกำลังกาย

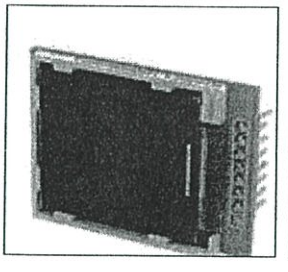
3.3.11 มี 4 ค่าที่ต้องการส่งออกไปยัง Arduino พร้อมมีปุ่มเชื่อมต่อบลูทูธ จากนั้นเขียนคำสั่งรับค่า 4 ค่าจากแอพลิเคชั่น ในโปรแกรม Arduino เพื่อนำมาคำนวณ threshold ของ Heart rate zone โดยคำนวณจากสูตรของ Karvonen formula

$$\text{Target Heart Rate} = ((\text{max HR} - \text{resting HR}) \times \%\text{Intensity}) + \text{resting HR}$$

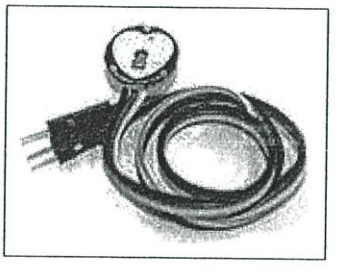
3.3.12 เมื่อออกแบบแอพลิเคชั่นโดยโปรแกรม MIT app inventor เรียบร้อย ให้อัพโหลดแอพลิเคชั่นบนโทรศัพท์สมาทโฟน เพื่อใช้งาน

3.3.13 ออกแบบแผ่น PCB ของวงจรทั้งหมด ออกแบบการวางวงจรบนแผ่น PCB ในโปรแกรม Circuit Wizard เพื่อทำการกัดปริ้นท์ในลำดับถัดไป

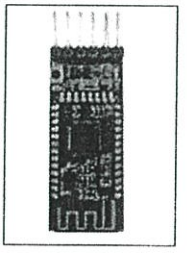
3.3.14 นำอุปกรณ์มาบัดกรี ลงบนแผ่นPCB ได้แก่ Pulse sensor, หน้าจอTFT LCD monitor 1.8 inch , Push button , Arduino pro mini , Lithium Battery , Step Up Booster Power , Bluetooth



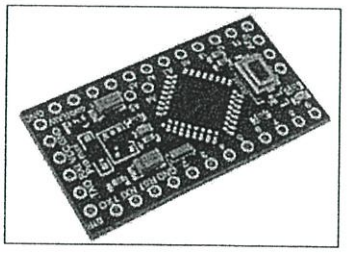
(a)



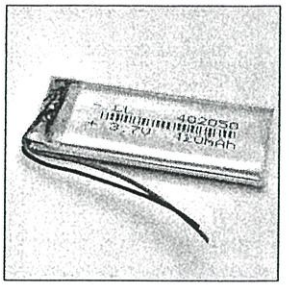
(b)



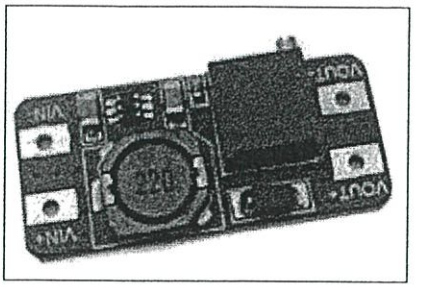
(c)



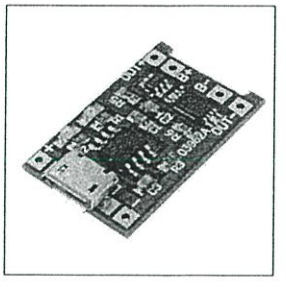
(d)



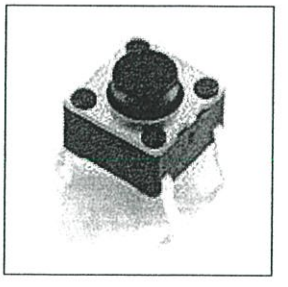
(e)



(f)



(g)



(h)

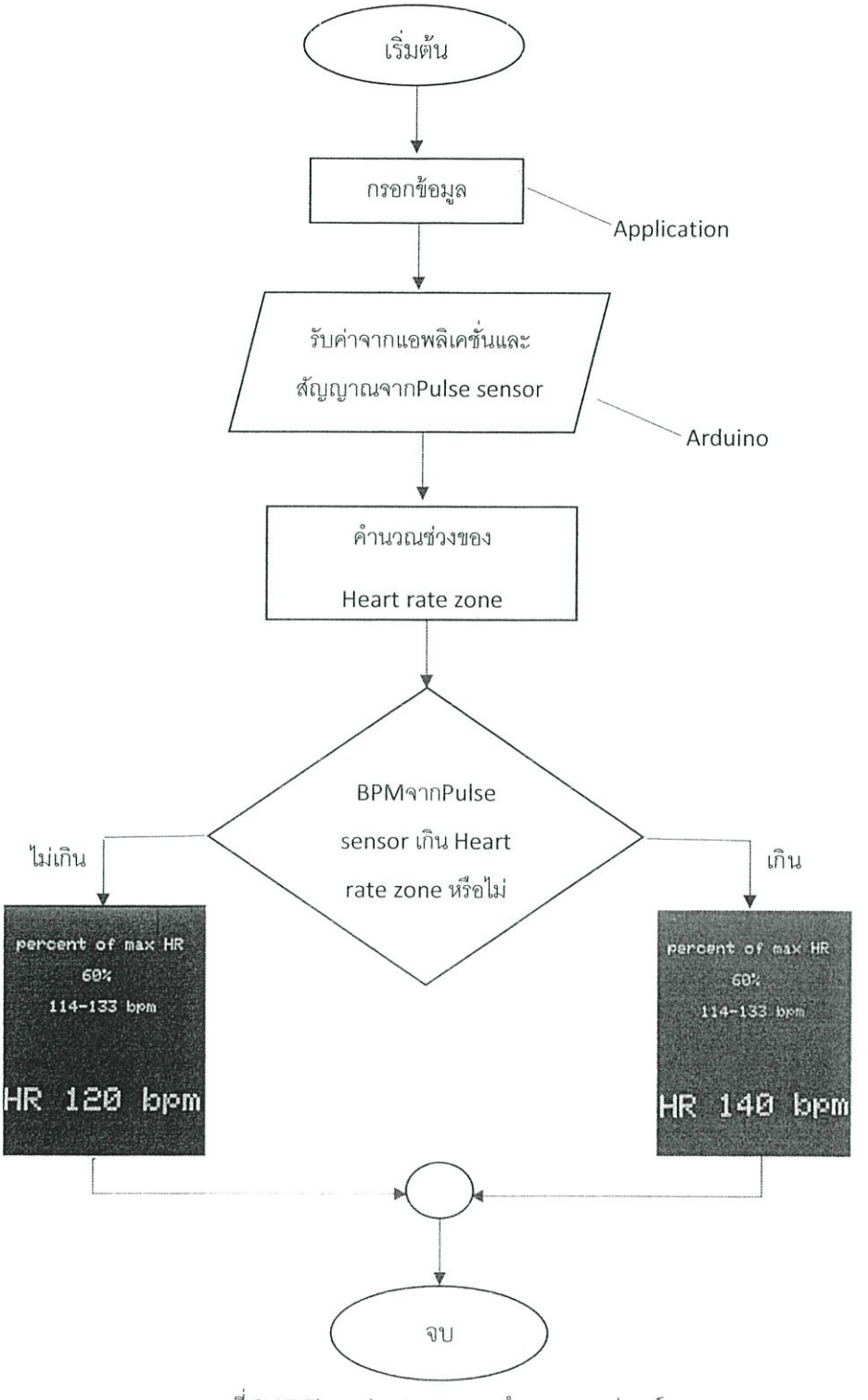
ภาพที่ 3.16(a) TFT LCD Monitor 1.8 inch, 3.16(b) Pulse sensor, 3.16(c) Bluetooth, 3.16(d) Arduino pro mini, 3.16(e) Lithium Battery, 3.16(f) Step Up Booster Power, 3.16(g) Lithium Ion Battery Charger Module, 3.16(h) Push Button

3.3.15 ใช้โปรแกรม Autodesk Inventor เพื่อออกแบบเคสของอุปกรณ์สำหรับป้องกันอุปกรณ์

3.3.16 นำแผ่น PCB ที่ทำการบัดกรีอุปกรณ์ต่างๆเรียบร้อยแล้วมาประกอบรวมกับเคส

3.3.17 ออกแบบวิธีการติดสายรัดข้อมือ

กระบวนการการทำงานของโครงงานสามารถสรุปได้ดัง Flow chart ด้านล่าง



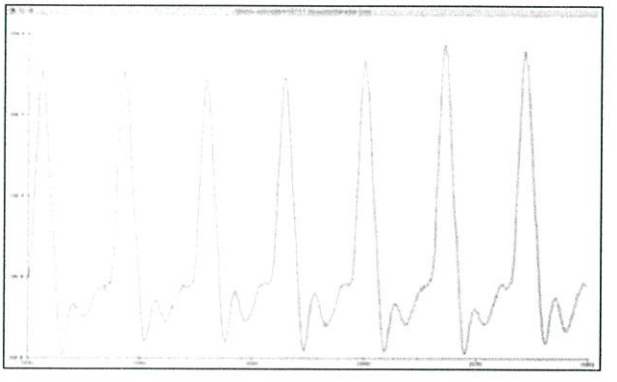
ภาพที่ 3.17 Flow chart แสดงการทำงานของอุปกรณ์

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

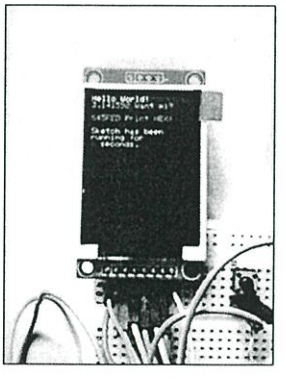
4.1 การทดสอบ Pulse sensor และ หน้าจอ TFT LCD monitor 1.8 inch

หลังจากต่อ Pulse sensor เข้ากับ บอร์ด Arduino เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการดาวน์โหลดไลบารี Pulse Sensor Playground-master แล้วทำการทดสอบ จะได้ผลตามรูปด้านล่าง

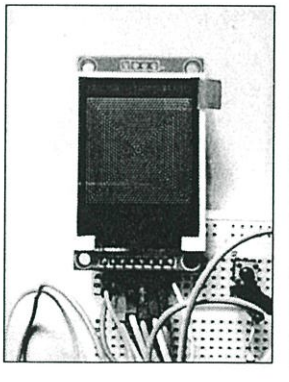


ภาพที่ 4.1 กราฟที่ได้จากการทดสอบ Pulse sensor

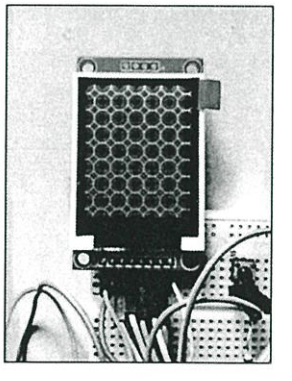
ทำการทดสอบหน้าจอด้วยไลบารีของหน้าจอชนิดนี้ โดยการ โหลดไลบรารี Adafruit ST7735



ภาพที่ 4.2(a)



ภาพที่ 4.2(b)

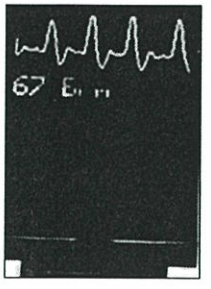


ภาพที่ 4.2(c)

ตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบจอTFT LCD monitor 1.8 inch

4.2 แสดงค่า Beat Per Minute(BPM) บนหน้าจอ TFT LCD Monitor 1.8 inch

เขียนโค้ดด้วยโปรแกรม Arduino เพื่อแสดงค่า Beat per minute จากสัญญาณ pulse ที่ส่งผ่าน Pulse sensor โดยใช้การนับเวลาเข้ามาช่วย แล้วแสดงค่าบนหน้าจอ TFT LCD Monitor 1.8 inch ดังภาพที่ 4.3



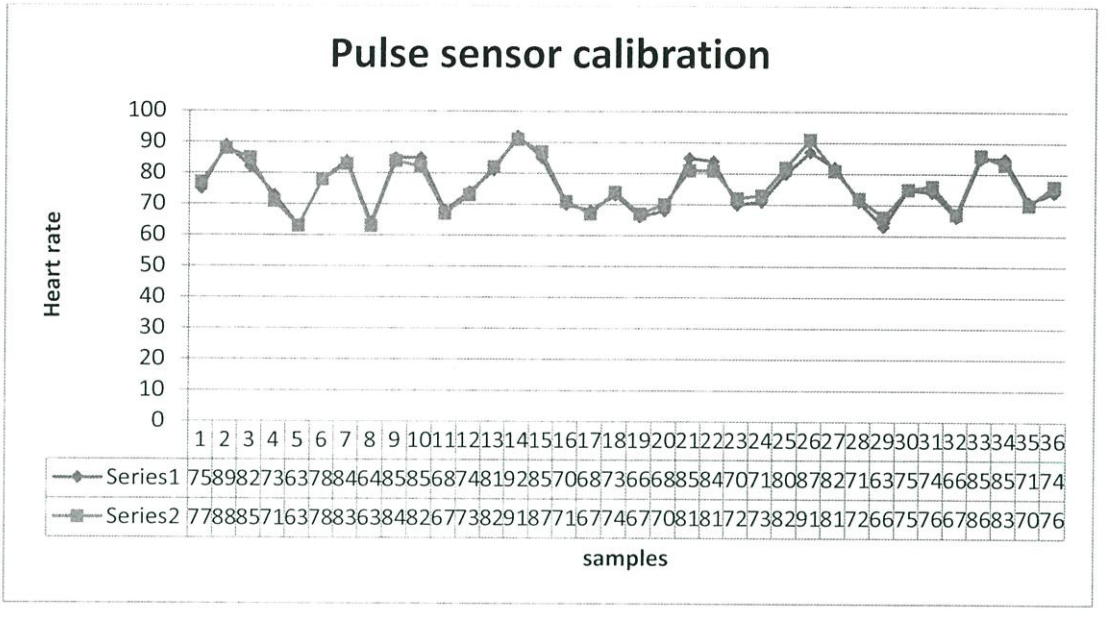
ภาพที่4.3 แสดงค่า Beat Per Minute(BPM) บนหน้าจอ TFT LCD Monitor 1.8 inch

4.3 เทียบค่า BPM ระหว่าง Pulse sensor และ Pulse Oximeter

ทดสอบความถูกต้องของค่าที่วัดได้ โดยเทียบค่าBPMที่วัดได้จาก Pulse sensor กับ ค่าที่วัดได้จาก Pulse Oximeter กับ ตัวอย่าง 12 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้

ตัวอย่าง	ครั้งที่1		ครั้งที่2		ครั้งที่3	
	Pulse sensor (BPM)	Pulse oximeter (BPM)	Pulse sensor (BPM)	Pulse oximeter (BPM)	Pulse sensor (BPM)	Pulse oximeter (BPM)
1	75	77	81	82	80	82
2	89	88	92	91	87	91
3	82	85	85	87	82	81
4	73	71	70	71	71	72
5	63	63	68	67	63	66
6	78	78	73	74	75	75
7	84	83	66	67	74	76
8	64	63	68	70	66	67
9	85	84	85	81	85	86
10	85	82	84	81	85	83
11	68	67	70	72	71	70
12	74	73	71	73	74	76

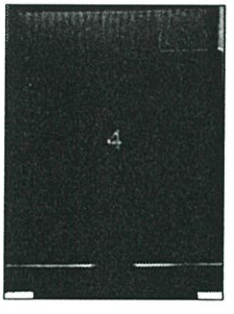
ตารางที่ 4.1 เทียบค่า BPM ระหว่าง Pulse sensor และ Pulse Oximeter



ตารางที่ 4.2 เทียบความใกล้เคียงของค่าBPMในรูปของกราฟ

4.4 แสดงค่าแคลอรี่บนหน้าจอ TFT LCD Monitor 1.8 inch

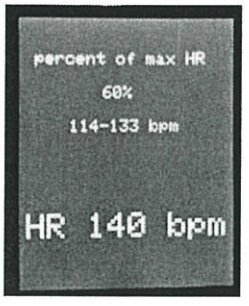
เขียนคำสั่งคำนวณแคลอรี่ โดยใช้การนับเวลาเข้ามาช่วยอีกเช่นกัน แล้วแสดงค่าบนหน้าจอ TFT LCD Monitor 1.8 inch ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 แสดงค่าแคลอรี่บนหน้าจอ TFT LCD Monitor 1.8 inch

4.5 แจ้งเตือนผ่านหน้าจอ เมื่อ BPM สูงกว่า threshold

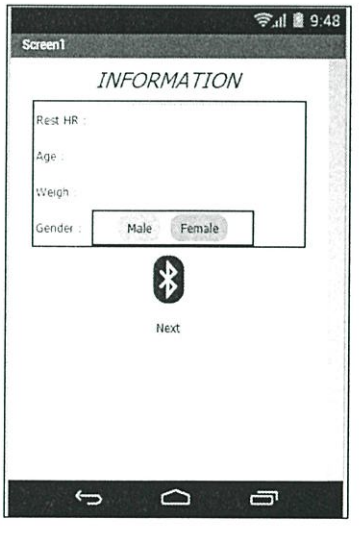
เพื่อช่วยให้ผู้ที่สวมใส่ออกกำลังกายในช่วงของ Heart rate zone ที่เหมาะสม ดังนั้น หาก BPM สูงกว่า threshold ให้แสดงหน้าจอเป็นหน้าจอสีแดง ดังภาพที่ 4.5



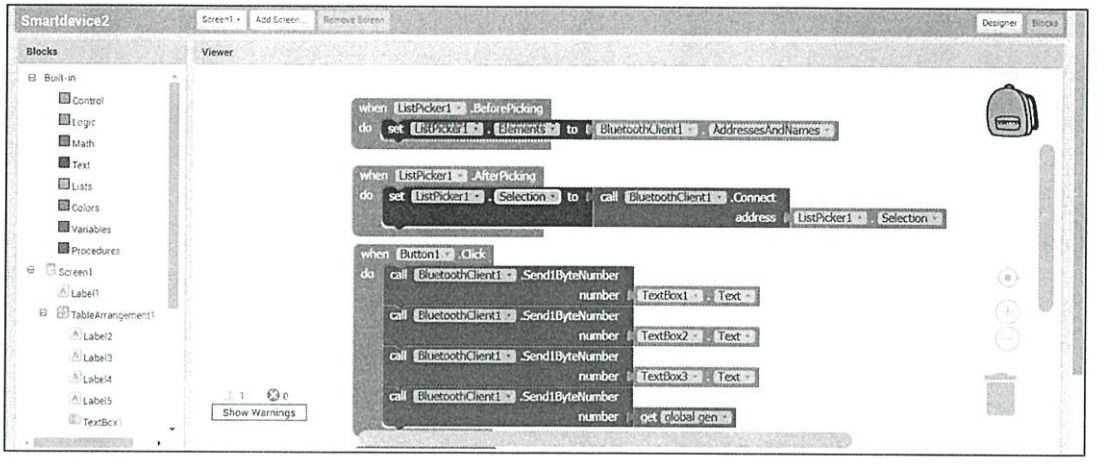
ภาพที่ 4.5 แสดงเป็นจอสีแดงเมื่อ BPM สูงกว่า threshold

4.6 แอพลิเคชั่น

ค่าของ threshold ในหัวข้อ 4.5 นั้น มาจากแอพลิเคชั่นที่เขียนขึ้นเพื่อใช้ควบคู่กับอุปกรณ์นี้ โดยเขียนแอพลิเคชั่นจากโปรแกรม MIT App Inventor เริ่มจากการออกแบบหน้าต่างใช้งาน ให้สอดคล้องกับค่าที่ต้องการ โดยค่าที่ต้องการในการส่งไปประมวลผลที่ Arduino นั้น ประกอบด้วย Resting Heart rate , น้ำหนัก , อายุ และ เพศ โดยค่าทั้งหมดต้องส่งไปประมวลผลที่Arduinoเพื่อคำนวณ Heart rate zone ขณะออกกำลังกาย ผ่านทางบลูทูธ หน้าต่างใช้งานนี้เป็นการจำลองหน้าต่างจริงบนสมาร์ทโฟน ดังภาพที่ 4.6 และ ภาพที่ 4.7



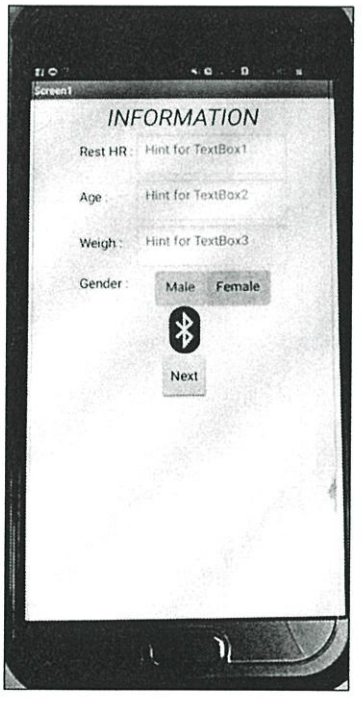
ภาพที่ 4.6 ออกแบบหน้าต่างใช้งานบนโปรแกรม MIT App Inventor



ภาพที่ 4.7 ส่วนของบล้อคคำสั่งในโปรแกรม MIT app inventor

4.6.1 ใช้แอพลิเคชั่นบนสมาทโฟน

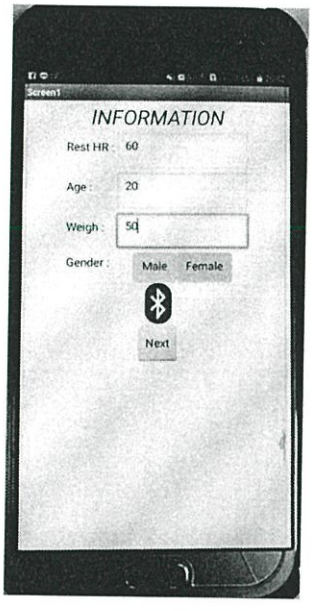
เมื่อออกแบบ ทั้งในส่วน หน้าต่างและBlocks ในโปรแกรม MIT App Inventor จากนั้น ทำการเชื่อมต่อกับสมาทโฟน จะได้แอพลิเคชั่นที่เขียนขึ้นมา ดังภาพที่ 4.8



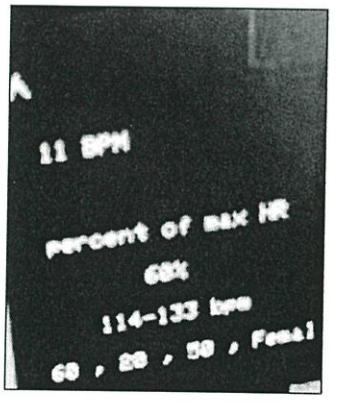
ภาพที่ 4.8 แอพลิเคชั่นบนสมาทโฟน

4.7 ส่งค่าจากแอพลิเคชั่นไปยัง Arduino ผ่านบลูทูธ

เชื่อมต่อบลูทูธในสมาทโฟน แล้วทำการต่อบลูทูธที่บอร์ด Arduino กดเชื่อมต่อบลูทูธในแอพลิเคชั่น จากนั้นกรอกข้อมูลลงในแอพลิเคชั่น เสร็จแล้ว กดส่งค่าไปยัง Arduino ดังภาพที่ 4.9(a) และ ดังภาพที่ 4.9(b)



ภาพที่ 4.9(a)

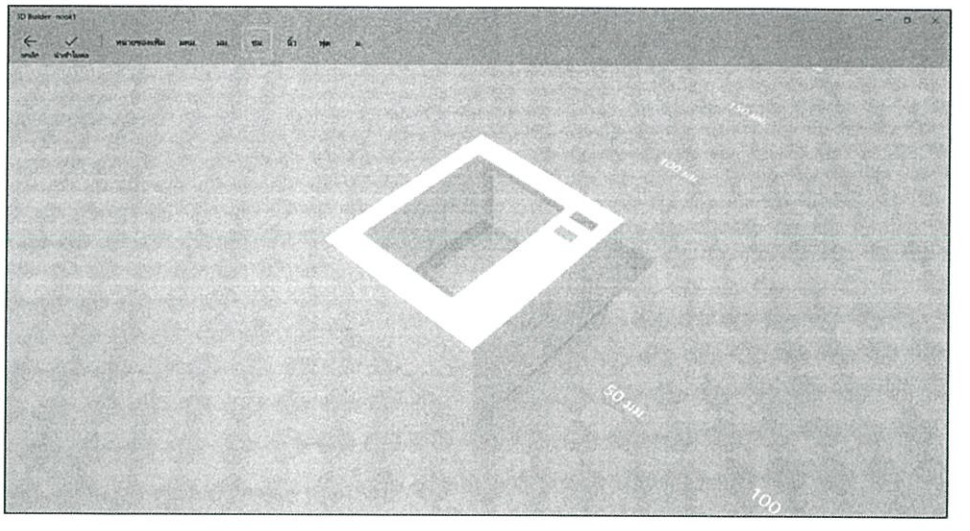


ภาพที่ 4.9(b)

4.9(a) ส่งค่าจากข้อมูลบนแอพลิเคชั่น, 4.9(b) Arduino รับค่าจากแอพลิเคชั่นแล้วแสดงผลบนหน้าจอ

4.8 ออกแบบเคสป้องกันอุปกรณ์

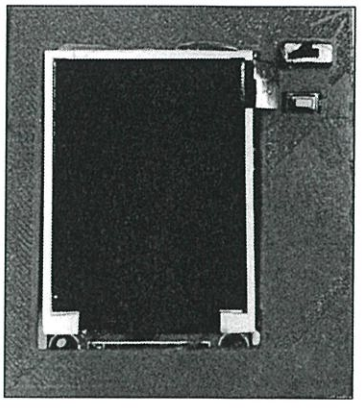
ใช้โปรแกรม Inventor เพื่อออกแบบเคส ป้องกันอุปกรณ์ ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 ใช้โปรแกรม Inventor เพื่อออกแบบ

4.9 ประกอบอุปกรณ์

นำอุปกรณ์มาบัดกรี ลงบนแผ่นPCB ได้แก่ Pulse sensor, หน้าจอTFT LCD monitor 1.8 inch , Push button , Arduino pro mini , Lithium Battery , Step Up Booster Power และ Bluetooth จากนั้นนำแผ่น PCB ที่บัดกรีอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วมาประกอบรวมกับเคส



ภาพที่ 4.11 นำอุปกรณ์ที่บัดกรีลงบนแผ่นPCB มาประกอบกับเคส

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยการออกแบบอุปกรณ์และพัฒนาแอพลิเคชั่นเพื่อการลดน้ำหนักและการออกกำลังกาย โดย Pulse sensor สามารถวัดสัญญาณชีพจรจากร่างกาย แล้วนำมาประมวลผลเป็นค่า Beat Per minute ขณะออกกำลังกายได้ เพื่อช่วยให้ผู้สวมใส่อุปกรณ์ได้ออกกำลังกายในช่วง Heart rate zone ที่เหมาะสมเฉพาะคน โดยข้อมูลส่วนบุคคลอันได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก และ อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของผู้สวมใส่อุปกรณ์นั้นจะถูกส่งมาจากแอพลิเคชั่นที่มีการพัฒนาขึ้นมาทำงานควบคู่ไปกับอุปกรณ์นี้ ข้อมูลที่ถูกส่งมาจากแอพลิเคชั่น ส่งไปยัง Arduino เพื่อกำหนดช่วง Heart rate zone ของผู้สวมใส่อุปกรณ์ อุปกรณ์จะแจ้งเตือนผู้สวมใส่อุปกรณ์ เมื่อผู้สวมใส่อุปกรณ์ออกกำลังกายเกินช่วงของ Heart rate zone ที่เหมาะสมของผู้สวมใส่อุปกรณ์คนนั้นๆ

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

5.2.1 ปัญหาที่พบ

ความถูกต้องแม่นยำของ Pulse sensor น้อย เพราะความเข้มแสง Green LED มีไม่มากพอพร้อมทั้งขณะวัดยังมีแสงภายนอกรบกวนอยู่มาก จึงทำให้การวัด Pulse ในบางครั้ง กราฟและค่าที่ได้จึงไม่สม่ำเสมอ

5.2.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา

เลือกใช้เซนเซอร์ที่มีความเข้มของแสง Green LED ที่ความเข้มสูง พร้อมทั้งออกแบบให้ขณะวัดมีแสงรบกวนจากภายนอกน้อยที่สุด แต่งบประมาณจะสูงขึ้นตามประสิทธิภาพของ sensor เช่นกัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

หากมีการใช้อุปกรณ์ที่ รับ-ส่งสัญญาณได้เสถียร มั่นคง หรือการเลือกคุณสมบัติที่เข้ากันของอุปกรณ์อาจทำให้ได้ผลการวิจัยที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และในส่วนของการออกแบบอุปกรณ์นั้น หากอุปกรณ์

มีรูปร่างไม่ใหญ่มาก และ คำนึงถึงปัจจัยที่รบกวนจากภายนอกเช่น แสงจากภายนอก ของ Pulse sensor อาจทำให้การทำงานของอุปกรณ์มีค่าที่แม่นยำและราบรื่นมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กิตติมา วัฒนาคมสกุล. 2018 การออกกำลังกาย. [Online]. Available: http://www.pharmacy.mahidol.ac.th

ธตรฐ วงศ์สามศร. 2018 วิธีลดน้ำหนักที่ถูกต้อง. [Online]. Available: https://www.cigna.co.th/health-wellness

ชุติมา ศิริกุลชยานนท์. 2018 การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ. [Online]. Available: http://www.dekthaidoodee.com

พวงทอง ไกรพิบูลย์. 2018 กรดแลคติก (Lactic acid). [Online].Available: http://haamor.com

พวงทอง ไกรพิบูลย์. 2018 ชีพจร หรือ อัตราการเต้นของหัวใจ(Pulse). [Online]. Available: http://haamor.com

ภาสกร วัธนธาดา. 2018 แนวทางการออกกำลังกายเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดี (Exercise concepts for healthy lifestyle). [Online]. Available: http://haamor.com

วรชัย ทองไทย. 2018 โรคอ้วน. [Online]. Available: http://www.ipsr.mahidol.ac.th

อภิชาติ อัศวมงคลกุล. 2018 การออกกำลังกายอย่างถูกวิธี. [Online]. Available: http://www.si.mahidol.ac.th

Dr. Eric Berg DC. (2015). Why Low Calories Does Not Equal Weight Loss. [Online]. Available: www.drberg.com

Dr. Josh Axe. (2016). Interval Cardio Workouts. [Online]. Available: www.draxe.com

Dr. Phil Maffetone. (2015). Heart rate zone. [Online]. Available: www.philmaffetone.com

ภาคผนวก

Code Arduino

```
#include <Adafruit_GFX.h>    // Core graphics library
#include <Adafruit_ST7735.h> // Hardware-specific library
#include <SPI.h>
#include <SoftwareSerial.h>


#define TFT_CS     10
#define TFT_RST    8
#define TFT_DC     9
int aa = 0, bb = 0, cc = 0, dd = 0, l = 0, j = 0,ll=0;



Adafruit_ST7735 tft = Adafruit_ST7735(TFT_CS,  TFT_DC, TFT_RST);

#define TFT_SCLK 13
#define TFT_MOSI 11
unsigned long ShowTime;

const int buttonPin = 7;
int buttonState = 0;


int a;
int i = 0;
unsigned long k = 0;
int PulseSensorPurplePin = 0;
int Signal;
int Threshold = 550;
int tshold = 0;
```

```
int x = 0;
int lastx = 0;
int lasty = 0;
int LastTime = 0;
bool BPMTiming = false;
bool BeatComplete = false;
int BPM = 0;

#define UpperThreshold 550
#define LowerThreshold 500

SoftwareSerial myserial(6, 5);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  tft.initR(INITR_BLACKTAB);
  tft.fillScreen(ST7735_BLACK);

  myserial.begin(9600);


    }

void loop()
{

 if (myserial.available() > 0)
 {
    j = myserial.read();
    l++;
    ll = 1;
  }
```

```
 delay(100);
 if (l == 1 && ll == 1)
 {
   aa = j;
 }
 else if (l == 2 && ll == 1)
 {
   bb = j;
 }
 else if (l == 3 && ll == 1)
 {
   cc = j;
 }
 else if (l == 4 && ll == 1)
 {
   dd = j;
   l=0;
 }

//////////////////////////
    tft.setCursor(7,150);
    tft.print(aa);
    tft.print(" , ");
    tft.print(bb);
    tft.print(" , ");
    tft.print(cc);
    tft.print(" , ");
    if (dd == 1)
    tft.println("Male");
    else if (dd == 2)
    tft.println("Female");

 //////////////////////////
```

```
buttonState = digitalRead(buttonPin);

if (buttonState == HIGH)
{
  i++;
  delay(100);
}
if (i > 1)
  i = 0;


if (i == 0)
{
 if (x > 127)
{
  tft.fillScreen(ST7735_BLACK);
  x = 0;
  lastx = x;
}

int value = analogRead(0);
tft.setTextColor(ST7735_WHITE);
int y = 60 - (value / 16);
tft.drawLine(lastx, lasty, x, y, ST7735_WHITE);
lasty = y;
lastx = x;


if (value > UpperThreshold)
{
  if (BeatComplete)
  {
    BPM = millis() - LastTime;
    BPM = int(60 / (float(BPM) / 1000));
    BPMTiming = false;
```

```
    BeatComplete = false;
  }
  if (BPMTiming == false)
  {
    LastTime = millis();
    BPMTiming = true;
  }
}
if ((value < LowerThreshold) & (BPMTiming))
  BeatComplete = true;

tft.fillRect(0, 50, 128, 16, ST7735_BLACK);
tft.setCursor(10, 50);
tft.print(BPM);
tft.print(" BPM");


tshold =( (((220-bb)-aa)*0.6)+aa) ;
if (BPM>tshold)
  {  tft.fillScreen(ST7735_RED);}


  tft.setTextSize(1);
  tft.setCursor(10,90);
  tft.setTextColor(ST7735_WHITE);
  tft.println("percent of max HR");
   tft.setCursor(50,110);
  tft.println("60%");
  tft.setCursor(30,130);
  tft.println("114-133 bpm");

x++;
}
```

```
  else if (i == 1)
  {
    tft.fillScreen(ST7735_BLACK);
    Serial.print("Time: ");
    ShowTime = millis(); // ให้ ShowTime = เวลาที่ Arduio นับได้
    Serial.println(ShowTime / 1000);

    tft.setTextSize(2);
    tft.setCursor(20, 40);
    tft.println("Calories");



    a = 0.033 * (ShowTime / 1000);
    tft.setCursor(50, 100);
    tft.println(a);


    //tft.setTextColor(ST7735_RED);
   delay(100);

      tft.fillScreen(ST7735_BLACK);

    delay(1);

  }



}
```