ปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือด ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย

ศิริพร ชอบสะอาด

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์และคณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ ได้พิจารณาดุษฎีนิพนธ์ของ ศิริพร ชอบสะอาด ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.สมศักดิ์ ลิลา)

คณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ.กฤษฎา บานชื่น)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

.....กรรมการ

(ดร.สมศักดิ์ ลิลา)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนิดา จุลวนิชย์พงษ์)

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาอนุมัติให้รับดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

(ดร.ศักดิ์ชาย พิทักษ์วงศ์)

วันที่ 17 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.สมศักดิ์ ลิลา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ.กฤษฎา บานชื่น ดร.นพ.เกษม ใช้คล่องกิจ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนิดา จุลวนิชย์พงษ์ ที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ตรวจแก้ไขและวิจารณ์ผลงาน ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ขอขอบคุณ ดร.ศักดิ์ชาย พิทักษ์วงศ์ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ ขอขอบคุณผู้ช่วยผู้วิจัย ผู้เข้าร่วมการวิจัย พี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อนร่วมรุ่นทุกคน นายกิตติ อัมระนันทน์ อดีตผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) นายวัชระ บุบผามาศ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอนก สูตรมงคล โดยเฉพาะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา เจริญวัฒนะ และดร.สมพร ส่งตระกูล ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสมคิด ชอบสะอาด คุณแม่วันเพ็ญ สมสามารถ ญาติพี่น้อง และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ศิริพร ชอบสะอาด

54810012: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา;
ปร.ด. (วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา)
คำสำคัญ: ปริมาณเทสทอสเตอโรน/ สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ/ ปริมาณไขมันในเลือด/
ผู้ชายวัยทอง/ การออกกำลังกาย

ศิริพร ชอบสะอาด: ปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย (SERUM TESTOSTERONE, HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AND BLOOD LIPIDS OF ACTIVE AND INACTIVE AGING MALE) คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์: ประทุม ม่วงมี, Ph.D., สมศักดิ์ ลิลา, กศ.ด. 136 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นผู้ชายวัยทองที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 55-59 ปี เข้าร่วมด้วยความสมัครใจ จำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มออกกำลังกาย จำนวน 15 คน (ด้วยการขี่จักรยานสัปดาห์ละ 3-5 วัน ๆ ละประมาณ 30-60 นาที หรือออกกำลังกายแบบสะสมให้ได้ประมาณ 150-300 นาทีต่อสัปดาห์ อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี) และกลุ่มไม่ได้ออกกำลังกาย จำนวน 15 คน เก็บข้อมูลด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG และอัลบูมิน จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนอิสระโดยใช้สูตรของ Vermulen วิเคราะห์ปริมาณ TC, LDL-Cholesterol, HDL-Cholesterol, TG และทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ 7 รายการ ได้แก่ วัดความหนาของผิวหนังพับเดินแบบ Rockport แรงบีบมือ แรงเหยียดขา แรงเหยียดหลัง นอนยกตัวและนั่งงอตัวไปข้างหน้า การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างด้วย One-way MANOVA กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและเทสทอสเตอโรนอิสระสูงกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกาย

2. ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพทุกด้านโดยรวมดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกาย

3. ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีปริมาณไขมันในเลือดโดยรวมดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกาย

จากข้อมูลที่ปรากฏสามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกายตามเงื่อนไขดังกล่าว มีผลทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกาย

54810012: MAJOR: EXERCISE AND SPORT SCIENCE;
Ph.D. (EXERCISE AND SPORT SCIENCE)
KEYWORDS: SERUM TESTOSTERONE/ HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS/
BLOOD LIPIDS/ AGING MALE/ EXERCISE

SIRIPORN CHOBSAARD: SERUM TESTOSTERONE, HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AND BLOOD LIPIDS OF ACTIVE AND INACTIVE AGING MALE. ADVISORY COMMITTEE: PRATOOM MUONGMEE, Ph.D., SOMSAK LILA, Ed.D. 136 P. 2016.

The objectives of the study were to compare serum testosterone, health-related physical fitness and blood lipids of active and inactive aging males. Subjects were 30 healthy volunteers aged between 55-59 years. The subjects were divided into 2 groups, i.c. active (n = 15, cycling 3-5 days per week for about 30-60 minutes, or cumulative exercise of about 150-300 minutes per week for at least one year) and inactive (n = 15). Blood samples were drawn to analyze total testosterone, SHBG and albumin using formula of Vermulen to calculate the free testosterone, TC, LDL-Cholesterol, HDL-Cholesterol, and TG. Measurement of health-related physical fitness included measurement of skinfold thickness, Rockport Fitness Walking, grip strength, leg strength, back strength, curl-up, and sit and reach. One-way MANOVA was used for data analysis. Statistical significance was set at .05

Results showed the followings

1. Total testosterone and free testosterone of the active aging males was higher than the inactive aging males.

2. Health-related physical fitness of the active aging males was, overall, better than the inactive aging males.

3. Blood lipids of the active aging males was, overall, better than the inactive aging males.

It could be concluded from the existing data that exercise under the criteria set led to a higher serum testosterone, better health-related physical fitness and blood lipids profiles of the active males.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

คำถามการวิจัย..... 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4

สมมติฐานของการวิจัย..... 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 4

กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 5

ขอบเขตของการวิจัย..... 6

ข้อจำกัดของการวิจัย..... 6

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9

ผู้ชายวัยทอง..... 10

ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน..... 20

สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ..... 31

ไขมันในเลือด..... 42

ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย HDL-Cholesterol

และฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน..... 59

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 63

กลุ่มตัวอย่าง..... 63

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล..... 64

วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 66

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 68

4 ผลการวิจัย..... 69

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน..... 70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยสถิติ One-way MANOVA..... 74

5 อภิปรายและสรุปผล..... 80

อภิปรายผล..... 80

สรุปผลการวิจัย..... 94

ข้อเสนอแนะ..... 94

บรรณานุกรม..... 95

ภาคผนวก..... 110

ภาคผนวก ก 111

ภาคผนวก ข..... 114

ภาคผนวก ค..... 123

ภาคผนวก ง..... 132

ภาคผนวก จ..... 134

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 136

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4-1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะทางกายภาพของผู้ชายวัยทอง ที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย..... 70
4-2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปริมาณเทสทอสเตอโรนของผู้ชายวัยทอง ที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย 71
4-3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของผู้ชาย วัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย..... 72
4-4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทอง ที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย..... 73
4-5 ทดสอบการแจกแจงเป็นแบบปกติระหว่างปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพ ทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือด..... 74
4-6 ทดสอบความเท่ากันของเมตริกความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของปริมาณ เทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือด..... 75
4-7 การทดสอบความแตกต่างของปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกาย เพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือด..... 76
4-8 การทดสอบความแตกต่างของปริมาณเทสทอสเตอโรนของผู้ชายวัยทอง ที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย..... 77
4-9 การทดสอบความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของผู้ชายวัยทอง ที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย..... 78
4-10 การทดสอบความแตกต่างของปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทอง ที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย..... 79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ภาคผนวก ข-1 เกณฑ์มาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมันของประชาชนไทย เพศชาย อายุ 50-59 ปี..... 116

ภาคผนวก ข-2 เกณฑ์มาตรฐานปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดของประชาชนไทย เพศชาย อายุ 50-59 ปี..... 117

ภาคผนวก ข-3 เกณฑ์มาตรฐานแรงบีบมือของประชาชนไทย เพศชาย อายุ 50-59 ปี..... 118

ภาคผนวก ข-4 เกณฑ์มาตรฐานแรงเหยียดขาของประชาชนไทย เพศชาย อายุ 50-59 ปี..... 119

ภาคผนวก ข-5 เกณฑ์มาตรฐานแรงเหยียดหลังของประชาชนไทย เพศชาย อายุ 50-59 ปี..... 120

ภาคผนวก ข-6 เกณฑ์มาตรฐานนอนยกตัวของประชาชนไทย เพศชาย อายุ 50-59 ปี..... 121

ภาคผนวก ข-7 เกณฑ์มาตรฐานนั่งงอตัวไปข้างหน้าของประชาชนไทย เพศชาย อายุ 50-59 ปี..... 122

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 5

2-1 การควบคุมการสร้างฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน..... 21

2-2 สัดส่วนของฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือด..... 23

2-3 การเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือดในแต่ละช่วงอายุ..... 24

2-4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือดตามช่วงเวลาของวัน..... 25

2-5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเทสทอสเตอโรน และ SHBGในกระแสเลือด..... 26

ภาคผนวก ข-1 ตำแหน่งที่จะวัดความหนาของผิวหนังเพื่อใช้ในการคำนวณ
หาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของผู้ชาย 3 ตำแหน่ง ได้แก่
Chest, Triceps และ Subsacpular..... 116

ภาคผนวก ข-2 การวัดแรงบีบมือ..... 118

ภาคผนวก ข-3 การวัดแรงเหยียดขา..... 119

ภาคผนวก ข-4 การวัดแรงเหยียดหลัง..... 120

ภาคผนวก ข-5 การนอนยกตัว..... 121

ภาคผนวก ข-6 การนั่งงอตัวไปข้างหน้า..... 122

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คนวัยทองไม่ว่าจะเป็นผู้ชายหรือผู้หญิงล้วนมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา โดยเฉพาะผู้ชายเมื่อเข้าสู่วัยทอง (อายุระหว่าง 40-59 ปี) (กรมอนามัย, 2544) โดยธรรมชาติฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนจะค่อย ๆ ลดลงส่งผลให้เกิดภาวะพร่องฮอร์โมนเพศชาย นอกจากนี้ยังเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเสื่อมลงทั้งด้านร่างกาย จิตใจ ระบบประสาทอัตโนมัติและส่วนต่าง ๆ ที่ถูกควบคุมด้วยระบบฮอร์โมนเพศ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและจิตใจ มีอาการแสดงคล้ายกับผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน (Menopause) เช่น อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ปวดเมื่อยตามตัวโดยไม่ทราบสาเหตุ ขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง ไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้นหรือบางคนอาจมีอาการร้อนวูบวาบตามร่างกาย (Hot flushes) มีเหงื่อออกในเวลากลางคืน และมีอาการหย่อนสมรรถภาพทางเพศ เป็นต้น (พันธ์ศักดิ์ ศุกระฤกษ์, 2545) ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลกระทบให้มีคุณภาพชีวิตที่ลดลงและเกิดกับประชากรกลุ่มใหญ่ที่เป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ เป็นที่พึ่งพิงของเด็กและผู้สูงอายุในครอบครัว แต่ที่ผ่านมาผู้ชายวัยทองส่วนใหญ่ยังละเลยการดูแลส่งเสริมสุขภาพของตนเอง เช่น ชอบบริโภคอาหารที่มีโปรตีนและไขมันสูง สูบบุหรี่ ดื่มสุรา ขาดการออกกำลังกายตลอดจนเคร่งเครียดในการทำงานจนแทบไม่มีเวลาพักผ่อน (ภัคดี โพธิศิริ, 2545) ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้แอนโดรเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเทสทอสเตอโรนลดลงอย่างรวดเร็ว

เทสทอสเตอโรน (Testosterone) เป็นฮอร์โมนเพศชายที่สำคัญมากของร่างกายทั้งด้านสรีรวิทยาและด้านอารมณ์ มีหน้าที่สำคัญคือกระตุ้นให้แสดงลักษณะความเป็นชาย ความต้องการทางเพศรวมทั้งมีผลต่อสมรรถภาพและความแข็งแรงของร่างกาย ฮอร์โมนชนิดนี้ถูกสร้างขึ้นตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดาและมีปริมาณมากขึ้นเมื่อเข้าสู่วัยรุ่นจนถึงวัยหนุ่ม โดยจะคงระดับอยู่จนถึงวัยผู้ใหญ่และเริ่มลดลงเมื่ออายุ 40 ปีขึ้นไป ประมาณร้อยละ 1 ต่อปี และพบว่าในเพศชายอายุ 65 ปีขึ้นไป ปริมาณเทสทอสเตอโรนจะลดต่ำกว่าในวัยหนุ่มมากถึงร้อยละ 30 (สายัณห์ สวัสดิ์ศรี และคณะ, 2545) นอกจากนี้พบว่า ผู้ชายบางคนถึงแม้จะมีอายุ 80-90 ปี อาจมีปริมาณเทสทอสเตอโรนและสมรรถภาพทางเพศ (Sexual function) ในระดับปกติได้เพราะมีระดับฮอร์โมนเพศสูงมากในช่วงวัยหนุ่มเมื่ออายุมากขึ้นถึงแม้ว่าฮอร์โมนจะค่อย ๆ ลดลงแต่ไม่ถึงกับลดต่ำมากและยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ ในขณะเดียวกันถ้าชายคนใดมีปริมาณเทสทอสเตอโรนที่สูงกว่า

ค่าเฉลี่ยเพียงเล็กน้อยในช่วงอายุ 20-30 ปี เมื่ออายุมากขึ้นเขาจะเกิดภาวะพร่องฮอร์โมนเพศชาย (Late onset hypogonadism) ได้เร็วขึ้น (อภิชาต วิชญาณรัตน์, 2551) การลดลงของฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในระยะแรกจะทำให้อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนชนิดนี้เริ่มเสื่อมส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านร่างกาย เช่น การอ้วนลงพุงที่เกิดจากการเผาผลาญไขมันลดลงทำให้มีไขมันส่วนเกินสะสมบริเวณท้อง ลำตัวและในเส้นเลือดทำให้พบปริมาณคอเลสเตอรอลรวม (Total cholesterol: TC) แอลดีแอล-คอเลสเตอรอล (LDL-Cholesterol) และไตรกลีเซอร์ไรด์ (Triglycerides: TG) สูงขึ้น แต่ปริมาณเอชดีแอล-คอเลสเตอรอล (HDL-Cholesterol) ลดต่ำลง ส่วนการพร่องฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนมีผลทำให้มวลไขมันเพิ่มขึ้น มวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง (Wu, Lin, Liu, Tsai, & Shiesh, 2010) และพบว่า การลดลงของปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระ (Free testosterone) มีความสัมพันธ์กับขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง (สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, 2548) นอกจากนี้พบว่า เมื่อเข้าสู่วัยทองการสังเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนลดลงร้อยละ 25 ทำให้เกิดภาวะกระดูกพรุน เพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด มีผลต่อกล้ามเนื้อ ไขมันในเลือด สติปัญญาและอาการหย่อนสมรรถภาพทางเพศ (หะทัย เทพพิสัย, 2545) ซึ่งปัญหาเหล่านี้ป้องกันได้ด้วยการปรับเปลี่ยนวิถีการดำเนินชีวิต เช่น การบริโภคอาหารที่มีประโยชน์เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มสุรา พักผ่อนให้เพียงพอ ขจัดความเครียดด้วยวิธีการที่เหมาะสมและการออกกำลังกายสม่ำเสมอ เป็นต้น

สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ (Health-related physical fitness) เป็นความสามารถของร่างกายในการปฏิบัติกิจกรรมทางกายต่าง ๆ ติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่เหนื่อยล้าและฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้อย่างรวดเร็วและเป็นตัวบ่งชี้สำคัญของการมีสุขภาพดี ซึ่งการออกกำลังกายมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายในกลุ่มบุคคลทุกเพศทุกวัยโดยเฉพาะในกลุ่มผู้ชายวัยทองจะช่วยชะลอความแก่หรือชะลอความเสื่อมของอวัยวะต่าง ๆ เพราะการออกกำลังกายเป็นประจำทำให้ร่างกายแข็งแรง กระฉับกระเฉง หัวใจสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายลดลง ระบบหายใจทำงานดีขึ้น ขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นแข็งแรงขึ้น ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อต่อดีขึ้นส่วนปริมาณไขมันในร่างกายลดลง ถึงแม้ร่างกายจะไม่แข็งแรงเท่ากับวัยหนุ่มสาวแต่จะแข็งแรงมากกว่าบุคคลวัยเดียวกันที่ไม่ได้ออกกำลังกาย นอกจากนี้ช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากปัญหาสุขภาพและโรคร้ายต่าง ๆ ได้ประมาณร้อยละ 25-30 (Macera et al., 2003 อ้างถึงใน เจริญ กระบวนรัตน์, 2556) ช่วยเพิ่มมวลของร่างกาย ที่ไม่ใช่ไขมัน (Lean body mass) และลดมวลไขมัน (Fat mass) นอกจากนี้ พบว่า การฝึกแบบใช้แรงต้านระดับปานกลางช่วยเพิ่มความแข็งแรงสูงสุด เพิ่มเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อและปริมาณเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้น (Arazi, Damirchi & Asadi, 2013) รวมถึงผู้ป่วยที่มีภาวะเส้นเลือดหัวใจตีบ ผู้ป่วยความดัน

โลหิตสูง ผู้ป่วยไขมันในเลือดสูง ไม่เว้นแม้แต่ผู้ป่วยอัมพาตหรือพิการถ้าได้รับการออกกำลังกายอย่างถูกต้องเหมาะสมก็จะช่วยให้สมรรถภาพทางกายดีขึ้นได้ (อารมณ์ ขุนภายี, 2545)

ไขมันในเลือด (Blood lipids) คือ ไขมันที่รวมตัวกับไลโปโปรตีนในกระแสเลือด ทำหน้าที่ขนส่ง TG และไขมันชนิดอื่น ๆ จากตับไปสู่เนื้อเยื่อต่าง ๆ และนำไขมันออกจากเนื้อเยื่อไปกำจัดที่ตับ แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินความต้องการของร่างกายจะเกิดการสะสมใต้ผนังหลอดเลือดด้านในทำให้หลอดเลือดตีบและอุดตันในที่สุด ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้หลอดเลือดสูญเสียความยืดหยุ่นจนเกิดภาวะผนังหลอดเลือดแข็งตัวและมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจที่มีสาเหตุมาจากการบริโภคอาหารที่มีไขมันสูงและขาดการออกกำลังกายหรือการดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ใช้กำลังกายน้อย จากงานวิจัยของสมพร ส่งตระกูล (2549) และ Vatansev and Cakmakci (2010) พบว่า โดยการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำเกี่ยวข้องกับการเพิ่มปริมาณ HDL-Cholesterol และพบว่า ผู้ที่มีปริมาณ TC มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ออกกำลังกายด้วยการเดินเร็วมีผลทำให้ปริมาณ TC และ LDL-Cholesterol ลดลง ส่วนปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (มวภร ธรรมวริทธิ์, 2549) และเมื่อปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงจะช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ นอกจากนี้ พบว่าการออกกำลังกายมีส่วนสำคัญในการลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ลดปริมาณ TG และเพิ่มปริมาณ HDL-Cholesterol (American College of Sports Medicine [ACSM], 2010; Wroblewski, Amati, Smiley, Goodpaster, & Wright, 2011)

ปัจจุบันคนส่วนใหญ่เห็นความสำคัญและเลือกออกกำลังกายตามความสนใจหรือถนัด ในความเป็นจริงผู้ชายวัยทองอาจแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างเป็นระบบและกลุ่มที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังกาย ซึ่งความแตกต่างในเรื่องการออกกำลังกายนี้เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาสุขภาพต่าง ๆ และพบภาวะพร่องฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนเร็วกว่ากลุ่มคนที่ออกกำลังกายอย่างเป็นระบบ แต่จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบผลการวิจัยที่ขัดแย้งกัน เช่น หลังการฝึกท่า Half and full squat ในนักกรีฑาระยะสั้นชาย พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม (Total testosterone) ฮอร์โมนคอร์ติซอล (Cortisol hormone) และฮอร์โมนลูทิไนซิ่ง (Luteinizing hormone: LH) ลดลงกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ (Bosco, Colli, Bonomi, Duvillard, & Viru, 2000) และจากงานวิจัยของ Cadore et al. (2008) ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มชายวัยกลางคนที่ออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านไม่น้อยกว่า 3 ปี และกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม ปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระ และอัตราส่วนของปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม/ SHBG (Sex hormone binding globulin) ทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ศึกษาเกี่ยวกับฮอร์โมนเพศชายมุ่งเน้นการฝึกในรูปแบบต่าง ๆ แต่การออกกำลังกาย

อย่างเป็นระบบด้วยตนเองยังมีการศึกษาจำนวนน้อย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกายเพื่อเป็นแนวทางส่งเสริมการออกกำลังกายที่ถูกต้องเหมาะสมกับวัยและชี้ให้เห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอและความแตกต่างของการออกกำลังกายกับการไม่ออกกำลังกายที่มีผลต่อคุณภาพชีวิต สุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดีต่อไปในอนาคต

คำถามการวิจัย

ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกายจะมีปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และปริมาณไขมันในเลือดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย

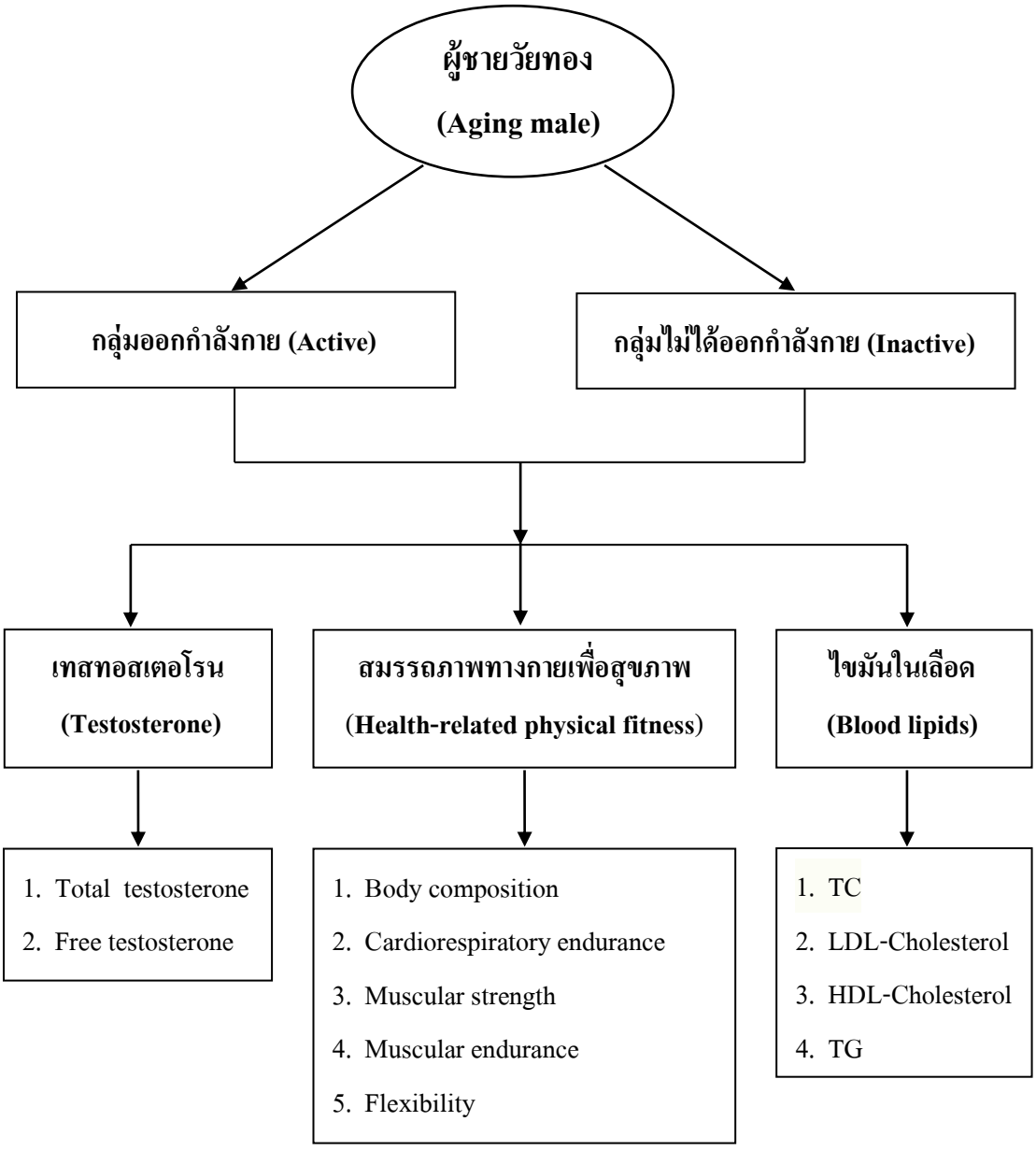
สมมติฐานของการวิจัย

ปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกาย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบความแตกต่างของปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกายเพื่อเตรียมความพร้อมของร่างกายและป้องกันปัญหาสุขภาพต่าง ๆ ได้อย่างประสิทธิภาพ
2. เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองช่วงอายุ 55-59 ปี
3. เพื่อส่งเสริมการออกกำลังกายของผู้ชายวัยทองได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นอาสาสมัครเพศชายวัยทองที่มีสุขภาพดี จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มออกกำลังกาย จำนวน 15 คน และกลุ่มที่ 2 กลุ่มไม่ได้ออกกำลังกาย จำนวน 15 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

2.1 ปริมาณเทสทอสเตอโรน

2.2 สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

2.3 ปริมาณไขมันในเลือด

3. ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ถึงภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

4. สถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

4.1 ศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ ชลบุรี

4.2 สนามกีฬากลางและห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา

ข้อจำกัดของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุม เรื่อง การรับประทานอาหาร การพักผ่อน และการใช้ยาของกลุ่มตัวอย่างได้

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ซีรัมเทสทอสเตอโรน (Serum testosterone) หมายถึง ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน ในกระแสเลือด ในการวิจัยครั้งนี้วัดปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม และปริมาณเทสทอสเตอโรน อิสระ ดังนี้

1.1 ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม (Total testosterone) หมายถึง ฮอร์โมนเพศชาย ในกระแสเลือดที่อยู่รวมกัน (Bound) กับโปรตีนในร่างกาย อยู่ในเกณฑ์ปกติ คือ มีค่ามากกว่า 12 นาโนโมลต่อลิตร (346 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร) ในการวิจัยครั้งนี้วัดด้วยวิธีการตรวจเลือดเพื่อหาปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม โดยใช้หลักการ Electrochemiluminescence immunoassay

1.2 ปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระ (Free testosterone) หมายถึง ฮอร์โมนเพศชาย ที่อยู่อย่างอิสระ (Free) ในกระแสเลือด อยู่ในเกณฑ์ปกติ คือ มีค่ามากกว่า 250 พิโกโมลต่อลิตร

(72 พิโกกรัมต่อมิลลิลิตร) ในการวิจัยครั้งนี้วัดปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระด้วยวิธีการตรวจเลือดเพื่อหาปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม SHBG และอัลบูมิน (Albumin) จากนั้นนำผลการตรวจเลือดทั้ง 3 รายการ มาคำนวณค่าเทสทอสเตอโรนอิสระตามวิธีการของ Vermeulen et al. (1999 อ้างถึงใน ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร, 2549) ผ่านเว็บไซต์ www.issam.ch/freetesto.htm

2. สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ (Health-related physical fitness) หมายถึง ความสามารถเชิงสรีรวิทยาพื้นฐานของมนุษย์ทุกคนและเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของการมีสุขภาพดี มีองค์ประกอบ 5 ด้าน (ACSM, 2010) ดังนี้

2.1 ส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition) หมายถึง น้ำหนักของร่างกายทั้งหมด แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เป็นไขมัน (Fat mass) และส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน (Fat-free mass) ในการวิจัยครั้งนี้ทดสอบโดยการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold thickness) ตามวิธีการและสูตรของ Jackson and Pollock (1985 cited in ACSM, 2010) โดยการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังพับ 3 ตำแหน่ง คือ ความหนาของผิวหนังพับบริเวณหน้าอก (Chest) ความหนาของผิวหนังพับบริเวณต้นแขนด้านหลัง (Triceps) และความหนาของผิวหนังพับบริเวณขอบล่างของกระดูกสะบัก (Subscapular) โดยใช้หลักการวัด 5% Accuracy

2.2 ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (Cardiorespiratory endurance) หมายถึง ความสามารถของหัวใจ ปอด และหลอดเลือดในการลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงที่ความหนักระดับปานกลางได้เป็นเวลานาน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบของ Rockport (Rockport fitness walking test) โดยนำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) (ACSM, 1995; D'Alonzo et al., 2006 cited in Reiman & Manske, 2009)

2.3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงกระทำหรือต้านทานกับแรงภายนอก ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดสอบจำนวน 3 รายการ ได้แก่ วัดแรงบีบมือ (Grip strength) ข้างที่ถนัด วัดแรงเหยียดขา (Leg strength) และวัดแรงเหยียดหลัง (Back strength) โดยนำผลที่ได้หารด้วยน้ำหนักตัวของผู้รับการทดสอบ

2.4 ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงหดตัวซ้ำ ๆ กันได้เป็นเวลานานอย่างต่อเนื่องก่อนเกิดการล้า (Exhaustion) ในการวิจัยครั้งนี้ทดสอบโดยการนอนยกตัว (Curl-up) ต่อเนื่องให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุดในเวลา 1 นาที

2.5 ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวของข้อต่อหรือกลุ่มของข้อต่อที่มีผลต่อความอ่อนตัว ได้แก่ กระดูก กระดูกอ่อนบริเวณข้อต่อ ความยาวและ

ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ เส้นเอ็นและเนื้อเยื่อรอบข้อต่อ ในการวิจัยครั้งนี้ทดสอบโดยการนั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach) ให้ได้ระยะทางไกลที่สุด วัดระยะทางเป็นเซนติเมตร

3. ปริมาณไขมันในเลือด (Blood lipids) หมายถึง ระดับไขมันในกระแสเลือดที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่

3.1 ปริมาณคอเลสเตอรอลรวม (Total cholesterol: TC) หมายถึง ปริมาณ TC ในกระแสเลือด อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ มีปริมาณน้อยกว่า 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในการวิจัยครั้งนี้วัดด้วยวิธีการตรวจเลือดเพื่อหาปริมาณ TC โดยใช้หลักการ Enzymatic colorimetric assay

3.2 แอลดีแอล-คอเลสเตอรอล (LDL-Cholesterol) หมายถึง ปริมาณ LDL-Cholesterol ในกระแสเลือด อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ มีปริมาณน้อยกว่า 130 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในการวิจัยครั้งนี้วัดด้วยวิธีการตรวจเลือดเพื่อหาปริมาณ LDL-Cholesterol โดยใช้หลักการ Homogeneous enzymatic colorimetric assay

3.3 เอชดีแอล-คอเลสเตอรอล (HDL-Cholesterol) หมายถึง ปริมาณ HDL-Cholesterol ในกระแสเลือด อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ มีปริมาณมากกว่า 40 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในการวิจัยครั้งนี้วัดด้วยวิธีการตรวจเลือดเพื่อหาปริมาณ HDL-Cholesterol โดยใช้หลักการ Enzymatic colorimetric assay

3.4 ไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerol: TG) หมายถึง ปริมาณ TG ในกระแสเลือด อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ มีปริมาณน้อยกว่า 150 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในการวิจัยครั้งนี้วัดด้วยวิธีการตรวจเลือดเพื่อหาปริมาณ TG โดยใช้หลักการ Enzymatic colorimetric assay

4. ผู้ชายวัยทอง (Aging male) หมายถึง ผู้ชายกลุ่มอายุระหว่าง 40-59 ปี (กรมอนามัย, 2544) เฉพาะในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ผู้ชายช่วงอายุ 55-59 ปี มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรงทั้งร่างกายและจิตใจ มีรอบเอวไม่เกิน 90 เซนติเมตร ไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มสุราเป็นประจำ ไม่ป่วยเป็นโรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคไขมันในเลือดสูง (ผ่านการตรวจโดยแพทย์) และไม่อยู่ในระหว่างได้รับฮอร์โมนเพศชายทดแทนหรือรับประทานยาลดความเครียด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

4.1 ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกาย (Active aging male) หมายถึง ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยาน สังกัดชมรมจักรยานจังหวัดชลบุรี สัปดาห์ละ 3-5 วัน ๆ ละประมาณ 30-60 นาที หรือออกกำลังกายแบบสะสมให้ได้ประมาณ 150-300 นาทีต่อสัปดาห์อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี จนถึงปัจจุบัน

4.2 ผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกาย (Inactive aging male) หมายถึง ผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 1 ปี จนถึงปัจจุบันหรือออกกำลังกายสัปดาห์ละ 1-2 วัน ๆ ละประมาณ 30 นาที

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้ชายวัยทอง ปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ปริมาณไขมันในเลือดและความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (% Fat), HDL-Cholesterol และฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. ผู้ชายวัยทอง
   - 1.1 ความหมายของผู้ชายวัยทอง
   - 1.2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผู้ชายวัยทอง
   - 1.3 ผลของการออกกำลังที่มีต่อระบบต่อมไร้ท่อ
2. ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน
   - 2.1 การสังเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน
   - 2.2 การนำพาฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือด
   - 2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณเทสทอสเตอโรน
   - 2.4 การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ
   - 2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณเทสทอสเตอโรน
3. สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ
   - 3.1 ความหมายของสมรรถภาพทางกาย
   - 3.2 องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ
   - 3.3 การทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ
4. ไขมันในเลือด
   - 4.1 ไขมันในเลือด
   - 4.2 ปริมาณ TC
   - 4.3 ปริมาณ LDL-Cholesterol
   - 4.4 ปริมาณ HDL-Cholesterol
   - 4.5 ปริมาณ TG
   - 4.6 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในเลือด
5. ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย HDL-Cholesterol และฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน

ผู้ชายวัยทอง

1. ความหมายหรือคำจำกัดความผู้ชายวัยทอง

ผู้ชายวัยทอง หมายถึง ผู้ชายกลุ่มอายุระหว่าง 40-59 ปี (กรมอนามัย, 2544) ที่อยู่ในภาวะพร่องฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน หรือเรียกย่อ ๆ ว่า PADAM (Partial androgen deficiency of the aging male) แทนคำว่า Andropause เพราะการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเพศชายมีลักษณะแบบค่อยเป็นค่อยไปไม่ได้ลดลงอย่างเฉียบพลันหรือหยุดทันทีเหมือนกับผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน (Menopause) ซึ่งมีผู้ให้ความหมายหรือคำจำกัดความไว้คล้ายคลึงกัน เช่น ภัคดี โพธิศิริ (2545) และพันธ์ศักดิ์ ศุกระฤกษ์ (2549) กล่าวว่า ผู้ชายวัยทอง คือ ผู้ชายที่อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 40-59 ปี ซึ่งในช่วงวัยนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงของสภาวะร่างกายมากมายส่งผลให้เกิดอาการทางด้านจิตใจ อารมณ์และอาการทางเพศขึ้น โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการลดลงของฮอร์โมนเพศชาย เนื่องจากอัณฑะเสื่อมหน้าที่ในการสังเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนตามอายุที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่ถึงกับหยุดสร้างฮอร์โมนโดยสิ้นเชิง เริ่มต้นตั้งแต่อายุ 40 ปีเศษ และจะเห็นเด่นชัดเมื่ออายุ 50 ปีขึ้นไป (บุญเติม แสงดิษฐ์, 2545; สายัณห์ สวัสดิ์ศรี และคณะ, 2545) จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผู้ชายวัยทอง หมายถึง ผู้ชายกลุ่มอายุระหว่าง 40-59 ปี ที่อัณฑะสร้างฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนลดลง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย จิตใจ อารมณ์และทางด้านเพศคล้ายคลึงกับผู้หญิงวัยทอง เช่น อาการทางร่างกาย (Physical) พบได้ตั้งแต่อาการอ่อนเพลีย ไม่มีเรี่ยวแรง เหนื่อยล้าง่าย นอนไม่ค่อยหลับ ตื่นนอนกลางคืนแล้วหลับยาก เบื่ออาหาร อาจมีอาการปวดเมื่อยตามกระดูกและข้อ ปวดหลังโดยไม่มีสาเหตุ มีอาการร้อนวูบวาบตามร่างกาย มีเหงื่อออกมากในเวลากลางวันหรือกลางคืนและหัวใจเต้นเร็วหรือใจสั่น ส่วนอาการทางด้านจิตใจ (Psychological) ที่พบคือ หลงลืมมากขึ้น ไม่มีสมาธิ ตกใจอย่างไม่มีเหตุผล กระวนกระวาย วิตกกังวล หงุดหงิด โกรธง่าย ซึมเศร้า มีความเครียดอยู่เสมอ มีปัญหากับคนรอบข้าง ไม่กระฉับกระเฉงและมีอาการทางเพศ (Sexual) พบได้ตั้งแต่เริ่มจากขาดความสนใจทางเพศ ขาดความตื่นเต้นทางเพศ องคชาติไม่แข็งตัวขณะตื่นนอนเช้า ล้มเหลวในกิจกรรมทางเพศและองคชาติอ่อนตัวขณะมีเพศสัมพันธ์

2. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผู้ชายวัยทอง

การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์จะทำหน้าที่ได้มีประสิทธิภาพและมากสูงสุดในช่วงอายุ 20-30 ปี หลังจากอายุ 30 ปี การทำหน้าที่ทางสรีรวิทยาจะค่อย ๆ ลดลงทำให้เห็นถึงความเสื่อมของร่างกาย ซึ่งการเสื่อมของเซลล์อวัยวะต่าง ๆ ของคนเราเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะผู้ชายเมื่ออายุ 40 ปีขึ้นไป ปริมาณเทสทอสเตอโรนจะเริ่มลดลงปีละประมาณร้อยละ 1 และเมื่ออายุ 65 ปีขึ้นไป ระดับฮอร์โมนเพศชายจะลดลงต่ำกว่าวัยหนุ่มถึงร้อยละ 30 ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบอวัยวะต่าง ๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่าง องค์ประกอบ และ

หน้าที่ทางสรีรวิทยาต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ระบบโครงร่างผิวหนัง

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบโครงร่างผิวหนังในผู้ชายวัยทอง เริ่มจากมีรอยย่นบริเวณใบหน้าโดยเฉพาะหน้าผาก ยิ่งอายุมากขึ้นรอยย่นยิ่งเพิ่มความลึก ความยืดหยุ่นของผิวหนังและจำนวนเซลล์ในชั้นหนังแท้ลดลง หลอดเลือดบริเวณผิวหนังลดลงทำให้ผิวหนังซีดเหงื่อออกน้อย ไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าและหลังมือลดลง แต่ไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องลำตัวและต้นขาเพิ่มมากขึ้นทำให้เสี่ยงต่อการอ้วนลงพุงที่เกิดจากการเผาผลาญไขมันลดลงทำให้มีไขมันส่วนเกินสะสม และเมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดลงจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของฮอร์โมนชนิดหนึ่งเป็นอีกชนิดหนึ่ง เช่น จากแอนโดรเจน (Androgen) เป็นเอสโตรเจน (Estrogen) โดยอาศัยเอมไซม์อะโรมาเทส (Aromatase) ในเซลล์ไขมันทำให้ผู้ชายอ้วนมีรูปร่างคล้ายผู้หญิง เซลล์ไขมันยังสร้างเลปติน (Leptin) เพิ่มขึ้นซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการหลั่ง LH ที่ระดับไฮโปธาลามิกพิทูอิทารีทำให้ขาดฮอร์โมนมากระตุ้นเซลล์เลย์ดิก (Leydig cell) ที่อัณฑะทำให้การสร้างฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนลดลงแล้ว Leptin ได้ออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างเทสทอสเตอโรนที่อัณฑะโดยตรงทำให้เกิดภาวะฮอร์โมนเพศต่ำ (Hypogonadism) ในผู้ชาย (อภิชาต วิชญาณรัตน์, 2551) และจากการวิจัยของ Svartberg, Mühlen, Sundsfjord, and Jorde (2004) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นรอบเอวกับปริมาณเทสทอสเตอโรนในเลือดของผู้ชายอายุ 25-84 ปี จำนวน 1,548 คน ประเทศนอร์เวย์ พบว่า ผู้ชายที่มีขนาดเส้นรอบเอวมากกว่า 102 เซนติเมตร จะมีปริมาณเทสทอสเตอโรนต่ำกว่ากลุ่มที่มีเส้นรอบเอวน้อยกว่านี้และต่ำกว่ากลุ่มปกติ ส่วนกลุ่มที่มีขนาดเส้นรอบเอวน้อยกว่า 94 เซนติเมตร จะมีระดับฮอร์โมนปกติและพบการกระจายตัวของไขมันสะสมอยู่บริเวณท้องและอวัยวะภายในช่องท้อง ส่วนในปี ค.ศ. 2005 ระหว่างการประชุมที่เมืองเบอร์ลินได้ให้คำจำกัดความของคำว่า Metabolic syndrome คือ การวัดเส้นรอบเอวหรือการอ้วนลงพุง (Abdominal obesity) ในผู้ชายยุโรป คือ ขนาดเส้นรอบเอว $\geq$ 94 เซนติเมตร และในผู้ชายเอเชีย คือ $\geq$ 90 เซนติเมตร นอกจากนี้พบว่า โรคอ้วนมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (เพิ่มขึ้น 2.9 เท่า) โดยปริมาณไขมันจำนวนมากที่สะสมอยู่ในช่องท้องมีความสัมพันธ์กับภาวะดื้อต่ออินซูลิน และจากการศึกษาของ Kapoor, Aldred, Clark, Channer, and Jones (2007) พบว่าภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วนมีความสัมพันธ์กับปริมาณเทสทอสเตอโรนที่ลดต่ำลงในผู้ป่วยเพศชายที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งปัจจุบันโรคนี้พบร่วมกับโรคอ้วนได้บ่อยและโรคอ้วนยังนำมาซึ่งการแพร่ระบาดของโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จึงเรียกรวมโรคทั้งสองชนิดนี้ว่า Diabesity ที่ทำให้จำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพิ่มอย่างรวดเร็วจนเป็นโรคระบาดแห่งศตวรรษ (สว่างจิต สุรอมรกูล, 2551)

2.2 ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในผู้ชายวัยทอง พบว่า การหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อลดน้อยลงกว่าวัยหนุ่มเพราะโพแทสเซียมในกล้ามเนื้อลดลง โดยโปรตีนที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อมีการสลายตัวและปริมาณเลือดที่ไหลผ่านกล้ามเนื้อลดลงทำให้การหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อลดลง นอกจากนี้พบว่า น้ำหนักของกล้ามเนื้อลดลงร้อยละ 27 ของน้ำหนักตัว ในขณะที่คนหนุ่มสาวมีมากถึงร้อยละ 45 ส่วนปริมาตรของกระดูกบริเวณแกนกลางจะสูญเสียเร็วกว่าบริเวณรอบนอก พบว่า เริ่มมีการสูญเสียปริมาตรของกระดูกบริเวณอุ้งเชิงกรานตั้งแต่อายุ 30 ปี และเมื่อเข้าสู่ช่วงอายุ 65 ปี กระดูกจะเสื่อมลง ความแข็งแรงของกระดูกในการรับน้ำหนักจะลดลง ซึ่งมวลกระดูกเริ่มลดลงเมื่ออายุ 55 ปี โดยลดลงประมาณร้อยละ 10-15 เมื่ออายุ 70 ปี จะลดลงถึงร้อยละ 20 และเมื่ออายุ 80 ปี จะลดลงอย่างมากหากขาดการออกกำลังกายและการเสริมแร่ธาตุโดยเฉพาะแคลเซียมในช่วงวัยที่เหมาะสม ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระดูกลดลงเนื่องจากในกล้ามเนื้อจะมีแอนโดรเจน รีเซ็บเตอร์ (Androgen receptors) ซึ่งจับกับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนมีผลให้ใยกล้ามเนื้อมีจำนวนและขนาดใหญ่มากขึ้น แต่ในเนื้อเยื่อไขมันก็มี Androgen receptors ที่จับกับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนเช่นเดียวกัน เมื่ออายุเพิ่มขึ้นระดับฮอร์โมนเพศชายจะลดลงอย่างช้า ๆ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาส่งผลให้เกิดการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงและการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง (Sattler et al., 2009) นอกจากนี้พบว่า มี Fat mass มากขึ้น แต่ Lean body mass ลดลงส่งผลให้ขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง (Wu et al., 2010) และมีผลกระทบต่อความสามารถของร่างกายที่ลดลงด้วย จากการศึกษาแบบภาคตัดขวางในผู้ชายสูงอายุ พบว่า การลดลงของปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระมีความสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, 2548) และยังพบการสูญเสียเนื้อกระดูก (Bone loss) ที่มีผลจากการผลิตฮอร์โมนเพศชายลดลงทำให้มวลกระดูกบางลงจนเกิดภาวะกระดูกพรุนในที่สุดซึ่งพบได้มากประมาณร้อยละ 20-30 จะเสี่ยงต่อภาวะกระดูกหักง่ายขึ้นและพบอาการกระดูกต้นขาหรือกระดูกปลายแขนหักเมื่อหกล้ม ความสูงลดลง หลังโกง เนื่องจากกระดูกสันหลังบางมากจนเกิดการหักทรุด ในเพศชายจะเริ่มเป็นโรคกระดูกพรุนช้ากว่าผู้หญิง 10 ปี (Khosla, 2010) แต่มีการสูญเสียมวลกระดูกเหมือนกันเพียงแต่ผู้ชายมีมวลกระดูกมากกว่าเพศหญิงตั้งแต่แรกประมาณร้อยละ 12-15 (Halling, Persson, Berglund, Johansson, & Renvert, 2005) และการลดลงของมวลกระดูกเป็นไปอย่างช้า ๆ ในช่วงอายุ 50 ปี แตกต่างจากผู้หญิงที่ลดลงอย่างรวดเร็วส่งผลให้อัตราการเกิดกระดูกสะโพกหักในผู้ชายร้อยละ 30 ส่วนผู้หญิงมากถึงร้อยละ 70 จนกระทั่งอายุประมาณ 65-70 ปี อัตราการลดลงของมวลกระดูกในเพศชายและเพศหญิงจะเท่ากัน (Pacini, Aterini, Ruggiero, & Gulisano, 1999) นอกจากนี้ พบว่า

ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดภาวะกระดูกสะโพกหักในผู้ชายสูงอายุเมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลง (Matsumoto, 2002) ส่วนโรคกระดูกพรุนเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ หลายประการ เช่น อายุเพิ่มขึ้น เพศ กรรมพันธุ์ เชื้อชาติ รูปร่าง ขาดการออกกำลังกาย รับประทานอาหารไม่เหมาะสม รับประทานยาบางชนิดเป็นประจำ เช่น ยารักษาโรคหัวใจ ยารักษาโรคเบาหวาน ยารักษาโรคกระเพาะอาหารที่มีส่วนผสมของอลูมิเนียม สเตียรอยด์และการขาดวิตามินดี เป็นต้น (Limpaphayom et al., 2001)

2.3 ระบบประสาทและการไหลเวียนเลือด

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบประสาทในผู้ชายวัยทอง พบว่า น้ำหนักของสมองในส่วนของเซลล์ประสาท (Grey matter) ลดลงมากกว่าส่วนที่เป็นเส้นประสาท (White matter) ทำให้ความเร็วในการจัดการกับข้อมูล พฤติกรรมและความเร็วในการเคลื่อนไหวร่างกายลดลง ความคมชัดของการมองเห็น การได้ยินและปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงสมองลดลง นอกจากนี้ความดันโลหิตลดลงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอิริยาบถ การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายเสื่อมลง การเคลื่อนไหวแขน ขา การทรงตัว ปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าช้าลงส่วนเวลาการเคลื่อนไหว (Movement time) ยาวขึ้นเพราะสมองสั่งงานช้าลง ส่วนการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนเลือดในผู้ชายวัยทอง พบว่า ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหัวใจลดลง ความดันโลหิตขณะบีบตัว (Systolic blood pressure) และความดันโลหิตขณะคลายตัว (Diastolic blood pressure) สูงขึ้น ปริมาณเลือดที่หัวใจสูบฉีดต่อนาที (Cardiac output) ขณะพักลดลง หัวใจเต้นช้าลงทำให้ปริมาณเลือดที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้ง (Stroke volume) ลดลง มีการสะสมของแคลเซียมและไขมันที่ผนังหลอดเลือด ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรค เช่น โรคไขมันในเลือดสูง โรคหลอดเลือดหัวใจตีบและโรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาทและการไหลเวียนเลือดนี้ส่งผลทำให้เกิดอาการร้อนวูบวาบตามร่างกาย ใจสั่น เหนื่อยง่าย หัวใจเต้นเร็วและมีเหงื่อออกมากตามมือและเท้ามากในเวลากลางคืน เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นได้ในผู้ชายเหมือนกับที่เกิดขึ้นกับสตรีวัยหมดประจำเดือนแต่ไม่พบบ่อยเท่าที่เกิดขึ้นกับผู้หญิงและอาการไม่รุนแรงเท่า (พันธ์ศักดิ์ ศุกระฤกษ์, 2545) ซึ่งอาการร้อนวูบวาบนี้เป็นกลุ่มอาการหนึ่งของผู้ชายวัยทองและเป็นอาการขั้นแรกที่เกิดขึ้นจากเซลล์สมองที่ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายทำงานผิดปกติ หลอดเลือดแข็งตัวทำให้การไหลเวียนเลือดลดลงและมักเกิดร่วมกับอาการนอนไม่หลับ มึนศีรษะ หงุดหงิด ซึมเศร้า ควบคุมอารมณ์ไม่ได้ ส่งผลให้คุณภาพชีวิตลดลง (พิชัย เจริญพานิช, 2547) โดยผลกระทบที่เกิดจากภาวะไขมันในเลือดสูงมักพบปริมาณ TG สูงร่วมกับ ปริมาณ HDL-Cholesterol ต่ำทำให้ผนังเส้นเลือดแดงแข็งตัวและมีการตีบตัน ถ้าเกิดที่หัวใจจะทำให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายและเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง (ความเสี่ยงเพิ่มขึ้น 2.9 เท่า) โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (ความเสี่ยงเพิ่มขึ้น 2.5 เท่า) และโรคหลอดเลือดสมอง (ยุพิน เบญจสุรัตน์วงศ์, 2541

อ้างถึงใน บุญเติม แสงดิษฐ์, 2549) นอกจากนี้พบว่า เมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดลงจะส่งผลต่อความก้าวหน้าของโรคหัวใจและหลอดเลือดโดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือดทำให้มีอัตราการเสียชีวิตเพิ่มขึ้น (Schwarcz & Frishman, 2010) ทั้งนี้เพราะฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนมีบทบาทสำคัญในการช่วยป้องกันสุขภาพของหัวใจและหลอดเลือดของผู้ชาย (Brand et al., 2011)

2.4 ระบบต่อมไร้ท่อ

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบต่อมไร้ท่อในผู้ชายวัยทอง พบว่า ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland) มีการเปลี่ยนแปลงโดยผิวของต่อมเหี่ยวย่นเพราะปริมาณเลือดไปเลี้ยงลดลงมีผลทำให้การหลั่งฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ ลดลง ต่อมหมวกไต (Adrenal gland) มีน้ำหนักลดลงหลังอายุ 50 ปี แต่ยังทำงานได้ปกติ ยกเว้นในส่วนที่เกี่ยวกับการหลั่งฮอร์โมนแอลโดสเตอโรน (Aldosterone) ที่ดูดซึมเกลือโซเดียมจากท่อไตจะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการสูญเสียเกลือแร่ออกจากร่างกายและมีความดันโลหิตลดต่ำมากกว่าคนวัยหนุ่มสาว ต่อมไทรอยด์ (Thyroid gland) ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง ยกเว้นมีภาวะต่อมไทรอยด์ทำงานน้อยกว่าปกติจะทำให้การเคลื่อนไหวช้าลงและน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น เป็นต้น แต่ถ้ามีภาวะต่อมไทรอยด์ทำงานมากเกินปกติอาจมีอาการเซื่องซึม สับสน หอบเหนื่อย รับประทานอาหารได้มากขึ้นแต่กลับผอมลง เหมือนในวัยหนุ่มสาว ส่วนตับอ่อน (Pancreas) พบว่า เซลล์ของตับอ่อนจะฝ่อลีบลงส่งผลกระทบต่อระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสูงกว่าคนอายุน้อยทำให้พบกลุ่มอาการของโรคเบาหวานมากขึ้น นอกจากนี้พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนลดลงมีความสัมพันธ์กับโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยเมื่อมีภาวะพร่องฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนจะพบความไวต่ออินซูลินลดลงส่งผลให้เกิดภาวะดื้ออินซูลินเพิ่มขึ้นทำให้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้มากขึ้น (Gould, Kirby, & Amoroso, 2007) และจากการศึกษาของสว่างจิต สุรอมรกูล, ธัญทิพย์ จงบุญญานุภาพ และเพชร รอดอารีย์ (2552) ได้ศึกษาความชุกและความสัมพันธ์ระหว่างภาวะพร่องฮอร์โมนเพศชายที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีอายุ 55 ปี หรือมากกว่าที่รับการรักษาในคลินิกเบาหวาน ภาควิชาอายุรศาสตร์ วิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานคร และวชิรพยาบาล จำนวน 246 คน พบว่า ภาวะพร่องฮอร์โมนเพศชายในชายเท่ากับร้อยละ 35.8

2.5 ระบบสืบพันธุ์

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบสืบพันธุ์ในผู้ชายวัยทอง พบว่า การสร้างฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้นเพราะเซลล์เลย์ดิกสูญเสียความไวในการกระตุ้น LH ทำให้ LH ค่อย ๆ เพิ่มปริมาณสูงขึ้น เมื่อฮอร์โมนเพศลดลงจะมีความสัมพันธ์กับความต้องการทางเพศ ในขณะที่การผลิตอสุจิยังคงดำเนินต่อไปแต่ไม่มีน้ำอสุจิมากเหมือนวัยหนุ่ม องคชาติ (Penis) มีความสามารถในการแข็งตัวลดลงทำให้เกิดภาวะหย่อนสมรรถภาพทางเพศ ทั้งนี้เพราะ

การลดลงของปริมาณเทสทอสเตอโรนจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อสมรรถภาพทางเพศหรือความต้องการทางเพศลดลงหรือมีปัญหาเรื่องการแข็งตัวของอวัยวะเพศหรือมีอาการหย่อนสมรรถภาพทางเพศ (การที่อวัยวะเพศไม่สามารถแข็งตัวหรือแข็งตัวได้ไม่นานพอที่จะมีเพศสัมพันธ์ได้) ซึ่งมีสาเหตุมาจากอายุที่มากขึ้น ภาวะพร่องฮอร์โมนเพศชาย เส้นเลือดตีบ เส้นประสาทเสื่อม (ที่มีสาเหตุจากโรคเบาหวาน ไขมันในเลือดสูง ความดันโลหิตสูงและรับประทานยาบางชนิด) หรือหลายสาเหตุร่วมกันและปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ อีกมากมาย (ดำรงพันธ์ วัฒนะโชติ, 2556) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณเทสทอสเตอโรนมีผลต่อเนื้อเยื่อของอวัยวะเพศชายเกี่ยวกับกลไกการแข็งตัวของอวัยวะเพศ (Traish, Goldstein & Kim, 2007) รวมทั้งการศึกษาของ Schiavl (1997 อ้างถึงใน สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ, 2542) ในผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดีจำนวน 77 คน พบว่าความตื่นเต้นและความต้องการทางเพศรวมทั้งกิจกรรมทางเพศลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น โดยในกลุ่มอายุ 45-46 ปี กับกลุ่มอายุ 65-74 ปี พบเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจนในทิศทางเดียวกับระดับฮอร์โมนเพศชายที่ลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น และจากการเปิดเผยของสมยศ เจริญศักดิ์ (2549) ผลการสำรวจผู้ชายวัยทองประมาณ 2 ล้านคน พบว่า กลุ่มอายุ 40-44 ปี มีอาการหย่อนสมรรถภาพทางเพศร้อยละ 23 หรือพบได้ 2 ใน 10 คน แต่ในกลุ่มอายุ 55-59 ปี พบมากถึงร้อยละ 47 หรือเกือบ 5 ใน 10 คน และประมาณร้อยละ 80 มีอาการของคนวัยทอง คือ เครียด หงุดหงิด ซึ่งมีสาเหตุมาจากการขาดการออกกำลังกาย การปล่อยตัวให้อ้วนลงพุง ดื่มแอลกอฮอล์และสูบบุหรี่จัด นอกจากนี้ยังพบประเด็นที่น่าสนใจจากงานวิจัยของอุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์, เทิดศักดิ์ พรหมอารักษ์ และคำรณ ไชยศิริ (2551) คือ การดื่มกาแฟมีผลต่อภาวะพร่องฮอร์โมนเพศของชายวัยทองในด้านปัญหาทางเพศถึง 5.55 เท่า และสมรรถภาพทางเพศถึง 1.67 เท่า ของผู้ที่ไม่ดื่มกาแฟ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ชายช่วงอายุระหว่าง 55-59 ปี เพราะเป็นช่วงของวัยทองตอนปลายก่อนเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ซึ่งจะพบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เป็นผลมาจากระบบการทำงานต่าง ๆ ที่ถูกควบคุมด้วยฮอร์โมนเพศชายที่ลดลงอย่างชัดเจนส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยตรงต่อระบบโครงร่างผิวหนัง ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ระบบประสาทและการไหลเวียนเลือด ระบบต่อมไร้ท่อและระบบสืบพันธุ์แล้ว นอกจากนี้ มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจและอารมณ์อาการต่าง ๆ ทำให้รู้สึกซึมเศร้า หลงลืม ขาดสมาธิ หงุดหงิดไม่กระตือรือร้น และนอนไม่หลับตื่นนอนกลางคืนแล้วหลับยาก เป็นต้น ซึ่งอาการต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลต่อสุขภาพจิตโดยตรงและมีผลกระทบต่อคุณภาพที่ดีชีวิตในอนาคต

3. ผลของการออกกำลังกายที่มีต่อระบบต่อมไร้ท่อ

การออกกำลังกายมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนบางชนิด เช่น ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน โกรทฮอร์โมน (Growth hormone: GH) ฮอร์โมน

คอร์ติซอล ฮอร์โมนอินซูลิน (Insulin hormone) ฮอร์โมนกลูคากอน (Glucagon hormone) ฮอร์โมนอิพิเนฟริน (Epinephrine hormone) และฮอร์โมนนอร์อิพิเนฟริน (Norepinephrine hormone) เป็นต้น ทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมภายในร่างกายให้คงที่และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยออกฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของเซลล์เพื่อให้สารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวและคลายตัว กระตุ้นการสร้างโปรตีนและไขมันส่งผลให้ผนังเซลล์หลั่งสารต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความสามารถของร่างกายขณะออกกำลังกาย นอกจากนี้ สนับสนุนการใช้พลังงานตามความต้องการของร่างกาย มีผลต่อระบบไหลเวียนโลหิต ช่วยให้ร่างกายรักษาระดับของสารน้ำและเกลือแร่ให้อยู่ในสภาพดุลและเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ (Muscle hypertrophy) สำหรับการออกกำลังกายอย่างหนัก แต่การออกกำลังกายเพียงครั้งคราวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบต่าง ๆ ในระยะสั้นและกลับคืนสู่สภาพปกติเมื่อหยุดออกกำลังกาย ส่วนการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอทำให้เกิดการปรับตัวในระยะยาว ดังนี้

3.1 ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน

เทสโตสเตอโรนสร้างมาจากเซลล์เลย์ดิกในอัณฑะและถูกควบคุมโดยต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior pituitary gland) ทำหน้าที่กระตุ้นให้แสดงลักษณะความเป็นชาย นอกจากนี้ทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนอนาบอลิก (Anabolic hormone) เสริมสร้างให้กระดูกหนาแน่นขึ้น กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความหนักและรูปแบบการออกกำลังกาย โดยเฉพาะการออกกำลังกายที่เน้นการเพิ่มความแข็งแรงหรือการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่จะกระตุ้นให้ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนทำงานร่วมกับระบบประสาททำให้แรงหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นส่งผลให้เพิ่มความถี่และปริมาณการหลั่งฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้นทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น และแข็งแรงมากขึ้น (นฤมล ลีลายุวัฒน์, 2549) จากงานวิจัยของ Arazi et al. (2013) พบว่า การฝึกแบบใช้แรงต้านระดับปานกลางทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้น และพบว่า การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในระดับต่ำกว่าระดับสูงสุดทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและเทสทอสเตอโรนอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Dale, Ross, Jennifer & Chris, 2012) นอกจากนี้พบว่า การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านประมาณ 15-30 นาที เพียงพอที่จะกระตุ้นการหลั่งเทสทอสเตอโรน (Kraemer & Ratamess, 2005) หรือการฝึกอย่างหนักระยะสั้น ๆ อาจมีผลต่อเพิ่มการตอบสนองของฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนอย่างเฉียบพลันขณะออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน (Fry et al., 1994 cited in Kraemer & Ratamess, 2005) แต่ถ้าเป็นการออกกำลังกายที่หนักเกิน (Overtraining) พบว่า มีความสัมพันธ์กับปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมที่ลดลง (Hakkinen et al., 1987 cited in Kraemer & Ratamess, 2005) และพบว่าการฝึกซ้ำหลายครั้งอาจนำไปสู่ Overtraining ทำให้ลดประสิทธิภาพการทำงานของระบบประสาทควบคุมการทำงาน

ของต่อมไร้ท่อ (Neuroendocrine) และภายใน 1-2 สัปดาห์ ของการฝึกซ้อมอย่างหนักจนเกิดภาวะความเครียดต่อร่างกายและจิตใจ (Overreaching) จะพบความเข้มข้นของฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนขณะพักลดลงและมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Raastad et al., 2001 cited in Kraemer & Ratamess, 2005)

3.2 GH

GH หลั่งจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำหน้าที่กระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน การเจริญเติบโตของกระดูกตามแนวยาว การเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ และมีอิทธิพลโดยตรงต่อเซลล์ไขมันโดยเพิ่มการสลาย TG ทำให้กรดไขมันอิสระในเลือดเพิ่มขึ้นส่งผลให้เซลล์เพิ่มการใช้กรดไขมันมากขึ้นจึงเป็นการสงวนน้ำตาลในเลือดไปในตัว นอกจากนี้ ยังทำงานร่วมกับฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ ต่อมหมวกไตและต่อมเพศ โดย GH เพิ่มขึ้นขณะออกกำลังกายเพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของกลูโคสในเลือด ซึ่งการเพิ่มขึ้นนี้ต้องออกกำลังกายประมาณ 30-60 นาที โดยจะเพิ่มขึ้นหลายเท่าของระดับปกติแต่เมื่อหยุดออกกำลังกายจะคงระดับในกระแสเลือดต่อได้ประมาณ 1 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของร่างกาย จากงานวิจัยของ Pritzlaff et al. (1999) ศึกษาผลกระทบของระดับความหนักของการออกกำลังกายที่มีต่อการหลั่ง GH ในเพศชาย พบว่า GH ตอบสนองต่อการออกกำลังกายและมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงกับระดับความหนักของการออกกำลังกาย และจากงานวิจัยของ Irving et al. (2009) ศึกษาผลของความหนักของการฝึกออกกำลังกายที่มีต่อต่อการหลั่ง GH ช่วงเวลากลางคืนในผู้ใหญ่ที่เป็นโรคอ้วน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ความหนักระดับต่ำและกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า GH หลั่งเพิ่มขึ้นในช่วงเวลากลางคืนเพิ่มขึ้นและพบการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition) นอกจากนี้ พบว่าอัตราการใช้กลูโคสเพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นขณะออกกำลังกายระดับปานกลางในระยะเวลาสั้น ๆ เมื่อเทียบกับขณะพักและเพิ่มขึ้นหลังการออกกำลังกายประมาณ 7-11 ชั่วโมง ในวัยรุ่นที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 1 และพบว่า ฮอร์โมนคอร์ติซอล อิพิเนฟรินและนอร์อิพิเนฟรินเพิ่มขึ้นด้วย (McMaahon et al., 2007) ส่วนการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านประมาณ 15-30 นาที หรือการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางถึงระดับสูงแต่ใช้เวลาในการพักสั้นและเน้นกล้ามเนื้อมัดใหญ่มีแนวโน้มให้การผลิต GH เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (Kraemer & Ratamess, 2005)

3.3 ฮอร์โมนคอร์ติซอล

คอร์ติซอล หลั่งจากต่อมหมากไตชั้นนอก (Adrenal cortex) มีบทบาทในการกระตุ้นการสลายกรดไขมันอิสระจากเนื้อเยื่อไขมัน (Adipose tissue) และกระตุ้นการแตกตัวของโปรตีนเป็นกรดอะมิโนเพื่อสร้างน้ำตาลในตับและลดการใช้พลังงานจากการสลายกลูโคสของเซลล์ต่าง ๆ

ทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดเพียงพอต่อการออกกำลังกาย โดยความเข้มข้นของฮอร์โมนคอร์ติซอลในเลือดจะสูงขึ้นขณะออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลางถึงระดับสูง แต่สำหรับการออกกำลังกายที่ความหนักระดับต่ำส่งผลให้ระดับของฮอร์โมนคอร์ติซอลในเลือดลดลง จากงานวิจัยของ Tremblay, Copeland, and Van (2004) ศึกษาผลการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านและการออกกำลังกายแบบใช้ความอดทนที่มีผลต่อการตอบสนองของฮอร์โมนอนาบอลิกในผู้ชายที่มีสุขภาพดี พบว่า ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลเพิ่มขึ้นเฉพาะช่วงที่มีการฝึกแบบให้แรงต้าน และจากงานวิจัยของ Daly, Seegers, Rubin, Dobridge, and Hackney (2005) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม เทสทอสเตอโรนอิสระ คอร์ติซอล และโพรแลกตินหลังการออกกำลังกายแบบใช้ความอดทนเป็นเวลานาน พบว่า หลังการออกกำลังกายจนเมื่อยล้าระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลและโพรแลกตินเพิ่มสูงขึ้นตลอดช่วงทดลอง นอกจากนี้พบว่า ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลเพิ่มสูงขึ้นในช่วงของการอออกกำลังกาย 120 นาที และการออกกำลังกายที่ความหนักระดับต่ำต้องใช้เวลานานเพื่อกระตุ้นการหลั่งคอร์ติซอลในกระแสเลือด (Tremblay, Copeland, & Van, 2005) ส่วนการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางถึงระดับสูงแต่ใช้ช่วงเวลาในการพักสั้นและเน้นกล้ามเนื้อมัดใหญ่มีแนวโน้มทำให้การผลิตฮอร์โมนคอร์ติซอลเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อเทียบกับการออกกำลังกายที่มีระดับความหนักสูงและใช้ช่วงเวลาในการพักนาน (Kraemer & Ratamess, 2005)

3.4 ฮอร์โมนอินซูลิน และฮอร์โมนกลูคากอน

อินซูลิน หลั่งจากเบต้าเซลล์ (Beta cell) ในตับอ่อน ทำหน้าที่สำคัญในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดโดยการเปลี่ยนไกลโคเจน (Glycogen) เป็นกลูโคส (Glucose) และกระตุ้นการเก็บกลูโคสในรูปของไกลโคเจนและ TG ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำลงแต่จะสูงขึ้นหลังรับประทานอาหารเพราะตับอ่อนได้รับการกระตุ้นให้สร้างอินซูลินเมื่อหลั่งออกมามากระดับน้ำตาลในเลือดจะลดต่ำลง แต่กรณีที่อินซูลินในเลือดต่ำไม่มีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง เพราะฮอร์โมนที่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง คือ กลูคากอนที่หลั่งจากอัลฟาเซลล์ (Alpha cell) ในตับอ่อนซึ่งทำหน้าที่ตรงข้ามกับอินซูลินจะหลั่งออกมาเมื่อระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ โดยกระตุ้นกระบวนการสร้างกลูโคสขึ้นใหม่จากสารอื่นที่ไม่ใช้คาร์โบไฮเดรต (Gluconeogenesis) ที่ตับและปล่อยกลูโคสสู่กระแสเลือดเพื่อเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดให้สูงขึ้น นอกจากนี้ ยังกระตุ้นการสลายไกลโคเจน (Glycogenolysis) จากตับและจากเนื้อเยื่อไขมันเพื่อเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งการออกกำลังกายเป็นเวลานานทำให้ระดับฮอร์โมนอินซูลินในเลือดลดลงแต่ระดับของฮอร์โมนกลูคากอนเพิ่มสูงขึ้นซึ่งการเพิ่มขึ้นของกลูคากอนทำให้เกิดกระบวนการสลายกรดไขมันจากเนื้อเยื่อไขมันและตับเป็นน้ำตาลสู่กระแสเลือด จากงานวิจัยของ Dube et al. (2008) ศึกษาการออกกำลังกาย

ที่ความหนักระดับปานกลางมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงไขมันในกล้ามเนื้อและภาวะดื้อต่ออินซูลิน ในบุคคลที่มีน้ำหนักเกินและเป็นโรคอ้วน จำนวน 25 คน ออกกำลังกายครั้งละ 45 นาที 4-5 ครั้ง ต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า Insulin action ความไวของอินซูลินและอนุมูลอิสระในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และจากงานวิจัยของ Bloem and Chang (2008) ศึกษาการออกกำลังกายระยะสั้นมีผลต่อ Beta cell และภาวะดื้อต่ออินซูลินในผู้สูงอายุที่มีความทนทานต่อน้ำตาลบกพร่อง (Impaired glucose tolerance) พบว่า การออกกำลังกายช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ไม่ได้ช่วยเพิ่มภาวะดื้อต่ออินซูลินแต่ช่วยเพิ่มการทำงานของ Beta cell

3.5 ฮอร์โมนอิพิเนฟริน และนอร์อิพิเนฟริน

อิพิเนฟรินและนอร์อิพิเนฟริน หลั่งจากต่อมหมวกไตส่วนใน (Adrenal medulla) เมื่อได้รับการกระตุ้นจากระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system) ทำหน้าที่เพิ่มระดับน้ำตาลและกรดไขมันในเลือด เพิ่มอัตราเมตาบอลิซึม เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ เพิ่มการบีบตัวของหลอดเลือดและมีบทบาทสำคัญในการปล่อยน้ำตาลจากตับสู่กระแสเลือด ขณะออกกำลังกายที่ความหนักระดับเบาถึงปานกลางระดับฮอร์โมนนอร์อิพิเนฟรินในเลือดจะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้น ส่วนฮอร์โมนอิพิเนฟรินในเลือดจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าออกกำลังกายจนเกิดอาการเมื่อยล้าระดับฮอร์โมนอิพิเนฟรินในเลือดจึงเพิ่มสูงขึ้น จากงานวิจัยของ Kreisman et al. (2000) ศึกษาการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดขณะออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูงเป็นเวลา 15 นาที หลังการรับประทานอาหาร พบว่า ฮอร์โมนอิพิเนฟรินและนอร์อิพิเนฟรินมีบทบาทสำคัญในการสร้างกลูโคสขณะการออกกำลังกายเป็นอันดับแรก ส่วนฮอร์โมนอินซูลินและกลูคากอนมีบทบาทในการสร้างกลูโคสน้อยกว่า และจากงานวิจัยของ Marliss and Vranic (2002) ศึกษาระดับความหนักของการออกกำลังกายที่มีผลต่อการปล่อยอินซูลินและกลไกควบคุมระดับน้ำตาลกลูโคส พบว่า ขณะออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูงฮอร์โมนอิพิเนฟรินและนอร์อิพิเนฟรินจะยับยั้งอินซูลินโดยการกระตุ้นกล้ามเนื้อให้ดูดซึมกลูโคสและกระตุ้นการสลายไกลโคเจนที่ตับทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นเพื่อการรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้คงที่ ขณะออกกำลังกายอย่างหนัก นอกจากนี้ มีการสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อลายและไขมันที่เก็บสะสมไว้ทุกแห่งในร่างกายซึ่งทำให้ร่างกายมีพลังงานเพิ่มขึ้นและมีความสมดุลกับพลังงานที่ใช้ขณะออกกำลังกาย

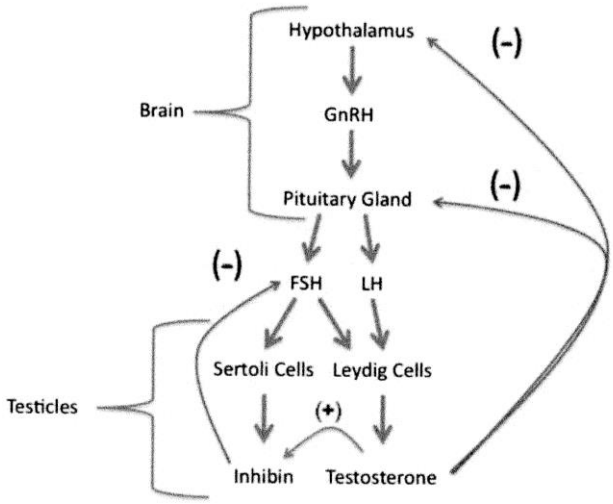
ดังนั้น การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอในกลุ่มบุคคลทุกเพศทุกวัยโดยเฉพาะในกลุ่มผู้ชายวัยทองจะมีบทบาทสำคัญต่อเปลี่ยนแปลงของระดับเทสทอสเตอโรน GH คอร์ติซอล อินซูลิน กลูคากอน อิพิเนฟรินและนอร์อิพิเนฟริน เป็นต้น โดยออกฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของเซลล์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความสมดุลภายในร่างกายและมีประสิทธิภาพสูงสุดขณะออกกำลังกาย

ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน

Testosterone มาจากวลีที่เกี่ยวข้องคือ “Testo” มาจาก Testicles (ลูกอัณฑะ) ส่วน “Sterol” มาจาก Steroid (สารชีวเคมี-สารตั้งต้น) และ “Rone” มาจาก Ketone (ไขมันที่แปรรูป) มาผสมคำเป็นศัพท์เฉพาะชื่อใหม่ว่า “Testosterone” ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1935 โดยนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ชาวเนเธอร์แลนด์ คือ Koroly Gyola David และคณะ (ประสาน เปรมะสกุล, 2553) ได้รายงานผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับฮอร์โมนเพศชายจากลูกอัณฑะของบุรุษเพศ จากการศึกษาทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน พอสรุปได้ ดังนี้

1. การสังเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน

เทสทอสเตอโรน คือ ฮอร์โมนเพศที่สำคัญที่สุดของผู้ชาย สร้างมาจากเซลล์เลย์ดิกที่อยู่ในอัณฑะมากถึงร้อยละ 95 ส่วนที่เหลือสร้างจากต่อมหมวกไตส่วนนอก โดยสมองส่วนไฮโปธาลามัส (Hypothalamus) ควบคุมการหลั่งฮอร์โมนโกนาโดโทรพิน รีลีสซิง (Gonadotropin releasing hormone: GnRH) ให้มากระตุ้น Anterior lobe ของต่อมใต้สมอง เพื่อให้หลั่งฮอร์โมนฟอลลิเคิล สติมิวเลติง (Follicle stimulating hormone: FSH) มากระตุ้นการทำงานของเซลล์เซอโทลิ (Sertoli cell) ให้สร้างฮอร์โมนอินฮิบิน (Inhibin) และโปรตีนที่จับกับฮอร์โมนเพศชาย (Androgen binding protein: ABP) นอกจากนี้ GnRH กระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้าให้หลั่ง LH เพื่อจับกับตัวรับจำเพาะที่ผิวของเซลล์เลย์ดิก จากนั้นจะกระตุ้นผ่านทางไซคลิกเอเอ็มพี (Cyclic-adenosine monophosphate: cAMP) ไปยังโปรตีนไคเนสเอ (Protein kinase A pathway) หรือกระตุ้นผ่านแคลเซียม-อินโนซิทอลไตรฟอสเฟต (Calcium-inositoltriphosphate pathway) ต่อเนื่องไปยังโปรตีนไคเนสซี (Protein kinase C pathway) ผ่านกระบวนการฟอสฟอรีเลชัน (Phosphorylation) ทำให้เอนไซม์มีความว่องไวและกระตุ้นการทำงานได้ดีขึ้น โดยกระตุ้นคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ (Cholesterol esterase) เป็นคอเลสเตอรอลอิสระ (Free cholesterol) ส่งเข้าไปในไมโทครอนเดรียพร้อมกับโปรตีน Sterol carrier protein (SCP) จนได้เป็นฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในที่สุด ดังแสดงให้เห็นตามภาพที่ 2-1



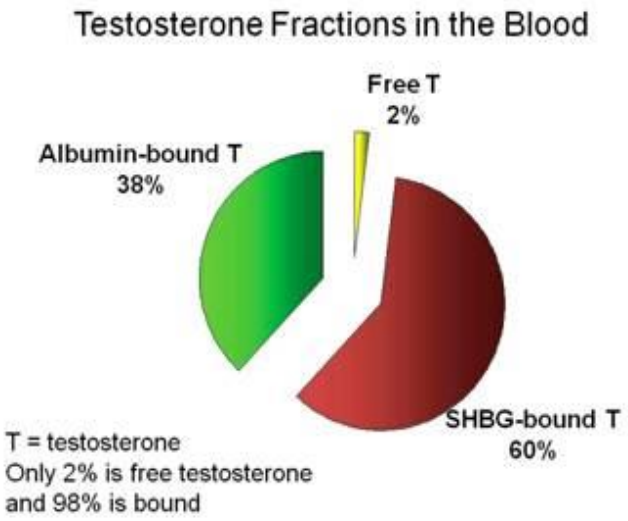
ภาพที่ 2-1 การควบคุมการสร้างฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน (Leary & Hackney, 2014)

ส่วนกระบวนการสร้างอสุจิ (Spermatogenesis) ต้องอาศัยโปรตีนจับกับฮอร์โมนเพศชายและฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนร่วมกันกระตุ้นเซลล์สืบพันธุ์ (Germ cells) ในอัณฑะ โดยเริ่มจากการกระตุ้นการสร้างสเปิร์ม (Spermatogonia) ให้เป็นตัวอสุจิ (Spermatozoa) ที่สามารถเคลื่อนไหวและปฏิสนธิกับไข่ (Ovum) ได้ นอกจากนี้เทสทอสเตอโรนในกระแสเลือดส่วนใหญ่จะเข้าสู่เซลล์ผ่านกระบวนการแพร่ (Passive diffusion) โดยจับกับตัวรับจำเพาะในนิวเคลียสจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้นคือ เป็น Pregnenolone, Progesterone, 17α-hydroxyprogesterone, Anaorstenedione จนเป็นฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน แล้วส่งเข้าสู่กระแสเลือด หรือถ้าเซลล์นั้นมีเอนไซม์ 5α-reductase สูงจะสามารถกระตุ้นฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนให้เปลี่ยนเป็นไดไฮโดรเทสทอสเตอโรน (Dihydrotestosterone: DHT) ด้วยกระบวนการรีดักชั่น และจับกับตัวรับจำเพาะในนิวเคลียสก่อนเปลี่ยนเป็น Testosterone-receptor complex หรือ DHT-receptor complex ซึ่งสามารถจับกับ Androgen response element (ARE) ได้ดีกว่า Testosterone-receptor complex ทำให้ออกฤทธิ์เพศชายได้รุนแรงกว่า นอกจากนี้ DHT ในแต่ละวัยทำหน้าที่สำคัญแตกต่างกัน โดยในวัยทารกทำหน้าที่ในการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Differcntiation) และหน้าที่บริเวณอวัยวะเพศภายนอก (External genitalia) รวมถึงกระตุ้นการเจริญเติบโตขององคชาติ เมื่อเข้าสู่วัยรุ่นทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญและพัฒนาเส้นขน กระตุ้นการเจริญเติบโตของต่อมลูกหมาก (Prostate gland) และเซมินอล เวสสิเคิล (Seminal vesicles) และในวัยผู้ใหญ่ไม่พบฤทธิ์ของ DHT (Marshall & Bangkert, 1995 อ้างถึงใน ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2549) ส่วนฮอร์โมน เทสทอสเตอโรนมีหน้าที่สำคัญตั้งแต่ทารกอยู่ในครรภ์มารดาเช่นเดียวกับ DHT โดยกระตุ้นการเจริญของ Wolffian duct ทำให้

องค์ประกอบของอวัยวะสืบพันธุ์ภายในเพศชาย ได้แก่ อัณฑะ (Testis) ท่อพักอสุจิ (Epididymis) ท่อน้ำเชื้อ (Vas deferens) และท่อเซมินัล เวสซิเคล (Seminal vesicle) สมบูรณ์ (ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2549) นอกจากนี้ ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญของกระดูก กล้ามเนื้อ ต่อมเหงื่อ และทำหน้าที่หยุดการเจริญของกระดูกยาวในวัยรุ่น กระตุ้นกระบวนการผลิตอสุจิและกระตุ้นพฤติกรรมทางเพศในวัยผู้ใหญ่ (Marshall & Bangkert, 1995 อ้างถึงใน ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2549)

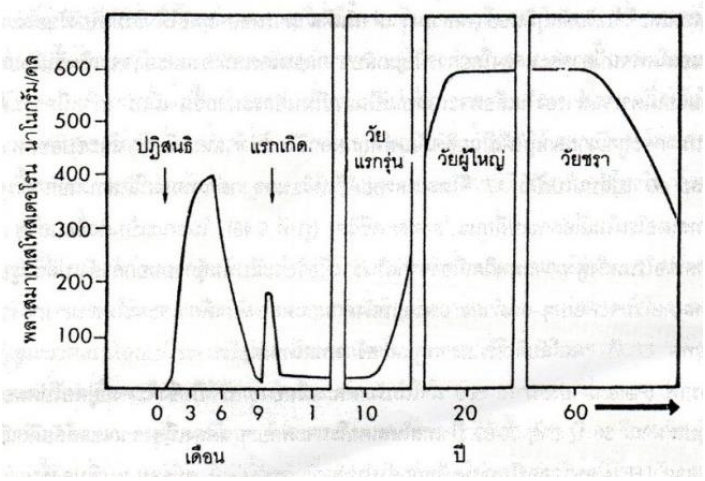
2. การนำพาฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือด

ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนสังเคราะห์ขึ้นวันละประมาณ 6-7 มิลลิกรัม (ผลิตที่อัณฑะประมาณ 5 มิลลิกรัมต่อวัน (13.9-31.9 ไมโครโมลต่อวัน) ผลิตที่ต่อมหมวกไตชั้นนอกประมาณ 3 มิลลิกรัมต่อวัน) ส่วน DHT ในพลาสมาผลิตได้ประมาณ 400 ไมโครกรัมต่อวัน หรือประมาณ 1/10 ของเทสทอสเตอโรน และประมาณร้อยละ 0.2 ของเทสทอสเตอโรนในเพศชายสามารถเปลี่ยนเป็นฮอร์โมนเพศหญิงได้ โดยรูปแบบของเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือดมี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบอิสระซึ่งมีอยู่เพียงร้อยละ 2 สามารถออกฤทธิ์โดยตรงกับอวัยวะเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนอีกรูปแบบหนึ่งคือ เทสทอสเตอโรนที่รวมกับโปรตีน 2 ชนิดได้แก่ โกลบูลิน (Globulin) ผลิตที่ตับและรวมตัวอย่างเหนียวแน่นกับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือดประมาณร้อยละ 60 หรือเรียกว่า SHBG (Sex hormone binding globulin) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับ SHBG ในพลาสม่า ผู้ใหญ่ปกติประมาณ 14.5-48.4 นาโนโมลต่อลิตร จัดเป็นเบต้า-โกลบูลิน (β-globulin) ถ้ามีโปรตีนโกลบูลินมากเกินไปจะทำให้ฮอร์โมนเพศชายอยู่อย่างอิสระน้อยหรือถ้ามีน้อยเกินไปจะทำให้ฮอร์โมนเพศชายอยู่ในสภาพอิสระมากขึ้นและสามารถออกฤทธิ์ได้มากขึ้น ถ้าปริมาณเทสทอสเตอโรนสูงขึ้นปริมาณ SHBG จะลดต่ำลง ส่วนอัลบูมิน (Albumin) ผลิตที่ตับ โดยค่าเฉลี่ยของระดับอัลบูมินในพลาสม่าผู้ใหญ่ปกติประมาณ 3.5-5.5 กรัมต่อเดซิลิตร รวมตัวกันอย่างหลวม ๆ กับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือดประมาณร้อยละ 38 แต่มีความจำเพาะน้อยกว่า SHBG ทำให้สามารถหลุดออกมาอยู่ในกระแสเลือดในรูปแบบอิสระได้ซึ่งรูปแบบอิสระนี้สามารถออกฤทธิ์กับอวัยวะเป้าหมาย (Target organ) จึงเรียก ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนส่วนนี้ว่า Bioavailable หรือ Bioactive testosterone ดังแสดงให้เห็นตามภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 สัดส่วนของฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือด (Blood work, n.d.)

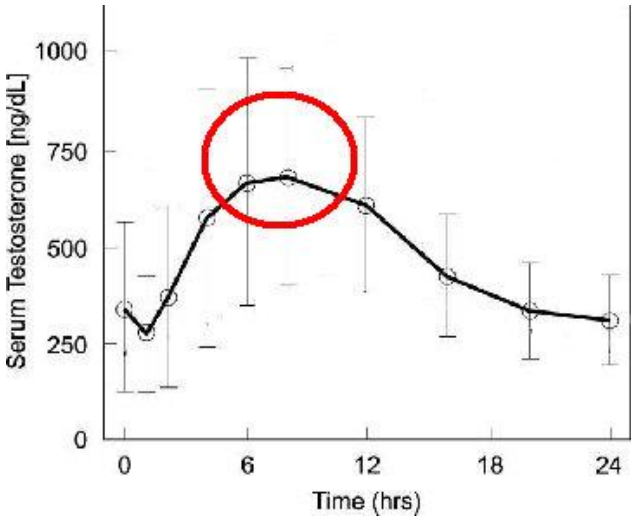
ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือดจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดชีวิต เริ่มจากมารดามีอายุครรภ์ 3-6 เดือน ฮอร์โมนนี้จะหลั่งสูงกว่าช่วงแรกเกิดเพราะเป็นช่วงที่อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกกำลังเปลี่ยนรูป หลังเกิดได้ประมาณ 2 เดือน เทสทอสเตอโรนจะค่อย ๆ ลดลงและลดต่ำมากตลอดช่วงวัยเด็กทำให้ในช่วงนี้ไม่สามารถตรวจหาเซลล์เลย์ดิกได้ เมื่อเข้าสู่วัยรุ่นอายุประมาณ 11 ปี เซลล์เลย์ดิกเริ่มปรากฏและสร้างฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 600 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร ทำให้มีเสียงห้าว มีกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้น มีการผลิตเชื้ออสุจิ มีขนขึ้นตามใบหน้าและลำตัว เป็นต้น (รัชฎา แก่นสาร, 2549) โดยปริมาณเทสทอสเตอโรนจะเพิ่มสูงขึ้นและสูงที่สุดในช่วงอายุ 17-20 ปี ซึ่งมีผลต่อความอดทน การรักษาสภาพหรือการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ อารมณ์ทางเพศและสมรรถภาพทางเพศ นอกจากนี้ ทำให้การนอนหลับมีคุณภาพดีขึ้น เพิ่มพลังจิตและพัฒนาคุณภาพชีวิต (สุพรพิมพ์ เจียสกุล, 2545) และจะคงระดับอยู่ตลอดช่วงวัยเจริญพันธุ์จนถึงช่วงอายุประมาณ 40 ปี (ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร, สายัณห์ สวัสดิ์ศรี และบัณฑิต จันทะยานี, 2544) จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงให้เห็นตามภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 การเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือดในแต่ละช่วงอายุ (รัชฎา แก่นสาร, 2549)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณเทสทอสเตอโรนตามฤดูกาล พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Ryan, Robert, Jason, & Larry, 2013) เพราะการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุ ช่วงเวลาของวัน วิถีการดำเนินชีวิต การออกกำลังกาย ค่าดัชนีมวลกาย สัดส่วนของเส้นรอบเอวต่อสะโพก และการนอนหลับ เป็นต้น นอกจากนี้ พบว่าเมื่อเซลล์เลย์ดิกสูญเสียความไวในการกระตุ้น LH จะทำให้ LH ค่อย ๆ เพิ่มปริมาณขึ้น ในขณะที่ปริมาณเทสทอสเตอโรนลดลงมีความสัมพันธ์กับความต้องการทางเพศลดลง แต่การผลิตอสุจิยังคงดำเนินต่อไป จากการศึกษาทั้ง Longitudinal และ Cross-sectional ในผู้ชายรัฐแมสซาชูเซตส์ที่มีอายุระหว่าง 39-70 ปี จำนวน 1,709 คน พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนค่อย ๆ ลดลงเมื่ออายุย่างเข้า 50 ปี โดยปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระลดลงประมาณร้อยละ 1.2 ต่อปี ปริมาณเทสทอสเตอโรนที่รวมอยู่กับอัลบูมินลดลงร้อยละ 1 ต่อปี ซึ่งปริมาณของฮอร์โมนนี้มีความแตกต่างกันมากระหว่างบุคคลต่อบุคคล โดยพบว่า ผู้ชายที่มีปริมาณเทสทอสเตอโรนอยู่ในเกณฑ์ต่ำพบได้ร้อยละ 7 ในช่วงอายุ 40-60 ปี พบได้ร้อยละ 20 เมื่ออายุ 60-80 ปี และพบได้ถึงร้อยละ 35 เมื่ออายุมากกว่า 80 ปี นอกจากนี้ พบว่า SHBG ที่เพิ่มขึ้นตามอายุมีผลทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระค่อย ๆ ลดลง รวมทั้งพบว่า เมื่ออายุมากขึ้นการแปรผันของปริมาณเทสทอสเตอโรนตามช่วงเวลาของวันหายไป และระดับของฮอร์โมนจะใกล้เคียงกับในช่วงวัยหนุ่มที่ตรวจเมื่อเวลา 20.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ฮอร์โมนเพศมีระดับต่ำสุด ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำหน้าที่ของอัณฑะในช่วงวัยทอง ได้แก่ ความเครียด ความเจ็บป่วย ภาวะทุโภชนาการ ความอ้วน ดื่มสุรา สูบบุหรี่และสารเสพติด (Hajjar et al., 1997 อ้างถึงใน ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร และคณะ, 2544) และจากการประชุมวิชาการ 120 ปี

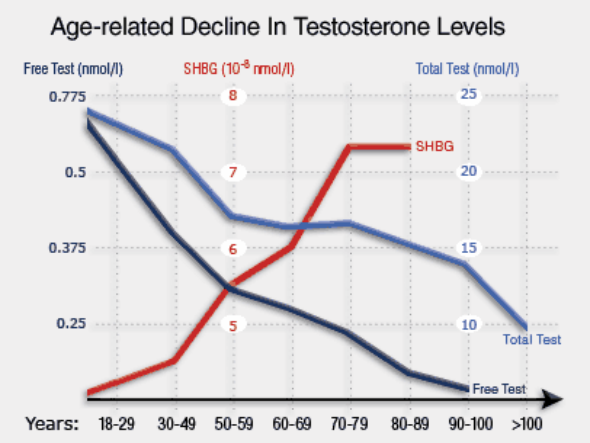
ศิริราช ยืนยันว่า ภาวะพร่องฮอร์โมนเพศชายในผู้ชายมีจริง โดยปริมาณเทสทอสเตอโรนในผู้ชายมีระดับสูงสุดเมื่ออายุประมาณ 20-30 ปี หลังจากนั้น ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมค่อย ๆ ลดลงประมาณร้อยละ 0.5 ต่อปี ส่วนปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระซึ่งสำคัญกว่าจะลดลงประมาณร้อยละ 1.2 ต่อปี แต่ผู้ชายบางคนที่มีอายุ 80-90 ปี แล้วยังมีปริมาณเทสทอสเตอโรนและสมรรถภาพทางเพศปกติเพราะเมื่อวัยหนุ่มมีระดับฮอร์โมนเพศชายสูงมากเมื่ออายุมากขึ้นถึงแม้ฮอร์โมนค่อย ๆ ลดลงก็ไม่ถึงกับต่ำมากและอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่ถ้าชายคนใดมีปริมาณเทสทอสเตอโรนสูงกว่าเกณฑ์เพียงเล็กน้อยเมื่ออายุ 20-30 ปี พออายุมากขึ้นจะเกิดภาวะพร่องฮอร์โมนเพศชาย (อภิชาต วิชญาณรัตน์, 2551) นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือดมีการแปรเปลี่ยนตามช่วงเวลาของวันโดยมีระดับสูงที่สุดในตอนเช้าเวลา 08.00 น. และมีระดับต่ำที่สุดในช่วงดึก (Late evening) ดังแสดงให้เห็นตามภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเทสทอสเตอโรนในกระแสเลือดตามช่วงเวลาของวัน
(S H Ho Urology and Laparoscopy Centre, n.d.)

ซึ่งมี Half life สั้น ๆ เพียง 12 นาที แล้วสลายไปเป็นสาร 2 ประเภท คือ สารประเภทที่ออกฤทธิ์ต่อเซลล์เป้าหมายและสารประเภทที่ไม่ออกฤทธิ์ที่ตับ ได้แก่ 17α-estradiol และ DHT ซึ่งได้รับการเปลี่ยนแปลงจากเทสทอสเตอโรน โดยอาศัย 5α-reductase enzyme ที่เซลล์ โดย DHT จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของอวัยวะเพศชายรวมถึงต่อมลูกหมาก ส่วน 17α-estradiol มีผลต่อความหนาแน่นของกระดูก การเจริญเติบโตของต่อมลูกหมากและมะเร็งเต้านม (ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร และคณะ, 2544)

ปริมาณเทสทอสเตอโรนปกติในผู้ชายมีค่าอยู่ระหว่าง 300-1,000 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร (10.4-34.7 นาโนโมลต่อลิตร) ร้อยละ 98 จะอยู่ในรูปของฮอร์โมนที่ไม่อิสระ โดยโปรตีนที่จับกับฮอร์โมนในเลือดจะเพิ่มขึ้นตามอายุ เช่น ผู้ชายบางคนมีอาการทุกอย่างของภาวะฮอร์โมนเพศต่ำ แต่มีปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมปกติเพราะเมื่ออายุมากขึ้นร่างกายจะสร้าง SHBG เพิ่มขึ้นทำให้วัดปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมได้สูงเพราะเป็นการวัดผลรวมของเทสทอสเตอโรนอิสระและส่วนของเทสทอสเตอโรนที่จับกับ SHBG ดังนั้น จึงควรวัด SHBG ด้วย ถ้าสูงกว่าปกติแสดงว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระลดลง (อภิชาต วิชญาณรัตน์, 2551) ดังแสดงให้เห็นตามภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเทสทอสเตอโรน และ SHBGในกระแสเลือด (Kevin, 2015)

3. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณเทสทอสเตอโรน

อายุ พบว่า ผู้ชายเมื่ออายุประมาณ 40 ปี ปริมาณเทสทอสเตอโรนเริ่มลดลงปีละประมาณร้อยละ 1 (สายัณห์ สวัสดิ์ศรีและคณะ, 2545) เพราะอัณฑะเริ่มเสื่อมหน้าที่ในการผลิตอสุจิทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนค่อย ๆ ลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่า เมื่ออายุ 50 ปีขึ้นไป จะมีอาการแสดงของคนวัยทอง เช่น หงุดหงิด ซึมเศร้า ไม่มีสมาธิ อ่อนเพลีย นอนไม่หลับ ร้อนวูบวาบตามร่างกาย รวมถึงการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ เป็นต้น และเมื่ออายุ 65 ปีขึ้นไป ปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลงกว่าวัยหนุ่มถึงร้อยละ 30 จากการศึกษาระยะยาวในผู้ชายวัยทองเมืองบอลทิมอร์ จำนวน 890 คน ด้วยวิธีการตรวจฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม พบว่า ผู้ชายที่มีอายุมากกว่า 60 ปี มีการพร่องฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนร้อยละ 20 เมื่ออายุมากกว่า 70 ปี เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 และเมื่ออายุมากกว่า 80 ปี จะมีการพร่องฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนถึงร้อยละ 50 (Harman, Metter, Tobin, Pearson, & Blackman, 2001) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Sattler et al.

(2009) พบว่า เมื่ออายุเพิ่มขึ้นระดับฮอร์โมนเพศชายจะลดลงอย่างช้า ๆ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาส่งผลให้ความแข็งแรงและการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง และจากงานวิจัยของ Isidori et al. (2005) พบว่า อายุเพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณเทสทอสเตอโรนที่ลดลง

เพศ พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนปกติในเพศชายสูงกว่าเพศหญิงประมาณ 40-50 เท่า ในเพศชายมีปริมาณเทสทอสเตอโรนปกติ 10.4-34.7 นาโนโมลต่อลิตรหรือ 300-1,000 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร ส่วนเพศหญิงมีปริมาณปกติ 1.04-2.43 นาโนโมลต่อลิตรหรือ 30-70 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร (ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2549) เพราะเทสทอสเตอโรนคือฮอร์โมนเพศชายที่มีบทบาทสำคัญมากในการแสดงลักษณะของบุรุษเพศ ส่วนในเพศหญิงจะมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับเพศชายแต่ร่างกายมีความไวต่อการใช้ฮอร์โมนนี้ในการรักษาความรู้สึกทางเพศ ความหนาแน่นของกระดูกและรักษามวลกล้ามเนื้อให้คงอยู่ตลอดไป (ประสาร เปรมะสกุล, 2553) ส่วนการได้รับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนเสริมในขณะที่มีปริมาณเหมาะสมจะทำให้ร่างกายได้รับฮอร์โมนเพศชายมากเกินและถ้าได้รับติดต่อเป็นเวลานานทำให้เกิดอันตรายร้ายแรงต่อบุคคลนั้น เช่น ทำให้ร่างกายเตี้ยแคระ ใบหน้าเป็นสิวอักเสบ ตับถูกทำลาย คอเลสเตอรอลในเลือดสูง เป็นโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง เส้นเลือดในสมองแตก ในเพศชายอัณฑะฝ่อและเป็นหมัน ส่วนในเพศหญิงมีรอบเดือนผิดปกติ มีกล้ามเนื้อเหมือนผู้ชาย มีเสียงห้าว มีขนขึ้นที่ใบหน้าและศีรษะล้าน สำหรับนักเพาะกายสตรีจำเป็นต้องได้รับเทสทอสเตอโรนเสริมให้มีปริมาณใกล้เคียงกับผู้ชายเพื่อเสริมสร้างและรักษากล้ามเนื้อให้ใหญ่ขึ้น และพบว่า เมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนสูงเกินเกณฑ์ปกติอาจเป็นสัญญาณบ่งชี้โรคมะเร็งรังไข่ในผู้หญิง และโรคมะเร็งลูกอัณฑะในผู้ชาย (ประสาร เปรมะสกุล, 2553) และถ้าใช้ปริมาณมาก ๆ ติดต่อกัน 2-3 เดือน จะเป็นอันตรายต่อระบบหัวใจและเสียชีวิตภายใน 20-30 ปีให้หลัง นอกจากนี้พบว่า ผู้ชายที่มีพฤติกรรมเบี่ยงเบนทางเพศจะมีฮอร์โมนเพศไม่แตกต่างจากผู้ชายทั่วไปเพราะฮอร์โมนเพศชายถูกสร้างตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดาและเมื่อเข้าสู่วัยรุ่นจนกระทั่งโตเป็นหนุ่ม (พันธ์ศักดิ์ ศุกระฤกษ์, 2545)

การรับประทานอาหาร ผู้ชายวัยทองควรรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่ในแต่ละมื้ออย่างหลากหลายตามหลักโภชนาการ ควรลดอาหารประเภทแป้ง น้ำตาลและไขมันสูงเพราะไขมันส่วนเกินเก็บสะสมไว้ใต้ผิวหนังและในเส้นเลือด โดยเฉพาะเมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดลงจะพบความสัมพันธ์กับปริมาณ TC, TG และ LDL-Cholesterol เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณ HDL-Cholesterol ลดลง ทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไขมันในเลือดสูง (Zhang et al., 2014) ที่อาจนำไปสู่การเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (Wickramatilake, Mohideen, & Pathirana, 2013) นอกจากนี้พบว่าปริมาณเทสทอสเตอโรนลดลงมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายที่เพิ่มขึ้นในผู้สูงอายุ (Chin et al., 2012) และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าดัชนีมวลกาย (Tang et al., 2007)

การออกกำลังกาย เพื่อรักษาระดับการเปลี่ยนแปลงปริมาณเทสทอสเตอโรน ควรออกกำลังกายในระดับต่ำกว่าระดับสูงสุดเป็นประจำ จากงานวิจัยของ Dale et al. (2012) พบว่า การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในระดับต่ำกว่าระดับสูงสุด ทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและเทสทอสเตอโรนอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการฝึก 16 สัปดาห์ แต่เมื่อหยุดออกกำลังกายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและเทสทอสเตอโรนอิสระจะลดลงไปอยู่ในระดับก่อนการออกกำลังกายทั้งสองกลุ่ม และพบว่า การฝึกแบบใช้แรงต้านระดับปานกลางทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้นในกลุ่มผู้ชายวัยหนุ่มมากกว่ากลุ่มผู้ชายวัยกลางคน (Arazi et al., 2013) นอกจากนี้พบว่า การฝึกความแข็งแรงในผู้ชายที่มีปริมาณเทสทอสเตอโรนต่ำกว่าปกติอาจช่วยฟื้นฟูกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ แต่การผสมผสานระหว่างการให้ฮอร์โมนทดแทนร่วมกับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อช่วยให้กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อและมวลของร่างกายที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มขึ้น (Lean body mass) (Kvorning et al., 2013) และพบว่า การออกกำลังกายทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้นส่งผลต่อปริมาณ TC และ LDL-Cholesterol ลดลง และ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้น (Awobajo, Olawale, & Bassey, 2013)

การอ้วนลงพุง เกิดจาก Leptin ที่อยู่ในไขมันออกฤทธิ์ยับยั้งการหลั่ง LH ที่ระดับไฮโปธาลามิก พิทูอิทารีทำให้ขาดฮอร์โมนมากระตุ้นเซลล์เลย์ดิกที่อัณฑะส่งผลให้การสร้างฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนลดลง นอกจากนี้ จำนวนอนุภาคของไขมันที่เพิ่มขึ้นเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของฮอร์โมนเพศชายต่อฮอร์โมนเพศหญิงทำให้มีระดับฮอร์โมนเพศชายต่ำในคนอ้วนทุกวัย จากงานวิจัยของ Svartberg et al. (2004) พบว่า ผู้ชายที่มีขนาดเส้นรอบเอวมากกว่า 102 เซนติเมตร มีปริมาณเทสทอสเตอโรนต่ำกว่ากลุ่มที่มีรอบเอวน้อยกว่านี้ โดยปริมาณเทสทอสเตอโรนที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับการสะสมของไขมันส่วนกลางลำตัว (Isidori et al., 2005) และพบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมมีความสัมพันธ์ต่อปัจจัยการเกิดโรคเมตาบอลิกในผู้ชายสูงอายุอย่างมีนัยสำคัญ (Tang et al., 2007) นอกจากนี้พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนมีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบของร่างกายในระดับสูงและมีความสำคัญในรักษาสมดุลของการเผาผลาญไขมัน (Maddalena, Vodo, Petroni, & Aloisi, 2012) และพบว่า มีความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างปริมาณเทสทอสเตอโรนกับน้ำหนักตัว ค่าดัชนีมวลกายและเส้นรอบเอวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (สว่างจิต สุรอมรกูล และคณะ, 2552)

การสูบบุหรี่ จากงานวิจัยของ Hrukoviova et al. (2013) พบว่า ฮอร์โมนเพศชายของคนที่ประสบความสำเร็จในการเลิกสูบบุหรี่และคนที่ไม่ประสบความสำเร็จในการเลิกสูบบุหรี่ไม่แตกต่างกันและพบว่า หลังจากเลิกสูบบุหรี่ได้หนึ่งปี ค่าดัชนีมวลกายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน SHBG ลดลงและปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งการเปลี่ยนแปลง

ของ SHBG และปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีมวลกาย แต่เป็นผลกระทบโดยตรงจากการเลิกสูบบุหรี่ นอกจากนี้ การสูบบุหรี่เป็นอีกสาเหตุที่ทำให้หลอดเลือดตีบและอุดตัน เพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดเพราะสารนิโคตินในบุหรี่ไปกระตุ้นการบีบตัวของหลอดเลือดทำให้เกิดการรวมตัวของกรดไขมันในเลือดเพิ่มขึ้นและทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลง โดยพบว่า การสังเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนลดลงร้อยละ 25 จะทำให้อัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้น (หะทัย เทพพิสัย, 2545) ซึ่งมีผลต่อความก้าวหน้าของโรคหัวใจและหลอดเลือดโดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือดและทำให้อัตราการเสียชีวิตเพิ่มขึ้น (Schwarcz & Frishman, 2010) เพราะฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนมีบทบาทสำคัญในการช่วยป้องกันสุขภาพของหัวใจและหลอดเลือดของผู้ชาย (Brand et al., 2011)

การดื่มสุรา มีผลกระทบโดยตรงทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของตับลดลงและกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ Aromatase ทำให้อัตราส่วนของฮอร์โมนเพศชายต่อฮอร์โมนเพศหญิงเปลี่ยนแปลงไปและเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อัตราส่วนของฮอร์โมนเพศหญิงเพิ่มขึ้นในผู้ชายที่ดื่มสุราเป็นประจำ นอกจากนี้พบปริมาณเส้นเลือดฝอยใต้ผิวหนังรวมกันเป็นกลุ่มคล้ายใยแมงมุม (Spider veins) บริเวณจมูกและแก้ม และพบภาวะเต้านมใหญ่ขึ้นคล้ายเต้านมผู้หญิง (Gynecomastia) เมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดลง และพบว่า การดื่มสุราเป็นเวลานานทำให้ เกิดสารอนุมูลอิสระในอัณฑะ (Maneesh, Jayalekshmi, Dutta, Chakrabarti, & Vasudevan, 2005) นอกจากนี้พบว่า การดื่มสุรามีผลต่อการลดปริมาณเทสทอสเตอโรน LH, FSH, วิตามินซี วิตามินอี เบต้าแคโรทีน กลูตาไธโอน และสารต้านอนุมูลอิสระทำให้สารอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น (Kulkarni, Ravindra, Dhume, Rataboli, & Rodrigues, 2009)

ความเครียด เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผู้ชายวัยทองที่ส่งผลกระทบต่อจิตใจและอารมณ์ทำให้เกิดมีอาการซึมเศร้า หงุดหงิด นอนไม่หลับหรือตื่นนอนกลางคืนแล้วหลับยาก ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหานอนไม่หลับ โดยเฉพาะผู้ชายเมื่ออายุ 50 ปีขึ้นไป ปริมาณเทสทอสเตอโรนจะลดลงอย่างรวดเร็วส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการนอนหลับลดลง ซึ่งเป็นผลจากการผลิตฮอร์โมนเพศชายลดลงเพราะร่างกายผลิตฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในเวลากลางคืนขณะนอนหลับสนิทและพบว่า GH จะหลั่งออกมากเช่นกันในเวลาหลังเที่ยงคืน นอกจากนี้ พบว่าความเครียดจะทำให้ฮอร์โมนคอร์ติซอลเพิ่มขึ้นซึ่งมีความสัมพันธ์กับการลดลงของฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน (Mehta & Josephs, 2010)

4. การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ปัจจุบันการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเทสทอสเตอโรนได้ที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ด้วยวิธีการตรวจเลือดและสามารถทราบผลได้ภายในวันเดียวกัน สำหรับการตรวจหาปริมาณ

เทสทอสเตอโรนควรดำเนินการในช่วงเช้าระหว่างเวลา 07.00-11.00 น. เพราะเป็นช่วงที่ฮอร์โมนเพศชายขึ้นสูงสุดและไม่จำเป็นต้องอดอาหาร การตรวจหาปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมโดยค่าปกติที่ยอมรับได้คือ มากกว่า 12 นาโนโมลต่อลิตร (มากกว่า 346 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร) หรือค่าปกติของเทสทอสเตอโรนอิสระต้องมากกว่า 250 พิโกโมลต่อลิตร (72 พิโกกรัมต่อมิลลิลิตร) ส่วนค่าเทสทอสเตอโรนรวมระหว่าง 8-12 นาโนโมลต่อลิตร (ระหว่าง 231-346 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร) หรือค่าเทสทอสเตอโรนอิสระระหว่าง 180-250 พิโกโมลต่อลิตร (52-72 พิโกกรัมต่อมิลลิลิตร) ถือว่ามีอาการของการขาดฮอร์โมน แต่ถ้าค่าเทสทอสเตอโรนรวมน้อยกว่า 8 นาโนโมลต่อลิตร (น้อยกว่า 231 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร) หรือค่าเทสทอสเตอโรนอิสระน้อยกว่า 180 พิโกโมลต่อลิตร (52 พิโกกรัมต่อมิลลิลิตร) ควรได้รับฮอร์โมนทดแทน แต่เนื่องจากการลดระดับของฮอร์โมนเพศชายแต่ละคนมีความแตกต่างกัน รวมทั้ง SHBG จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามอายุทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระและ Bioavailable testosterone ลดลง ส่งผลให้ใช้ค่าปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอ เนื่องจากเทสทอสเตอโรนอิสระและ Bioavailable testosterone ซึ่งเป็นเทสทอสเตอโรนอิสระที่จับกับอัลบูมินออกฤทธิ์โดยตรงต่อเซลล์นั้นค่อนข้างตรวจได้ยาก และสำหรับการตรวจหาปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระด้วยวิธี Equilibrium dialysis มีราคาแพงและยังได้ค่าไม่ค่อยแน่นอน ส่วนการตรวจ Gonadotrophin (FSH, LH) ไม่มีประโยชน์สำหรับการวินิจฉัยเพราะมีระดับไม่แน่นอน ดังนั้น วิธีที่นิยมคือ ตรวจปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมร่วมกับการตรวจ SHBG และนำผลการตรวจมาคำนวณหาปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระ ตามวิธีการและสูตรของ Vermeulen (Vermeulen et al., 1999 อ้างถึงใน ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร, 2549) ที่สามารถคำนวณหาค่าได้ผ่านเว็บไซต์ www.issam.ch/freetesto.htm (International Society for the Study of the Aging Male [ISSAM], n.d.) และไม่แนะนำการตรวจหาปริมาณเทสทอสเตอโรนจากน้ำลาย (Salivary testosterone) แทนการตรวจหาปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระเพราะค่าที่ได้ยังไม่ถูกต้อง ส่วนกรณีที่พบปริมาณเทสทอสเตอโรนต่ำหรือต่ำมากกว่าปกติมีข้อแนะนำให้ตรวจซ้ำพร้อมกับตรวจหาปริมาณ LH และโพรแลคติน (Prolactin) ร่วมด้วย (สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, 2549)

5. การวิเคราะห์ปริมาณเทสทอสเตอโรน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการศึกษาปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม และปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ได้ออกกำลังกาย โดยใช้วิธีการตรวจเลือดเพื่อหาปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมร่วมกับตรวจหาโปรตีนที่จับกับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน ได้แก่ การตรวจหาปริมาณ SHBG และอัลบูมิน เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระด้วยสูตรของ Vermulen (ISSAM, n.d.) โดยพยาบาลวิชาชีพและเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ประจำศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ ชลบุรี มีขั้นตอน ดังนี้

1. การเก็บตัวอย่างเลือด ด้วยการเจาะเลือดที่เส้นเลือดดำบริเวณข้อพับแขน (Median cubital vein) ในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 07.00-09.00 น. ด้วยพยาบาลวิชาชีพและเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ ของศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ ชลบุรี

2. ปริมาณของเลือดที่เก็บเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG และอัลบูมิน จำนวน 5 ซีซีต่อคน

3. นำตัวอย่างเลือดของแต่ละบุคคลไปปั่นเพื่อแยกซีรั่ม (Serum) จากนั้นนำซีรั่มเข้าเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Cobas 6000 analyzer series บริษัท Roche เพื่อตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG และอัลบูมิน ดังนี้

3.1 การตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม ใช้หลักการ Electrochemiluminescence immunoassay โดยใส่ชุดน้ำยาตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ Immunodiagnostic products signal reagent, Immunodiagnostic products universal wash reagent, Immunodiagnostic products testosterone controls และ Disposible tip

3.2 การตรวจวิเคราะห์ SHBG ใช้หลักการ Electrochemiluminescence immunoassay โดยใส่ชุดน้ำยาตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ Streptavidin-coated microparticles, Anti-SHBG-Ab-biotin, Biotinylated monoclonal anti-SHBG antibody, Phosphate buffer, Anti-SHBG-Ab-Ru, Monoclonal anti-SHBG antibody (mouse) labeled with ruthenium complex และ Disposible tip

3.3 การตรวจวิเคราะห์อัลบูมิน ใช้หลักการ Modified bromcresol green binding assay โดยใส่น้ำยาตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก Albumin (ALB2) ทำให้อัลบูมินจับกับสี BCG (Bromcresol green) ที่ pH 4.9 เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของอัลบูมิน BCG ซึ่งมีสีน้ำเงินเขียว

4. นำผลการตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG และอัลบูมินรายบุคคล มาคำนวณหาค่าฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนอิสระ โดยใช้สูตรของ Vermulen (ISSAM, n.d.) (ภาคผนวก ก)

สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

1. ความหมายสมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกายหรือความสมบูรณ์พร้อมทางกาย (Physical fitness) เป็นสิ่งสำคัญของมนุษย์ทุกคนที่ต้องการมีสุขภาพที่ดีและเกิดขึ้นได้เมื่อร่างกายมีการเคลื่อนไหวและออกแรงมากกว่าการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization [WHO], 2000) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางกายไว้ว่า เป็นความสามารถหรือประสิทธิภาพของการแสดงออกทางร่างกายอย่างเต็มที่ และมีผู้ให้ความหมายไว้คล้ายคลึงกัน

ได้แก่ วิริยา บุญชัย (2529) และพิชิต ภูติจันทร์ (2547) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะประกอบกิจกรรมใด ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นระยะเวลาติดต่อกันนาน ๆ โดยไม่แสดงอาการเหน็ดเหนื่อยให้ปรากฏและสามารถฟื้นตัวกลับสู่สภาวะปกติได้ในเวลาอันรวดเร็ว หรือการมีสุขภาพร่างกายที่สมบูรณ์พร้อมปฏิบัติภารกิจอย่างกระฉับกระเฉงและไม่เหนื่อยล้า (ราชบัณฑิตยสถาน, 2547) ส่วนสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (2549), ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และสิทธา พงษ์พิบูลย์ (2554) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถในการทำงานของระบบต่าง ๆ ของร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยบุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายดีสามารถประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้อย่างกระฉับกระเฉงไม่เหนื่อยล้าจนเกินไปและยังมีพลังงานสำรองมากพอสำหรับกิจกรรมนันทนาการหรือกรณีฉุกเฉิน จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่ปฏิบัติกิจกรรมทางกายต่าง ๆ ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่เหนื่อยเมื่อยล้าและสามารถฟื้นตัวกลับสู่สภาพปกติอย่างรวดเร็ว ซึ่งกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมกับผู้ชายวัยทองในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพควรเป็นกิจกรรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลางประมาณ 300 นาทีต่อสัปดาห์ หรือการออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับหนักประมาณ 150 นาทีต่อสัปดาห์ หรือออกกำลังกายระดับปานกลางถึงระดับหนักร่วมกันและควรเสริมด้วยกิจกรรมสร้างความแข็งแรงให้แก่กล้ามเนื้ออย่างน้อย 2 วันต่อสัปดาห์ หรือมากกว่านั้น (WHO, 2010 อ้างถึงใน ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และสิทธา พงษ์พิบูลย์, 2554) หรือออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลางอย่างน้อยวันละ 30 นาที สัปดาห์ละ 3-5 ครั้ง ควบคู่กับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านและควรยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนและหลังการออกกำลังกายทุกครั้ง (กรมอนามัย, 2553)

2. องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ เป็นความสามารถเชิงสรีรวิทยาพื้นฐานของมนุษย์ทุกคนและเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของการมีสุขภาพดี มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ด้าน ดังนี้

1. ส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition) ร่างกายประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ Fat mass และ Fat-free mass ได้แก่ กระดูก กล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อ อวัยวะต่าง ๆ น้ำ โปรตีน แร่ธาตุ และอื่น ๆ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้คล้ายคลึงกัน เช่น ดวงจันทร์ พันธยุทธ์ และชาคริต ธรมธัช (2548) และธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล (2552) กล่าวว่า ส่วนประกอบของร่างกาย คือ อัตราส่วน Fat mass และ Lean body mass หรือ Fat-free body mass ได้แก่ กล้ามเนื้อ กระดูก และอวัยวะต่าง ๆ นอกจากนี้ ประทุม ม่วงมี (2527) กล่าวว่า ในร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ (Body constituent) เช่น จำนวนของกระดูก จำนวนของอวัยวะต่าง ๆ และสิ่งที่

เปลี่ยนแปลงได้ (Body composition) เช่น ขนาดของกล้ามเนื้อ ปริมาณของไขมันที่เก็บสะสมไว้ใต้ผิวหนัง ปริมาณของแร่ธาตุในกระดูก ซึ่งส่วนประกอบของร่างกายที่เปลี่ยนแปลงได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ไม่มีบทบาทสำคัญในการสร้างพลังงาน เช่น ปริมาณของแร่ธาตุที่สะสมไว้ในกระดูก ไขมันที่สะสมไว้ใต้ผิวหนัง และส่วนที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างพลังงาน (สามารถนำไปใช้ในการเคลื่อนไหวร่างกาย) ได้แก่ กล้ามเนื้อและปริมาณของไขมันที่สะสมอยู่ใต้ผิวหนัง เป็นตัวบ่งชี้สำคัญที่จะทำให้น้ำหนักของคนเราเปลี่ยนแปลงไปหรือเรียกว่า น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันที่สะสมอยู่ ซึ่งองค์ประกอบของร่างกายมนุษย์เชื่อกันว่าถูกกำหนดด้วยรหัสพันธุกรรมหรือยีนส์ (Gene) ทำให้มีความแตกต่างกันตั้งแต่เริ่มปฏิสนธิ ทั้งความเป็นเพศชายและหญิง ความยาวของกระดูก ชนิดของใยกล้ามเนื้อ รวมถึงปริมาณไขมันในร่างกาย เป็นต้น โดยไขมันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการดำเนินชีวิตและเป็นแหล่งอาหารสำรองของร่างกาย ทำหน้าที่ให้ความอบอุ่น เป็นฉนวนป้องกันเมื่อมีอากาศหนาวเย็น ช่วยป้องกันอันตรายต่ออวัยวะภายในร่างกาย นอกจากนี้ เพศชายและเพศหญิงมีการเก็บสะสมไขมันที่แตกต่างกัน โดยเพศชายจะสะสมไขมันบริเวณหน้าท้องจำนวนมากแต่บริเวณสะโพก ก้นย้อยและต้นขามีการสะสมจำนวนน้อย ส่วนเพศหญิงจะสะสมบริเวณสะโพก ก้นย้อยและต้นขามากกว่าบริเวณหน้าท้อง นอกจากนี้พบว่า อายุมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของร่างกาย การทำงานของร่างกายและการเผาผลาญสารอาหารทำให้เกิดการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อแต่กลับมี Fat mass เพิ่มขึ้น (Sattler et al., 2009) และมีรายงานว่า ปริมาณไขมันจำนวนมากเกินไปมีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคเกี่ยวกับระบบหัวใจและหลอดเลือดเพราะไขมันส่วนเกินบริเวณหน้าท้องจะมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวานชนิดที่ 2 โรคหลอดเลือดสมอง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคไขมันในเลือดสูง และโรคเมตาบอลิก (ACSM, 2010) จากการประชุมวิชาการ 120 ปี ศิริราช กล่าวถึงปัญหาของโรคเมตาบอลิก เพราะผู้ที่มีภาวะอ้วนลงพุงจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (Coronary heart disease: CHD) ซึ่งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 1 ในประเทศพัฒนาแล้ว ส่วนโรคเบาหวานเป็นต้นเหตุที่ทำให้เสียชีวิตประมาณ 4 ล้านคน ทั่วโลก ในขณะนี้ทั่วโลกมีผู้ป่วยเบาหวานประมาณ 240 ล้านคน และคาดว่าในปี ค.ศ. 2025 จะมีผู้ป่วยเพิ่มขึ้นถึง 380 ล้านคน ซึ่งปัญหาต่าง ๆ ข้างต้นนี้สามารถป้องกันและบรรเทาลงได้ด้วยการออกกำลังกาย โดยพบว่า การออกกำลังกายช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ความดันโลหิตสูง โรคมะเร็งโรคกระดูกพรุน และโรคเบาหวาน (Wroblewski et al., 2011) และพบว่า การเดินมากกว่า 10,000 ก้าวต่อวัน จะช่วยให้ผู้ที่มีภาวะอ้วนลงพุงมีขนาดเส้นรอบเอว ระดับน้ำตาลในเลือด ดัชนีมวลกาย และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง (Musto, Jacobs, Nash, Rossi, & Perry, 2010) จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ไขมัน

ในร่างกายมีความสำคัญและมีประโยชน์และต่อการดำเนินชีวิตก็ต่อเมื่อมีปริมาณที่เหมาะสม ไม่น้อยหรือมากจนเกินไป เช่น เป็นแหล่งอาหารสำรองของร่างกาย ให้ความอบอุ่น เป็นฉนวน ป้องกันอากาศหนาวเย็น ช่วยป้องกันอันตรายต่ออวัยวะภายในร่างกาย เป็นต้น นอกจากนี้พบว่า สัดส่วนของไขมันในร่างกายที่มากจนเกินไปจะเป็นตัวสะท้อนสมรรถภาพทางกายและปัจจัยเสี่ยง ต่อการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวานชนิดที่ 2 และโรคไขมันในเลือดสูง เป็นต้น

2. ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (Cardiorespiratory endurance) หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่อดทนต่อการทำงานหนักระดับปานกลางได้เป็นเวลายาวนาน โดยเกิดความเมื่อยล้าหรือเหนื่อยช้าลง เป็นผลมาจากความสามารถของหัวใจหลอดเลือดและปอด ที่นำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายโดยเฉพาะกล้ามเนื้อเพื่อใช้ในการเผาผลาญพลังงาน ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้คล้ายคลึงกัน เช่น กรมอนามัย (2550), เจริญ กระบวนรัตน์ (2556), ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล (2552) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (2549) กล่าวว่า ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ หมายถึง ความสามารถของระบบหัวใจ ปอด และหลอดเลือดในการลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารไปส่งให้กล้ามเนื้อใช้เป็นพลังงานในขณะที่ มีการออกแรงเคลื่อนไหวร่างกายหรือปฏิบัติกิจกรรมทางกายได้อย่างยาวนานโดยไม่เหนื่อยล้าง่าย และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดที่สัมพันธ์กับสุขภาพโดยประเมินจากความสามารถในการใช้ ออกซิเจนสูงสุดซึ่งจะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1 ต่อปี หรือมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับ ปัจจัยอื่น ๆ เช่น เพศ (เพศหญิงจะมีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่ำกว่าเพศชายประมาณ ร้อยละ 15-30) พันธุกรรม (มีผลต่อค่าออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคนถึงร้อยละ 50-60) และ การออกกำลังกาย (โดยผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำจะมีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด สูงกว่าผู้ที่เคลื่อนไหวร่างกายน้อยและขึ้นอยู่กับเวลาในการออกกำลังกาย) เป็นต้น (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และสิทธา พงษ์พิบูลย์, 2554) เพราะการออกกำลังกายทำให้หัวใจสูบฉีดเลือดไปเลี้ยง ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้มากขึ้นส่งผลให้หัวใจและปอดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยบุคคลใดมีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจอยู่ในระดับสูงจะช่วยป้องกัน การเสียชีวิตก่อนวัยอันควรจากโรคหัวใจและหลอดเลือดสมอง โรคอ้วน ความดันโลหิตสูงและช่วย ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคเบาหวาน นอกจากนี้ช่วยลดความเครียด ช่วยให้ความจำดีขึ้น ช่วยชะลอ ความชราทำให้อ่อนกว่าวัย ช่วยลดไขมันในร่างกายและเพิ่มปริมาณ HDL-Cholesterol จัดเป็น ไขมันที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นต้น และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากสำหรับบุคคลทั่วไปและ นักกีฬาที่ต้องดำเนินกิจกรรมต่อเนื่องเป็นเวลานานซึ่งจะทำให้ร่างกายเหนื่อยช้าและทำงานได้นาน ขึ้น สำหรับการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจของ ผู้ชายวัยทองควรมุ่งเน้นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่แขน

และขาเป็นจังหวะต่อเนื่องซ้ำ ๆ เช่น เดิน เดินเร็ว วิ่งเหยาะ ว่ายน้ำ ขี่จักรยาน เป็นต้น โดยต้องออกกำลังกายอย่างน้อย 30 นาทีต่อวัน ประมาณ 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือปฏิบัติทุกวัน ด้วยความหนักระดับปานกลางประมาณร้อยละ 65-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ซึ่งการออกกำลังกายตามหลักการข้างต้นจะช่วยพัฒนาหน้าที่การทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ทำให้เพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (ACSM, 2010) จากงานวิจัยของเอนก สูตรมงคล และคณะ (2556) พบว่า ผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการชวนผู้เกษียณขี่จักรยานเพื่อสุขภาพ 65 วัน ร้อยละ 100 มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดอยู่ในระดับดีมาก และพบว่า กลุ่มขี่จักรยานเป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นและเพิ่มสูงกว่ากลุ่มเดินและกลุ่มควบคุม (ไวพจน์ จันทร์เสม และปธานศาสน จับจิตร, 2552) เช่นเดียวกับงานวิจัยของสิรินทร กัณหา (2552) พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ นอกจากนี้ พบว่า การเดินแบบหนัก (ร้อยละ 80-90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง) สลับเบา (ร้อยละ 30-40 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง) ช่วงละ 3 นาที เป็นเวลา 30 นาทีต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ ทำให้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่าการเดินแบบต่อเนื่อง (ร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง) (ศิริพร ศิริกาญจนโกวิท และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2551) และงานวิจัยของมณินทร รักษ์บำรุง (2546) พบว่า การฝึกวิ่งที่มีการผสมผสานการวิ่งแบบอินเทอร์วาลช่วยพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจได้ดีกว่าการฝึกวิ่งแบบต่อเนื่องและการฝึกวิ่งแบบอินเทอร์วาล และพบว่า การเดินสะสม 3 ช่วง ๆ ละ 10 นาที และการเดินต่อเนื่อง 30 นาที บนสายพานที่กำหนดความหนักร้อยละ 65-75 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ทำให้มีสุขสมรรถนะเกี่ยวกับความจุปอดและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างกัน (นงพะงา ศิวานุวัฒน์, ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และดรุณวรรณ จักรพันธ์, 2550) เช่นเดียวกับการเดินกระฉับกระเฉงแบบต่อเนื่องและแบบสะสมที่ความหนักระดับปานกลาง สัปดาห์ละ 3 วัน ๆ ละ 30 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันในการเพิ่มความสามารถของร่างกาย (นริศรา ชัยมงคล และสายนที ปรารถนาผล, 2554) ดังนั้น เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่ไม่มีเวลาเพียงพอในการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงกระทำหรือต้านกับแรงภายนอก ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้คล้ายคลึงกัน เช่น กรมอนามัย (2550), ดวงจันทร์ พันธยุทธ์ และชาคริต ธรมธัช (2548) และศิริรัตน์ หิรัญรัตน์ (2539) กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งหรือกลุ่มกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อออกแรงต้านทานน้ำหนักหรือวัตถุแต่ละครั้ง เช่น ความแข็งแรง

ของกล้ามเนื้อแขนในการงอศอกเพื่อยกของ ความแข็งแรงของกล้ามขาในการถีบตัวออกจากแท่นสตาร์ทของนักกีฬา โดยจัดเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมถึงการปฏิบัติกิจกรรมทางการกีฬาเกือบทุกชนิด ซึ่งการทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงจำเป็นต้องให้กล้ามเนื้อมัดนั้น ๆ ได้รับการพัฒนาด้วยการออกแรงต้านหรือได้รับการฝึกแบบใช้น้ำหนักต้านอยู่เสมอเพราะจะทำให้พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อมากขึ้น กล้ามเนื้อเหนียวและหนาขึ้น ขนาดของกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้นทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น จำนวนเส้นเลือดฝอยไปเลี้ยงกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ทนต่อความร้อนและความเป็นกรด-ด่างได้ดี ทำงานประสานกับกล้ามเนื้อมัดอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความอดทนต่อความเหนื่อยล้าและความเจ็บปวดมากขึ้น มีแคลเซียมในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น น้ำย่อยในกล้ามเนื้อทำหน้าที่ดีขึ้นและกล้ามเนื้อสามารถนำออกซิเจนมาใช้ได้มากขึ้น (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ การเรียงตัวของใยกล้ามเนื้อ ความเมื่อยล้าและอุณหภูมิของกล้ามเนื้อรวมถึงปริมาณของสารอาหารที่เป็นแหล่งเชื้อเพลิงที่สะสมไว้ในร่างกายตลอดจนระดับของการฝึก การพักผ่อนระหว่างฝึก เพศและวัย นอกจากนี้พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเกี่ยวข้องกับกำลังของกล้ามเนื้อและความเร็วทำให้สามารถทำงานได้อย่างทันทีทันใดด้วยการใช้แรงสูงสุดในการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้มีความคล่องแคล่วว่องไวในการเคลื่อนไหวเพราะกล้ามเนื้อที่แข็งแรงสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2539) ทำให้ความดันโลหิตขณะพักลดลง ความแข็งแรงและความหนาแน่นของกระดูกเพิ่มขึ้น ช่วยป้องกันและลดอาการปวดหลัง ปวดข้อหรือข้ออักเสบ เพิ่มการเผาผลาญแคลอรีในระหว่างการออกกำลังกายมีผลทำให้ปริมาณไขมันในร่างกายลดลงได้ ช่วยส่งเสริมรูปร่างทรวดทรงให้กระชับได้สัดส่วนสวยงาม ช่วยลดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อต่อ นอกจากนี้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ และความหนาแน่นของกระดูก พบว่า การฝึกแบบเพิ่มความแข็งแรงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเทสทอสเตอโรนซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ เพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดง ลดไขมันในร่างกาย และทำให้เกิดลักษณะเพศชาย (McArdle, Katch, & Katch, 2010) และพบว่า การฝึกแบบใช้แรงต้านในระดับปานกลางมีผลทำให้ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ เส้นรอบวงกล้ามเนื้อและการหลั่งฮอร์โมนเพศเพิ่มขึ้นในกลุ่มผู้ชายวัยกลางคน (Arazi et al., 2013) ยืนยันได้จากงานวิจัยของไวพจน์ จันทร์เสม และปธานศาสน จับจิตร (2552) พบว่า การขี่จักรยานทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่า นักปั่นจักรยานวัยเกษียณมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางถึงดีมากเกือบทั้งหมด ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากทุกคน (เอนก สูตรมงคล และคณะ, 2555) และพบว่า การฝึกความอดทนร่วมกับฝึกแบบวงจรและการฝึก

แบบวงจรร่วมกับฝึกความอดทนมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันในการพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ (Chtara et al., 2008) ดังนั้น การส่งเสริมสุขภาพด้วยการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตประจำวันช่วยชะลอผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในวัยกลางคนได้ โดยคนที่ออกกำลังกายไม่เพียงพอหรือขาดการออกกำลังกายทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง ขนาดของกล้ามเนื้อลดลงและอ่อนแรงลง รวมถึงความหนาแน่นของกระดูกลดลงประมาณร้อยละ 30 ในช่วงอายุ 30-80 ปี ซึ่งการเสื่อมตามอายุนี้สามารถป้องกันได้ด้วยการฝึกแบบใช้แรงต้านเพื่อพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและเพิ่มความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ ลดไขมันในร่างกาย ลดความดันโลหิต ควบคุมเบาหวาน และไขมันในเส้นเลือดได้ดีขึ้น โดยใช้หลักการฝึกความแข็งแรงแบบใช้แรงต้านในกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ เช่น แขน ขาและลำตัวอย่างน้อยสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ๆ ละ 30 นาที และควรเริ่มจากน้ำหนักน้อยไปน้ำหนักมาก โดยคำนวณจากน้ำหนักประมาณร้อยละ 60-70 ของน้ำหนักสูงสุดที่ทำได้เป็นน้ำหนักเริ่มต้นการฝึกและทุก 2 สัปดาห์ ควรเพิ่มน้ำหนักประมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนักที่ใช้ฝึกในขณะนั้น ปฏิบัติซ้ำเป็นจังหวะช้า ๆ จำนวน 8-12 ครั้ง โดยใช้เวลาในการยกขึ้น 2 วินาที และการเคลื่อนที่ลงควรใช้เวลา 4 วินาที (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และเฉลิม ชัยวัชราภรณ์, 2540)

4. ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงหดตัวซ้ำ ๆ กันได้เป็นเวลานานต่อเนื่องก่อนเกิดการล้า (Exhaustion) ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้คล้ายคลึงกัน เช่น เจริญ กระบวนรัตน์ (2556), ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล (2552), สมชาย ลี่ทองอิน (ม.ป.ป.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (2549) กล่าวว่า ความอดทนของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวออกแรงซ้ำ ๆ ให้วัตถุเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานหรือหลายครั้งติดต่อกันได้โดยไม่เกิดความเมื่อยล้าและเมื่อกล้ามเนื้อในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีความอดทนจะช่วยทำให้ระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ (ประทุม ม่วงมี, 2527) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความอดทนของกล้ามเนื้อ คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ปริมาณเลือดที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อ พลังงานสำรองในกล้ามเนื้อ จำนวนและการระดมของ Moter unit ความหนักของงานหรือแรงต้าน เป็นต้น นอกจากนี้ เพศและอายุยังเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความอดทนของกล้ามเนื้อ (ดวงจันทร์ พันธยุทธ์ และชาคริต ธรมธัช, 2548) หลักการฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อใช้หลักการเดียวกับการฝึกความแข็งแรงที่ต้องเน้นการฝึกในกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ เช่น แขน ขาและลำตัวอย่างทั่วถึง (ประทุม ม่วงมี, 2527) โดยในช่วง 4-6 สัปดาห์แรกของการฝึกความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อจะเพิ่มมากขึ้นเกิดจากการปรับตัวของระบบประสาทกล้ามเนื้อและเมื่อฝึกต่อเนื่องในสัปดาห์ที่ 8-10 ขนาดของกล้ามเนื้อจะใหญ่ขึ้นสามารถหดตัวได้

อย่างรุนแรงและรวดเร็ว (Wilmore, Costill, & Kenney, 2008) นอกจากนี้พบว่า ในทางปฏิบัติความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ที่ทับซ้อนกัน (Overlap) เช่น การฝึกโดยใช้น้ำหนักน้อยแต่ยกมากครั้งจะช่วยพัฒนาทั้งด้านความอดทนและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หรือการฝึกโดยใช้น้ำหนักมากแต่ยกจำนวนน้อยครั้งจะพัฒนาความอดทนในระดับหนึ่งด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เพราะความอดทนของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) ส่วนการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อสำหรับผู้ชายวัยทอง คือ การใช้น้ำหนักหรือแรงต้านของตนเอง เช่น ดึงข้อ ดันพื้น ลุกนั่ง หรือเกร็งกล้ามเนื้อมัดต่าง ๆ ค้างไว้ประมาณ 6-10 วินาที แล้วค่อยผ่อนแรง หรือการใช้น้ำหนักจากภายนอก เช่น ยางยืด ดัมเบลล์ หรืออุปกรณ์ยกน้ำหนักชนิดต่าง ๆ โดยต้องใช้น้ำหนักเบาหรือปานกลางแต่ยกจำนวนครั้งมากขึ้น จากงานวิจัยของสมพร ส่งตระกูล (2553) พบว่า การฝึกกล้ามเนื้อแบบใช้แรงต้านสัปดาห์ละ 3 วัน วันละประมาณ 15 นาที และเพิ่มความหนักของงานทุก 2 สัปดาห์ ทำให้กล้ามเนื้อกระชับและมีขนาดใหญ่ขึ้นส่งผลต่อความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ประเมินจากการทดสอบนอนยกตัวและดันพื้นหลังการฝึก 8 สัปดาห์ โดยกลุ่มออกกำลังกายมีสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้ออยู่ในเกณฑ์ที่ดี และพบว่า การฝึกตามโปรแกรมการออกกำลังกายแบบวงจรนาน 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 60 นาที สามารถพัฒนาความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของ กองการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พบว่า การนอนยกตัวอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เพราะได้นำหลักการฝึกแบบใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านและปฏิบัติต่อเนื่องติดต่อกันหลายครั้งทำให้กล้ามเนื้อเกิดการพัฒนาด้านความแข็งแรงและความอดทน (สว่างจิต แซ่โง้ว และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2552) นอกจากนี้ งานวิจัยของ Arazi, Faraji, Moghadam, and Samadi (2011) ศึกษาผลการฝึกแบบใช้แรงต้านร่วมกับการฝึกความอดทนที่มีต่อความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ พลังแอโรบิก ความอ่อนตัวและส่วนประกอบของร่างกายของนักศึกษาชายอายุประมาณ 21-23 ปี จำนวน 42 คน พบว่า หลังการฝึก 12 สัปดาห์ Lean body mass พลังแอโรบิก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในกลุ่มฝึกความอดทนร่วมกับการฝึกแบบใช้แรงต้านที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์และกลุ่มฝึกความอดทนร่วมกับการฝึกแบบใช้แรงต้านเหมือนกันทุกสัปดาห์ ข้อควรระวังของการใช้น้ำหนักภายนอก คือ ขณะออกแรงยกหรือเกร็งห้ามกลั้นหายใจแต่ให้หายใจปกติและไม่ควรเหยียดกล้ามเนื้อหรือปล่อยน้ำหนักลงอย่างรวดเร็วรุนแรงเพราะอาจทำให้กล้ามเนื้อได้รับบาดเจ็บได้

5. ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวข้อต่อ หรือกลุ่มของข้อต่อที่มีต่อความอ่อนตัว ได้แก่ กระดูก กระดูกอ่อนบริเวณข้อต่อ ความยาวและความยืดหยุ่น

ของกล้ามเนื้อ เส้นเอ็นและเนื้อเยื่อรอบข้อต่อ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้คล้ายคลึงกัน เช่น เจริญ กระบวนรัตน์ (2556) ได้ให้ความหมายของความอ่อนตัว หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวของข้อต่อและกล้ามเนื้อที่ได้ระยะทางหรือมุมการเคลื่อนไหวมากที่สุดหรือความสามารถของร่างกายและข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้ตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2539) สำหรับบุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายดีสามารถเคลื่อนไหวข้อต่อในร่างกายได้ตลอดมุมการเคลื่อนไหวและช่วยเพิ่มขีดความสามารถด้านความเร็ว ความแคล่วคล่องว่องไว ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับกีฬาเกือบทุกประเภท โดยปัจจัยที่มีผลต่อความอ่อนตัว ได้แก่ กระดูก และกระดูกอ่อนบริเวณข้อต่อ ความยาวและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ เส้นเอ็นบริเวณรอบข้อต่อ (กรมอนามัย, 2550) ซึ่งความอ่อนตัวนี้เป็นองค์ประกอบที่ถูกละเลยมากที่สุดทั้ง ๆ ที่มีความสำคัญในการป้องกันและลดอาการบาดเจ็บ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เอ็น หลังและช่วยให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้พบว่า ความอ่อนตัวจะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะเมื่ออายุมากขึ้นคนส่วนใหญ่จะออกกำลังกายน้อยลงทำให้กล้ามเนื้อและข้อต่อมีการเคลื่อนไหวลดลงส่งผลให้การเคลื่อนไหวของร่างกายช้าลง โดยเฉพาะถ้านักวิ่งระยะสั้นที่มีกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังแข็งตึงและขาดความยืดหยุ่นจะมีผลต่อการสูญเสียความเร็วในการวิ่งไปบางส่วนเพราะกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังทำให้สะโพกมีข้อจำกัดด้านความอ่อนตัวทำให้ความยาวในการก้าวเท้าลดลง (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) สำหรับการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อของผู้ชายวัยทองมีหลากหลายรูปแบบและที่ทำได้ง่าย ๆ คือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ โดยขณะยืด-เหยียดกล้ามเนื้อต้องค่อย ๆ ทำอย่างช้า ๆ จนรู้สึกตึงแต่ไม่เจ็บปวดแล้วค้างไว้ประมาณ 10-20 วินาที ถ้ามีการเกร็งกล้ามเนื้อให้ค้างไว้ในท่านั้นประมาณ 5 วินาที ในระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้หายใจเข้า-ออกตามปกติ ห้ามกลั้นหายใจ และพบว่า การพัฒนาด้านความอ่อนตัวสามารถทำได้ด้วยการยืดเหยียดหรือใช้แรงต้านทานให้กล้ามเนื้อและเอ็นทำงานมากขึ้นและเพื่อประโยชน์สูงสุดควรยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่โดยต้องเหยียดจนกว่ากล้ามเนื้อบริเวณแขน ขาหรือลำตัวรู้สึกตึงและค้างไว้ (สุพิตร สมาหิโต, 2541) จากงานวิจัยของเอนก สูตรมงคล และคณะ (2556) พบว่า นักปั่นจักรยานวัยเกษียณส่วนใหญ่มีความอ่อนตัวอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับดีมาก เช่นเดียวกับงานวิจัยของไวพจน์ จันทร์เสม และปธานศาสน จับจิตร (2552) พบว่า ความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นหลังการขี่จักรยาน 8 สัปดาห์ และพบว่า การออกกำลังกายด้วยท่าฤาษีดัดตนสามารถเพิ่มความอ่อนตัวของลำตัวข้อไหล่และข้อสะโพกได้ภายใน 6 สัปดาห์ ทั้งนี้เพราะฤาษีดัดตนเป็นการบริหารร่างกายโดยใช้หลัก การดัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อและข้อต่อ (สโรชา สุทธิจิต และสุจิตรา สุคนธทรัพย์ (2553) นอกจากนี้พบว่า การอบอุ่นร่างกายก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายแบบวงจรด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างจังหวะสุดท้ายของการเคลื่อนไหวเป็นการเพิ่มมุม

การเคลื่อนไหวของข้อต่อที่ละน้อยซึ่งจะช่วยเพิ่มความอ่อนตัวและช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่เกิดจากการออกกำลังกายได้ (สว่างจิต แซ่โง้ว และถนอมวงศ์ กษณ์เพ็ชร์, 2552) และพบว่าความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นหลังการฝึกแบบใช้แรงต้านร่วมกับการฝึกความอดทน 12 สัปดาห์ (Arazi et al., 2011) เช่นเดียวกับ ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) กล่าวว่า การออกกำลังกายเป็นประจำช่วยคงระดับความอ่อนตัวและสามารถเพิ่มความอ่อนตัวได้ด้วยการออกกำลังกายเฉพาะอย่าง

สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพเป็นพื้นฐานสำคัญของการมีสุขภาพดีสามารถสร้างได้ด้วยการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการฝึกแบบใช้แรงต้านเป็นประจำสม่ำเสมออย่างน้อยสัปดาห์ละ 3-5 ครั้ง ๆ ละประมาณ 30 นาที ด้วยความหนักระดับปานกลาง สามารถช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคอ้วน โรคไขมันในเส้นเลือด เป็นต้น รวมทั้งช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย ช่วยป้องกันการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร และช่วยให้ประกอบภารกิจต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

การทดสอบสมรรถภาพทางกายเป็นวิธีการประเมินความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายและเป็นหนึ่งในกระบวนการฝึกสมรรถภาพหรือการออกกำลังกายสำหรับบุคคลทั่วไป นอกจากนี้ การทดสอบสมรรถภาพทางกายทำให้ทราบระดับความสามารถหรือความพร้อมของร่างกายว่ามีมากน้อยเพียงใด มีจุดแข็งหรือจุดอ่อนที่ต้องปรับปรุงส่วนไหนบ้าง และเป็นแนวทางในการเลือกกิจกรรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับตนเอง ส่วนนักกีฬาทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อทราบระดับความสามารถของร่างกายในขณะฝึกซ้อมทั้งก่อน ระหว่างและหลังการแข่งขันเพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันกีฬาให้มากที่สุด

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ (Health-related physical fitness testing) จำนวน 7 รายการ เป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่มีความเหมาะสมกับผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายเป็นประจำและไม่ออกกำลังกาย เพื่อวัดองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่แสดงถึงประสิทธิภาพของการปฏิบัติภารกิจในชีวิตประจำวัน โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้รับการทดสอบเป็นสำคัญ ปฏิบัติได้ง่าย มีอุปกรณ์หรือเครื่องอำนวยความสะดวกอย่างพร้อมเพียง ดังต่อไปนี้

1. การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Measurement of skinfold thickness) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณไขมันในร่างกาย ตามวิธีการและสูตรของ Jackson and Pollock (1985 cited in ACSM, 2010) โดยการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังพับ เพื่อหาความหนาแน่นของร่างกาย (Body density) ด้วยการวัดความหนาของผิวหนังพับ 3 ตำแหน่ง คือ ความหนาของผิวหนังพับบริเวณหน้าอก (Chest) ความหนาของผิวหนังพับบริเวณต้นแขนด้านหลัง (Triceps)

และความหนาของผิวหนังพับบริเวณขอบล่างของกระดูกสะบัก (Subscapular) จากนั้นนำค่า Body density ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน (% Fat) โดยใช้สูตรของ Jackson and Pollock ดังนี้

$$\text{Body density} = 1.1125025 - 0.0013125\ (\text{Sum of three skinfolds}) + 0.0000055\ (\text{Sum of three skinfolds})^2 - 0.000244\ (\text{age})$$

จากนั้นนำค่า Body density ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน (% Fat) โดยใช้สูตรของ Brozek et al. (1963 cited in ACSM, 2010)

$$\%\ \text{Fat} = \frac{457}{\text{Body density}} - 414.2$$

2. เดินแบบ Rockport (Rockport fitness walking test) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (ACSM, 1995; D'Alonzo et al., 2006 cited in Reiman & Manske, 2009) โดยการเดินให้เร็วที่สุดอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เป็นระยะทาง 1 ไมล์ (1.6 กิโลเมตร) บันทึกเวลาที่ใช้สำหรับการเดินเป็นนาทีและวินาที และจับชีพจรทันทีหลังจากสิ้นสุดการเดินเป็นเวลา 10 วินาที (คูณ 6) จะเป็นค่าของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate: HR) (ครั้งต่อนาที) จากนั้นนำไปคำนวณหาค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) โดยใช้สูตร

$$VO_2\ \text{max}\ (\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}) = 132.853 - 0.0769 \times \text{Weight (lbs.)} - 0.3877 \times \text{Age}, + 6.318 \times \text{Gender value (Male = 1, Female = 0)} - 3.249 \times \text{1-mile walk time (min)} - 0.1565 \times \text{HR}$$

3. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength test) ดำเนินการทดสอบ 3 รายการ ดังนี้ (Hoffman, 2006)

3.1 แรงบีบมือ (Grip strength) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือและแขนส่วนปลาย โดยใช้มือที่ถนัดจับเครื่องวัดแรงบีบมือ (Hand-grip dynamometer) ยืนตรง ปล่อยแขนตามสบายข้างลำตัว (ศอกไม่งอ) ห่างจากลำตัวประมาณ 1 ฝ่ามือ และออกแรงกำมือเต็มกำลัง ทดสอบ 2 ครั้ง พักระหว่างการปฏิบัติ 1 นาที บันทึกผลการปฏิบัติที่ได้มากที่สุดเป็นกิโลกรัมและนำผลที่ได้หารด้วยน้ำหนักตัวของผู้รับการทดสอบ

3.2 แรงเหยียดขา (Leg strength) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเหยียดขา โดยยืนบนตำแหน่งที่วางเท้าของเครื่องวัดแรงเหยียดขาและหลัง

(Leg and back dynamometer) หลังเหยียดตรง ตามองไปข้างหน้าขนานกับพื้น ย่อเข่าลงทำมุม 130-140 องศา แขนเหยียดตรงมือจับแฮนด์บาร์ (Hand bar) แบบคว่ำมือ ปรับความยาวของโซ่ให้เหมาะสม (ไม่หย่อนหรือตึงเกินไป) ออกแรงดึงให้เต็มที่พร้อมเหยียดขาขึ้น ทดสอบ 2 ครั้ง พักระหว่างการปฏิบัติ 1 นาที บันทึกผลการปฏิบัติที่ได้มากที่สุดเป็นกิโลกรัม และนำผลที่ได้หารด้วยน้ำหนักตัวของผู้รับการทดสอบ

3.3 แรงเหยียดหลัง (Back strength) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเหยียดหลัง โดยยืนบนตำแหน่งที่วางเท้าของเครื่องวัดแรงเหยียดขาและหลัง ขาเหยียดตรง เข่าตึง ลำตัวโน้มมาข้างหน้า หลังเหยียดตรง (ลำตัวทำมุมเฉียงกับขาประมาณ 45 องศา) ตามองไปข้างหน้าขนานกับพื้น แขนเหยียดตรง มือจับแฮนด์บาร์แบบคว่ำมือ ระดับของแฮนด์บาร์อยู่เหนือเข่าเล็กน้อย ออกแรงดึงแฮนด์บาร์ขึ้นแนวตรง (ขณะดึงหลัง ศีรษะและลำตัวทำมุมเฉียง 45 องศากับขา) ทดสอบ 2 ครั้ง พักระหว่างการปฏิบัติ 1 นาที บันทึกผลการวัดค่าที่ปฏิบัติได้มากที่สุดเป็นกิโลกรัม และนำผลที่ได้หารด้วยน้ำหนักตัวของผู้รับการทดสอบ

4. นอนยกตัว (Curl-up) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้อง (CSEP, 2003 cited in ACSM, 2010) โดยให้นอนหงายบนเบาะรอง เข่าตั้งฉาก 90 องศา เท้าอยู่ห่างกันประมาณ 1 ฟุต แขนทั้งสองข้างวางอยู่ข้างลำตัว จากนั้นยกศีรษะไหล่และลำตัวขึ้นจากพื้นประมาณ 30 องศา แขนทั้งสองข้างเหยียดตรง ฝ่ามือคว่ำลง โดยเคลื่อนฝ่ามือให้ปลายนิ้วกลางไปสัมผัสกับแถบเครื่องหมายเส้นที่ 2 ซึ่งอยู่ห่างจากเส้นแรก 10 เซนติเมตร จากนั้นลดลำตัวให้ศีรษะและไหล่ลงบนเบาะรองนับ 1 ครั้ง ปฏิบัติให้มากที่สุดภายในเวลา 1 นาที

5. นั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อหลังระดับเอวและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (CSEP, 2003 cited in ACSM, 2010) โดยถอดรองเท้านั่งราบกับเบาะรอง ขาเหยียดตรงส้นเท้าชิดกัน ฝ่าเท้าทั้งสองข้างตั้งฉากกับพื้นยันกับเครื่องวัดความอ่อนตัว ส่วนมือทั้งสองข้างวางทับกันให้นิ้วกลางวางซ้อนกัน แขนเหยียดตรงไปข้างหน้าและค่อย ๆ ก้มตัวไปข้างหน้าให้ฝ่ามือวางอยู่บนกล่องวัดความอ่อนตัวให้ได้ระยะทางไกลที่สุด ห้ามโยกตัวหรืองอตัวอย่างแรงและขณะก้มตัวเข่าต้องตึง วัดระยะทางเป็นเซนติเมตร ทดสอบ 3 ครั้ง ใช้ค่าที่ดีที่สุด

ไขมันในเลือด (Blood lipid)

1. ไขมันในเลือด

ไขมัน (Lipid) คือ สารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุหลัก 3 ชนิด คือ คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน มีคุณสมบัติละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อีเทอร์ เมทานอล

และคลอโรฟอร์ม เป็นต้น ทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของเซลล์ประสาท เซลล์สมอง เยื่อหุ้มเซลล์ ป้องกันการกระทบกระเทือนของอวัยวะภายใน ช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกาย ขนส่งสารอาหารที่ละลายได้ในไขมันและเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามินที่ละลายได้ในไขมัน โดยไขมันในเลือดแบ่งตามลักษณะทางเคมีออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ คือ TG ฟอสโฟลิพิด (Phospholipid) คอเลสเตอรอล (Cholesterol) และกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) เนื่องจากไขมันไม่ละลายในน้ำหรือเลือดจึงต้องอาศัยการรวมตัวกับโปรตีน เรียกว่า อะโปโปรตีน (Apoprotein) ได้สารที่เรียกว่า ไลโปโปรตีน (Lipoprotein) ทำหน้าที่ขนส่ง TG และไขมันชนิดอื่น ๆ จากตับไปสู่เนื้อเยื่อต่าง ๆ ตามกระแสเลือดและนำพาไขมันออกจากเนื้อเยื่อไปกำจัดที่ตับ ไลโปโปรตีนแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามความหนาแน่นของโมเลกุล ดังนี้ (ภัทรบุตร มาศรัตน, ม.ป.ป.)

1. ไคโลไมครอน (Chylomicron) เป็นไลโปโปรตีนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดแต่มีความหนาแน่นน้อยที่สุด ถูกสังเคราะห์ขึ้นที่ลำไส้เล็ก ภายในอณูของไคโลไมครอนส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยโมเลกุลของไขมัน ประกอบด้วย TG ประมาณร้อยละ 80-95 ทำหน้าที่ขนส่ง TG จากลำไส้เล็กไปยังตับและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ในร่างกาย ปกติไคโลไมครอนจะมีเวลากึ่งชีพเพียง 10 นาที จึงไม่พบในเลือดภายหลังรับประทานอาหารมื้อสุดท้ายเกิน 12 ชั่วโมง

2. ไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำมาก (Very low density lipoprotein: VLDL) ถูกสังเคราะห์โดยตับ ซึ่งการสังเคราะห์ VLDL ขึ้นอยู่กับปริมาณสารอาหารที่ให้พลังงานถ้าได้รับมากเกินความต้องการของร่างกายจะมีการสร้าง VLDL มากขึ้น ประกอบด้วย TG ประมาณร้อยละ 50-60 โปรตีนร้อยละ 10 ส่วนที่เหลือเป็นไขมันอื่น ทำหน้าที่ขนส่ง TG จากตับไปยังเนื้อเยื่อไขมันในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย นอกจากนี้พบว่า การเพิ่มปริมาณของ VLDL ในเลือดมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มปริมาณ TG ในเลือด เพราะจากการตรวจวิเคราะห์น้ำเลือดที่มี VLDL จะพบค่า TG สูง (วีรวรรณ เล็กสกุลไชย, 2555)

3. ไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (Low density lipoprotein: LDL) สังเคราะห์ขึ้นในกระแสเลือดจาก VLDL และ LDL ประกอบด้วย คอเลสเตอรอลประมาณร้อยละ50-60 และโปรตีนร้อยละ 25 ส่วนที่เหลือเป็น TG และฟอสโฟไลปิด LDL ได้มาจากการเผาผลาญ VLDL ในร่างกาย ทำหน้าที่ขนส่งคอเลสเตอรอลในกระแสเลือดไปสู่เซลล์หรืออวัยวะต่าง ๆ นอกจากนี้พบว่า LDL-Cholesterol มีความสัมพันธ์อย่างมากกับอุบัติการณ์ของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (National Cholesterol Education Program [NCEP], 2001)

4. ไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (High density lipoprotein: HDL) เป็นไลโปโปรตีนที่มีขนาดเล็กที่สุดแต่มีความหนาแน่นมากที่สุดในกลุ่มไลโปโปรตีนทั้งหมด ถูกสังเคราะห์ขึ้นที่ตับและลำไส้ ประกอบด้วย โปรตีนประมาณร้อยละ 46-50 ฟอสโฟไลปิดร้อยละ

30 และคอเลสเตอรอลร้อยละ 18-20 ทำหน้าที่ขนส่งคอเลสเตอรอลออกจากเซลล์ต่าง ๆ กลับเข้าสู่ตับเพื่อเผาผลาญต่อไป ซึ่งปริมาณ HDL-Cholesterol ในเลือดสูงจะมีความสัมพันธ์กับการลดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงตีบ

สรุป ไขมันในเลือดที่สำคัญคือ TG และคอเลสเตอรอล โดยไขมันเหล่านี้ต้องรวมตัวกับโปรตีนเป็นไลโปโปรตีน ทำหน้าที่ขนส่งไขมันและคอเลสเตอรอลระหว่างลำไส้ ตับและเซลล์อื่น ๆ ในร่างกาย

2. ปริมาณ TC

คอเลสเตอรอลเป็นสารประกอบในกลุ่มสเตอรอล (Sterol) มีโครงสร้างเฉพาะตัว ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำพบได้มากที่สุดในร่างกายในรูปของคอเลสเตอรอลอิสระ (Free cholesterol) และคอเลสเตอรอล เอสเทอร์ (Cholesteryl esters) จากการสังเคราะห์ขึ้นเองโดยใช้อะซิติล โคเอ (Acetyl CoA) เป็นสารตั้งต้นและได้รับจากการบริโภคอาหาร คอเลสเตอรอลเป็นองค์ประกอบสำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์โดยเฉพาะในเนื้อเยื่อตับ สมอง ประสาท ต่อมหมวกไต ต่อมเพศ ไต ผิวหนัง และเป็นสารตั้งต้นในการผลิตสเตียรอยด์ฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ เช่น เทสทอสเตอโรน คอร์ติซอ เอสโตรเจน โปรเจสเตอโรน และ Aldosterone เป็นต้น นอกจากนี้ เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามินที่ละลายได้ในไขมันและน้ำดีสำหรับย่อยไขมันในอาหาร เป็นต้น ในวันหนึ่ง ๆ ร่างกายได้รับคอเลสเตอรอลจากอาหารที่รับประทานวันละไม่ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือได้จากการสังเคราะห์ขึ้นเองภายในร่างกาย

การสังเคราะห์และเมตาบอลิซึม TC

การสังเคราะห์คอเลสเตอรอลส่วนใหญ่เกิดขึ้นในส่วนของไซโตพลาสซึมของเซลล์ตับมากถึงร้อยละ 50 ที่เหลือสังเคราะห์ขึ้นในเนื้อเยื่อของลำไส้เล็ก ต่อมหมวกไตส่วนนอก และระบบสืบพันธุ์ต่าง ๆ มี Acetyl CoA ที่มาจากการสลายกลูโคส กรดไขมันหรือกรดอะมิโน เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์และใช้ NADPH เป็นโคเอนไซม์ โดยเอนโดพลาสมิก เรติคูลัม (Endoplasmic reticulum) ของเซลล์สังเคราะห์ได้เป็น 3-ไฮดรอกซิ-3 เมทธิลกลูตาริล โคเอ (3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA, HMG CoA) ซึ่งใช้เอนไซม์ HMG โคเอ รีดัคเตส (HMG CoA reductase) ทำหน้าที่ในการควบคุมการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในปฏิกิริยา HMG CoA เปลี่ยนเป็นเมวาโลเนท (Mevalonate) จะได้สารประกอบสแควลีน (Squaline) ที่มีคาร์บอน 30 อะตอม เกาะกันเป็นวง ในขั้นตอนนี้จะมีการทำปฏิกิริยาของฟอสฟอรีเลชั่น (Phosphorylation) ดีคาร์บอกซิเลชั่น (Decarboxylation) ไอโซเมอไรเซชั่น (Isomerization) ทรานสเฟอเรชั่น (Transferation) และระยะนี้มีการใช้ ATP และ NADPH จากนั้นโครงสร้างโมเลกุลของสแควลีนที่มีโมเลกุลของออกซิเจนและ NADPH เข้าไปทำปฏิกิริยาจะปิดวง (Cyclization) ให้เป็นลาโนสเตอรอล (Lanosterol) จากนั้นจะ

เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อไปเป็นคอเลสเตอรอลที่ไม่ละลายในน้ำแต่ต้องใช้โปรตีนช่วยในการขนส่ง โดยอาศัยการรวมตัวกับโปรตีนเป็นไลโปโปรตีน ซึ่งปริมาณ TC ในพลาสม่า ร้อยละ 60-70 จะอยู่รวมกับ LDL-Cholesterol, ร้อยละ 20-35 อยู่รวมกับ HDL-Cholesterol และร้อยละ 5-12 อยู่รวมกับ VLDL โดยอาหารที่รับประทานเข้าไปจะถูกย่อยและดูดซึมในรูปของ Free cholesterol เข้าสู่เซลล์มิวโคซอล (Muosal cell) ของลำไส้เล็กและอาศัย เอนไซม์ Acetyl CoA คอเลสเตอรอล เอซิล ทรานสเฟอเรส (Acetyl CoA cholesterol acyltrasferase) ที่ลำไส้เล็กเปลี่ยนของ Free cholesterol ให้อยู่ในรูปของ Cholesterol esters ดังนั้น คอเลสเตอรอลส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนเป็น Cholesterol esters ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเส้นเลือดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของไลโปโปรตีนในการจับตัวกับไขมันโดยอาศัยเอนไซม์ที่สร้างมาจากเซลล์ตับคือ LCAT (Lecithin cholesterol acyltrasferase) และเอนไซม์ที่มาจากเซลล์นอกตับคือ ACAT (Acyl-cholesterol acyltrasferase)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณ TC

อาหาร โดยเฉพาะการรับประทานอาหารที่ให้พลังงานสูง เช่น อาหารที่มีกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated acid) อาหารคอเลสเตอรอล อาหารที่มีกรดไขมันทรานส์ (Trans fatty acid) อาหารที่ใช้น้ำมันจำนวนมากในการทอด (Deep fried) หรืออาหารที่มีน้ำตาลปริมาณมาก ซึ่งอาหารเหล่านี้จะให้พลังงานสูงเกินความต้องการของร่างกายเมื่อรับประทานเป็นประจำพลังงานส่วนเกินจะเปลี่ยนเป็นไขมันเก็บสะสมไว้ในเซลล์ไขมัน ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นจนเป็นโรคอ้วนและมีความสัมพันธ์กับปริมาณ TC ในเลือดสูงขึ้น ซึ่งการรับประทานอาหารที่มีคอเลสเตอรอลเพียง 100 มิลลิกรัมต่อวัน มีผลทำให้ปริมาณ TC เพิ่มขึ้น 2-3 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Fletcher et al., 2005)

การออกกำลังกาย สำหรับผู้ที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำสม่ำเสมอทำให้ปริมาณ TC ลดลงเพราะพลังงานจากสารอาหารที่ได้รับแต่ละวันถูกนำมาใช้ในขณะออกกำลังกาย ทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นการรักษาสมดุลพลังงาน (Energy balance) ภายในร่างกายจนไม่เหลือพลังงานส่วนเกินและมีผลทำให้ลดการสะสมของไขมันภายในร่างกาย แต่เนื่องจากปริมาณ TC มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างช้า ๆ โดยในระยะแรกน้ำหนักตัวที่ลดลงอาจพบปริมาณ TC สูงขึ้นได้ ซึ่งปริมาณ TC จะลดลงหลังจากน้ำหนักตัวลดลงต่อเนื่องเป็นเวลานาน (วีรวรรณ เล็กสกุลไชย, 2555) จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไขมันในเลือดจำนวนมาก พบว่าการออกกำลังกายสามารถลดปริมาณ TC ได้ประมาณร้อยละ 6.3 และทำให้สัดส่วนของปริมาณ TC/ HDL-Cholesterol ดีขึ้นประมาณร้อยละ 13.4 (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ, 2549) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Narges, Gholamreza, and Jafar (2014) พบว่า การขี่จักรยานวัดงานความหนักระดับปานกลางทำให้ปริมาณ TC ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่การขี่จักรยานวัดงานความหนักระดับสูงมีผลต่อการลดลงของปริมาณ TC เพียงเล็กน้อยในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 นอกจากนี้พบว่า

หลังการขี่จักรยานมาราธอน ปริมาณ TC ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Foger et al., 1994) และพบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านสามารถลดปริมาณ TC, LDL-Cholesterol และรอบเอวซึ่งเป็นการลดไขมันบริเวณท้องทำให้ลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดในคนอ้วนได้ (สิรินทร กัณหา, 2552) ส่วนการเดินเร็วในผู้ที่มีภาวะคอเลสเตอรอลในเลือดสูงทำให้ปริมาณ TC ลดลง (มวภร ธรรมวริทธิ์, 2549)

การสูบบุหรี่ มีข้อมูลมากมายที่สนับสนุนผลเสียของการสูบบุหรี่และเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อการเกิดโรคหลอดเลือดแดงแข็ง ซึ่งมีความสัมพันธ์ความสัมพันธ์กับปริมาณ TC เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณ HDL-Cholesterol ลดลง

อายุและเพศ ปริมาณ TC จะเพิ่มขึ้นตามอายุทั้งเพศหญิงและเพศชาย โดยเพศชายจะมีปริมาณ TC สูงกว่าเพศหญิงในช่วงอายุต่ำกว่า 50 ปี แต่หลังจากอายุ 50 ปี พบว่า เพศหญิงจะมีปริมาณ TC สูงกว่าเพศชาย เพราะหลอดเลือดของผู้หญิงมีความยืดหยุ่นมากกว่าผู้ชายทำให้สามารถป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของหลอดเลือดได้ดีกว่า (เอื้อมพร สกุลแก้ว, 2550) นอกจากนี้ พบว่าเพศหญิงในช่วงอายุ 25 ปี ถึงช่วงวัยก่อนหมดประจำเดือนจะมีปริมาณ TC ต่ำกว่าเพศชายแต่จะเริ่มสูงขึ้นเมื่อหมดประจำเดือน ซึ่งเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ตามอายุที่มากขึ้น และเมื่ออายุ 65 ปี ปริมาณ TC จะลดลงทั้งเพศชายและเพศหญิง (Muongmee, 1981 อ้างถึงใน สมพร ส่งตระกูล, 2549)

พันธุกรรม โดยปริมาณ TC มีความสัมพันธ์กับพันธุกรรมอย่างมีนัยสำคัญ จากการรวบรวมข้อมูลดีเอ็นเอของคนไทยกว่า 12 ปี เพื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของต่างประเทศ พบว่า คนทั่วไป 1 ใน 500 คน มีความเสี่ยงต่อปริมาณ TC สูงจากความผิดปกติทางพันธุกรรม สำหรับคนไทยพบว่า คนที่มียีนผิดปกติจะมีความเสี่ยงต่อปริมาณ TC สูงกว่าค่าเฉลี่ยมากกว่า 20 เท่า นอกจากนี้พบว่า ถ้าทั้งพ่อและแม่มียีนผิดปกติส่งผลให้ลูกมีปริมาณ TC สูงจากพันธุกรรมเพิ่มมากขึ้น โดยจะตรวจพบปริมาณ TC สูงในช่วงอายุไม่เกิน 30 ปี (คล้ายอัปสร พงศ์รพีพร, 2549) แต่ถ้าพบว่า พ่อหรือแม่มีคนใดคนหนึ่งมีปริมาณคอเลสเตอรอลรวมสูงลูกมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณ TC สูงด้วยหรือถ้าพ่อหรือแม่มีปริมาณ TC ต่ำลูกมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณ TC ต่ำด้วย (Muongmee, 1981 อ้างถึงใน สมพร ส่งตระกูล, 2549)

ฮอร์โมนที่มีผลต่อปริมาณ TC ดังนี้

1. ฮอร์โมนอะดรีโนคอร์ติโครทรอฟิน (Adrenocorticotropin: ACTH) จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำหน้าที่เร่งกระบวนการเผาผลาญในร่างกายเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณ TC ลดลงชั่วคราวในกลุ่มตัวอย่างที่มีสุขภาพดีหลังจากได้รับ ACTH เช่นเดียวกับฮอร์โมนคอร์ติซอล จากต่อมหมวกไตชั้นนอก จากการทดลองให้คอร์ติซอลในผู้ชายที่มีไขมันในเลือดสูงระดับปานกลางแต่การเผาผลาญของร่างกายยังปกติ พบว่า ปริมาณ TC ลดลงเมื่อกระบวนการเผาผลาญในร่างกายเพิ่มขึ้น (Oliver &

Boyd, 1955, 1956 cited in Muongmee, 1981 อ้างถึงใน สมพร ส่งตระกูล, 2549)

2. ฮอร์โมนไทรอกซิน จากต่อมไทรอยด์ ทำหน้าที่เพิ่มอัตราปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ ทำให้เกิดกระบวนเมตาบอลิซึมคอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้น เมื่อพบว่า ฮอร์โมนไทรอกซินทำงานน้อยกว่าปกติจะทำให้เกิดภาวะปริมาณ TC สูงขึ้น (วรรณภา วัฒนกูล, 2541)

3. ฮอร์โมนเอสโตรเจน จากรังไข่ ทำหน้าที่เพิ่มการสลายไขมัน ยับยั้งการนำน้ำตาลเข้าสู่เซลล์ โดยพบว่า ปริมาณ TC ลดลงในช่วงระยะตกไข่ซึ่งเป็นระยะที่ฮอร์โมนเอสโตรเจนมีปริมาณสูงมากกว่าระยะอื่น ๆ ของรอบเดือน (Oliver & Boyd, 1955 cited in Muongmee, 1981 อ้างถึงใน สมพร ส่งตระกูล, 2549) และพบว่า ปริมาณ TC เพิ่มขึ้นในสตรีวัยหมดประจำเดือนไปแล้ว 5 ปี เนื่องจากฮอร์โมนเอสโตรเจนลดน้อยลง (Garmbrell & Ana-Zelly, 1977 อ้างถึงใน ยุรีพรรณ ชัยได้สุข, 2539)

4. ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน พบว่า มีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณ TC เมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลงจะส่งผลกระทบต่อปริมาณ TC เพิ่มขึ้น (Zhang et al., 2014) และพบว่าการออกกำลังกายทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณ TC ลดลง (Awobajo et al., 2013; Balliett & Burke, 2013)

ดังนั้น ถ้ามีปริมาณ TC มากเกินความต้องการของร่างกายจะทำให้เกิดการสะสมใต้ผนังหลอดเลือดด้านในมากขึ้นส่งผลให้หลอดเลือดตีบและอุดตันในที่สุดซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้หลอดเลือดแข็งตัว เสียความยืดหยุ่นจนเกิดภาวะผนังหลอดเลือดแข็งตัว โดยค่ามาตรฐานของปริมาณ TC ที่พึงมีหรือเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดน้อย มีเกณฑ์การตัดสินภาวะผิดปกติของระดับไขมันในเลือด ดังนี้ (NCEP, 2001)

น้อยกว่า 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	อยู่ในระดับเหมาะสม
200-239 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	อยู่ในระดับก้ำกึ่ง
มากกว่า 240 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	อยู่ในระดับสูง

ถ้าพบค่าผิดปกติไปในทางน้อย (Hypocholesterolemia) แสดงว่า อาจเกิดจากภาวะทุโภชนา (Malnutrition) หรืออาจอาจมีเซลล์ตับตายเฉพาะส่วน (Cellular necrosis of the liver) หรืออาจเกิดจากต่อมไทรอยด์ทำงานเกินปกติ (Hyperthyroidism) และถ้าพบ ค่าผิดปกติไปในทางมาก (Hypercholesterolemia) แสดงว่า มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ หรืออาจกำลังป่วยเป็นโรคตับอักเสบ โรคไต ถุงน้ำดีอุดตัน หรือโรคตับอ่อนอักเสบ (ประสาร เปรมะสกุล, 2553)

3. ปริมาณ LDL-Cholesterol

LDL-Cholesterol คือ ไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ มาจาก VLDL ที่ถูกสลายไขมันออกไป ทำหน้าที่หลักในการขนส่งคอเลสเตอรอลในเลือดประมาณร้อยละ 75-80 เพื่อนำไปผลิต

ฮอร์โมนหรือนำไปสร้างผนังเซลล์ สำหรับส่วนที่เกินความต้องการของร่างกายจะไปเกาะตามผนังเส้นเลือดแดง เนื่องจาก LDL-Cholesterol มีอนุภาคเล็ก ๆ สามารถแทรกเข้าไปฝังตัวในผนังหลอดเลือดได้ง่ายทำให้เกิดคราบไขมันสะสมตามผนังหลอดเลือด เมื่อมีการสะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องจะทำให้เส้นเลือดแดงตีบลงและเกิดการอุดตันในที่สุด ส่งผลให้เซลล์บริเวณนั้นขาดเลือดไปเลี้ยงทำให้เซลล์ตายและถ้าเกิดกับเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจจะทำให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (Ischemia) และทำให้กล้ามเนื้อหัวใจตายในที่สุด (Myocardial infarction)

การสังเคราะห์และเมตาบอลิซึม LDL-Cholesterol

LDL-Cholesterol สังเคราะห์ขึ้นในกระแสเลือดจาก VLDLที่ถูกสลายไขมันออกไป ไขมันส่วนใหญ่เป็นคอเลสเตอรอลและ Cholesterol esters มีอะโปโปรตีนชนิด apoB-100 อยู่บริเวณผิวแกนกลางมี Cholesterol esters เป็นส่วนประกอบหลัก ทำหน้าที่ในการจับกับ LDL Receptor ทำให้ LDL-Cholesterol ถูกนำเข้าสู่เซลล์ได้โดยอาศัยกระบวนการ Receptor-mediated endocytosis และถูกย่อยโดยเอนไซม์ภายในไลโซโซม (Lysosome) ได้เป็น Cholesterol ester, Cholesterol, Free fatty acid เพื่อนำมาใช้ในเซลล์ต่อไป การขจัด LDL-Cholesterol จาก Plasma ประมาณร้อยละ 50 เป็นผลจากการนำ LDL-Cholesterol เข้าสู่เซลล์ตับ จากนั้น Cholesterol esters ของ LDL-Cholesterol จะถูกสลาย (Hydrolyzed) เป็น Free cholesterol เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ตามความสามารถและหน้าที่ของเซลล์นั้น ๆ เช่น นำไปสังเคราะห์เยื่อหุ้มเซลล์, Steroid hormones และ Bile acids เป็นต้น กรณีที่มี Cholesterol มากเกินไปเซลล์สามารถใช้เอนไซม์ Acetyl CoA: cholesterol acyltransferase (ACAT) เพื่อเปลี่ยน Free cholesterol เป็น Cholesterol esters แล้วเก็บไว้ในเซลล์ คอเลสเตอรอลส่วนเกินในเซลล์ตับจะช่วยยับยั้งการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล (Denovo synthesis) ด้วยการยับยั้งเอนไซม์ HMG CoA reductase นอกจากนี้เซลล์ตับมีความสามารถพิเศษเหนือกว่าเซลล์อื่นเพราะสามารถขับคอเลสเตอรอลออกทางน้ำดีและสามารถเปลี่ยนคอเลสเตอรอลเป็น Bile acids แล้ว ขับออกทางน้ำดีได้อีกด้วย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณ LDL-Cholesterol

อาหาร การรับประทานอาหารที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูงจะทำให้ปริมาณ TC เพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลโดยตรงทำให้ปริมาณ LDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นเช่นกัน (เอื้อมพร สกุลแก้ว, 2550) จากการศึกษาของ NCEP (2001) และ World Health Organization [WHO] (2004) พบว่า การลดการรับประทานอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง กรดไขมันอิ่มตัวสูงและกรดไขมันทรานส์ แต่เพิ่มการรับประทานอาหารที่มีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงร่วมกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะทำให้ปริมาณ TC และ LDL-Cholesterol ลดลง ส่วนปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้น

การออกกำลังกาย เป็นทางเลือกที่สำคัญในการจัดการกับความผิดปกติของไขมันในเลือดควบคู่กับการควบคุมอาหารและการใช้ยา ถึงแม้ว่าการออกกำลังกายจะส่งผลโดยอ้อมต่อปริมาณ TC เพราะการออกกำลังกายช่วยเพิ่มกระบวนการขนส่งคอลเลสเตอรอลจากเนื้อเยื่อไปทำลายที่ตับจึงมีผลทำให้ปริมาณ TC และ LDL-Cholesterol ลดลง (Trejo-Gutierrez & Fletcher, 2007) นอกจากนี้การออกกำลังกายสามารถเพิ่มปริมาณ HDL-Cholesterol ให้สูงขึ้นซึ่งมีผลต่อการลำเลียงคอเลสเตอรอลไปทำลายและขับออกทางตับได้มากขึ้นทำให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลง เช่นเดียวกับจากงานวิจัยของ Narges et al. (2014) พบว่า การขี่จักรยานวัดงานที่ความหนักระดับปานกลางทำให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญส่วนการขี่จักรยานวัดงานที่ความหนักระดับสูงทำให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลงเพียงเล็กน้อยและไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับระดับความหนักของการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 และพบว่า หลังการขี่จักรยานมาราธอนปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Foger et al., 1994) นอกจากนี้ พบว่าการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอทำให้ปริมาณ HDL-Cholseterol สูงขึ้นและมีความสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณ LDL-Cholesterol ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันในเลือดของคนที่ออกกำลังกายสม่ำเสมอเป็นผลมาจากความต้องการใช้พลังงานของร่างกายนั้นเอง และจากรายงานการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไขมันในเลือดจำนวนมาก พบว่า การออกกำลังกายสามารถลดปริมาณ LDL-Cholesterol ประมาณร้อยละ 10.1 ซึ่งความหนักของการออกกำลังกายเพื่อลดสัดส่วนไขมันจะไม่สูงเท่ากับความหนักที่ใช้เพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางกาย และพบว่า การออกกำลังกายระดับปานกลางร่วมกับการควบคุมอาหารจะช่วยลดปริมาณ LDL-Cholesterol ได้ประมาณร้อยละ 8-12 ภายในหนึ่งปีในขณะที่การควบคุมอาหารเพียงอย่างเดียวไม่ได้ผลดังกล่าว (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ, 2549) และพบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกในกลุ่มสตรีวัยกลางคนที่มีน้ำหนักตัวเกินทำให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลที่ได้รับจากการออกกำลังกายนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันในเลือดและไลโปโปตีน (Vatansev & Cakmakci, 2010) ตรงข้ามกับผู้ใช้ชีวิตประจำวันแบบไม่ค่อยเคลื่อนไหวร่างกาย พบว่า ปริมาณ LDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่เคลื่อนไหวร่างกายอยู่เสมอ (Ebele et al., 2009)

การสูบบุหรี่ จะช่วยเพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากควันบุหรี่มีสารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นเองและเกิดจากเซลล์เม็ดเลือดขาว ชนิด Neutrophil อนุมูลอิสระนี้ทำให้ LDL-Cholesterol ถูกเปลี่ยนเป็น Oxidized LDL (oxLDL) ทำให้ผนังด้านในของหลอดเลือดผิดปกติโดยเร่งการสร้างลิ่มเลือดที่เป็นตัวทำลายผนังหลอดเลือด ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างปริมาณ LDL-Cholesterol และผกผันกับปริมาณ HDL-Cholesterol

อายุและเพศ พบว่า ในวัยเด็กทั้งเพศชายและหญิงจะมีไขมันในเลือดไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเข้าสู่วัยรุ่นเพศชายจะมีปริมาณ HDL-Cholesterol น้อยลงแต่ปริมาณ LDL-Cholesterol และไตรกลีเซอร์ไรด์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจาก GnRH antagonist กดการสร้างฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน (ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร และคณะ, 2544) ซึ่งตรงข้ามกับเพศหญิงที่จะมีปริมาณ HDL-Cholesterol สูงกว่าเพศชายเพราะฮอร์โมนเอสโตรเจนมีผลให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลง

พันธุกรรม ความผิดปกติของ LDL Receptor gene เป็นยีนตัวรับ LDL-Cholesterol ทำให้มีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงจากพันธุกรรม (Family hypercholesterolemia) ซึ่งความผิดปกติของ LDL Particle sizing หรือ Small, Dence LDLทำให้เกิดปัจจัยเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจ โดยคนที่มีปัจจัยเสี่ยงนี้ส่วนใหญ่จะมีปริมาณ TC ในเลือดปกติแต่มีขนาดของ LDL-Cholesterol เล็กกว่าคนปกติ ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจประมาณ 3-7 เท่า และเสี่ยงต่อการตีบของหลอดเลือดเร็วขึ้น 2 เท่า (คล้ายอัปสร พงศ์รพีพร, 2549)

ฮอร์โมนที่มีผลต่อปริมาณ LDL-Cholesterol ดังนี้

1. ฮอร์โมนไทรอกซิน จากต่อมไทรอยด์ทำหน้าที่เพิ่มอัตราปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ ทำให้เกิดกระบวนเมตาบอลิซึมคอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้น ถ้าพบว่า ฮอร์โมนไทรอกซินทำงานน้อยกว่าปกติจะทำให้เกิดภาวะปริมาณ LDL-Cholesterol สูงขึ้น (วรรณภา วัฒนกูล, 2541) แต่ถ้าพบภาวะไทรอกซินในเลือดสูงจะมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนย้าย LDL-Cholesterol ออกจากพลาสมา (Walton et al., 1968 cited in Muongmee, 1981 อ้างถึงใน สมพร ส่งตระกูล, 2549)

2. ฮอร์โมนเอสโตรเจน ทำหน้าที่ในการเพิ่มอัตราการผลิต TG rich VIDL โดยเพิ่มปริมาณของ LDL Receptor มีผลทำให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดน้อยลง (ศิริพร จิรวัฒน์กุล, 2537) นอกจากนี้พบว่า ในสตรีวัยหมดประจำเดือนไปแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี ฮอร์โมนเอสโตรเจนจะลดน้อยลงและพบปริมาณ LDL-Cholesterol เพิ่มขึ้น (Garmbrell & Ana-Zelly, 1977 อ้างถึงใน ยุรีพรรณ ชัยได้สุข, 2539)

3. ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน พบว่า เมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลงจะส่งผลกระทบต่อปริมาณ LDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นซึ่งมีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณ LDL-Cholesterol (Zhang et al., 2014) นอกจากนี้พบว่า การออกกำลังกายทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลง (Awobajo et al., 2013; Balliett & Burke, 2013) ดังนั้น แนะนำให้เห็นความสำคัญของการรักษาระดับปริมาณเทสทอสเตอโรนในเพศชายให้เหมาะสม

นอกจากนี้พบความสัมพันธ์ระหว่าง LDL-Cholesterol กับโรคหลอดเลือดแดงแข็งสามารถนำไปสู่การเกิดโรคหัวใจได้ทั้งเพศชายและหญิง (โดยระดับความเสี่ยงในเพศหญิงต่ำกว่า) ดังนั้น การควบคุมให้ LDL-Cholesterol < 100 mg/dl ถือว่าเป็นระดับที่ดีที่สุดถึงแม้ว่าจะยอมรับได้

ในระดับที่ < 130 mg/dl ก็ตาม (นวพรรณ จารุรักษ์, 2549) ซึ่งการควบคุมและรักษาระดับปริมาณ LDL-Cholesterol นอกจากการใช้ยาคือมุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในเรื่องการรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย และการควบคุมน้ำหนัก โดยค่ามาตรฐานของปริมาณ LDL-Cholesterol ที่พึงมีหรือเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดน้อยมีเกณฑ์การตัดสินภาวะผิดปกติของระดับไขมันในเลือด ดังนี้ (NCEP, 2001)

น้อยกว่า 100 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	อยู่ในระดับเหมาะสม
100-129 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	อยู่ในระดับใกล้เคียงค่าเหมาะสม
130-159 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	อยู่ในระดับก้ำกึ่ง
160-189 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	อยู่ในระดับสูง
มากกว่า 190 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	อยู่ในระดับสูงมาก

ถ้าพบค่าผิดปกติไปในทางน้อย แสดงว่า อาจมีสาเหตุมาจากพันธุกรรมหรืออาจเกิดจากภาวะร่างกายมีโปรตีนต่ำ (Hypoproteinmia) หรืออาจเกิดจากต่อมไทรอยด์ทำงานมากเกินไป และถ้าพบค่าผิดปกติไปในทางมาก อาจเกิดจากไตทำงานผิดปกติหรือเป็นโรคตับเรื้อรัง นอกจากนี้พบในคนที่ดื่มแอลกอฮอล์มากเกินไปหรือรับประทานอาหารที่ใช้ความร้อนสูงในการปรุงอาหาร เป็นต้น

4. ปริมาณ HDL-Cholesterol

HDL-Cholesterol คือ ไลโปโปรตีนที่มีขนาดเล็กที่สุดแต่มีความหนาแน่นสูงที่สุดในกลุ่มไลโปโปรตีนและเป็นไลโปโปรตีนที่มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบในสัดส่วนที่สูงที่สุด ทำหน้าที่สำคัญในการขนส่งคอลเลสเตอรอลจากกระแสเลือดร้อยละ 20-25 ไปทำลายที่ตับและขับออกจากร่างกายผ่านทางน้ำดี ดังนั้น เมื่อมีปริมาณ HDL-Cholesterol มากเท่าไรจะช่วยลดการอุดตันของหลอดเลือดมากเท่านั้นเพราะ HDL-Cholesterol ทำหน้าที่สำคัญในการกำจัดคอเลสเตอรอลส่วนเกิน

การสังเคราะห์และเมตาบอลิซึม HDL-Cholesterol

HDL-Cholesterol สังเคราะห์ขึ้นที่ตับและลำไส้ ประกอบด้วย Free cholesterol ฟอสโฟลิพิด อะโปโปรตีน C และ E เมื่อทำปฏิกิริยากับ VLDL และไคโลไมครอน จะปล่อยอะโปโปรตีน C และ E ไปกับ VLDL และไคโลไมครอน เพื่อรับอะโปโปรตีน AI และ AII ที่สังเคราะห์จากไรโบโซม (Ribosomes) ในเอนโดพลาสมิก เรติคูลัม (Endoplasmic reticulum) จากนั้นรวมตัวกับฟอสโฟลิพิดแล้วหลั่งออกมาภายนอกเซลล์เพื่อซึมเข้าไปอยู่ในพลาสมา โดยเริ่มแรกสังเคราะห์อณูของ HDL-Cholesterol จะมีรูปร่างแบน (Disk-shaped) เรียกว่า Nascent HDL เมื่อ Nascent HDL ได้รับคอเลสเตอรอลจากเซลล์จะเปลี่ยนเป็น HDL_3 มีเอนไซม์ LCAT

ทำหน้าที่ในการเปลี่ยน Free cholesterol เป็น Cholesteryl ester เพื่อเคลื่อนที่เข้าไปอยู่แกนกลางของโมเลกุล HDL-Cholesterol ทำให้โมเลกุลของ HDL-Cholesterol เปลี่ยนรูปร่างเป็นทรงกลม (Spherical HDL) ล่องลอยไปในกระแสเลือด และเมื่อ HDL_3 รับคอเลสเตอรอลมากขึ้นจะมีความหนาแน่นต่ำลงจนเปลี่ยนเป็น HDL_2 ทำให้มีโอกาสเกิดปฏิกิริยา 2 ทางคือ ถ้ามีเอนไซม์ Epatic lipse ไปกระตุ้นจะเปลี่ยนกลับไปเป็น HDL_3 หรือถูกส่งไปทำลายที่ตับ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณ HDL-Cholesterol

อาหาร การรับประทานอาหารที่มีไขมันไม่อิ่มตัวสูง การรับประทานธัญพืช ผักและผลไม้สดจำนวนมาก รับประทานเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากนมพอสมควร รับประทานไขมันและน้ำตาลส่วนน้อยจะช่วยลดการดูดซึมของน้ำตาลและไขมันจากทางเดินอาหารเข้าสู่กระแสเลือด (สมเกียรติ แสงวัฒนาโรจน์, 2550) นอกจากนี้ พบว่า อาหารที่มีเส้นใยชนิดไม่ละลายน้ำจะกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ทำให้อาหารผ่านลำไส้อย่างรวดเร็ว ส่วนอาหารที่มีเส้นใยชนิดละลายน้ำสามารถจับตัวกับกรดน้ำดีได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้คอเลสเตอรอลที่อยู่ในรูปของกรดน้ำดีถูกขับออกทางอุจจาระได้มากขึ้น

การออกกำลังกาย มีหลักฐานมากมายที่สนับสนุนประโยชน์ของการออกกำลังกายสามารถเพิ่มปริมาณ HDL-Cholesterol (สมพร ส่งตระกูล, 2549; มวภร ธรรมวริทธิ์, 2549; Trejo-Gutierrez & Fletcher, 2007; Vatansev & Cakmakci, 2010) โดย ACSM (2010) กล่าวว่า การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะช่วยลดปัจจัยเสี่ยงหลักของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ เพิ่มปริมาณ HDL-Cholesterol และช่วยควบคุมน้ำหนัก เป็นต้น นอกจากนี้พบว่า การออกกำลังกายระดับปานกลางมีผลทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวที่ลดลงด้วย (Fahri, 2010) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Narges et al. (2014) พบว่า ปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการขี่จักรยานวัดงานที่ความหนักระดับปานกลางในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 นอกจากนี้พบว่า ปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นหลังการขี่จักรยานมาราธอน (Foger et al., 1994) และพบว่า การออกกำลังกายทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นแล้วยังส่งผลให้สารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Awobajo et al., 2013) แต่สำหรับการใช้ชีวิตแบบอยู่นิ่ง ๆ ไม่ค่อยเคลื่อนไหวร่างกายจะทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวอยู่เสมอ (Ebele et al., 2009) ส่วนความถี่ในการออกกำลังกาย พบว่า มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณ HDL-Cholesterol (Lee et al., 2009) เพราะการออกกำลังกายหรือการเคลื่อนไหวร่างกายอยู่เสมอจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดของไลโปโปรตีน ซึ่ง HDL-Cholesterol เป็นไลโปโปรตีนที่มีความสำคัญในการขนส่งคอเลสเตอรอลออกจากเนื้อเยื่อไปทำลายที่ตับมีผลทำให้ TC ลดลง

การสูบบุหรี่ มีผลต่อปริมาณ HDL-Cholesterol ลดลง เนื่องจากการสูบบุหรี่จะทำให้เลือดข้นขึ้นและมีแนวโน้มของการเกิดลิ่มเลือดได้ง่ายจึงมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (เอื้อมพร สกุลแก้ว, 2550) และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณ HDL-Cholesterol ในผู้ชาย (Lee et al., 2009) จากการศึกษาผลการสูบบุหรี่และการออกกำลังกายในชายวัยกลางคน พบว่า ผู้ที่สูบบุหรี่มีปริมาณ HDL-Cholesterol ต่ำกว่าผู้ที่ไม่สูบบุหรี่และในกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างหนักจะมีปริมาณ HDL-Cholesterol สูงกว่ากลุ่มออกกำลังกายเบาและปานกลาง สำหรับคนที่ออกกำลังกายอย่างหนักแต่สูบบุหรี่ไม่มีความแตกต่างกับคนที่ออกกำลังกายเบาแต่ไม่สูบบุหรี่ (Stamford et al., 1984 อ้างถึงใน กังวาล นำประดิษฐทรัพย์, 2537) นอกจากนี้พบว่า การเลิกสูบบุหรี่ 48 วัน จะทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol สูงขึ้น 7 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร แต่ถ้ากลับไปสูบบุหรี่ปริมาณ HDL-Cholesterol จะลดลงไปอยู่ในระดับเดิม (Stamford et al., 1986 อ้างถึงใน กังวาล นำประดิษฐทรัพย์, 2537)

อายุและเพศ โดยธรรมชาติเพศชายจะมีปริมาณ HDL-Cholesterol ต่ำกว่าเพศหญิงเพราะเพศหญิงมีฮอร์โมนเอสโตรเจนเป็นตัวช่วยให้ปริมาณ HDL-Cholesterol สูงขึ้นและช่วยให้ผู้หญิงวัยก่อนหมดประจำเดือนค่อนข้างปลอดภัยจากโรคหัวใจและหลอดเลือด (อดิศักดิ์ อินทพิเชฏฐ์, 2545)

พันธุกรรม เป็นตัวควบคุมการผลิตและการขนย้ายปริมาณ HDL-Cholesterol จากการตรวจสอบความผิดปกติทางพันธุกรรมในส่วนโปรโมเตอร์ของยีนซีอีทีพี (CETP Gene promoter) ในคนไทย พบว่า ความผิดปกติดังกล่าวทำให้ระดับโปรตีน CETP (Cholesterly ester transfer protein) ลดลงและเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol สูงขึ้น (วาณี เปล่งพานิชย์ และวีรพันธ์ โขวิฑูรกิจ, 2555) แต่ถ้าพบปริมาณของ CETP Mass มากเกินไปจะทำให้เกิดปัจจัยเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจเพราะมีผลทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol ลดลง ส่วน CETP Genotyping เป็นการตรวจหาความผิดปกติของการกลายพันธุ์ที่ส่งผลต่อปริมาณ HDL-Cholesterol ลดลงเช่นกัน (คล้ายอัปสร พงศ์รพีพร, 2549)

ฮอร์โมนที่มีผลต่อปริมาณ HDL-Cholesterol ดังนี้

1. ฮอร์โมนอินซูลิน เป็นฮอร์โมนที่มีผลต่อปริมาณ HDL-Cholesterol จากการศึกษาในผู้ป่วยโรคเบาหวานที่รักษาด้วยการให้อินซูลินเป็นเวลานานหลายปี พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณ HDL-Cholesterol สูงกว่า และปริมาณ VLDL-Cholesterol ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เป็นโรคเบาหวาน (Muongmee, 1981 อ้างถึงใน สมพร ส่งตระกูล, 2549)

2. ฮอร์โมนเอสโตรเจน ทำหน้าที่เพิ่มอัตราการผลิต Apo AI มีผลทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้น (ศิริพร จิรวัฒน์กุล, 2537) และพบว่า ปริมาณ HDL-Cholesterol ลดลงในสตรีวัยหมดประจำเดือนซึ่งเป็นผลจากปริมาณฮอร์โมนเอสโตรเจนลดน้อยลง (Garmbrell & Ana-Zelly,

1977 อ้างถึงใน ยุรีพรรณ ชัยได้สุข, 2539)

3. ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณ HDL-Cholesterol เมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลงจะส่งผลกระทบต่อปริมาณ HDL-Cholesterol ลดต่ำลงด้วยเช่นกัน (Zhang et al., 2014) และพบว่า การออกกำลังกายทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณ HDL-Cholesterol ในเลือดเพิ่มขึ้น (Awobajo et al., 2013; Balliett & Burke, 2013)

จากการศึกษาจำนวนมากพบว่า ปริมาณ HDL-Cholesterol < 40 mg/dl มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (นวพรรณ จารุรักษ์, 2549) ดังนั้น HDL-Cholesterol จึงเป็นคอเลสเตอรอลชนิดดีที่จำเป็นต่อร่างกายเพราะผู้ที่มีปริมาณ HDL-Cholesterol ปกติจะมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดแดงแข็งน้อยถึงแม้จะมีปริมาณ LDL-Cholesterol สูงกว่าปกติบ้าง เพราะ HDL-Cholesterol สามารถนำไปทำลายที่ตับได้ โดยอัตราส่วนระหว่างปริมาณ HDL-Cholesterol กับ LDL-Cholesterol คือ 1: 3 แต่ถ้าไม่ได้สัดส่วนจะทำให้มีปริมาณ LDL-Cholesterol เกาะตามผนังหลอดเลือดแดงมากขึ้น ซึ่งปริมาณ HDL-Cholesterol นั้นร่างกายสร้างขึ้นจากการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้พบความสัมพันธ์ระหว่าง HDL-Cholesterol กับโรคหัวใจขาดเลือด จากงานวิจัยของมวภร ธรรมวริทธิ์ (2549) พบว่า เมื่อปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณ TC จะลดลงซึ่งช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ โดยค่ามาตรฐานของปริมาณ HDL-Cholesterol ที่พึงมีหรือเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดน้อยมีเกณฑ์การตัดสินภาวะผิดปกติของระดับไขมันในเลือด ดังนี้ (NCEP, 2001)

น้อยกว่า 40 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อยู่ในระดับต่ำ

มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อยู่ในระดับสูง

ถ้าพบค่าผิดปกติไปในทางน้อย แสดงว่า อาจมีสาเหตุจากการรับประทานอาหารประเภทไขมันและแป้งมากเกินไปอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานจนทำให้เกิดภาวะ TG ในเลือดสูง นอกจากนี้พบว่า การรับประทานปลา ผักและผลไม้น้อยส่งผลทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol ต่ำลง หรืออาจเกิดจากโรคตับอักเสบ โรคตับแข็ง หรือมีน้ำหนักตัวเกินเกณฑ์มาตรฐาน รวมถึงการขาดกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายและการสูบบุหรี่ แต่ถ้าพบค่าผิดปกติไปในทางมากอาจเกิดจากการออกกำลังกายต่อเนื่องเป็นประจำอย่างน้อยวันละ 30 นาที (ประสาร เปรมะสกุล, 2553)

5. ปริมาณ TG

TG หรือ ไตรเอซิลกลีเซอรอล (Triacylglycerol) เป็นสารไขมันในกลุ่มกลีเซอรอลเอสเทอร์ ประกอบด้วย กรดไขมัน 3 โมเลกุล รวมกับกลีเซอรอล 1 โมเลกุล ซึ่งเป็นไขมันส่วนใหญ่ในร่างกาย ประกอบด้วย TG ที่ได้จากการรับประทานอาหารจะถูกย่อยเป็นกรดไขมันผ่านเซลล์

ผนังลำไส้เล็ก จากนั้นจะรวมตัวใหม่ภายในเซลล์เป็น TG และขนส่งออกจากเซลล์ผนังลำไส้เล็กในรูปของไลโปโปรตีนชนิดไคโลไมครอน ผ่านทางระบบน้ำเหลือง (Lymphatic system) เข้าสู่กระแสเลือดไปยังเนื้อเยื่อไขมันและกล้ามเนื้อ ส่วน TG ที่ได้จากการสังเคราะห์กลูโคสในตับจะถูกขนส่งในกระแสเลือดในรูปของ VLDL มีเอนไซม์ไลโปโปรตีนไลเปสที่สร้างจากเนื้อเยื่อและส่งออกมาที่ผนังหลอดเลือดฝอยเพื่อสลาย TG ในไลโปโปรตีนให้เป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล โดยกรดไขมันจะเข้าสู่เซลล์และสะสมเป็น TG ในเซลล์ไขมันและถูกออกซิไดซ์ (Oxidizing agent) เพื่อสร้างพลังงานในเซลล์กล้ามเนื้อ

การสังเคราะห์และเมตาบอลิซึม TG

การสังเคราะห์ TG ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่ตับและเนื้อเยื่อไขมัน โดยสังเคราะห์จากกลีเซอรอลผ่านเอนไซม์กลีเซอรอลไคเนส (Glycerol kinase) และรับหมู่ฟอสเฟตจาก ATP ได้กลีเซอรอล-3-ฟอสเฟต (Glycerol-3-phosphate) จากนั้นหมู่ไฮดรอกซิลของ Glycerol-3-phosphate จะรวมตัวกับกรดไขมัน 2 โมเลกุลได้กรดฟอสฟาติดิค (Phosphatidic acid) โดยมีเอนไซม์ Glycerolphosphate acyltransferase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากนั้นกรดฟอสฟาติดิคจะถูกไฮโดรไลซ์ได้ไดกลีเซอไรด์ (Diglyceride) ที่รวมตัวกับกรดไขมันอีก 1 โมเลกุลด้วยการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ Diglyceride acyl transferase จะได้ TG จากนั้น TG จะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ฮอร์โมนเซนซิทีฟไลเปส (Hormone sensitive lipase: HSL) เพื่อสลาย TG เป็นกลีเซอรอลและกรดไขมัน จากนั้นขนส่งกลีเซอรอลไปที่ตับเพื่อเปลี่ยนเป็นกลูโกสด้วยกระบวนการกลูโคนีโอจีนีซิส (Gluconeogenesis) ส่วนกรดไขมันจะขนส่งสู่กระแสเลือดในรูปของกรดไขมัน อัลบูมิน คอมเพล็กซ์ (Fatty acid albumin complex) ไปยังเซลล์กล้ามเนื้อ โดยกรดไขมันจะถูกออกซิไดซ์ ผ่านกระบวนการเบต้าออกซิเดชัน (β-oxidation) ในรูปของ Acetyl-CoA และจะถูกออกซิไดซ์ต่อไปจนสมบูรณ์เพื่อสร้างพลังงาน ส่วนในเซลล์ตับกรดไขมันจะถูกเปลี่ยนไปในรูปของ Acetyl-CoA จากนั้นปลี่ยนเป็นคีโตน บอดีส์ (Ketone bodies) เพื่อขนส่งผ่านทางกระแสเลือดไปที่เนื้อเยื่ออื่น ๆ ต่อไป

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณ TG

อาหาร การรับประทานอาหารที่มีแคลอรีสูงหรือการรับประทานอาหารที่มากเกินความต้องการของร่างกาย พลังงานส่วนเกินจะถูกเปลี่ยนเป็น TG และเก็บสะสมไว้ที่เนื้อเยื่อไขมัน (Adipose tissue) ส่งผลให้ปริมาณ TG ในเลือดสูงขึ้นและทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นจนอยู่ในภาวะอ้วน แต่ถ้ารับประทานอาหารที่มีแคลอรีต่ำเป็นประจำหรือรับประทานอาหารแต่พอดีจะทำให้เนื้อเยื่อไขมันนำกลูโคสมาใช้เป็นพลังงานมากขึ้นส่งผลให้กรดไขมันหลั่งออกมาน้อยลงทำให้ปริมาณ TG ในเลือดลดลง หรือถ้ารับประทานอาหารที่ให้พลังงานน้อยกว่าความต้องการของร่างกายจะทำให้มีการสลายไขมันที่สะสมในร่างกายออกมาใช้ทดแทนพลังงานที่ต้องการใช้ใน

ชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้นส่งผลต่อปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกายและน้ำหนักของร่างกายลดลงด้วย แต่ไม่ควรปฏิบัติติดต่อกันเป็นเวลานานเพราะอาจทำให้เป็นโรคขาดสารอาหารได้

การออกกำลังกาย จะช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ไลโปโปรตีนไลเปสให้ทำงานได้ดีขึ้น เพิ่มการสลายไคโลไมครอนและ VLDL เพื่อใช้เป็นพลังงานและเพิ่มความสามารถของกล้ามเนื้อในการนำ TG ไปใช้เป็นพลังงานมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณ TG ในเลือดลดลง จากงานวิจัยของ Foger et al. (1994) พบว่า หลังการขี่จักรยานมาราธอน ปริมาณ TG ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และการขี่จักรยานวัดงานที่ความหนักระดับปานกลางทำให้ปริมาณ TG ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (Narges et al., 2014) นอกจากนี้ พบว่า การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทำให้ปริมาณ TG ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Fenkci, Sarsan, Rota, & Ardic, 2006) และพบว่า การเข้าร่วมกิจกรรมเข้าจังหวะที่ความหนักระดับปานกลาง 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 30 นาที ช่วยลดน้ำหนักตัวและปริมาณ TG ในเลือด (แจ่มใส จันทร์กลาง, 2552) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Trejo-Gutierrez and Fletcher (2007) พบว่า การออกกำลังกายมีผลเชิงบวกต่อปริมาณ TG และ HDL-Cholesterol และงานวิจัยของ Fahri (2010) พบว่า การออกกำลังกายระดับปานกลางส่งผลให้ปริมาณ TG ลดลงและปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะการออกกำลังกายช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ไลโปโปรตีนไลเปสให้ทำงานได้ดีขึ้น เพิ่มการสลายไคโลไมครอนและ VLDL เพื่อสร้างพลังงานในเซลล์กล้ามเนื้อและเพิ่มความสามารถของกล้ามเนื้อในการนำ TG ไปใช้เป็นพลังงานมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณ TG ในเลือดลดลง

การสูบบุหรี่ พบว่า ปริมาณ TG ในเลือดสูงขึ้นตามจำนวนบุหรี่ที่สูบ โดยคนสูบบุหรี่จำนวน 11-20 มวนต่อวัน มีผลต่อการเพิ่มปริมาณ TG ในเลือดสูงกว่าคนที่สูบบุหรี่น้อยกว่านั้น แต่เมื่อสูบบุหรี่ร่วมกับการดื่มกาแฟ 2 ถ้วยต่อวัน มีผลทำให้ปริมาณ TG ลดลงอย่างมากซึ่งไม่พบในกลุ่มที่ดื่มกาแฟเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้พบว่า ปริมาณ TG ในเลือดมีความสัมพันธ์แปรผันตามจำนวนบุหรี่ที่สูบ (สมปอง ธนไพศาลกิจ, 2537 อ้างถึงใน ยุรีพรรณ ชัยได้สุข, 2539)

อายุและเพศ พบว่า เพศหญิงจะมีปริมาณ TG ต่ำกว่าเพศชาย เนื่องมาจากฮอร์โมนเอสโตรเจนทำให้เพศชายเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจก่อนวัยอันควร (Premature heart disease) ได้มากกว่าเพศหญิง แต่เมื่อเข้าสู่วัยหมดประจำเดือนทั้งเพศหญิงและเพศชายมีแนวโน้มที่มีปริมาณ TG สูงขึ้นตามอายุ ส่วนในวัยเด็กพบว่า ปริมาณ TG ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเพศหญิงและชาย (พิไลวรรณ ศิริพฤกษ์พงษ์, ม.ป.ป.)

พันธุกรรม จากการศึกษาความผิดปกติของอะโปไลโปโปรตีนเอไฟว์ในคนไทยที่มีปริมาณ TG ในเลือดสูงมาก พบว่า ปริมาณ TG ในเลือดสูงมากจะมีความสัมพันธ์ต่อการเพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะตับอ่อนอักเสบแบบเฉียบพลัน ซึ่งเป็นผลจากการกลายพันธุ์ในยีนของเอนไซม์

ไลโปโปรตีนไลเปส และ Apolipoprotein C2 นอกจากนี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของ APOA5c.-3A > G และ c.553G > T มีความสัมพันธ์กับระดับ TG ในเลือดสูงมากในคนไทย (สุพรรณิการ์ เจริญ, 2553)

ฮอร์โมนที่มีผลต่อปริมาณ TG ดังนี้

1. ฮอร์โมนอินซูลิน ผลิตจาก Beta cell ในตับอ่อน ทำหน้าที่ควบคุมการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตและไขมัน เมื่อฮอร์โมนอินซูลินมีระดับสูงจะออกฤทธิ์ยับยั้งการสลายกรดไขมันอิสระจากไขมันที่สะสมอยู่ในเซลล์ไขมัน นอกจากนี้พบว่า เมื่อปริมาณ TG ในเลือดสูง มีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นซึ่งเป็นผลจากร่างกายมีฮอร์โมนอินซูลินไม่เพียงพอหรือการออกฤทธิ์ของฮอร์โมนอินซูลินลดต่ำลง ตับจึงต้องเร่งกระบวนการสร้าง TG เพิ่มขึ้นและมีผลทำให้ปริมาณ TG ในเลือดสูงขึ้นได้

2. ฮอร์โมนเอสโตรเจน ในเพศหญิงจะทำหน้าที่เพิ่มการสลายไขมัน โดยปริมาณ TG ในเลือดของเพศหญิงจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่วัยทารกจนถึงระดับสูงสุดเมื่ออายุ 65 ปี นอกจากนี้พบว่า ปริมาณ TG ในผู้หญิงอายุเกิน 50 ปี มีแนวโน้มสูงขึ้นแต่ยังต่ำกว่าเพศชายในช่วงอายุ 50-69 ปี แต่จะสูงกว่าเพศชายเมื่ออายุ 70 ปี เพราะเพศชายเมื่ออายุเกิน 50 ปี ปริมาณ TG จะลดลงเล็กน้อย (William, 1988 อ้างถึงใน ยุรีพรรณ ชัยได้สุข, 2539)

3. ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน พบว่า มีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณ TG เมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลงจะส่งผลกระทบต่อปริมาณ TG ในเลือดเพิ่มขึ้น (Tang et al., 2007; Zhang et al., 2014) และเป็นตัวบ่งชี้สำคัญของการเกิดโรคเมตาบอลิก นอกจากนี้ พบว่า การออกกำลังกายทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณ TG ลดลง (Awobajo et al., 2013; Balliett & Burke, 2013)

นอกจากนี้ TG เป็นไขมันอีกชนิดหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะโรคหลอดเลือดหัวใจได้ โดย TG จะถูกขนส่งผ่าน VLDL จากตับไปในกระแสเลือดเพื่อให้พลังงานแก่กล้ามเนื้อ ส่วนพลังงานที่เหลือจะเก็บเป็นพลังงานสำรองที่เนื้อเยื่อไขมัน นอกจากนี้ VLDL ที่ทำหน้าที่ขนส่ง TG ไปสู่เนื้อเยื่อไขมันสามารถเปลี่ยนแปลงตัวเองให้เป็น LDL-Cholesterol ทำให้หลอดเลือดแดงแข็งตัว ถ้าเกิดที่หัวใจทำให้เป็นโรคหัวใจขาดเลือดหรือถ้าเกิดที่สมองทำให้เป็นอัมพาตได้และเป็นสาเหตุของการเกิดโรคอ้วน โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูงและไขมันในเลือดสูง เป็นต้น โดยค่ามาตรฐานของปริมาณ TG ที่พึงมีหรือเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดน้อย มีเกณฑ์การตัดสินภาวะผิดปกติของระดับไขมันในเลือด ดังนี้ (NCEP, 2001)

น้อยกว่า 150 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อยู่ในระดับเหมาะสม
150-199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อยู่ในระดับก้ำกึ่ง
200-499 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อยู่ในระดับสูง
มากกว่า 500 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อยู่ในระดับสูงมาก

ถ้าพบค่าผิดปกติไปในทางน้อย (Hypotriglyceridemia) อาจเกิดจากภาวะการดูดซึมสารอาหารผิดปกติ (Malabsorption syndrom) ทำให้การดูดซึมไขมันออกจากอาหารในลำไส้ได้น้อยกว่าปกติ หรืออาจเกิดจากการรับประทานอาหารที่มีปริมาณไขมันต่ำเกินไป หรืออาจเกิดจากต่อมไทรอยด์ทำงานมากเกินไปทำให้เกิดการสลาย (Catabolism) VLDL มากกว่าปกติส่งผลให้ปริมาณ VLDL ลดต่ำลงมีผลทำให้ TG มีปริมาณลดต่ำลงด้วย และถ้าพบ ค่าผิดปกติไปในทางมาก (Hypertriglyceridemia) แสดงว่า อาจเกิดจากการรับประทานอาหารที่มากเกินความต้องการของร่างกาย หรืออาจเกิดจากการดื่มแอลกอฮอล์มากเกินไป หรืออาจเกิดสภาวะท่อน้ำดีอุดตัน (Biliary obstruction) หรือป่วยเป็นโรคเบาหวาน โรคไต โรคที่เกี่ยวข้องกับต่อไร้ท่อม หรืออาจมีกระเหลืองผุดที่หนังเปลือกตา (Eruptive xanthomas) (ประสาร เปรมะสกุล, 2553)

6. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในเลือด

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในเลือดจำนวน 4 รายการ ได้แก่ ปริมาณ TC, LDL-Cholesterol, HDL-Cholesterol และ TG ด้วยวิธีการวิเคราะห์โดยตรง (Direct method) ในกลุ่มตัวอย่างผู้ชายวัยทองอายุระหว่าง 55-59 ปี ที่ออกกำลังกายและไม่ได้ออกกำลังกาย จากพยาบาลวิชาชีพและเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ประจำศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ ชลบุรี โดยมีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

1. การเก็บตัวอย่างเลือด ด้วยการเจาะเลือดที่เส้นเลือดดำบริเวณข้อพับแขน (Median cubital vein) โดยกลุ่มตัวอย่างต้องอดอาหารอย่างน้อย 12 ชั่วโมงก่อนเจาะเลือดในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 07.00-09.00 น. ด้วยพยาบาลวิชาชีพและเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ ของศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ ชลบุรี

2. ปริมาณของเลือดที่เก็บเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในเลือด (เก็บครั้งเดียวกับการวิเคราะห์ฮอร์โมนเพศชาย ปริมาณ 5 ซีซีต่อคน)

3. นำตัวอย่างเลือดของแต่ละบุคคลเข้าเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Cobas 6000 analyzer series บริษัท Roche เพื่อหาปริมาณไขมันในเลือด ดังต่อไปนี้ (National Cholesterol Education Program, 1990 อ้างถึงใน เพ็ญศิริ ชูส่งแสง, ปนัดดา มุสิกวัณณ์, วรรณี ชยานันต์นุกูล, นุชรัตน์ วรรณพงศ์ และอโณทัย โภคาธิกรณ์, 2551)

3.1 การตรวจวิเคราะห์ TC ใช้หลักการ Enzymatic colorimetric assay โดยเติมชุด

น้ำยาสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์ TC ในสิ่งส่งตรวจ จากนั้นปฏิกิริยาเริ่มขึ้นด้วยการใช้เอนไซม์ Cholesterol esterase เป็น Free cholesterol และ Cholesterol oxidase เป็นตัววัดคอเลสตอรอล

3.2 การตรวจวิเคราะห์ LDL-Cholesterol ใช้หลักการ Homogeneous enzymatic colorimetric assay โดยเติมน้ำยาสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์ LDL-Cholesterol ในสิ่งส่งตรวจจะเกิดปฏิกิริยา โดย Cholesterol esters จะถูก Break down เป็น Free cholesterol กับ Free fatty acid โดย Cholesterol esterase

3.3 การตรวจวิเคราะห์ HDL-Cholesterol ใช้หลักการ Enzymatic colorimetric assay โดยเติมน้ำยาสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์ HDL-Cholesterol ในสิ่งส่งตรวจ โดยความเข้มข้นของ Cholesterol ใน HDL-Cholesterol จะถูกวิเคราะห์โดยเอนไซม์ Cholesterol esterase และ Cholesterol oxidase ควบคู่กับ PEG ต่อหมู่อะมิโน (ประมาณร้อยละ 40)

3.4 การตรวจวิเคราะห์ TG ใช้หลักการ Enzymatic colorimetric assay โดยเติมชุดน้ำยาสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์ TG ในสิ่งส่งตรวจ เพื่อแยก ไลโปโปรตีนออกจากพลาสม่า จากนั้นไฮโดรไลซ์กลีเซอไรด์ด้วย Alcoholic KOH เป็นกลีเซอรอล

ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย HDL-Cholesterol และฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า เทสทอสเตอโรนเป็นฮอร์โมนเพศชายที่มีความสำคัญต่อสมรรถภาพและความแข็งแรงของร่างกาย เมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย เช่น การอ้วนลงพุงที่เกิดจากการเผาผลาญไขมันลดลงทำให้มีไขมันส่วนเกินสะสมบริเวณช่องท้อง ลำตัวและในกระแสเลือด ทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol ลดลง โดยได้รับการยืนยันจากงานวิจัยของ Svartberg et al. (2004) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นรอบเอวกับระดับเทสทอสเตอโรนในเลือด พบว่า ผู้ชายที่มีขนาดเส้นรอบเอวมากกว่า 102 เซนติเมตร จะมีปริมาณเทสทอสเตอโรนต่ำกว่ากลุ่มที่มีเส้นรอบเอวน้อยกว่านี้และต่ำกว่ากลุ่มปกติ ส่วนกลุ่มที่มีขนาดเส้นรอบเอวน้อยกว่า 94 เซนติเมตร จะมีระดับฮอร์โมนปกติ แต่ขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออาจลดลงเป็นผลมาจากมี Fat mass มากขึ้น ส่วน Lean body mass ลดลงทำให้ความสามารถของร่างกายลดลงด้วย ส่วนงานวิจัยของ Zhang et al. (2014) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเทสทอสเตอโรนและปริมาณไขมันในเลือดในผู้ชายวัยกลางคนและวัยชราชาวจีน พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนมีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณ TC, TG และ LDL-Cholesterol แต่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณ HDL-Cholesterol แต่เมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลงจะส่งผลกระทบต่อปริมาณของไขมันในเลือดโดยเพิ่ม

ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไขมันในเลือดสูงเพราะทำให้ปริมาณ LDL-Cholesterol สูงขึ้นส่วน ปริมาณ HDL-Cholesterol ลดลง และจากงานวิจัยของ Chin et al. (2012) ศึกษาความสัมพันธ์ของฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของกระดูก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และส่วนประกอบของร่างกายกับอายุในผู้ชายชาวจีน-มาเลเซีย จำนวน 335 คน ที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดลงและพบความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ไขมันที่เพิ่มขึ้นในผู้สูงอายุซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวขึ้นอยู่กับอายุเป็นสำคัญ นอกจากนี้พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนมีความสำคัญในการคงสภาพของ Lean body mass, Fat mass ความแข็งแรงและสมรรถภาพทางเพศในผู้ชายเพราะการพร่องแอนโดรเจนเป็นสาเหตุสำคัญในการลดลงของ Lean body mass ขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพบว่า เมื่อไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้นมีส่วนทำให้สมรรถภาพทางเพศลดลง (Finkelstein et al., 2013) ซึ่งการค้นพบนี้สนับสนุนการเปลี่ยนแปลงแนวทางการประเมินผลและการจัดการกับภาวะหย่อนสมรรถภาพทางเพศในผู้ชาย และจากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณเทสทอสเตอโรนมีผลต่อส่วนประกอบของร่างกาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงของกระดูกและปริมาณไขมันในเลือดในผู้ชายวัยกลางคน พบว่า การเปลี่ยนแปลงของอายุที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณเทสทอสเตอโรนที่ลดลง การสูญเสียมวลกล้ามเนื้อและการสะสมของไขมันบริเวณส่วนกลางลำตัว รวมถึงมีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวและมีความเสี่ยงต่อภาวะกระดูกหักเพิ่มขึ้น (Isidori et al., 2005) ส่วนการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณเทสทอสเตอโรนกับความผิดปกติของไขมันในเลือดในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจตีบจำนวน 103 คน และคนที่มีสุขภาพดี 103 คน พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณ HDL-Cholesterol แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณ LDL-Cholesterol และเมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมลดต่ำลงจะปรากฏภาวะปริมาณไขมันในเลือดที่อาจนำไปสู่การเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (Wickramatilake et al., 2013) เช่นเดียวกับ Tang et al. (2007) ศึกษาปริมาณเทสทอสเตอโรนและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญอาหารในผู้ชายที่มีอายุมากกว่า 70 ปี พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าดัชนีมวลกาย สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก ไขมันในร่างกาย และปริมาณ TG ในเลือด แต่พบความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณ HDL-Cholesterol และฮีโมโกลบิน โดยปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมมีความสัมพันธ์ต่อปัจจัยการเกิดโรคเมตาบอลิกในผู้ชายสูงอายุอย่างมีนัยสำคัญและเมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมลดลงต่ำอาจเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญสำหรับการพัฒนาของโรคเมตาบอลิกในผู้ชายสูงอายุ และ Maddalena et al. (2012) กล่าวถึง ผลกระทบของปริมาณเทสทอสเตอโรนที่มีต่อส่วนประกอบไขมันในร่างกาย ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านยืนยันความสัมพันธ์ที่ผกผันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปริมาณเทสทอสเตอโรนและโรคอ้วน โดยพบว่า แอนโดรเจนมีหน้าที่สำคัญในการกำกับ

ควบคุมมวลไขมันและการกระจายตัวของไขมันในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและสถานะของแอนโดรเจนที่มีผลต่อความหนาแน่นของเซลล์ในร่างกาย และพบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนมีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบของร่างกายในระดับสูงและมีส่วนสำคัญในรักษาสมดุลของการเผาผลาญไขมัน นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นความจริงของฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนมีความเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของภาวะไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด ภาวะอ้วนลงพุงและโรคเบาหวาน นอกจากนี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณ HDL-Cholesterol ที่เพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวที่ลดลงด้วยเช่นกัน

การเพิ่มหรือการรักษาปริมาณเทสทอสเตอโรนในเพศชายให้เหมาะสมจึงมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตและมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายและปริมาณ HDL-Cholesterol โดยการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอตามตามหลักของ “FITT” (ACSM, 2010) คือ ความถี่ของการออกกำลังกาย (Frequency of exercise) ต้องปฏิบัติต่อเนื่องสม่ำเสมออย่างน้อย 3-5 วันต่อสัปดาห์ ความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity of exercise) ควรออกกำลังกายในระดับที่ 5-6 หรือระดับปานกลางให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วงร้อยละ 60-85 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ระยะเวลาของการออกกำลังกาย (Time of exercise) ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 30-60 นาทีของการออกกำลังกายแต่ละครั้งหรือออกกำลังกายแบบสะสมให้ได้ 150-300 นาทีต่อสัปดาห์ และชนิดของการออกกำลังกาย (Type of exercise) โดยการเลือกกิจกรรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Dale et al. (2012) ศึกษาการตอบสนองของฮอร์โมนในผู้ชายสูงอายุที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกในระดับต่ำกว่าระดับสูงสุดที่มีผลต่อการฝึกและการหยุดฝึกในผู้ชายอายุระหว่าง 70-80 ปี จำนวน 36 คน พบว่า กลุ่มฝึกแบบใช้แรงต้านและกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและเทสทอสเตอโรนอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการฝึก 16 สัปดาห์ แต่หลังจากหยุดฝึก 4 สัปดาห์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและเทสทอสเตอโรนอิสระลดลงไปอยู่ในระดับก่อนการฝึกทั้งสองกลุ่ม ดังนั้น ควรออกกำลังกายในระดับต่ำกว่าระดับสูงสุดเป็นประจำจะช่วยรักษาระดับการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเพศชาย นอกจากนี้ Ebele et al. (2009) ได้ศึกษาผลจากการทำงานที่ไม่ค่อยเคลื่อนไหวและการออกกำลังกายที่มีผลต่อการเผาผลาญไขมันและไลโปโปรตีนในผู้ชายและผู้หญิงวัยทำงานและวัยกลางคนชาวแอฟริกันที่มีสุขภาพดีจำนวน 120 คน มีอายุระหว่าง 20-60 คน พบว่า กลุ่มที่ใช้ชีวิตประจำวันแบบไม่ค่อยมีการเคลื่อนไหวร่างกายมีปริมาณ TC, TG, LDL-Cholesterol และ VLDL เพิ่มขึ้นแต่มีปริมาณ HDL-Cholesterol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้ชีวิตประจำวันแบบเคลื่อนไหวอยู่เสมอทั้งชายและหญิง ซึ่งคนที่ใช้ชีวิตประจำวันแบบไม่ค่อยมีการเคลื่อนไหวจะมีปริมาณไขมันในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

และจากงานวิจัยของ Kvorning et al. (2013) ศึกษากลไกการทำงานของกล้ามเนื้อและ Lean body mass ระหว่างการฝึกความแข็งแรงและการได้รับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนทดแทนในผู้ชายที่มีปริมาณเทสทอสเตอโรนต่ำกว่าปกติที่มีอายุระหว่าง 60-78 ปี พบว่า หลังการฝึก 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกที่ได้รับยาหลอกไม่มีการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรใด ๆ แต่กลุ่มฝึกที่ได้รับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนทดแทนกลับพบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อและแรงสูงสุดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนหลังการฝึก 24 สัปดาห์ พบ Lean body mass เพิ่มขึ้นในกลุ่มฝึกที่ได้รับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนทดแทน ดังนั้น การฝึกความแข็งแรงในผู้ชายที่มีปริมาณเทสทอสเตอโรนต่ำกว่าปกติอาจจะช่วยฟื้นฟูกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ แต่การผสมผสานระหว่างการให้ฮอร์โมนเพศชายทดแทนร่วมกับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จะส่งผลให้กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อและ Lean body mass เพิ่มขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional research) เพื่อศึกษาปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นผู้ชายวัยทองที่มีสุขภาพดี (ผ่านการตรวจโดยแพทย์) อายุระหว่าง 55-59 ปี เข้าร่วมด้วยความสมัครใจ จำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มออกกำลังกาย (จากการสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ออกกำลังกาย พบว่า มีการออกกำลังกายตั้งแต่ช่วงอายุประมาณ 25-30 ปี ต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน โดยออกกำลังกายอย่างเป็นระบบต่อเนื่องจริงจัง สัปดาห์ 3-5 ครั้ง ๆ ละประมาณ 30-60 นาที ความหนักระดับปานกลาง ด้วยการวิ่ง (Jogging) เพียงอย่างเดียว ร้อยละ 40 วิ่งร่วมกับดันพื้น (Push-up) และลุก-นั่ง (Sit-up) ร้อยละ 20 ส่วนร้อยละ 13 วิ่งร่วมกับดึงข้อ (Pull-up) และเริ่มเปลี่ยนมาออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานสัปดาห์ละ 3-5 ครั้ง ๆ ละประมาณ 30-60 นาที ต่อเนื่องประมาณ 5-20 ปี ที่ผ่านมาถึงปัจจุบัน) และกลุ่มไม่ได้ออกกำลังกาย (จากการสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ออกกำลังกาย พบว่า ร้อยละ 53 เคยออกกำลังกายอย่างเป็นระบบต่อเนื่องสม่ำเสมอด้วยการเดิน วิ่ง และขี่จักรยานในช่วงวัยหนุ่มเช่นเดียวกันแต่ปัจจุบันไม่ได้ออกกำลังกายมาไม่น้อยกว่า 5-10 ปี และพบว่า ร้อยละ 20 ออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับดึงข้อสัปดาห์ละ 1 ครั้ง (เฉพาะวันอาทิตย์) ครั้งละประมาณ 15-30 นาที นอกจากนี้พบว่า ร้อยละ 13 ออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับดันพื้น และร้อยละ 7 ออกกำลังกายด้วยการเดินสลับวิ่งเหยาะและการขี่จักรยาน ทั้ง 3 กลุ่มสุดท้ายนี้ออกกำลังกายเฉลี่ยเดือนละประมาณ 5 ครั้ง ๆ ละประมาณ 15-30 นาที) โดยการจับคู่อายุที่เท่ากันทั้ง 2 กลุ่ม จำนวน 20 คู่ แล้วสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ให้ได้จำนวน 15 คู่ เพื่อใช้ในการวิจัย โดยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. ไม่ป่วยเป็นโรคหัวใจ โรคเบาหวาน และไขมันในเลือดสูง
2. ไม่สูบบุหรี่และไม่ดื่มสุราเป็นประจำ
3. มีรอบเอวไม่เกิน 90 เซนติเมตร
4. ไม่อยู่ในระหว่างได้รับฮอร์โมนเพศชายทดแทนหรือรับประทานยาลดความเครียด

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมน

1.1 เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Cobas 6000 analyzer series บริษัท Roche ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา

1.2 น้ำยาพร้อมกับชุดตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม ได้แก่

- Immunodiagnostic products signal reagent
- Immunodiagnostic products universal wash reagent
- Immunodiagnostic products testosterone controls
- Disposible tip

1.3 น้ำยาพร้อมกับชุดตรวจวิเคราะห์ SHBG ได้แก่

- Streptavidin-coated microparticles
- Anti-SHBG-Ab-biotin
- Biotinylated monoclonal anti-SHBG antibody
- Anti-SHBG-Ab-Ru
- Monoclonal anti-SHBG antibody labeled with ruthenium complex
- Disposible tip

1.4 น้ำยาพร้อมชุดตรวจวิเคราะห์อัลบูมิน

- Albumin (ALB2)

1.5 แบบบันทึกผลการวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG และอัลบูมิน ของศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณหาค่าฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนอิสระ

1.6.1 เครื่องคิดเลข ยี่ห้อ Casio รุ่น DJ-120D ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

1.6.2 แบบบันทึกผลการคำนวณค่าฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนอิสระ

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณไขมันในเลือด

2.1 เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ Cobas 6000 analyzer series บริษัท Roche ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2 ชุดน้ำยาสำเร็จรูปที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ TC

2.3 ชุดน้ำยาสำเร็จรูปที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ LDL-Cholesterol

2.4 ชุดน้ำยาสำเร็จรูปที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ HDL-Cholesterol

2.5 ชุดน้ำยาสำเร็จรูปที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ TG

2.6 แบบบันทึกผลการวิเคราะห์ TC, LDL-Cholesterol, HDL-Cholesterol และ TG ของศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ ชลบุรี

3. ชุดอุปกรณ์เจาะเลือด ประกอบด้วย สายยางรัดแขน หลอดบรรจุเลือดพร้อมจุกยาง กระบอกฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร พร้อมเข็มเจาะเลือดขนาด 21 แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ สำลีสะอาดและพลาสเตอร์

4. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

4.1 เครื่องมือวัดส่วนประกอบของร่างกาย

4.1.1 เครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold caliper) ยี่ห้อ Lange Skinfold Caliper by Cambridge Scientific ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา

4.1.2 แบบบันทึกผลการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง

4.2 เครื่องมือวัดความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ

4.2.1 สนามกรีฑา

4.2.2 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อ Pola รุ่น F17 ผลิตจากประเทศฟินแลนด์

4.2.3 นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ Casio รุ่น HS-20 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

4.2.4 เครื่องคิดเลข ยี่ห้อ Casio รุ่น DJ-120D ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

4.2.5 แบบบันทึกผลการวัดความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ

4.3 เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือและแขนส่วนปลาย

4.3.1 เครื่องวัดแรงบีบมือ (Hand-grip dynamometer) ยี่ห้อ T.K.K. รุ่น 383008 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

4.3.2 เครื่องคิดเลข ยี่ห้อ Casio รุ่น DJ-120D ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

4.3.3 แบบบันทึกผลการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

4.4 เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเหยียดขา

4.4.1 เครื่องวัดแรงเหยียดขาและหลัง (Leg and back dynamometer) ยี่ห้อ T.K.K. รุ่น 5402 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

4.4.2 เครื่องคิดเลข ยี่ห้อ Casio รุ่น DJ-120D ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

4.4.3 แบบบันทึกผลการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

4.5 เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเหยียดหลัง

4.5.1 เครื่องวัดแรงเหยียดขาและหลัง (Leg and back dynamometer) ยี่ห้อ T.K.K. รุ่น 5402 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

4.5.2 เครื่องคิดเลข ยี่ห้อ Casio รุ่น DJ-120D ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

4.5.3 แบบบันทึกผลการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

4.6 เครื่องมือวัดความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้อง

4.6.1 เบาะรอง

4.6.2 นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ Casio รุ่น HS-20 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

4.6.3 กระดาษกาว

4.6.4 เทปวัดระยะทาง

4.6.5 แบบบันทึกผลการวัดความอดทนของกล้ามเนื้อ

4.7 เครื่องมือวัดความอ่อนตัว

4.7.1 เบาะรอง

4.7.2 เครื่องวัดความอ่อนตัว (Fleximeter) ยี่ห้อ T.K.K. รุ่น 383017 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

4.7.3 แบบบันทึกผลการวัดความอ่อนตัว

4.8 แบบแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (Physical activity readiness questionnaire: PAR-Q) (สมชาย ลี่ทองอิน, ม.ป.ป.)

วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยเสนอโครงร่างดุษฎีนิพนธ์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

2. ประสานงานกับกลุ่มตัวอย่างที่ออกกำลังกายและกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ออกกำลังกาย เพื่อขอความร่วมมือในการตรวจร่างกายเพื่อประเมินความพร้อมของร่างกายและจิตใจ (โดยแพทย์) ก่อนการเก็บข้อมูลการวิจัย พร้อมแจ้งกำหนดวันเวลาและสถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ประสานงานกับศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ ชลบุรี เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG อัลบูมิน TC, LDL-Cholesterol, HDL-Cholesterol และ TG พร้อมกำหนดวันและเวลาในการนำกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการเจาะเลือด

4. ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อขอความอนุเคราะห์ผู้ช่วยวิจัย เครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง เครื่องวัดแรงบีบมือ เครื่องวัดแรงเหยียดขาและหลัง เครื่องวัดความอ่อนตัว

เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง และประสานงานกับกองกีฬาและนันทนาการ มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อขอความอนุเคราะห์ใช้สนามกีฬากลางในการทดสอบการเดินแบบ Rockport พร้อมกำหนดวันและเวลาในการนำกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบในแต่ละรายการ

5. ประสานงานกับโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อขอความอนุเคราะห์หน่วยพยาบาลเคลื่อนที่ในช่วงของการทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพที่ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยา และการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา และสนามกีฬากลาง มหาวิทยาลัยบูรพา

6. แจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างระหว่างเข้าร่วมการวิจัย โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ช่วง แต่ละช่วงห่างกัน 1 สัปดาห์ ดังนี้

6.1 ช่วงที่ 1 การเก็บตัวอย่างเลือดที่ศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ ชลบุรี

6.2 ช่วงที่ 2 การทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพที่ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาและการออกกำลังกาย และสนามกีฬากลาง มหาวิทยาลัยบูรพา

7. ชี้แจงรายละเอียดช่วงที่ 1 การเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG อัลบูมิน TC, LDL-Cholesterol, HDL-Cholesterol และ TG ดังนี้

7.1 การเจาะเลือดครั้งนี้ ดำเนินการเจาะเลือดในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 07.00-09.00 น. เจาะที่เส้นเลือดดำบริเวณข้อพับแขน โดยพยาบาลวิชาชีพและเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ประจำศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ ชลบุรี (กลุ่มตัวอย่างต้องอดอาหารไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง)

7.2 ปริมาณของเลือดที่เก็บเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG อัลบูมิน TC, LDL-Cholesterol, HDL-Cholesterol และ TG ปริมาณ 5 ซีซีต่อคน

7.3 เลือดที่เก็บจากกลุ่มตัวอย่างเมื่อตรวจวิเคราะห์เสร็จแล้ว ศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ ชลบุรี นำส่งบริษัทรับทำลายด้วยวิธีการเติมน้ำยาฆ่าเชื้อลงไปในเลือดแล้วนำไปเผาทำลายเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม

7.4 การนำเสนอข้อมูลจะไม่ใช้ชื่อ-สกุลจริงของกลุ่มตัวอย่าง แต่จะใช้เป็นรหัส เช่น กลุ่มออกกำลังกาย ใช้รหัส A01, A02,....,A15 และกลุ่มไม่ออกกำลังกาย ใช้รหัส I01, I02,....,I15

7.5 ผลการตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG อัลบูมิน TC, LDL-Cholesterol, HDL-Cholesterol และ TG รวมทั้งผลการคำนวณฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนอิสระ ผู้วิจัยจะเก็บเป็นความลับ พร้อมส่งผลการตรวจวิเคราะห์ให้ทราบเป็นรายบุคคลแบบปิดผนึก

8. นำกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการเจาะเลือดโดยพยาบาลวิชาชีพและเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์เพื่อตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG อัลบูมิน TC, LDL-Cholesterol, HDL-Cholesterol และ TG ที่ศูนย์ตรวจวิเคราะห์สุขภาพ อาร์ ไอ เอ ชลบุรี

9. รับผลการตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG อัลบูมิน TC, LDL-Cholesterol, HDL-Cholesterol และ TG จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม SHBG และอัลบูมิน มาคำนวณหาค่าปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระ ตามสูตรของ Vermulen (ISSAM, n.d.)

10. ชี้แจงรายละเอียดช่วงที่ 2 การทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ตั้งแต่เวลา 16.00-18.00 น. ดำเนินการโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยผู้วิจัย เริ่มจากการทำแบบประเมิน PAR-Q ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความดันโลหิตและวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 6 กลุ่มย่อย เข้ารับการทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพจำนวน 6 ฐาน (เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบแต่ละฐานให้เปลี่ยนฐานโดยการหมุนเวียนตามเข็มนาฬิกา) ที่ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกายและการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา ดังนี้

10.1 ฐานที่ 1 วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง

10.2 ฐานที่ 2 วัดแรงบีบมือ

10.3 ฐานที่ 3 วัดแรงเหยียดขา

10.4 ฐานที่ 4 วัดแรงเหยียดหลัง

10.5 ฐานที่ 5 ทดสอบการนอนยก

10.6 ฐานที่ 6 ทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า

พักครั้งชั่วโมงก่อนดำเนินการทดสอบการเดินแบบ Rockport ที่สนามกีฬากลาง มหาวิทยาลัยบูรพา

11. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อสรุปและรายงานผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows (Statistical Package for the Social Science Personal Computer) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยสถิติ One-way MANOVA (Multivariate analysis of variance)

3. กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย โดยนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

1. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะทางกายภาพ
2. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณเทสทอสเตอโรน
3. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ
4. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไขมันในเลือด

ตอนที่ 2 ผลการทดสอบความแตกต่างของปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ด้วยสถิติ One-way MANOVA

1. การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ MANOVA
   1.1 การทดสอบการแจกแจงเป็นแบบปกติ
   1.2 การตรวจสอบเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม
2. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ MANOVA
   2.1 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความแตกต่างด้วยสถิติ
   2.2 การทดสอบความแตกต่างของปริมาณเทสทอสเตอโรน
   2.3 การทดสอบความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ
   2.4 การทดสอบความแตกต่างของปริมาณไขมันในเลือด

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

1. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะทางกายภาพ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ ประกอบด้วย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ชีพจรขณะพัก และความดันโลหิตของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ดังปรากฏในตารางที่ 4-1 พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีอายุเฉลี่ย 57.20 ± 1.52 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 69.77 ± 9.80 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 170.07 ± 6.67 เซนติเมตร ชีพจรขณะพักเฉลี่ย 72.27 ± 9.06 ครั้งต่อนาที ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเฉลี่ย 123.27 ± 4.83 มิลลิเมตรปรอท และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเฉลี่ย 83.07 ± 7.39 มิลลิเมตรปรอท ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีอายุเฉลี่ย 57.20 ± 1.52 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 70.66 ± 6.26 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 170.67 ± 5.49 เซนติเมตร ชีพจรขณะพักเฉลี่ย 75.07 ± 5.05 ครั้งต่อนาที ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเฉลี่ย 124.13 ± 8.93 มิลลิเมตรปรอท และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเฉลี่ย 84.33 ± 7.31 มิลลิเมตรปรอท

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะทางกายภาพของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ($n_1 = n_2 = 15$)

ผู้ชายวัยทอง		$\overline{X}$	*SD*
อายุ (ปี)	ออกกำลังกาย	57.20	1.52
	ไม่ออกกำลังกาย	57.20	1.52
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ออกกำลังกาย	69.77	9.80
	ไม่ออกกำลังกาย	70.66	6.26
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	ออกกำลังกาย	170.07	6.67
	ไม่ออกกำลังกาย	170.67	5.49
ชีพจรขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	ออกกำลังกาย	72.27	9.06
	ไม่ออกกำลังกาย	75.07	5.05
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว	ออกกำลังกาย	123.27	4.83
(มิลลิเมตรปรอท)	ไม่ออกกำลังกาย	124.13	8.93
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว	ออกกำลังกาย	83.07	7.39
(มิลลิเมตรปรอท)	ไม่ออกกำลังกาย	84.33	7.31

2. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณเทสทอสเตอโรน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณเทสทอสเตอโรนของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ดังปรากฏในตารางที่ 4-2 พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมเฉลี่ย 18.51 ± 3.57 นาโนโมลต่อลิตร และปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระเฉลี่ย 334.80 ± 25.89 พิโกโมลต่อลิตร ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมเฉลี่ย 12.58 ± 2.80 นาโนโมลต่อลิตร และปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระเฉลี่ย 220.80 ± 16.59 พิโกโมลต่อลิตร

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปริมาณเทสทอสเตอโรนของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ($n_1 = n_2 = 15$)

ผู้ชายวัยทอง		$\overline{X}$	***SD***
เทสทอสเตอโรนรวม	ออกกำลังกาย	18.51	3.57
(นาโนโมลต่อลิตร)	ไม่ออกกำลังกาย	12.58	2.80
เทสทอสเตอโรนอิสระ	ออกกำลังกาย	334.80	25.89
(พิโกโมลต่อลิตร)	ไม่ออกกำลังกาย	220.80	16.59

3. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ดังปรากฏในตารางที่ 4-3 พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีความหนาของไขมันใต้ผิวหนังเฉลี่ย 19.52 ± 3.59 เปอร์เซ็นต์ไขมัน ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ย 32.45 ± 4.02 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที แรงบีบมือเฉลี่ย 0.62 ± 0.05 กิโลกรัม แรงเหยียดขาเฉลี่ย 2.44 ± 0.54 กิโลกรัม แรงเหยียดหลังเฉลี่ย 1.66 ± 0.32 กิโลกรัม นอนยกตัวเฉลี่ย 41.33 ± 12.54 ครั้งต่อนาที และนั่งงอตัวไปข้างหน้าเฉลี่ย 6.91 ± 7.90 เซนติเมตร ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีความหนาของไขมันใต้ผิวหนังเฉลี่ย 22.73 ± 1.60 เปอร์เซ็นต์ไขมัน ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ย 25.60 ± 4.13 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที แรงบีบมือเฉลี่ย 0.58 ± 0.07 กิโลกรัม แรงเหยียดขาเฉลี่ย 1.72 ± 0.48 กิโลกรัม แรงเหยียดหลังเฉลี่ย 1.22 ± 0.31 กิโลกรัม นอนยกตัวเฉลี่ย 26.40 ± 7.61 ครั้งต่อนาที และนั่งงอตัวไปข้างหน้าเฉลี่ย -0.33 ± 8.05 เซนติเมตร

ตารางที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ($n_1 = n_2 = 15$)

ผู้ชายวัยทอง		$\overline{X}$	*SD*
ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง	ออกกำลังกาย	19.52	3.59
(เปอร์เซ็นต์ไขมัน)	ไม่ออกกำลังกาย	22.73	1.60
ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด	ออกกำลังกาย	32.45	4.02
(มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)	ไม่ออกกำลังกาย	25.60	4.13
แรงบีบมือ	ออกกำลังกาย	0.62	0.05
(กิโลกรัม)	ไม่ออกกำลังกาย	0.58	0.07
แรงเหยียดขา	ออกกำลังกาย	2.44	0.54
(กิโลกรัม)	ไม่ออกกำลังกาย	1.72	0.48
แรงเหยียดหลัง	ออกกำลังกาย	1.66	0.32
(กิโลกรัม)	ไม่ออกกำลังกาย	1.22	0.30
นอนยกตัว	ออกกำลังกาย	41.33	12.54
(ครั้งต่อนาที)	ไม่ออกกำลังกาย	26.40	7.61
นั่งงอตัวไปข้างหน้า	ออกกำลังกาย	6.91	7.90
(เซนติเมตร)	ไม่ออกกำลังกาย	-0.33	8.05

4. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไขมันในเลือด

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ดังปรากฏในตารางที่ 4-4 พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีปริมาณ TC เฉลี่ย 189.13 ± 5.89 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ปริมาณ LDL-Cholesterol เฉลี่ย 109.53 ± 15.31 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ปริมาณ HDL-Cholesterol เฉลี่ย 47.80 ± 5.33 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และปริมาณ TG เฉลี่ย 112.00 ± 26.27 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณ TC เฉลี่ย 193.00 ± 4.28 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ปริมาณ LDL-Cholesterol เฉลี่ย 119.27 ± 9.58 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ปริมาณ HDL-Cholesterol เฉลี่ย 38.87 ± 5.77 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และปริมาณ TG เฉลี่ย 129.47 ± 19.32 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

ตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ($n_1 = n_2 = 15$)

ผู้ชายวัยทอง		$\overline{x}$	***SD***
ปริมาณ TC	ออกกำลังกาย	189.13	5.89
(มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	ไม่ออกกำลังกาย	193.00	4.28
ปริมาณ LDL-Cholesterol	ออกกำลังกาย	109.53	15.31
(มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	ไม่ออกกำลังกาย	119.27	9.58
ปริมาณ HDL-Cholesterol	ออกกำลังกาย	47.80	5.33
(มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	ไม่ออกกำลังกาย	38.87	5.77
ปริมาณ TG	ออกกำลังกาย	112.00	26.27
(มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	ไม่ออกกำลังกาย	129.47	19.32

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ด้วยสถิติ One-way MANOVA

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ด้วยสถิติ One-way MANOVA

1. การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ MANOVA

1.1 การทดสอบการแจกแจงเป็นแบบปกติ

จากการทดสอบการแจกแจงเป็นแบบปกติตามข้อตกลงเบื้องต้น โดยใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov smirnov one-sample test ดังปรากฏในตารางที่ 4-5 พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และปริมาณไขมันในเลือดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า ข้อมูลมีการแจกแจงเป็นแบบปกติ

ตารางที่ 4-5 ทดสอบการแจกแจงเป็นแบบปกติระหว่างปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และปริมาณไขมันในเลือด

ตัวแปรตาม		$\overline{x}$	Kolmogorov smirnov z	asmp. p (2-tailed)
ปริมาณเทสทอสเตอโรน	เทสทอสเตอโรนรวม	15.54	.475	.977
	เทสทอสเตอโรนอิสระ	277.80	1.090	.185
สมรรถภาพทางกายฯ	ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง	21.12	.677	.749
	ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด	29.02	.487	.972
	แรงบีบมือ	.60	.629	.823
	แรงเหยียดขา	2.08	.458	.985
	แรงเหยียดหลัง	1.44	.465	.982
	นอนยกตัว	33.87	.901	.392
	นั่งงอตัวไปข้างหน้า	3.29	.971	.302
ปริมาณไขมันในเลือด	ปริมาณ TC	191.07	.466	.982
	ปริมาณ LDL-Cholesterol	114.40	1.028	.241
	ปริมาณ HDL-Cholesterol	43.33	.688	.732
	ปริมาณ TG	120.73	1.103	.175

*$p < .05$

1.2 การตรวจสอบเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณทางเดียวเพื่อทดสอบความเท่ากันของเมตริกความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมตามข้อตกลงเบื้องต้น โดยใช้สถิติทดสอบ Box's test of equality of covariance matrices ดังปรากฏในตารางที่ 4-6 พบว่า เมตริกความแปรปรวนร่วมของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อพิจารณา ค่า Box's M test ของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพใกล้เคียงที่จะแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีขนาดเล็กและมีคุณสมบัติที่ซับซ้อนถึงแม้จะควบคุมอย่างรัดกุมก็ตามแต่สามารถพิจารณาให้การยอมรับได้ ยืนยันได้จาก Hair, Black, Babin, and Anderson (2010) กล่าวว่า Box's M test จะมีความไวของต่อกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก ตัวแปรตามมีจำนวนน้อยและออกแบบการวิจัยที่เรียบง่าย แต่ถ้าออกแบบการวิจัยที่มีความซับซ้อนมากขึ้นแล้วยังมีพบความแตกต่างความอย่างมีนัยสำคัญอาจพิจารณาให้ยอมรับได้ จึงสามารถทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณทางเดียวได้

ตารางที่ 4-6 ทดสอบความเท่ากันของเมตริกความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และปริมาณไขมันในเลือด

ตัวแปรตาม	Box's M	*F*	*df1*	*df2*	*p*
ปริมาณเทสทอสเตอโรน	4.31	1.324	3	141120.00	.264
สมรรถภาพทางกายฯ	57.01	1.479	28	2731.91	.050
ปริมาณไขมันในเลือด	8.38	.707	10	3748.21	.718

*$p < .05$

2. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ MANOVA

2.1 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความแตกต่างด้วยสถิติ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ดังปรากฏในตารางที่ 4-7 พบว่า ค่า Wilk's lambda ของปริมาณเทสทอสเตอโรน เท่ากับ .12 ค่า Hypothesis *df* เท่ากับ 2 และค่า *p* เท่ากับ .000 ส่วนค่า Wilk's lambda ของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ เท่ากับ .34 ค่า Hypothesis *df* เท่ากับ 7 และค่า *p* เท่ากับ .000 และค่า Wilk's lambda ของปริมาณไขมันในเลือด เท่ากับ .46 ค่า Hypothesis *df* เท่ากับ 4 และค่า *p* เท่ากับ .000 แสดงว่าปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4-7 การทดสอบความแตกต่างของปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และปริมาณไขมันในเลือด

ตัวแปรตาม	Test name	Value	*F*	Hypothesis	Error	*p*
ปริมาณเทสทอสเตอโรน	Pillai's trace	.89	103.86*	2	27	.000
	Wilk's lambda	.12	103.86*	2	27	.000
	Hotelling's trace	7.69	103.86*	2	27	.000
	Roy's largest root	7.69	103.86*	2	27	.000
สมรรถภาพทางกายฯ	Pillai's trace	.66	6.13*	7	22	.000
	Wilk's lambda	.34	6.13*	7	22	.000
	Hotelling's trace	1.95	6.13*	7	22	.000
	Roy's largest root	1.95	6.13*	7	22	.000
ปริมาณไขมันในเลือด	Pillai's trace	.54	7.32*	4	25	.000
	Wilk's lambda	.46	7.32*	4	25	.000
	Hotelling's trace	1.17	7.32*	4	25	.000
	Roy's largest root	1.17	7.32*	4	25	.000

*$p < .05$

2.2 การทดสอบความแตกต่างของปริมาณเทสทอสเตอโรน

จากการทดสอบความแตกต่างของปริมาณเทสทอสเตอโรนของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ดังปรากฏในตารางที่ 4-8 พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4-8 การทดสอบความแตกต่างของปริมาณเทสทอสเตอโรนของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกาย และไม่ออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน		***SS***	***df***	***MS***	***F***	***p***
Between	ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม	263.26	1	263.26	25.56*	.000
Error	ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม	288.36	28	10.30		
Between	ปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระ	97470.00	1	97470	206.18*	.000
Error	ปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระ	13236.80	28	472.74		

*$p < .05$

2.3 การทดสอบความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

จากการทดสอบความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ดังปรากฏในตารางที่ 4-9 พบว่า ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด แรงบีบมือข้างที่ถนัด แรงเหยียดขา แรงเหยียดหลัง นอนยกตัว และนั่งงอตัวไปข้างหน้า ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4-9 การทดสอบความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน		***SS***	***df***	***MS***	***F***	***p***
Between	ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง	77.12	1	77.12	10.00*	.004
Error	ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง	215.95	28	7.71		
Between	ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด	352.40	1	352.40	21.20*	.000
Error	ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด	465.53	28	16.63		
Between	แรงบีบมือข้างที่ถนัด	0.02	1	0.02	4.53*	.042
Error	แรงบีบมือข้างที่ถนัด	0.10	28	0.00		
Between	แรงเหยียดขา	3.86	1	3.86	14.74*	.001
Error	แรงเหยียดขา	7.33	28	.26		
Between	แรงเหยียดหลัง	1.43	1	1.43	14.63*	.001
Error	แรงเหยียดหลัง	2.73	28	.10		
Between	นอนยกตัว	1672.53	1	1672.53	15.54*	.000
Error	นอนยกตัว	3012.93	28	107.61		
Between	นั่งงอตัวไปข้างหน้า	393.13	1	393.13	6.19*	.019
Error	นั่งงอตัวไปข้างหน้า	1779.77	28	63.56		

*$p < .05$

2.4 การทดสอบความแตกต่างของปริมาณไขมันในเลือด

จากการทดสอบความแตกต่างของปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ดังปรากฏในตารางที่ 4-10 พบว่า ปริมาณ TC, ปริมาณ LDL-Cholesterol, ปริมาณ HDL-Cholesterol และปริมาณ TG ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4-10 การทดสอบความแตกต่างของปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย

แหล่งความแปรปรวน		***SS***	***df***	***MS***	***F***	***p***
Between	ปริมาณ TC	112.13	1	112.13	4.23*	.049
Error	ปริมาณ TC	741.73	28	26.49		
Between	ปริมาณ LDL- Cholesterol	710.53	1	710.53	4.36*	0.046
Error	ปริมาณ LDL- Cholesterol	4564.67	28	163.02		
Between	ปริมาณ HDL- Cholesterol	598.53	1	598.53	19.39*	.000
Error	ปริมาณ HDL- Cholesterol	864.13	28	30.86		
Between	ปริมาณ TG	2288.13	1	2288.13	4.30*	.047
Error	ปริมาณ TG	14891.73	28	531.85		

*$p < .05$

บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย โดยอภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

อภิปรายผล

1. ปริมาณเทสทอสเตอโรน

ปริมาณเทสทอสเตอโรนของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ในการวิจัยครั้งนี้วัดปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและเทสทอสเตอโรนอิสระ พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม เฉลี่ย 18.51 ± 3.57 นาโนโมลต่อลิตร และปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระ เฉลี่ย 334.80 ± 25.89 พิโกโมลต่อลิตร ซึ่งอยู่ในระดับสูงมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์ปกติ ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณเทสทอสเตอโรนรวม เฉลี่ย 12.58 ± 2.80 นาโนโมลต่อลิตร อยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่ปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระ เฉลี่ย 220.80 ± 16.59 พิโกโมลต่อลิตร ลดลงมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์ปกติ จนอยู่ในภาวะพร่องฮอร์โมนเพศชาย และจากการเปรียบเทียบ พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายสูงกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า การสังเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนในผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายยังมีประสิทธิภาพสูงถึงแม้ว่าโดยธรรมชาติฮอร์โมนชนิดนี้จะค่อย ๆ ลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเซลล์ลัยดิกที่อยู่ในอัณฑะร้อยละ 95 และสร้างจากต่อมหมวกไตส่วนนอกร้อยละ 5 มีประสิทธิภาพในการสร้างฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนเพิ่มสูงมากในกระแสเลือด ส่วนใหญ่จะเข้าสู่เซลล์ผ่านกระบวนการแพร่โดยจับกับตัวรับจำเพาะในนิวเคลียส จากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้นคือ เป็น Pregnenolone, Progesterone, 17α-hydroxyl-progesterone, Anaorstenedione จนเป็น Testosterone แล้วส่งเข้าสู่กระแสเลือด โดยสังเคราะห์วันละประมาณ 6-7 มิลลิกรัม (ผลิตที่อัณฑะประมาณ 5 มิลลิกรัมต่อวัน (13.9-31.9 ไมโครโมลต่อวัน) ผลิตที่ต่อมหมวกไตชั้นนอกประมาณ 2-3 มิลลิกรัมต่อวัน) ในช่วงวัยหนุ่มและคงระดับอยู่ตลอดช่วงวัยเจริญพันธุ์ส่งผลให้เมื่ออายุมากขึ้นถึงแม้ว่าฮอร์โมนเพศชายจะค่อย ๆ ลดลง

แต่ไม่ถึงกับลดต่ำมากและยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ หรืออาจเป็นผลจากการออกกำลังกายในช่วงวัยหนุ่มที่มีผลโดยตรงทำให้ระดับฮอร์โมนเพศชายสูงมาก เมื่ออายุมากขึ้นถึงแม้ว่าฮอร์โมนจะค่อย ๆ ลดลงแต่ไม่ถึงกับลดต่ำมากและอยู่ในเกณฑ์ปกติ ในขณะเดียวกันถ้าชายคนใดมีปริมาณเทสทอสเตอโรนสูงกว่าค่าเฉลี่ยเพียงเล็กน้อยในช่วงอายุ 20-30 ปี เมื่ออายุมากขึ้นจะเกิดภาวะพร่องฮอร์โมนเพศชายได้เร็วขึ้น (อภิชาต วิชญาณรัตน์, 2551) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการดำเนินชีวิตของแต่ละบุคคล เช่น การรับประทานอาหารเกินความต้องการของร่างกายหรือรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง อ้วนลงพุง ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นประจำ สูบบุหรี่ ขาดการออกกำลังกาย มีความเครียด พักผ่อนน้อย รวมถึงมีอาการป่วยหรือเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน ไขมันในเลือดสูง เป็นต้น ซึ่งการออกกำลังกายนี้มีส่วนสำคัญในการเพิ่มหรือรักษาระดับปริมาณเทสทอสเตอโรน จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานสัปดาห์ละ 3-5 วัน ๆ ละประมาณ 30-60 นาที ด้วยความหนักระดับปานกลาง (ให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วงร้อยละ 60-85 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือขี่จักรยานแบบสะสมให้ได้ประมาณ 150-300 นาทีต่อสัปดาห์อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเป็นเวลานานไม่น้อยกว่า 1 ปี นั้น จากการสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ออกกำลังกาย พบว่า มีการออกกำลังกายอย่างเป็นระบบต่อเนื่องจริงจังสัปดาห์ 3-5 ครั้ง ๆ ละประมาณ 30-60 นาที ด้วยความหนักระดับปานกลาง ตั้งแต่ช่วงอายุประมาณ 25-30 ปี ถึงปัจจุบัน ด้วยการวิ่งเหยาะ (Jogging) เพียงอย่างเดียว ร้อยละ 40 วิ่งเหยาะร่วมกับดันพื้น (Push-up) และลุก-นั่ง (Sit-up) ร้อยละ 20 ส่วนร้อยละ 13 วิ่งเหยาะร่วมกับดึงข้อ (Pull-up) และเริ่มเปลี่ยนมาออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานประมาณ 5-20 ปี ที่ผ่านมา จากพฤติกรรมการออกกำลังกายดังกล่าวอาจส่งผลให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระอยู่ในระดับสูงมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์ปกติและสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ออกกำลังกาย และจากการสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ออกกำลังกาย พบว่า ร้อยละ 53 เคยออกกำลังกายอย่างเป็นระบบต่อเนื่องสม่ำเสมอด้วยการเดิน วิ่งเหยาะและขี่จักรยานในช่วงวัยหนุ่มแต่ปัจจุบันไม่ได้ออกกำลังกายไม่น้อยกว่า 5-10 ปี และพบว่า ร้อยละ 20 ออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับดึงข้อสัปดาห์ละ 1 ครั้ง (เฉพาะวันอาทิตย์) ครั้งละประมาณ 15-30 นาที นอกจากนี้พบว่า ร้อยละ 13 ออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับดันพื้น และร้อยละ 7 ออกกำลังกายด้วยการเดินสลับวิ่งเหยาะและการขี่จักรยาน โดยทั้ง 3 กลุ่ม นี้ออกกำลังกายเฉลี่ยเดือนละประมาณ 5 ครั้ง ๆ ละประมาณ 15-30 นาที ส่งผลให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่ปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระลดลงมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์ปกติจนอยู่ในภาวะพร่องฮอร์โมนเพศชาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dale et al. (2012) พบว่า การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในระดับต่ำกว่าระดับสูงสุดทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและเทสทอสเตอโรนอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

หลังฝึก 16 สัปดาห์ เมื่อหยุดออกกำลังกายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมและเทสทอสเตอโรนอิสระลดลงไปอยู่ในระดับก่อนการออกกำลังกายทั้งสองกลุ่ม แต่ถ้าเป็นการออกกำลังกายที่หนักเกิน พบว่า มีความสัมพันธ์กับปริมาณเทสทอสเตอโรนรวมที่ลดลง (Hakkinen et al., 1987 cited in Kraemer & Ratamess, 2005) และมีผลกระทบต่อความสามารถของร่างกายที่ลดลงด้วย จากการศึกษาแบบภาคตัดขวางในผู้ชายสูงอายุ พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนอิสระลดลงมีความสัมพันธ์กับขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงด้วย (สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, 2548) โดยมี Fat mass มากขึ้น แต่ Lean body mass ลดลงทำให้ขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง (Wu et al., 2010) นอกจากนี้ ทำให้เกิดการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อและการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง (Sattler et al., 2009) เพราะปริมาณเทสทอสเตอโรนมีความสำคัญในการคงสภาพของ Lean body mass, Fat mass ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพทางเพศในผู้ชาย (Finkelstein et al., 2013) สำหรับการขาดการออกกำลังกายหรือออกกำลังกายเพียงเล็กน้อยอาจส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพระยะยาว โดยเฉพาะเมื่อเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ อาจพบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เป็นผลมาจากระบบการทำงานต่าง ๆ ที่ถูกควบคุมด้วยฮอร์โมนเพศชายที่ลดลงอย่างชัดเจนส่งผลกระทบต่อระบบโครงร่างผิวหนัง ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ระบบประสาทและการไหลเวียนเลือด ระบบต่อมไร้ท่อและระบบสืบพันธุ์ นอกจากนี้ ส่งผลกระทบโดยอ้อมด้านจิตใจและอารมณ์ จากอาการแสดงต่าง ๆ ที่คล้ายกับผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน เช่น รู้สึกซึมเศร้า หลงลืม ขาดสมาธิ หงุดหงิด ไม่กระตือรือร้น นอนไม่หลับ ตื่นนอนกลางคืนแล้วหลับยาก เป็นต้น ซึ่งอาการเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อสุขภาพจิตและมีผลกระทบต่อคุณภาพที่ดีชีวิตในอนาคต

การออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมออาจเป็นทางเลือกให้ผู้ชายวัยทองหันมาขี่จักรยานเพื่อเพิ่มหรือการรักษาปริมาณเทสทอสเตอโรนให้เหมาะสมกับช่วงวัยต่อไป

2. สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของการมีสุขภาพดี โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ชายวัยทองจะช่วยชะลอความแก่หรือชะลอความเสื่อมของอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งการออกกำลังกายเป็นประจำทำให้ร่างกายแข็งแรง กระฉับกระเฉง หัวใจสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายลดลง ระบบหายใจทำงานดีขึ้น ขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นแข็งแรงขึ้น ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อต่อดีขึ้นส่วนปริมาณไขมันในร่างกายลดลง แม้ร่างกายจะไม่แข็งแรงเท่ากับวัยหนุ่มสาวแต่จะแข็งแรงมากกว่าวัยเดียวกันที่ไม่ได้ออกกำลังกาย นอกจากนี้ช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากปัญหาสุขภาพและโรคร้ายต่าง ๆ ได้ประมาณร้อยละ 25-30 (Macera et al., 2003 อ้างถึงใน เจริญ กระบวนรัตน์, 2556) ในการวิจัยครั้งนี้วัดองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ ส่วนประกอบของร่างกาย ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อและความอ่อนตัว ดังนี้

2.1 ส่วนประกอบของร่างกาย

ในการวิจัยครั้งนี้ทดสอบโดยการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ผลการทดสอบพบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง เฉลี่ย 19.52 ± 3.59 เปอร์เซ็นต์ไขมัน อยู่ในระดับดีมาก ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง เฉลี่ย 22.73 ± 1.60 เปอร์เซ็นต์ไขมัน อยู่ในระดับดีเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน และจากการเปรียบเทียบ พบว่า ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานของผู้ชายวัยทองซึ่งจัดเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีการสร้างพลังงานแบบอาศัยออกซิเจนจากภายนอกร่างกายเพื่อเผาผลาญพลังงานที่สะสมอยู่ในร่างกาย โดยใช้พลังงานจากการเผาผลาญไขมันมากถึงร้อยละ 70-90 ส่วนที่เหลือร้อยละ 10-30 เป็นพลังงานที่ได้จากการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตส่งผลให้ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายน้อยกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายและอยู่ในระดับดีมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน แต่เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม เป็นผู้มีสุขภาพแข็งแรงทั้งร่างกายและจิตใจ มีรอบเอวไม่เกิน 90 เซนติเมตร ไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มสุราเป็นประจำ ไม่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน โรคหัวใจและโรคไขมันในเลือดสูง แตกต่างกันเพียงเรื่องของการออกกำลังกาย ส่งต่อการลดการสะสมของไขมันใต้ผิวหนังเพราะร่างกายจะนำพลังงานที่ได้จากสารอาหารในแต่ละวันมาใช้เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการสลายไขมันที่สะสมภายในร่างกายออกมาใช้จนไม่เหลือไขมันส่วนเกินส่งผลให้น้ำหนักของร่างกายลดลง นอกจากนี้อาจเกี่ยวข้องกับปริมาณเทสทอสเตอโรนที่แตกต่างกันของผู้ชายวัยทองทั้ง 2 กลุ่ม จากงานวิจัยของ Chin et al. (2012) พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนลดลงมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ไขมันเพิ่มขึ้นในผู้สูงอายุเพราะปริมาณเทสทอสเตอโรนมีความสำคัญในการคงสภาพของ Lean body mass และ Fat mass และพบว่า การเดินมากกว่า 10,000 ก้าวต่อวัน ช่วยให้ผู้ที่มีภาวะอ้วนลงพุงมีขนาดเส้นรอบเอว ระดับน้ำตาลในเลือด ดัชนีมวลกายและอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง (Musto et al., 2010) นอกจากนี้ พบว่าปริมาณเทสทอสเตอโรนลดลงมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อและการสะสมของไขมันบริเวณส่วนกลางลำตัว (Isidori et al., 2005) และพบว่า การพร่องฮอร์โมนแอนโดรเจนเป็นสาเหตุสำคัญในการลดลงของ Lean body mass (Finkelstein et al., 2013) ซึ่งปริมาณไขมันในร่างกายจะมีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตก็ต่อเมื่อมีปริมาณ

ที่เหมาะสมไม่น้อยหรือมากเกินไปเพราะสัดส่วนของไขมันในร่างกายที่มากเกินไปเป็นตัวสะท้อนสมรรถภาพทางกายและปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวานชนิดที่ 2 และโรคไขมันในเลือดสูง เป็นต้น มีรายงานว่า ปริมาณไขมันในร่างกายจำนวนมากเกินไป มีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคเกี่ยวกับระบบหัวใจและหลอดเลือดเพราะไขมันส่วนเกินบริเวณหน้าท้องมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวานชนิดที่ 2 โรคหลอดเลือดสมอง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคไขมันในเลือดสูงและโรคเมตาบอลิก (ACSM, 2010) ซึ่งปัญหาต่าง ๆ ข้างต้นนี้สามารถป้องกันและหรือบรรเทาลงได้ด้วยการขี่จักรยานอย่างสม่ำเสมอควบคู่กับลดการรับประทานอาหารที่มีแคลอรีสูงหรือไม่รับประทานอาหารที่มากเกินความต้องการของร่างกาย แต่เพิ่มการรับประทานอาหารที่มีแคลอรีต่ำเป็นประจำหรือรับประทานอาหารแต่พอดีจะช่วยลดปริมาณไขมันในร่างกายให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมได้

2.2 ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบของ Rockport โดยนำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ผลการทดสอบพบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด เฉลี่ย 32.45 ± 4.02 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที อยู่ในระดับดี ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด เฉลี่ย 25.60 ± 4.13 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน และจากการเปรียบเทียบ พบว่า ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานเป็นประจำสัปดาห์ละ 3-5 วัน ๆ ละประมาณ 30-60 นาที ความหนักระดับปานกลาง มีประโยชน์โดยตรงต่อการพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจทำให้หัวใจแข็งแรงขึ้น สามารถสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในแต่ละครั้งได้ปริมาณมากขึ้น ปอดมีขนาดใหญ่ขึ้นสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีขึ้น ทำให้ไม่เหนื่อยง่ายขณะออกกำลังกายส่งผลให้หัวใจและปอดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายสูงกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายและอยู่ในระดับดีเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน โดยผู้ที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำจะมีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดสูงกว่าผู้ที่เคลื่อนไหวร่างกายน้อย (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และสิทธา พงษ์พิบูลย์, 2554) นอกจากนี้ อาจช่วยป้องกันการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรจากโรคหัวใจและหลอดเลือดสมอง โรคอ้วน ความดันโลหิตสูงและช่วยลดความเสี่ยงของการเกิด

โรคเบาหวาน ช่วยลดความเครียด ช่วยให้ความจำดีขึ้น ช่วยชะลอความชราทำให้อ่อนกว่าวัย ช่วยลดไขมันในร่างกาย และเพิ่มปริมาณ HDL-Cholesterol ซึ่งเป็นไขมันในเลือดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1 ต่อปี หรือมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ โดยเฉพาะการขาดการออกกำลังกายซึ่งจะมีส่วนสำคัญต่อการลดลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด จากงานวิจัยของไวพจน์ จันทร์เสม และปธานศาสน จับจิตร (2552) พบว่า กลุ่มขี่จักรยานเป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นและสูงกว่ากลุ่มเดินและกลุ่มควบคุม และพบว่า ผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการชวนผู้เกษียณขี่จักรยานเพื่อสุขภาพ 65 วัน มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 100 (เอนก สูตรมงคล และคณะ, 2556) นอกจากนี้ พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (สิรินทร กัณหา, 2552) เช่นเดียวกับงานวิจัยของนงพะงา ศิวานุวัฒน์, ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และครุณวรรณ จักรพันธ์ (2550) พบว่า การเดินสะสม 3 ช่วง ๆ ละ 10 นาที และการเดินต่อเนื่อง 30 นาที บนสายพานที่กำหนดความหนักร้อยละ 65-75 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดทำให้มีสุขสมรรถนะเกี่ยวกับความจุปอดและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การขี่จักรยานอย่างสม่ำเสมอช่วยพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจของผู้ชายวัยทองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดสอบจำนวน 3 รายการ ได้แก่ วัดแรงบีบมือข้างที่ถนัด วัดแรงเหยียดขา และวัดแรงเหยียดหลัง ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ผลการทดสอบพบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีแรงบีบมือข้างที่ถนัดเฉลี่ย 0.62 ± 0.05 กิโลกรัม อยู่ในระดับพอใช้ แรงเหยียดขาเฉลี่ย 2.44 ± 0.54 กิโลกรัม อยู่ในระดับดีมาก และแรงเหยียดหลังเฉลี่ย 1.64 ± 0.34 กิโลกรัม อยู่ในระดับดี ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกาย มีแรงบีบมือข้างที่ถนัดเฉลี่ย 0.58 ± 0.07 กิโลกรัม อยู่ในระดับพอใช้ แรงเหยียดขาเฉลี่ย 1.72 ± 0.48 กิโลกรัม อยู่ในระดับพอใช้ และแรงเหยียดหลังเฉลี่ย 1.22 ± 0.31 กิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน และจากการเปรียบเทียบ พบว่า แรงบีบมือข้างที่ถนัด แรงเหยียดขา และแรงเหยียดหลังของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานเป็นประจำต้องใช้แรงจากขาในการลงน้ำหนักถีบบันไดจักรยาน ส่วนลำตัวใช้ในการทรงตัว และแขนใช้ในการบังคับแฮนด์จักรยานให้การขับเคลื่อนไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้

กล้ามเนื้อมัดนั้น ๆ ออกแรงต้านอยู่เสมอส่งผลให้พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อมากขึ้น กล้ามเนื้อเหนียวและหนาขึ้น ขนาดของกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้น จำนวนเส้นเลือดฝอยไปเลี้ยงกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น อดทนต่อความเหนื่อยล้าและความเจ็บปวดมากขึ้น มีแคลเซียมในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น น้ำย่อยในกล้ามเนื้อทำหน้าที่ดีขึ้นและกล้ามเนื้อสามารถนำออกซิเจนมาใช้ได้มากขึ้น (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536) โดยเฉพาะกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า กล้ามเนื้อก้น กล้ามเนื้อสะโพก และกล้ามเนื้อน่องส่วนบนแข็งแรงขึ้น ส่งผลให้กล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายทุกมัดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายแข็งแรงกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายและมีภาพรวมอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับดีมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ยืนยันได้จากงานวิจัยของไวพจน์ จันทร์เสม และปธานศาสน จับจิตร (2552) พบว่า การขี่จักรยานทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น และพบว่า นักปั่นจักรยานวัยเกษียณมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางถึงดีมากเกือบทั้งหมด ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากทุกคน (เอนก สูตรมงคล และคณะ, 2556) นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณเทสทอสเตอโรนมีความสัมพันธ์ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความหนาแน่นของกระดูกเช่นกัน และพบว่า การฝึกแบบเพิ่มความแข็งแรงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเทสทอสเตอโรนซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อและเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดง (McArdle et al., 2010) ดังนั้น การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสำหรับผู้ชายวัยทองควรขี่จักรยานอย่างสม่ำเสมอควบคู่กับการฝึกแบบใช้น้ำหนักหรือแรงต้านของตนเองในกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ เช่น แขน ขาและลำตัว ด้วยวิธีการดึงข้อ ดันพื้น ลุกนั่ง หรือเกร็งกล้ามเนื้อมัดต่าง ๆ ค้างไว้ประมาณ 6-10 วินาที แล้วค่อยผ่อนแรง หรือการใช้น้ำหนักจากภายนอก เช่น ยางยืด ดัมเบลล์ หรืออุปกรณ์ยกน้ำหนักชนิดต่าง ๆ โดยคำนวณจากน้ำหนักร้อยละ 60-70 ของน้ำหนักสูงสุดที่ทำได้เป็นน้ำหนักเริ่มต้นของการฝึกและควรเพิ่มน้ำหนักทุก 2 สัปดาห์ เพิ่มประมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนักที่ใช้ฝึกในขณะนั้น ปฏิบัติซ้ำเป็นจังหวะช้า ๆ จำนวน 8-12 ครั้ง โดยใช้เวลาในการยกขึ้น 2 วินาที และการเคลื่อนที่ลงควรใช้เวลา 4 วินาที (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และเฉลิม ชัยวัชราภรณ์, 2540) จะช่วยชะลอผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในผู้ชายวัยทองได้ โดยคนที่ออกกำลังกายไม่เพียงพอหรือขาดการออกกำลังกายจะทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง ขนาดของกล้ามเนื้อลดลงและอ่อนแรงลง รวมถึงความหนาแน่นของกระดูกลดลงประมาณร้อยละ 30 ในช่วงอายุ 30-80 ปี ซึ่งการเสื่อมตามอายุนี้สามารถป้องกันได้ตามที่กล่าวมาข้างต้น

2.4 ความอดทนของกล้ามเนื้อ

ในการวิจัยครั้งนี้ทดสอบโดยการนอนยกตัว ผลการทดสอบพบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีความอดทนของกล้ามเนื้อในการนอนยกตัว เฉลี่ย 41.33 ± 12.54 ครั้งต่อนาที

อยู่ในระดับดี ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีความอดทนของกล้ามเนื้อในการนอนยกตัวเฉลี่ย 26.40 ± 7.61 ครั้งต่อนาที อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน และจากการเปรียบเทียบ พบว่า ความอดทนของกล้ามเนื้อของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานเป็นประจำมีความอดทนของกล้ามเนื้อดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายและอยู่ในระดับดีเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานเพราะความอดทนของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) ซึ่งอาจเป็นผลจากการขี่จักรยานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอสัปดาห์ละ 3-5 วัน ๆ ละประมาณ 30-60 นาที มีผลทำให้กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า กล้ามเนื้อก้น กล้ามเนื้อสะโพก และกล้ามเนื้อน่องส่วนบนแข็งแรงขึ้น ส่งผลให้กล้ามเนื้อหน้าท้อง มีความแข็งแรงและมีความอดทนเพิ่มขึ้น ซึ่งในทางปฏิบัติความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ทับซ้อนกันโดยใช้หลักการฝึกเช่นเดียวกับการฝึกความแข็งแรงที่เน้นการออกแรงในกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ เช่น แขน ขาและลำตัวอย่างทั่วถึง (ประทุม ม่วงมี, 2527) โดยในช่วง 4-6 สัปดาห์แรกของการฝึกความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อจะเพิ่มมากขึ้นเกิดจากการปรับตัวของระบบประสาทกล้ามเนื้อและเมื่อฝึกต่อเนื่องในสัปดาห์ที่ 8-10 ขนาดของกล้ามเนื้อจะใหญ่ขึ้นสามารถหดตัวได้อย่างรุนแรงและรวดเร็ว (Wilmore, Costill & Kenney, 2008) เช่นเดียวกับงานวิจัยของสว่างจิต แซ่โง้ว และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (2552) ได้นำหลักการฝึกแบบใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านและปฏิบัติต่อเนื่องติดต่อกันหลายครั้งทำให้กล้ามเนื้อเกิดการพัฒนาด้านความแข็งแรงและความอดทน และพบว่า การฝึกกล้ามเนื้อแบบใช้แรงต้านสัปดาห์ละ 3 วัน ๆ ละประมาณ 15 นาที และเพิ่มความหนักของงานทุก 2 สัปดาห์ ทำให้กล้ามเนื้อกระชับและมีขนาดใหญ่ขึ้นส่งผลต่อความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ โดยประเมินผลจากการทดสอบนอนยกตัวและดันพื้นหลังการฝึก 8 สัปดาห์ในกลุ่มออกกำลังกาย มีสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้ออยู่ในเกณฑ์ที่ดี (สมพร ส่งตระกูล, 2553) ดังนั้นการพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อสำหรับผู้ชายวัยทองควรขี่จักรยานอย่างสม่ำเสมอควบคู่กับการฝึกแบบใช้น้ำหนักหรือแรงต้านของตนเอง เช่น ดึงข้อ ดันพื้น ลุกนั่ง หรือเกร็งกล้ามเนื้อค้างไว้ประมาณ 6-10 วินาที แล้วค่อยผ่อนแรง หรือใช้น้ำหนักจากภายนอก เช่น ยางยืด หรืออุปกรณ์ยกน้ำหนักชนิดต่าง ๆ โดยต้องใช้น้ำหนักเบาหรือปานกลางแต่ยกจำนวนครั้งมากขึ้น ข้อควรระวังของการใช้น้ำหนักภายนอก คือ ขณะออกแรงยกหรือเกร็งให้หายใจปกติและไม่ควรเหยียดกล้ามเนื้อหรือปล่อยน้ำหนักลงอย่างรวดเร็วรุนแรงเพราะอาจทำให้กล้ามเนื้อได้รับบาดเจ็บได้

2.5 ความอ่อนตัว

ในการวิจัยครั้งนี้ทดสอบโดยการนั่งงอตัวไปข้างหน้า ผลการทดสอบพบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีความอ่อนตัวโดยการนั่งงอตัวไปข้างหน้าเฉลี่ย 6.91 ± 7.90 เซนติเมตร อยู่ในระดับพอใช้ ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีความอ่อนตัวโดยการนั่งงอตัวไปข้างหน้าเฉลี่ย -0.33 ± 8.05 เซนติเมตร อยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน และจากการเปรียบเทียบ พบว่า ความอ่อนตัวของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานเป็นประจำทำให้มีการเคลื่อนไหวของข้อต่อและกล้ามเนื้ออย่างสม่ำเสมอ เพียงแต่ส่วนใหญ่ยังขาดการอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายกล้ามเนื้ออย่างเป็นระบบ จริงจังและต่อเนื่อง จากการสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ออกกำลังกาย พบว่า ร้อยละ 74 มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแขน ลำตัว และขา จากนั้นเริ่มต้นขี่จักรยานในระดับเบาถือว่าเป็นการอบอุ่นร่างกายที่เพียงพอแล้ว และขี่จักรยานในระดับเบาก่อนหยุดออกกำลังกายในแต่ละครั้งพร้อมยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหมือนกับเริ่มต้นขี่จักรยานถือว่าเป็นการผ่อนคลายกล้ามเนื้อที่เพียงพอแล้วเช่นกัน มีเพียงร้อยละ 26 ที่อบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายกล้ามเนื้ออย่างเป็นระบบ จริงจังและต่อเนื่อง ส่งผลให้ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีความอ่อนตัวอยู่เพียงระดับปานกลางเท่านั้นเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน แต่สำหรับบุคคลที่ออกกำลังกายเป็นประจำโดยมีการอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายกล้ามเนื้ออย่างเป็นระบบทุกครั้งจะทำให้ระยะทางและมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อและกล้ามเนื้อมีประสิทธิมากขึ้นและช่วยลดอาการบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย จากงานวิจัยของสว่างจิต แซ่โง้ว และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (2552) พบว่า การอบอุ่นร่างกายก่อนและหลังการฝึกด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างจังหวะสุดท้ายของการเคลื่อนไหวเป็นการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่ละน้อย ซึ่งจะช่วยเพิ่มความอ่อนตัวและช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่เกิดจากการออกกำลังกายได้ โดยปัจจัยที่มีผลต่อความอ่อนตัว ได้แก่ กระดูกและกระดูกอ่อนบริเวณข้อต่อ ความยาวและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ เส้นเอ็นบริเวณรอบข้อต่อ (กรมอนามัย, 2550) นอกจากนี้ เป็นองค์ประกอบของการมีสุขภาพดีที่ถูกละเลยมากที่สุดทั้ง ๆ ที่มีความสำคัญในการป้องกันและลดอาการบาดเจ็บ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เอ็น หลังและช่วยให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพ แต่เมื่ออายุเพิ่มขึ้นความอ่อนตัวจะลดลงอาจเป็นเพราะเมื่ออายุมากขึ้นคนส่วนใหญ่จะออกกำลังกายน้อยลงทำให้กล้ามเนื้อและข้อต่อมีการเคลื่อนไหวลดลงส่งผลให้การเคลื่อนไหวของร่างกายช้าลง เช่นเดียวกับผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายพบความอ่อนตัวอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งตรงข้ามกับนักปั่นจักรยานวัยเกษียณส่วนใหญ่มีความอ่อนตัวอยู่ในระดับ

ปานกลางถึงระดับดีมาก (เอนก สูตรมงคล และคณะ, 2556) ซึ่งความอ่อนตัวนี้สามารถพัฒนาได้ด้วยการออกกำลังกายเป็นประจำจะช่วยคงระดับความอ่อนตัวและสามารถเพิ่มความอ่อนตัวได้ด้วยการออกกำลังกายเฉพาะอย่าง (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536) โดยเฉพาะการออกกำลังกายด้วยท่าฤาษีดัดตนสามารถเพิ่มความอ่อนตัวของลำตัวข้อไหลและข้อสะโพกได้ภายใน 6 สัปดาห์ ทั้งนี้เพราะฤาษีดัดตนเป็นการบริหารร่างกายโดยใช้หลักการดัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อและข้อต่อ (สโรชา สุทธิจิต และสุจิตรา สุคนธทรัพย์, 2553) นอกจากนี้ พบว่า ความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นหลังการขี่จักรยาน 8 สัปดาห์ (ไวพจน์ จันทร์เสม และปธานศาสน จับจิตร, 2552) ดังนั้น การพัฒนาความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อสำหรับผู้ชายวัยทองควรขี่จักรยานอย่างสม่ำเสมอควบคู่กับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ โดยขณะยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้องค่อย ๆ ทำอย่างช้า ๆ จนรู้สึกว่ากล้ามเนื้อบริเวณแขน ขาหรือลำตัวตึงและค้างไว้ประมาณ 10-20 วินาที ถ้ามีการเกร็งกล้ามเนื้อให้ค้างไว้ในท่านั้นประมาณ 5 วินาที และระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้หายใจเข้าออกตามปกติ ห้ามกลั้นหายใจ

การออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมออาจเป็นทางเลือกให้ผู้ชายวัยทองหันมาขี่จักรยานเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพให้อยู่ในระดับพอใช้-ดีมาก ต่อไป

3. ปริมาณไขมันในเลือด

ปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย ในการวิจัยครั้งนี้วัดปริมาณ TC, LDL-Cholesterol, HDL-Cholesterol และ TG ดังนี้

3.1 ปริมาณ TC

ปริมาณ TC ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีปริมาณ TC เฉลี่ย 189.13 ± 5.89 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณ TC เฉลี่ย 193.00 ± 4.28 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้งสองกลุ่ม และจากการเปรียบเทียบ พบว่า ปริมาณ TC ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย

เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณ TC อยู่ในเกณฑ์ปกติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม เป็นผู้ชายวัยทองที่มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรงทั้งร่างกายและจิตใจ มีรอบเอวไม่เกิน 90 เซนติเมตร ไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มสุราเป็นประจำ ไม่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคไขมันในเลือดสูง (ผ่านการตรวจโดยแพทย์) และไม่อยู่ในระหว่างได้รับฮอร์โมนเพศชายทดแทนหรือรับประทานยาลดความเครียด แต่ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานเป็นประจำมีปริมาณ TC เฉลี่ยต่ำกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกาย อาจเป็นเพราะผู้ที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำทำให้ปริมาณ TC ลดลง

แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายหรือการเคลื่อนไหวร่างกายอยู่เสมอทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดของไลโปโปรตีนที่มีขนาดเล็กที่สุดแต่มีความหนาแน่นสูงที่สุดและมีความสำคัญในการขนส่งคอเลสเตอรอลออกจากเนื้อเยื่อไปทำลายที่ตับ และอาจเป็นเพราะพลังงานที่ได้รับจากสารอาหารในแต่ละวันถูกนำมาใช้ในขณะออกกำลังกายทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นการรักษาสมดุลพลังงานภายในร่างกายจนไม่เหลือพลังงานส่วนเกินและมีผลทำให้ลดการสะสมของไขมันภายในร่างกาย แต่เนื่องจากปริมาณ TC มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างช้า ๆ โดยในระยะแรกน้ำหนักตัวที่ลดลงอาจพบปริมาณ TC สูงขึ้นเพราะปริมาณ TC จะลดลงหลังจากน้ำหนักตัวลดลงต่อเนื่องเป็นเวลานาน (วีรวรรณ เล็กสกุลไชย, 2555) นอกจากนี้ พบว่า หลังการขี่จักรยานมาราธอน ปริมาณ TC ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Foger et al., 1994) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Narges et al. (2014) พบว่า การขี่จักรยานวัดงานที่ความหนักระดับปานกลางทำให้ปริมาณ TC ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่การขี่จักรยานวัดงานที่ความหนักระดับสูงมีผลต่อการลดลงของปริมาณ TC เพียงเล็กน้อย ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ส่วนการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านสามารถลดปริมาณ TC, LDL-Cholesterol และรอบเอวซึ่งเป็นการลดไขมันบริเวณส่วนกลางลำตัวทำให้ลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดในคนอ้วนได้ (สิรินทร กัณหา, 2552) และพบว่า การเดินเร็วในผู้ที่มีภาวะคอเลสเตอรอลในเลือดสูงทำให้ปริมาณ TC ลดลง (มวภร ธรรมวริทธิ์, 2549) จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไขมันในเลือดจำนวนมาก พบว่า การออกกำลังกายสามารถลดปริมาณ TC ได้ประมาณร้อยละ 6.3 และทำให้สัดส่วนของปริมาณ TC/HDL-Cholesterol ดีขึ้น ประมาณร้อยละ 13.4 (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ, 2549) เมื่อปริมาณ TC ในกระแสเลือดลดลงจะช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งการออกกำลังกายมีส่วนสำคัญในการลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (ACSM, 2010) นอกจากนี้ พบว่า การออกกำลังกายทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณ TC ลดลง (Awobajo et al., 2013; Balliett & Burke, 2013) และพบว่า เมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดลงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณ TC เพิ่มขึ้น (Zhang et al., 2014) เช่นกัน

3.2 ปริมาณ LDL-Cholesterol

ปริมาณ LDL-Cholesterol ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีปริมาณ LDL-Cholesterol เฉลี่ย 109.53 ± 15.31 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณ LDL-Cholesterol เฉลี่ย 119.27 ± 9.58 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ทั้งสองกลุ่ม และจากการเปรียบเทียบ พบว่า ปริมาณ LDL-Cholesterol ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย

เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณ LDL-Cholesterol อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม เป็นผู้ชายวัยทองที่มีสุขภาพดี แต่ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานเป็นประจำ มีปริมาณ LDL-Cholesterol เฉลี่ยต่ำกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายอาจเป็นเพราะการออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีส่วนสำคัญในการขจัด LDL-Cholesterol จากพลาสม่าประมาณร้อยละ 50 โดยเป็นผลจากการนำ LDL-Cholesterol เข้าสู่เซลล์ตับ จากนั้น Cholesterol esters ของ LDL-Cholesterol จะถูกสลายเป็น Free cholesterol เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ตามความสามารถและหน้าที่ของเซลล์นั้น ๆ แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายช่วยกระตุ้นการเคลื่อนย้ายคอลเลสเตอรอลไปทำกำจัดที่ตับ ส่งผลทำให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลง (Trejo-Gutierrez & Fletcher, 2007) และพบว่า ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังการขี่จักรยานมาราธอน (Foger et al., 1994) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการออกกำลังกายช่วยเพิ่มปริมาณ HDL-Cholesterol ให้สูงขึ้นซึ่งมีผลต่อการลำเลียงคอเลสเตอรอลไปทำลายและขับออกทางตับได้มากขึ้นทำให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลง และพบว่าการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol สูงขึ้นและมีความสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณ LDL-Cholesterol ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันในเลือดของคนที่ออกกำลังกายสม่ำเสมอเป็นผลมาจากความต้องการใช้พลังงานของร่างกายนั้นเอง และจากรายงานการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไขมันในเลือดจำนวนมาก พบว่า การออกกำลังกายสามารถลดปริมาณ LDL-Cholesterol ประมาณร้อยละ 10.1 ซึ่งความหนักของการออกกำลังกายเพื่อลดสัดส่วนของไขมันจะไม่สูงเท่ากับความหนักที่ใช้เพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางกายแต่ใช้เวลาในการออกกำลังกายยาวนานกว่า ยืนยันได้จากงานวิจัยของ Narges et al. (2014) พบว่า การขี่จักรยานวัดงานที่ความหนักระดับปานกลางทำให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการขี่จักรยานวัดงานที่ความหนักระดับสูงทำให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลงเพียงเล็กน้อยและไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับระดับความหนักของการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 และพบว่า การออกกำลังกายระดับปานกลางร่วมกับการควบคุมอาหารจะช่วยลดปริมาณ LDL-Cholesterol ได้ประมาณร้อยละ 8-12 ภายในหนึ่งปี (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ, 2549) นอกจากนี้พบว่า การออกกำลังกายทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณ LDL-Cholesterol ลดลง (Awobajo et al., 2013; Balliett & Burke, 2013) และเมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลงทำให้ส่งผลต่อปริมาณ LDL-Cholesterol เพิ่มขึ้น (Zhang et al., 2014) ดังนั้น จึงแนะนำให้เห็นความสำคัญของการรักษาระดับปริมาณเทสทอสเตอโรนในเพศชายให้เหมาะสมด้วย

3.3 ปริมาณ HDL-Cholesterol

ปริมาณ HDL-Cholesterol ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีปริมาณ HDL-Cholesterol เฉลี่ย 47.80 ± 5.33 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณ HDL-Cholesterol เฉลี่ย 38.86 ± 5.77 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ และจากการเปรียบเทียบ พบว่า ปริมาณ HDL-Cholesterol ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย

เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีปริมาณ HDL-Cholesterol อยู่ในเกณฑ์ปกติ ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณ HDL-Cholesterol ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการขี่จักรยานเป็นประจำสม่ำเสมอมีส่วนสำคัญในการสังเคราะห์อณูของ HDL-Cholesterol ที่มีรูปร่างแบน เรียกว่า Nascent HDL เปลี่ยนรูปร่างเป็นทรงกลม ล่องลอยไปในกระแสเลือด และเมื่อ HDL_3 รับคอเลสเตอรอลมากขึ้นจะมีความหนาแน่นต่ำลงจนเปลี่ยนเป็น HDL_2 ทำให้มีโอกาสเกิดปฏิกิริยา 2 ทาง คือ ถ้าเอนไซม์ Epatic lipse ไปกระตุ้นจะเปลี่ยนกลับไปเป็น HDL_3 หรือถูกส่งไปทำลายที่ตับ ซึ่ง HDL-Cholesterol เป็นไลโปโปรตีนที่มีขนาดเล็กที่สุดแต่มีความหนาแน่นสูงที่สุดในกลุ่มไลโปโปรตีนและเป็นไลโปโปรตีนที่มีโปรตีนที่ทำหน้าที่สำคัญในการขนส่งคอเลสเตอรอลจากกระแสเลือดร้อยละ 20-25 ไปทำลายที่ตับและขับออกจากร่างกายผ่านทางน้ำดี ส่งผลให้ปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้น และมากกว่าบุคคลวัยเดียวกันที่ไม่ได้ออกกำลังกาย มีหลักฐานมากมายที่สนับสนุนประโยชน์ของการออกกำลังกายสามารถเพิ่มปริมาณ HDL-Cholesterol (มวภร ธรรมวริทธิ์, 2549; สมพร ส่งตระกูล, 2549; Trejo-Gutierrez & Fletcher, 2007; Vatansev & Cakmakci, 2010) นอกจากนี้พบว่า ปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการขี่จักรยานวัดงานที่ความหนักระดับปานกลางในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (Narges et al., 2014) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Foger et al. (1994) พบว่า ปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นหลังการขี่จักรยานมาราธอน และพบว่า การออกกำลังกายระดับปานกลางทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวที่ลดลงด้วย (Fahri, 2010) แต่ถ้ามีการใช้ชีวิตแบบอยู่นิ่ง ๆ ไม่ค่อยเคลื่อนไหวร่างกายทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวอยู่เสมอ (Ebele et al., 2009) นอกจากนี้พบว่า การออกกำลังกายจะทำให้ปริมาณ HDL-Cholesterol เพิ่มขึ้นแล้วยังส่งผลให้สารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญด้วย (Awobajo et al., 2013) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการออกกำลังกายหรือการเคลื่อนไหวร่างกายอยู่เสมอจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดของไลโปโปรตีน ซึ่ง HDL-Cholesterol เป็นไลโปโปรตีนที่มีความสำคัญในการขนส่งคอเลสเตอรอลออกจากเนื้อเยื่อไปทำลาย

ที่ตับทำให้ปริมาณ TC ลดลง นอกจากนี้ พบว่า การออกกำลังกายทำให้ปริมาณ เทสทอสเตอโรน เพิ่มขึ้น (Awobajo et al., 2013; Balliett & Burke, 2013) และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณ HDL-Cholesterol เมื่อปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลงจะส่งผลกระทบต่อปริมาณ HDL-Cholesterol ลดต่ำลงด้วยเช่นกัน (Zhang et al., 2014)

3.4 ปริมาณ TG

ปริมาณ TG ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายมีปริมาณ TG เฉลี่ย 112.00 ± 26.27 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ส่วนผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณ TG เฉลี่ย 129.47 ± 19.32 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้งสองกลุ่ม และจากการเปรียบเทียบ พบว่า ปริมาณ TG ของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัย

เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ได้ออกกำลังกายมีปริมาณ TG อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเป็นผู้ชายวัยทองที่มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรงทั้งร่างกายและจิตใจ แต่ผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานเป็นประจำมีปริมาณ TG เฉลี่ยต่ำกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ได้ออกกำลังกาย แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ไลโปโปรตีนไลเปสให้ทำงานได้ดีขึ้น เพิ่มการสลายไคโลไมครอนและ VLDL มีเอนไซม์ไลโปโปรตีน ไลเปสที่สร้างจากเนื้อเยื่อและส่งออกมาที่ผนังหลอดเลือดฝอยทำหน้าที่สลาย TG ในไลโปโปรตีนให้เป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล โดยกรดไขมันจะเข้าสู่เซลล์และสะสมเป็น TG ในเซลล์ไขมันและถูกออกซิไดซ์ เพื่อสร้างพลังงานในเซลล์กล้ามเนื้อเพื่อใช้เป็นพลังงานและเพิ่มความสามารถของกล้ามเนื้อในการนำ TG ไปใช้เป็นพลังงานมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณ TG ในเลือดลดลง จากงานวิจัยของ Foger et al. (1994) พบว่า หลังการขี่จักรยานมาราธอน ปริมาณ TG ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และการขี่จักรยานวัดงานที่ความหนักระดับปานกลางทำให้ปริมาณ TG ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (Narges et al., 2014) นอกจากนี้พบว่า การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านและแบบแอโรบิกส่งผลให้ปริมาณ TG ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Fenkci et al., 2006) ส่วนการเข้าร่วมกิจกรรมเข้าจังหวะที่ความหนักระดับปานกลางเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 30 นาที ช่วยลดน้ำหนักตัวและปริมาณ TG ในเลือด (แจ่มใส จันทร์กลาง, 2552) และพบว่า การออกกำลังกายมีผลเชิงบวกต่อปริมาณ TG และ HDL-Cholesterol (Trejo-Gutierrez & Fletcher, 2007) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Fahri (2010) พบว่า การออกกำลังกายระดับปานกลางส่งผลให้ปริมาณ TG ลดลง และพบว่าการออกกำลังกายทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณ TG ลดลง (Awobajo et al., 2013; Balliett & Burke, 2013) แต่ถ้าปริมาณเทสทอสเตอโรนลดต่ำลงจะส่งผลกระทบต่อ

ปริมาณ TG ในเลือดเพิ่มขึ้น (Tang et al., 2007; Zhang et al., 2014) และเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของการเกิดโรคเมตาบอลิก มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะโรคหลอดเลือดหัวใจ

การออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมออาจเป็นทางเลือกให้ผู้ชายวัยทองหันมาขี่จักรยานเพื่อรักษาปริมาณไขมันในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อไป

สรุปผลการวิจัย

จากข้อมูลที่ปรากฏในการวิจัยครั้งนี้ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานสัปดาห์ละ 3-5 วัน ๆ ละประมาณ 30-60 นาที หรือออกกำลังกายแบบสะสมให้ได้ประมาณ 150-300 นาทีต่อสัปดาห์ อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี ทำให้ปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายดีกว่าผู้ชายวัยทองที่ไม่ออกกำลังกาย

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

การออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานเป็นประจำสม่ำเสมอช่วยเพิ่มปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และรักษาระดับปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายช่วงอายุ 55-59 ปี ให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมได้

สำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายในช่วงวัยต่าง ๆ ที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย

2. ควรศึกษารูปแบบการออกกำลังกายชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อปริมาณเทสทอสเตอโรน สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ และปริมาณไขมันในเลือดของผู้ชายวัยทองที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย

บรรณานุกรม

กรมอนามัย. (2544). *แนวทางการดำเนินงานส่งเสริมสุขภาพผู้ชายวัยทองสำหรับบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมอนามัย. (2550). *คู่มือการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพในเด็กอายุ 7-18 ปี.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

กรมอนามัย. (2553). *ข้อแนะนำการเคลื่อนไหวออกแรง/ ออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและเพื่อจัดการการลดน้ำหนัก ลดรอบเอวตามกลุ่มอายุที่เหมาะสมสำหรับคนไทย พ.ศ. 2553.* นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข.

กังวาน นำประดิษฐทรัพย์. (2537). *ความสัมพันธ์ระหว่างโคเลสเตอรอลที่รวมอยู่กับลิโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงกับความสามารถสูงสุดของร่างกายในการนำออกซิเจนไปใช้ในนิสิตชาย.* ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, วิชาเอกพลศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

การกีฬาแหงประเทศไทย. (2543). *เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายประชาชนไทย.* กรุงเทพฯ: นิวไทยมิตรการพิมพ์.

การทดสอบสมรรถภาพทางกาย. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก http://www.jintana.mns.ac.th/pontape/p6-4.html

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตชุมพร. (ม.ป.ป.). *การทดสอบความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ.* เข้าถึงได้จาก http://www.ipecp.ac.th/ipecp/cgi-binn/vni/Program/unit5/p6.html

คล้ายอัปสร พงศ์รพีพร. (2549). คอเลสเตอรอลสูงจากพันธุกรรม. *ใกล้หมอ*, *30*(10), 50-55.

เจริญ กระบวนรัตน์. (2556). ประโยชน์และคุณค่าของการออกกำลังกายที่มีต่อร่างกาย (Physiological benefits and value of exercise). *วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ*, *39*(2), 13-21.

แจ่มใส จันทร์กลาง. (2552). *กิจกรรมเข้าจังหวะที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานและระดับไขมันในเลือดของคนวัยทำงานอายุ 40-59 ปี.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. (2536). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ธรรกมลการพิมพ์.

ดวงจันทร์ พันธยุทธ์ และชาคริต ธรมธัช. (2548). วิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกาย. ในคณาจารย์วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา (บรรณาธิการ), *วิทยาศาสตร์การกีฬา* (หน้า 82-84). กรุงเทพฯ: มีเดีย เพรส.

ดำรงพันธ์ วัฒนะโชติ. (2556, 17 ตุลาคม). *ปัญหาสุขภาพเพศชายแก้ไขได้ถ้ารู้ทัน*. เข้าถึงได้จาก www.siamturakij.com/main/news_list.php?cid=23

ตรีทิพย์ รัตนวรชัย. (2549). *ชีวเคมีของฮอร์โมนเชิงบูรณาการ: ฮอร์โมนระบบสืบพันธุ์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และเฉลิม ชัยวัชราภรณ์. (2540). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย 2*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และสิทธา พงษ์พิบูลย์. (2554). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ: ตีรณสาร.

ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร. (2549). *Aging and androgen augmentation therapy*. เข้าถึงได้จาก http://www.obgyn.pmk.ac.th/Form/Doctor/LOHcarePMK21-07-2006.pdf

ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร, สายัณห์ สวัสดิ์ศรี และบัณฑิต จันทะยานี. (2544). เทสทอสเตอโรนกับชายวัยทอง. ใน บัณฑิต จันทะยานี, สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร, บัณฑิต กาญจนพยัฆ, อยุทธินี สิงหโกวินท์ และเจษฎา อุดมมงคล (บรรณาธิการ), *Aging male "men's health through the ages"* (หน้า 66-72). กรุงเทพฯ: บียอนด์ เอ็นเทอร์ไพรซ์.

ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล. (2552). *หลักวิทยาศาสตร์ในการกีฬา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงพะงา ศิวานุวัฒน์, ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และดรุณวรรณ จักรพันธ์. (2550). การเปรียบเทียบผลของการเดินแบบสะสมและแบบต่อเนื่องที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพของหญิงวัยทำงาน. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, *8*(1), 23-33.

นริศรา ชัยมงคล และสายนที ปรารถนาผล. (2554). ผลของการเดินกระฉับกระเฉงแบบต่อเนื่องและแบบสะสมต่อความสามารถในการทำงานและระดับไขมันในเลือดของคนวัยทำงานที่ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ. *วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด*, *23*(2), 177-185.

นฤมล ลีลายุวัฒน์. (2549). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นวพรรณ จารุรักษ์. (2549). บทความพิเศษ ไขมันในเลือด: ความสำคัญทางคลินิกและการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ. *Chulalongkorn Medical Journal*, *50*(7), 443-458.

บุญเติม แสงดิษฐ์. (2545). วันสำคัญเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพสำหรับชายวัยทอง. ใน บัณฑิต จันทะยานี, สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, บัณฑิต กาญจนพยัฆ, ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร, และชาติวุฒิ ค้ำชู (บรรณาธิการ), *เพิ่มสีสันของชีวิตในชายวัยทอง ตอน สุขภาพดี ชีวี มีสุข* (หน้า 217). กรุงเทพฯ: บียอนด์ เอ็นเทอร์ไพรซ์.

บุญเติม แสงดิษฐ์. (2549). โรคอ้วนและกลุ่มอาการอ้วนลงพุง. ใน สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, บุญเติม แสงดิษฐ์, ดาบศักดิ์ กองสมุทร, วันเพ็ญ แก้วปาน, กฤษดา ดวงอุไรและจิตถนอม สุวรรณเตมีย์ (บรรณาธิการ), *Aging male VI "long run for long life สุขภาพดีอย่างยั่งยืน Long live the king"* (หน้า 84-85). กรุงเทพฯ: สรรพสาร.

ประทุม ม่วงมี. (2527). *รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา*. กรุงเทพฯ: บูรพาสาสน์.

ประสาร เปรมะสกุล. (2553). *คู่มือแปลผลตรวจเลือด เล่ม 2* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

พันธ์ศักดิ์ ศุกระฤกษ์. (2545). *ผู้ชายวัยทอง*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

พันธ์ศักดิ์ ศุกระฤกษ์. (2549). *วัยทอง* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน.

พิชัย เจริญพานิช. (2547). *หญิงชายวัยทองสุขภาพและปัญหา*. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.

พิชิต ภูติจันทร์. (2547). *วิทยาศาสตร์การกีฬา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

พิไลวรรณ ศิริพฤกษ์พงษ์. (ม.ป.ป.). *ชีวเคมีของลิปิดและโรคหลอดเลือดหัวใจ*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เพ็ญศิริ ชูส่งแสง, ปนัดดา มุสิกวัณณ์, วรรณี ชยานันต์นุกูล, นุชรัตน์ วรรณพงศ์ และอโณทัย โภคาธิกรณ์. (2551). การเปรียบเทียบผลการตรวจวัด LDL-Cholesterol ด้วยสูตรคำนวณ Friedewald และวิธี Homogeneous enzymatic assay. *สงขลานครินทร์เวชสาร*, *26*(1), 43-52.

ภัคดี โพธิศิริ. (2545). Health policies issues for the aging male in Thailand. ใน สายัณห์ สวัสดิ์ศรี บัณฑิต จันทะยานี, บัณฑิต กาญจนพยัฆ, ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร, ชาติวุฒิ ค้ำชู, อยุทธินี สิงหโกวินท์ และพูนเกียรติ เรืองโภคา (บรรณาธิการ), *Aging male II "problems practice promotion prevention postpone productivity"* (หน้า 7). กรุงเทพฯ: บียอนด์ เอ็นเทอร์ไพรซ์.

ภัทรบุตร มาศรัตน. (ม.ป.ป.). *เมแทบอลิซึมของไลโปโปรตีน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล. เอกสารประกอบการสอน.

มณินทร รักษ์บำรุง. (2546). *ผลการฝึกวิ่งแบบต่อเนื่องควบคู่กับการฝึกแบบอินเทอร์วาลที่มีต่อแอนแอโรบิกเทรชโฮล ปริมาณฮีมาโตคริต และความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

มวภร ธรรมวริทธิ์. (2549). *ผลของการกำกับควบคุมตนเองเพื่อการเดินเร็วต่อระดับโคเลสเตอรอลรวม แอลดีแอล-โคเลสเตอรอลและเอชดีแอล-โคเลสเตอรอลของผู้ที่มีภาวะโคเลสเตอรอลในเลือดสูง*. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการพยาบาลผู้ใหญ่, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ยุรีพรรณ ชัยได้สุข. (2539). *การออกกำลังกายกับระดับไขมันในเลือดของผู้สูงอายุ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.

รัชฎา แก่นสาร. (2549). *สรีรวิทยา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). นนทบุรี: ยุทธรินทร์การพิมพ์.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2547). *ศัพท์และความหมายของคำในวงการเคลื่อนไหวร่างกายและการออกกำลัง จำนวน 49 คำศัพท์*. เข้าถึงได้จาก http://poohpinkpuff.blogspot.com/2013/08/blog-post_5209.html

วรรณภา วัฒนกูล. (2541). *ปริมาณไขมันในเลือดของนักเต้นแอโรบิกหญิง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

วาณี เปล่งพานิชย์และวีรพันธ์ โขวิฑูรกิจ. (2555). *การศึกษาพันธุกรรมในส่วนโปรโมเตอร์ของยีนโคเลสเตอรอล เอสเทอร์ ทรานสเฟอร์โปรตีนในคนไทยที่มีไขมันในเลือดชนิดเอชดีแอลสูงมาก*. กรุงเทพฯ: กองทุนสนับสนุนการวิจัยและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิริยา บุญชัย. (2529). *การทดสอบและวัดผลทางพลศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

วีรวรรณ เล็กสกุลไชย. (2555). *ตำราพยาธิวิทยา การตรวจสารเคมีในเลือดและสิ่งส่งตรวจ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไวพจน์ จันทร์เสม และปธานศาสน จับจิตร. (2552). *การพัฒนารูปแบบการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักตัวเกิน*. เข้าถึงได้จาก http://www.praparat214.files.wordpress.com

ศิริพร จิรวัฒน์กุล. (2537). *เมื่อหมดระดู*. กรุงเทพฯ: เจนเดอร์เพรส.

ศิริพร ศิริกาญจนโกวิท และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์. (2551). การเปรียบเทียบผลของการเดินแบบหนักสลับเบาและแบบต่อเนื่องที่มีต่อสุขสมรรถนะของผู้สูงอายุ. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, *9*(1), 20-29.

ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์. (2539). *สมรรถภาพทางกายและทางกีฬา*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนกีฬาเวชศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล.

เศรษฐพงศ์ แสนหลวง. (ม.ป.ป.). *แบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย*. เข้าถึงได้จาก http://www.sites.google.com/site/krusattapong/baeb-thdsxb

สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. (2542). *วันอนามัยโลก*. กรุงเทพฯ: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. (2549). *แนวทางเวชปฏิบัติการจัดกิจกรรมทางกาย (Physical activity) สำหรับผู้สูงอายุกับโรคหัวใจ*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สมเกียรติ แสงวัฒนาโรจน์. (2550). *โคเลสเตอรอล*. กรุงเทพฯ: ใกล้หมอ.

สมชาย ลี่ทองอิน. (ม.ป.ป.). *คู่มือการทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Physical fitness testing) สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข*. นนทบุรี: กองการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

สมพร ส่งตระกูล. (2549). *ความหนาแน่นของกระดูก สัดส่วนของร่างกาย ไขมันในเลือดและความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ของสตรีวัยหลังหมดประจำเดือนที่ออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกาย*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมพร ส่งตระกูล. (2553). *อิทธิพลของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับการมีสุขภาพดี ของนักเรียนที่มีน้ำหนักเกินเกณฑ์ปกติในจังหวัดชลบุรี*. ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมยศ เจริญศักดิ์. (2549). *ชายวัยทอง-สิงห์อมควัน ระวังเสี่ยงเซ็กส์เสื่อมสูง*. เข้าถึงได้จาก http://www.thaimat.org/iframe/if_news_detail.php?news_id=10

สโรชา สุทธิจิต และสุจิตรา สุคนธทรัพย์. (2553). ผลของการออกกำลังกายท่าฤาษีดัดตนที่มีต่อความอ่อนตัวและการทรงตัวของผู้สูงอายุ. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, *11*(1), 12-20.

สว่างจิต แซ่โง้ว และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์. (2552). ผลการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบวงจรที่มีต่อสุขสมรรถนะของเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, *10*(3), 31-44.

สว่างจิต สุรอมรกูล, ธัญทิพย์ จงบุญญานุภาพ และเพชร รอดอารีย์. (2552). ความชุกและความสัมพันธ์ระหว่างภาวะพร่องฮอร์โมนเพศชายกับกลุ่มโรคอ้วนลงพุงในชายไทยสูงวัยที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2. *วชิรเวชสาร*, *53*(1), 33-39.

สว่างจิต สุรอมรกูล. (2551). Diabesity โรคระบาดแห่งศตวรรษที่ 21. *วชิรเวชสาร*, *52*(1), 77-82.

สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, บัณฑิต จันทะยานี, ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร, บัณฑิต กาญจนพยัฆ, อยุทธินี สิงหโกวินท์ และชาติวุฒิ ค้ำชู. (2545). เพิ่มสีสันของชีวิตในชายวัยทอง ตอน โลกของชายวัยทอง EARTH of Aging. ใน บัณฑิต จันทะยานี, สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, บัณฑิต กาญจนพยัฆ, ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร และชาติวุฒิ ค้ำชู (บรรณาธิการ), *เพิ่มสีสันของชีวิตในชายวัยทอง ตอน สุขภาพดี ชีวี มีสุข* (หน้า 5-8). กรุงเทพฯ: บียอนด์เอ็นเทอร์ไพรซ์.

สายัณห์ สวัสดิ์ศรี. (2548). การตรวจพิเศษ การรักษา และการติดตามการรักษาของ Late-onset hypogonadism ในชายวัยทอง. ใน สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, บัณฑิต กาญจนพยัฆ, กฤษฎา ดวงอุไร, บุญเลิศ จันทราภาส, บุญเติม แสงดิษฐ์, จิตถนอม สุวรรณเตมีย์ และสหชาติ พิพิธกุล (บรรณาธิการ), *Aging male V philosophy of health ปรัชญาแห่งสุขภาพ* (หน้า 87). กรุงเทพฯ: บียอนด์ เอ็นเทอร์ไพรซ์.

สายัณห์ สวัสดิ์ศรี. (2549). Benefit longevity with long action androgen. ใน สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, บุญเติม แสงดิษฐ์, ดาบศักดิ์ กองสมุทร, วันเพ็ญ แก้วปาน, กฤษฎา ดวงอุไรและจิตถนอม สุวรรณเตมีย์ (บรรณาธิการ), *Aging male VI "long run for long life สุขภาพดีอย่างยั่งยืน Long live the king"* (หน้า 111). กรุงเทพฯ: สรรพสาร.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2549). *แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพสำหรับเด็กไทย อายุ 7-18 ปี*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ.

สิรินทร กัณหา. (2552). *ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในผู้หญิงที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุพรพิมพ์ เจียสกุล. (2545). *สรีรวิทยาทางการแพทย์และฮอร์โมน*. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.

สุพรรณิการ์ เจริญ. (2553). *การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของอะโปไลโปโปรตีนเอไฟว์ยีนในคนไทยที่มีไขมันไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูงมาก.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาอายุรศาสตร์, คณะแพทยศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพิตร สมาหิโต. (2541). *แบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย.* กรุงเทพฯ: พรานนกการพิมพ์.

หะทัย เทพพิสัย. (2545). ปัญหาที่พบบ่อยในวัยทอง. ใน อุรุษา เทพพิสัย, มยุรี จิรภิญโญ, อภิชาติ จิตต์เจริญ, และจิตติมา มโนนัย (บรรณาธิการ), *สุขภาพชาย-หญิงวัยทองยุค 2001* (หน้า 19-21). กรุงเทพฯ: ข้าวฟ่าง.

อดิศักดิ์ อินทพิเชฏฐ์. (2545). คอเลสเตอรอล. *วารสารจาร์พา*, *9*(69), 34-40.

อภิชาต วิชญาณรัตน์. (2551). The role of long-action testosterone replancement therapy in late onset hypogonadal men. ใน "*การประชุมวิชาการ 120 ปี ศิริราช*" (หน้า 2-4). กรุงเทพฯ: ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล โรงพยาบาลศิริราช.

อารมณ์ ขุนภาษี. (2545). การออกกำลังกายและการฟื้นฟูสมรรถภาพในชายวัยทอง. ใน บัณฑิต จันทะยานี, สายัณห์ สวัสดิ์ศรี, บัณฑิต กาญจนพยัฆ, ธนบูรณ์ จุลยามิตรพร, และชาติวุฒิ ค้ำชู (บรรณาธิการ), *เพิ่มสีสันของชีวิตในชายวัยทอง ตอน สุขภาพดีชีวี มีสุข* (หน้า 82). กรุงเทพฯ: บียอนด์ เอ็นเทอร์ไพรซ์.

อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์, เทิดศักดิ์ พรหมอารักษ์ และคำรณ ไชยศิริ. (2551). การรับรู้อาการพร่องฮอร์โมนเพศชายและภาวะหย่อนสมรรถภาพทางเพศของผู้ชายวัยทองในจังหวัดมหาสารคาม. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *27*(3), 250-258.

เอนก สูตรมงคล, กฤษฎา บานชื่น, นฤพนธ์ วงศ์จตุรภัทร, เกษม ใช้คล่องกิจ, สุกัญญา เจริญวัฒนะ และสมพร ส่งตระกูล. (2556). *สมรรถภาพทางกายและใจของผู้สูงอายุกับการปั่นจักรยานหลังวัยเกษียณ*. กรุงเทพฯ: ชมรมจักรยานเพื่อสุขภาพแห่งประเทศไทย.

เอื้อมพร สกุลแก้ว. (2550). *คู่มือคอเลสเตอรอล.* กรุงเทพฯ: ใกล้หมอ.

American College of Sports Medicine. (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkin.

Arazi, H., Damirchi, A., & Asadi, A. (2013). Age-related hormonal adaptations, muscle circumference and strength development with 8 weeks moderate intensity resistance training**.** *Annales d'endocrinologie,74*(1), 30-35.

Arazi, H., Faraji, H., Moghadam, M. G., & Samadi, A. (2011). Effect of concurrent exercise protocols on strength, aerobic power, flexibility and body composition. *Kinesiology*, *43*(2), 155-162.

Awobajo, F. O., Olawale, O. A., & Bassey, S. (2013). Changes in blood glucose, lipid profile and antioxidant activities in trained and untrained adult male subjects during programmed exercise on the treadmill. *Nigerian Quarterly Journal of Hospital Medicine*, *23*(2), 117-124.

Balliett, M., & Burke, J. R. (2013). Changes in anthropometric measurements, body composition, blood pressure, lipid profile, and testosterone in patients participating in a low-energy dietary intervention. *Journal of Chiropractic Medicine*, *12*(1), 3-14

Bloem, C. J., & Chang, A. M. (2008). Short-term exercise improves beta-cell function and insulin resistance in older people with impaired glucose tolerance. *The Journal of clinical Endocrinology Metabolism*, *93*(2), 387-92.

Blood work. (n.d.). *Bioavailable testosterone test*. Retrieved from http://www.bloodwork.com/bioavailable-testosterone-test.htm

Bosco, C., Colli, R., Bonomi, R., Duvillard, S. P., & Viru, A. (2000). Monitoring strength training: Neuromuscular and hormonal profile. *Medicine & Sciene in Sports & Exercise, 32*(1), 202-208.

Brand, J. S., Wareham, N. J., Dowsett, M., Folkerd, E., Schouw, Y. T., Luben, R. N., & Khaw, K. T. (2011). Associations of endogenous testosterone and SHBG with glycated haemoglobin in middle-aged and older men. *Clinical Endocrinology, 74*(5), 572-578

Cadore, E. L., Lhullier, F. L., Brentano, M. A., Silva, E. M., Ambrosini, M. B., Spinelli, R., Silva, R. F., & Kruel, L. F. (2008). Hormonal responses to resistance exercise in long-term trained and untrained middle-aged men. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(5), 1617-24.

Chin, K. Y., Soelaiman, I. N., Mohamed, N. I., Shahar, S., Teng, N. I., Ramli, S. E., Ahmad, F., Aminuddin, A., & Zurinah, N. W. (2012). Testosterone is associated with age-related changes in bone health status, muscle strength and body composition in men. *Aging Male*, *15*(4), 240-245.

Chtara, M., Chaouachi, A., Levin, G., Chaouachi, M., Chamari, K., Amri, M., & Laursen, P. (2008). Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *22*(4), 1037-1045.

Dale, I. L., Ross, C., Jennifer, W., & Chris, M. (2012). The hormonal response of older men to sub-maximum aerobic exercise: The effect of training and detraining. *Steroids*, *77*, 413-418.

Daly, W., Seegers, C. A., Rubin, D. A., Dobridge, J. D., & Hackney, A. C. (2005). Relationship between stress hormones and testosterone with prolonged endurance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, *93*(4), 375-80.

Dube, J. J., Amati, F., Stefanovic, R. M., Toledo, F. G., Sauers, S. E., & Goodpaster, B. H. (2008). Exercise-induced alterations in intramyocellular lipids and insulin resistance: The athlete's paradox revisited. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, *294*(5), E882-8.

Ebele, J. I., Emeka, E. N., Ignatius, C. M., Silas, A. U., Chikaodili, C. I., Fidelis, E. E., & Emeka, G. A. (2009). Effect of sedentary work and exercise on lipid and lipoprotein metabolism in middle-aged male and female african workers. *Asian Journal of Medical Scien*ces, *1*(3), 117-120.

Fahri, A. (2010). Changes in serum lipid profile following moderate exercise. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, *4*(11), 829-833.

Fenkci, S., Sarsan, A., Rota, S., & Ardic, F. (2006). Effcets of resistance or aerobic exercise on metabolic parameter in obese women who not on a diet. *Advances in Therapy*, *23*(3), 404-413.

Finkelstein, J. S., Lee, H., Burnett-Bowie, S. A., Pallais, J. C., Yu, E. W., Borges, L. F., Jones, B. F., Barry, C. V., Wulczyn, K. E., Thomas, B. J., & Leder, B. Z. (2013). Gonadal steroids and body composition, strength, and sexual function in men. *The New England Journal of Medicine*, *369*(11), 1011-1022.

Fletcher, B., Berra, K., Ades, P., Braun, L. T., Burke, L. E., Durstine, J. L., Fair, J. M., Fletcher, G. F., Goff, D., Hayman, L. L., Hiatt, W. R., Miller, N. H., Krauss, R., Kris-Etherton, P., Stone, N., Wilterdink, J., & Winston, M. (2005). Managing abnormal blood lipids: A collabolative approach. *Circulation*, *112*(20), 3184-3209.

Foger, B., Wohlfarter, T., Ritsch, A., Lechleitner, M., Miller, C. H., Dienstl, A., & Patsch, J. R. (1994). Kinetics of lipids, apolipoproteins, and cholesteryl ester transfer protein in plasma after a bicycle marathon. *Metabolism*, *43*(5), 633-639.

Free online calculators. (n.d.). *7-Site skin fold test calculator for calculating body fat percentage.* Retrieved from /http://www.free-online-calculator-use.com/skin-fold-test.html

Gould, D. C., Kirby, R. S., & Amoroso, P. (2007). Hypoandrogen metabolic syndrome: A potentially, common and underdiagnosed condition in men. *International Journal of Clinical Practice*, *61*(2), 341-344.

Halling, A., Persson, G. R., Berglund, J., Johansson, O., & Renvert, S. (2005). Comparison between the Klemetti index and heel DXA BMD measurements in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density in the elderly. *Osteoporosis International*, *6*(8), 999-1003.

Harman, S. M., Metter, E. J., Tobin, J. D., Pearson, J., & Blackman, M. R. (2001). Longitudinal effects of aging on serum total and free testosterone levels in healthy men, Baltimore longitudinal study of aging. *The Journal of Clinical Endocrinology Metabolism, 86*(2), 724-731.

Hoffman, J. (2006). *Norms for fitness, performance and health: Assessing muscular fitness* (4th ed.). United States: Human Kinetics.

Hrukoviova, H., Duskova, M., Simunkova, K., Hill, M., Pospisilova, H., Racz, B., Kralikova, E., Vondra, K., & Starka, L. (2013). Effects of smoking cessation on hormonal levels in men. *Physiological Researc*h, *62*(1), 67-73.

International Society for the Study of the Aging Male. (n.d.). *Free & bioavailable testosterone calculator.* Retrieved from http://www.issam.ch/freetesto.htm

Irving, B. A., Weltman, J. Y., Patrie, J. T., Davis, C. K., Brock, D. W., Swift, D., Barrett, E. J., Gaesser, G. A., Weltman, A. (2009). Effects of exercise training intensity on nocturnal growth hormone secretion in obese adults with the metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Endocrinology Metabolis*, *94*(6), 1979-86.

Isidori, A. M., Giannetta, E., Greco, E. A., Gianfrilli, D., Bonifacio, V., Isidori, A., Lenzi, A., & Fabbri, A. (2005). Effects of testosterone on body composition, bone metabolism and serum lipid profile in middle-aged men: A meta-analysis. *Clinical Endocrinology*, *63*, 280-293.

Kapoor, D., Aldred, H., Clark, S., Channer, K. S., & Jones, T. H. (2007). Clinical and biochemical assessment of hypogonadism in men with type 2 diabetes: Correlation with bioavailable testosterone and visceral adiposity. *Diabetes Care, 30*(4), 911-917.

Kevin, W. (2015). *Healthy testosterone levels for men*. Retrieved from http://www. alphadogg16.hubpages.com/hub/Healthy-Testosterone-levels-for-men

Khosla, S. (2010). Osteoporosis in males. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 95*(1), 3-10.

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, *35*(4), 339-61

Kreisman, S. H., Manzon, A., Nessim, S. J., Morais, J. A., Gougeon, R., Fisher, S. J., Vranic, M., Marliss, E. B. (2000). Glucoregulatory responses to intense exercise performed in the postprandial state. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, *278*, 786-793.

Kulkarni, S. R., Ravindra, K. P., Dhume, C. Y., Rataboli, P., & Rodrigues, E. (2009). Levels of plasma testosterone, antioxidants and oxidative stress in alcoholic patients attending de-addiction centre. *Biology and Medicine*, *1*(4), 11-20.

Kvorning, T., Christensen, L. L., Madsen, K., Nielsen, J. L., Gejl, K. D., Brixen, K., & Andersen, M. (2013). Mechanical muscle function and lean body mass during supervised strength training and testosterone therapy in aging men with low-normal testosterone levels. *Journal of the American Geriatrics Society*, *61*(6), 957-962.

Leary, C. B., & Hackney, A. C. (2014). Acute and chronic effects of resistance exercise on the testosterone and cortisol responses in obese males: A systematic review. *Physiological Research*, *63*, 693-704.

Lee, Y. C., Chien, K. L., Lee, B. C., Lin, H. J., Hsu, H. C., & Chen, M. F. (2009). "High-density lipoprotein-cholesterol trajectory pattern, associated lifestyle and biochemical factors among Taiwanese. *Circulation Journal*, *73*(10), 1887-1892.

Limpaphayom, K. K., Taechakraichana, N., Jaisamrarn, U., Bunyavejchevin, S., Chaikittisilpa, S., Poshyachinda, M., Taechamahachai, C., Havanond, P., Onthuam, Y., Lumbiganon, P., & Kamolratanakul, P. (2001). Prevalence of osteopenia and osteoporosis in Thai women. *The Journal of the North American Menopause Society, 8*(1), 65-69.

Maddalena, D. C., Vodo, S., Petroni, A., & Aloisi, A. M. (2012). Impact of testosterone on body fat composition. *Journal of Cellular Physiology*, *227*(12), 3744-3748.

Maneesh, M., Jayalekshmi, H., Dutta, S., Chakrabarti, A., & Vasudevan, D. M. (2005). Experimental therapeutical intervention with ascorbic acid in ethanol induced testicular injuries in rats. *Indian Journal of Experimental Biology*, *43*, 172-176.

Marliss, E. B., & Vranic, M. (2002). Intense exercise has unique effects on both insulin release and its roles in Glucoregulation. *Diabetes*, *51*, 271-283.

Matsumoto, A. M. (2002). Andropause: Clinical implication of the decline in serum testosterone levels with aging in men. *Journal of Gerontology: Medical Science*, *57*(2), M 76-M99.

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: Muscular strength training muscles to become stronger* (7th ed.). Baltimore: Williams & Wilkins.

McMaahon, K. S., Ferreina, L. D., Ratnam, N., Davey, R. J., Youngs, L. M., Davis, E. A., Founeir, P. A., Jones, T. W. (2007). Glucose requirements to maintain euglycemia after moderate-intensity afternoon exercise in adolescents with type 1 diabetes are increased in a biphasic maner. *The Journal of Clinical Endocrinology Metabolis*, *92*(3), 963-968.

Mehta, P. H., & Josephs, R. A. (2010). Testosterone and cortisol jointly regulate dominance: Evidence for a dual-hormone hypothesis. *Hormones and Behavior*, *58*(5), 898-906.

Musto, A., Jacobs, K., Nash, M., Rossi, G. D., & Perry, A. (2010). The effects of an incremental approach to 10,000 steps/day on metabolic syndrome components in sedentary overweight women. *Journal of Physical Activity and Health*, *7*, 737-745.

Narges, A., Gholamreza, S., & Jafar, G. (2014). Comparison of the effect of different intensity exercise on a bicycle ergometer on postprandial lipidemia in type ll diabetic patients. *ARYA Atheroscler*, *10*(3), 147-153.

National Cholesterol Education Program. (2001). *Third report of the expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III)*: *Final report*. Retrieved from https://books.google.co.th/books?isbn=1428926380

Pacini, S., Aterini, S., Ruggiero, M., & Gulisano, M. (1999). Bone mineral density and anthropometric Measures in normal and osteoporotic men. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, *104*(4), 195-200.

Pritzlaff, C. J., Wideman, L., Weltman, J. Y., Abbott, R. D., Gutgesell, M. E., Hartman M. L., Veldhuis, J. D., & Weltman, A. (1999). Impact of acute exercise intensity on pulsatile growth hormone release in men. *Journal of Applied Physiology*, *87*(2), 498-504.

Reiman, M. P., & Manske, R. C. (2009). *Functionnal testing in human performance: Aerobic testing*. United States: Human Kinetics.

Ryan, P. S., Robert, M. C., Jason, R. K., & Larry, I. L. (2013). The evidence for seasonal variations of testosterone in men. *The European Maturitas Journal*, *74*(3), 208-212

Sattler, F. R., Castaneda-Sceppa, C., Binder, E. F., Schroeder, E. T., Wang, Y., Bhasin, S., Kawakubo, M., Stewart, Y., Yarasheski, K. E., Ulloor, J., Colletti, P., Roubenoff, R., & Azen, S. P. (2009). Testosterone and growth hormone improve body composition and muscle performance in older men. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *94*(6), 1991-2001.

Schwarcz, M. D., & Frishman, W. H. (2010). Testosterone and coronary artery disease. *Cardiology in Review*, *18*(5), 251-257.

S H Ho Urology and Laparoscopy Centre. (n.d.). *Daily variation in testosterone levels.* Retrieved from http://www.urologycentre.com.sg/hypogonadism_testosteronelevel. html

Silas Deane Middle School Physical Education. (n.d.). *Connecticut fitness test.* Retrieved from http://www.sdmspe.weebly.com/ct-fitness-test.html

Svartberg, J., Mühlen, D., Sundsfjord, J., & Jorde, R. (2004). Waist circumference and testosterone levels in community dwelling men, the tromso study. *European Journal of Epidemiology*, *19*(7), 657-663.

Tang, Y. J., Lee, W. J., Chen, Y. T., Liu, P. H., Lee, M. C., & Sheu, W. H. (2007). Serum testosterone level and related metabolic factors in men over 70 years old. *Journal of Endocrinological Investigation*, *30*(6), 451-458**.**

Traish, A. M., Goldstein, I., & Kim, N. N. (2007). Testosterone and erectile function: From basic research to new clinical paradigm for managing men with androgen insufficiency and erectile dysfunction. *European Urology*, *52*(1), 54-70.

Trejo-Gutierrez, J. F., & Fletcher, G. G. (2007). Impact of exercise on blood lipids and lipoproteins. *Journal of Clinical Lipidology*, *1*(3), 175-181.

Tremblay, M. S., Copeland, J. L., & Van, H. W. (2004). Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *Journal of Applied Physiology*, *96*(2), 531-539.

Tremblay, M. S., Copeland, J. L., & Van, H. W. (2005). Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males. *European Journal of Applied Physiology*, *94*(5-6), 505-13.

Vatansev, H., & Cakmakci, E. (2010). The effects of 8 week aerobic exercise on the blood lipid and body composition of the owerweight and obese females. *Science, Movement and Health*, *2*, 814-820.

Wickramatilake, C. M., Mohideen, M. R., & Pathirana, C. (2013). Association of serum testosterone with lipid abnormalities in patients with angiographically proven coronary artery disease. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, *17*(6), 1061-1065.

Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of sport and exercise: Training for sport*. United States: Human Kinetics.

World Health Organization. (2000). *Active living-health promotion.* Retrieved from http://www.who.int

World Health Organization. (2004). *WHO technical report series 916 diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.* Retrieved from http://www.who.int

Wroblewski, A. P., Amati, F., Smiley, M. A., Goodpaster, B., & Wright, V. (2011). Chronic exercise preserves lean muscle mass in masters athletes. *Physician and Sportsmedicine*, *39*(3), 172-178.

Wu, I. C., Lin, X. Z., Liu, P. F., Tsai, W. L., & Shiesh, S. C. (2010). Low serum testosterone and frailty in older men and women. *Maturitas, 67*(4), 348-352.

Zhang, N., Zhang, H., Zhang, X., Zhang, B., Wang, F., Wang, C., Zhao, M., Yu, C., Gao, L., Zhao, J., & Guan, Q. (2014). The relationship between endogenous testosterone and lipid profile in middle-aged and elderly Chinese men. *European Journal of Endocrinology*, *170*(4), 487-494.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณหาค่าฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนอิสระ (Free testosterone)

การคำนวณ

หาค่าฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนอิสระ (Free testosterone)

นำผลการตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนรวม (Total testosterone) และ SHBG รายบุคคลมาคำนวณหาค่าฮอร์โมนเทสทอสเตอโรนอิสระ (Free testosterone) โดยใช้สูตรของ Vermulance ดังนี้ (ISSAM, n.d.)

Concentration Testosterone = FT (free) + Alb-bound-T + [SHBG]-bound-T

$$\text{Testosterone} = [S] + [S_A] + [SP]$$

$S = [SP] / [P] \times [K]$

$S_A = [K_A] \times [C_{onc.}Alb]$

SP = steroid bound SHBG

[P] = free SHBG

$[K] = 10^9$ M

$[K_A] = 3.6 \times 10^4$

$[C_{onc.}Alb]$ = 43 g/L / 69000

69,000 = molecular weight albumin

Free & Bioavailable Testosterone calculator

These calculated parameters more accurately reflect the level of bioactive testosterone than does the sole measurement of total serum testosterone. Testosterone and dihydrotestosterone (DHT) circulate in plasma unbound (free approximately 2 - 3%) ,bound to specific plasma proteins (sex hormone-binding globulin SHBG) and weakly bound to nonspecific proteins such as albumin. The SHBG-bound fraction is biologically inactive because of the high binding affinity of SHBG for testosterone. Free testosterone measures the free fraction, bioavailable testosterone includes free plus weakly bound to albumin.

Albumin	4.3	g/dL ▼	Calculate	Explanation and examples
SHBG		nmol/L ▼		
Testosterone		ng/dL ▼		

Free Testosterone

Bioavailable Testosterone

Disclaimer: Results from this calculator should NOT be solely relied upon in making (or refraining from making) any decision in any case/ circumstances without the prior consultation of experts or professional persons. No responsability whatsoever is assumed for its correctness or suitability for any given purpose.

WARNING! The calculated free and bioavailable testosterone are reliable in most clinical situations, but should not be relied upon in situations with potential massive interference by steroids binding to SHBG; e.g. in women during pregnancy, in men during treatment inducing high levels of DHT (e.g. transdermal DHT, oral testosterone) or mesterolon

This calculator was developed at the Hormonology department, University Hospital of Ghent, Belgium. If you have suggestions to improve this calculator, or for further questions or help contact us Dr. Tom Fiers or Prof. Dr. J.M. Kaufman

ภาคผนวก ข

การทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ชายวัยทอง

การทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ชายวัยทอง

(Health-related physical fitness for aging male testing)

การทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้ชายวัยทองที่มีอายุระหว่าง 55-59 ปี ใช้องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ โดยแบบทดสอบจำนวน 7 รายการที่นำมาใช้เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน ดังนี้

1. การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Measurement of skinfold thickness)

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินปริมาณไขมันในร่างกาย (Body fat)

อุปกรณ์ เครื่องวัดความหนาของผิวหนัง ยี่ห้อ Lange skinfold caliper

วิธีการ

1. ใช้หลักการของ Jackson & Pollock โดยการวัดความหนาของผิวหนังพับในร่างกายของผู้ชาย 3 ตำแหน่ง คือ บริเวณหน้าอก (Chest) บริเวณต้นแขนด้านหลัง (Triceps) และบริเวณขอบล่างของกระดูกสะบัก (Subscapular) เพื่อใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

2. ดำเนินการวัดความหนาของผิวหนังบริเวณด้านขวาของผู้รับการทดสอบ

3. การหยิบต้องกางนิ้วหัวแม่มือและปลายนิ้วชี้ข้างซ้ายห่างกันประมาณ 8 เซนติเมตร ให้ตั้งฉากกับเส้นของผิวหนังที่จะหยิบ จากนั้นหยิบผิวหนังให้กระชับขึ้นมาตั้งเป็นสันสูงประมาณ 1 เซนติเมตร โดยไม่มีเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อติดมา

4. วางปากคีบของเครื่องวัดความหนาของผิวหนัง (Skinfold caliper) ให้ตั้งฉากกับสันผิวหนังต่ำลงมาจากการหยิบประมาณ 1 เซนติเมตร โดยต้องอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างสันผิวหนังและฐาน ประมาณ 2 วินาที จึงอ่านค่าการวัด

5. ดำเนินการวัดความหนาของผิวหนังตำแหน่งละ 2 ครั้ง โดยใช้หลักการวัด 5% Accuracy ถ้าค่าที่อ่านได้แตกต่างกันมากกว่า 0.5 มิลลิเมตร (± 5%) ต้องวัดซ้ำจนกว่าค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมากกว่า 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งในการวัดซ้ำในแต่ละครั้งนี้ต้องให้เวลากับผิวหนังในการกลับคืนสู่สภาพปกติก่อน

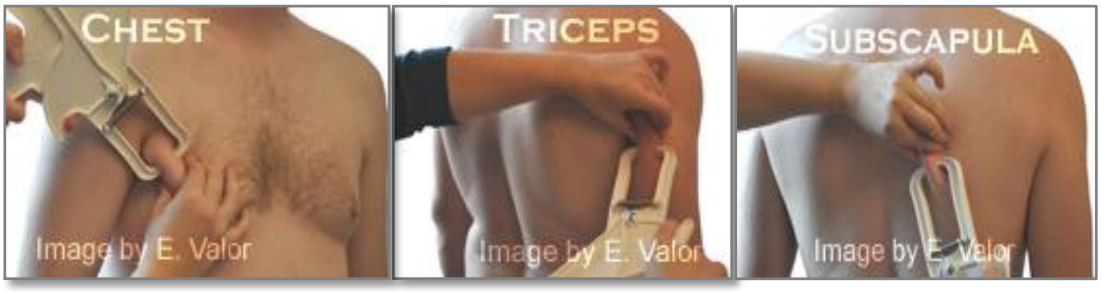
ข้อควรระวัง การวัดความหนาของผิวหนังนั้น ผิวหนังของผู้รับการทดสอบทุกคนต้องแห้ง ไม่ทาโลชั่น และเปียกเหงื่อจากการออกกำลังกายใหม่ ๆ

6. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน (% Fat) และ LBW (Lean body weight) โดยใช้สูตรของ Jackson & Pollock ดังนี้ (Jackson & Pollock, 1985 cited in ACSM, 2010)

$$\text{Body density} = 1.1125025 - 0.0013125\ (\text{sum of three skinfolds}) + 0.0000055\ (\text{sum of three skinfolds})^2 - 0.000244\ (\text{age})$$

หลังจากได้ค่า Body density แล้วสามารถคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน (% Fat) โดยใช้สูตรของ Brozek และคณะ ดังนี้ (Brozek et al., 1963 cited in ACSM, 2010)

$$\%\ \text{Fat} = \frac{457}{\text{Body density}} - 414.2$$



ภาพภาคผนวก ข-1 ตำแหน่งที่จะวัดความหนาของผิวหนังเพื่อใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของผู้ชาย 3 ตำแหน่ง ได้แก่ Chest, Triceps และ Subscapula (Free online calculators, n.d.)

ตารางภาคผนวก ข-1 เกณฑ์มาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมัน (% Fat) ของประชาชนไทยเพศชาย อายุ 50-59 ปี (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2543)

ดีมาก	ดี	พอใช้	ค่อนข้างต่ำ	ต่ำ
21.6 ลงมา	21.7-24.2	24.3-29.5	29.6-32.1	32.2 ขึ้นไป

2. การเดินแบบ Rockport (Rockport fitness walking test)

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ

อุปกรณ์ สนามกรีฑา, นาฬิกาจับเวลา, เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

วิธีการ

1. ผู้รับการทดสอบอบอุ่นร่างกายประมาณ 5-10 นาที ก่อนการทดสอบ

2. ผู้รับการทดสอบยืนที่จุดเริ่มต้น เมื่อได้ยินสัญญาณนกหวีดให้ผู้รับการทดสอบเดินให้เร็วที่สุดอย่างสม่ำเสมอเป็นระยะทาง 1 ไมล์ หรือ 1.6 กิโลเมตร หรือ 4 รอบ สนามกรีฑา โดยจุดเริ่มต้นและเส้นชัยอยู่จุดเดียวกัน

3. เมื่อผู้รับการทดสอบเดินได้ครบตามระยะทางที่กำหนด ให้ตรวจสอบชีพจรทันทีเป็นเวลา 10 วินาที (คูณ 6) ด้วยเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ จะได้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate: HR) (ครั้งต่อนาที) โดยระหว่างการตรวจสอบชีพจรผู้รับการทดสอบต้องเดินต่อไป แต่ความเร็วในการเดินลดลง เพื่อดำเนินการผ่อนหยุดและยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังการทดสอบ

4. บันทึกเวลาที่ใช้ในการเดิน (นาทีและวินาที) และอัตราการเต้นหัวใจ (ครั้งต่อนาที) เพื่อคำนวณผลการทดสอบ

5. คำนวณหาค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) โดยใช้สูตรของ Rockport ดังนี้ (ACSM, 1995; D'Alonzo et al., 2006 cited in Reiman & Manske, 2009)

$$\begin{aligned} VO_2 \text{ max } (mL.kg^{-1}.min^{-1}) = {} & 132.853 - 0.0769 \times \text{weight (lbs.)} - 0.3877 \times \text{Age} \\ & + 6.318 \times 1 - 3.249 \times \text{1-mile walk time (min)} \\ & - 0.1565 \times \text{HR} \end{aligned}$$

ตารางภาคผนวก ข-2 เกณฑ์มาตรฐานปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) ของประชาชนไทยเพศชาย อายุ 51-60 ปี (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2543)

ดีมาก	ดี	พอใช้	ค่อนข้างต่ำ	ต่ำ
33.9 ขึ้นไป	30.7-33.8	24.2-30.6	21.0-24.1	20.9 ลงมา

3. การวัดแรงบีบมือ (Grip strength)

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือและแขนส่วนปลาย

อุปกรณ์ เครื่องวัดแรงบีบมือ (Hand-grip dynamometer)

วิธีการ

1. ปรับระยะห่างของที่จับให้เหมาะสมกับมือข้างที่ถนัดของผู้รับการทดสอบ
2. ผู้รับการทดสอบยืนตรง ปล่อยแขนตามสบายข้างลำตัว (ศอกไม่งอ) ห่างจากลำตัวประมาณ 1 ฝ่ามือ
3. ออกแรงกำมืออย่างเต็มกำลัง (แขนยังคงห่างจากลำตัว 1 ฝ่ามือเหมือนเดิม)
4. ทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง พักระหว่างครั้งที่ปฏิบัติ 1 นาที
5. บันทึกผลการปฏิบัติได้มากที่สุดเป็นกิโลกรัม
6. คำนวณความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือและแขนส่วนปลาย โดยใช้สูตร ดังนี้

Grip strength = แรงบีบมือที่ถนัด (กิโลกรัม) / น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ของผู้รับการทดสอบ

ภาพภาคผนวก ข-2 การวัดแรงบีบมือ (การทดสอบสมรรถภาพทางกาย, ม.ป.ป.)

ตารางภาคผนวก ข-3 เกณฑ์มาตรฐานแรงบีบมือ (Grip strength) (กิโลกรัม) ของประชาชนไทย เพศชาย อายุ 50-59 ปี (การกีฬาแหงประเทศไทย, 2543)

ดีมาก	ดี	พอใช้	ค่อนข้างต่ำ	ต่ำ
0.72 ขึ้นไป	0.67-0.71	0.56-0.66	0.51-0.55	0.50 ลงมา

4. การวัดแรงเหยียดขา (Leg strength)

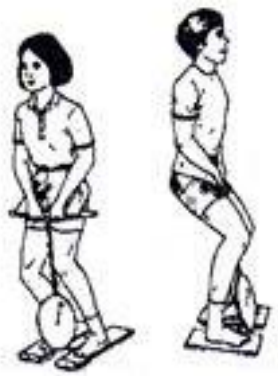
วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเหยียดขา

อุปกรณ์ เครื่องวัดแรงเหยียดขาและหลัง (Leg and back dynamometer)

วิธีการ

1. ผู้รับการทดสอบยืนบนตำแหน่งที่วางเท้าของเครื่องวัดแรงเหยียดขาและหลัง (Leg and back dynamometer) หลังเหยียดตรง ตามองไปข้างหน้าขนานกับพื้น
2. ย่อเข่าลง ทำมุม 130-140 องศา แขนเหยียดตรง มือจับแฮนด์บาร์ (Hand bar) แบบคว่ำมือ
3. ปรับความยาวของโซ่ให้เหมาะสม (ไม่หย่อนหรือตึงเกินไป)
4. ออกแรงเหยียดขาให้เต็มที่
5. ทดสอบ 2 ครั้ง พักระหว่างการปฏิบัติ 1 นาที
6. บันทึกผลการปฏิบัติที่ได้มากที่สุดเป็นกิโลกรัม
7. คำนวณความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเหยียดขา โดยใช้สูตร ดังนี้

Leg strength = แรงเหยียดขา (กิโลกรัม) / น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ของผู้รับการทดสอบ



ภาพภาคผนวก ข-3 การวัดแรงเหยียดขา (คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, ม.ป.ป.)

ตารางภาคผนวก ข-4 เกณฑ์มาตรฐานแรงเหยียดขา (Leg strength) (กิโลกรัม) ของประชาชนไทย เพศชาย อายุ 50-59 ปี (การกีฬาแหงประเทศไทย, 2543)

ดีมาก	ดี	พอใช้	ค่อนข้างต่ำ	ต่ำ
2.18 ขึ้นไป	2.00-2.17	1.63-1.99	1.45-1.62	1.44 ลงมา

5. การวัดแรงเหยียดหลัง (Back strength)

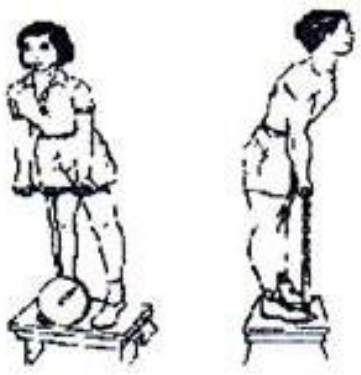
วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเหยียดหลัง

อุปกรณ์ เครื่องวัดแรงเหยียดขาและหลัง (Leg and back dynamometer)

วิธีการ

1. ผู้รับการทดสอบยืนบนตำแหน่งที่วางเท้าของเครื่องวัดแรงเหยียดขาและหลัง (Leg and back dynamometer) ขาเหยียดตรง เข่าตึง ลำตัวโน้มมาข้างหน้า หลังเหยียดตรง (ลำตัวทำมุมเฉียงกับขาประมาณ 45 องศา)
2. มือจับแฮนด์บาร์ (Hand bar) แบบคว่ำมือ ระดับของแฮนด์บาร์อยู่เหนือเข่าเล็กน้อย
3. ออกแรงดึงแฮนด์บาร์ขึ้นแนวตรง โดยใช้แรงจากกล้ามเนื้อหลัง
4. ขณะดึงหลัง ศีรษะและลำตัวเป็นแนวเส้นตรง (ทำมุมเฉียง 45 องศากับขา)
5. ทดสอบ 2 ครั้ง พักระหว่างการปฏิบัติ 1 นาที
6. บันทึกผลการปฏิบัติที่ได้มากที่สุดเป็นกิโลกรัม
7. คำนวณความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเหยียดขา โดยใช้สูตร ดังนี้

Back strength = แรงเหยียดหลัง (กิโลกรัม) / น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ของผู้รับการทดสอบ



ภาพภาคผนวก ข-4 การวัดแรงเหยียดหลัง (คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, ม.ป.ป.)

ตารางภาคผนวก ข-5 เกณฑ์มาตรฐานแรงเหยียดหลัง (Back strength) (กิโลกรัม) ของประชาชนไทย เพศชาย อายุ 51-60 ปี (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2539)

ดีมาก	ดี	พอใช้	ค่อนข้างต่ำ	ต่ำ
1.86 ขึ้นไป	1.52-1.85	0.83-1.51	0.49-0.82	0.48 ลงมา

6. นอนยกตัว (Curl-ups)

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้อง

อุปกรณ์ เบาะรอง นาฬิกาจับเวลา กระดาษกาว และเทปวัดระยะทาง

วิธีทดสอบ

1. ผู้รับการทดสอบ นอนหงายบนเบาะรอง เข่าตั้งฉาก 90 องศา เท้าอยู่ห่างกันประมาณ 1 ฟุต แขนทั้ง 2 ข้างวางอยู่ข้างลำตัว

2. ยกศีรษะ ไหล่ และลำตัวขึ้นจากพื้นประมาณ 30 องศา กับพื้น แขนทั้ง 2 ข้าง เหยียดตรง ฝ่ามือคว่ำลง พร้อมกับเคลื่อนฝ่ายมือให้ปลายนิ้วกลางไปสัมผัสกับแถบเครื่องหมายเส้นที่ 2 ซึ่งอยู่ห่างจากเส้นแรก 10 เซนติเมตร จากนั้นลดลำตัวให้ศีรษะและไหล่ลงบนเบาะรอง นับ 1 ครั้ง

3. นับจำนวนครั้งที่นิ้วกลางแตะแถบเครื่องหมายทั้ง 2 ข้าง ภายใน 1 นาที

ภาพภาคผนวก ข-5 การนอนยกตัว (Silas Deane Middle School Physical Education, n.d.)

ตารางภาคผนวก ข-6 เกณฑ์มาตรฐานนอนยกตัว (Curl-ups) (ครั้งต่อนาที) ของประชาชนไทย เพศชาย อายุ 50-59 ปี (ACSM, 2010)

ดีมาก	ดี	พอใช้	ค่อนข้างต่ำ	ต่ำ
61 ขึ้นไป	36-60	24-35	14-23	13 ลงมา

7. การทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach test)

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังระดับเอว และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

อุปกรณ์ เบาะรอง และกล่องวัดความอ่อนตัว (มาตรวัดระยะทาง = +30 เซนติเมตรและ –30 เซนติเมตร โดยตำแหน่ง “0” อยู่ตรงกับยันเท้า

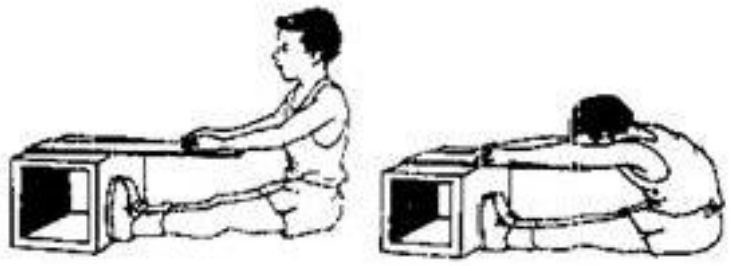
วิธีทดสอบ

1. ผู้รับการทดสอบถอดรองเท้า นั่งราบกับเบาะรอง ขาเหยียดตรง ส้นเท้าชิดกัน ฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้าง ตั้งฉากกับพื้นยันกับกล่องวัดความอ่อนตัว

2. มือข้างหนึ่งวางทับมืออีกข้างหนึ่งให้นิ้วกลางวางซ้อนกัน แขนเหยียดตรงไปข้างหน้าและค่อย ๆ ก้มตัวไปข้างหน้าให้ฝ่ามือวางอยู่บนกล่องวัดความอ่อนตัวให้ได้ระยะทางไกลที่สุด ห้ามโยกตัวหรืองอตัวอย่างแรง และขณะก้มตัวเข่าต้องตึง

3. วัดระยะทางเป็นเซนติเมตรจากจุด “0” ถึงปลายนิ้วมือ ถ้าปลายนิ้วมือเหยียดเลยปลายเท้าหรือจุดศูนย์ บันทึกค่าเป็นบวก ถ้าไม่ถึงปลายเท้า ค่าเป็นลบ

4. ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ใช้ค่าที่ดีที่สุด



ภาพภาคผนวก ข-6 การนั่งงอตัวไปข้างหน้า (เศรษฐพงศ์ แสนหลวง, ม.ป.ป.)

ตารางภาคผนวก ข-7 เกณฑ์มาตรฐานนั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach test) (เซนติเมตร) ของประชาชนไทยเพศชาย อายุ 50-59 ปี (การกีฬาแหงประเทศไทย, 2543)

ดีมาก	ดี	พอใช้	ค่อนข้างต่ำ	ต่ำ
17 ขึ้นไป	13-16	4-12	0-3	-1 ลงมา

ภาคผนวก ค

แบบบันทึกผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ชายวัยทอง

Laboratory of Exercise Physiology

Faculty of Sport Science. Burapha University

Place of Data Collection From

Date: …… Time: ……a.m./p.m. Venue: ……..……

Temperature: ……..….°C Relative humidity: ……..…..…% Altitude: ……..

Barometric pressure: ……..mmHg.

General Information

Subject No. ……..…. Gender: ☐ Male ☐ Female Year of birth: ……..

Age: ……..…….year Weight: ……..……... kg. Height: ……. cm.

Resting heart rate: ……..bpm Resting blood pressure: SBP…..……mmHg / DBP……mmHg

Measurement of Skinfold Thickness

Male: Chest

1. …… 2. …… 3. …… 4. …… 5. …… = ……

Triceps

1. …… 2. …… 3. …… 4. …… 5. …… = ……

Subscapular

1. …… 2. …… 3. …… 4. …… 5. …… = ……

Body density: Male = 1.1125025 - 0.0013125 (sum of three skinfolds)…… + 0.0000055 (sum of three skinfolds)^2……. - 0.000244 (age)……..…..

Fat (%): Male = $\left(\frac{4.570}{\text{Body density} = \ldots\ldots\ldots\ldots} - 4.142 \right) \times 100 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$

Fat (kg): Male = Weight (kg.)……..…… $\frac{\%\ \text{Fat} = \ldots\ldots\ldots}{100}$ = ……

LBW: Male = Weight (kg.)……..…… – Fat…… = ……

Measurement of Skinfold Thickness

Female: Triceps

1. …… 2. …… 3. …… 4. …… 5. …… = ……

Suprailiac

1. …… 2. …… 3. …… 4. …… 5. …… = ……

Abdominal

1. …… 2. …… 3. …… 4. …… 5. …… = ……

Body density: Female = 1.089733 - 0.0009245 (sum of three skinfolds)…… + 0.0000025 (sum of three skinfolds)^2…… - 0.0000979 (age)……..

Fat (%): Female = $\left[\dfrac{4.570}{\text{Body density} = \ldots\ldots\ldots} - 4.142 \right] \times 100 = \ldots\ldots\ldots\ldots$

Fat (kg): Female = Weight (kg.)…….…… $\dfrac{\%\ \text{Fat} = \ldots\ldots\ldots}{100}$ = ……

LBW: Female = Weight (kg.)……..…… – Fat…… = ……

By……

Laboratory of Exercise Physiology

Faculty of Sport Science. Burapha University

Place of Data Collection From

Date: …… Time: ……a.m./p.m. Venue: …….……

Temperature: ……..….°C Relative humidity: …….…..…% Altitude: ……..

Barometric pressure: ……..mmHg.

General Information

Subject No. ……..…. Gender: ☐ Male ☐ Female Year of birth: ……..

Age: ……..…….year Weight: ……..……... kg. Height: ……. cm.

Resting heart rate: ……..bpm Resting blood pressure: SBP…...……mmHg / DBP……mmHg

Cardiorespiratory Endurance

Rockport Fitness Walking Test

Score: Time …… minutes ……. seconds

Heart Rate (after walk) …… beats per minutes

Weight in lbs. ……..…….…. pound

Male: VO_2 max ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) = 132.853 – 0.0769 × weight (lbs.)……. – 0.3877 × Age…..…… + 6.318 × 1 - 3.249 × walk time in minutes ……..…… – 0.1565 × HR…….

= ……

Female: VO_2 max ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) = 139.168 – (0.388 × Age……..……) – (0.77 × weight (lbs.) ……..…….) – (3.265 × walk time in minutes……..……..) – (0.156 × HR……..)

= ……

By……

Laboratory of Exercise Physiology

Faculty of Sport Science. Burapha University

Place of Data Collection From

Date: …… Time: ……a.m./p.m. Venue: …….……

Temperature: ……..….°C Relative humidity: …….…..…% Altitude: ……..

Barometric pressure: ……..mmHg.

General Information

Subject No. ……..…. Gender: ☐ Male ☐ Female Year of birth: ……..

Age: ……..…….year Weight: ……..……... kg. Height: ……. cm.

Resting heart rate: ……..bpm Resting blood pressure: SBP…...……mmHg / DBP……mmHg

Muscular Strength

Grip Strength Test

Score: 1. …… kg. 2. …… kg. = …… kg.

$$\text{Grip Strength} = \frac{\text{grip strength (kg.)}\ldots\ldots\ldots\ldots}{\text{weight (kg.)}\ldots\ldots\ldots\ldots} = \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ kg.}$$

By……

Laboratory of Exercise Physiology

Faculty of Sport Science. Burapha University

Place of Data Collection From

Date: ……. Time: ……a.m./p.m. Venue: …….……

Temperature: ……..….°C Relative humidity: …….…..…% Altitude: ……..

Barometric pressure: ……..mmHg.

General Information

Subject No. ……..…. Gender: ☐ Male ☐ Female Year of birth: ……..

Age: ……..…….year Weight: ……..……... kg. Height: ……. cm.

Resting heart rate: ……..bpm Resting blood pressure: SBP…...……mmHg / DBP……mmHg

Muscular Strength

Leg Strength Test

Score: 1. …… kg. 2. …… kg. = …… kg.

$$\text{Leg Strength} = \frac{\text{leg strength (kg.)}\ldots\ldots\ldots\ldots}{\text{weight (kg.)}\ldots\ldots\ldots\ldots} = \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ kg.}$$

By……

Laboratory of Exercise Physiology

Faculty of Sport Science. Burapha University

Place of Data Collection From

Date: …… Time: ……a.m./p.m. Venue: …….……

Temperature: ……..….°C Relative humidity: …….…..…% Altitude: ……..

Barometric pressure: ……..mmHg.

General Information

Subject No. ……..…. Gender: ☐ Male ☐ Female Year of birth: ……..

Age: ……..…….year Weight: ……..……... kg. Height: ……. cm.

Resting heart rate: ……..bpm Resting blood pressure: SBP…..……mmHg / DBP……mmHg

---

Muscular Strength

Back Strength Test

Score: 1. …… kg. 2. …… kg. = …… kg.

$$\text{Back Strength} = \frac{\text{back strength (kg.)}\ldots\ldots\ldots\ldots}{\text{weight (kg.)}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ kg.}$$

By……

Laboratory of Exercise Physiology

Faculty of Sport Science. Burapha University

Place of Data Collection From

Date: ……. Time: ……a.m./p.m. Venue: …….……

Temperature: ……..….°C Relative humidity: …….…..…% Altitude: ……..

Barometric pressure: ……..mmHg.

General Information

Subject No. ……..…. Gender: ☐ Male ☐ Female Year of birth: ……..

Age: ……..…….year Weight: ……..……... kg. Height: ……. cm.

Resting heart rate: ……..bpm Resting blood pressure: SBP…...……mmHg / DBP……mmHg

---

Muscular Endurance

Curl-Ups Test (in one minute)

Score: …… repetition per minutes

By: …….

Laboratory of Exercise Physiology

Faculty of Sport Science. Burapha University

Place of Data Collection From

Date: …… Time: ……a.m./p.m. Venue: ……..……

Temperature: ……..….°C Relative humidity: ……..…..…% Altitude: ……..

Barometric pressure: ……..mmHg.

General Information

Subject No. ……..…. Gender: ☐ Male ☐ Female Year of birth: ……..

Age: ……..…….year Weight: ……..……... kg. Height: ……. cm.

Resting heart rate: ……..bpm Resting blood pressure: SBP…...……mmHg / DBP……mmHg

---

Measurement of Flexibility

Sit and Reach Test

Score: 1. …… cm. 2. …… cm. 3. …… cm.. = …… cm.

By……

ภาคผนวก ง

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย

(Physical activity readiness questionnaire: PAR-Q)

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย

(Physical activity readiness questionnaire: PAR-Q)

ชื่อ-นามสกุล..... อายุ.....ปี

ชีพจร.....ครั้งต่อนาที ความดันโลหิต...../.....มิลลิเมตรปรอท

คำชี้แจง โปรดตอบคำถามต่อไปนี้อย่างด้วยความสัตย์จริงว่า **มี/เคย** หรือ **ไม่มี/ไม่เคย**

1. แพทย์ที่ตรวจรักษาเคยบอกหรือไม่ว่า ท่านมีความผิดปกติของหัวใจ และควรทำกิจกรรมออกกำลังกายภายใต้คำแนะนำของแพทย์เท่านั้น ?	☐ เคย	☐ไม่เคย
2. ท่านมีความรู้สึกเจ็บปวดหรือแน่นบริเวณหน้าอกขณะที่ทำกิจกรรมออกกำลังกายหรือไม่ ?	☐ มี	☐ไม่มี
3. ในเดือนที่ผ่านมา ท่านเคยมีอาการเจ็บแน่นหน้าอกในขณะที่อยู่เฉย ๆ โดยไม่ได้ทำกิจกรรมออกกำลังกายหรือไม่ ?	☐ เคย	☐ไม่เคย
4. ท่านมีอาการสูญเสียการทรงตัว (ยืนหรือเดินเซ) เนื่องมาจากอาการวิงเวียนศีรษะหรือไม่ ? หรือท่านเคยเป็นลมหมดสติหรือไม่ ?	☐ มี	☐ไม่มี
5. ท่านมีปัญหาที่กระดูกหรือข้อต่อ ซึ่งจะมีอาการแย่ลง ถ้าท่านทำกิจกรรมออกกำลังกายหรือไม่ ?	☐ มี	☐ไม่มี
6. แพทย์ที่ตรวจรักษา มีการสั่งยารักษาโรคความดันโลหิตสูงหรือความผิดปกติของหัวใจให้ท่านหรือไม่ ?	☐ มี	☐ไม่มี
7. เท่าที่ท่านทราบ ยังมีเหตุผลอื่น ๆ อีกหรือไม่ที่ทำให้ท่านไม่สามารถทำกิจกรรมออกกำลังกายได้ ?	☐ มี	☐ไม่มี

ถ้าท่านตอบว่า มีหรือ**เคย** เพียงข้อหนึ่งข้อใด (สมชาย ลี่ทองอิน, ม.ป.ป.)

ขอให้ท่านปรึกษากับแพทย์ **ก่อน** ที่ท่านจะเริ่มออกกำลังอย่างกระฉับกระเฉงหรือ **ก่อน** เข้าร่วมการทดสอบสมรรถภาพทางกาย โดยบอกแพทย์ว่า ท่านได้ตอบแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกาลังกาย และมีคำถามข้อใดที่ท่านตอบว่า **มี**หรือ**เคย**

- ท่านอาจทำกิจกรรมใดตามที่ต้องการ ตราบเท่าที่ท่านเริ่มต้นทำอย่างช้า ๆ และค่อย ๆ เพิ่มเวลา หรือความหนักขึ้น หรือ**เลือกทำเฉพาะ** กิจกรรมออกกำลังกายที่ปลอดภัยสำหรับตนเอง ปรึกษาและปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์เกี่ยวกับชนิดของการออกกาลังกายที่ท่านอยากเข้าร่วม

ภาคผนวก จ

แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

Active/ inactive aging male

แบบสอบถาม

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง (Active/ inactive aging male)

ชื่อ…….. อายุ……ปี เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

น้ำหนัก……กิโลกรัม ส่วนสูง……เซนติเมตร BMI = ……..…… รอบเอว……เซนติเมตร

---

1. การออกกำลังกาย (ปัจจุบัน)

   ☐ ไม่ออกกำลังกาย ☐ ออกกำลังกายสัปดาห์ละ……..……วัน ๆ ละ……...……นาที

   ระดับความหนักของการออกกำลังกาย……

   ชนิดของการออกกำลังกาย……..……..……

   ต่อเนื่องยาวนาน……..……ปี ตั้งแต่อายุประมาณ……..……ปี

   ในการออกกำลังกายแต่ละครั้งมีการอบอุ่นร่างกาย……...……นาที

   และมีการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ……นาที

2. การออกกำลังกาย (อดีต)

   ☐ ไม่ออกกำลังกาย ☐ ออกกำลังกายสัปดาห์ละ……..……วัน ๆ ละ……...……นาที

   ระดับความหนักของการออกกำลังกาย……

   ชนิดของการออกกำลังกาย……..……..……

   ตั้งแต่ช่วงอายุ……..……ปี ต่อเนื่องยาวนาน……..……ปี

   ในการออกกำลังกายแต่ละครั้งมีการอบอุ่นร่างกาย……...……นาที

   และมีการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ……นาที

3. การสูบบุหรี่ ☐ ไม่เคยสูบ ☐ สูบวันละ……..มวน ☐ เคยสูบแต่เลิกแล้ว……ปี
4. การดื่มสุรา ☐ ไม่เคยดื่ม ☐ ดื่มวันละ……..แก้ว ☐ เคยดื่มแต่เลิกแล้ว……ปี
5. การตรวจสุขภาพ ☐ ไม่เคยตรวจ ☐ ตรวจครั้งสุดท้าย…...…ปี ผลการตรวจ……..…
6. โรคประจำตัว ☐ ไม่มี ☐ มี โรค……
7. ยาที่ใช้อยู่เป็นประจำ คือ ยารักษาโรค……
8. ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร/ อาหารเสริมที่รับประทาน…...……..……...…
9. การพักผ่อนนอนหลับในเวลากลางคืน วันละประมาณ……..……ชั่วโมง
10. เมื่อมีความเครียดสามารถจัดการกับความเครียดได้ภายใน……...……นาทีต่อชั่วโมงต่อวัน
11. อื่น ๆ……