บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวบรวมมานำเสนอดังต่อไปนี้

1.สรีรวิทยาของการออกกำลังกายระดับ Submaximal Exercise

2.องค์ประกอบของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

3.การใช้ออกซิเจน (Oxygen Consumption, VO_2) / การใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO_2max)

4.Six Minute Walk Test (6 MWT)

5.Lipids and Lipoproteins

6.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรีรวิทยาของการออกกำลังกายระดับ Submaximal Exercise

ในช่วงแรกของการออกกำลังกายนั้นปริมาณเลือดที่บีบออกจากหัวใจในเวลา 1 นาที (Cardiac output; CO) จะมีค่าเพิ่มขึ้น เป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือดที่หัวใจบีบออกมาใน 1 ครั้ง (Stroke volume; SV) ซึ่งเป็นตาม Frank-starling law และจาก Vagal tone ที่ลดลง จะส่งผลให้การไหลเวียนของเลือดสู่หัวใจและการไหลเวียนของระบบหลอดเลือดในร่างกายเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ Heart rate มีค่าเพิ่มขึ้นอีกด้วย โดยค่า CO ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic Blood Pressure; SBP) เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่ค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Diastolic Blood Pressure; DBP) ไม่เปลี่ยนแปลงหรืออาจมีค่าลดลงเล็กน้อย นอกจากนั้นการออกกำลังกายในระดับ Submaximal exercise ยังมีผลทำให้ปริมาณการใช้ออกซิเจน (VO_2) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพื่อให้ร่างกายได้รับก๊าซออกซิเจนอย่างเพียงพอ มีความสมดุลกับการทำงานที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่า CO, HR, SV, SBP และ VO_2 ที่เพิ่มขึ้นจะมีค่าคงที่ (Steady stage) ภายใน 2 – 3 นาที และหากหยุดออกกำลังกายแล้วการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนโลหิต จะกลับสู่ภาวะปกติภายใน 2 – 3 นาที (Franklin, 2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

องค์ประกอบของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (ACSM, 2006)

ประกอบด้วย ชนิด (Mode) ความหนัก (Intensity) ความถี่ (Frequency) และระยะเวลาการออกกำลังกาย (Duration) ซึ่งต้องคำนึงถึงความเหมาะสมเฉพาะบุคคล และควรพิจารณาจากประวัติสุขภาพ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของแต่ละบุคคล

1. ชนิด (Mode) ชนิดของการออกกำลังกายหรือกิจกรรม เน้นการทำงานของกล้ามเนื้อมัดใหญ่ หรือเป็นการออกกำลังกายที่ต่อเนื่อง เช่น การเดิน วิ่งเหยาะ ว่ายน้ำ บาสเกตบอล โดยเลือกให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล หรือตามความสนใจ

2. ความหนัก (Intensity) ควรเพิ่มความหนักให้มากกว่ากิจกรรมปกติในชีวิตประจำวัน การวัดระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกนั้นสามารถแบ่งได้หลายรูปแบบ แต่ที่นิยมมาก และมีความแม่นยำสูงคือ การแบ่งระดับความหนักการออกกำลังกายโดยการเทียบกับอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (%Maximal Heart Rate ; %HRmax) ซึ่งหาค่าอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดได้จากการคำนวณด้วยสูตร HRmax = 220 – อายุ

นอกจากนี้สามารถวัดระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดย การใช้ Borg scale คือ การเทียบระดับความเหนื่อยในการทำกิจกรรม (Rating of perceived exertion; RPE) มีค่าตั้งแต่ 6 (ไม่รู้สึกเหนื่อย) ถึง 20 (เหนื่อยมากที่สุด) ระดับความหนักของการออกกำลังกายสามารถแบ่งได้ ดังตาราง

ตาราง 1 แสดงระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (ACSM, 2006)

ระดับความหนัก (Intensity)	แบ่งตาม		
	% HRmax	**%VO_2max / %HRR**	**RPE**
เบามาก (Very light)	< 50	< 20	< 10
เบา (Light)	50 – 63	20 – 39	10 – 11
ปานกลาง (Moderate)	64 – 76	40 – 59	12 – 13
หนัก (Heavy)	77 – 93	60 – 84	14 – 16
หนักมาก (Very heavy)	≥ 94	≥ 85	> 17 – 19
หนักที่สุด (Hard)	100	100	20

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ความถี่ (Frequency)

ความถี่ และระยะเวลาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่เหมาะสมควรออกกำลังกายสม่ำเสมออย่างน้อย 3 – 5 วันต่อสัปดาห์ เนื่องจากเป็นความถี่ที่เหมาะสมต่อการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย และทำให้ VO_2max เพิ่มขึ้น ควรออกกำลังกายสม่ำเสมอติดต่อกัน 8 สัปดาห์ขึ้นไป เพื่อให้ได้ผลของการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของระบบหายใจ และไหลเวียนโลหิต

4. ระยะเวลาการออกกำลังกาย (Duration) เวลาที่เหมาะสมของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบหัวใจ และไหลเวียนโลหิตประมาณ 20 – 60 นาทีต่อเนื่องกัน หรือสามารถออกกำลังกายแบบสะสมโดยแบ่งเป็นช่วง ช่วงละ 10 นาที วันละ 3 รอบ หรือ15 นาที วันละ 2 รอบ ที่ระดับความหนัก 60 – 80 %HRR (Heart Rate Reserve) หรือ 77 – 90 %HRmax ระยะเวลาประมาณ 20 – 30 นาที เพื่อเพิ่ม VO_2max (Murphy and Hardman, 1998)

การใช้ออกซิเจน (Oxygen Consumption, VO_2) (อ้างอิงในชูศักดิ์ เวชแพทย์, 2536)

หมายถึง อัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของร่างกายในขณะใดขณะหนึ่ง โดยก๊าซออกซิเจนจะถูกนำไปสันดาปกับกลูโคส ไขมัน โปรตีน เพื่อให้ได้พลังงาน ATP (Adenosine Triphosphate) ซึ่งถูกเซลล์นำไปใช้ ดังนั้น ถ้าเซลล์มีเมตาบอลิซึมสูง อัตราการใช้ออกซิเจนก็จะสูงขึ้นด้วย ร่างกายใช้ออกซิเจนในระยะพักประมาณ 250 ml/min/kg ซึ่งอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของร่างกายจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบในร่างกายที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- ระบบหัวใจ ในการบีบเลือด (Pump generator) เพื่อนำก๊าซ และสารอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย
- ระบบหายใจ ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ (Gas exchange) อย่างเพียงพอสำหรับความต้องการของเซลล์
- ระบบเลือด ที่มีหน้าที่จับรวมตัวกับนำก๊าซออกซิเจนและนำไปสู่เซลล์
- ระบบกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นระบบปลายทาง และนำเอาก๊าซออกซิเจนไปใช้ ระบบกล้ามเนื้อมีสัดส่วนการใช้ออกซิเจนมากกว่าระบบอื่น ๆ ทั้งในระยะพักและออกกำลังกาย

การใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO_2max) (อ้างอิงในชูศักดิ์ เวชแพทย์, 2536)

หมายถึง ปริมาณก๊าซออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายใช้ไปในเวลา 1 นาที ในภาวะที่ร่างกายออกกำลังกายจนถึงจุดที่มีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายหลังการฝึกเป็นที่ทราบแน่ชัดว่า VO_2max เพิ่มขึ้น ส่วนความมากน้อยของการเพิ่มขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง อย่างไรก็ตามโดยเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่า ในคนวัยหนุ่มสาวที่ได้รับการฝึกความอดทนเป็นเวลา 8 – 12 สัปดาห์จะทำให้ VO_2max เพิ่มขึ้น 5 – 20 % และ VO_2max จะสูงสุดในนักกีฬาที่ออกกำลังกาย และฝึกเพื่อเพิ่มความอดทน

ค่าของ VO_2max นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง คือ

$$VO_2max = SV \times HR \times (a - v) O_2 diff$$

ดังนั้นการเพิ่ม VO_2max จึงเกิดขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ 2 ประการ คือ (1) การขนส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อลายเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่ม CO (SV x HR) และ (2) กล้ามเนื้อลายสกัดออกซิเจนออกมาจากหลอดเลือดของกล้ามเนื้อลายเพิ่มขึ้น

Six - Minute Walk Test (6-MWT)

การทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที เป็นการทดสอบทางคลินิกที่นิยมนำมาใช้ในการประเมินความสามารถในการทำงาน (Functional Capacity) โดยพัฒนามาจาก 12 -MWT ซึ่ง 6-MWT เป็นวิธีที่ง่ายต่อการทดสอบเนื่องจากใช้อุปกรณ์ที่ไม่ยุ่งยากและใช้พื้นที่ทำการทดสอบได้ตามทางเดิน (Corridor) หรือในห้องโถงโล่งกว้าง (Hallway) (ATS, 2002; Stevens *et al*, 1999) ผู้ทดสอบไม่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนเป็นพิเศษและค่อนข้างมีความปลอดภัยในการใช้งานทางคลินิก ซึ่ง The American Thoracic Society (2002) แนะนำว่า การทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที ควรทำภายในตัวอาคาร และบริเวณที่ทำการทดสอบควรเป็นบริเวณที่ไม่มีคนเดินพลุกพล่านมากนัก ควรเป็นทางราบตรงที่มีความยาว 30 เมตร ไม่ควรเป็นวงรี หรือวงกลม โดยพยายามเดินให้ได้ระยะทางไกลที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ในเวลา 6 นาที ขณะทำการทดสอบ ควรควบคุมการใช้ประโยคและการใช้น้ำเสียงให้เป็นมาตรฐานเดียวกันตลอดการศึกษาวิจัย มีการบอกเวลาที่เหลือให้ผู้เข้ารับการทดสอบทราบทุกๆนาทีเนื่องจากพบว่าการกระตุ้นด้วยคำพูดอย่างกระตือรือร้นสามารถเพิ่มระยะทางในการเดินได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ (Enright, 2003) ในระหว่างการทดสอบต้องไม่มีการเดินตามผู้ถูกทดสอบ เพราะอาจจะทำให้ความเร็วในการเดินเปลี่ยนแปลงไป และส่งผลต่อระยะทางที่ได้จากการทดสอบ เมื่อครบกำหนดเวลา 6 นาทีแล้ว ให้บันทึกระยะทางที่ทำได้ นอกจากนี้จะมีการประเมินระดับความเหนื่อย หรือระดับความพยายามของผู้ถูกทดสอบในขณะทำการทดสอบ (RPE) รวมทั้งอัตราการเต้นของหัวใจก่อนและหลังการทดสอบด้วย (ATS, 2002)

Lipids and Lipoproteins (พรทิพย์ โล่ห์เลขา, 2536)

ลิพิด (Lipid) หมายถึง ไขมันและสารที่มีลักษณะคล้ายไขมัน โดยทั่วไปประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน lipids บางพวกอาจมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัสหรือกำมะถันอยู่ด้วย เนื่องจาก lipids เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ ดังนั้น การที่ lipids จะถูกพาไปในเลือดได้จะต้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รวมตัวกับโปรตีนรวมเรียกว่า ไลโปโปรตีน (Lipoproteins) สารที่จัดอยู่ในกลุ่ม lipids ในพลาสมาของคนที่สำคัญมี 4 ชนิด ได้แก่

1.Total Cholesterol ในร่างกายมีสองชนิด คือ free cholesterol ร้อยละ 30 และ esterified cholesterol ร้อยละ 70 ซึ่งจับตัวอยู่กับ fatty acid และ cholesterol ในอาหารเป็น esterified cholesterol ซึ่งถูกเปลี่ยนเป็น cholesterol ที่ตับและถูกเปลี่ยนต่อไปเป็น cholic acid และ bile salts ตามลำดับเพื่อใช้ย่อยไขมัน ซึ่งร้อยละ 30 – 60 ของ cholesterol ในอาหารจะถูกดูดซึมที่ลำไส้ โคเลสเตอรอลรวมถึงแม้ไม่สามารถให้พลังงานแก่ร่างกายได้แต่ก็มีประโยชน์ในการสร้างกรดน้ำดี ซึ่งช่วยย่อยอาหาร สร้างฮอร์โมนบางชนิดและวิตามินดี รวมทั้งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ตับ แต่เมื่อใดที่โคเลสเตอรอลรวมในเลือดมีมากเกินความต้องการของร่างกาย คือ มากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร โคเลสเตอรอลรวมเหล่านี้มีโอกาสไปสะสมใต้ผนังหลอดเลือดด้านในมากขึ้น ทำให้หลอดเลือดอุดตันในที่สุด

2.Triglycerides เป็นสารที่จัดอยู่ในกลุ่ม glycerol esters ประกอบด้วย fatty acid 3 โมเลกุลและ glycerol 1 โมเลกุล, Triglycerides เป็นแหล่งเก็บพลังงานสำคัญของร่างกายโดย คาร์โบไฮเดรต และโปรตีนที่เหลือใช้จะถูกเปลี่ยนเป็น Triglycerides และถูกเก็บไว้ที่ adipose tissue ถึงร้อยละ 95 เพื่อใช้เป็นพลังงานสำรอง ระดับของ Triglycerides ในเลือดขึ้นอยู่กับเวลาที่รับประทานอาหารและเวลาที่เก็บตัวอย่างเลือด หลังการรับประทานอาหารที่มีไขมันมากภายในเวลา 6 ชั่วโมง จะพบ Triglycerides ในเลือดระดับสูงมาก

3. LDL-Cholesterol หมายถึง ไขมันชนิดหนึ่งที่พบในเลือด เป็นไขมันประเภทไลโปโปรตีน (Lipoprotein) ถ้ามีปริมาณมากจะสะสมอยู่ในหลอดเลือดแดง เป็นสาเหตุทำให้หลอดเลือดแดงแข็ง หากระดับ LDL-Cholesterol มากเท่าไหร่อัตราเสี่ยงการเป็นโรคหัวใจยิ่งมีมากขึ้น

4. HDL-Cholesterol หมายถึง ไขมันชนิดหนึ่งที่พบในเลือดเป็นไขมันที่กำจัด LDL-C ออกจากหลอดเลือดแดง การมีระดับ HDL-Cholesterol สูงจึงช่วยลดความเสี่ยงการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ

การจำแนกค่า Total Cholesterol/ Triglycerides/ LDL-C และ HDL-C (mg/dl^{-1}) (ACSM, 2006)

Total cholesterol

< 200	ค่าที่ต้องการ (Desirable)
200 – 239	สูงปานกลาง (Borderline high)
≥ 240	สูง (High)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Triglycerides

< 150	ปกติ (Normal)
150 – 199	สูงปานกลาง (Borderline high)
200 – 499	สูง (High)
≥ 500	สูงมาก (Very high)

LDL-Cholesterol

< 100	ปกติ (Optimal)
100 – 129	ค่าใกล้เคียงปกติ (Near optimal/above optimal)
130 – 159	ค่าค่อนไปทางสูง (Borderline high)
160 – 189	สูง (High)
≥ 190	สูงมาก (Very high)

HDL-Cholesterol

< 40	ต่ำ (Low)
≥ 60	สูง (High)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปรัชญา ชุมแวงวาปี (2549) ทำการเปรียบเทียบน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายก่อน และหลังการออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการเดินเร็ว และการควบคุมอาหารในนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 20 คน การวิจัยใช้รูปแบบ One group pretest-posttest design ใช้เวลาในการศึกษา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 วัน ใช้เวลาวันละ 50 นาที ที่ระดับความหนัก 60-80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เปรียบเทียบผลก่อน และหลังการทดลองโดยใช้สถิติ Wilcoxon Singled-Ranks Test ผลพบว่า หลังการออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการเดินเร็ว และการควบคุมอาหาร นักศึกษา หญิง มหาวิทยาลัยขอนแก่นมีน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย น้อยกว่าก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Lewis *et al* (1976) ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยการเดิน/วิ่งเหยาะ ที่ระดับความหนัก 80 %MHR ติดต่อกันนาน 17 สัปดาห์ในเพศหญิงรูปร่างอ้วน จำนวน 22 คนโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีรูปร่างอ้วนให้ออกกำลังกาย 2 วันต่อสัปดาห์ และกลุ่มที่มีรูปร่างผอม ให้ออกกำลังกาย 4 วันต่อสัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับไขมัน HDL และ LDL ทั้ง 2 กลุ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Ballantyne *et al* (1978) ศึกษาผลการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ที่ระดับความหนักปานกลาง 3 วันต่อสัปดาห์ ติดต่อกันนาน 6 เดือนในอาสาสมัครเพศหญิงวัยกลางคน จำนวน 16 คนซึ่งไม่อ้วนและไม่สูบบุหรี่ พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับไขมัน HDL แต่มีการลดลงของระดับไขมัน LDL หลังการออกกำลังกาย

Huttunen *et al* (1979) ศึกษาผลการออกกำลังกายที่ระดับความหนักระดับเบา และปานกลาง ต่อระดับไขมันในเลือด ในกลุ่มอาสาสมัครเพศชาย อายุ 40 – 50 ปี จำนวน 100 คน โดยแบ่งอาสาสมัครเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม ใช้ชีวิตประจำวันได้ตามปกติ โดยไม่ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย และกลุ่มทดลอง โดยให้ออกกำลังกายรวม 55 นาที จำนวน 3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ แบ่งเป็นออกกำลังกายที่ระดับความหนักเบา (40 %HRR) นาน 2 เดือน แล้วตรวจระดับไขมันในเลือด จากนั้นให้ออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง (66 %HRR) นาน 2 เดือน และตรวจระดับไขมันในเลือดอีกครั้ง ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีค่า VO_2max เพิ่มมากขึ้น ระดับไขมัน Triglycerides ลดลง และระดับไขมัน High Density Lipoprotein (HDL) เพิ่มขึ้น และกลุ่มที่ออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายระดับความหนักเบา แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลง

Leon *et al* (1979) ศึกษาผลการออกกำลังกายด้วยการเดินต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของร่างกาย ความสามารถในการทำงานและการทำงานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ในอาสาสมัครเพศชาย รูปร่างอ้วน อายุ 19 – 31 ปี จำนวน 6 คน แบ่งผู้เข้าร่วมการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองซึ่งออกกำลังกายด้วยการเดินอย่างหนัก (vigorous walking) บนสายพานเลื่อนที่ความเร็ว 3.2 เมตรต่อชั่วโมง ที่ความชัน 10 % วันละ 90 นาที ซึ่งใช้พลังงานในการออกกำลังกายต่อครั้ง 1,100 กิโลแคลอรี ที่ความถี่ 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลาติดต่อกัน 16 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า หลังการออกกำลังกายกลุ่มทดลองมีปริมาณไขมันในร่างกายลดลง 0.2 กิโลกรัม เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลงจาก 23.3 เหลือ 17.4 % ความสามารถในการทำงานและการทำงานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดเพิ่มขึ้น ค่า HDL เพิ่มขึ้น 15.6% และ อัตรา HDL/LDL เพิ่มขึ้น 25.9% ส่วนค่า Cholesterol และ Triglyceride ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

Ebisu (1985) ศึกษาผลการเดิน jogging แบบต่อเนื่องและแบบสะสมรายวัน ในกลุ่มเพศชาย จำนวน 53 คน ที่ระดับความหนัก 80% VO_2max เป็นเวลาติดต่อกัน 10 สัปดาห์โดยแบ่งผู้เข้าร่วมการศึกษาออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้คือ 1) กลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 นาที (1 x 30 นาที) 2) กลุ่มที่ออกกำลังกายครั้งละ 15 นาที จำนวน 2 ครั้งต่อวัน (2 x 15 นาที) และ 3) กลุ่มที่ออกกำลังกายครั้งละ 10 นาที จำนวน 3 ครั้งต่อวัน (3 x 10 นาที) ผลการศึกษาพบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลังจากออกกำลังกายทุกกลุ่มมีค่า VO_2max เพิ่มขึ้นดังนี้คือกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้น 6.9% กลุ่มที่ 2 เพิ่มขึ้น 9.8 % และกลุ่มที่ 3 เพิ่มขึ้น 8.3 %

Debusk *et al* (1990) ศึกษาผลการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง และแบบสะสมรายวันในกลุ่มเพศชายวัยกลางคนที่ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องด้วยการวิ่งเหยาะ (jogging) ระยะเวลา 1 x 30 ครั้ง/นาที และกลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายแบบสะสมรายวัน 3 x 10 ครั้ง/นาที สัปดาห์ละ 5 วัน ติดต่อกันนาน 8 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าทั้งสองกลุ่มมีมวลกล้ามเนื้อ (Body Mass) ลดลง และกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องมีค่า VO_2max เพิ่มขึ้น 7.6 % (2.4 ml/kg/min)

Hardman and Hudson (1994) ศึกษาผลของการเดิน Brisk Walking ต่อการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพทางกาย (Endurance Fitness) และระดับไขมันในเลือด ในกลุ่มอาสาสมัครเพศหญิงที่ไม่ได้ออกกำลังกาย โดยแบ่งกลุ่มอาสาสมัครเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มทดลอง จำนวน 10 คน อายุเฉลี่ย 47.3 ± 2.0 ปี ให้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการเดินที่ความเร็ว 1.76 ± 0.03 เมตรต่อวินาที ติดต่อกันนาน 12 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุม จำนวน 10 คน อายุเฉลี่ย 41.6 ± 1.2 ปี ตัวแปรที่ประเมินประกอบด้วย 1) Endurance Fitness ให้เดินบนสายพานเลื่อน (Treadmill Walking) 2) ตรวจวัดระดับไขมันในเลือด 3) ประเมินไขมันในร่างกาย โดยวิธีการทาง Anthropometry รวมทั้งควบคุมอาหาร ผลการศึกษาพบว่า การเดิน Brisk Walking ช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจและลดระดับกรดแลคติคในเลือด ในขณะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มควบคุม ค่ามวลกาย และอัตราส่วนระหว่างเอวต่อสะโพกนั้นไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม หลังการศึกษา กลุ่มที่เดิน Brisk Walking มีผลรวมของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังลดลง และมีระดับไขมัน High Density Lipoprotein (HDL) เพิ่มขึ้น ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีการลดลงของไขมัน HDL เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการออกกำลังกาย แต่อย่างไรก็ตามพบว่าค่า HDL ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง

Jakicic *et al* (1995) เปรียบเทียบผลการเดินกระฉับกระเฉงแบบต่อเนื่อง (1x30 นาที) และสะสมรายวัน (3x10 นาที) ร่วมกับการควบคุมการรับประทานอาหารในผู้หญิงอ้วน อายุ 35 – 46 ปี จำนวน 56 คน โดยออกกำลังกายที่ระดับความหนัก 60 % VO_2max เป็นเวลาติดต่อกัน 20 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่กระฉับกระเฉงแบบต่อเนื่องมีค่า VO_2max เพิ่มขึ้น 5 % และกลุ่มสะสมรายวันค่า VO_2max เพิ่มขึ้น 5.6 %

Snyder *et al* (1997) ศึกษาผลการออกกำลังกายแบบสะสมรายวันที่ระดับความหนักปานกลาง ในเพศหญิงมีภาวะอ้วน โดยให้เข้าร่วมโปรแกรมเดินเร็ว (Brisk Walking) 3x10 ครั้ง/นาที ติดต่อกันนาน 32 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่า VO_2 max และมวลกาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Murphy and Hardman (1998) เปรียบเทียบผลการเดิน Brisk Walking ระยะสั้น และระยะยาวในเพศหญิงที่ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ โดยไม่มีการควบคุมอาหาร จำนวน 77 คน อายุเฉลี่ย 44.4 ± 6.2 ปี แบ่งอาสาสมัครออกเป็น 3 กลุ่มแบบสุ่ม ดังนี้คือ กลุ่มที่ 1 เดิน Brisk Walking ระยะสั้น (Short Bouts) 3x10 ครั้ง/นาที จำนวน 12 คน กลุ่มที่ 2 เดิน Brisk Walking ระยะยาว (Long Bouts) 1x 30 ครั้ง/นาที จำนวน 12 คน กลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้ออกกำลังกาย จำนวน 10 คน ออกแบบให้กลุ่มที่ออกกำลังกายเดินบนสายพานเลื่อนที่ความเร็วอยู่ในช่วงระหว่าง 1.6 – 1.8 เมตรต่อนาที หรือ 3.5 และ 4.0 เมตรต่อชั่วโมง ที่ระดับความหนัก 70 – 80 %MHR สัปดาห์ละ 5 วัน ติดต่อกันนาน 10 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าค่า VO_2max เพิ่มขึ้นในกลุ่มเดิน Brisk Walking ทั้ง 2 กลุ่ม ($p < 0.05$) และไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะบีบตัว ผลรวมของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังทั้ง 4 ตำแหน่ง มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่เดิน Brisk Walking ทั้ง 2 กลุ่ม ($p<0.05$) แต่ค่ามวลกายและเส้นรอบวงของเอว (Waist Circumference) มีการลดลงเฉพาะกลุ่มเดิน Brisk Walking ระยะสั้น (Short Bouts)

Jakicic *et al* (1999) เปรียบเทียบผลการเดินกระฉับกระเฉง(Brisk Walking) ระยะสั้น (Short Bout) และระยะยาว (Long Bout) ด้วยตนเองที่บ้านต่อน้ำหนักตัว และสมรรถภาพทางกายในกลุ่มเพศหญิงที่มีน้ำหนักเกิน โดยออกกำลังกายติดต่อกันนาน 18 เดือน แบ่งอาสาสมัครเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่เดิน Brisk Walking ระยะสั้น (Short Bout) เช่น 2-4 x 10 ครั้ง/นาที 2) กลุ่มที่เดิน Brisk Walking ระยะยาว (Long Bout) เช่น 1x 20 – 40 ครั้ง/นาที และ 3) กลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกาย ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มเดิน Brisk Walking ทั้ง 2 กลุ่มมีค่า VO_2 max เพิ่มขึ้น โดยกลุ่ม Long Bout เพิ่มมากกว่า Short Bout และกลุ่ม Long Bout มีน้ำหนักลดลงมากกว่ากลุ่ม Short Bout

Woolf-May *et al* (1999) เปรียบเทียบผลการเดินแบบกระฉับกระเฉงแบบสะสมต่อสมรรถภาพทางกายแบบแอโรบิก และไขมันในเลือด ในกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 56 คน อายุ 40 - 66 ปี ระดับความหนัก 70 – 75 %VO_2max แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบระยะยาว (Long Walker; LW) โดยเดินอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 20 – 40 นาที/ครั้ง 2) กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบปานกลาง (Intermediate Walker; IW) โดยเดินอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 – 15 นาที/ครั้ง และ 3) กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบระยะสั้น (Short Walker; SW) โดยเดินอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 5 – 10 นาที ซึ่งกลุ่มที่ 2 และ 3 นั้นเดินวันละหลายครั้ง ระยะเวลาในการศึกษาของทั้ง 3 กลุ่มคือ 18 สัปดาห์โดยในสัปดาห์แรก เดินสะสมให้ได้ 60 นาที จากนั้นเพิ่มเวลาขึ้นเป็น 200 นาทีในสัปดาห์ที่ 9 – 18 และ 4) กลุ่มควบคุม เมื่อสิ้นสุดการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มมีสมรรถภาพทางแอโรบิคมากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งประเมินจากการลดลงของกรดแลคติคในเลือด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในขณะทดสอบด้วยการวิ่งบนสายพานเลื่อน (LW 1.0 mmol/l; IW 0.8 mmol/l; SW 1.2 mmol/l: กลุ่มควบคุม 0.2 mmol/l; P=0.003) และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดลดลง (LW 8 ครั้ง/นาที; IW 6 ครั้ง/นาที; SW 10 ครั้ง/นาที; กลุ่มควบคุม 0 ครั้ง/นาที; P= 0.056) และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่า กลุ่ม LW และกลุ่ม IW มีระดับ LDL ลดลง (LW 0.29 mmol/l; IW 0.41 mmol/l: P= 0.024) ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้น 0.22 mmol/l ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มมีสมรรถภาพทางแอโรบิคดีขึ้นในขณะที่กลุ่ม LW ให้ผลดีที่สุดในการปรับปรุงระดับไขมันในเลือด รองลงมาคือ IW และ SW ตามลำดับ

Asikaimen *et al* (2001) ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินวันละ 1 ครั้ง และ 2 ครั้งต่อสมรรถภาพทางกาย และองค์ประกอบของร่างกายในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน จำนวน 130 คน อายุ 47 – 64 ปีแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดินวันละ 1 ครั้ง จำนวน 46 คน 2)กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดินวันละ 2 ครั้ง จำนวน 43 คน และ 3) กลุ่มควบคุมซึ่งออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ จำนวน 45 คน กำหนดให้ออกกำลังกาย 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลาติดต่อกัน 15 สัปดาห์ที่ระดับความหนัก 65 %MHR ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ 1และ 2 มีค่า VO_2max เพิ่มขึ้นในปริมาณที่เท่ากันคือ 2.5 ml/min/kg และมีการลดลงของค่า BMI เท่ากับ -1.2 kg, -1.1 kg ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซนต์ไขมันในร่างกายมีค่าลดลงทั้ง 2 กลุ่ม (-2.1 % และ -1.7%) จึงสรุปได้ว่าการออกกำลังกายแบบวันละ 1 ครั้งและวันละ 2 ครั้งให้ผลใกล้เคียงกันในการเปลี่ยนแปลงค่า VO_2max ค่าดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

Daniel *et al* (2001) ศึกษารูปแบบการเดิน Brisk Walking ซึ่งแตกต่างกันทั้งความถี่ และระยะเวลา ต่อการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพร่างกายด้านแอโรบิกและน้ำหนักตัว ในกลุ่มอาสาสมัครเพศหญิง มีภาวะอ้วน (BMI $\geq$ 28 kg/m^2) ประเมินสมรรถภาพทางกาย (Aerobic fitness), น้ำหนักตัว, ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง(skin fold thickness), เส้นรอบวง(circumference) และพลังงานที่ใช้ในขณะพัก (80%REE) ก่อนและหลังการเดิน Brisk Walking ออกกำลังกายที่ระดับความหนัก 75 % HRR, 5 วันต่อสัปดาห์ ติดต่อกันนาน 12 สัปดาห์ แบ่งกลุ่มอาสาสมัครเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ คือ 1) กลุ่มควบคุม จำนวน 8 คน 2) กลุ่มที่เดิน Brisk Walking แบบต่อเนื่องกัน(1 x 30 นาที) จำนวน 12 คน 3) กลุ่มที่เดิน Brisk Walking แบบสะสมรายวัน (2 x 15 ครั้ง/นาที) จำนวน 10 คน และ 4) กลุ่มที่เดิน Brisk Walking แบบสะสมรายวัน (3x10 ครั้ง/นาที) จำนวน 8 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น และน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังและเส้นรอบวงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลง จึงสรุปได้ว่าการเดิน Brisk Walking แบบสะสมรายวันนั้นให้ผลที่ใกล้เคียงกับการเดิน Brisk Walking แบบต่อเนื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Kelly *et al* (2004) ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อการเปลี่ยนแปลงระดับไขมันในเลือดในกลุ่มอาสาสมัคร จำนวน 61 คน ซึ่งเป็นเพศชาย จำนวน 24 คน อายุเฉลี่ย 41.8 ปี และเพศหญิง จำนวน 37 คน อายุเฉลี่ย 41.8 ปี ออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง (70 %MHR) สัปดาห์ละ 3 วัน ๆ ละ 15 – 20 นาที ติดต่อกันนาน 10 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าเพศชายมีการเปลี่ยนแปลงของระดับไขมันในเลือดที่ดีขึ้นมากกว่าเพศหญิง โดยเพศชายมีค่า HDL เพิ่มขึ้น 5.1 % LDL ลดลง 6.0 % และอัตราส่วน HDL/LDL เพิ่มขึ้น 12.40 % ในทางตรงข้ามเพศหญิงมีค่า HDL ลดลง 1.0 % LDL ลดลง 4.3 % และไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วน HDL/LDL

Kannin and Campagna (2005) เปรียบเทียบผลการเดิน Brisk Walking ระหว่างระยะยาว (Long Bout) และระยะสั้น (Short Bout) ต่อภาวะทางอารมณ์ ค่า VO_2max และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ เพศชาย จำนวน 21 คน เพศหญิง จำนวน 19 คน ออกกำลังกายด้วยการเดิน Brisk Walking ที่ระดับความหนัก 60-79 %MHR, 5 วันต่อสัปดาห์ ติดต่อกันนาน 8 สัปดาห์ แบ่งอาสาสมัครเป็น 3 กลุ่มคือ 1) กลุ่มที่เดิน Brisk Walking ระยะยาว (Long Bout, LB) 1x30 ครั้ง/นาที 2) กลุ่มที่เดิน Brisk Walking ระยะสั้น (Short Bout, SB) 3x10 ครั้ง/นาที โดยให้ควบคุมความหนักในการออกกำลังกายด้วยตัวเอง และให้กลับไปทำเองที่บ้านหรือที่ทำงาน ติดต่อกันนาน 8 สัปดาห์ และ 3) กลุ่มควบคุมซึ่งไม่มีการออกกำลังกาย ผลการศึกษาพบว่าการเดิน Brisk Walking ระยะยาว และระยะสั้นส่งผลให้ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการเดิน Brisk Walking ระยะยาวให้ผลดีกว่าระยะสั้น ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย และความเครียดของกลุ่มที่ออกกำลังกายลดลงดีกว่ากลุ่มควบคุม

Tully *et al* (2005) ศึกษาผลการออกกำลังกายด้วยการเดิน Brisk Walking ในอาสาสมัครสุขภาพดีและแข็งแรง อายุ 50 – 65 ปี โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลอง (n=21) ให้ออกกำลังกายด้วยการเดิน Brisk Walking เป็นเวลา 30 นาที 5 วันต่อสัปดาห์ ติดต่อกันนาน 12 สัปดาห์ โดยให้ผู้เข้าร่วมการศึกษาเลือกได้ว่าจะออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง (1x30ครั้ง/นาที) หรือแบบสะสมรายวัน (3x10 ครั้ง/นาที) บันทึกเวลาที่ใช้ในการเดินและจำนวนก้าวโดยใช้เครื่องจับจังหวะการเดิน (Pedometer) ส่วนกลุ่มควบคุมมีจำนวน 10 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองใช้เวลาในการเดิน 27.72 ± 9.79 นาทีต่อวัน ค่าความดันโลหิตขณะบีบตัวและคลายตัวลดลง (Systolic และ Diastolic Blood Pressure) และมี Framingham Risk Score ดีขึ้น ซึ่งแสดงถึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดลดลง แต่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงระดับไขมันในเลือดและองค์ประกอบของร่างกายในทางที่ดีขึ้น เพิ่มความสามารถในการทำงาน แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved