หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษา รวบรวมวรรณคดี เอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและทฤษฎีการใช้พลังงานและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด การเต้นแอโรบิกและมวยไทย ดังนี้

ก. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการออกกำลังกาย
2. การออกกำลังกายแบบแอโรบิก และแอโรบิกดานซ์
3. ศิลปะมวยไทย
4. สมรรถภาพทางกาย
5. การใช้พลังงานและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- งานวิจัยในประเทศ
- งานวิจัยต่างประเทศ

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายหมายถึงการใช้กล้ามเนื้อและอวัยวะอื่น ๆ ของร่างกายทำงานมากกว่าการเคลื่อนไหว หรืออิริยาบถต่าง ๆ ตามปกติในชีวิตประจำวัน การออกกำลังกายที่ดีและถูกต้องควรปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอตามความเหมาะสมของอายุ เพศ และสภาวะของร่างกาย โดยมีสัญญาณให้ทราบได้ว่า การออกกำลังกายครั้งนั้น เหมาะสมแล้วหรือยัง คืออัตราการเต้นของหัวใจที่สูงขึ้น หายใจถี่และแรงขึ้น มีเหงื่อออก ผลที่ได้หลังการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ คือ สมรรถภาพด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนขา ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว การตอบสนองต่อสถานการณ์ และสิ่งสำคัญที่สุดคือ ความอดทนของระบบการไหลเวียนเลือด (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2539)

การออกกำลังกายเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับมนุษย์ เพราะการบริหารกายนั้นเป็นการแสดงออกด้านพละกำลังของร่างกายและสมรรถภาพทางกาย เพื่อรักษาไว้ซึ่งอวัยวะและการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาถึงสภาวะการใช้ออกซิเจนของร่างกายแล้ว สามารถแบ่งการออกกำลังกายได้ 2 ชนิด (กองส่งเสริมพลศึกษาและสุขภาพ, 2538) ดังนี้

1. การออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic exercise) เป็นการออกกำลังกายที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในขณะออกกำลังกาย มักเป็นการออกกำลังกายในระยะสั้น ๆ ประมาณ 10-20 วินาที เช่น วิ่ง 100 เมตร และ 200 เมตร เป็นต้น

2. การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) เป็นการออกกำลังกายที่ต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมาก ขณะออกกำลังกายต้องใช้กล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่อย่างต่อเนื่องในระยะเวลานานพอที่จะให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในร่างกาย โดยเฉพาะการทำงานของกล้ามเนื้อ การทำงานของระบบการไหลเวียนเลือดและหายใจเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในวงการแพทย์ และวงการวิทยาศาสตร์การกีฬาว่าการออกกำลังกายเป็นการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพอย่างแท้จริง เพราะเป็นการออกกำลังกายที่ให้ประโยชน์ต่อระบบการทำงานของหัวใจ การสูบฉีดเลือด (Cardiovascular system) ระบบการหายใจและปอด (Respiratory system) รวมทั้งยังเสริมสร้างพละกำลัง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ อีกทั้งยังสามารถเผาผลาญไขมันส่วนเกินในร่างกาย และช่วยลดไขมันในเส้นเลือดได้อีกด้วย

การออกกำลังกายที่สม่ำเสมอ นอกจากจะมีผลต่อสุขภาพทางกายแล้ว ยังมีผลต่อระดับไขมันในร่างกาย โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์,2536)

1. ซิมเปิล แฟท (Simple fats) อาจเรียกว่า นูทรัล แฟท (Neutral fats) มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ไตรกลีเซอร์ไรด์ (Triglycerides) ซึ่งเป็นไขมันที่พบมากที่สุดในร่างกายมากกว่า 95% ของไขมันที่อยู่ในรูปไตรกลีเซอร์ไรด์ ประกอบด้วย กลีเซอรอล และกรดไขมัน (Glyceral and fatty acids)

2. คอมพาวด์ แฟท (Compound fats) ประกอบด้วย นูทรัล แฟท (Neutral fat) รวมกับสารอื่น เช่น ฟอสโฟไลปิด (Phospholipids) ซึ่งเป็นไขมันที่ประกอบด้วย กรดไขมันรวมกับกรดฟอสฟอริค และกลีเซอรอลโดยถูกสังเคราะห์ขึ้นในตับ ทำหน้าที่หลายอย่างรวมทั้งเป็นโครงสร้างของเยื่อเซลล์ทั้งหลายเป็นองค์ประกอบของไลโปโปรตีน (Lipoproteins) ซึ่งเป็นไขมันรวมกับโปรตีน มีความสำคัญเป็นพาหะในการนำพาไขมันไปกับเลือด

3. ดีรีฟ แฟท (Derived fats)ไขมันกลุ่มนี้ได้มาจากซิมเปิล แฟท (Simple fats) และคอมพาวด์ แฟท (Compound fats) ที่สนใจมากคือ คอเลสเตอรอล ตามความจริงแล้วสารนี้เป็นสารสเตียรอยด์ที่พบในสัตว์ ไม่มีกรดไขมัน แต่มีคุณสมบัติคล้ายไขมันพบในเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกาย โดยมีต้นตอมาจากทั้งอาหารที่กินเข้าไปและสร้างขึ้นภายในร่างกาย โดยทั่วไปร่างกายสังเคราะห์คอเลสเตอรอลประมาณ 0.5-2.0 กรัม/วัน ถ้ากินอาหารที่มีไขมันอิ่มตัวมากจะยิ่งเร่งให้ตับสร้างคอเลสเตอรอลมากขึ้น โดยตับจะทำหน้าที่สร้างคอเลสเตอรอลประมาณ 70% ของทั้งหมด นอกจากนั้นยังสร้างจากผนังหลอดเลือดแดงและลำไส้ เชื่อว่าคอเลสเตอรอลที่สร้างในร่างกายมีเพียงพอต่อการใช้งาน

คอเลสเตอรอลไม่ละลายน้ำ ดังนั้นการเคลื่อนย้ายไขมันจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งในร่างกายจึงต้องอาศัย กระแสเลือด ไปยังเซลล์ต่าง ๆ และการที่จะใช้ไขมันได้ จำเป็นต้องมีพาหะที่จะนำพาไป ซึ่งได้แก่สารที่เรียกว่า ไลโปโปรตีน (Lipoprotein)ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride),คอเลสเตอรอล (Cholesterol),คอเลสเตอรอล เอสเธอร์(Cholesterol ester) และโปรตีนชนิดต่าง ๆ ที่เรียกว่า อะโพโปรตีน (Apoprotein) ความหนาแน่นของไลโปโปรตีน ขึ้นอยู่กับสัดส่วนขององค์ประกอบที่เป็นโปรตีนและไขมัน ประกอบเป็นโครงสร้างของไลโปโปรตีนทำให้สามารถละลายในสารน้ำของเลือดได้ ดังนั้นไลโพโปรตีนจึงเป็นพาหะที่ดีในการนำพาไขมันไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อใช้และทำลาย

ไลโปโปรตีน (Lipoprotein) เป็นไขมันที่มีรูปร่างทรงกลม แกนกลางประกอบไปด้วยไขมันที่ละลายน้ำไม่ได้ เช่น คอเลสเตอรอล เอสเธอร์ และไขมันไตรกลีเซอไรด์ จึงสามารถล่องลอยไปในกระแสเลือดทั้ง ๆ ที่ไม่ได้ละลายตัว การเจาะเลือดตรวจระดับไขมันคอเลสเตอรอลจึงกระทำได้ ค่าที่เราตรวจกันทุกวันนี้คือ ผลรวมของเอชดีแอล-ซี (HDL-C:High density lipoprotein-cholesterol), แอลดีแอล-ซี (LDL-C:Low density lipoprotein-cholesterol), วีแอลดีแอล-ซี (VLDL-C :Very low density lipoprotein-cholesterol) (หมอหัวใจ, 2532)

ปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระดับคอเลสเตอรอล (หมอหัวใจ,2532)

1. อายุ ระดับคอเลสเตอรอลส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้นตามอายุ จะมีระดับสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในวัยเด็ก จนอายุประมาณ 6 ปี หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนถึงวัยผู้ใหญ่ จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงเมื่ออายุประมาณ 70-80 ปี

อายุ (ปี)	ระดับคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)
0 – 19	120 – 230
20 – 29	120 – 240
30 – 39	140 – 270
40 – 49	150 – 310
50 – 59	160 – 330

2. เพศ ระดับคอเลสเตอรอลมีความแตกต่างกันระหว่างเพศ แม้เล็กน้อยแต่ก็เห็นได้ชัดโดยเฉพาะในผู้ใหญ่ เพศหญิงจะมีระดับสูงกว่าเพศชาย

3. ความดันเลือดและความอ้วน ระดับคอเลสเตอรอลจะเพิ่มขึ้น ถ้ามีความดันสูง และเมื่อมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น

ประโยชน์ของการออกกำลังกาย (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2539)

1. ทางด้านร่างกาย อวัยวะในระบบต่าง ๆ ของร่างกายทำงานประสานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผลให้ร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง อดทน มีบุคลิกภาพที่ดี สามารถประกอบกิจกรรมประจำวันได้อย่างกระฉับกระเฉง ภูมิต้านทานสูง สมรรถภาพทางกายดี โดยพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาดังนี้

1.1 กล้ามเนื้อหัวใจแข็งแรง เป็นผลทำให้การสูบฉีดเลือดดีขึ้น ซึ่งจะพบว่าปริมาณเลือดที่สูบฉีดแต่ละครั้งของผู้ที่ไม่ค่อยออกกำลังกายจะมีปริมาณเลือดเพียง 15-20 ลิตรต่อนาที ในขณะที่ออกกำลังกายสูงสุด แต่ผู้ที่ฝึกฝนหรือออกกำลังกายสม่ำเสมอจะมีปริมาณเลือดถึง 35-40 ลิตรต่อนาที ในขณะที่ออกกำลังกายสูงสุด

1.2 ระบบไหลเวียนเลือดดีขึ้น การออกกำลังกายช่วยปรับปรุงให้หลอดเลือดทำงานต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ปอด อากาศในปอดมีมากขึ้น เนื่องจากกล้ามเนื้อที่ช่วยในการขยายกระบังลมทำงานได้ดีขึ้น การแลกเปลี่ยนก๊าซดีขึ้น

1.4 เซลล์กล้ามเนื้อ การสันดาปที่ระดับเซลล์กล้ามเนื้อดีขึ้น ทำให้ไขมันสลายตัวได้เร็ว มีการสะสมคาร์โบไฮเดรต ทำให้สามารถออกกำลังกายได้เป็นเวลานาน

1.5 น้ำหนักของร่างกายที่เหมาะสม การออกกำลังกายนาน ๆ พลังงานที่สูญเสียไปมาก เป็นผลทำให้ไขมันสะสมในร่างกายลดน้อยลง

1.6 กระดูก กระดูกอ่อน เอ็น และข้อต่อต่าง ๆ แข็งแรงขึ้น คือ เอ็นต่าง ๆ มีความสามารถในการยืดและหดตัวได้ดี ข้อต่อเคลื่อนไหวได้ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว

1.7 ป้องกันโรคที่เกิดจากความบกพร่องของระบบไหลเวียนเลือดได้

2. ทางด้านจิตใจ การออกกำลังกายสม่ำเสมอ นอกจากจะทำให้ร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์แล้วจิตใจร่าเริงแจ่มใส เบิกบาน ซึ่งเกิดขึ้นควบคู่กันไป

3. ทางด้านอารมณ์ มีอารมณ์เยือกเย็น ช่วยผ่อนคลายความเครียด

4. ทางด้านสติปัญญา ทำให้ความคิดปลอดโปร่ง มีไหวพริบ มีความคิดสร้างสรรค์

5. ทางด้านสังคม สามารถปรับตัวเข้ากับผู้ร่วมงานและผู้อื่นได้

การออกกำลังกายที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพในด้านการพัฒนาระบบไหลเวียนเลือด และทำให้ร่างกายแข็งแรงมากที่สุด ควรเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่ร่างกายต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมาก ทำติดต่อกันเป็นเวลานาน จึงจะมีผลทำให้ระบบการทำงานของ หัวใจ ปอด และการไหลเวียนเลือดทั่วร่างกายแข็งแรง อดทนดีขึ้น และสามารถทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยรักษาให้ร่างกายในสภาวะถึงจุดสูงสุด ช่วยปรับปรุงโครงสร้างและการทำงานของร่างกาย ที่เกี่ยวกับขบวนการเปลี่ยนแปลง

ของระบบการเผาผลาญ ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือด แต่ทั้งนี้ในการออกกำลังกายนั้น จะต้องเป็นการออกกำลังกายอย่างถูกวิธี มีความเหมาะสมและเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย จึงทำให้เกิดประโยชน์และผลดีต่อร่างกาย

หลักของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกาย มีหลักสำคัญที่ต้องพิจารณาคือ ระดับความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity) ระยะเวลาที่ออกกำลังกาย (Duration) ความถี่ของการออกกำลังกาย (Frequency) อัตราการเพิ่มความหนัก (Progression) และชนิดของการออกกำลังกาย โดยคำนึงถึงเป้าหมายที่ต้องการ (วิภาวรรณ ลิลาสำราญ และวุฒิชัย เพิ่มศิริวาณิชย์, 2547)

สำหรับการออกกำลังกายเพื่อสมรรถภาพทางกาย วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (ACSM,2000) ได้แนะนำให้ออกกำลังกายที่ระดับปานกลางถึงหนัก โดยให้ความหนักมากกว่า 55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองเป็นเวลา 20-60 นาทีอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยยึดหลัก "The FITT principle" สำหรับบุคคลทั่วไปดังนี้

F = Frequency (ความถี่) 3 ครั้งต่อสัปดาห์

I = Intensity (ความหนัก) 50-60% MHR

60-70% MHR

70-85% MHR

T = Time (ระยะเวลา) 20-60 นาที

T = Type (กิจกรรม) ใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่เคลื่อนไหวต่อเนื่อง และควรมีกิจกรรมที่หลากหลาย

1. **ความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity)**

ระดับความหนักและระดับความหนักสูงสุดของการออกกำลังกายสามารถคำนวณได้จาก

1.1 อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate, MHR) ซึ่งหาได้ 2 วิธีคือ 220-อายุ (ปี) หรือจากเอ็กเซอร์ไซส์ สเตรส เทส (Exercise stress test)

1.2 ความสามารถของการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen Consumption, VO_2max) เป็นตัวบอกความสามารถของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (Aerobic capacity) ซึ่งหาจากการทำเอ็กเซอร์ไซส์ สเตรส เทส (Exercise stress test)

1.3 Metabolic equivalent (MET) ซึ่งคำนวณจาก

$$MET = \frac{VO_2}{3.5}$$

โดย 1 MET = ปริมาณการใช้ออกซิเจน 3.5 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที หมายถึง ปริมาณการใช้ออกซิเจนที่ร่างกายใช้ในขณะพักต่อน้ำหนักตัวกิโลกรัมต่อนาที

1.4 อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart rate reserve) หรือ Karvonen method ซึ่งคำนวณได้จาก

%HRR = [(MHR - RHR) x %] + RHR

HRR = Heart rate reserve (อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง)

MHR = Maximum heart rate (อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด)

RHR = Resting heart rate (อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก)

% = Target intensity (ความหนักของงานที่ต้องการ)

1.5 ระดับความเหนื่อย (Rating of perceived exertion of Borg, RPE หรือ Borg RPE) โดยใช้ระดับ 6-20 (6-20 scale)

2. ระยะเวลาในการออกกำลังกาย (Duration)

การใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิกเป็นหลักในการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง 3-5 นาที ร่างกายมีแหล่งของสารอาหารเพื่อนำมาสร้างเป็นพลังงานหลัก (Source of energy) จากคาร์โบไฮเดรตในรูปกลูโคสและไขมันในรูปของไขมันอิสระ (Free fatty acid) โดยช่วงแรกของการออกกำลังกาย จะใช้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก ในช่วง 20 นาทีร่างกายจะใช้คาร์โบไฮเดรตและไขมันในอัตราพอ ๆ กันและหลัง 45 นาทีไปแล้วร่างกายจะใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานหลัก แต่โปรตีนไม่จัดเป็นแหล่งพลังงานหลักของการออกกำลังกาย คือใช้เป็นพลังงานน้อยกว่า 5% ยกเว้นในภาวะที่ออกกำลังกายนานมากหรือในภาวะที่อดอาหารเป็นเวลานาน ๆ

3. ความถี่ของการออกกำลังกาย (Frequency)

โดยปกติจะแนะนำให้ออกกำลังกาย 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์ จุดประสงค์เพื่อให้ร่างกายมีเวลาหยุดพัก ซ่อมแซมกล้ามเนื้อหรือส่วนต่าง ๆ ที่บาดเจ็บกลับสู่ภาวะปกติรวมทั้งมีเวลาพักเพื่อสะสมไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและตับอีกด้วย ไม่ควรน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์เพราะระดับความสามารถทางแอโรบิก (Aerobic capacity) จะต่ำลง มีหลายงานวิจัยแสดงเปรียบเทียบการออกกำลังกายระดับปานกลาง (Moderate intensity) 1,2,3,4 และ 5 วัน เมื่อนำมาทดสอบค่า Aerobic capacity พบว่า การออกกำลังกายที่ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ให้ผลไม่แตกต่างกับความถี่ 4 วันหรือ 5 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งจะแตกต่างจากความถี่ของการออกกำลังกายระดับเบา (Light intensity) ความถี่ต้องปรับมากขึ้นเป็น 5 ครั้งต่อสัปดาห์ เพื่อให้ผลของ Aerobic capacity เพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่าในการออกกำลังกายนั้นถ้ามีความหนักของการออกกำลังกายที่เหมาะสม และมีความถี่อย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ก็นับได้ว่าเป็นการเพียงพอสำหรับการออกกำลังกาย แต่ถ้าการ

ออกกำลังกายนั้น มีความหนักในการออกกำลังกายอยู่ในระดับเบาควรเพิ่มความถี่ของการออกกำลังกายให้มากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์

4. ชนิดของการออกกำลังกาย (Mode)

หลักของการออกกำลังกายคือความจำเพาะของการออกกำลังกาย (The principle of specificity) กล่าวคือการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยวิธีไหนจะเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้มากที่สุดเมื่อทดสอบด้วยชนิดเดียวกันกับที่ฝึก เช่น วิ่งระยะกลาง เมื่อนำมาทดสอบด้วยการวิ่งและหาค่า "Aerobic capacity" จะพบได้ว่าค่าดีกว่าก่อนการฝึก แต่ถ้านำนักกีฬานั้นมาว่ายน้ำและทดสอบสมรรถภาพทางกายจะพบว่าค่าสมรรถภาพที่ได้อาจไม่แตกต่างจากเดิม

เหตุผลที่อธิบายเพราะมีการฝึกประสานงานที่เฉพาะเจาะจงของกล้ามเนื้อและข้อต่อนั้น ๆ (Specific pattern of joint and muscle coordination) และกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกนั้นมีการปรับตัว เช่น จำนวนไมโตคอนเดรีย (Mitochondria) ที่เพิ่มขึ้น เลือดมาเลี้ยงที่กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีเส้นเลือดเล็ก ๆ เพิ่มขึ้นจำนวนมาก

5. อัตราการเพิ่มความหนักของโปรแกรม (Progression)

อัตราการเพิ่มความหนักของโปรแกรมขึ้นอยู่กับสมรรถภาพของร่างกายแรกเริ่ม เช่น สุขภาพ การใช้ยา โรคประจำตัว อายุ โดยมีเป้าหมายของการฝึก 3 ระยะคือ

1. ระยะเริ่มแรก (Initial conditioning stage) ให้เริ่มที่ความหนักประมาณ 40% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และเพิ่มขึ้นตาม "FITT principle" จนได้ประมาณ 70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เริ่มที่ 12 นาทีและค่อย ๆ ปรับเป็น 20 นาทีความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์ใช้เวลาในช่วงนี้ประมาณ 4-6 สัปดาห์

2. ระยะเพิ่มสมรรถภาพ (Improvement stage) เน้นการฝึกความหนักระหว่าง 60-85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเริ่มจาก 20 นาทีจนถึง 30 นาที และเพิ่มความถี่จาก 3 ครั้งเป็น 4 ครั้งและ 5 ครั้งต่อสัปดาห์ ตามลำดับ ใช้เวลาประมาณ 4-5 เดือน

3. ระยะคงสภาพ (Maintenance stage) คงการฝึกไว้ที่ความหนัก 70-85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลาประมาณ 30-45 นาที

โปรแกรมออกกำลังกายเพื่อสมรรถภาพทางกาย ต้องคำนึงถึงชนิดของการออกกำลังกาย ความหนักเบา เวลา ความถี่ของการออกกำลังกาย การสร้างสมรรถภาพทางกายที่ดีนั้นทำได้โดยการสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบการไหลเวียนของเลือดและระบบหายใจ การทำงานของทั้ง 2 ระบบนี้เป็นระบบที่สำคัญที่สุดในร่างกายที่จะทำให้เยาวชนเจริญเติบโตและพัฒนาการ โดยทำให้สุขภาพแข็งแรง รูปร่างท่าทางดี มีการปรับตัวทางสังคมดีและมีการเคลื่อนไหวพื้นฐานที่ดีด้วย

ในการกำหนดความหนักเบาของการออกกำลังกายนั้นวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (ACSM, 2000) ได้แนะนำความหนักเบาของการออกกำลังกายไว้ที่ 60-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ควรเลือกการออกกำลังกายที่หนักเบาเฉพาะตัวให้เหมาะกับความสามารถของแต่ละบุคคล และรูปแบบของการออกกำลังกายที่เลือก เช่น ความหนัก 85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จะปลอดภัยสำหรับผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายดี แต่จะเป็นอันตรายสำหรับผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายที่ไม่ดี ในทำนองเดียวกันความหนักระดับนี้ จะปลอดภัยสำหรับกิจกรรมที่ไร้แรงกระแทก เช่น การขี่จักรยาน แต่จะไม่ปลอดภัยสำหรับกิจกรรมที่มีแรงกระแทก เช่น การวิ่ง เป็นต้น

ขั้นตอนการออกกำลังกาย แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

1. การอบอุ่นร่างกาย (Warm up) หมายถึงการทำให้ร่างกายพร้อมที่จะเล่นกีฬาและออกกำลังกายที่หนักขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะระบบกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ รวมทั้งระบบหายใจและระบบไหลเวียนเลือด เพื่อความสามารถในการแสดงทักษะทางกีฬา ลดปัญหาการบาดเจ็บและป้องกันการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นได้ รวมทั้งป้องกันภาวะหัวใจล้มเหลว หัวใจวายเฉียบพลัน ประโยชน์ของการอบอุ่นร่างกาย มีดังนี้ (นภพร ทัศนัยนา, 2547)

1.1 ทำให้ระบบไหลเวียนเลือดทำงานดีขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจค่อย ๆ ทำงานเพิ่มขึ้นอย่างเหมาะสม เลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายอย่างเพียงพอ ร่างกายปรับความดันเลือดให้เหมาะสมกับสภาพการทำงานในขณะนั้น ทำให้ลดปัญหาความเสี่ยงต่อหัวใจล้มเหลว หัวใจวายเฉียบพลัน ลดความเสี่ยงต่อการเกิดคลื่นหัวใจผิดปกติ และปัญหาความดันเลือดสูง เป็นลมหน้ามืดในขณะเล่นกีฬา โดยการสะบัดแข้งขา แกว่งแขน ขา หรือท่ากายบริหารด้วยการเต้น กระโดด เดินเร็ว หรือ วิ่งเหยาะ ๆ ช้า ๆ ในชั่วระยะเวลาหนึ่ง

1.2 ทำให้ระบบหายใจทำงานดีขึ้น อัตราการถ่ายเทออกซิเจนจากเลือดไปยังกล้ามเนื้อสูงขึ้น อัตราการหายใจไม่ถี่หรือหอบเกินไปขณะออกกำลังกาย อัตราการหายใจค่อย ๆ ทำงานเพิ่มขึ้น ทำให้ร่างกายใช้ออกซิเจนที่หายใจเข้าไปได้อย่างเพียงพอ ไม่เหนื่อยหอบเร็ว เพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจน เพิ่มความจุของปอด ปอดสามารถรับออกซิเจนที่หายใจเข้าไปได้มากขึ้น เลือดได้รับออกซิเจนมากขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพของระบบการหายใจ

1.3 ทำให้ระบบกล้ามเนื้อ และข้อต่อเคลื่อนไหวได้ดีขึ้น การหดตัวและการคลายตัวของกล้ามเนื้อดี กล้ามเนื้อมีความยืดหยุ่นดีขึ้น เพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ เพิ่มความยืดหยุ่นและช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อให้มากขึ้น การเล่นกีฬาจะยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดปัญหาการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาได้เป็นอย่างดี ใช้เวลาในการอบอุ่นร่างกายประมาณ 5-10 นาที โดยใช้ท่าการเคลื่อนไหวทุกส่วนของร่างกาย

1.4 ทำให้ระบบประสาททำงานได้เต็มที่ การสั่งงานของระบบประสาทรวดเร็วขึ้น กระตุ้นให้ระบบการเคลื่อนไหวของร่างกายทำงานอย่างประสานสัมพันธ์กัน เกิดความคล่องแคล่วว่องไว มีปฏิกิริยาตอบสนองที่ดี เล่นกีฬาหรือออกกำลังกายได้อย่างเต็มสมรรถนะ ทักษะการเล่นจะดีขึ้นเมื่อร่างกายพร้อม เล่นกีฬาได้อย่างสนุกสนานและแสดงทักษะได้สวยงาม

1.5 ทำให้เพิ่มแรงจูงใจที่จะเล่นกีฬาหรือแข่งขัน มีจิตใจที่ฮึกเหิมพร้อมที่จะเล่น เกิดความมั่นใจในตนเอง มีความมุ่งมั่นที่จะเอาชนะ หรือแสดงทักษะการเล่นอย่างเต็มที่ ช่วยลดความวิตกกังวล ความเครียด การอบอุ่นร่างกายจึงเป็นผลดีต่อจิตใจ และอารมณ์เป็นอย่างดี

1.6 ทำให้อัตราการเผาผลาญเพื่อสร้างพลังงานสูงขึ้น ทำให้มีแรงที่จะเล่นกีฬาหรือออกกำลังกายได้ยาวนานไม่หมดแรงเร็ว

1.7 ลดการบาดเจ็บจากการใช้เนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกายมากเกินไป เนื้อเยื่อต่าง ๆ ทนต่อการใช้งานที่หนักขึ้น ทำให้ไม่ฉีกขาดหรือบาดเจ็บได้ง่าย ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บได้มาก

การอบอุ่นร่างกาย ควรใช้ท่าการเคลื่อนไหวที่ง่าย ๆ จังหวะช้า ๆ ระยะเวลาที่ใช้อบอุ่นร่างกายประมาณ 5-10 นาที หรือมากกว่านี้ถ้ามีเวลาพอ โดยเฉพาะผู้ที่ไม่เคยออกกำลังกายมาก่อน หรือผู้สูงอายุ อาจใช้เวลา 15 นาที โดยใช้เวลาในการปรับเปลี่ยนความหนักของท่า ความเร็วของจังหวะเข้าสู่ช่วงของการออกกำลังกายอย่างช้า ๆ เป็นการปรับระบบประสาทที่ควบคุมกล้ามเนื้อทำให้ช่วงต่อไปสามารถออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาได้ดีขึ้น หลังจากการอบอุ่นร่างกายจนพร้อมแล้ว ควรจะยืดเหยียดกล้ามเนื้อและข้อต่อที่จะใช้ในช่วงการเล่นกีฬา กล้ามเนื้อที่สำคัญที่จะต้องยืดเหยียดทุกครั้ง ได้แก่ กล้ามเนื้อขา กล้ามเนื้อน่อง กล้ามเนื้อหลัง กล้ามเนื้อแขน และไหล่ เป็นต้น

2. การฝึก (Training) หรือออกกำลังกาย (Exercise) หมายถึง ช่วงการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับสภาพของแต่ละบุคคล อาจใช้มือเปล่าหรือมีอุปกรณ์โดยเน้นในการเสริมสร้างความแข็งแรง ความอดทน ตลอดจนมีความคล่องตัว อ่อนตัวด้วย เป็นการออกกำลังกายกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย มีความเร็ว และความแรงในการฝึก ใช้ระยะเวลาในการฝึกหรือออกกำลังกาย ประมาณ 20-40 นาที

3. การผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool down) หมายถึง การลดความหนักในการเล่นกีฬา หรือการออกกำลังกายลงอย่างช้า ๆ ลักษณะหรือรูปแบบการผ่อนคลายกล้ามเนื้อจะคล้ายกับการอบอุ่นร่างกาย ต่างกันที่ลำดับการฝึกจะย้อนกลับจากหนักไปสู่เบา ซึ่งชีพจรค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ การผ่อนหยุด ชีพจรจะลดลงถึงระดับประมาณ 120 ครั้งต่อนาที หลังจากนั้นควรให้ร่างกายเคลื่อนไหวออกไปอีกอย่างน้อย 5 นาที โดยทำการเคลื่อนไหวให้ช้าลงให้มีการเคลื่อนไหวขาอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เลือดไหลเข้าสู่หัวใจเร็วขึ้น ป้องกันไม่ให้เลือดคั่งค้างอยู่ตามกล้ามเนื้อ ดังนั้น จึงไม่ควรใช้ท่าที่กล้ามเนื้อหดเกร็งค้างไว้นาน ๆ เช่น ท่าย่อเข่าค้างไว้นาน ๆ ควรใช้ท่าย่อเหยียดเป็นจังหวะ การเดินในจังหวะที่ช้าลง การย่ำเท้าอยู่กับที่ การทำเช่นนี้จะช่วยปรับความดันเลือด ป้องกันอาการเวียน

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศีรษะและอาการหัวใจเต้นผิดปกติ ช่วยกำจัดของเสียที่คั่งค้างอยู่ในกล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้อไม่เกิดอาการเมื่อยล้าหรือปวดระบมกล้ามเนื้อภายหลังการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย

หลักในการออกแบบท่าการอบอุ่นร่างกาย และการออกกำลังกาย

1. ใช้กล้ามเนื้อทุกมัดอย่างสมดุล เช่น บริหารกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า ควรบริหารกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลังควบคู่กันไปด้วย

2. การใช้แขนและขาควรให้ครบถ้วนทุกท่าที่ควรจะทำได้ เช่น การงอ การเหยียด การหมุนข้อต่อ การยกเข่า ยกขา ยกแขน การหมุนไหล่ เอว สะโพกและอื่น ๆ ทั่วร่างกายเท่าที่จะทำได้

3. เคลื่อนไหวร่างกายทุกส่วน ต้องทำให้ครบและทำให้สมดุลกันทั้งซ้าย ขวา หน้า หลัง

4. หลีกเลี่ยงการใช้ท่าที่ยาก ท่าที่ซับซ้อน ท่าที่ต้องใช้กำลังมาก ท่าที่เสี่ยงต่อการบาดเจ็บ ท่าที่ใช้ฝึกนักกีฬาที่ยากเกินไปสำหรับคนทั่วไป เช่น ท่ากระโดดสูง ท่าที่กระโดดขาเดียว เป็นต้น

5. ไม่ทำท่าหนึ่งท่าใดซ้ำมากจนเกินไป จนกล้ามเนื้อส่วนนั้นล้า ควรเปลี่ยนไปใช้กล้ามเนื้อกลุ่มอื่น ๆ เพื่อให้กล้ามเนื้อที่ฝึกแล้วได้มีเวลาพักบ้าง

6. ควรใช้ท่าหนักสลับกับท่าที่เบาหรือท่าที่ผ่อนคลาย

ข้อแนะนำในการออกกำลังกาย (สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ, 2548)

1. เริ่มต้นออกกำลังกายจากเบา ๆ แล้วค่อย ๆ เพิ่มความหนักขึ้น

2. เลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับสภาพร่างกาย ความถนัดในการออกกำลังกาย

3. เลือกกิจกรรมที่รู้สึกสนุกสนาน ท้าทายและได้ประโยชน์ต่อสุขภาพ

4. ก่อนออกกำลังกาย 15 นาที ควรดื่มน้ำอย่างน้อย 1 แก้ว

5. หลังออกกำลังกาย ควรดื่มน้ำ 1 แก้ว และดื่มเรื่อย ๆ ตามความต้องการของร่างกาย

6. สวมใส่รองเท้าให้เหมาะสม สามารถรับแรงกระแทกได้เป็นอย่างดี

7. จัดโปรแกรมการออกกำลังกายให้เหมาะสมทั้งความหนัก ความนาน ความบ่อย และรูปแบบกิจกรรม

8. ตรวจสุขภาพ และทดสอบสมรรถภาพทางกายก่อนออกกำลังกาย

ข้อควรระวังในการออกกำลังกาย (สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ, 2548)

1. เมื่อรู้สึกเวียนศีรษะ หน้ามืด หายใจไม่ออก เจ็บหน้าอก ต้องหยุดการออกกำลังกายและตรวจเช็คอาการทันที

2. ไม่ควรกลั้นหายใจขณะออกกำลังกาย

3. ไม่ควรออกกำลังกายเมื่อมีอาการแขนขาอ่อนเปลี้ย ชีพจรเต้นเร็วมาก ความดันเลือดลดต่ำมาก ตัวเย็น หัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ

4. ไม่ควรเล่นกีฬาหรือออกกำลังกายในขณะอากาศร้อนจัด แดดจัด มีฝนฟ้าคะนอง

5. ไม่ควรให้ร่างกายขาดน้ำขณะเล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย

6. ไม่ควรรับประทานอาหารมื้อหนักและอิ่มใหม่ ๆ เมื่อเล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย

7. ควรอบอุ่นร่างกายและผ่อนกล้ามเนื้อทุกครั้งที่เล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย

8. ควรใส่เสื้อผ้าที่สบายระบายความร้อนได้ดี สีอ่อนๆ จะสะท้อนแสงได้ดีไม่รู้สึกร้อน

9. ไม่ควรใช้กิจกรรมที่ต้องกระโดดมาก หรือมีแรงกระแทกสูง เพราะจะเป็นปัญหาการบาดเจ็บข้อต่อและกระดูก

10. คำนึงถึงความปลอดภัยและป้องกันการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นได้ทุกเวลา

ชูศักดิ์ เวชแพศย์(2536) แนะนำข้อควรระวังจากการออกกำลังกายว่าการออกกำลังกายและการเล่นกีฬาเพื่อสุขภาพมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อคนทุกเพศทุกวัย การออกกำลังกายที่ถูกต้องและเหมาะสมอย่างสม่ำเสมอเป็นประจำจะทำให้ร่างกายแข็งแรง ไม่ค่อยเจ็บป่วย ในเด็กนั้นจะทำให้ร่างกายเจริญเติบโตได้ดีและในคนสูงอายุจะทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น ชะลอความแก่ อย่างไรก็ตาม แม้การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพจะมีผลดีมากมายแต่ก็ยังมีผลเสียเกิดขึ้นได้ถ้าออกกำลังไม่เหมาะสมและไม่ถูกต้อง อาจเกิดอันตรายและบาดเจ็บได้ อันตรายที่เกิดขึ้นนั้นอาจเป็นเพียงเล็กน้อยหรืออาจเป็นอันตรายมากถึงแก่ทำให้เสียชีวิตได้

สรุปความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการออกกำลังกาย

การออกกำลังกาย หมายถึงการใช้กล้ามเนื้อและอวัยวะอื่น ๆ ของร่างกายทำงานมากกว่าการเคลื่อนไหว หรืออิริยาบถต่าง ๆ ตามปกติในชีวิตประจำวัน

การออกกำลังกายที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพในด้านการพัฒนาระบบไหลเวียนเลือด และทำให้ร่างกายแข็งแรงมากที่สุด ควรเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก การออกกำลังกาย มีหลักสำคัญคือ ระดับความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity) ระยะเวลาที่ออกกำลังกาย (Duration) ความถี่ของการออกกำลังกาย (Frequency) อัตราการเพิ่มความหนัก (Progression) และชนิดของการออกกำลังกาย โดยคำนึงถึงเป้าหมายที่ต้องการ

2. การออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแอโรบิกดานซ์

แอโรบิก (Aerobic) เป็นภาษาละตินแปลว่า อากาศ (Air) การออกกำลังกายแบบแอโรบิกหมายถึง การออกกำลังกายที่ร่างกายต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมากมากระตุ้นหัวใจและปอดให้ทำงานมากขึ้นโดยทำติดต่อกัน

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) เป็นกิจกรรมการออกกำลังกายที่ต้องการให้ร่างกายทำงานด้วยการสร้างพลังงาน โดยการใช้ออกซิเจนเพื่อสันดาปอาหารให้เป็นพลังงาน กล่าวกันว่าเมื่อ ค.ศ.1965 นายแพทย์เคนเน็ธ เอช. คูเปอร์ (Keneth H.Cooper) ซึ่งเป็นผู้อำนวยการสถาบันเวชศาสตร์การบินและอวกาศ ฐานบินร็อคแลนด์ มลรัฐเท็กซัส ของอเมริกา

ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเสริมสร้างสุขภาพโดยเฉพาะความสามารถในการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดโดยสรุปว่าการออกกำลังกายแบบค่อยเป็นค่อยไปอย่างช้า ๆ ต่อเนื่องนานพอที่จะให้ร่างกายปรับตัวใช้พลังงานโดยการใช้ออกซิเจน ซึ่งมีผลทำให้ต้องเพิ่มปริมาณอากาศที่หายใจเข้าเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกายให้มากขึ้นและเพิ่มความสามารถในการดึงออกซิเจนจากเลือดให้เข้าไปในเซลล์กล้ามเนื้อมากขึ้น ข้อสำคัญของการออกกำลังกายนั้นจะต้องกระตุ้นให้หัวใจทำงานที่มีความหนักของงาน 70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ทำให้การไหลเวียนของเลือดเพียงพอแก่ความต้องการของกล้ามเนื้อที่จะทำงาน (นภพร ทัศนัยนา,2547)

การเปลี่ยนแปลงหลังจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิก คือ ระบบหัวใจและหลอดเลือดกล้ามเนื้อ ตลอดจนการทำงานของระบบอวัยวะต่างๆให้เข้ากับภาวะที่ต้องใช้กำลังกายมากขึ้น ซึ่งหมายถึง ภาวะที่ร่างกายต้องการออกซิเจนมากขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย เนื่องจากการฝึกมีอยู่ 2 ประการ คือ การเปลี่ยนแปลงในระยะสั้น และการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2539)

การเปลี่ยนแปลงระยะสั้น มีดังนี้

1. มีการหมุนเวียนของเลือดในเส้นเลือดฝอยในกล้ามเนื้อมากขึ้น

2. เลือดฉีดออกจากหัวใจเพิ่มขึ้น เพราะชีพจรเต้นเร็ว ปริมาณเลือดที่สูบฉีดแต่ละครั้งเพิ่มขึ้นอาจถึง 4-5 เท่าของภาวะปกติ

3. ความดันเลือดตัวบนสูงขึ้นและตัวล่างต่ำลงเนื่องจากการขยายตัวและปรับตัวของเส้นเลือดร่างกาย

4. มีการสร้างความพร้อมในร่างกายมากขึ้น จึงมีการระบายความร้อนโดยเส้นเลือดที่ผิวหนังจะขยายตัว

การเปลี่ยนแปลงระยะยาว มีดังนี้

1. ชีพจรเต้นช้าลงทั้งขณะฝึกและออกกำลังกาย

2. หัวใจจะโตขึ้นทั้งขนาดและปริมาตร ทำให้การสูบฉีดของเลือดได้มากขึ้น

3. ความดันเลือดตัวบนจะลดลง

4. เลือดไหลไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจได้ดีขึ้น

5. การสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจจะได้ครั้งละมากขึ้นกว่าปกติ และขณะออกกำลังกายจะมีเลือดสูบฉีดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมากขึ้น

6. เลือดจะฉีดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายขณะออกกำลังกายมากขึ้น

7. การแข็งตัวของเส้นเลือดที่จะทำให้เส้นเลือดเปราะได้จะเกิดขึ้นช้าลง

8. เพิ่มระดับไขมันชนิดเอชดีแอล (HDL:High-density lipoprotein) ซึ่งเป็นผลดีต่อการป้องกันโรคหัวใจ

9. การเปลี่ยนแปลงของระบบต่อมไร้ท่อ ทำให้ประจำเดือนมีน้อยลงถ้าฝึกหนัก ขนาดของต่อมหมวกไตใหญ่ขึ้น

10. ระบบหายใจ เนื่องจากการฝึกฝนทำให้การหายใจไม่ต้องใช้พลังงานมากแต่ได้ปริมาณงานเท่า ๆ กัน การใช้ออกซิเจนจะคงระดับอยู่ได้ ถ้าฝึกอย่างสม่ำเสมอ

11. ระบบทางเดินอาหาร อาจจะพบว่ามีความผิดปกติในการทำงานของตับได้เล็กน้อย แต่ไม่เป็นปัญหาในการออกกำลังกาย

12. ระบบขับถ่ายปัสสาวะ ถ้าออกกำลังกายมาก ๆ อาจพบว่ามีไขขาวในเม็ดเลือดแดง และสารฮีโมโกลบินในน้ำปัสสาวะได้ แต่มักจะหายไปในเวลา 24 -48 ชั่วโมงน้ำปัสสาวะอาจจะมีลักษณะเข้มข้น หลังการออกกำลังกายแพทย์จึงแนะนำให้ดื่มน้ำให้มากหลังการออกกำลังกายมาอย่างหนัก

การเต้นแอโรบิกหรือแอโรบิกดานซ์ (Aerobic dance)

การส่งเสริมให้คนออกกำลังกายนั้นนอกจากจะให้ความรู้และความตระหนักในความสำคัญของการออกกำลังกายแล้ว การจัดกิจกรรมให้สนุกสนานเพลิดเพลิน เร้าใจ ก็เป็นกลวิธีหนึ่ง การนำจังหวะดนตรีมาเป็นสิ่งเร้าให้ออกกำลังกายจึงถูกนำมาใช้ และได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว โดยในปี ค.ศ.1969 ครูสอนเต้นรำ ชื่อ จูดี้ เซฟฟาร์ด มิสเซทท์ (Judi Seffard Misseth) ให้นำเสนอหลักการออกกำลังกาย "แจ๊ส เซอร์ไซส์" (Jazzersise) ซึ่งเป็นการเต้นรำเพื่อสุขภาพ และนำไปสอนปี ค.ศ.1997 ต่อมาปี ค.ศ.1979 แจ็กกี้ โซเรนเซน (Jacki Sorensen) ได้บัญญัติศัพท์ของการออกกำลังกายด้วยการใช้จังหวะดนตรีเป็นสิ่งเร้าว่า "การเต้นแอโรบิก" (Aerobic dance) โดยนำเอาท่ากายบริหารทับลีลา การเต้นรำมาผสมผสานกัน และจัดโปรแกรมตามหลักของนายแพทย์เคนเน็ธ เอช.คูเปอร์ จนได้รับความนิยมแพร่หลายอย่างรวดเร็ว

สำหรับประเทศไทย ได้มีการนำการบริหารกายประกอบดนตรีและยิมนาสติกมาประยุกต์เข้าด้วยกันเรียกว่า "สลิมนาสติก" (Slimnastics)โดยอาจารย์สุกัญญา มุสิกวัน และในปี พ.ศ.2522 ได้เดินทางไปศึกษาต่อในด้านการเต้น(Educational dance) ณ มหาวิทยาลัยทสึกุบะ (Tsukuba university) ประเทศญี่ปุ่น และได้นำความรู้ทางการเต้นแอโรบิกกลับมาเผยแพร่จนเป็นที่รู้จักกันทั่ว และในปี พ.ศ.2527ได้นำเอาวิชาการเต้นแอโรบิกมาสอนให้นักศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพลศึกษา เป็นครั้งแรก ทำให้การเรียนการสอนได้แพร่หลายไปยังสถานศึกษาอื่น ๆ และบุคคลทั่วไปจนปัจจุบันนี้ (สุกัญญา พานิชเจริญนาม,2545)

ความหมายของการเต้นแอโรบิกหรือแอโรบิกดานซ์

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกดานซ์ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจถึงความหมายและความสำคัญของการเต้นแอโรบิก ดังต่อไปนี้

สุกัญญา พานิชเจริญนาม (2527,2545) ให้ความหมายของแอโรบิกดานซ์ว่า หมายถึง การผสมผสานระหว่างทักษะการเคลื่อนไหวเบื้องต้น ทักษะการเต้นรำ และการบริหารกาย (Basic movement, Dance step and Calisthenics) แล้วนำมาปรับความหนักเบาให้เหมาะสมกับสภาวะของผู้ฝึก การเต้นแอโรบิก จัดเป็นกิจกรรมการออกกำลังกายแบบหนึ่งซึ่งใช้เสียงดนตรีหรือเสียงเพลงประกอบกับการเคลื่อนไหว โดยทักษะการเคลื่อนไหวนั้นจะนำมาจากทักษะการเคลื่อนไหวเบื้องต้น เช่น การเดิน การวิ่ง การกระโดด ผสมผสานกับทักษะการเต้นรำ เช่น Cha Cha Cha, Mambo, Twist, Chassé, Hop เป็นต้น ส่วนใหญ่มักนำไปฝึกเพื่อเกิดความแข็งแรงของหัวใจ ปอด ตลอดทั้งกล้ามเนื้อทั่วทุกส่วนของร่างกาย เวลาในการฝึกเต้นแอโรบิกนั้นนิยมใช้ตั้งแต่ 15-60 นาที เพื่อให้เกิดผลดีต่อระบบไหลเวียนเลือด กล่าวคือ หัวใจและปอดแข็งแรง ตลอดทั้งทำให้ระบบกล้ามเนื้อมัดใหญ่ของร่างกายแข็งแรงและยังส่งเสริมความอ่อนตัวของร่างกายได้ดีอีกด้วย

การเต้นแอโรบิกจะมีลักษณะการเคลื่อนไหวต่อเนื่อง ทั้งแขนและขาผสมผสานกันตามจังหวะดนตรีอย่างสนุกสนาน เป้าหมายสำคัญคือ ระบบหัวใจและหลอดเลือดทำงานได้เต็มที่ คือ 65-85 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยใช้เวลาการเคลื่อนไหวต่อเนื่องนาน 20-30 นาทีเป็นอย่างน้อย

กรมพลศึกษา (2533) กล่าวว่าแอโรบิกดานซ์ หมายถึง การฝึกโดยการผสมระหว่างการฝึกบริหารกาย การเต้นบัลเลต์ การวิ่งเหยาะ การกระโดด และลีลาการก้าวเท้าเคลื่อนที่ตามจังหวะเพลง การออกกำลังกายจะออกแบบให้ฝึกเป็นท่าหรือท่าชุด เพื่อให้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ทำงานในจังหวะที่ ต่อเนื่องกัน ผสมผสานระหว่างการเคลื่อนไหวเบื้องตันกับการเต้นรำ

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด (2544) ได้อธิบายถึงความหมายของคำว่าแอโรบิกดานซ์หรือการเต้นแอโรบิกว่า เป็นกิจกรรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก สามารถปรับความหนักเบาได้ตามสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละคน เป็นการบริหารกายประกอบดนตรีที่สนุกสนาน

นภพร ทัศนัยนา (2547) การเต้นแอโรบิกจะมีลักษณะการเคลื่อนไหวต่อเนื่องจากการก้าวกระโดด เคลื่อนไหวแขนขา ผสมกันตามจังหวะเพลงอย่างสนุกสนาน เป้าหมายสำคัญคือ ระบบหายใจและหลอดเลือดทำงานมากกว่าปกติ 50-85 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองต่อเนื่องกัน 20-30 นาทีเป็นอย่างน้อยโดยอาจสรุปได้ว่า แอโรบิกดานซ์หรือการเต้นแอโรบิก คือ การออกกำลังกายแบบแอโรบิกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีการผสมผสานการเคลื่อนไหว กล้ามเนื้อและทุกส่วนของ

ร่างกายไปตามจังหวะของเสียงดนตรี ต่อเนื่องกันอย่างน้อย 30 นาที ด้วยความหนักที่พอเหมาะโดยให้ระบบหายใจและหลอดเลือดทำงานได้เต็มที่

ประโยชน์ของการเต้นแอโรบิก (นภพร ทัศนัยนา,2547)

1. ประโยชน์ทางสรีรวิทยา (Physiological benefits)

1.1 เพิ่มประสิทธิภาพระบบหายใจและการไหลเวียนเลือด เพราะมีการแลกเปลี่ยนออกซิเจนในเลือดและเซลล์กล้ามเนื้อมากขึ้นและดีขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อหัวใจแข็งแรงสามารถส่งเลือดไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายดีขึ้น

1.2 เพิ่มปริมาณการเผาผลาญไขมันใต้ผิวหนังทำให้กล้ามเนื้อทุกส่วนของร่างกายกระชับได้สัดส่วน มีทรวดทรงดี มีน้ำหนักตัวที่พอเหมาะ

1.3 เพิ่มขนาดเส้นใยและมัดกล้ามเนื้อ เป็นการสร้างความแข็งแรงทำให้ร่างกายสามารถทำงานได้เป็นเวลานาน

1.4 ทำให้ร่างกายมีความอ่อนตัว กล้ามเนื้อมีความยืดหยุ่นมากขึ้น ข้อต่อต่าง ๆ มีการเคลื่อนที่เป็นมุมที่มากขึ้น

1.5 เพิ่มปริมาณคอเรสเตอรอลชนิดดี (High density lipoprotien:HDL) เป็นการเพิ่มความสามารถในการเผาผลาญปริมาณแคลอรี่และลดคอเรสเตอรอลชนิดเลว (Low density ipoprotien:LDL) เท่ากับลดอัตราเสี่ยงจากการแข็งตัวของหลอดเลือดและรักษาระดับแคลเซียมในกระดูก

1.6 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายทำงานสัมพันธ์กันดีขึ้น คล่องแคล่วมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ ได้ดี

2. ประโยชน์ทางจิตวิทยา (Psychological benefits)

2.1 ผ่อนคลายความตึงเครียดของร่างกาย การที่ร่างกายเคลื่อนไหวไปตามจังหวะดนตรีและเสียงเพลงจะทำให้สนุกสนาน ผ่อนคลายความเครียดทั้งด้านร่างกายและจิตใจ

2.2 ช่วยให้การรับรู้ตนเองด้านความสามารถ ความเชื่อมั่น และกล้าแสดงออกมากขึ้น

2.3 ช่วยปลูกฝังการมีทัศนคติที่ดีในการออกกำลังกาย

3. ประโยชน์ทางสังคม (Social benefits)

3.1 เสริมสร้างบุคลิกภาพที่ดี ช่วยแก้ไขความบกพร่องของร่างกาย ทำให้มีท่าทางสง่างามคล่องแคล่ว และเกิดความมั่นใจในตนเองมากขึ้น

3.2 ได้พบเพื่อนใหม่ สังคมใหม่

3.3 ทำให้ร่างกายมีภูมิต้านทานโรคมากขึ้น ช่วยชะลอความแก่ ไขมันส่วนเกินลดลง มีมนุษย์สัมพันธ์ดี

ผลของการฝึกต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย

ผลของการฝึกซ้อม (Training effects) คือการปรับตัวทางสรีรวิทยา ซึ่งเชื่อมโยงกับการฝึกซ้อมเป็นประจำมีแนวโน้มทำให้สิ่งต่อไปนี้เพิ่มขึ้น ปริมาตรของเลือด จำนวนเส้นเลือดฝอยในกล้ามเนื้อ (รวมทั้งกล้ามเนื้อหัวใจ) น้ำหนักของหัวใจ ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ปริมาตรหัวใจ น้ำหนักหัวใจ ไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงในเลือด (HDL) เอทีพีในกล้ามเนื้อ ความแตกต่างของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงและดำที่ระดับงานหนักสูง ครีเอตินฟอสเฟตในเส้นใยกล้ามเนื้อ ความสามารถในการซึมผ่านของปอดที่ระดับงานหนักสูงสุด เนื้อที่ตัดขวางของใยกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ขนาดและความหนาแน่นของไมโตคอนเดรียในเซลล์กล้ามเนื้อ อัตราการหายใจที่ระดับงานสูงสุด ปริมาตรของเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายต่อครั้ง การฝึกซ้อมเป็นประจำมีแนวโน้มทำให้สิ่งต่อไปนี้ลดลง ความดันเลือด คอเลสเตอรอลในเลือด แลคเตทในเลือด อัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับงานปานกลาง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก หัวใจวาย โรคอ้วน การใช้ออกซิเจนที่ระดับงานกำหนดให้ ไลโปโปรตีน ที่มีความหนาแน่นต่ำ ความเหนียวติดของเกล็ดเลือด การระบายอากาศที่ระดับงานต่ำที่กำหนดให้ความเครียดและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด ผลที่เกิดขึ้นจากการฝึกซ้อมเป็นประจำมีมากมาย โดยเฉพาะการฝึกซ้อมประเภทใช้ออกซิเจน แต่ต้องเน้นถึงผลที่เกิดขึ้นว่าไม่มีใครจะได้รับผลจากการฝึกทุกตัวแปร กล่าวคือ บางตัวอาจเกิดขึ้นไม่ได้ก็เพราะมีปัจจัยอื่นที่ต้องคำนึงถึงด้วย (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด, 2544)

การออกกำลังกายถ้ามีความต่อเนื่องเพียงพอจะทำให้เกิดการปรับตัวของระบบการทำงานต่าง ๆ เรียกว่า ผลจากการฝึก (Training effects) โดยทั่วไปผลของการฝึกจะทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุกรรม อายุ เพศ โปรแกรมการฝึก ความหนักเบา ระยะเวลา และความถี่ของโปรแกรมการฝึก (Astrand and Rodahl, 1986)

ประเภทของการเต้นแอโรบิก

เพื่อให้การเต้นแอโรบิกสอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพร่างกาย และสมรรถภาพของแต่ละคน จึงมีการจำแนกประเภทของการเต้นแอโรบิกไว้ดังนี้

1. แบ่งตามแรงกระแทก

1.1 แบบไม่มีแรงกระแทก (Non impact) เป็นการเต้นแอโรบิกแบบไม่มีการกระโดด หรือยกขา โดยจะใช้วิธีการสไลด์ การย่อ การยืด

1.2 แบบแรงกระแทกต่ำ (Low impact) เป็นการเต้นแอโรบิกแบบไม่มีการกระโดด ขณะที่เคลื่อนที่นั้นเท้าข้างใดข้างหนึ่งอยู่บนพื้นเสมอ

1.3 แบบแรงกระแทกสูง (High impact) เป็นการเต้นแอโรบิกที่มีการกระโดด จะเป็นการกระโดดด้วยขาข้างเดียวหรือสองข้างก็ตามจะลอยขึ้นจากพื้น

1.4 แบบแรงกระแทกผสม (Multi impact) เป็นการเต้นแอโรบิกแบบหมุนเวียน (Interval training) โดยนำการเคลื่อนไหวหลากหลาย เช่น เคลื่อนไหวช้า-เร็ว มีแรงกระแทกต่ำและสูงผสมผสานกัน

2. แบ่งตามลักษณะของผู้เต้น

2.1 สำหรับผู้ที่ไม่เคยออกกำลังกายมาก่อน (Beginner) และเป็นผู้ที่มีร่างกายไม่แข็งแรง การฝึกเป็นการฝึกเทคนิคการเคลื่อนไหวร่างกายพื้นฐาน วิธีการวางท่าทาง ร่างกายการบังคับ การเคลื่อนไหวร่างกายเฉพาะส่วน มีการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เพลงที่ใช้ประกอบมีจังหวะช้า ใช้เวลาในการฝึกครั้งละประมาณ 30 นาที ความหนักของงานอยู่ประมาณ 60 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

2.2 สำหรับบุคคลที่มีทักษะเพิ่มมากขึ้น (Intermediate) หมายถึงบุคคลที่เคยได้รับการฝึกการเต้นแอโรบิกมาเป็นเวลาอันสมควร ซึ่งผู้ฝึกจะมีความสามารถเคลื่อนไหวในท่าของการเคลื่อนไหวที่ยากและสลับซับซ้อนมากขึ้น มีความสามารถในการเปลี่ยนท่าการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วตามจังหวะของเสียงดนตรีซึ่งใช้สำหรับการฝึก ความเร็วประมาณ 135-145 จังหวะ/นาที การเต้นแอโรบิกของกลุ่มนี้จะใช้ความหนักของงานอยู่ระหว่าง 70-75% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ใช้เวลาประมาณ 30-45 นาที

2.3 สำหรับบุคคลที่มีประสบการณ์และความชำนาญสูง (Advance) หมายถึง บุคคลที่ได้รับการฝึกเต้นแอโรบิกที่มีประสบการณ์และความชำนาญสูง สามารถออกกำลังกายโดยมีความหนักในการออกกำลังกายประมาณ 80-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และออกกำลังกายได้นานถึง 45-60 นาที และเป็นผู้ที่มีทักษะในการเคลื่อนไหวในการเต้นแอโรบิกเป็นอย่างดี

3. แบ่งตามประเภทของการเต้นแอโรบิก

3.1 การเต้นแอโรบิก (Aerobic dance) เป็นการเต้นแอโรบิกที่สามารถปรับความหนักเบาได้ตามสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละคน เป็นการผสมผสานระหว่างการออกกำลังกายที่มีทักษะการเต้นรำ ตลอดจนทักษะการเคลื่อนไหวเบื้องต้นและกายบริหาร โดยใช้ดนตรีหรือจังหวะประกอบในการเต้น

3.2 การเต้นแอโรบิกกับน้ำหนัก (Aerobic dance with weight) เป็นการเต้นแอโรบิกโดยมือถือน้ำหนัก (Hand weight) เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง อดทนของระบบการไหลเวียนเลือด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบน

3.3 การเต้นแอโรบิกกับยางยืด (Aerobic dance with xer-tube) เป็นการเต้นแอโรบิกโดยมือถือยางยืด (xer-tube) ขณะเต้นใช้มือจับปลายสองข้าง ใช้เท้ากดตรงกลาง เพื่อเสริมสร้างอดทนของระบบการไหลเวียนเลือด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบน

3.4 สเตปแอโรบิก (Step aerobics) คือ การสร้างสรรค์การออกกำลังกายจากหลักการก้าวเต้น (Step test) มาประกอบจังหวะการเคลื่อนไหวเป็นการเคลื่อนไหวที่มีความเข้มสูงหรือความหนักของงานสูง แต่มีแรงกระแทกต่ำ การก้าว ขึ้น-ลงบนแท่นสเตปแอโรบิกพร้อมกับจังหวะดนตรี การปรับความหนักเบาของการฝึกเพื่อเพิ่มพละกำลัง ทำได้โดยการเพิ่มระดับความสูงของแท่นและลูกน้ำหนักสำหรับถือ (Hand weight) เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายหลายประการ เช่นเดียวกับการเต้นแอโรบิกที่มีแรงกระแทกสูง (High impact) แต่การก้าวขึ้น-ลงบนแท่นสเตปมีแรงกระแทกเทียบเท่ากับการเต้นแอโรบิกที่มีแรงกระแทกต่ำ (Low impact) จึงลดการเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ ซึ่งเหมาะสำหรับการออกกำลังกายทุกเพศทุกวัย

3.5 แอโรบิกในน้ำ (Aqua aerobic/Hydro-aerobics) คือ การนำหลักการการออกกำลังกายเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพ (Therapeutic exercise) มาใช้กับกลุ่มบุคคลที่ต้องการออกกำลังกาย แต่มีข้อจำกัด คือมีแรงกระแทกต่ำ เพราะการออกกำลังกายในน้ำเป็นการออกกำลังกายที่มีแรงกระแทกต่ำ หรือไม่มีเลย เป็นการนำแรงต้านของน้ำและการลอยตัวในน้ำมาใช้พิ่มความหนักของงาน แต่อย่างไรก็ตามสามารถปรับการออกกำลังกายเพื่อสร้างความหลากหลายให้กับบุคคลทั่วไปที่ต้องการออกกำลังกายในน้ำได้ด้วย

3.6 แจสเซอร์ไซส์ (Jazzercise) คือ กิจกรรมที่มีรากฐานมาจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิก โดยการประยุกต์การเต้นแจส (Jass dance) มาเป็นแบบของการเคลื่อนไหว มักเป็นตัวเลือกใหม่สำหรับผู้ที่เต้นแอโรบิกแบบเดิมมานานที่มีความสามารถในการเคลื่อนไหวพื้นฐานแล้ว ทำให้มีความสนุกสนานท้าทายมากขึ้น

3.7 ฟังค์แอโรบิก (Funk aerobics) เช่นเดียวกับการเต้นแอโรบิกทั่วไปที่มีการนำดนตรีและลักษณะการเคลื่อนไหวที่เป็นฟังค์ (Funky music and funkstep) มาเป็นแบบการเคลื่อนไหวใหม่ที่สร้างสรรค์กิจกรรมให้มีความหลากหลายและท้าทายความสามารถของผู้เข้าร่วมที่มีความต้องการจะออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่เป็นฟังค์ ต่างไปจากการเต้นหรือการเคลื่อนไหวแบบแอโรบิกทั่วไป

3.8 สไลด์แอโรบิก (Slide aerobics/Slide reebox) คือแนวความคิดใหม่ในการเคลื่อนไหวโดยผู้ฝึกจะสวมถุงเท้าพิเศษเคลื่อนไหวไปมาคล้ายกับการเล่นสกี โดยการเคลื่อนไหวนั้นจะเคลื่อนไหวไปในแนวนอนจากซ้ายไปขวา หรือแนวตั้งจากหน้าไปหลัง และจะต้องเคลื่อนไหวบนแผ่น

ลื่นที่สร้างขึ้นมาโดยเฉพาะ กิจกรรมประเภทนี้อยู่ในกิจกรรมแอโรบิกแบบไม่มีแรงกระแทก (Non impact)

3.9 การออกกำลังกายแบบแบบแอโรบิกด้วยการผสมผสานศิลปะของการต่อสู้ (Body Combat / Martial art / Taebo / Muay Thai aerobic / Aerobox) หมายถึงการนำศิลปะในการเคลื่อนไหวของการต่อสู้ เช่น มวย ไอคิโด เทควันโด ยูโด ยูยิตสู เป็นต้น โดยนำลักษณะของการเคลื่อนไหวมาประกอบเสียงเพลง ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของการเคลื่อนไหวที่มีแรงกระแทกต่ำ แรงกระแทกสูง หรือผสมผสานกันก็ได้

ข้อควรระวังเบื้องต้นในการเต้นแอโรบิก การเต้นแอโรบิกให้ปลอดภัยควรปฏิบัติดังนี้ (สุกัญญา พานิชเจริญนาม, 2545)

1. ไม่ฝึกติดต่อกันเป็นเวลานานเกินไปเพราะยังมีคนส่วนมากเข้าใจว่าการฝึกหนักและนานจะได้รับผลดีกว่า

2. ต้องเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคที่ถูกต้อง ไม่ควรฝึกโดยใช้ท่าการเคลื่อนไหวซับซ้อนมากเกินไป

3. ถ้ามีการใช้อุปกรณ์ เช่น ลูกน้ำหนัก หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบการเคลื่อนไหวแล้วจะต้องระมัดระวังให้มากขึ้นด้วย

4. ก่อนการฝึกทุกครั้งจะต้องอบอุ่นร่างกาย (Warm up) ต้องทำการยืดเหยียด (Stretching) ให้เพียงพอ

5. ควรเพิ่มความหนักของงานทีละน้อย

6. ไม่ควรยกน้ำหนักประกอบการเคลื่อนไหวที่หนักเกินไปขณะเต้นแอโรบิกทำให้ควบคุมตัวเองไม่ได้ จะทำให้เกิดการบาดเจ็บ

7. การสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จะต้องสร้างให้มีความสมดุลเพราะถ้าหากกล้ามเนื้อมีความแข็งแรงไม่สมดุลกันแล้วเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บ

8. ขณะเต้นแอโรบิกจะต้องไม่กลั้นหายใจ เพราะการหายใจเข้าออกเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญในการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ และการหมุนเวียนภายในปอด

9. การเต้นแอโรบิกแบบมีแรงกระแทกสูงหรือแรงเกินไป เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บที่ข้อเท้า เข่า และหลัง

10. จะต้องตั้งจุดมุ่งหมายในการออกกำลังกายให้ถูกต้อง ไม่หักโหม หรือหวังผลเร็วเกินไป

ข้อควรปฏิบัติสำหรับผู้เต้นแอโรบิก (สุกัญญา พานิชเจริญนาม, 2545)

1. เขียนข้อควรปฏิบัติในการออกกำลังกาย พฤติกรรมการมีสุขภาพดี และวิธีการติดตามผลการออกกำลังกายว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

2. เขียนจุดมุ่งหมายในการออกกำลังกายทั้งระยะสั้นและระยะยาวพร้อมทั้งหาเพื่อนที่มีจุดมุ่งหมาย และมีระดับสมรรถภาพใกล้เคียงกันร่วมออกกำลังกาย หรือบุคคลในครอบครัวให้การสนับสนุนในการออกกำลังกาย

3. ควรเลือกกิจกรรมที่ชอบและสามารถช่วยให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายได้ และเข้าร่วมทันที

4. ออกกำลังกายอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์

5. หมั่นตรวจร่างกายตัวเองเมื่อต้องการเพิ่มความหนัก โดยไม่เพิ่มความหนักเร็วเกินแรงเกิน หรือนานเกิน

6. อย่าให้ความรู้สึกที่ว่าตัวเองเคลื่อนไหวไม่ดำให้หมดกำลังใจที่จะออกกำลังกาย โดยเปรียบเทียบความสามารถในการเต้นแอโรบิกกับคนอื่น

7. สวมเสื้อผ้าที่เหมาะสม สบาย ในการออกกำลังกาย และที่สำคัญคือ รองเท้าจะต้องเหมาะสมกับการออกกกำลังกายด้วย

8. ควรออกกำลังกายหลังการรับประทานอาหารประมาณ 2 ชั่วโมง หรืออย่างน้อยประมาณ 1 ชั่วโมงก่อนอาหาร

9. ควรมีความอดทน อย่าคาดหวังผลเร็วเกินไป

10. ระวังอาการที่แสดงถึงการออกกำลังกายหนักเกิน เช่น การหายใจติดขัด เวียนศีรษะ การปวดเสียดและแน่นหน้าอก การเจ็บปวดกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อขาดการควบคุม หรือการเบื่ออาหารอย่างรุนแรง หากมีอาการเหล่านี้ควรหยุดออกกำลังกาย และพบแพทย์ทันที

การบาดเจ็บจากการเต้นแอโรบิก (สุกัญญา พานิชเจริญนาม, 2545)

การบาดเจ็บจาการออกกำลังกายด้วยการเต้นแอโรบิกนั้น คล้ายกับการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายชนิดอื่น ๆ จะเห็นว่าการเต้นแอโรบิกมีอันตรายน้อยกว่า แต่ถ้าปฏิบัติไม่ถูกวิธีก็อาจจะเกิดอันตรายได้ การเต้นแอโรบิกเป็นการออกกำลังกายที่แพร่หลาย รูปแบบการเคลื่อนไหวที่มักพบในการเต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกสูง (High impact) จะมีการเคลื่อนไหวแบบกระโดดอย่างต่อเนื่องไปด้านหน้า (Bouncing) การกระโดดขาเดียว และการกระโดดสองขา (Jumping) เป็นหลักซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดแรงซ้ำ ๆ ตั้งแต่กระดูกขาถึงกระดูกสันหลัง ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่

1. พื้นห้อง (Dance floor) พื้นห้องที่มีลักษณะแข็ง ไม่มีความยืดหยุ่น อากาศไม่สามารถผ่านเข้าออกได้ เช่น พื้นคอนกรีต จะส่งผลทำให้แรงกระแทกจากการเคลื่อนไหวไปยังข้อต่อต่าง ๆ เช่น ข้อเท้า เข่า และสะโพกเกิดการบาดเจ็บ พื้นห้องสำหรับเต้นแอโรบิกดานซ์ที่ดีควรเป็นพื้นที่มีความยืดหยุ่นพอดี และไม่ลื่น เพราะองค์ประกอบเหล่านี้ช่วยให้การเคลื่อนไหวมีความมั่นคง

2. รองเท้า (Shoes) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญเช่นเดียวกับพื้นห้องในการที่จะช่วยป้องกันและลดแรงกระแทกที่เกิดขึ้นขณะเคลื่อนไหว ซึ่งมีผลต่อเนื่องในการป้องกัน หรือลดการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นกับเท้า ข้อเท้า เข่า แต่ข้อต่อสะโพกได้ รองเท้ากีฬาที่ใช้วิ่ง หรือใช้ในสนามกีฬาอื่น ๆ สามารถนำมาใช้กับแอโรบิกดานซ์ได้

3. ความบ่อย ระยะเวลาและการซ้ำท่าการออกกำลังกาย (Frequency,duration and repetition of movement) การเลือกท่าการออกกำลังกายหากมีการทำซ้ำ หรือใช้บ่อย หรือทำนานเกินไป ทำให้กล้ามเนื้อมัดนั้น ๆ ทำงานมากเกินไป อาจทำให้กล้ามเนื้อพัฒนาผิดส่วน ไม่สมดุล หรืออาจทำให้เกิดการบาดเจ็บได้

4. เทคนิคการเคลื่อนไหวไม่ถูกต้อง (Poor form of movements) ในแต่ละท่าและในทุกขั้นตอน เช่น ความสำคัญและเทคนิคในการอบอุ่นร่างกาย และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแต่ละมัด รวมทั้งเทคนิคที่สำคัญในการเคลื่อนไหว ครูผู้ฝึกต้องทราบและเน้นย้ำเทคนิคการเคลื่อนไหวโดยตรงหรือโดยทางอ้อมโดยการแสดงแบบการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง และทุกคนมีโอกาสได้ปฏิบัติ

5. ครูผู้ฝึก (Exercise leader) ขาดความรู้หรือเทคนิคในการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง ซึ่งการเคลื่อนไหวที่ไม่ถูกต้องนั้นเป็นสาเหตุทำให้เกิดการบาดเจ็บทันที หรือเกิดการบาดเจ็บสะสม

6. ขาดความเข้าใจในท่าการเคลื่อนไหว (Poor techniques) เทคนิคการเคลื่อนไหวที่ไม่ดีหรือไม่เหมาะสมอาจเป็นอันตรายได้ ทั้งการเลือกท่าการเคลื่อนไหวควรพิจารณาจากระดับสมรรถภาพ เพศ วัย และความต้องการในการออกกำลังกาย ดังนั้น ทั้งครูผู้ฝึกและผู้เต้นควรมีความเข้าใจการเคลื่อนไหวเทคนิคท่า และข้อควรระวังขณะเคลื่อนไหวอย่างดี นอกจากนี้รวมถึงความเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของการเต้นแอโรบิกซึ่งสามารถป้องกันการบาดเจ็บ เพราะฉะนั้นครูฝึกที่ดีควรมีความรู้ความเข้าใจถึงการเคลื่อนไหวในการเต้นแอโรบิก และสามารถแยกแยะท่าทางต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับผู้เข้าฝึกเพื่อให้ผู้ฝึกได้รับประโยชน์มากที่สุด

การปฐมพยาบาลการบาดเจ็บ

หากมีการตรวจสุขภาพก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมแอโรบิกดานซ์แล้วนั้น การบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุที่เกิดมักจะเป็นการบาดเจ็บที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อและกระดูก (Musculoskeletal) ที่เกิดจากการใช้งานเกิน (Overused syndrome) หากทิ้งไว้อาจจะทำให้เกิดการบาดเจ็บฉับพลัน ดังนั้นการปฐมพยาบาลการบาดเจ็บ หรือมีอุบัติเหตุให้ปฐมพยาบาลตามหลัก "RICE" เมื่อมีอาการปวดหรือบวม

Rest = พัก ให้หยุดพักหรือพักการใช้อวัยวะส่วนนั้น รวมทั้งการปรับเปลี่ยนกิจกรรมจนกว่าการบาดเจ็บนั้นหายไป เช่น เลิกใช้ลูกน้ำหนัก เมื่อเท้าหรือขาเจ็บ หรือพักการเหวี่ยงแขน เมื่อไหล่เจ็บขณะเต้นแอโรบิก

Ice = การใช้ความเย็นหรือน้ำแข็งประคบทันที ประมาณ 20-30 นาที หากมีการปวดบวมและประคบต่อไปในช่วง 48-72 ชั่วโมงหลังการบาดเจ็บ

Compression = การใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยรัดหรือพยุงอวัยวะส่วนนั้นไม่ให้เคลื่อนไหว เช่น การใช้ผ้าพัน หรือหากเป็นแผลเปิด รวมถึงการใช้เชือกรัดเพื่อหยุดเลือด

Elevation = ยกส่วนที่ได้รับการบาดเจ็บนั้นให้สูงกว่าระดับหัวใจ โดยให้นักกีฬาอยู่ในลักษณะที่สบาย เพื่อให้การไหลกลับของเลือดดำสู่หัวใจดีขึ้นซึ่งมีผลที่จะลดการบวมรอบบริเวณที่ได้รับการบาดเจ็บ

การกลับเข้าร่วมกิจกรรมได้นั้นควรรอจนอาการเจ็บนั้นหายไปหรือได้รับการรับรองจากแพทย์

ขั้นตอนของการฝึกการเต้นแอโรบิก

ผู้นำการฝึกกายบริหารที่ดีนั้น จะต้องมีบุคลิกลักษณะดีและจะต้องเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายดี รวมทั้งมีเทคนิคในการที่จะทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเกิดความสนุกสนานและไม่รู้สึกเบื่อหน่าย แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm up)
2. ช่วงแอโรบิก (Aerobic workout)
3. ช่วงผ่อนคลายกล้ามเนื้อ หรือลดงานเพื่อปรับสภาพ (Cool down)

ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm up)

ช่วงอบอุ่นร่างกาย หมายถึง ช่วงของการเตรียมร่างกายให้พร้อมที่จะทำงานหนัก เป็นการเพิ่มอุณหภูมิภายในร่างกาย เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อให้เลือดไหลเวียนไปยังกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ เป็นการเตรียมการเพื่อเพิ่มอัตราการแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างเลือดและกล้ามเนื้อ รวมทั้งเป็นการเตรียมข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกาย เตรียมกล้ามเนื้อให้มีความยืดหยุ่นพร้อมที่จะทำงาน เป็นการป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นได้ ใช้เวลา 5-10 นาที ดนตรีที่ใช้ควรมีจังหวะระหว่าง 135-140 จังหวะต่อนาที (Beat per minute: BPM)

ช่วงแอโรบิก (Aerobic workout)

ช่วงแอโรบิก หมายถึง ช่วงที่จะพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจและปอดตลอดจนเป็นการเผาผลาญไขมันใต้ผิวหนัง และเป็นการพัฒนากล้ามเนื้อมัดต่าง ๆ ให้มีความแข็งแรงสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นช่วงการจัดกิจกรรมให้มีระดับที่สามารถคงสภาพ

ของกล้ามเนื้อ รวมทั้งพัฒนาให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของแต่ละบุคคล และบรรลุตามอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมายที่กำหนด ใช้เวลา 20-40 นาที ดนตรีที่ใช้ควรมีจังหวะระหว่าง 140-160 จังหวะต่อนาที

ช่วงผ่อนคลายกล้ามเนื้อ หรือลดงานเพื่อปรับสภาพ (Cool down)

ช่วงผ่อนคลายกล้ามเนื้อ หรือลดงานเพื่อปรับสภาพ หมายถึง การบริหารอย่างช้า ๆ เพื่อให้กล้ามเนื้อที่พึ่งทำงานหนักค่อย ๆ ผ่อนคลาย รวมทั้งปรับการทำงานของหัวใจให้เข้าสู่สภาวะปกติ ในขั้นนี้จะเน้นการหายใจ เข้า-ออกอย่างช้าๆ ทำให้ร่างกายรู้สึกสบายและผ่อนคลายกล้ามเนื้อลง ท่าที่ใช้ควรเป็นท่าที่มีการเคลื่อนไหวมุมกว้าง ยืดเหยียดกล้ามเนื้อออกไปและเป็นกิจกรรมที่เบา ใช้เวลา 5-10 นาที ดนตรีที่ใช้ควรมีจังหวะระหว่าง 155-140 จังหวะต่อนาที

การเลือกเพลงหรือดนตรีที่ใช้ในการเต้นแอโรบิก

การเลือกเพลงหรือดนตรีที่ใช้ในการเต้นแอโรบิก นับว่ามีความสำคัญต่อการเต้นแอโรบิก ซึ่งเพลงและดนตรีนั้นมีบทบาทที่ทำให้เกิดความสนุกสนานต่อการเต้นแอโรบิก ควรเป็นเพลงที่มีความต่อเนื่อง มีจังหวะแน่น มีความเร็วเหมาะสมในแต่ละขั้นตอน เป็นเพลงที่ทันสมัย มีความสนุกและเหมาะสมกับความสนใจของผู้ออกกำลังกาย

ปัจจุบันเทปเพลงสำหรับเต้นแอโรบิกมีการจัดจำหน่ายในต่างประเทศ เช่น ออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกา เพราะทั้ง 2 ประเทศ มีสมาคมดูแลเกี่ยวกับมาตรฐานของครูฝึก หรือผู้นำเต้นแอโรบิก เพลงแต่ละเพลงจะมีจังหวะช้าเร็วต่างกัน มีจังหวะบังคับใน 1 นาทีที่แตกต่างกัน มีจังหวะเร็วหรือช้าแตกต่างกันในแต่ละขั้นตอนของการเต้นแอโรบิก เทปเพลงที่บันทึกขายในต่างประเทศนั้นจะระบุชื่อเพลง และความเร็วของเพลงต่อนาที (BPM) ไว้ที่ตลับเทปหรือซีดี การนับจังหวะเพื่อหาความเร็วของเพลงนั้น จะนับจากจังหวะเสียงหนัก (Base) ว่ามีกี่จังหวะต่อนาที

การเลือกเพลงและระดับความเร็วของจังหวะดนตรีที่ใช้ในการเต้นแอโรบิก (Lexic. W.,1992)

แบบการฝึกเต้นแอโรบิก	ระดับจังหวะของดนตรี
การอบอุ่นร่างกาย	130 – 138
แบบแรงกระแทกต่ำ	136 – 148
แบบแรงกระแทกต่ำผสมแรงกระแทกสูง	145 – 165
แบบการฝึกกล้ามเนื้อ	70 – 132
แบบเสริมสร้างสัดส่วน	70 – 132
การก้าวขึ้น – ลง	118 – 122
การผ่อนคลายกล้ามเนื้อ	น้อยกว่า 120

เพื่อให้การเต้นในช่วงต่างๆต่อเนื่อง ผู้นำควรบันทึกเพลงให้ต่อเนื่อง โดยไม่ต้องเสียเวลาสลับเทปหรือซีดี

สุกัญญา พานิชเจริญนาม (2545) ได้แนะนำเกี่ยวกับหลักการเต้นแอโรบิกไว้ว่าการเต้นแอโรบิกควรยึดหลัก "FFITT" ดังนี้

1. "Fun" (F = สนุกสนาน ท้าทายความสามารถ) หลักการที่สำคัญในการเต้นแอโรบิก คือ ต้องเป็นกิจกรรมที่มีความสนุกสนาน ท้าทายความสามารถ ไม่น่าเบื่อ มีความหลากหลาย เหมาะกับความต้องการเพศวัยและระดับสมรรถภาพที่สำคัญที่สุดคือการให้ผู้ออกกำลังกายติดการออกกำลังกายและการออกกำลังกายเป็นประจำ มีความสนุกสนานและบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

2. "Frequency" (F = ความบ่อย) คือ อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ และอย่างมาก 6 วันต่อสัปดาห์ โดยพัก 1 วันต่อสัปดาห์ การเต้นแอโรบิก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ จะให้ผลดีต่อการไหลเวียนเลือดและคงสภาพความสามารถของร่างกายแต่ไม่มีผลในการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในร่างกาย เช่น ความดันเลือด ระดับคอเลสเตอรอล ดังนั้นเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ จึงควรออกกำลังกายอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์

3. "Intensity" (I = ความหนักของงาน) ความหนักของการออกกำลังกายจะใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวบ่งชี้ โดยใช้สูตรของคาร์โวเนน (Karvonen formula) ในการคำนวณหาอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมายหรือความหนักของงานเป้าหมาย (Target heart rate,THR) ตามระดับสมรรถภาพและอายุของบุคคลนั้น การหาความหนักของงานที่เหมาะสมในการออกกำลังกาย เพื่อเกิดประโยชน์สูงสุดของการออกกำลังกายอยู่ระหว่าง 60-85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

4. "Time" (T = ระยะเวลา) คือระยะทางการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของแต่ละบุคคลจะใช้เวลาตั้งแต่ 10-60 นาที โดยระดับความหนักของงานอยู่ระหว่าง 70-85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

I23858938

5. "Type" (T = ชนิด) มีหลากหลายชนิด เช่น เดิน วิ่ง ปั่นจักรยาน เต้นแอโรบิก กระโดดเชือก ปีนเขา และสกี เป็นต้น

สรุปการออกกำลังกายแบบแอโรบิก และแอโรบิกดานซ์

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) เป็นการออกกำลังกายที่ต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อสันดาปอาหารให้เป็นพลังงาน

การเปลี่ยนแปลงหลังจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิก คือ ระบบหัวใจและหลอดเลือด กล้ามเนื้อ ตลอดจนการทำงานของระบบอวัยวะต่างๆ

การเต้นแอโรบิกจะมีลักษณะการเคลื่อนไหวต่อเนื่อง ทั้งแขนและขาผสมผสานกันตามจังหวะดนตรีอย่างสนุกสนาน เป้าหมายสำคัญคือ ระบบหัวใจและหลอดเลือดทำงานได้เต็มที่ คือ 65-85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยใช้เวลาการเคลื่อนไหวต่อเนื่องนาน 20-30 นาทีเป็นอย่างน้อย

3. ศิลปะมวยไทย

มวยไทยเป็นกีฬาประเภทบุคคลที่กำลังแพร่หลายและได้รับความสนใจระดับนานาชาติ และกำลังพัฒนาขึ้นเป็นกีฬาสากลอยู่ในขณะนี้ หลักการและวัตถุประสงค์อันเป็นเนื้อแท้ของมวยไทย คือ มุ่งบริหารร่างกายและจิตใจให้เกิดความกลมกลืนมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งกระบวนท่าเคลื่อนไหวของมวยไทยสมัยก่อนสะท้อนมาจากวรรณคดีแทบทั้งสิ้น โดยเฉพาะวรรณคดีเรื่องรามเกียรติ์ที่ทั่วโลกรู้จักกันในนาม รามายณะ ซึ่งคู่มวยโบราณรุ่นแรก ๆ มีความซาบซึ้งต่อวรรณคดีเป็นอย่างมากจึงเป็นที่มาของท่ามวยไทยและชื่อเหตุการณ์ตอนต่าง ๆ ของรามเกียรติ์ได้อย่างต่อเนื่องและลงตัว

มวยไทยเป็นเกมกีฬาแห่งการต่อสู้ป้องกันตัว ช่วยส่งเสริมศิลปะในการแสดงออกถึงความกล้าหาญ ความอดทน การรู้จักควบคุมตนเอง และที่สำคัญที่สุด คือ การสร้างกติกามารยาทที่บ่งบอกถึงความเคารพต่อตนเองและผู้อื่น โดยสามารถทำให้สังคมขนาดเล็กและใหญ่อยู่ร่วมกันอย่างมั่นคง เพราะมนุษย์หากขาดมารยาทขั้นพื้นฐานก็จะไม่เหลือสิ่งดีงามใด ๆ ในสังคมเลย

การต่อสู้ด้วยมือเปล่าหรือมวยเป็นการต่อสู้ของมนุษย์ทั่ว ๆ ไปทั้งโลกที่ต่อสู้กันโดยใช้พละกำลังและอวัยวะของร่างกายเป็นอาวุธเป็นการต่อสู้โดยธรรมชาติของมนุษย์ พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542:837) ได้ให้ความหมายของคำว่า "มวย คือ การชกกันด้วยหมัด" และให้ความหมายของมวยไทยไว้ว่า "มวยไทย คือ กีฬาชกมวยบนเวทีที่มีกติกา ยอมให้คู่ชกใช้เท้า ศอก และเข่าได้" ในอีกความหมายหนึ่ง มวยในภาษาไทยโบราณมีความหมายว่า หนึ่งเดียวหรือการม้วนผมที่ยาว โดยการรวบให้เข้ากันเป็นกลุ่ม มวยจึงอาจหมายถึง การรวมพลังกาย พลังใจ และพลังปัญญาให้เป็นหนึ่งเดียว ทำให้นักมวยเกิดความคล่องแคล่ว ว่องไว สามารถเผชิญกับคู่ต่อสู้ได้

ในภาษาสันสกฤต มวย หมายถึง การผูก หรือรวมกันเป็นกลุ่มในลักษณะของการผูกรัด หรือมัดเข้าด้วยกัน ซึ่งถ้ามองภาพของมวยจะเห็นว่า การกำหมัดเป็นการมัด หรือรวมนิ้วมือไว้ด้วยกัน หรือ การเข้ากอดปล้ำคู่ต่อสู้จะมีลักษณะที่เป็นการมัดหรือรัดเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ลักษณะของการผูกหรือมัดยังปรากฏในการแต่งกายของมวยไทย เช่น ผูกหมัด (คาดหมัด) ผูกศีรษะ (การสวมมงคล) ผูกแขน (การผูกผ้าประเจียด) และประการสุดท้ายคือการผูกใจโดยใช้คาถาอาคมเป็นสื่อในการรวมพลังกายและพลังใจให้เป็นหนึ่งเดียว

มวยไทยแตกต่างจากมวยชาติอื่นที่สามารถใช้อาวุธในร่างกายได้ทั้งหมด 9 ส่วน โบราณจึงเรียกว่า "นวอาวุธ" คือ หมัด 2 หมัด, เท้า 2 เท้า, เข่า 2 เข่า, ศอก 2 ศอก และศีรษะ อวัยวะทั้ง 5 นี้สามารถนำมาประกอบเป็นเท่าป้องกันตัวได้ถึง 108 วิธี ดังนี้ ศีรษะ 1 ส่วน ใช้ได้ 6 วิธี, มือ 2 ส่วน ใช้ได้ 24 วิธี, ศอก 2 ส่วน ใช้ได้ 30 วิธี, เข่า 2 ส่วน ใช้ได้ 12 วิธี และเท้า 2 ส่วน ใช้ได้ 36 วิธี อาจารย์เขตร ศรียาภัย ได้กล่าวไว้ว่า การต่อสู้ของไทยนั้นมีพิษสงรอบตัว คนไทยต่อสู้โดยใช้หัวขวิด ปากกัด ตีนเตะ ถีบเหน็บ มือตะปบ ตบต่อย ทุบ และศอกถอง ฟันสับ ส้นเดือย เข่ากระทุ้ง ก้นกระแทก บ่าแบก ทุ่ม ล้มทับจับหัก ควักนัยน์ตา ผ่าลูกหมาก ลักษณะการต่อสู้แบบนี้เรียกว่า "พันลำ" ซึ่งแปลว่า รอบด้าน ลักษณะการเคลื่อนที่ของมวยไทยมีลักษณะเฉพาะคือให้ความสำคัญกับการ "เคลื่อนเท้า" หรือ "สืบเท้า" เป็นอย่างมาก นักมวยไทยจะต้องฝึก "การย่างสามขุม" ให้ชำนาญซึ่งประกอบด้วยการย่ำเหยาะและการก้าวย่างที่ถูกต้อง ท่าย่างสามขุมที่สมบูรณ์ที่สุดจะสามารถใช้ในการหลบหลีกหรือการรับและแปลงเป็นท่ารุกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากเรื่องของเท้าแล้วต่อไปเป็นเรื่องของการวางหมัดที่ คนไทยเรียกว่า การจรดมวย ท่าจรดจะประกอบไปด้วยเหลี่ยมและวงเหลี่ยมคือการตะแคงตัว วงคือการตั้งแขนวางหมัด การจรดเหลี่ยมมวยเป็นไปตามความถนัดของผู้ฝึกแต่มีหลักว่าต้องเบี่ยงตัวให้บางเป็นเป้าเล็ก โดยเบี่ยงหลบคู่ต่อสู้ในลักษณะที่สามารถป้องปัด หลบหลีก สืบถอยได้คล่องแคล่วไม่เสียหลัก

คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ (2540) โพธิ์สวัสดิ์ แสงสว่าง (2522) และสุจิตรา สุคนธทรัพย์ (2540) ได้ให้ความสำคัญของมวยไทยไว้ ดังนี้

1. มวยไทยสำคัญต่อบุคคล มวยไทยช่วยพัฒนาบุคคลในด้านสมรรถภาพทางร่างกาย ได้แก่ ความแข็งแรง คล่องแคล่วว่องไว อดทน อารมณ์ สังคม ด้านสมรรถภาพทางจิตใจ ได้แก่ ความเข้มแข็ง ความอดทน ความมีสติ ความสามารถในการแก้ปัญหา การมีไหวพริบ และด้านจิตวิญญาณ ได้แก่ ความรักชาติ ความภูมิใจในความเป็นไทย

2. มวยไทยสำคัญต่อชุมชนและสังคม มวยไทย เป็นกิจกรรมที่ใช้เพื่อการป้องกันตัวซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในสังคมปัจจุบัน นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการออกกำลังกายที่สามารถจัดเป็นกิจกรรมออกกำลังกายแบบเฉพาะบุคคล และออกกำลังกายแบบกิจกรรมกลุ่มเพื่อความสัมพันธ์อันดีระหว่างคนในชุมชน

3. มวยไทยสำคัญต่อประเทศชาติ มวยไทย มีส่วนสำคัญในการดำรงเอกราชของชาติไทย ตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งถือได้ว่าเป็นเอกลักษณ์และเป็นวัฒนธรรมประจำชาติที่มีค่าสำหรับประเทศชาติ ปัจจุบันมวยไทยแพร่หลายเป็นที่นิยมกันในต่างประเทศทั้งใน เอเชีย ยุโรป อเมริกา ทำให้ชาวต่างชาติรู้จักคนไทยยกย่องในความสามารถด้านมวยไทยและสนใจเรียนมวยไทยมากขึ้น นับได้ว่าเป็นการเผยแพร่วัฒนธรรมไทยด้านศิลปะการต่อสู้ป้องกันตัวให้เป็นที่รู้จักไปทั่วโลก

นอกจากความสำคัญดังกล่าวแล้ว สุจิตรา สุคนธทรัพย์ (2540) ยังวิจัยพบว่า การเรียนเกี่ยวกับการต่อสู้ป้องกันตัวแบบไทยทั้งการใช้มือเปล่าคือมวยไทย และการใช้อาวุธคือกระบี่กระบอง สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะของความเป็นผู้มีกตัญญูกตเวที มีขันติ (เข้มแข็ง อดทน) มีวิริยะ (ความเพียร ความกล้าหาญ) มีความสามัคคี และมีอุเบกขา รวมเรียกคุณลักษณะนี้ว่า "สุนทรียธรรม" อันนับว่าเป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของคนในสังคมไทย

ศิลปะการต่อสู้ป้องกันตัวมวยไทยนั้น นอกจากจะใช้เพื่อการต่อสู้ป้องกันตัวแล้วยังสามารถนำทักษะมวยไทยมาจัดเป็นชุดกายบริหารเพื่อใช้ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย (กรมพลศึกษา,ม.ป.ป.) ได้ออกแบบท่ากายบริหารชุดแม่ไม้มวยไทยทั้งท่าเดี่ยวและท่าคู่ เพื่อใช้ในการออกกำลังกายในโรงเรียนระดับประถมศึกษา โดยเลือกท่าหลักที่สำคัญมาใช้สำหรับท่ากายบริหารท่าเดี่ยว ดังนี้

การใช้หมัด ประกอบด้วย หมัดตรง หมัดตวัด หมัดเสย หมัดงัด ฯลฯ

การใช้เท้า ประกอบด้วย เตะตรง เตะเฉียง เตะตัด เตะตวัด (เตะก้านคอ) เตะกลับ (จระเข้ฟาดหาง) รวมทั้งการถีบ ฯลฯ

การใช้เข่า ประกอบด้วย เข่าตรง เข่าเฉียง เข่าโค้ง เข่าลอย ฯลฯ

การใช้ศอก ประกอบด้วย ศอกตี ศอกตัด ศอกงัด ศอกฟุ่ง ศอกกระทุ้ง ศอกกลับ ฯลฯ

โดยการฝึกท่ากายบริหารนี้จะนับ 4 จังหวะ สำหรับท่าเดี่ยวแต่ละท่าจะทำทั้งซ้ายขวา รวมเป็น 8 จังหวะ

การเคลื่อนไหวด้วยกายบริหารท่าแม่ไม้มวยไทย เป็นการออกกำลังกายอีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้ระบบการทำงานของกล้ามเนื้อเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวในลักษณะเหยียดออก งอเข้าและทำให้เกิดการเกร็งของกล้ามเนื้อ ซึ่งลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อดังกล่าวนี้เป็นลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีการเปลี่ยนแปลงความยาว (Isotonic contraction) และไม่มีการเปลี่ยนแปลงความยาว (Isometric contraction) (คณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2532)

การใช้หมัด ลักษณะการเคลื่อนไหวใช้กล้ามเนื้อหัวไหล่และกล้ามเนื้อแขนเป็นส่วนสำคัญ นอกจากนั้นระบบกระดูกและระบบต่าง ๆ ของร่างกายเป็นส่วนประกอบที่ช่วยประสานงานในการเคลื่อนไหว

การใช้เท้า ลักษณะการเคลื่อนไหวใช้กล้ามเนื้อสะโพกและกล้ามเนื้อต้นขาเป็นส่วนสำคัญ นอกจากนั้นระบบกระดูกและระบบต่าง ๆ ของร่างกายเป็นส่วนประกอบที่ช่วยประสานงานในการเคลื่อนไหว

การใช้เข่า ลักษณะการเคลื่อนไหวใช้กล้ามเนื้อสะโพกและกล้ามเนื้อต้นขาเป็นส่วนสำคัญ นอกจากนั้นระบบกระดูกและระบบต่าง ๆ ของร่างกายเป็นส่วนประกอบที่ช่วยประสานงานในการเคลื่อนไหว

การใช้ศอก ลักษณะการเคลื่อนไหว ใช้กล้ามเนื้อหัวไหล่และกล้ามเนื้อแขนเป็นส่วนสำคัญ นอกจากนั้นระบบกระดูกและระบบต่าง ๆ ของร่างกายเป็นส่วนประกอบที่ช่วยประสานงานในการเคลื่อนไหว

สรุปศิลปะมวยไทย

มวยไทย คือ กีฬาชกมวยบนเวทีที่มีกติกา ยอมให้คู่ชกใช้เท้า ศอก และเข่าได้ มวยในภาษาไทยโบราณมีความหมายว่า หนึ่งเดียวหรือการม้วนผมที่ยาว โดยการรวบให้เข้ากันเป็นกลุ่ม มวยจึงอาจหมายถึง การรวมพลังกาย พลังใจ และพลังปัญญาให้เป็นหนึ่งเดียว

มวยไทยแตกต่างจากมวยชาติอื่นที่สามารถใช้อาวุธในร่างกายได้ทั้งหมด 9 ส่วน โบราณจึงเรียกว่า "นวอาวุธ" คือ หมัด 2 หมัด, เท้า 2 เท้า, เข่า 2 เข่า, ศอก 2 ศอก และศีรษะ

4. สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness)

สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการควบคุมสั่งการให้ร่างกายปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ มีประสิทธิภาพ (Efficiency) เหมาะสมกับปริมาณและเวลาโดยไม่ทำให้เกิดปัญหาต่อร่างกายซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการบ่งบอกถึงความมีสุขภาพที่สมบูรณ์ สิ่งที่แสดงให้เห็นว่า บุคคลที่ร่างกายมีความฟิตเมื่อเผชิญกับเหตุการณ์ที่ปกติและไม่ปกติในชีวิตประจำวัน พวกเขาสามารถฝ่าฟันปัญหาและอุปสรรคได้เป็นอย่างดี ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ โดยไม่มีความเหนื่อยล้าที่มากเกิน และยังคงมีพลังงานเหลือพอสำหรับการใช้เวลาว่างและกิจกรรมนันทนาการ

สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพ (Health-related physical fitness)(สุชาติ โสมประยูร,2542)

ในคนทั่วไปที่ต้องการมีสุขภาพที่ดี ไม่จำเป็นที่จะต้องออกกำลังกายหรือการฝึกที่เข้มข้น (Intensity exercise) เหมือนอย่างนักกีฬา วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (American College of Sports Medicine:ACSM) แนะนำว่าให้ออกกำลังกายด้วยความเข้มข้นปานกลาง (Moderate intensity) เป็นเวลา 30 นาทีทุกวันซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ดังนั้นสุขภาพจึงมี

ความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางกายเนื่องจากมีความเกี่ยวโยงถึงความสามารถของหัวใจ หลอดเลือด ปอด และกล้ามเนื้อที่จะบรรลุภารกิจประจำวันตามแต่โอกาส โดยไม่ได้คาดหวังว่าร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลง เช่น เกิดความเหนื่อย เพลีย หรือไม่สะดวก ตรงกันข้ามกลับมีพลังงานสำรองที่จะทำงานได้ตลอดวันตามความต้องการและทำได้มากกว่า ซึ่งสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ มีดังนี้

1. องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ปริมาณของเนื้อเยื่อไขมันของร่างกายที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อเยื่ออื่น ๆ ในร่างกาย การคำนวณหาปริมาณไขมันหรือจำนวนเปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งหมดในแต่ละส่วนของร่างกายโดยเทียบกับน้ำหนักตัว และปริมาณมวลสารอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ไขมันซึ่งส่วนใหญ่เป็นกล้ามเนื้อและกระดูก โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์วัดที่เรียกว่า สกินโฟลด์ คาลิปเปอร์ (Skinfold caliper)

2. ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและปอด (Cardiorespiratory endurance) เป็นองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่มีความสำคัญมาก ระบบการไหลเวียนเลือดและการหายใจจะเกี่ยวข้องกับหัวใจ ปอด ทั้งสองระบบนี้มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างและหน้าที่ด้วยกัน กล่าวคือ กล้ามเนื้อหัวใจทำหน้าที่สูบฉีดเลือด เพื่อขนส่งออกซิเจนและสารอาหารไปให้แก่เซลล์ทั่วร่างกาย ส่วนปอดจะนำคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และผลผลิตของเสียขับออกไปจากร่างกาย การออกกำลังกายเพื่อพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนและปอด หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) ได้แก่ การวิ่งเหยาะ ว่ายน้ำ ปั่นจักรยานเต้นแอโรบิก และการเดิน การออกกำลังกายเหล่านี้สามารถพัฒนาความสามารถของบุคคลในการทำงานประจำวันหรือภารกิจของนักกีฬาที่มีประสิทธิภาพโดยปราศจากการเหนื่อยล้ามากเกินความเหนื่อยล้าเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บบ่อย ๆ ได้

3. ความแข็งแรง (Strength) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อกลุ่มหนึ่งที่พยายามออกแรงต้านภายนอก หรือออกแรงยกน้ำหนัก เช่น การดันพื้น (Push up) เป็นต้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะมีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตและภาวะความเป็นอยู่ที่ดี (Quality of life and well-being) ความแข็งแรงจะเกิดขึ้นได้ในภาวะที่กล้ามเนื้อทำงาน (หดตัว) ในรูปแบบที่แตกต่างกัน ดังนั้น การฝึกหรือออกกำลังกล้ามเนื้อเพื่อให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงนั้นต้องอาศัยหลักการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมตริก (Isometric; เป็นการพัฒนาความตึงในกล้ามเนื้อแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ) การทำงานของกล้ามเนื้อแบบคอนเซนตริก (Concentric; ความยาวของกล้ามเนื้อมีการหดตัวสั้นลง เช่น การงอแขนขณะยกดัมเบลล์) กล้ามเนื้อทำงานแบบเอกเซนตริก (Eccentric; ความยาวกล้ามเนื้อยืดยาวออกมากกว่าขณะพัก เช่น การเหยียดแขนออกขณะยกดัมเบลล์ การทำงานของกล้ามเนื้อแบบนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อมากที่สุด) และกล้ามเนื้อทำงานแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic; กล้ามเนื้อหดตัวด้วยความเร็วที่คงที่

มุมต่าง ๆ กันต้องอาศัยเครื่องมือและอุปกรณ์พิเศษซึ่งมีราคาแพง เช่น ไซเบ็กซ์ (Cybex) นอติลุส (Nautilus) การฝึกกล้ามเนื้อแบบนี้ถือได้ว่า เป็นการฝึกที่ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงสูงสุด) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจึงเป็นปัจจัยสำคัญของความมีสุขภาพดีรวมไปถึงนักกีฬาที่ต้องมีความแข็งแรงเป็นพื้นฐานในการฝึกกีฬาแต่ละชนิด ทั้งนี้เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นจากกิจกรรมทางกาย

4. ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงได้ซ้ำ ๆ กันได้นานพอ ในคนที่มีความฟิตสามารถเคลื่อนที่ซ้ำ ๆ กันได้เป็นเวลานาน โดยไม่มีความเหน็ดเหนื่อย เช่น ในการดันพื้น (Push up) ของบุคคลหนึ่งสามารถทำได้ในหนึ่งนาทีขณะเดียวกันก็ถือว่าบุคคลนั้นมีความแข็งแรงเป็นอย่างดี อย่างที่เรียกกันว่าเป็นความแข็งแรงแบบอดทน (Endurance strength) ในชีวิตประจำวันคนเราจะมีกิจกรรมทางกายอยู่ตลอดเวลา การเคลื่อนไหวติดต่อกันเป็นเวลานานพอสมควร เช่น การเดิน การปั่นจักรยาน ว่ายน้ำ และวิ่งเหยาะ เป็นต้น กิจกรรมเหล่านี้ก็ถือว่าเป็นกิจกรรมแอโรบิกที่ส่งเสริมการพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและปอดด้วยเช่นเดียวกัน องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพทั้งสองจึงมีความสัมพันธ์กันในการที่ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายอันเป็นรากฐานของสุขภาพที่ดี

5. ความอ่อนตัว (Flexibility) เป็นความสามารถของข้อต่อที่จะเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Range of motion) ซึ่งส่งผลต่อความยาวของกล้ามเนื้อโครงสร้างของข้อต่อและปัจจัยอื่น ๆ ในคนที่มีความฟิตสามารถเคลื่อนไหวข้อต่อในร่างกายได้ตลอดมุมการเคลื่อนไหวทั้งในการทำงาน ความอ่อนตัว ยังเป็นส่วนสำคัญของทักษะกลไก โดยเฉพาะกีฬาที่เพิ่มมุมการเคลื่อนไหว เช่น ยิมนาสติก ลีลาศ เป็นต้น การฝึกความอ่อนตัวจึงควรทำเป็นประจำร่วมกับการฝึกความแข็งแรงทั้งก่อนและหลังการฝึก ช่วงก่อนฝึกความแข็งแรง ควรยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนเป็นการลดความเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บ ภายหลังการฝึกก็ควรยืดเหยียดกล้ามเนื้ออีกครั้งเพื่อลดโอกาสการเป็นตะคริวที่กล้ามเนื้อ (Muscle cramp)

เพื่อหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บและให้ได้รับประโยชน์สูงสุดจากการฝึกความอ่อนตัวจึงควรมีการอบอุ่นร่างกายในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยให้อุณหภูมิกล้ามเนื้อสูงขึ้นพอควร จากนั้นยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และให้สูดอากาศเข้าเต็มปอด หายใจออกช้า ๆ ในระหว่างทำการยืด และเมื่อรู้สึกถึงการผ่อนคลายในขณะที่ยืดนั้นให้หายใจออก การยืดเหยียดควรให้กล้ามเนื้อมีความตึงปานกลางอย่าฝืนจนรู้สึกเจ็บและปวด และควรยืดค้างไว้เป็นเวลา 15-30 วินาทีการหายใจเข้าและออกในอัตราที่ผ่อนคลายจะทำให้กล้ามเนื้อได้รับประโยชน์สูงสุดจากการยืด การยืดเหยียดด้านข้างของร่างกายควรให้ทำงานเท่า ๆ กัน เมื่อยืดข้างหนึ่งก็ควรยืดอีกข้างหนึ่งด้วย

วิธีทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

วิธีทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีหลายวิธี ในการสำรวจทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา 1400 ศูนย์ พบว่า นิยมใช้ลู่กลในการทดสอบ 71% ใช้จักรยานทดสอบ 17% และใช้วิธีก้าวขึ้นลง (Step test) เพียง 12% สำหรับลู่กลใช้วิธีทดสอบของ บรูซ (Bruce protocol) 65.5% ขณะที่มีการใช้แบบวิธีของบอลกี้ (Balke protocol) เพียง 10% โดยการออกกำลังกายและตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วย (Astrand and Rodahl,1986)

การทดสอบด้วยลู่กล (Treadmill test)

การทดสอบด้วยลู่กลตามแบบวิธีของบรูซและบอลกี้เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลาย ซึ่งทั้งสองแบบมีข้อดีและข้อเสียต่างกัน ในแบบทดสอบแบบวิธีของบรูซมีการเพิ่มงานแบบทันทีทันใดในแต่ละระดับของงาน ซึ่งมีประโยชน์เพราะมีความไวในการตอบสนองคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG) โดยแสดงให้เห็นว่าเลือดไปเลี้ยงหัวใจไม่เพียงพอ (Ischemia) ซึ่งหมายความว่าผู้รับการทดลองต้องมีความสามารถต่อการเพิ่มปริมาณงานในแต่ละขั้น ทั้งการทดสอบของบรูซและบอลกี้เริ่มที่ระดับสูงในการออกแรงใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะคนไข้โรคหัวใจ ทั้งสองแบบการทดสอบนี้ดัดแปลงให้เหมาะสมได้ สำหรับแบบวิธีของบรูซมีการเพิ่มของงานระดับต่ำกว่า ขณะที่การทดสอบของบอลกี้เริ่มเดินก่อน 2-3 นาที (ความเร็ว 2 ไมล์ต่อชั่วโมงที่ระดับเอียง 0%)

การใช้ลู่กลในการทดสอบความสามารถของร่างกายต้องพิจารณาพื้นฐานของประชากรเฉพาะกลุ่ม สถานภาพทางสุขภาพ อายุ และสภาพความสามารถของร่างกาย โดยทั่วไปการกำหนดระดับความลาดเอียงจะต้องเพิ่มที่ระดับต่ำและเพิ่มการออกแรงทุก ๆ 2-3 นาที ต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อนเสมอซึ่งอาจจะแยกหรือรวมไปกับการทดสอบก็ได้ การใช้เวลาในการทดสอบอย่างน้อย 8 นาที และไม่จำเป็นต้องนานเกิน 15 นาที ก็สามารถทราบข้อมูลทางสรีรวิทยาได้ภายใน 15 นาที การทำการทดสอบนานเกินไปจะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย มีปัญหาการระบายความร้อน ปริมาณเลือดเพิ่มขึ้น และการใช้แรงจูงใจมากขึ้น

สรุปสมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกายหมายถึง ความสามารถของร่างกายในการเคลื่อนไหวหรือในการทำงาน แต่สุขภาพกายหมายถึง สภาวะแห่งความสมบูรณ์ของร่างกายทั่วไป สมรรถภาพทางกายที่ดีจะช่วยทำให้บุคคลมีสุขภาพดีขึ้น และสุขภาพกายที่ดีจะช่วยทำให้บุคคลมีสมรรถภาพทางกายที่ดีขึ้น

5. **การใช้พลังงาน** (Energy expenditure) **และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด** (Maximum oxygen uptake)

การใช้พลังงาน (Energy expenditure)

การใช้พลังงาน หมายถึง การใช้พลังงานระหว่างการทำงานของร่างกาย ซึ่งการใช้พลังงานของร่างกายประจำวันขึ้นอยู่กับอายุ เพศ อัตราการเผาผลาญอาหารขั้นต่ำ มวลร่างกายส่วนประกอบของร่างกาย และระดับกิจกรรมที่ประกอบ การใช้พลังงานของร่างกายมีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี่ (ACSM,1995)

ร่างกายจะมีชีวิตและเคลื่อนไหวอยู่ได้ต้องอาศัยอาหารมาเป็นเชื้อเพลิงในการสร้างพลังงาน นอกจากนี้ อาหารยังช่วยเสริมสร้างร่างกายให้เจริญเติบโต บำรุงรักษาสุขภาพและซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย อาหารที่ร่างกายได้รับจะต้องมีปริมาณพอเพียง มีคุณภาพ ถูกสุขอนามัย และสอดคล้องกับความต้องการของแต่ละคน ซึ่งแตกต่างกันตามสภาพร่างกาย พฤติกรรม และสิ่งแวดล้อม โดยปกติร่างกายต้องการอาหารแม้จะไม่ได้ออกกำลังกายใดใดก็ตาม เพราะอย่างน้อยร่างกายต้องการพลังงานเพื่อผลิตความร้อนให้ร่างกายมีอุณหภูมิปกติ สร้างพลังงานให้อวัยวะต่าง ๆ ทำงานอยู่ได้ในภาวะหยุดนิ่ง ไม่เคลื่อนไหว ความต้องการพลังงานของร่างกายจะขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ผิวกายของแต่ละคน คนตัวใหญ่มีน้ำหนักมาก ต้องการพลังงานมาก และในภาวะเคลื่อนไหว บุคคลใดเคลื่อนไหวมากกว่านานกว่าก็จะใช้พลังงานมากกว่าปกติ เพศชายจะต้องการพลังงานพื้นฐาน (Basal metabolic rate) ประมาณ 1 แคลอรี่ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเพศหญิงต้องการ 0.9 แคลอรี่ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หากทำงานปกติแบบนั่งโต๊ะก็เพิ่มอีกร้อยละ 50 ถ้าต้องออกกำลังกายก็เพิ่มอีก ร้อยละ70-80 แล้วแต่ความหนักของงาน

ในการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย โดยเฉพาะนักกีฬาจะต้องศึกษาว่าอาหารประเภทใดมีคุณภาพสำหรับแปลงเป็นพลังงาน ถ้าหากรับประทานไม่สอดคล้องกับการใช้งาน จะมีผลเสียต่อการเล่น เช่น นักวิ่งระยะไกล ต้องการพลังงานมาก ควรรับประทานอาหารจำพวกแป้งมาก ๆ ส่วนนักกีฬาว่ายน้ำ ซึ่งต้องการไขมันบ้างเพื่อให้ร่างกายลอยน้ำได้ดี ก็ต้องรับประทานอาหารจำพวกแป้งและไขมัน เป็นต้น เนื่องจากอาหารที่รับประทานเข้าไปจะถูกแปลงเป็นพลังงาน ถ้าใช้ไม่หมดก็จะสะสมในรูปไขมันใต้ผิวหนังหากมีมากเกินไปก็จะอ้วนและหากร่างกายต้องใช้พลังงานแต่ไม่เพียงพอร่างกายจะดึงพลังงานที่สะสมไว้มาใช้เป็นพลังงาน ถ้าอาหารที่รับประทานเข้าไปไม่พอบ่อย ๆ ก็จะผอมลง (ดำรง กิจกุศล, 2544)

การสร้างพลังงานจากสารอาหาร ร่างกายจะใช้คาร์โบไฮเดรตซึ่งมีอยู่ในกล้ามเนื้อและเก็บสำรองที่ตับก่อน หลังจากนั้นจึงจะใช้พลังงานจากไขมัน ถ้าร่างกายไม่ได้รับคาร์โบไฮเดรตและไขมัน

จึงจะใช้โปรตีน แต่การใช้สารอาหารโปรตีนเพื่อสร้างพลังงานจะมีผลเสียมากกว่าผลดี เพราะไตต้องทำงานหนัก เพื่อขับไนโตรเจนออกมาในรูปของแอมโมเนียและยูเรีย

การออกกำลังกายและการเล่นกีฬาที่ใช้พลังงาน ซึ่งได้มาจากการเผาผลาญสารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ส่วนวิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ เป็นองค์ประกอบการเกิดพลังงาน และเสริมสร้างกล้ามเนื้อให้แข็งแรง

พลังงานของกล้ามเนื้อ และการสะสมพลังงาน (ดำรง กิจกุศล, 2544)

ปัจจัยในการกำหนดว่าการออกกำลังกายจะสามารถทำได้หนักเบาหรือนานเพียงใด คือ ชนิดของสารอาหาร ในขณะพักกล้ามเนื้อใช้ไขมันและคาร์โบไฮเดรตเท่า ๆ กัน ระหว่างการออกกำลังกายกล้ามเนื้อใช้คาร์โบไฮเดรต กรดไขมันและกรดอะมิโน (เป็นส่วนน้อย) เป็นเชื้อเพลิงในสัดส่วนต่าง ๆ กันขึ้นอยู่กับ ความหนักของงาน (Intensity) และระยะเวลาของการออกกำลังและปริมาณเชื้อเพลิงที่มีสะสมอยู่ เมื่อออกกำลังกายเบา ๆ เป็นระยะเวลาสั้น ๆ ไขมันจะเป็นเชื้อเพลิงส่วนใหญ่ เมื่อเพิ่มความหนักของงานและระยะเวลาของการออกกำลังกายร่างกายจะค่อย ๆ มีการเปลี่ยนไปใช้คาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าออกกำลังกายหนักปานกลางนาน 4-5 ชั่วโมง ไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อจะถูกใช้หมดไป พลังงานขณะนั้นจะขึ้นกับปริมาณกลูโคสที่สามารถดูดซึมได้อย่างจำกัดจากทางเดินอาหารหรือขึ้นกับพลังงานจากแหล่งอื่น ซึ่งส่วนใหญ่ก็คือ ไขมัน และส่วนน้อยคือโปรตีน การออกกำลังกายหนักมากเป็นเวลานาน ๆ ช่วง 2-3 นาทีแรกพลังงานส่วนใหญ่จะได้จากคาร์โบไฮเดรต จากนั้นจะค่อย ๆ เปลี่ยนไปใช้ไขมันมากขึ้น และที่ระดับการออกกำลังจนหมดแรง (Exhaustion) พลังงานส่วนใหญ่คือ 60-70% จะได้จากไขมันมากกว่าคาร์โบไฮเดรต เพราะไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อถูกใช้หมดไปแล้ว ดังนั้นเชื้อเพลิงหรือพลังงานสำหรับกล้ามเนื้อที่ออกกำลังนั้นส่วนใหญ่ จะได้จากคาร์โบไฮเดรตและไขมัน

พลังงานของคาร์โบไฮเดรตไม่ได้มาจากไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อเท่านั้น แต่ยังมีไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในตับมากเท่า ๆ กันและสามารถถูกปล่อยเข้าสู่กระแสเลือดในรูปของกลูโคส ซึ่งกล้ามเนื้อสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานได้

อาหาร มีอิทธิพลต่อสัดส่วนของเชื้อเพลิงที่สะสมไว้และมีอิทธิพลต่อสัดส่วนการใช้ไขมันและคาร์โบไฮเดรตด้วย อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงจะสัมพันธ์กับการเกิดพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตได้มากกว่าไขมัน ผลคือ การออกกำลังจะมีความอดทนนานกว่า ส่วนอาหารที่มีไขมันสูงจะทำให้ได้พลังงานที่เกิดจากไขมันมากกว่าผลคือ มีความอดทนน้อย นอกจากนั้นอาหารยังมีผลต่อการฟื้นตัวของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อหลังจากการออกกำลังกายหนักมากอีกด้วย โดยทั่วไปการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายหนัก ๆ จะใช้เวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง

การออกกำลังกายหนักเต็มที่ในระยะเวลาสั้น ๆ เช่น วิ่ง 50 เมตร 100 เมตร ในเวลาน้อยกว่า 10 วินาทีนั้นการปล่อยออกซิเจนจากระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจไปสู่เซลล์ที่กำลังทำงานจะเป็นปัจจัยหลักในการจำกัดการออกกำลังกาย เพราะถึงแม้จะมีเชื้อเพลิงสำหรับการเกิดพลังงานแบบแอโรบิกอยู่มากมาย แต่การใช้จะถูกจำกัดโดยออกซิเจนที่มีอยู่ ในทางตรงข้ามเชื้อเพลิงสำหรับพลังงานแบบแอโรบิกนี้จะเป็นปัจจัยหลักในการจำกัดการออกกำลัง ในกรณีที่จะต้องออกกำลังเป็นเวลานาน ๆ เช่น วิ่งมาราธอนหรือไตรกีฬา เป็นต้น

การแบ่งระดับของการออกกำลังหรืองานตามอัตราการใช้พลังงาน

การออกกำลังหรืองานแบ่งได้เป็น 4 ระดับตามอัตราการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถวัดได้เป็นหน่วยของเม็ต (Metabolic equivalent) คือ การเทียบว่าใช้พลังงานเป็นกี่เท่าของอัตราการใช้พลังงานในขณะพักหรือเป็นกี่เท่าของอัตราการเผาผลาญอาหารพื้นฐาน (Basal metabolic rate:BMR) อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen consumption) และอัตราการเต้นของหัวใจ

พลังงานพื้นฐานที่ร่างกายต้องการใช้ตลอดวัน (Basal metabolic rate:BMR) ประมาณ 1800-3000 แคลอรี่/วัน ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ จะลดลงตามอายุ เพิ่มตามอุณหภูมิ เพิ่มเมื่อเครียด ฮอร์โมนเพิ่มทำให้เพิ่ม BMR ด้วย

พลังงานที่ร่างกายใช้ระหว่างการออกกำลังกาย

ในระหว่างการออกกำลังกาย แหล่งพลังงานของร่างกายในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาจะได้มาจาก 2 กระบวนการ คือ กระบวนการสลายสารพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic process) กับกระบวนการสลายพลังงานโดยใช้ออกซิเจน (Aerobic process)

กีฬาบางประเภทอาจใช้พลังงานจากกระบวนการแอนแอโรบิกในสัดส่วนต่าง ๆ กัน หรือจากกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งเพียงอย่างเดียว ผู้ฝึกสอนกีฬาควรรู้สิ่งเหล่านี้ด้วย เพื่อที่จะทราบว่านักกีฬาประเภทใดควรได้รับการฝึกอย่างไร จึงจะสามารถใช้พลังงานให้เหมาะสมกับประเภทกีฬาที่เล่นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในระหว่างการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นมาก ขณะพักกล้ามเนื้อจะนำออกซิเจนมาใช้ในกระบวนการเผาผลาญสารอาหาร (Metabolism) ประมาณร้อยละ 30-40 ของการใช้ออกซิเจนทั้งหมด ขณะออกกำลังเต็มที่ พบว่ากล้ามเนื้อสามารถใช้พลังงานได้มากกว่าขณะพัก ด้วยเหตุดังกล่าว ร่างกายจึงจำเป็นต้องมีการเก็บสะสมพลังงานสำรองที่ดีและเพียงพอที่จะสามารถนำมาใช้ได้ทันทีที่ต้องการ

โดยส่วนใหญ่ร่างกายสะสมพลังงานในรูปของคาร์โบไฮเดรตและไขมันประมาณร้อยละ 80-85 มีเพียงส่วนน้อยที่สะสมในรูปของโปรตีน และโปรตีนที่สะสมนี้มีโอกาสนำมาใช้ได้น้อยที่สุดและช้าที่สุด คือจะนำมาใช้เป็นพลังงานก็ต่อเมื่อคาร์โบไฮเดรตและไขมันนำมาใช้จนหมดแล้ว เช่น

ในสภาวะที่ร่างกายขาดอาหารอย่างรุนแรง จึงอาจกล่าวได้ว่า พลังงานสำคัญที่ใช้ในระหว่างการออกกำลังกายแบบแอโรบิก คือคาร์โบไฮเดรตและไขมันเท่านั้น

การใช้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตจะดีกว่าไขมัน เนื่องจากนำมาใช้ได้เร็วกว่า สามารถเผาผลาญเป็นพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic metabolism) และถ้าเผาผลาญโดยใช้ออกซิเจน (Aerobic metabolism) ก็ใช้ออกซิเจนน้อยกว่า แต่ข้อจำกัดในด้านปริมาณสะสม คือ สะสมในรูปของไกลโคเจนในรูปของกล้ามเนื้อประมาณ 350 กรัม ในตับ 80-90 กรัม และในพลาสมาประมาณ 20 กรัม ซึ่งจะให้พลังงานได้ประมาณ 2,000 กิโลแคลอรี่เท่านั้น ส่วนการใช้พลังงานจากไขมันซึ่งสะสมไว้ในร่างกายประมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักตัวโดยเฉลี่ยจะให้พลังงานได้มากถึง 100,000-150,000 กิโลแคลอรี่ แต่การใช้ไขมันมาเผาผลาญเป็นพลังงานในการออกกำลังกายนั้นจะทำได้ช้ากว่า เพราะต้องใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญเท่านั้นและยังใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญมากกว่าการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต

เมื่อเริ่มออกกำลังกาย ร่างกายจะมีการใช้พลังงานดังนี้

1. ขณะพัก ส่วนใหญ่กล้ามเนื้อจะใช้พลังงานจากกระบวนการเผาผลาญไขมันโดยใช้ออกซิเจนใช้พลังงานจากกลูโคสในพลาสมามากกว่าร้อยละ 10

2. ขณะออกกำลังกาย กล้ามเนื้อจะใช้พลังงานจากไกลโคเจน กลูโคสและไขมัน โดยขึ้นกับระยะเวลาในการออกกำลังกาย คือ

2.1 เมื่อเริ่มออกกำลังกาย ร่างกายจะใช้ เอ.ที.พี. (Adenosine triphosphate : ATP) และ พี.ซี. (Phosphate creatine : PC) เป็นแหล่งพลังงานซึ่งจะใช้หมดภายในเวลาเป็นวินาที

2.2 ภายใน 5-10 นาทีแรก จะใช้ไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในมัดกล้ามเนื้อนั้น ๆ เป็นอันดับแรกในกระบวนการเผลาผลาญโดยไม่ใช้ออกซิเจน ต่อมาเมื่อเลือดไหลเวียนไปยังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจึงจะเริ่มใช้พลังงานจากกลูโคสและกรดไขมันอิสระที่ไหลเวียนมาพร้อมกับกระแสเลือด โดยที่ส่วนหนึ่งของกลูโคสที่มากับกระแสเลือดจะได้มากจากการสลายไกลโคเจนที่อยู่ในตับ

2.3 ช่วงระหว่างเวลา 40-60 นาที ช่วงนี้ปริมาณไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อจะลดน้อยลงมาก กล้ามเนื้อจะใช้พลังงานจากกลูโคสและกรดไขมันอิสระในปริมาณพอ ๆ กัน ในกระบวนการเผาผลาญพลังงานที่ต้องอาศัยออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่

2.4 ถ้าการออกกำลังกายนานกว่า 60 นาทีขึ้นไป ร่างกายจะใช้พลังงานจากการเผาผลาญ กรดไขมันอิสระเป็นส่วนใหญ่ คือประมาณสองในสาม ส่วนอีกหนึ่งในสามเป็นพลังงานจากกลูโคส ระยะนี้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อจะถูกใช้จนหมดสิ้น

นักกีฬาที่ออกกำลังกายนาน ๆ อาการอ่อนล้าที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์กับปริมาณของไกลโคเจนที่เหลืออยู่ในกล้ามเนื้อ นักกีฬาที่มีไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อมาก ๆ และสามารถใช้

ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อได้อย่างประหยัดจะออกกำลังกายได้นานโดยไม่อ่อนล้า แต่ถ้าไกลโคเจนในกล้ามเนื้อถูกเผาผลาญจนหมด แม้จะดื่มสารละลายกลูโคสเพิ่มขึ้นก็ไม่สามารถลดอาการอ่อนล้าได้

สรุปได้ว่า สิ่งที่ร่างกายต้องการในการเสริมสร้างพลังงานให้แก่กล้ามเนื้อ คือ สารอาหารที่ให้พลังงาน โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตและสารอาหารที่ช่วยในกระบวนการเผาผลาญพลังงาน ซึ่งได้แก่ สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและวิตามินโดยเฉพาะวิตามิน บี และน้ำ เพื่อทำให้ระบบไหลเวียนเลือดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการลำเลียงสารอาหารที่ให้พลังงานและออกซิเจนไปยังเซลล์กล้ามเนื้อ และช่วยระบายความร้อนและของเสียที่เกิดจากกระบวนการเผาผลาญสารอาหารออกจากเซลล์

ในขณะออกกำลังกายอย่างหนัก ร่างกายจะใช้พลังงานออกมามากสูงกว่าขณะพัก 15-25 เท่า พลังงานส่วนใหญ่ที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้กล้ามเนื้อลายได้ทำงานในขณะออกกำลังกาย การใช้พลังงานจำนวนมหาศาลจากเชื้อเพลิงต่าง ๆ ซึ่งจะกล่าวถึงเมตาบอลิซึมในขณะออกกำลังกายมีอยู่ 3 ระบบด้วยกันคือ

1. ระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen system)

2. ระบบไกลโคเจน-กรดแลคติก (Glycogen-lactic acid system) หรือ Glycolysis

3. ระบบแอโรบิก (Aerobic system)

ฟ็อกซ์ (Fox,1984) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพิจารณาเกี่ยวกับระบบพลังงานกับกีฬาประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. แหล่งพลังงานจากระบบเอทีพี-ซีพี (ATP-CP system) เป็นกิจกรรมการออกกำลังกายและกีฬาที่ใช้เวลาน้อยกว่า 30 วินาที เช่น ขว้างจักร ยกน้ำหนัก และวิ่ง 100 เมตร เป็นต้น

2. แหล่งพลังงานจากระบบเอทีพี-ซีพี และระบบแลคติก คือระบบแอนแอโรบิก ไกลโคไลซีส (ATP-CP system and lactic acid or anaerobic glycolysis) เป็นการออกกำลังกายใช้เวลาระหว่าง 30 วินาที ถึง 1½ นาที เช่น ว่ายน้ำฟรีสไตส์ 100 เมตร วิ่ง 200 เมตร และ 400 เมตร เป็นต้น

3. แหล่งพลังงานจากระบบกรดแลคติก และระบบออกซิเจน [Lactic acid (Anaerobic glycolysis) and O_2 system (Aerobic system)] ใช้เวลาปฏิบัติ 1½-3 นาที เช่น วิ่ง 800-1500 เมตร ว่ายน้ำ 200 และ 400 เมตร ยิมนาสติก มวย (ยกละ 3 นาที) มวยปล้ำ (ยกละ 2 นาที) เป็นต้น

4. แหล่งพลังงานจากระบบการใช้ออกซิเจน (O_2 system) เป็นกิจกรรมการออกกำลังกายและเล่นกีฬาใช้เวลาปฏิบัติตั้งแต่ 3 นาทีขึ้นไป ได้แก่ เล่นฟุตบอล วิ่งมาราธอน วิ่งเหยาะ เป็นต้น

ถึงแม้ว่าระบบออกซิเจนจะผลิต ATP ได้ช้ากว่า แต่ข้อได้เปรียบของระบบนี้ คือผลิต ATP ได้ในปริมาณที่มากกว่าระบบฟอสฟาเจนและระบบกรดแลคติก อย่างไรก็ตามออกซิเจนที่หายใจเข้าไปจะถูกส่งไปให้เซลล์กล้ามเนื้อ และไมโตคอนเดรีย เพื่อนำไปใช้ในการผลิตพลังงาน กระบวนการนี้

จึงเหมาะกับระดับการออกกำลังกายปานกลางและเบา ระบบนี้ออกซิเจน จึงเหมาะกับกีฬาที่เน้นความอดทน (Endurance) เช่น ระยะทางจาก 6 กิโลเมตร จนถึง 12 กิโลเมตร ในการแข่งขันวิ่งมาราธอน และอาจมากกว่านั้น

ฮาวเลย์ และฮอบกิ้น (Howley and Hopkins:อ้างถึงใน Willmore,1999) ได้แบ่งย่อยออกเป็น 2 ระบบ เรียกว่า แอโรบิกไกลโคไลซีส (Aerobic glycolysis) ซึ่งใช้คาร์โบไฮเดรต (ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ และกลูโคสในเลือด) ผลิตพลังงานกับแอโรบิก ไลโพไลซีส (Aerobic lipolysis) ที่ใช้ไขมันหรือสลายไขมัน (ไตรกลีเซอไรด์ในกล้ามเนื้อและกรดไขมันอิสระในเลือด) พลังงานที่ได้จากคาร์โบไฮเดรตจะเป็นเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพมากกว่าในการออกกำลังกายที่มีความหนักสูงในทางตรงกันข้ามไขมันกลับมีบทบาทในการใช้เชื้อเพลิงในการออกกำลังกายที่มีความหนักต่ำ ด้วยเหตุนี้ แอโรบิก ไกลโคไลซีส ให้พลังงานจำนวนมากที่ความหนักสูง (High-intensity aerobic) เช่น ในการแข่งขันวิ่ง 5 กิโลเมตร หรือ 10 กิโลเมตร แต่ถ้ามากกว่าสองชั่วโมง แอโรบิกไลโพไลซีส จะให้พลังงานจำนวนมากในการแข่งขันที่ยืดเยื้อออกไป เช่น วิ่งมาราธอน 5 กิโลเมตร อย่างต่อเนื่อง

จะเห็นได้ว่าในแต่ละชนิดกีฬาอาจมีความแตกต่างกันในการฝึกซ้อม และแข่งขันทั้งในเรื่องของความหนักของงาน (Intensity) และระยะเวลา (Duration) ด้วยเหตุนี้การผลิตพลังงานจากแหล่งพลังงานในการแข่งขันกีฬาจึงมีความแตกต่างกันเช่นเดียวกัน ความรู้ความเข้าใจในการทำปฏิกิริยาการผลิตพลังงาน ทั้งที่ใช้และไม่ใช้ออกซิเจนในการออกกำลังกายจึงเป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอนในการวางแผนการฝึกให้กับนักกีฬา ซึ่งจะส่งเสริมให้นักกีฬาดึงพลังงานที่มีอยู่ในร่างกายให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งในขณะฝึกซ้อมและแข่งขัน

ถ้าร่างกายออกกำลังกายที่ความหนักของงานน้อยกว่า 60% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ร่างกายจะใช้ไขมันมากกว่าครึ่งหนึ่งของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด ถ้าความหนักของงานตั้งแต่ 60-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ร่างกายจะใช้ไขมันและคาร์โบไฮเดรตเท่า ๆ กัน แต่ถ้างานหนักมากขึ้นแหล่งพลังงานที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต การใช้พลังงานประจำวันของคนขึ้นอยู่กับเพศ อัตราการเผาผลาญอาหารขั้นต่ำ มวลกาย ส่วนประกอบของร่างกายและระดับกิจกรรมที่ประกอบ เช่น ผู้ชายในขณะนอนหลับจะใช้พลังงานประมาณ 1 กิโลแคลอรี่/ชั่วโมง/น้ำหนักตัวกิโลกรัม ส่วนผู้หญิงมีค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานต่ำกว่าชาย 10% ในกิจกรรมที่ทำเหมือนกัน พลังงานเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการทำงานของร่างกาย ซึ่งได้มาจากการรับประทานอาหารเข้าไป การใช้พลังงานของร่างกายในชีวิตประจำวันแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ อัตราการเผาผลาญของร่างกายขณะพัก พลังงานที่ใช้ในการเผาผลาญอาหารและการใช้พลังงานในกิจกรรมทางกาย (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2547)

ถ้าร่างกายเพิ่มความหนักของงานมากขึ้น เช่น เพิ่มความเร็วในการวิ่ง ถือว่าเป็นงานหนัก พลังงานที่ใช้ไม่สามารถนำมาจากกระบวนการแอโรบิกได้ จึงต้องใช้พลังงานจากกระบวนการ

แอนแอโรบิก ซึ่งเกิดจากการแตกสลายตัวของระบบ เอทีพี-ซีพี ในกล้ามเนื้อและคาร์โบไฮเดรตโดยไม่ใช้ออกซิเจนจะผลิตกรดแลคติกออกมาทำให้ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงและเกิดการเมื่อยล้า

ความนานของการออกกำลังกาย เป็นปัจจัยหนึ่งในการใช้พลังงาน ขณะที่ร่างกายยังคงออกกำลังกาย ไกลโคเจนที่เก็บสะสมไว้ที่กล้ามเนื้อจะลดน้อยลง ต่อจากนี้พลังงานส่วนใหญ่จะได้จากกรดไขมันซึ่งนักกีฬายังคงออกกำลังกายต่อไปได้ แต่จะต้องลดความเร็วหรือความหนักลง

ตารางที่ 1 การใช้พลังงานในร่างกาย

	ระบบฟอสฟาเจน (ATP-PC system)	ระบบไกลโคเจน-กรดแลคติก (Lactic acid system)	ระบบแอโรบิก (Aerobic system)
-ชนิดของกระบวนการเมตาบอลิซึม	ไม่ใช้ออกซิเจน	ไม่ใช้ออกซิเจน	ใช้ออกซิเจน
- ความเร็วปฏิกิริยา	เร็วมาก	เร็ว	ช้า
- เชื้อเพลิง	ครีเอทีนฟอสเฟตสำรองในกล้ามเนื้อ	ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อหรือกลูโคสในเลือด	ไกลโคเจน,ไขมัน, โปรตีน
- จำนวน ATP ที่ได้	น้อยมาก	น้อย	จำนวนมาก
- ผลพลอยได้	ครีเอทีนและฟอสเฟต	กรดแลคติกทำให้เพลียและล้า (Fatigue) ได้ง่าย	คาร์บอนไดออกไซด์, น้ำ
- ระยะเวลา	30 วินาทีแรกของการออกกำลังกาย	1-3 นาทีแรกของการออกกำลังกาย	หลายนาทีถึงหลายชั่วโมง
- กิจกรรมที่ใช้	กิจกรรมที่อาศัยกำลังและความเร็วสูงหรือระยะเวลาสั้นมาก	กิจกรรมที่ออกแรงมากในระยะเวลาสั้น ๆ	กิจกรรมที่ใช้ความอดทน (Endurance) หรือออกแรงน้อย ๆ ในเวลานาน ๆ

(แหล่งที่มา:Power และ Howley,1990:52)

การใช้พลังงานในร่างกายจะใช้พลังงานในลักษณะต่าง ๆ 3 ลักษณะด้วยกันคือ (Howley and Hopkins: อ้างถึงใน Willmore,1999)

1. ใช้พลังงานในขณะที่ร่างกายพักผ่อน (Energy expenditure at rest) เป็นการพลังงานเพื่อให้อวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายมีการพักผ่อน เช่น การเต้นของหัวใจ การยืดหดของปอด เราเรียกการใช้พลังงานนี้ว่า "Basal energy requirement" หรือ "Basal metabolism" การวัดพลังงานนี้ควรวัดขณะร่างกายนอนหลับแต่การวัดไม่ค่อยได้ผลจึงให้วัดขณะตื่น พลังงานเบซัลเมตาบอลิซึมต่อน้ำหนักตัวกิโลกรัมต่อชั่วโมงเรียกว่า ค่า "Basal metabolism rate (BMR)" โดยปกติคนในวัยเดียวกันย่อมใกล้เคียงกันแล้วจะค่อย ๆ ลดลงเมื่ออายุมากขึ้น

การใช้พลังงานขณะที่ร่างกายพักผ่อนนั้นจะใช้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1.1 ขนาดของร่างกาย (Body size) คนที่ร่างกายใหญ่ย่อมต้องการพลังงานมากกว่าคนที่ร่างกายเล็ก

1.2 ลักษณะส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition) เช่น กล้ามเนื้อหนาต้องการพลังงานมาก ผู้หญิงจะมีพลังงานพื้นฐานต่ำกว่าผู้ชายประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

1.3 อายุ (Age) เด็กมีอัตราความเจริญเติบโตของร่างกายสูงกว่าย่อมต้องการพลังงานพื้นฐานสูงกว่าผู้ใหญ่ที่มีอายุมาก

1.4 การทำงานของต่อมไร้ท่อ (Endocrine activity) ถ้าต่อมไทรอยด์ผลิตฮอร์โมนมากกว่าปกติจะทำให้พลังงานพื้นฐานสูงด้วยถ้าผลิตฮอร์โมนน้อยกว่าปกติจะทำให้พลังงานพื้นฐานต่ำด้วย

1.5 อุณหภูมิภายนอก (Temperature of environment) ถ้าหากว่าอากาศเย็นร่างกายจะสูญเสียความร้อนมากก็จะเร่งการเผาผลาญในร่างกายมากขึ้นแต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นการเผาผลาญพลังงานในร่างกายก็จะลดลง

1.6 เจ็บป่วย (Fever) ทำให้อุณหภูมิในร่างกายสูงขึ้นด้วยจะทำให้การเผาผลาญสารอาหารมากยิ่งขึ้น

1.7 การตั้งครรภ์ (Pregnancy) "BMR" จะเพิ่มขึ้นระยะหลัง ๆ ของการตั้งครรภ์

2. พลังงานที่ใช้ประกอบกิจกรรม (Energy output during various activities) พลังงานที่ใช้ในการประกอบกิจกรรมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกิจกรรมนั้น ๆ ในการใช้กล้ามเนื้อของร่างกาย

3. พลังงานสูญเปล่า (Specific dynamic action,SDA) ความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อรับประทานอาหารเข้าไปพลังงานจะนำไปใช้ไม่ได้โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในประเทศร้อนจะทำให้รู้สึกร้อนและอึดอัดยิ่งขึ้นจึงเรียกว่า พลังงานสูญเปล่า (Waste energy) พลังงานทั้งหมดของร่างกายนั้นมาจากอาหาร ดังนั้นการรับประทานอาหารให้เพียงพอเหมาะสมและถูกต้องครบทั้ง 5 หมู่จึงจะทำให้ร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อและอวัยวะต่าง ๆ มีการทำงานได้อย่างปกติ ถ้ารับประทานน้อยเกินไป

ร่างกายก็จะมีพลังงานน้อยถ้ามากเกินไปก็จะมีพลังงานมาก ถ้าหากร่างกายใช้ไม่หมดก็จะเหลือกลายเป็นไขมันเก็บสะสมในร่างกายทำให้อ้วนและอาจมีอันตรายจากโรคต่าง ๆ ตามมา

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2524) ได้สรุปถึงการใช้พลังงานในร่างกายไว้ 3 ทางดังนี้

1. รักษาภาวะทางเคมีและส่วนประกอบของเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น ความเข้มข้นของสารของเยื่อบุภายนอกทั้งสองข้างให้แตกต่างกันซึ่งจะต้องใช้พลังงานอยู่ตลอดเวลา

2. งานภายในร่างกาย (Internal work) การไหลเวียนของเลือด การเคลื่อนของอากาศเข้าและออกจากปอดซึ่งต้องเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานความร้อน

3. งานภายนอก (External work) การทำงานของกล้ามเนื้อลายในร่างกายเป็นส่วนที่ได้งานออกมาแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการหดตัวของกล้ามเนื้อว่าจะเป็นการหดตัวแบบไอโซโทนิก (Isotonic) หรือไอโซเมตริก (Isometric) การหดตัวแบบแรกกล้ามเนื้อหดตัวสั้นเข้าซึ่งได้แรงงานอาจได้ถึงร้อยละ 40 แต่ในการหดตัวแบบหลังไม่ได้แรงงานให้เห็นคือได้ร้อยละ 0 ในการหดตัวปกติจะได้งานภายนอกอยู่ระหว่างการหดทั้งสองชนิดดังกล่าว

หน่วยของพลังงานที่ได้จากอาหาร

สารอาหารที่ให้พลังงานในร่างกายมีหน่วยที่ใช้ในการวัดพลังงานที่ได้จากสารอาหาร (Energy unit) คือ กิโลแคลอรี่ (Kilocalories) หรือ Kcal หรือแคลอรี่ (Calorie)

Kcal หรือ Calorie เท่ากับปริมาณของพลังงานหรือความร้อนที่สามารถเพิ่มอุณหภูมิน้ำ 1 กิโลกรัมขึ้น 1 องศาเซลเซียส

การวัดการใช้พลังงาน

การวัดการใช้พลังงานของร่างกายมนุษย์ (Measurement human energy expenditure) วิลมอร์ และคณะ (Willmore et al, 1999) หมายถึง ปริมาณของพลังงานที่เกิดขึ้นขณะพักและขณะทำงานของกล้ามเนื้อสามารถวัดอย่างแม่นยำในหลาย ๆ วิธี ทั้งทางตรง และทางอ้อม

การวัดพลังงานโดยตรง (Direct calorimetry) คือวัดจากความร้อนซึ่งเกิดจากกระบวนการทั้งหมดภายใน ร่างกายที่มีการเผาผลาญอาหารเกิดขึ้น ถึงแม้ว่าการวัดโดยตรงจะมีความแม่นยำสูง แต่ไม่สะดวกในทางปฏิบัติและมีค่าใช้จ่ายสูง ในการศึกษาการใช้พลังงานของร่างกายขณะเล่นกีฬาหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ จึงนิยมใช้การวัดการใช้พลังงานของร่างกายโดยทางอ้อมมากกว่า

การวัดพลังงานทางอ้อม (Indirect calorimetry) คือการพยากรณ์การใช้ออกซิเจนของแต่ละบุคคล ในขณะพักและขณะออกกำลังกาย เพราะการเผาผลาญพลังงานในร่างกายขึ้นอยู่กับการใช้ออกซิเจน ส่วนพลังงานที่เกิดจากการไม่ใช้ออกซิเจนมีน้อยมาก การศึกษาหลายเรื่องที่เกี่ยวกับการวัดพลังงานได้แสดงว่าความร้อนที่ปล่อยออกมาประมาณ 4.82 กิโลแคลอรี เมื่อมีการเผาผลาญ

ด้วยออกซิเจน 1 ลิตร ซึ่งเทคนิคของการวัดพลังงานทางอ้อม จะง่ายและไม่แพงเหมือนเครื่องวัดโดยตรงแต่การวัดทั้ง 2 วิธี สามารถให้ผลเปรียบเทียบกันได้ดี

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นวิธีหนึ่งของการประมาณค่าการใช้พลังงานโดยอาศัยค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและการใช้ออกซิเจนโดยดูความต้องการ การใช้ออกซิเจนของเนื้อเยื่อและการใช้เชื้อเพลิงจากอาหารซึ่งต้องการตามความหนักและเวลาของการทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น ดังนั้น การเพิ่มการใช้ออกซิเจนกับการสูบฉีดเลือดจึงมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก วิธีการวัดการใช้พลังงานแบบนี้ จะดูการเพิ่มขึ้นเป็นแนวเส้นตรงของอัตราการเต้นของหัวใจกับการใช้ออกซิเจน (Payne,1971;Bradfield,1971.อ้างถึงใน Carpenter,1999.)

อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) อัตราการเต้นของหัวใจ หมายถึง การเต้นของหัวใจโดยนับเป็นจำนวนครั้ง/นาที ที่หัวใจห้องล่างซ้ายมือบีบตัว โดยตรวจนับที่บริเวณหัวใจแต่อาจตรวจนับอัตราการเต้นของหัวใจบริเวณข้อพับ เช่น ข้อมือ และบริเวณข้างคอใต้ขากรรไกร เป็นต้น

การวัดการใช้พลังงานของร่างกาย

Direct Calorimetry
(การวัดโดยทางตรง)
- ในห้องควบคุมอากาศ
(ออกซิเจน 1 ลิตร = 4.82 กิโลแคลอรี)

Indirect calorimetry
(การวัดโดยทางอ้อม)
- Closed-circuit spirometry
(Breathes and rebreathes)
- Open-circuit spirometry
(Inhales ambient air)
- The box-shaped portable spirometry
- Heart rate monitoring

การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการวัดพลังงานสามารถเปรียบเทียบกันได้ ซึ่งความแตกต่างของทั้ง 2 แบบมีความคลาดเคลื่อน 0.22 % ซึ่งน้อยกว่า 1% (Willmore, 1999)

การแบ่งระดับงานหรือความหนักเบาของการออกกำลังกายโดยใช้การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเป็นเกณฑ์ (Work classification by various physiological standards)

1. ตามอัตราการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถวัดได้เป็นหน่วยของเม็ต (MET คือ การเปรียบเทียบการใช้พลังงานเป็นกี่เท่าของอัตราการใช้พลังงานในขณะพักหรือเป็นกี่เท่าของพลังงานพื้นฐาน

2. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max)

3. เปอร์เซ็นต์อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (% VO_2max)

4. อัตราการเต้นของหัวใจ

ตารางที่ 2 ระดับความหนักของงาน อัตราการใช้พลังงาน และอัตราการเต้นของหัวใจ

ระดับของงาน หรือการออกกำลังกาย (Work classification)	อัตราการใช้พลังงาน (Energy requirement)			อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) (beat / min)
	METs	VO_2 (L / min)	VO_2 max (ml/kg/min)	
หลับ (Sleep)	น้อยกว่า 3	0.25	น้อยกว่า 25	50
ขณะพัก (Rast)	น้อยกว่า 3	0.50	น้อยกว่า 25	72
เบา (light)	น้อยกว่า 3	1.0	น้อยกว่า 25	120
ปานกลาง (Moderate)	3 - 4.5	1.50	26 – 50	140
หนัก (Heavy)	4.6 - 7	2.00	51 – 75	160
หนักมาก (Very heavy)	มากกว่า 7	2.50	มากกว่า 75	180
หนักเต็มที่ (จนหมดกำลัง) (Exhausting)	มากกว่า 7	3.00	มากกว่า 75	180

1 เม็ต (MET) = การใช้ออกซิเจน 3.5 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที (Anderson,1985 :36)

ระหว่างการออกกำลังกายร่างกายจะใช้พลังงานทั้ง 2 แหล่ง กล่าวคือถ้าความหนักของงานมากพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่จะมาจากคาร์โบไฮเดรต และถ้าความหนักของงานน้อย แหล่งพลังงานที่ใช้คือไขมัน ความหนักและการใช้แหล่งพลังงานสามารถหาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความหนัก (% of your maximum heart rate) และแหล่งพลังงาน (Carbohydrate and fat) ดังนี้

ตารางที่ 3 ความหนักของงานและแหล่งของพลังงานที่ใช้ขณะออกกำลังกาย

(Intensity and energy source: Mackenzie, 2005)

ความหนักของงาน (Intensity % MHR)	แหล่งพลังงาน (คาร์โบไฮเดรต) (% Carbohydrate)	แหล่งพลังงาน (ไขมัน) (% Fat)
65 – 70	40	60
70 – 75	50	50
75 – 80	65	35
80 – 85	80	20
85 – 90	90	10
90 – 95	95	5
100	100	0

แหล่งที่มา: http:// www.brianmac.demon.co.uk/escource.html

กองโภชนาการ, 2539 กล่าวถึง การเปลี่ยนแปลงพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬายังขึ้นอยู่กับระดับความหนักของงานถ้าออกกำลังกายที่ระดับความหนักของงานเบาคือ ระดับน้อยกว่า 50% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ร่างกายจะใช้ไขมันมากกว่าครึ่งหนึ่งของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างพลังงานแบบใช้ออกซิเจน

ถ้าร่างกายออกกำลังกายที่ระดับความหนักของงานปานกลางคือ ระหว่าง 60-65% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ร่างกายจะใช้ไขมันและคาร์โบไฮเดรตเท่า ๆ กัน

ถ้าร่างกายเพิ่มความหนักของงานมากขึ้น พลังงานที่ใช้ไม่สามารถนำมาจากกระบวนการแอโรบิกได้จึงต้องใช้พลังงานจากกระบวนการแอนแอโรบิก ซึ่งเกิดจากการแตกสลายตัวของระบบเอทีพี-ซีพีในกล้ามเนื้อและคาร์โบไฮเดรตโดยไม่ใช้ออกซิเจน และจะผลิตกรดแลคติกออกมาด้วย ทำให้ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงและเกิดความล้า

นักกีฬาสามารถสังเกตได้ด้วยตนเองเกี่ยวกับการสะสมไกลโคลเจนที่กล้ามเนื้อ เช่น ในการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องที่ความหนักของงานระหว่าง 60-80% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อนั้นจะหมดไปในเวลา 2-3 ชั่วโมง

จากการค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถประมาณค่าการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน และขณะออกกำลังกายได้เป็นอย่างดี โดยสอดคล้องกับการวัดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซในห้องทดลอง การใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจและการประมาณค่าการใช้พลังงานของร่างกายเป็นเครื่องมือชนิดเดียวที่สามารถใช้วัดในคนจำนวนมากได้ในขณะออกกำลังกาย (Bradfeild,1977)

การใช้พลังงานในรูปแบบการออกกำลังกาย จุดประสงค์ของการออกกำลังกายที่สำคัญ คือ เพื่อพัฒนาและการรักษาระดับของสมรรถภาพทางกาย โดยเฉพาะระบบไหลเวียนเลือด ส่วนใหญ่จะเป็นกิจกรรมแอโรบิกที่จะช่วยพัฒนาสุขภาพ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค ปรับปรุงรูปร่างสัดส่วนและพัฒนาสมรรถภาพทางกายโดยรวม ดังนั้น การเลือกกิจกรรมเพื่อให้เหมาะสมในการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ และทำอย่างต่อเนื่อง วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา ได้แบ่งรูปแบบการออกกำลังกาย โดยดูความต้องการการเคลื่อนไหวของแต่ละกิจกรรม ดังนี้ (ACSM, 2002)

กลุ่มที่ 1 จะใช้ความหนักของงานและการใช้พลังงานที่คงที่และขึ้นอยู่กับตัวของผู้ฝึกเอง เช่น การเดิน การขี่จักรยาน การวิ่งเหยาะ และการขึ้นลงบันได

กลุ่มที่ 2 เป็นกิจกรรมที่ใช้พลังงานมากน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ฝึกกิจกรรม ประกอบด้วย การเต้นแอโรบิก การก้าวขึ้นม้า การว่ายน้ำ การเต้นแอโรบิกในน้ำ

กลุ่มที่ 3 เป็นกิจกรรมกีฬา เช่น บาสเกตบอล กีฬาที่ใช้แร็กเก็ต และวอลเลย์บอล ซึ่งจะใช้พลังงานสูงตามความต้องการของกีฬาชนิดนั้น ๆ

นอกจากดูการใช้พลังงาน ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการเลือกรูปแบบการออกกำลังกายควรจะขึ้นอยู่กับความสนใจ อุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวก ความต้องการทางกาย การเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ และเป้าหมายของการออกกำลังกาย ดังนั้น การเลือกรูปแบบที่เหมาะสม จำเป็นต้องให้ใช้พลังงานอย่างคงที่และต่อเนื่อง วิธีที่จะใช้พลังงานอย่างเหมาะสม คือ สามารถปรับความหนักต่อระบบการไหลเวียนเลือด เช่น การเดินบนลู่กลโดยเพิ่มความชันของลู่ การขี่จักรยานสามารถเพิ่มได้โดยเพิ่มความฝืดของสายพาน หรือเพิ่มความสูงของการก้าวขึ้นลง นอกจากนั้นการเลือกความหนักเบาของงานสลับกันไปก็สามารถเพิ่มการใช้พลังงานได้เช่นเดียวกัน

ค่าการใช้พลังงาน (Metabolic equivalent:MET) คือ ค่าการใช้พลังงาน ใช้เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานในการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน 1 เม็ต (1 MET) คือ อัตราการเผาผลาญขณะพัก 3.5 มิลลิลิตรของออกซิเจนต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่อนาที 1 กิโลแคลอรี่ = 200 มิลลิลิตรของออกซิเจนที่ใช้พลังงานที่ใช้คิดเป็นกิโลแคลอรี่ต่อนาที

กิจกรรมเบา ใช้พลังงานประมาณ 50-200 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง (ACSM, 2002)

การนอนหลับ ใช้พลังงาน 80 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 1 เม็ต การนั่ง ใช้พลังงาน 100 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมงหรือ 1.4 เม็ต การยืนใช้พลังงาน140 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมงหรือ 2 เม็ต การทำงานบ้านใช้พลังงาน 180 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 2.5 เม็ต

กิจกรรมขนาดปานกลาง ใช้พลังงาน 200-350 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง (ACSM, 2002)

ปั่นจักรยาน ความเร็ว 5.5 ไมล์ต่อชั่วโมงใช้พลังงาน 220 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 3 เม็ต ความเร็ว 11 ไมล์ต่อชั่วโมง ใช้พลังงาน 440 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 6 เม็ต ความเร็ว 16.5 ไมล์ต่อชั่วโมง ใช้พลังงาน 660 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 9 เม็ต พายเรือแคนนู ความเร็ว 2.5 ไมล์ต่อชั่วโมง ใช้พลังงาน 230 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 3 เม็ต พายเรือ ความเร็ว 2.5 ไมล์ต่อชั่วโมง ใช้พลังงาน 300 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 4 เม็ต โบลิ่ง ใช้พลังงาน 270 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 4 เม็ต ตีกอล์ฟ ใช้รถกอล์ฟใช้พลังงาน 150 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 2 เม็ต ตีกอล์ฟ ด้วยการเดินใช้พลังงาน 300 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 4 เม็ต ว่ายน้ำ ที่ระยะทาง 0.25 ไมล์ต่อชั่วโมงใช้พลังงาน 300 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง เดิน 2 ไมล์ต่อชั่วโมง ใช้พลังงาน 150 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 2 เม็ต

กิจกรรมหนัก ใช้พลังงานมากกว่า 350 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง (ACSM, 2002)

การเต้นรำ จังหวะช้า ใช้พลังงาน 300 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 4 เม็ต จังหวะเร็วหรือแอโรบิกดานซ์ ใช้พลังงาน 490 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 6 เม็ต แบดมินตันใช้พลังงาน 350 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 5 เม็ต สควอท หรือ แฮนด์บอล ใช้พลังงาน 600 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 8 เม็ต เทนนิส เดี่ยว ใช้พลังงาน 420 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 5 เม็ต การวิ่งใช้พลังงานประมาณ 100 กิโลแคลอรี่ต่อไมล์ วิ่งเหยาะ 5 ไมล์ต่อชั่วโมงใช้พลังงาน 640 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 8.7 เม็ต วิ่งปานกลาง 6 ไมล์ต่อชั่วโมงใช้พลังงาน 750 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 10.2 เม็ต วิ่งเร็ว 10 ไมล์ต่อชั่วโมงใช้พลังงาน 1200 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง หรือ 16.3 เม็ต

การวัดการแลกเปลี่ยนก๊าซในการหายใจ (Respiratory gas exchange) เป็นการวัดปริมาณของ O_2 และ CO_2 ที่เข้าออกในปอด

- เพื่อเป็นการประมาณค่าของการใช้พลังงานของร่ายกายจำเป็นจะต้องรู้ชนิดของอาหาร (คาร์โบไฮเดรต ไขมัน หรือโปรตีน) ในการเผาผลาญเพื่อให้เกิดพลังงาน

- ปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนของกลูโคส กรดไขมัน และกรดอะมิโนมีความแตกต่างกัน ดังนั้นปริมาณของออกซิเจนที่ใช้ระหว่างการเผาผลาญขึ้นอยู่กับชนิดของสารอาหารในการเผาผลาญ เครื่องวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมา (VCO_2) และออกซิเจนที่นำเข้า

ไป (VO_2) อัตราส่วนระหว่างสองตัวนี้เรียกว่าอัตราส่วนการแลกเปลี่ยนก๊าซ (Respiratory exchange ratio หรือ RER) สามารถวัดได้ในขณะหายใจเข้า-ออก

Respiratory exchange ratio = VCO_2 / VO_2

ค่าอาร์คิว (RQ:Respiratory quotient) (Willmore et al,1999)

ค่าอาร์คิว (RQ) คือ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตออกมา (VCO_2) และออกซิเจนที่ใช้ไป (VO_2)

$$RQ = \frac{CO_2 \text{ produced}}{O_2 \text{ consumption}}$$

RQ for carbohydrate (อาร์คิวสำหรับคาร์โบไฮเดรต)

$$C_6H_{12}O_6 + O_6 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

$$RQ = \frac{6CO_2}{6\ O_2} = 1.00$$

RQ for fat (อาร์คิวสำหรับไขมัน)

$$C_{16}H_{32}O_2 + 23O_2 \rightarrow 16CO_2 + 16H_2O$$

$$RQ = \frac{16CO_2}{23O_2} = 0.696 \text{ หรือ } 0.70$$

อาร์คิว (RQ) สามารถใช้วัดที่ระดับเซลล์ขณะพัก และออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลางต่ำกว่าสูงสุด (During rest and submaximal)

ค่าของอาร์คิว (RQ) ไม่เท่ากันแล้วแต่ชนิดของอาหารที่ถูกออกซิไดส์ ดังนั้นถ้าทราบค่าอาร์คิว จะบอกได้ถึงชนิดอาหารที่ถูกออกซิไดส์ เช่น คาร์โบไฮเดรต อาร์คิวจะเท่ากับ 1 อาหารไขมันอาร์คิวจะเท่ากับ 0.7 อาหารโปรตีน อาร์คิวจะเท่ากับ 0.8 แต่ถ้าต่ำกว่า 0.7 จะบ่งชี้ถึงการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์แต่ไม่บอกถึงชนิดของอาหารที่ถูกออกซิไดส์

ปกติโปรตีนจะสร้างพลังงานน้อยมากระหว่างการออกกำลังกาย นักสรีรวิทยาจึงไม่นับพลังงานที่ได้จากโปรตีนใน "RER" โปรตีนอาจจะสร้างพลังงานหลังจากการออกกำลังกายหลายชั่วโมงประมาณ 10%

ปริมาณการใช้พลังงานเทียบกับอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซและแหล่งพลังงาน

(Caloric equivalence of the RER and % Kcal from carbohydrate and fat)

Energy (พลังงาน)		% Kcal (เปอร์เซ็นต์)	
RER	Kcal / Lo_2 (กิโลแคลอรี่/ลิตรออกซิเจน)	Carbohydrate (คาร์โบไฮเดรต)	Fat (ไขมัน)
0.71	4.69	0.0	100.0
0.75	4.74	15.6	84.4
0.80	4.80	33.4	66.6
0.85	4.86	50.7	49.3
0.90	4.92	67.5	32.5
0.95	4.99	84.0	16.0
1.00	5.05	100.0	0.0

แหล่งที่มา : Willmore et al, 1999

จากตารางเปรียบเทียบอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ ค่า"RER"จะเริ่มจาก 0.71 จะใช้พลังงาน 4.69 กิโลแคลอรี่ต่อการใช้ออกซิเจน 1 ลิตร แหล่งพลังงานจะได้จากไขมัน 100 เปอร์เซ็นต์ ยิ่งความหนักมากขึ้นค่าของ"RER"เพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การใช้ไขมันจะลดลงแต่เปอร์เซ็นต์ของการใช้คาร์โบไฮเดรตจะเพิ่มขึ้น

ถ้าค่า"RER"เพิ่มขึ้นถึง 1.00 แหล่งพลังงานที่ใช้มาจากคาร์โบไฮเดรต 100% โดยใช้พลังงาน 5.05 กิโลแคลอรี่ต่อการใช้ออกซิเจน 1 ลิตร

สรุปการใช้พลังงาน

การใช้พลังงาน หมายถึง การใช้พลังงานระหว่างการทำงานของร่างกาย ขึ้นอยู่กับอายุ เพศ อัตราการเผาผลาญอาหารขั้นต่ำ มวลร่างกาย ส่วนประกอบของร่างกาย และระดับกิจกรรมที่ประกอบการใช้พลังงานของร่างกายมีหน่วยเป็น กิโลแคลอรี่

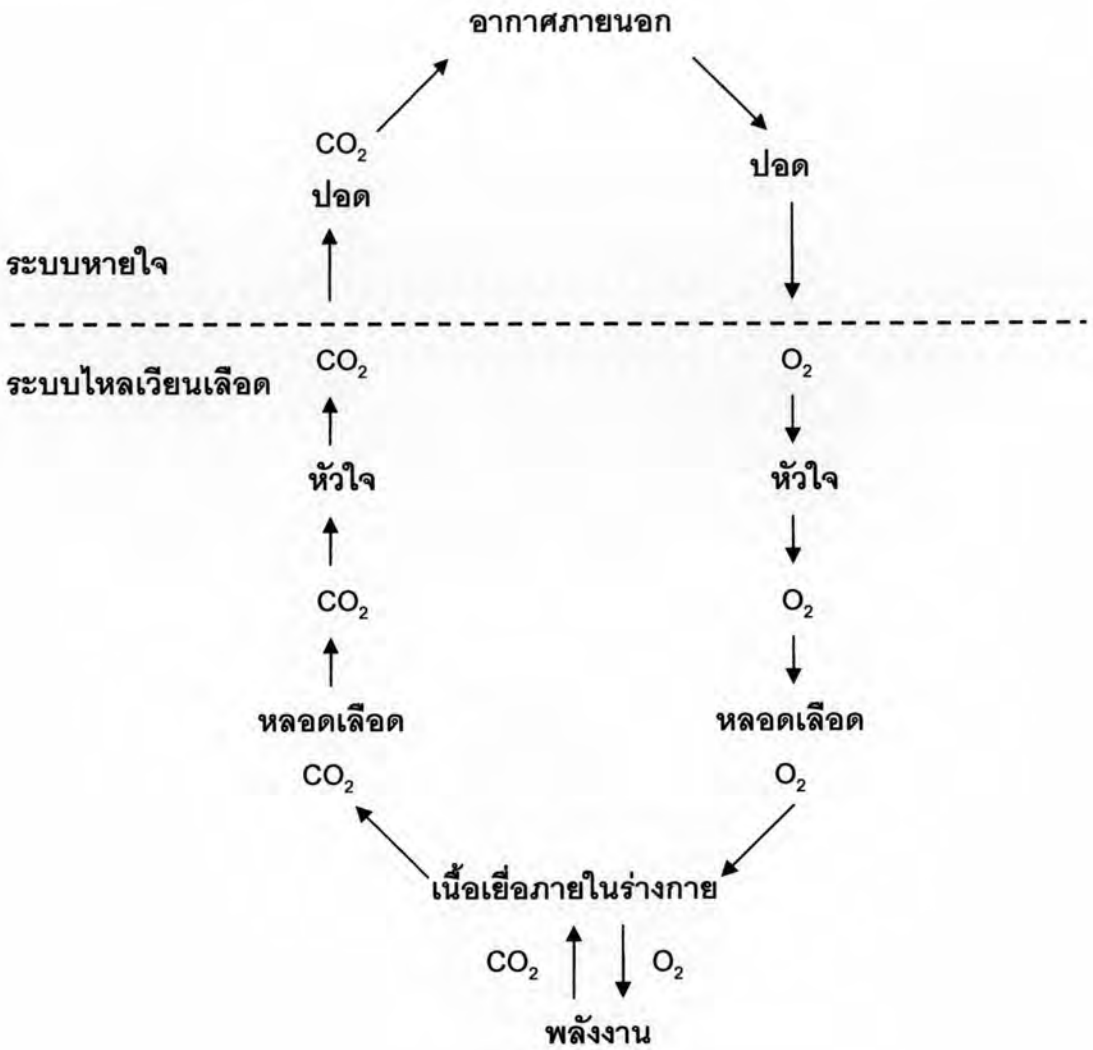
การใช้พลังงานของร่างกายจะขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่รอบผิวกายของแต่ละคน คนตัวใหญ่มีน้ำหนักมาก ต้องการพลังงานมาก เพศชายจะต้องการพลังงานพื้นฐาน (Basal metabolic rate) ประมาณ 1 แคลอรี่ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเพศหญิงต้องการการพลังงานพื้นฐาน 0.9 แคลอรี่ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ค่าการใช้พลังงาน (Metabolic equivalent:MET) คือ ค่าการใช้พลังงาน ใช้เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานในการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน 1 เม็ต (1 MET) คือ อัตราการเผาผลาญขณะพัก 3.5 มิลลิลิตรของออกซิเจนต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่อนาที 1 กิโลแคลอรี่ = 200 มิลลิลิตรของออกซิเจนที่ใช้พลังงานที่ใช้คิดเป็นกิโลแคลอรี่ต่อนาที

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max)

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หมายถึง ปริมาณของออกซิเจน (มิลลิลิตร) ที่ร่างกายรับไปให้เซลล์ต่อนาที ซึ่งถูกกำหนดโดยปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ และปริมาณของออกซิเจนที่แพร่จากเลือดเข้าสู่เนื้อเยื่อ หน่วยที่ใช้ในการวัดอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด คือ มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที แสดงถึงความสามารถในการใช้ออกซิเจน เป็นตัวบ่งชี้ของการทำหน้าที่ของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตพลังงาน เพื่อใช้ในการออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ๆ โดยออกซิเจนจะรับการลำเลียงเข้าสู่เซลล์บริเวณไมโตคอนเดรีย และในขบวนการนี้ คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกขจัดออกจากร่างกาย ขณะที่ร่างกายออกกำลังกายอย่างหนักขึ้น ขบวนการขนถ่ายออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จะทำงานเร็วขึ้น จนในที่สุดเซลล์และเนื้อเยื่อไม่สามารถสกัดและรับออกซิเจนมาใช้ได้อีกต่อไปแล้ว ถึงแม้ว่าความหนักของงาน หรือการออกกำลังกายจะมีความหนักเพิ่มขึ้น เมื่อนั้นร่างกายก็ได้ออกกำลังกายที่ระดับการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ซึ่งสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะแตกต่างกันไปตามสถานะทางเพศ อายุ ขนาด รูปร่าง โดยจะเพิ่มขึ้นตามอายุ ซึ่งจะสูงเมื่ออายุ 20-25 ปี ในเพศหญิง และ 25-30 ปีในเพศชาย หลังจากนั้นค่อย ๆ ลดลงโดยทั่วไปเพศชายจะมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดประมาณ50มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ส่วนเพศหญิงมีค่าประมาณ 40 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ซึ่งน้อยกว่าเพศชาย และหลังจากช่วงอายุดังกล่าว สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะคงระดับ และค่อย ๆ ลดต่ำลงซึ่งการออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะมีผลพัฒนาระบบการไหลเวียนเลือดและระบบการหายใจ หรือรักษาระดับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดไว้ได้ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536)

สมรรถภาพของหัวใจและระบบไหลเวียนเลือดสามารถที่จะแสดงการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายสามารถใช้ได้ต่อน้ำหนักตัวต่อหน่วยเวลา (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) การวัดโดยตรงอาจจะไม่สะดวก จึงมีวิธีการวัดการใช้ออกซิเจนสูงสุดหลายวิธี การวัดแบบนี้มีความแม่นตรงโดยวัดสหสัมพันธ์โดยตรงของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการประมาณค่าสมรรถภาพของหัวใจและระบบไหลเวียนเลือด ผลของการวัดสมรรถภาพหัวใจและระบบไหลเวียนเลือดสามารถใช้กำหนดเป็นโปรแกรมของการออกกำลังกายที่เหมาะสมแต่ละบุคคลได้ (นภพร ทัศนัยนา, 2547)



รูปภาพที่ 1 การลำเลียงออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Pollock, 1984 อ้างถึงใน วรรณี เจิมสุรวงศ์, 2539)

จากรูปภาพที่ 1 การที่ร่างกายมีการประสานงานกันอย่างดี ระหว่างระบบการไหลเวียนเลือดและระบบการหายใจ จะส่งผลให้เป็นผู้มีสุขภาพดีสามารถประกอบกิจกรรมต่าง ๆ หรือทำกิจกรรมได้เป็นเวลานาน ไม่เหนื่อยง่าย เพราะมีความสามารถในการจับออกซิเจนดี เนื่องมาจากร่างกายมีหัวใจที่แข็งแรง ปอดมีพื้นผิวสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซมาก มีหลอดเลือดที่แข็งแรง มีประสิทธิภาพในการลำเลียงออกซิเจนและเนื้อเยื่อมีการดึงออกซิเจนมาใช้ได้ดี ร่างกายสามารถผลิตพลังงานแบบแอโรบิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วรรณี เจิมสุรวงศ์, 2539)

เมื่อออกกำลังกายหนักเต็มที่ การใช้ออกซิเจนระยะแรกจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการเพิ่มระดับความหนักเบาของการออกกำลังกายจนกระทั่งถึงจุด ๆ หนึ่งที่มีการขนส่ง และการใช้ออกซิเจนในเนื้อเยื่อเกิดขึ้นอย่างเต็มที่เรียกว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum

oxygen consumption:VO_2max) ค่านี้หมายถึง ปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถใช้ได้ต่อนาที สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงขีดความสามารถสูงสุดหรือความสามารถของคนในการสร้างพลังงานแบบแอโรบิก (Maximum aerobic power) โดยทั่วไป สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 12 เท่าของขณะพัก ทั้งนี้ค่านี้จะผันแปรตามน้ำหนักตัว มวลสารของร่างกาย อายุ และการฝึก

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ถูกกำหนดโดยความสามารถของระบบไหลเวียนเลือดที่จะนำออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยสูตร ดังนี้

VO_2max	=	ปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถใช้ได้/นาที
	=	(max cardiac output) x (max a – v O_2diff)
	=	ปริมาณเลือดสูบฉีดออกจากหัวใจสูงสุดในหนึ่งนาที x ความแตกต่างระหว่างปริมาณออกซิเจนในเลือดแดงและเลือดดำผสม

แต่ปริมาณเลือดสูบฉีดออกจากหัวใจในหนึ่งนาทีเท่ากับผลคูณของปริมาณเลือดสูบฉีดออกจากหัวใจในการบีบแต่ละครั้งและอัตราการเต้นของหัวใจและความแตกต่างสูงสุดระหว่างปริมาณออกซิเจนในเลือดแดงกับเลือดดำผสมจะขึ้นอยู่กับปริมาณสูงสุดของออกซิเจนในเลือดแดงและความสามารถสูงสุดในการดึงออกซิเจนออกจากเลือดของเซลล์กล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน ซึ่งพิจารณาได้จากปริมาณน้อยที่สุดของออกซิเจนในเลือดดำผสม เราจึงสามารถคำนวณหาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้จากสมการดังนี้

$$VO_2max = (MHR \times max\ SV) \times (max\ CaO_2 - min\ CVO_2)$$

ปัจจัยทางสรีรวิทยาที่อาจจำกัดอัตราการใช้ออกซิเจนมีดังต่อไปนี้

1. อัตราการแพร่ของออกซิเจนจากถุงลมปอดไปสู่เลือด
2. อัตราการขนส่งออกซิเจนโดยระบบไหลเวียนเลือดไปสู่เนื้อเยื่อที่กำลังทำงาน
3. อัตราการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน
4. ปริมาณการสูบฉีดเลือดจากหัวใจต่อนาที (Cardiac output) ความผิดปกติในปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งดังกล่าวข้างต้นมักทำให้ความอดทนต่อการออกกำลังกายลดลง มีอาการหายใจหอบเหนื่อยเมื่อออกแรงและเพลียล้าได้ง่าย การฝึกจะช่วยเพิ่มปริมาณเลือดที่สูบฉีดจากหัวใจใน 1 นาที และเพิ่มการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนที่เนื้อเยื่อเกิดได้เร็วขึ้น

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) เป็น การใช้ออกซิเจนของร่างกาย ซึ่งถือว่าเป็นมาตรฐานของการวัดการออกกำลังกาย ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจ (ชีพจร) เป็นตัวบ่งชี้สมรรถภาพทางกายแล้ว การใช้ออกซิเจนก็จะเป็นปริมาณก๊าซที่ร่างกายใช้ในการทำงาน โดยทั่วไปสมรรถภาพทางกายจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้ออกซิเจนของร่างกาย ออกซิเจนจำนวนมากจะส่งไปเลี้ยงกล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน ถ้าพลังงานที่หล่อเลี้ยงมีมาก การทำงานของร่างกายก็สามารถทำงานหรือเคลื่อนไหวได้มาก ดังนั้นการใช้ออกซิเจนจึงเป็นความสามารถในการสกัดออกซิเจนออกจากอากาศผ่านเข้าไปในระบบหายใจ และขนส่งไปตามกระแสเลือดไปยังเนื้อเยื่อที่ทำงาน สำหรับการสร้างพลังงานโดยการสันดาปสารอาหาร คาร์โบไฮเดรตและไขมัน อัตราสูงสุดที่สามารถใช้ออกซิเจนเรียกว่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด งานวิจัยส่วนใหญ่แสดงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ว่าเป็นตัวกำหนดที่สำคัญของประสิทธิภาพทางแอโรบิกหรือความอดทนของร่างกาย

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen uptake) เป็นปริมาตรของออกซิเจนจากอากาศที่หายใจเข้าไปในช่วงเวลาหนึ่งที่กำหนดให้ ถ้าปริมาณออกซิเจนในร่างกายมีค่าคงที่ (Steady State) ในช่วงที่ทำการวิเคราะห์จะพบว่า การใช้ออกซิเจนจะเท่ากับปริมาตรของออกซิเจนที่ใช้ในการเผาผลาญอาหารค่าของออกซิเจน 1 ลิตร ทำให้เกิดพลังงาน 4.7-5.9 กิโลแคลอรี่ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนจึงแสดงถึงความสามารถของหัวใจที่จะสูบฉีดเลือดที่มีออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อ และความสามารถของเนื้อเยื่อที่จะดูดซึมออกซิเจนออกจากเลือด

การฝึกเพื่อเพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (VO_2) เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด ระบบหายใจ และกล้ามเนื้อโดยดูจากการวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพของระบบดังกล่าว ซึ่งสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวกิโลกรัมต่อนาที ดังนั้นถ้าสมรรถภาพทางกายดี คือ ระบบไหลเวียนเลือด ระบบหายใจ และกล้ามเนื้อทำงานได้ดี สามารถดึงเอาออกซิเจนไปใช้เพื่อสร้างพลังงานได้มากขึ้นในขณะออกกำลังกายการหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน(VO_2) ในห้องปฏิบัติการกระทำได้ทั้งด้วยวิธีการวัดโดยตรงและโดยอ้อม และนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการประเมินความสมบูรณ์ในระบบหัวใจ และการหายใจ (Cardiorespiratory fitness) ซึ่งสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ค่านี้จะแปรตามน้ำหนักตัว มวลสารของร่างกาย อายุ และการฝึก ถ้าความต้องการออกซิเจนมีความสมดุลกับออกซิเจนที่หามาได้ทันกับความต้องการของเซลล์ก็จะใช้ขบวนการสร้างพลังงานแบบใช้ออกซิเจนซึ่งจะเกิดขึ้นในขณะออกกำลังกายขนาดเบาถึงปานกลาง ในการออกกำลังกายต้องระลึกไว้เสมอว่าความต้องการออกซิเจนกับอัตราการใช้ออกซิเจนมีความหมายแตกต่างกัน เมื่อเริ่มออกกำลังกายความต้องการออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นทันทีเพื่อนำเอาออกซิเจนไปเผาผลาญสารอาหารต่าง ๆ เพื่อให้เกิดพลังงานแบบใช้ออกซิเจน

การตรวจสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Determinants of maximum oxygen uptake) โดยมีปัจจัยในการพิจารณาการใช้ออกซิเจนสูงสุด 3 ปัจจัยคือ

1. ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที (Cardiac output)

2. ความสามารถในการขนส่งออกซิเจนของเลือด (ขึ้นอยู่กับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง)

3. จำนวนมัดกล้ามเนื้อที่ออกกำลังกายและความสามารถของกล้ามเนื้อที่รับออกซิเจนมาใช้

ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (Cardiac output:CO) เป็นผลคูณของอัตราการเต้นของหัวใจกับปริมาณเลือดที่สูบฉีดแต่ละครั้งใน 1 นาที ขณะพักปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจประมาณ 5 ลิตรต่อนาที คนทั่วไปอัตราการเต้นหัวใจ ประมาณ 72 ครั้งต่อนาที มีปริมาณเลือดที่สูบฉีดแต่ละครั้งประมาณ 70 มิลลิลิตร ปริมาณเลือดที่สูบฉีดแต่ละครั้งจะเพิ่มขึ้นตามความหนักของการออกกำลังกาย และปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (CO) สูงสุด ในขณะฝึกหนักอาจจะถึง 40 ลิตรต่อนาที ความสามารถในการทำให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (CO) สูงสุดจะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการให้ออกซิเจนสูงสุด ปัจจัยในการพิจารณาการใช้ออกซิเจนสูงสุดทั้ง 3 ปัจจัยเป็นตัวกำหนดการใช้ออกซิเจนสูงสุด แต่สิ่งที่สำคัญในการปรับตัวของการฝึกคือ บทบาทหน้าที่การทำงานของกล้ามเนื้อ และมวลกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกกำลังกาย ซึ่งจะมีความสามารถในการเพิ่มการใช้ออกซิเจนโดยรวม ดังนั้นเมื่อกล้ามเนื้อได้รับการฝึกจะเพิ่มความสามารถของกล้ามเนื้อในการใช้ออกซิเจนสูงขึ้น การฝึกความอดทน โดยเฉพาะการออกกำลังกายอย่างน้อย 30 นาที เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกของกล้ามเนื้อ เอนไซม์ที่สำคัญในการเผาผลาญพลังงาน จะมาจากกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) ซึ่งสะสมอยู่ในร่างกาย กล้ามเนื้อที่ถูกฝึกมาอย่างดี จะมีความสามารถสกัดออกซิเจนจากเลือดได้ดีมวลกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่กว่าจะมีการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากกว่ากล้ามเนื้อขนาดเล็ก ผู้ที่ ฝึกแบบแอโรบิกที่สูงกว่าจะมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเกิน 6 ลิตรต่อนาที ขนาดของร่างกายมีผลต่อการใช้ออกซิเจนสูงสุด ตัวอย่างนักวิ่งที่มีน้ำหนักตัวมากกว่า 150 ปอนด์ จะมีการใช้ออกซิเจน 80 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวกิโลกรัมต่อนาที (มล./กก./นาที) ผู้ใหญ่ที่อายุ 40 ปี ชายจะมีการใช้ออกซิเจนสูงสุด 35-40 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวกิโลกรัมต่อนาที ส่วนผู้หญิงจะน้อยกว่าชาย 5 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวกิโลกรัมต่อนาที

การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดยังสามารถบ่งชี้ถึงสมรรถภาพทางกายได้ ผู้ที่มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากกว่าจะเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ ของหัวใจในการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมทั้งปอดสามารถรับอากาศได้มากขึ้น เซลล์ในกล้ามเนื้อสามารถรับเอาออกซิเจนไปสร้างเป็นพลังงานและขบวนการกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

ความสามารถในการรับออกซิเจน และการใช้ออกซิเจนกับการฝึก

ออกซิเจนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งต่อความอยู่รอดของชีวิตและการมีชีวิตอยู่ได้ นั้นคงจะไม่มีอะไรสำคัญไปกว่านี้ ความสามารถในการรับออกซิเจนของร่างกายเกิดจากสารประกอบทางเคมีชื่อ ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ทำหน้าที่รับออกซิเจนจากปอดแล้วนำไปให้เซลล์ในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ฮีโมโกลบิน เป็นสารประกอบที่พบในเม็ดเลือดแดง ประกอบด้วยธาตุเหล็ก (Iron) ที่นิยมเรียกว่า ฮีม (Heme) สี่กลุ่มและกลุ่มโปรตีนที่มีชื่อว่า โกลบิน (Globin) ฮีมแต่ละกลุ่มสามารถให้ออกซิเจนเกาะได้ทุกกลุ่ม ดังนั้นใน 1 โมเลกุลของฮีโมโกลบิน จึงสามารถรับออกซิเจนได้ 4 โมเลกุล สารประกอบที่เกิดขึ้นใหม่อันเป็นผลเนื่องมาจากการรวมตัวของออกซิเจนกับฮีโมโกลบิน เรียกว่า ออกซีฮีโมโกลบิน (Oxyhemoglobin = HbO_2) ซึ่งนิยมเขียนให้เข้าใจได้ง่าย ๆ ดังนี้

O_2	+	Hb	⟶	HbO_2
(Oxygen)		(Hemoglobin)		(Oxyhemoglobin)

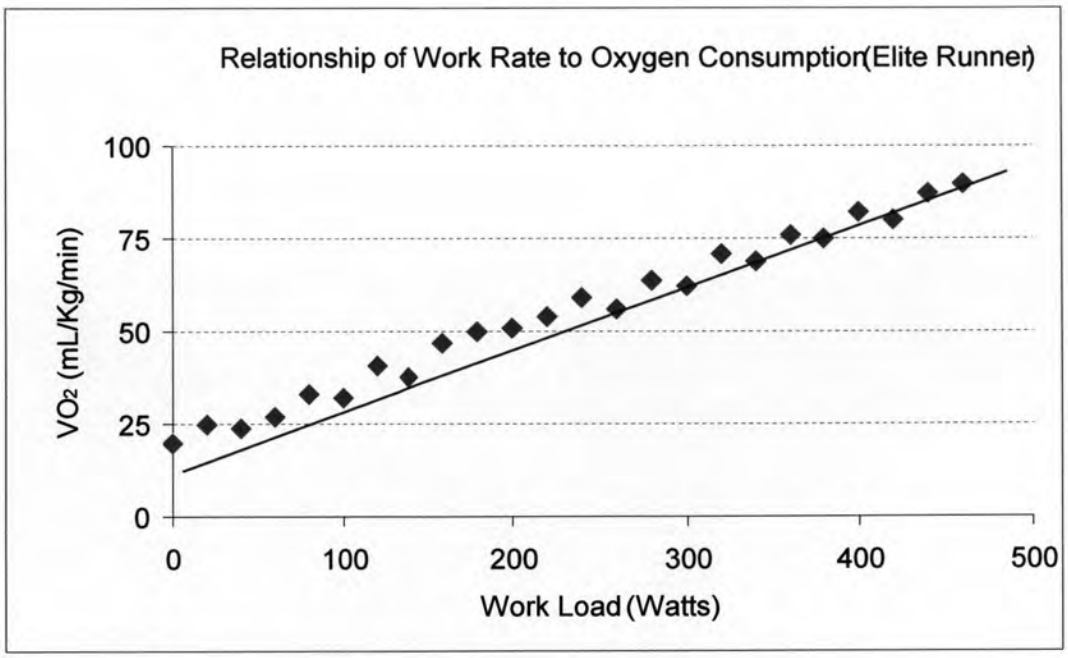
ฟอกซ์ (Fox,1984) กล่าวว่า หากนำฮีโมโกลบิน 1 กรัมมาตรวจสอบจะพบว่ามีออกซิเจนผสมอยู่ 1.34 มิลลิลิตรหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ออกซิเจน 1.34 มิลลิลิตร ต้องใช้ฮีโมโกลบิน 1 กรัมสำหรับขนส่ง ดังนั้นหากเลือดมีฮีโมโกลบินมากก็ย่อมจะรับออกซิเจนเข้าไปได้มาก โดยปกติในเลือดของชายและหญิงไทยจะมีฮีโมโกลบินประมาณ 13 และ 12 กรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่เลือดของชายและหญิงชาวอเมริกันจะมีฮีโมโกลบินประมาณ 15 และ 13.5 กรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณของออกซิเจนที่มีอยู่ในเลือด 100 มิลลิลิตรนี้เรียกว่า "Oxygen capacity of haemoglobin"

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน หมายถึง ปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายรับไปให้เซลล์ใช้ต่อนาที ซึ่งถูกกำหนดโดยปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ และปริมาณของออกซิเจนจากเลือดที่แพร่เข้าสู่เนื้อเยื่อนั้น หน่วยที่ใช้วัดออกซิเจนคือ ลิตร/นาที หรือ มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ซึ่งคนทั่วไปขณะพักในท่านั่งอัตราการใช้ออกซิเจนจะมีค่าประมาณ 200-300 มิลลิลิตร/นาที หรือ 3.5 มิลลิลิตร/กก./นาที ค่าการใช้ออกซิเจน ขณะพักนี้เรียกว่า 1 Metabolic equivalent หรือ 1 MET

ขณะออกกำลังสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนจะแปรตามความหนักเบาของการออกกำลังกาย โดยอัตราการใช้ออกซิเจนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นระหว่าง 2-3 นาทีแรกของการออกกำลังแล้วจะถึงระดับคงที่ (Steady state) ซึ่งอัตราการรับออกซิเจนจากเลือดจะใกล้เคียงกับอัตราความต้องการของเนื้อเยื่อเมื่อหยุดออกกำลัง อัตราการใช้ออกซิเจนจะค่อย ๆ ลดลงสู่ระดับพัก

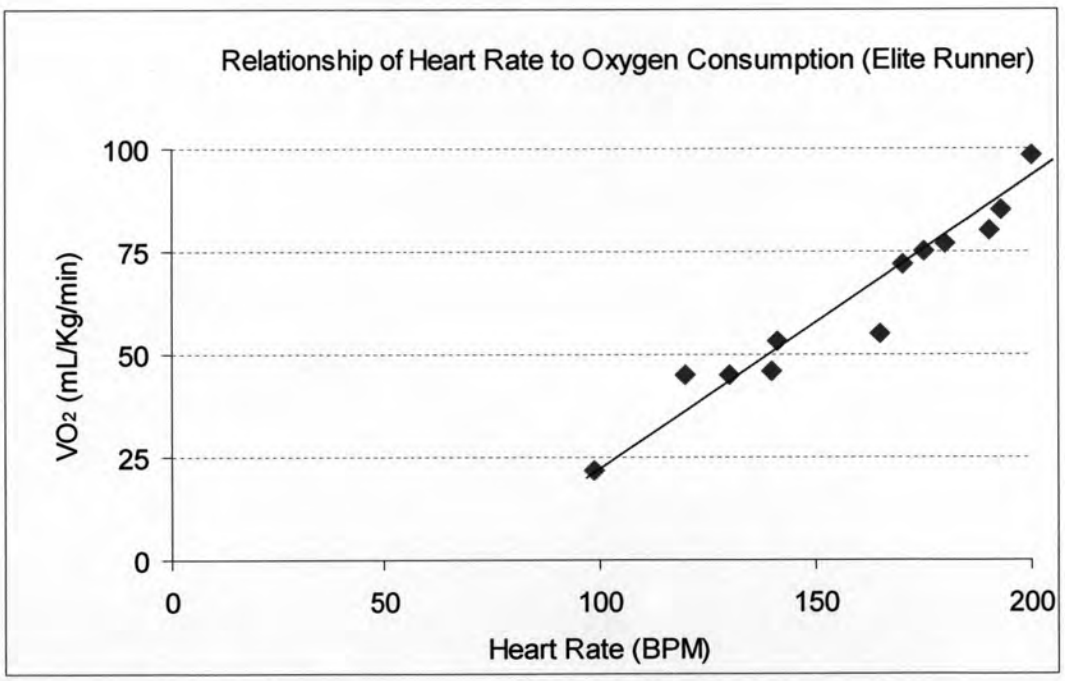
คนที่ไม่ได้รับการฝึกจะสามารถเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนได้ 3 เท่า (750 มล./นาที) ระหว่างการออกกำลังกายเบา ๆ และเป็น 8-12 เท่า (2-3 ลิตร/นาที) ระหว่างการออกกำลังกายหนัก สำหรับนักกีฬาที่รับการฝึกมาเป็นอย่างดีสามารถเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนได้มากถึง16-20เท่า(4-5 ลิตร/นาที) ของระดับพัก ความแตกต่างระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนขณะพักกับอัตราการใช้ออกซิเจนระหว่างออกกำลังเต็มที่จึงแสดงถึงสมรรถนะสำรอง (Reserved capacity) ของระบบหัวใจและหลอดเลือด

สถาบันเวชศาสตร์การกีฬาและการบาดเจ็บของนักกีฬานิคอลัส (The Nicholes Institute of Sport Medicine and Athletic Trauma:NISMAT) มีอุปกรณ์ในการวัดการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยตรงได้โดยการสวมครอบที่ศีรษะซึ่งบรรจุอากาศที่หายใจเข้าออกทางปากคล้ายท่อหายใจในน้ำ (Snorkel) หายใจเข้าผ่านเครื่องหายใจออก เข้าต่อเนื่องวัดค่าการเผาผลาญการทดสอบประกอบด้วยการเดินหรือการวิ่งบนเครื่องวิ่งไฟฟ้า ขี่จักรยานวัดงาน การปั่นจักรยานมือ ความหนักของงานจะเพิ่มตามพื้นฐานปกติทั่วไปทุก 1-2 นาทีและต่อเนื่องไปจนกระทั่งผู้ทดสอบไม่สามารถทำได้ความพยายามสูงสุดที่แท้จริงอาจจะยากที่จะทำได้ให้ถึงจุดนั้น เพราะอาจจะเป็นอันตราย ต้องมีเครื่องช่วยชีวิตเตรียมพร้อมด้วย การทดสอบการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ดี จะทำประมาณ 10-15 นาที ส่วนอุปกรณ์อื่นๆ ตามสถานออกกำลังกายที่ทดสอบใช้ออกซิเจนเป็นเพียงการประมาณค่า ซึ่งสามารถปรับสัดส่วนและประมาณค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจจะสัมพันธ์กับการใช้ออกซิเจน และอัตรางานจะสัมพันธ์กับการใช้ออกซิเจน ดังนั้นถ้าสามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจและรู้ค่าอัตรางานแล้วก็สามารถประมาณค่าการใช้ออกซิเจนได้ (NISMAT, 2005)



แผนภูมิที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนักของงานกับการใช้ออกซิเจน

แหล่งที่มา : NISMAT, 2005



แผนภูมิที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับการใช้ออกซิเจน

แหล่งที่มา : NISMAT, 2005

ซึ่งจากความสัมพันธ์ของความหนักของงานกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน เป็นสิ่งที่เป็นไปได้อย่างยิ่ง โดยดูจากความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและความหนักของงาน ซึ่งความสัมพันธ์นี้สามารถหาการใช้พลังงานของร่างกายได้โดยการประมาณค่าซึ่งรวมถึงเพศ อายุ น้ำหนักตัว และชนิดของการออกกำลังกาย (ACSM, 2000) ได้ให้คำแนะนำว่า

40% ของ VO_2max เมื่อเทียบกับอัตราการเต้นของหัวใจจะประมาณ 60% (MHR)

80% ของ VO_2max เมื่อเทียบกับอัตราการเต้นของหัวใจจะประมาณ 85-90% (MHR)

การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายโดยเฉพาะระบบการไหลเวียนเลือดและระบบการหายใจ (Cardiovascular) ควรออกกำลังกายที่ระดับความหนักของงาน 60-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) หรือ 40-80% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) หรือ 50-85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (HRR)

ระบบการหายใจและระบบการไหลเวียนเลือดกับการฝึก

การที่ร่างกายทำงานมากขึ้นในระหว่างการออกกำลัง กระบวนการเมตาบอลิซึมแบบแอโรบิกที่เพิ่มขึ้น (อัตราการใช้ออกซิเจนและการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นผลจากออกซิเดชันเพิ่มขึ้น) ทำให้จำเป็นต้องเพิ่มการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนเลือด เพื่อขนส่งออกซิเจนไปให้พอกับความต้องการของกระบวนการเมตาบอลิซึมขณะนั้น

การเปลี่ยนแปลงของระบบหายใจ

ตามปกติขณะพักร่างกายต้องใช้ออกซิเจนประมาณ 250 มิลลิลิตร/นาที แต่เมื่อออกกำลังกายอย่างหนักต้องใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นถึง 30 เท่า ดังนั้นร่างกายจึงต้องปรับการหายใจให้สอดคล้องกับความต้องการออกซิเจนในขณะออกกำลังกายความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับกระบวนการของการหายใจ คือ มีการเพิ่มความลึกและอัตราการหายใจหรือเพิ่มการระบายอากาศ (Ventilation) เพิ่มเลือดที่ไปสู่ปอดหรือเพิ่มการกำซาบ (Perfusion) เพิ่มอัตราการแพร่ของก๊าซระหว่างถุงลมปอดและหลอดเลือดฝอยหรือการแลกเปลี่ยนก๊าซในปอด (Diffusion) และเพิ่มการขนส่งก๊าซในเลือด (Gas transport)

การระบายอากาศระหว่างการออกกำลังกาย (Ventilation)

ระหว่างการออกกำลังกาย การระบายอากาศจะเพิ่มขึ้นโดยการแปรผันตามระดับของการออกกำลังกาย ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ก่อนออกกำลังจนสิ้นสุดการออกกำลัง การระบายอากาศอาจเกิดขึ้นได้โดยการเพิ่มทั้งความลึกของการหายใจและอัตราการหายใจ หรือโดยการเปลี่ยนแปลงอย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคลและระดับของการออกกำลังกายถ้าออกกำลังระดับเบาหรือปานกลาง มักมีการเพิ่มความลึกของการหายใจเป็นส่วนใหญ่และมีการเพิ่มอัตราการหายใจเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อออกกำลังหนักเพิ่มขึ้น ความลึกของการหายใจจะเพิ่มขึ้นถึงระดับคงที่ (ประมาณ 2.5-3 ลิตร) แต่อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นมาก (ประมาณ 30-40 ครั้ง/นาที) เพราะเวลาในการหายใจเข้าและหายใจออกจะสั้นลง

ปริมาณการระบายอากาศต่อนาทีเรียกว่า Minute ventilation (VE) ในคนปกติขณะพักจะมีค่าประมาณ 5-6 ลิตร/นาที ซึ่งคำนวณหาได้จาก

ปริมาณการระบายอากาศ (Minute ventilation)	=	ปริมาณอากาศที่หายใจเข้าหรือออกหนึ่งครั้ง x อัตราการหายใจ (Tidal Volume) x (Respiratory rate)

ขณะพัก : ปริมาณอากาศที่หายใจเข้าหรือออกหนึ่งครั้งประมาณ 500 มิลลิลิตร
อัตราการหายใจเฉลี่ย 12-16 ครั้ง

แต่เมื่อมีการออกกำลังกายปริมาณการระบายอากาศจะเพิ่มขึ้นอย่างมากอาจถึง 120 ลิตร/นาที (3 ลิตร x 40 ครั้ง/นาที) ในการออกกำลังกายเบาถึงหนักปานกลาง พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงระหว่างปริมาณการระบายอากาศต่อนาทีกับอัตราการใช้ออกซิเจนของร่างกาย แต่เมื่อออกกำลังกายอย่างหนัก ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะหมดไป คือปริมาณการระบายอากาศต่อนาทีจะเพิ่มขึ้นมากเกินอัตราการใช้ออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นหรือเกินสัดส่วนความหนักของการออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามผลดังกล่าวนี้ไม่เกิดขึ้นเมื่อเทียบกับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการระบายอากาศ ยังขึ้นกับชนิดและความหนักเบาของการออกกำลัง คือ

1. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการระบายอากาศในการออกกำลังที่หนักเท่ากันตลอด จะมีการเปลี่ยนแปลงคือ ระยะก่อนออกกำลังการระบายอากาศจะเพิ่มขึ้นเร็ว เนื่องจากการกระตุ้นของซีรีบรัล คอร์เท็ก (Cerebral cortex) ระหว่างการออกกำลังใน 2-3 วินาทีแรกจะมีการเพิ่มการระบายอากาศอย่างรวดเร็วมาก ต่อมาจะเพิ่มช้าลงถึงระดับคงที่ในกรณีที่ออกกำลังไม่เต็มที่ แต่ถ้าออกกำลัง

เต็มที่ การระบายอากาศจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการออกกำลัง ในระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังสิ้นสุด ระยะแรกการระบายอากาศจะลดลงอย่างรวดเร็ว ต่อมาจะลดช้าลงเข้าสู่ระดับพัก

2. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการระบายอากาศในการออกกำลังที่หนักเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ การระบายอากาศจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับความต้องการทางเมตาบอลิซึม (อัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์) จนกระทั่งถึงจุดที่ร่างกายเปลี่ยนมาใช้เมตาบอลิซึมแบบแอนแอโรบิกเป็นพลังงานหลัก กล่าวคือ เมื่อออกกำลังหนักเกือบเต็มที่จะมีการเพิ่มอัตราการระบายอากาศมากกว่าอัตราการใช้ออกซิเจนต่อนาที เพราะร่างกายเปลี่ยนไปใช้เมตาบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจนแล้ว จุดนี้เรียกว่า จุดเริ่มเปลี่ยนแอนแอโรบิก (Anaerobic threshold)

การหายใจ เป็นการนำเอาออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อที่กำลังทำงานในขณะออกกำลังกาย เพื่อนำเอาออกซิเจนไปสร้างพลังงานและผลิตความร้อน ซึ่งต้องมีการแลกเปลี่ยนอากาศที่เป็นออกซิเจนระหว่างปอดและหลอดเลือดฝอยมากขึ้นโดยการเพิ่มอัตราการหายใจและความลึกของการหายใจด้วย นอกจากนี้บทบาทอีกอย่างหนึ่งของการหายใจก็เพื่อรักษาดุลความเป็นกรด-ด่างของเลือดให้คงที่ การปรับตัวของการหายใจภายหลังจากการฝึก มีดังนี้

1. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) เพิ่มขึ้นภายหลังการฝึก

2. ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศกับการใช้ออกซิเจน (VE / VO_2) ต่ำลง เนื่องจากร่างกายสามารถนำออกซิเจนไปให้เซลล์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. หลังจากการฝึกนักกีฬาจะมีความสามารถทนต่อความเป็นกรดในกระแสเลือดมากขึ้น เชื่อว่าอาจจะเนื่องมาจากร่างกายสร้าง ด่างสำรอง (Alkaline reserve)

สรุปสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หมายถึง ปริมาณของออกซิเจน (มิลลิลิตร) ที่ร่างกายรับไปให้เซลล์ต่อนาที ซึ่งถูกกำหนดโดยปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ และปริมาณของออกซิเจนที่แพร่จากเลือดเข้าสู่เนื้อเยื่อ หน่วยที่ใช้ในการวัดอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด คือ มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที แสดงถึงความสามารถในการใช้ออกซิเจน เป็นตัวบ่งชี้ของการทำหน้าที่ของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตพลังงาน ซึ่งสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะแตกต่างกันไปตามสถานะทางเพศ อายุ ขนาด รูปร่าง โดยจะเพิ่มขึ้นตามอายุ ซึ่งจะสูงเมื่ออายุ 20-25 ปี ในเพศหญิงและ 25-30 ปีในเพศชาย หลังจากนั้นค่อย ๆ ลดลงโดยทั่วไปเพศชายจะมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดประมาณ 50 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ส่วนเพศหญิงมีค่าประมาณ40มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

เชวง ผาสุก (2534) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการฝึกกายบริหารท่าแม่ไม้มวยไทยที่มีต่อการพัฒนาความสามารถทางกลไกความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลการฝึกกายบริหารด้วยท่าแม่ไม้มวยไทยที่มีต่อการพัฒนาความสามารถทางกลไก โดยการกำหนด ความหนักและความนานในการฝึกต่างกัน 4 แบบ คือ แบบ 4 จังหวะ 12 นาที แบบ 8 จังหวะ 12 นาที แบบ 4 จังหวะ 25 นาที และแบบ 8 จังหวะ 25 นาที กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายระดับประถมศึกษา อายุระหว่าง 11-13 ปี ที่เคยฝึกกายบริหารด้วยท่าแม่ไม้มวยไทยมาก่อน จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) แล้วเลือกเข้ากลุ่มโดยการทดสอบความสามารถทางกลไกด้านการยืนกระโดดไกล การลุก-นั่ง การดันพื้น การวิ่งกลับตัว และการวิ่ง 5 นาที เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน หลังจากนั้นให้แยกฝึกตามกลุ่มและแบบฝึกที่กำหนด ฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน และทำการทดสอบความสามารถทางกลไกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางกลไกด้านการยืนกระโดดไกล ด้านการลุก-นั่ง ด้านดันพื้น ด้านการวิ่งกลับตัว ด้านการวิ่ง 5 นาที ทุกกลุ่มมีความสามารถเพิ่มขึ้น

วรเบญญา พิทักษ์อรรณพ (2535) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายที่ใช้ความหนักแตกต่างกันที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดของหญิงวัยกลางคน และมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบผลของโปรแกรมการออกกำลังกายที่ใช้โปรแกรมความหนักแตกต่างกันที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดของหญิงวัยกลางคน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นบุคลากรของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง อายุระหว่าง 31-51 ปี จำนวน 27 คน ก่อนการวิจัยได้มีการตรวจสารชีวเคมีในเลือด และนำมาจัดกลุ่ม โดยวิธีจับกลุ่ม (Match group)แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 9 คน แต่ละกลุ่มออกกำลังกายตามโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 3 กิจกรรมคือ แอโรบิกดานซ์ เดิน-วิ่ง และขี่จักรยานแบบอยู่กับที่

กลุ่มที่ 1 ใช้ความหนักของการออกกำลังกาย 75%ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

กลุ่มที่ 2 ใช้ความหนักของการออกกำลังกาย 65%ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

กลุ่มที่ 3 ใช้ความหนักของการออกกำลังกาย 55%ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

ใช้เวลาในการฝึก 10 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 1 ชั่วโมง หลังการทำวิจัยทำกรตรวจสารชีวเคมีในเลือดแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า "ที" (t-test) วิเคราะห์

ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีของตูกี (Tukey) ที่ระดับนัยสำคัญ.05

ผลการวิจัยพบว่า

1. ทั้งสามกลุ่มมีค่าคอเลสเตอรอลหลังฝึกลดลงจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05

2. กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 มีค่าเอสดีแอล-คอเลสเตอรอลหลังฝึกเพิ่มขึ้น และมีค่าแอลดีแอล-คอเลสเตอรอลหลังฝึกลดลง แตกต่างจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05

3. กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีค่ากลูโคสหลังฝึกลดลงแตกต่างจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. การเปรียบเทียบค่าสารชีวเคมีในเลือดทุกตัวหลังฝึกของทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05

อภิชาติ ไตรแสง (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการออกกำลังกายที่มีต่อความหนักต่างกันต่อปัจจัยเสี่ยงปฐมภูมิ โรคหัวใจโคโรนารี่ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายที่มีความหนักแตกต่างกันต่อปัจจัยเสี่ยงปฐมภูมิ โรคหัวใจโคโรนารี่ ของผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุ ที่มีความดันเลือดขณะหัวใจบีบตัวขณะพักสูงแบบก้ำกึ่งและไขมันในเลือดสูงร่วมกัน มีอายุระหว่าง 60-70 ปี จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน เป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ทำการฝึกตามโปรแกรมการออกกำลังกายที่กำหนดไว้เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ นำข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงปฐมภูมิ โรคหัวใจโคโรนารี่ ตามความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก มวลของร่างกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ มาวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวนแบบทางเดียว ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ และทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีตูกี

ผลการวิจัยพบว่า

1. การออกกำลังกายแม้ว่าจะมีความหนักแตกต่างกัน ก็ทำให้คะแนนอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจโคโรนารี่ลดลง และมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยเสี่ยงปฐมภูมิ โรคหัวใจโคโรนารี่ดังนี้

กลุ่มฝึกที่ความหนัก 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองทำให้ความดันเลือดขณะหัวใจบีบตัวขณะพักและอัตราส่วนระหว่างคอเลสเตอรอลรวมกับไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงลดลง ส่วนไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงเพิ่มขึ้น

กลุ่มฝึกที่ความหนัก 60-65% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองทำให้อัตราส่วนระหว่างคอเลสเตอรอลรวมกับไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงลดลง ส่วนไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงเพิ่มขึ้น

กลุ่มฝึกที่ความหนัก 70-75% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ทำให้คอเลสเตอรอลรวมไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ และอัตราส่วนระหว่างคอเลสเตอรอลรวมกับไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงลดลง ส่วนไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงเพิ่มขึ้น

2. กลุ่มฝึกที่ระดับความหนักของงาน 60-65%และ70-75% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองสูงสุด ทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น

ส่วนความดันเลือดขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก ไตรกลีเซอไรด์ อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก มวลของร่างกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ของทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

สมบูรณ์ บุญชุ่ม (2541) ได้ศึกษาผลของการฝึกการบริหารชุดแม่ไม้มวยไทยที่มีต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกลไกของนักเรียนระดับชั้นประถม เพื่อเปรียบเทียบระดับความหนักที่ต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย ระดับประถมศึกษา จำนวน 60 คน อายุระหว่าง 10-11 ปี ภาคต้นปีการศึกษา 2540 โรงเรียนศรีมหาโพธิ์ (ประชาสรรค์) จังหวัดสุโขทัย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ฝึกกายบริหารชุดแม่ไม้มวยไทย แบบ 4 จังหวะ และ 8 จังหวะ ท่าฝึกจำนวน 24 ท่า ใช้เวลา 10 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน คือจันทร์ พุธ และศุกร์ วันละ 14 นาที ผลการวิจัยพบว่า สมรรถภาพทางกลไกพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

สุรสิทธิ์ มิทราวงศ์ (2542) ได้ศึกษาผลของกายบริหารชุดแม่ไม้มวยไทยที่มีต่อสมรรถภาพทางกลไกของนักเรียนโรงเรียนบ้านโนนนกหอ เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกกายบริหารแม่ไม้มวยไทยที่มีต่อสมรรถภาพทางกลไกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ สมรรถภาพทางกลไกทุกรายการพัฒนาดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุดา กาญจนะวณิชย์ (2543) ได้ทำการวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบผลของการเต้นแอโรบิกแบบศิลปะมวยไทยกับการเต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำที่มีต่อสมรรถภาพทางกายการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเต้นแอโรบิกแบบศิลปะมวยไทยกับการเต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำที่มีต่อน้ำหนัก อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันเลือดขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวขณะพัก ความอ่อนตัว เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและขา ความจุปอด สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดขณะปั่นจักรยาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตหญิงที่พักอยู่ในหอพักของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18-22 ปี

ที่มีสุขภาพดี อาสาสมัครเข้าร่วมการทดลองครั้งนี้ จำนวน 40 คน ฝึก 3 วัน ต่อสัปดาห์ ครั้งละ 40 นาที ความหนักของงาน 60-80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเต้นแอโรบิกแบบศิลปะมวยไทยและกลุ่มฝึกเต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ หลังการทดลอง 10 สัปดาห์ ทั้ง 2 กลุ่ม เปอร์เซ็นต์ไขมันลดลงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มฝึกเต้นแอโรบิกแบบศิลปะมวยไทย ตัวแปรส่วนใหญ่พบว่าเริ่มมีความแตกต่างกันตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5

ขนิษฐา คงทรัพย์ (2546) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกเต้นแอโรบิกบนบก และในน้ำที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และความแข็งแรงของขาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลการฝึกเต้นแอโรบิกบนบกและในน้ำที่มีต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความแข็งแรงของขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิง อายุ 13-14 ปี จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน คือกลุ่มทดลองที่ 1 ควบคุมโดยทำการฝึก 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 45 นาที ทำการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และความแข็งแรงของขากับกลุ่มตัวอย่างในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีของตูกี (Tukey)

ผลการวิจัยพบว่า

1. สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดภายในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 มีพัฒนาการดีกว่าก่อนการฝึกและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันสำหรับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ 1 และระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความแข็งแรงของขาภายในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 มีพัฒนาการดีกว่าก่อนการฝึกและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับความแข็งแรงของขาระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ 1 และ ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รองรัก สุวรรณรัตน์ (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการเต้นแอโรบิกที่พัฒนาจากทักษะกีฬาประจำชาติต่อสมรรถภาพทางกาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะกีฬาประจำชาติไทยที่มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบของการเต้นแอโรบิก และเปรียบเทียบผลของการเต้นแอโรบิกแบบกีฬาประจำชาติที่มีต่อน้ำหนักของร่างกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันเลือดขณะพัก ความอ่อนตัว เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและขา ความจุปอดและสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครเพศหญิงของตำบลชะอวด อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช อายุ 40-45 ปีที่มีสุขภาพดี จำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน ใช้เวลาในการฝึก 12 สัปดาห์ แล้วนำผลมาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำข้อมูลหลังการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) และการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ตามวิธีของตูกี (เอ) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะกีฬาประจำชาติไทยสามารถพัฒนาให้เป็นการเต้นแอโรบิกแบบกีฬาประจำชาติไทยที่มีคุณค่าด้านสมรรถภาพทางกาย และมีความเหมาะสมตามองค์ประกอบของการเต้นแอโรบิกได้ โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่าชุดรูปแบบการเต้นแอโรบิกแบบกีฬาประจำชาติไทยมีความตรงตามเนื้อหา และมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมตามองค์ประกอบของการเต้นแอโรบิก คือ 3.54 อยู่ในระดับดีมาก

2. หลังการทดลองเต้นแอโรบิกแบบกีฬาประจำชาติไทย 12 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างช่วงศึกษาผลของการเต้นแอโรบิกแบบกีฬาประจำชาติไทย มีสมรรถภาพทางกายด้านน้ำหนักของร่างกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันเลือดขณะพัก ความอ่อนตัว เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและขา ความจุปอด และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และคณะ (2549) ได้ทำงานวิจัยเรื่องโครงการประเมินรูปแบบการเต้นมวยไทยแอโรบิกที่เหมาะสมกับกลุ่มอายุ เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพและสารชีวเคมีในเลือดภายในกลุ่มอายุและระหว่างกลุ่มทดลองที่เต้นมวยไทยแอโรบิกแบบก้าวหน้าและกลุ่มควบคุมที่เต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำวิเคราะห์และสร้างรูปแบบการออกกำลังกายในภูมิปัญญาไทย กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง จำนวน 140 คน อายุ 20-39 ปี 40-49 ปี และ 50-59 ปี ใช้เวลาทดลอง 12 สัปดาห์ 3 วัน ต่อสัปดาห์ ครั้งละ 30-40 นาที และเต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ 3 วันต่อสัปดาห์ ครั้งละ 30 นาที

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มอายุ 20-29 ปี 30-39 ปี และ 40-49 ปี ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกลุ่ม 30-39 ปี 40-49 ปี และ 50-59 ปี มีความดันเลือดขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ค่าเอสดีแอล-คอเรสเตอรอลของทุกกลุ่มอายุ 30-39 ปี ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และเมื่อจำแนกตามกลุ่มอายุไม่พบความแตกต่าง รูปแบบการเต้นเหมาะสมกับกลุ่มอายุมีความตรงตามเนื้อหาโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.67-1.00 และมีความเที่ยงของอัตราการเต้นของหัวใจทั้งสองครั้งของผู้นำและกลุ่มอายุที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ส่วนคุณค่าในความเป็นไทยทุกกลุ่มอายุรู้สึกภาคภูมิใจในศิลปะมวยไทย

สรุปงานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับมวยไทย 6 งานวิจัย

งานวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมประเภทแอโรบิก 5 งานวิจัย

งานวิจัยเกี่ยวกับความหนักของงานที่แตกต่างกัน 2 งานวิจัย

งานวิจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 5 งานวิจัย

งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้พลังงานขณะออกกำลังกาย ยังไม่มีผู้ทำการวิจัย

งานวิจัยต่างประเทศ

เบลิงเจอร์และคณะ (Bellingeret al,1977) ทำการวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบ การใช้พลังงานในการฝึกซกมวยแบบไม่มีการปะทะกับการวิ่งบนลู่กลที่ระดับความหนักปานกลางมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พลังงานในการซกมวย (ซกลม) 1 ชั่วโมง เปรียบเทียบผลกับการใช้พลังงานในกิจกรรมนันทนาการ เช่น การวิ่ง โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นชายสุขภาพดี 8 คน ฝึกซกมวย (ซกลม) โดยมีการทดสอบ 3 รายการ คือ 1) ฝึกซกมวย (ซกลม) ในห้องทดลอง โดยใช้เครื่องวัดการใช้พลังงานโดยตรง 2) ฝึกซกมวย (ซกลม) ในห้องฝึกโดยวัดอัตราการเต้นของหัวใจ 3) การทดสอบวิ่งบนลู่กลและวัดการใช้พลังงานขณะวิ่ง

ผลการวิจัยพบว่า การใช้พลังงานใน 60 นาทีที่ฝึกอยู่ในห้องทดลองใช้พลังงานอยู่ระหว่าง 2519-3076 กิโลจูล มี 7 คน ใน 8 คน ของกลุ่มทดลอง มีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกในห้องธรรมดามีข้อเสนอแนะว่ากลุ่มทดลองในห้องทดลองออกกำลังกายมีความหนักสูงกว่าเล็กน้อย อาจเป็นเพราะต้องดูแลการฝึกคนต่อคน เท่ากับการใช้พลังงานของคนที่วิ่ง 9 กิโลเมตรใน 1 ชั่วโมงบนลู่กล

เวอร์เกล และคณะ (Wergel et al,1998) ได้ทำการวิจัย เรื่องการใช้ออกซิเจนและการใช้พลังงานวันต่อวันในขณะเดินบนลู่กลที่ต่ำกว่าระดับสูงสุดของผู้หญิงวัยรุ่น เพื่อศึกษาการใช้ออกซิเจนและการใช้การใช้พลังงานวันต่อวันขณะเดินบนลู่กล วัดโดยใช้เครื่องวัดพลังงานทางอ้อมในวัยรุ่น 20 คน เฉลี่ยอายุ 17.3 ปี โดยให้ความเร็วในการเดิน 2 แบบ คือ ความเร็ว 5 กม./ชม.และความเร็วตามความสามารถของแต่ละคนในความเร็ว 3 กม./ชม. 2 ครั้ง/วัน เป็นเวลา 2 วัน

ผลการวิจัยพบว่า ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มที่เดินด้วยความเร็ว 5 กม./ชม. เท่ากับ 919 มล./นาที และกลุ่มที่เดินตามความสามารถของแต่ละคนเท่ากับ 622 มล./นาที ค่าการใช้พลังงานกลุ่มแรกเท่ากับ 4.5 กิโลแคลอรี/นาที กลุ่มที่สอง 3.1 กิโลแคลอรี/นาที ค่าการแปรเปลี่ยนแต่ละวันของกลุ่มแรกอยู่ระหว่าง -11.7% และ +12.6% ของค่าเฉลี่ยการใช้ออกซิเจน ค่าสหสัมพันธ์การแปรเปลี่ยนเท่ากับ6.4%ค่าการใช้พลังงานมีการแปรเปลี่ยนเล็กน้อย ค่าสหสัมพันธ์=5.7% สรุป ค่าการใช้พลังงานเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย อาจเป็นเพราะความสามารถในการแลกเปลี่ยนระหว่างก๊าซที่หายใจ

แกรี่และคณะ (Gary et al, 2000) ทำการศึกษาเรื่องการฝึกความอดทน สามารถเพิ่มการใช้พลังงานของร่างกาย ทำให้สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดีขึ้นในวัยผู้ใหญ่จุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบผลการฝึกความอดทนที่มีต่อการใช้พลังงานขณะพัก การใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน และ

พลังงานในการทำกิจกรรมต่าง ๆ กลุ่มตัวอย่าง ชาย 8 คน หญิง 7 คน โดยใช้เครื่องวัดการแลกเปลี่ยนอากาศที่หายใจเข้า-ออก ใช้เวลาในการฝึกแบบมีแรงต้าน 24 สัปดาห์

ผลการวิจัยพบว่า การใช้พลังงานในกิจกรรมที่ทำสามารถเพิ่มขึ้นได้ในวัยผู้ใหญ่ และพิสูจน์ได้ว่าระบบการเผาผลาญดีขึ้นด้วย

เฮอร์แมน และคณะ(Herman et al, 2003)ทำการศึกษาเรื่องการควบคุมการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายที่หนักโดยใช้ชีพจรและอัตราการรับรู้ความหนัก โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบการประเมินการใช้ชีพจรและอัตราการรับรู้ความหนักในการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่หนัก กลุ่มตัวอย่างชาย 9 คน ทดสอบโดยการออกกำลังกายที่ระดับ75%ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราการรับรู้ วัดตลอดการทดลองใช้สถิติการวัดซ้ำและใช้การเปรียบเทียบโดยวิธีโพส-ฮอก และใช้ Fisher's LSD test ผู้รับการทดลองชาย 9 คน ทดสอบบนจักรยานวัดงาน 15 นาที ดูการตอบสนองของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน75%และการตอบสนองของการเต้นของหัวใจที่ระดับ75%ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการรับรู้ของระดับความเหนื่อย

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกายสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่ระดับ 75% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด สูงกว่าระดับการเต้นของหัวใจ 75% และการรับรู้ที่ 75% แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างการรับรู้ที่ 75% และระดับที่การเต้นของหัวใจ 75%

ฮาวาร์ด และคณะ (Havard et al,2005) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการออกกำลังกายแบบความอดทนด้วยความหนักสูงที่มีผลต่อการเพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นชายสูงอายุสุขภาพดีไม่ได้รับการฝึกมาก่อนทั้งชายและหญิง กลุ่มฝึก 10 คน และกลุ่มควบคุม 11 คน ฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 60 นาทีเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ด้วยความหนัก 85-95% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มฝึกเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมมีการเพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (13.2%)

ฟิลิปท์ และคณะ (Philip et al,2005) ได้ศึกษาการฝึกที่มีแรงต้านสามารถเพิ่มการใช้พลังงานในหญิงพิการด้วยโรคหลอดเลือดหัวใจเรื้อรัง เพื่อดูการใช้พลังงานโดยรวมของคนไข้ ซึ่งเป็นเรื่องเสี่ยงของผู้สูงอายุที่มีโรคหลอดเลือดหัวใจเรื้อรังและมีกิจกรรมทางกายที่จำกัด กลุ่มผู้รับการทดลองมี 42 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ฝึกการออกกำลังกายที่มีแรงต้าน และกลุ่มควบคุมโดยการฝึกโยคะที่มีความหนักของงานน้อย

ผลการวิจัยพบว่าการออกกำลังกายที่มีแรงต้านสามารถเพิ่มการใช้พลังงานของร่างกายในผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจเรื้อรังได้

โดลาน และคณะ (Dolan et al, 2006) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกของหญิงที่ติดเชื้อไวรัส เอสไอวี ที่มีผลต่อไขมันหน้าท้อง และระบบการเผาผลาญโดยฝึก 16 สัปดาห์ ให้ออกกำลังกายประเภทแอโรบิกในหญิง 40 คน ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โทโมกราฟฟีวัดระบบการทำงานของการหายใจ และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความแข็งแรงของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างเรื่องไขมัน ความดันเลือด และไขมันหน้าท้อง ระหว่างกลุ่ม แต่มีผลของการพัฒนาเรื่องการใช้พลังงาน และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และสมรรถภาพความแข็งแรงของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

เดนเจล และคณะ (Dengel et al,2006) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการฝึกการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีต่อความดันเลือด ในการดื่มโซเดียมในผู้สูงอายุ โดยการวัดหลังจาก 8 วันโดยการฝึกออกกำลังกาย 6 เดือน ที่ความหนัก 75% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 40 นาที

ผลการวิจัยพบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก หลังจาก 6 เดือน สามารถเพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และมีผลต่อการรับโซเดียมเพิ่มขึ้นจาก 35% เป็น 61%

ซินเทีย และคณะ (Cynthia et al,2006) ทำการวิจัยเรื่องผลของการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกที่มีผลต่อกลูโคสและโครงสร้างของกล้ามเนื้อในการเผาผลาญพลังงานในผู้สูงอายุ โดยการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นเวลา 6 เดือน มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า การใช้ออกซิเจนสูงสุดในผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดีด้วยความหนักที่สูงสามารถพัฒนาการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้โดยใช้ความหนัก 85-95% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น 16% และระบบการเผาผลาญกลูโคสเพิ่มขึ้นน้ำตาลลดลงและมีการพัฒนาของระบบหัวใจดีขึ้น

อลาโทรี และคณะ (A La Tore et al, 2006) ได้ทำการวิจัยเรื่องการตอบสนองของระบบไหลเวียนเลือดในการเต้นสเต็ปแอโรบิกด้วยการฝึกถ่วงน้ำหนักบริเวณแขนและขา ในหญิงที่มีสุขภาพดี 10 คน โดยมีความหนักปานกลาง ทดสอบโดยเครื่องลู่กล (Treadmill test) เพื่อตรวจสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและความสัมพันธ์ของการรับรู้ในความเหนื่อย ฝึกโดยการเต้นสเตปแอโรบิก

ที่เป็นท่าชุด เพิ่มความหนักจาก 84.5% เป็น 89.8% ของสมรรถภาพการเต้นของหัวใจสูงสุด และ 68.9% ถึง 78.3% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด การรับรู้ความเหนื่อยจาก 12.1-15.7 และการใช้ออกซิเจนจาก 30.0 เป็น 34.7 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที การใช้พลังงานจาก 251 เป็น 288 กิโลแคลอรี่

ผลการวิจัยพบว่า มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปงานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับการชกมวย 1 งานวิจัย

งานวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมประเภทแอโรบิก 7 งานวิจัย

งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้พลังงาน 7 งานวิจัย

งานวิจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 7 งานวิจัย

กรอบในการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาการเต้นแอโรบิกมวยไทยที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีกรอบในการวิจัยคือ การพัฒนาการเต้นแอโรบิกมวยไทยที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่มีความถูกต้องเหมาะสมตามองค์ประกอบของการเต้นแอโรบิก 3 โปรแกรมที่มีความหนักของงานแตกต่างกัน (ระหว่าง 55-65%,66-75%และ 76-85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง) ฝึกเต้นเป็นเวลา 12 สัปดาห์จะส่งผลทำให้การใช้พลังงานและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นและแตกต่างกัน

รูปภาพที่ 2 กรอบในการวิจัย