บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย การเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพทางกายที่เป็นผลจากการฝึกออกกำลังกาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness)
2. ความอดทน (Endurance)
3. การสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิคของกล้ามเนื้อ
4. ความแข็งแรง (Strength)
5. สัดส่วนของร่างกาย (Body Composition)
6. ความอ่อนตัว (Flexibility)
7. เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายประชาชนไทย

สมรรถภาพทางกาย

มีผู้ให้ความหมายของคำว่า สมรรถภาพทางกายเอาไว้หลายความหมาย ซึ่งโดยรวมแล้วหมายถึง ความสามารถทางร่างกายของบุคคลในการที่จะประกอบกิจกรรมการเคลื่อนไหวหรือทำงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่เหนื่อยง่าย และยังสามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้อย่างรวดเร็ว

ลักษณะของผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายดีก็คือ มีลักษณะของร่างกายที่มีความสมบูรณ์แข็งแรง อดทนต่อการปฏิบัติงาน มีความคล่องแคล่วว่องไว ร่างกายมีความต้านทานโรคสูง ผู้ที่สมรรถภาพที่ดีมักจะเป็นผู้ที่มีจิตใจร่าเริงแจ่มใส มีร่างกายสง่าผ่าเผยและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อมีสมรรถภาพทางกายดีแล้ว สมรรถภาพทางจิตใจ สังคมและสติปัญญาก็ดีตามไปด้วย (เกษม ช่วยพนัง, 2536, หน้า 53; ไพวัลย์ ตัณลากุล, 2530, หน้า 58 อ้างถึงใน นภดล หักกะยานนท์, 2539, หน้า 18)

คุณค่าของสมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพของร่างกายจะเกิดขึ้นได้นั้น ก็ต่อเมื่อร่างกายได้มีการเคลื่อนไหวหรือออกกำลังเท่านั้น และสมรรถภาพทางกายนี้เป็นสภาพของร่างกายที่จะเกิดขึ้นและหายไปได้ การที่จะรักษาให้สมรรถภาพของร่างกายคงสภาพอยู่เสมอ มีวิธีเดียวเท่านั้นคือจะต้องออกกำลังกายเป็นประจำอยู่เสมอทุกวัน คุณค่าของสมรรถภาพทางกายจากการออกกำลังกายเป็นประจำ พอจะสรุปได้เป็นข้อ ๆ ที่สำคัญได้ดังนี้ คือ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. การออกกำลังกายเป็นประจำนั้น จะช่วยกระตุ้นให้ร่างกายได้มีการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะวัยเด็กซึ่งเป็นวัยที่อยู่ในระหว่างการเจริญเติบโต กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้มีการพัฒนาได้อย่างเต็มที่และได้สัดส่วน ทำให้มีสมรรถภาพในการทำงานต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในจำนวนงานเท่ากัน กล้ามเนื้อที่มีสมรรถภาพสูงจะทำงานสำเร็จได้โดยใช้แรงงานที่น้อยกว่าและเหนื่อยน้อยกว่า ประหยัดกว่า ทำให้สามารถนำกำลังงานที่เหลือไปใช้ ในงานอื่นได้อีกต่อไป

2. ผู้มีสมรรถภาพทางร่างกายดีจะช่วยให้มีบุคลิกลักษณะสง่าผ่าเผย สามารถที่จะเคลื่อนไหวหรือเดินเหินได้ด้วยความสง่า คล่องแคล่ว และกระฉับกระเฉงเป็นไปตามจังหวะหรือลีลาของการเคลื่อนไหวหรือการเดินนั้น ๆ การเคลื่อนไหวของร่างกายในลักษณะดังกล่าวนี้นอกจากจะเป็นการประหยัดแรงงานได้เป็นอย่างดีแล้ว ยังจะเป็นการส่งเสริมสง่าราศรีให้แก่ตัวเองได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

3. ผู้ที่มีสมรรถภาพทางร่างกายดีจะเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี มีประสิทธิภาพในการประกอบกิจการงานต่าง ๆ ประจำวันได้ผลผลิตที่สูง ถ้าเป็นผู้ที่อยู่ในวัยศึกษาเล่าเรียนจะสามารถตรากตรำและมีสมาธิในการศึกษาเล่าเรียนได้ดีกว่า เป็นระยะเวลานานกว่าทำให้ได้รับผลการเรียนดีกว่าผู้ที่ไม่มีสมรรถภาพทางกาย

4. กล้ามเนื้อหลังตอนล่างมีความสำคัญในการป้องกันโรคปวดหลังเมื่อมีอายุสูง ถ้าได้มีการออกกำลังกายเพื่อให้กล้ามเนื้อส่วนนี้ได้มีการพัฒนาเป็นอย่างดีและถูกต้องตั้งแต่วัยเด็กแล้วจะเป็นการช่วยป้องกันโรคปวดหลังได้เป็นอย่างดีอีกทางหนึ่งด้วย

5. สำหรับเด็กนั้น การมีสมรรถภาพทางกายดีจะช่วยให้เป็นเด็กที่มีความกระตือรือร้นมีความต้องการที่จะเคลื่อนไหว และมีความเชื่อมั่นในตนเองสูง

6. การออกกำลังเพื่อให้ร่างกายมีสมรรถภาพนั้น เป็นวิธีที่ดียิ่งอย่างหนึ่งในการที่จะช่วยรักษาและควบคุมน้ำหนักตัว การควบคุมน้ำหนักตัวด้วยวิธีการลดอาหารอย่างเดียวนั้นเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องอย่างมาก โดยเฉพาะในวัยเด็กที่อยู่ในระหว่างการเจริญเติบโต วิธีที่ดีที่สุดและถูกต้องนั้นควรจะเป็นการควบคุมด้วยการออกกำลังกายและอาหารควบคู่กันไปด้วย

7. การออกกำลังกายเพื่อให้ร่างกายมีสมรรถภาพนั้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานประสานกันระหว่างระบบไหลเวียนโลหิตกับระบบหายใจ ซึ่งเป็นการป้องกันโรคหัวใจเสื่อมสมรรถภาพได้เป็นอย่างดี ในปัจจุบันมีความเชื่อว่าโรคหัวใจเสื่อมสมรรถภาพนี้เองเป็นต้นเหตุของโรคหัวใจวาย ที่กำลังเป็นโรคร้ายที่น่ากลัวยิ่งอย่างหนึ่งในสังคมสมัยใหม่ วิธีป้องกันที่ดีอย่างหนึ่ง ก็คือ การออกกำลังกายเป็นประจำเพื่อรักษาสมรรถภาพทางกายนั่นเอง

8. คำกล่าวของกรีกโบราณที่ว่า “จิตใจที่ผ่องใสอยู่ในเรือนร่างที่สมบูรณ์” นั้นเพื่อให้มี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความหมายชัดเจนยิ่งขึ้น ควรจะขยายความต่อไปอีกว่า "เรือนร่างที่สมบูรณ์นั้นคือเรือนร่างที่มีสมรรถภาพทางกายดี" ฉะนั้นเมื่อร่างกายมีสมรรถภาพดี สุขภาพสมบูรณ์ก็ย่อมจะเป็นผลต่อประสิทธิภาพทางด้านจิตใจด้วย

ความสำคัญของสมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกายเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยเสริมสร้างให้บุคคลสามารถประกอบภารกิจและดำรงชีวิตอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังทำให้บุคคลปราศจากโรคภัยไข้เจ็บและมีความแข็งแรงทนทาน มีความคล่องแคล่วว่องไว ที่จะประกอบภารกิจประจำวันให้ลุล่วงไปด้วยดี นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการพัฒนาทั้งทางด้านจิตใจและอารมณ์ควบคู่ไปด้วย ในเรื่องของสุขภาพส่วนบุคคลนั้น ความสมบูรณ์ของร่างกายและจิตใจมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับสมรรถภาพทางกาย หรืออาจจะกล่าวว่า สมรรถภาพทางกายมีรากฐานจากการมีสุขภาพดี ถ้าร่างกายอ่อนแอ สุขภาพไม่สมบูรณ์ ความสามารถของร่างกายที่จะประกอบภารกิจต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันก็ย่อมลดน้อยลงด้วย

อย่างไรก็ตาม สมรรถภาพทางกายสามารถสร้างขึ้นได้ด้วยการทำให้ร่างกายต้องออกกำลังกายหรือมีการเคลื่อนไหวเท่านั้น สมรรถภาพทางกายเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้และหายไปได้ การที่เราจะรักษาให้ร่างกายมีสมรรถภาพคงอยู่เสมอนั้น จำเป็นต้องมีการออกกำลังกายเป็นประจำ เพื่อให้มีสมรรถภาพทางกายที่คงสภาพและเป็นการสร้างเสริมสมรรถภาพทางกายให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไปอีกด้วย นอกจากนี้แล้วยังเป็นประโยชน์ในการป้องกันโรคภัยเบียดเบียน โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกายได้อีกด้วย เช่น

1. ลดอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ
2. เพิ่มพูนประสิทธิภาพของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบการหายใจ ระบบการย่อยอาหาร ฯลฯ
3. ทำให้รูปร่างและสัดส่วนของร่างกายดีขึ้น
4. ช่วยควบคุมมิให้น้ำหนักเกิดหรือควบคุมไขมันในร่างกาย
5. ช่วยลดความดันโลหิตสูง
6. ช่วยลดไขมันในเลือด
7. เพิ่มความคล่องตัว เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness Component) สามารถจัดแยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เกี่ยวกับสุขภาพ และ กลุ่มที่เกี่ยวกับทักษะเฉพาะหรือการแสดงออก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ 2 องค์ประกอบสมรรถภาพทางกาย (กรมพลศึกษา, 2537, หน้า 46 – 48 อ้างถึงใน นภดล หักกะยานนท์, 2539, หน้า 20)

ความอดทน (Endurance)

ความอดทน หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่จะทนต่อการทำงานที่มีความเข้มข้นปานกลาง ได้เป็นระยะเวลานาน ความอดทนของร่างกายโดยมากมักพูดถึง ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory Endurance) (ประทุม ม่วงมี, 2527, หน้า 96; พิชิต ภูติจันทร์, 2535; Wilmore & Costil, 1994, p. 216)

ความอดทนของระบบไหลเวียนและหายใจ การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่สุดของสมรรถภาพทางกายคือ การพัฒนาระบบไหลเวียนหน้าที่หลักของระบบไหลเวียนคือ การขนส่งโลหิตจากหัวใจเพื่อที่จะไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายรวมถึงการขนส่งของเสียต่าง ๆ หัวใจและปอดจึงเป็นอวัยวะที่บ่งชี้ถึงขีดความสามารถของร่างกายในการออกกำลังกายหรือ ประกอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กิจกรรมต่าง ๆ ดังนั้นการฝึกที่มุ่งหวังผลให้หัวใจเกิดการพัฒนาความอดทนจึงเป็นเป้าหมายหลักของการฝึกร่างกาย (McArdle et. al., 1994)

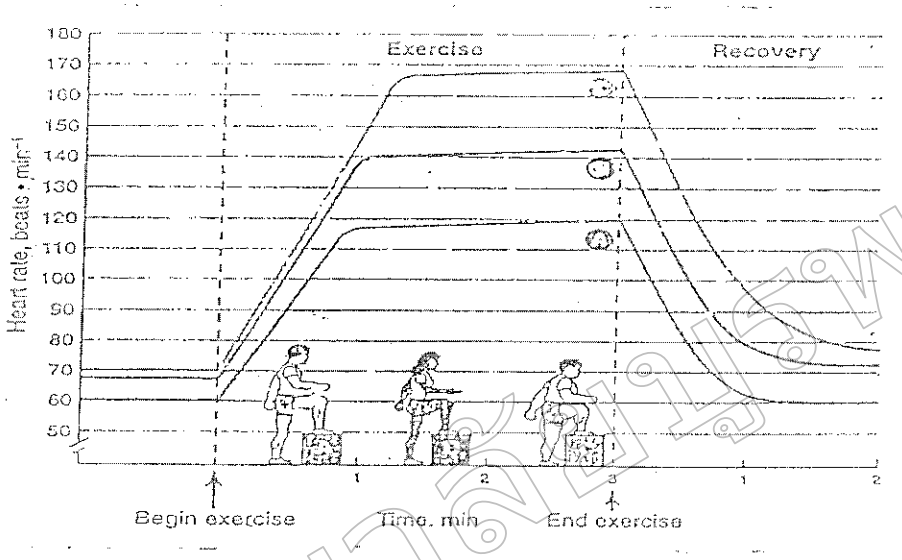
ความสำคัญของความอดทนของระบบไหลเวียนและหายใจ การฝึกความอดทนของระบบไหลเวียนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย โดยมากจะมุ่งเน้นไปที่อัตราการเต้นของหัวใจ และความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ซึ่งค่าทั้ง 2 ค่านี้จะแสดงถึงประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกาย

อัตราการเต้นของหัวใจ หัวใจไม่ใช่กล้ามเนื้อที่มัดใหญ่ที่สุดของร่างกาย แต่หัวใจสามารถส่งเลือดเป็นจำนวนมากไปเลี้ยงร่างกายอย่างทั่วถึง หัวใจต้องทำงานหนักอย่างมากเฉลี่ยแล้วหัวใจต้องมีการบีบตัว และคลายตัวตลอดเวลาถึง 40 ล้านครั้ง/ ปี การบีบตัวและคลายตัวของหัวใจต่อหนึ่งนาที เรียกว่าอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) (ศิริพร เบ็ญจไชยรัตน์, 2538, หน้า 87) อัตราการเต้นของหัวใจสามารถตรวจสอบได้โดยการนับจากการใช้ ECG (Electro Cadio Gram) วัดคลื่นไฟฟ้าของหัวใจ หรือใช้การจับชีพจรที่บริเวณข้อมือ อัตราการเต้นของหัวใจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการประกอบกิจกรรมทางกาย โดยการเปลี่ยนแปลงที่กล่าวถึงนี้จะขึ้นอยู่กับอิริยาบถต่าง ๆ ของร่างกาย อารมณ์ อายุ เพศ การออกกำลังกายและระดับความฟิตของร่างกาย (Robergs & Roberts, 1997, p. 280)

โดยทั่วไปค่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักจะมีค่าเท่ากับ 60-80 ครั้ง/ นาที ในนักกีฬาที่ทำการฝึกความอดทน ค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักอาจลดลงเหลือ 40 ครั้ง/ นาที หรือราว ๆ 28 – 40 ครั้ง/ นาที และในขณะออกกำลังกายอย่างหนักเต็มที่อาจสูงถึง 210 – 250 ครั้ง/ นาที (ศิริพร เบ็ญจมาไชยรัตน์, 2538, หน้า 87-89)

อัตราการเต้นของหัวใจ แต่ละคนมีค่าแตกต่างกัน อัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักของคนที่มีน้ำหนักตัว ส่วนสูง และอายุเท่ากัน จะมีค่าอยู่ระหว่าง 70 – 80 ครั้ง/ นาที และในเพศเดียวกันยังมีความแตกต่างกันด้วย หลักฐานจากการวิจัยเป็นจำนวนมากชี้ให้เห็นว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของผู้หญิงจะสูงกว่าชายราว 5 – 10 ครั้ง/ นาที (ประทุม ม่วงมี, 2527, หน้า 163) อัตราการเต้นของหัวใจจะตอบสนองความหนักของการออกกำลังกาย โดยอัตราการเพิ่มจะดำเนินไปอย่างรวดเร็ว เมื่อการออกกำลังกายเริ่มขึ้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3 อัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจจากช่วงพักเข้าสู่ช่วงออกกำลังกาย

โดยอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของงาน ในคนที่มีการฝึกออกกำลังกายอยู่เป็นประจำ จะมีผลให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักต่ำกว่าคนทั่วไป เช่น ในนักกีฬาที่มีการฝึกออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นสูงอยู่ตลอดเวลา จะมีอัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่า 40 ครั้ง/ นาที

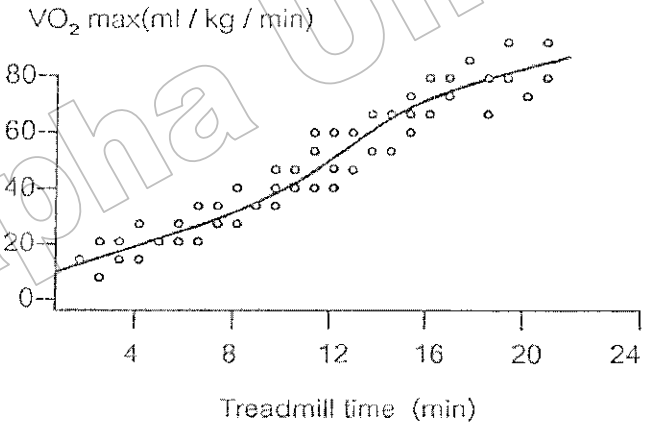
แต่ในคนที่ไม่มีการฝึกการออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักจะอยู่ที่ 90 ครั้ง/ นาที จะเห็นได้ว่าการออกกำลังกาย ณ ระดับหนึ่ง อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ที่ได้รับการฝึกออกกำลังกาย จะมีอัตราการเต้นของหัวใจน้อยกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกออกกำลังกาย แสดงว่าการทำงานของหัวใจในผู้ที่ออกกำลังกายอยู่เป็นประจำนั้น หัวใจไม่จำเป็นต้องทำงานหนัก เมื่อเปรียบเทียบกับคนทั่วไปในงานที่มีระดับความเข้มข้นเท่ากัน นอกจากนั้นยังทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่า

การศึกษาการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจของคนที่ทำการฝึกออกกำลังกายโดยการวิ่งบนลู่วิ่งกล ในงานที่มีระดับความเข้มข้นของงานปานกลาง (Submaximal) ภายหลังเดือนที่ 6 พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่มตัวอย่างลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยอัตราการเต้นของหัวใจลดลง 20 ถึง 40 ครั้ง/ นาที (ขึ้นอยู่กับสมรรถภาพของแต่ละคน) (Wilmore & Costill, 1994, p. 221) ในขณะที่ความเห็นของนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เห็นว่า ภายใต้การควบคุมการฝึกออกกำลังกายในระดับปานกลาง จะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลง 6 ครั้ง/ นาที แต่ทุก ๆ 1 % ของน้ำหนักตัวที่หายไปจากการสูญเสียน้ำในขณะฝึกจะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น 7 ครั้ง/ นาที ในขณะวิ่ง

10 กิโลเมตร จะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นเป็น 20 ครั้ง/ นาที สูงกว่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะวิ่งในระยะสั้น

ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายรับเข้าไปให้เซลล์ใช้ในหนึ่งนาทีเรียกว่า Oxygen Consumption (VO_2) ส่วนปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถรับเข้าไปให้เซลล์ใช้ได้ต่อช่วง 1 นาที เรียกว่า Maximum Oxygen Consumption หรือ ค่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max หรือ max VO_2) ค่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดนี้จะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงานของร่างกาย ซึ่งความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคนจะไม่เท่ากัน ก่อนที่คนเราจะมีอายุย่างเข้าสู่วัยรุ่น ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของผู้หญิงจะอยู่ประมาณ 70 % ของเมื่ออายุ 25 ปี (Burrill, [Online], 1999; Morehouse & Miller, 1976, p. 148)

เมื่อร่างกายเริ่มเปลี่ยนสภาพจากขณะพักมาเป็นการออกกำลังกายค่าความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ การออกกำลังกายเป็นระยะเวลานาน ๆ โดยใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ๆ ซึ่งมีความหนักเป็นตัวกำหนดมีระยะเวลาที่เพียงพอ จะทำให้ค่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4 ค่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดในขณะออกกำลังกายบนลู่วิ่งกล (Foster et. al., 1984, pp. 1229 – 1234 citing in Roberg & Roberts, 1997, p. 490)

ขณะเดียวกันในนักกีฬาที่ทำการฝึกความอดทน ค่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดจะสูงกว่าคนปกติ ในนักวิ่งมาราธอนที่ทำการฝึกความอดทนเป็นประจำ จะพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายรับเข้าไปมีมากขึ้นเป็น 10 – 20 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับในขณะพัก และเมื่อเปรียบเทียบนักกีฬาด้วยกันเองมักพบว่า นักกีฬาที่ทำการฝึกความอดทน มักมีความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดสูงกว่านักกีฬาประเภทอื่น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 ค่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาแต่ละประเภท

(The Encyclopedia of Sports Medicines, 1993, p. 103)

	ผู้ชาย (มล./กก./นาที)	ผู้หญิง (มล./กก./นาที)
นักวิ่งระยะไกล	75 – 80	65 – 70
นักสกีข้ามทุ่ง	75 – 78	65 – 70
จักรยาน	70 – 75	60 – 65
นักวิ่งระยะกลาง	70 – 75	65 – 68
สกี	65 – 72	55 – 60
ว่ายน้ำ	60 – 70	55 – 60
เรือกรรเชียง	65 – 69	60 – 64
การแข่งขันประเภทลู่	65 – 70	55 – 60
แคนนู	60 – 68	50 – 55
เดินทน	60 – 65	55 – 60
ฟุตบอล	50 – 57	-
แฮนด์บอล	55 – 60	48 – 52
ฮอกกี้น้ำแข็ง	55 – 60	-
วอลเลย์บอล	55 – 60	48 – 52
เทนนิส	48 – 52	40 – 45
เทเบิลเทนนิส	40 – 45	38 – 42
มวย	60 – 65	-
มวยปล้ำ	60 – 65	-
ยูโด	55 – 60	50 – 55
ดาบสากล	45 – 50	40 – 45
วิ่งระยะสั้น (100,200เมตร)	48 – 52	43 – 47
กระโดดสูง	50 – 55	45 – 50
ยกน้ำหนัก	40 – 50	-
ยิงธนู	40 – 45	35 – 40

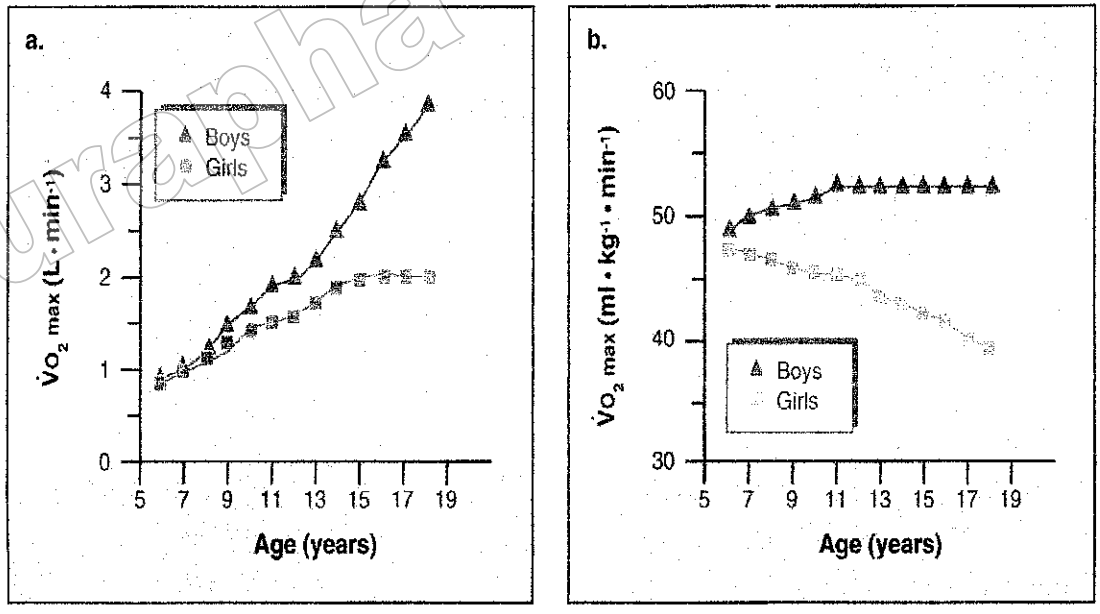
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความอดทนของระบบไหลเวียนและหายใจ ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อความอดทน มีดังนี้

1. อายุ เมื่อเปรียบเทียบการออกกำลังกายตลอดชีวิตของคน พบว่าสมรรถภาพของร่างกายจะมีการพัฒนาขึ้นอย่างเห็นได้ชัดจากวัยเด็กจนถึงจุด ๆ หนึ่ง แล้วความอดทนจะค่อย ๆ ลดลง สำหรับผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ในผู้หญิงช่วงที่มีความอดทนสูงสุดจะเป็นอายุประมาณ 20 – 25 ปี ส่วนในเพศชายจะอยู่ในช่วงอายุ 30 – 35 ปี และจะคงอยู่ประมาณ 3 – 5 ปี ทั้งหญิงและชาย จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลง

ศิริรัตน์ ปานพันธุ์โพธิ์ ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกกีฬาต่อสมรรถภาพของปอดในเด็กและวัยรุ่นไทยที่มีสุขภาพดี โดยทำการศึกษาในนักเรียนชายอายุระหว่าง 12-17 ปี พบว่าความจุปอดและปริมาตรอากาศที่หายใจออกเร็วและแรงที่สุดใน 1 วินาทีเปลี่ยนแปลงตามอายุ และพบว่ามีความสัมพันธ์กับส่วนสูงและน้ำหนัก

2. เพศ โดยโครงสร้างพื้นฐานแล้ว กระบวนการทางสรีรวิทยาของผู้หญิงและผู้ชายก่อนที่จะเข้าสู่วัยรุ่นมีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันอยู่หลายอย่าง เช่น ความสามารถทางกายอาจจะพอ ๆ กัน หรือ เด็กผู้หญิงอาจจะมีมากกว่า แต่เมื่อเข้าสู่วัยรุ่นแล้วจะเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 5 ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของเด็กผู้หญิง และเด็กผู้ชายในอายุต่างๆ

(Wilmore & Costill, 1994, p. 413)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จะเห็นว่าเมื่อเข้าสู่วัยรุ่นจะพบความแตกต่างอย่างชัดเจน นักสรีรวิทยาการออกกำลังกายเชื่อกันว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้เนื่องมากจากฮอร์โมนเพศ ซึ่งทำให้ผู้หญิงมีความแข็งแรง, พลัง, และความอดทนน้อยกว่าผู้ชาย (ประทุม ม่วงมี, 2527, หน้า 316) ทั้งนี้อาจดูจากสถิติในการวิ่งตั้งแต่ปี 1960 – 1990 (ตามภาพ)

มอร์เฮาส์ และมิลเลอร์ (Morehouse & Miller, 1976) ชี้ให้เห็นว่าในการวิ่งความอดทนของผู้หญิงจะมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของผู้ชาย เหตุผลที่เป็นข้อจำกัดความอดทนของผู้หญิงนั้น อาจเนื่องมาจาก ความแตกต่างทางกายภาพและสรีรวิทยา เช่น โครงสร้างของร่างกาย ผู้หญิงจะมีขนาดของหัวใจที่เล็กกว่า อัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่า ทรวงอกขนาดเล็กกว่าส่งผลให้ความจุปอดน้อยกว่า ความสามารถในการขนส่งออกซิเจนมีน้อยกว่า เพราะเม็ดเลือดแดงมีน้อยกว่า อาจสรุปความแตกต่างได้ดังตาราง

ตารางที่ 2 ความแตกต่างทางกายวิภาคและสรีรวิทยาระหว่างผู้หญิงกับผู้ชายทั่วไป ภายหลังเข้าสู่วัยรุ่นแล้ว (ประทุม ม่วงมี, 2527, หน้า 319)

รายการ	หญิง	ชาย
ความจุปอด	น้อยกว่า	มากกว่า
ความกว้างของผิวหน้าของถุงลมปอด (Alveolar Surface Area)	แคบกว่า	กว้างกว่า
มวล น้ำหนัก และขนาดของกล้ามเนื้อ	น้อยกว่า	มากกว่า
ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (ลิตร/ นาที) (Cardiac Output)	น้อยกว่า	มากกว่า
ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (มิลลิลิตร) (Stroke Volume)	น้อยกว่า	มากกว่า
อัตราการเต้นของหัวใจในขณะพัก	สูงกว่า	ต่ำกว่า
ความสามารถสูงสุดในการเต้นของหัวใจ	ต่ำกว่า	สูงกว่า
ขนาดของหัวใจ	เล็กกว่า	ใหญ่กว่า
ปริมาณของเม็ดเลือดในเลือด	น้อยกว่า	มากกว่า
ปริมาณฮีโมโกลบินในเลือด	น้อยกว่า	มากกว่า
ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด	ต่ำกว่า	สูงกว่า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. การฝึก ปัจจุบันวงการวิทยาศาสตร์การกีฬามีความพัฒนาขึ้น มีการวิจัยศึกษาค้นคว้าในเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้พลังงานของร่างกาย เทคนิค ทักษะ และวิธีการฝึกซึ่งเป็นแนวทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น การฝึกส่วนใหญ่มักมุ่งหวังให้นักกีฬา หรือผู้ที่รับการฝึกสามารถที่จะทำงานได้เป็นระยะเวลายาวนาน และป้องกันการสูญเสียพลังงานการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น ผู้ที่มีการฝึกที่ดีเท่ากับช่วยสงวนพลังงาน ทำให้มีความอดทนสูง ฉะนั้น การฝึกจึงมีผลต่อสมรรถภาพทางกายและเป็นปัจจัยสำคัญของความสามารถในด้านกีฬา (ศุภโชค อนุโรจน์, 2540, หน้า 30)

แจนคิน และควิกเรย์ (Jankin & Quigley, [CD – ROM], 1992) ทำการศึกษาในผู้ที่ทำการฝึกความอดทนเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ด้วยการขี่จักรยานวัดงาน สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 30 – 40 นาที ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น 8.5 % แต่การศึกษาส่วนหนึ่งได้อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของความสามารถสูงสุดในผู้หญิงที่ทำการฝึกความอดทน (endurance trained) จำนวน 23 คน พบว่า ความสามรถในการจับออกซิเจนสูงสุดจะลดลงตามอายุ โดยปีหนึ่ง ๆ จะลดลงประมาณ 0.51 มิลลิลิตร/ กก./ นาที ซึ่งเป็นผลมาจากการลดลงของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ, ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจในครั้งหนึ่ง ๆ (Stroke Volume) และปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (ลิตร/นาที) (Cardiac Output) อย่างไรก็ดี ผู้วิจัยได้กล่าวในตอนท้ายว่า สิ่งสำคัญที่สุดคือประโยชน์ที่ได้จากการฝึกออกกำลังกายซึ่งจะทำให้การเสื่อมถอยนั้นช้าลง โดยวัตถุประสงค์ครั้งนี้เพื่อดูผลการฝึกความอดทนที่เกี่ยวกับระบบการทำงานของหัวใจ (Wiebe, Gledhill, Jamnik, Fergyson, [CD – ROM], 1999)

ชาคอน-มิคาฮิล และคณะ (Chacon-Mikahil et al., 1998) ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบแอโรบิคต่อระบบประสาทส่วนกลางที่ควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างการออกกำลังกายของชายวัยกลางคน แบ่งเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มที่ทำการฝึกและกลุ่มที่ใช้ชีวิตปกติ ทำการฝึก10เดือน พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่มฝึกลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มปกติ และปริมาณการจับออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มฝึกสูงกว่าในกลุ่มปกติอย่างที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. สภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น โดยทั่วไปแล้วสภาพภูมิอากาศ, อุณหภูมิมักมีอิทธิพลต่อการฝึกออกกำลังกาย อุณหภูมิปกติของร่างกายจะอยู่ที่ 37°C (99°F) แต่ในขณะออกกำลังกายอุณหภูมิของร่างกายจะเพิ่มขึ้นเป็น 40°C (107.6°F) เหตุผลเนื่องจากระบบการสร้างพลังที่กล้ามเนื้อส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเคมี และทำให้อุณหภูมิที่กล้ามเนื้อสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ (Wilmore & Costill, 1994, p. 245) การหลั่งเหงื่อเป็นวิธีการระบายความร้อนของร่างกายในสภาพอากาศที่ร้อน ร่างกายจะทำงานหนักมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพอากาศที่ค่อนข้างเย็น

การศึกษาส่วนใหญ่พบว่าอุณหภูมิที่ร้อนมักมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพต่าง ๆ ในการทำงานของร่างกายลดลง ฮอลล์ และคณะ (Hall, et al., 1998,

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

pp.450 – 453) ทำการศึกษาถึงอุณหภูมิของวันที่มีต่อการออกกำลังกายในระดับความเข้มข้นสูง โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ให้ทำการฝึกออกกำลังกายในเวลาเช้าและเย็น พบว่า ในเวลาเย็นการทำงานของร่างกายของกลุ่มที่ 2 จะทำงานหนักกว่าในเวลาเช้า ผู้วิจัยสรุปว่า เป็นผลเนื่องมาจากอุณหภูมิในเวลาเย็นสูงกว่าในเวลาเช้า

ปัจจัยที่กำหนดสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย ประทุม ม่วงมี (2527, หน้า 209 – 210) ได้กล่าวว่า ออกซิเจนถูกส่งไปให้กล้ามเนื้อใช้ได้มาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัย อยู่ 4 ประการ คือ

1. ปริมาณของอากาศที่เข้าสู่ปอด (Minute Ventilation) เมื่ออากาศเข้าสู่ปอดมาก ไม่ว่าจะเป็นเพราะในขณะออกกำลังกายหรือ การที่มีความจุปอด (Vital Capacity) เพิ่มขึ้น จะทำให้ความดันของออกซิเจน (PO_2) ภายในปอดมีมากขึ้น การฟุ้งกระจาย การไหลของก๊าซสู่ภายในเซลล์มากขึ้น

2. ความสามารถของโลหิตที่จะรับออกซิเจนเข้าไปได้ ตัวการสำคัญในการจับออกซิเจนเข้าสู่กระแสเลือด ได้แก่ ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) หากมีจำนวนมากก็สามารถพาออกซิเจนไปใช้ได้มากขึ้น

3. ความต้องการออกซิเจนของเนื้อเยื่อ หมายถึง ความจำเป็นที่ต้องสร้างพลังงานโดยใช้ออกซิเจน ในกิจกรรมที่ต้องออกแรงติดต่อกันเป็นเวลานานร่างกายใช้ออกซิเจนไปมากถึงต้องมีการนำเอาออกซิเจนจากบรรยากาศมาทดแทนออกซิเจนที่เสียไป

4. ปริมาณเลือดที่ฉีดออกจากหัวใจในเวลา 1 นาที (Cardiac Output) หากหัวใจฉีดเลือดออกมากจากหัวใจมากเท่าใดการใช้ออกซิเจนก็จะมากไปด้วยจะเห็นได้ว่า สิ่งที่กำหนดสมรรถภาพในการจับออกซิเจนนั้น มาจากการทำงานของระบบไหลเวียนและระบบหายใจนั่นเอง การทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตนั้นมีความสัมพันธ์กับระบบหายใจ ดังนั้นผู้ถูกทดสอบที่มีสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดอยู่ในเกณฑ์ที่ดีจะต้องมีการประสานงานที่ดีของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

การทดสอบออสตรานด์-ไรห์มิ่ง (Astrand-Rhyming Test)

Astrand-Rhyming Test เป็นแบบทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปด้วยจักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer) ในระดับความหนักของงานเกือบสูงสุด (Submaximal) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ประหยัดเวลาในการดำเนินการ จักรยานวัดงานที่ใช้ในการทดสอบต้องสามารถตั้งระดับความหนักของงานได้ นอกจากนั้นยังต้องมีนาฬิกาจับเวลาและผู้ชำนาญในการทดสอบ การทดสอบจะใช้เวลาประมาณ 6 นาที โดยทำการวัดอัตราการเต้นของ

หัวใจทุก ๆ นาที และในตอนท้ายของการทดสอบ อัตราการเต้นของหัวใจควรจะอยู่ภายในช่วงที่กำหนดตามระดับความหนักของงาน(ระหว่าง 120 – 170 ครั้ง/ นาที)

ขั้นตอนในการทดสอบ

1. ปรับอานจักรยานวัดงานเพื่อให้ขาของผู้รับการทดสอบเกือบเหยียดตรงเมื่อเท้าอยู่ในจุดต่ำสุด

2. ระหว่างทดสอบ ให้ขี่จักรยานด้วยความเร็วคงที่ที่ 50 รอบ/ นาที เป็นเวลา 6 นาที

3. ปรับความหนักของจักรยานวัดงานให้เหมาะสมกับวัย น้ำหนัก สุขภาพ สำหรับผู้หญิงทั่วไปใช้ความหนักของงานที่ 300 kpm (Kilopound Per Meter) หรือ 450 kpm สำหรับผู้ชายทั่วไปใช้ความหนักของงาน 300 kpm หรือ 600 kpm สำหรับผู้หญิงที่มีสมรรถภาพดีใช้ความหนักของงาน 450 kpm หรือ 600 kpm สำหรับผู้ชายที่มีสมรรถภาพดีใช้ความหนักของงาน 600 kpm หรือ 900 kpm

4. ขี่จักรยานเป็นเวลา 6 นาที โดยมีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจระหว่าง 10 วินาทีสุดท้ายของทุก ๆ นาที คำนวณอัตราการเต้นของหัวใจโดยบันทึกเวลาที่หัวใจเต้น 30 ครั้ง จากนั้นนำไปแปลงเป็นจำนวนครั้งต่อนาที

5. หาค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจสองช่วงสุดท้าย (นาทีที่ 5 และ นาทีที่ 6) หากอัตราการเต้นของหัวใจในนาทีที่ 5 และนาทีที่ 6 ต่างกันเกิน 5 ครั้งต่อนาที ให้ขี่จักรยานต่อไปอีกสองสามนาที หากอัตราการเต้นของหัวใจยังคงเพิ่มขึ้นหลังจากขี่จักรยานเกิน 6 นาทีไปแล้ว ให้หยุดการทดสอบและให้ผู้รับการทดสอบพักเป็นเวลาประมาณ 15 – 20 นาที แล้วจึงให้ทดสอบใหม่อีกครั้งโดยตั้งความหนักของจักรยานวัดงานให้ต่ำกว่าเดิม ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจควรอยู่ระหว่างช่วงที่กำหนดตามระดับความหนักของงาน

การสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิคของกล้ามเนื้อ

คุณสมบัติของกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อลายเป็นกล้ามเนื้อใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary Muscle) ทำงานภายใต้การควบคุมและสั่งการของระบบประสาทส่วนกลาง เป็นแหล่งกำเนิดของแรงที่ทำให้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเคลื่อนไหวตามความต้องการ สมรรถภาพทางกายและความสามารถทางกีฬาประเภทต่าง ๆ นั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างของกล้ามเนื้อลายที่มีอยู่ในบุคคลนั้น นอกจากนี้กล้ามเนื้อลายยังเป็นกล้ามเนื้อที่มีความเร็วในการตอบสนองเร็วที่สุด และมีความตึงตัวขณะพักต่ำสุด (ประทุม ม่วงมี, 2527, หน้า 50) รวมถึง ฐิติกร ศิริสุขเจริญพร (2540, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของกล้ามเนื้อลายไว้ตรงกัน คือ เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานภายใต้อำนาจจิตใจ ลักษณะเซลล์รูปร่างทรงกระบอก และเป็นกล้ามเนื้อที่พบเห็นอยู่ทั่วไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กล้ามเนื้อที่ทำงานภายใต้อำนาจจิตใจ ลักษณะเซลล์รูปร่างทรงกระบอก และเป็นกล้ามเนื้อที่พบเห็นอยู่ทั่วไป

กล้ามเนื้อลายจะทำงานโดยอาศัยพลังงานจากเอทีพีในการหดตัวหรือคลายตัว จากการกระตุ้นของประสาทกล้ามเนื้อ โดยปกติกล้ามเนื้อจะทำงานเป็นคู่ ๆ หรือเป็นกลุ่ม ถ้ากลุ่มหนึ่งทำหน้าที่เหยียดออก อีกกลุ่มหนึ่งซึ่งอยู่ในด้านตรงกันข้ามก็จะทำหน้าที่งอเข้า การทำงานจะผสมผสานกันทำให้การเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างนิ่มนวล และเกิดการเคลื่อนไหวตามที่ต้องการ ในการทำงานของกล้ามเนื้อจะต้องได้รับคำสั่งจากระบบประสาท การกระตุ้นให้เกิดการหดตัวและคลายตัวหนึ่งครั้งใช้เวลาประมาณ 0.1 วินาที ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระยะดังนี้

1. ระยะเตรียมตัว (Latent Period) เป็นระยะเวลาที่เริ่มตอบสนองต่อสิ่งเร้า หลังจากสิ่งเร้ามากระตุ้น ใช้เวลา 0.01 วินาที

2. ระยะหดตัว (Period of Contraction) ใช้เวลา 0.04 วินาที

3. ระยะคลายตัว (Period of Relaxation) ใช้เวลา 0.05 วินาที (ฐิติกร ศิริสุขเจริญพร, 2540, หน้า 11)

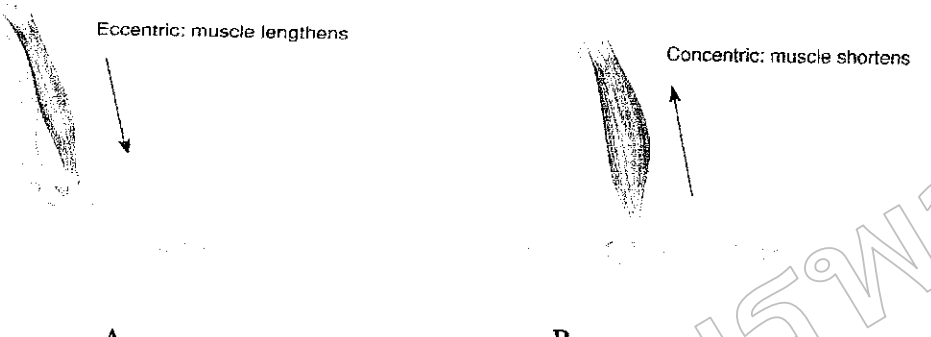
สรุป กล้ามเนื้อลายเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ ทำงาน โดยการควบคุมของระบบประสาทส่วนกลาง มีความเร็วสูงสุดในการตอบสนอง มีความตึงตัวขณะพัก ต่ำสุด ต้องอาศัยพลังงานจากเอทีพี ในการหดตัวหรือคลายตัว โดยที่สมรรถภาพทางกายและความสามารถทางกีฬาประเภทต่าง ๆ นั้น จะขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างของกล้ามเนื้อลายในแต่ละบุคคล

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อลายเป็นกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว โดยที่ พิชิต ภูติจันทร์ เขมชาติ วิริยาภิรมณ์ ธงชัย วงศ์เสนา และชัยวิชญ์ ภู่งามทอง (2533, หน้า 18) ฐิติกร ศิริสุขเจริญพร (2540, หน้า 11) ได้ให้ความหมายตรงกันว่า การหดตัวของกล้ามเนื้อแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. การหดตัวแบบไอโซโทนิค (Isotonic Contraction หรือ Dynamic Contraction) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อที่ความยาวเปลี่ยนแปลงไป แต่ความตึงตัวคงที่ แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

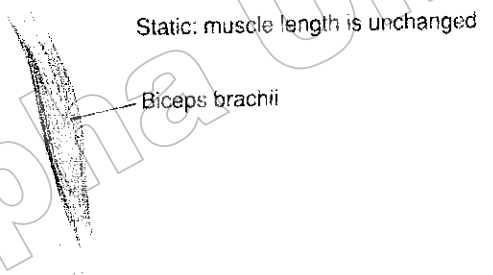
1.1 การหดตัวแบบคอนเซนทริก (Concentric Contraction) หมายถึงการหดตัวที่ทำให้กล้ามเนื้อสั้นเข้า เป็นงานแบบ Positive work

1.2 การหดตัวแบบเอกเซนทริก (Eccentric Contraction) หมายถึง การหดตัวที่ทำให้กล้ามเนื้อยาวออก เป็นงานแบบ Negative Work



ภาพที่ 6 ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอกเซนตริก (A) และ คอนเซนตริก (B)

2. การหดตัวแบบไอโซเมทริก (Isometric Contraction หรือ Static Contraction) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อที่ความยาวคงที่ แต่ความตึงตัวเปลี่ยนแปลงไป



ภาพที่ 7 ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมตริก

การเผาผลาญกลูโคสที่ไม่สมบูรณ์ กลูโคสที่เปลี่ยนไปเป็นไกลโคเจนเก็บสะสมไว้ที่กล้ามเนื้อและตับ โดยที่ไกลโคเจนที่เก็บไว้ที่ตับเท่านั้นจะเป็นพลังงานสาธารณะของร่างกาย แต่ส่วนที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ จะเป็นพลังงานของกล้ามเนื้อ ไกลโคเจนจำนวนนี้ภายหลังถูกเปลี่ยนแปลงให้เป็นกลูโคสแล้วก็จะใช้ในกิจกรรมของกล้ามเนื้อเท่านั้น จะไม่เคลื่อนที่เข้าสู่กระแสเลือดเพื่อนำไปให้อวัยวะบริเวณอื่นได้ใช้ การเผาผลาญกลูโคสที่ไม่สมบูรณ์ ก็คือกระบวนการสร้างเอทีพี ด้วยการแยกกลูโคสที่ปราศจากออกซิเจนในกระบวนการเผาผลาญ เรียกว่า แอนแอโรบิคไกลโคไลซิส โดยที่กระบวนการนี้สามารถสร้างเอทีพีใช้ได้ชั่วคราวในสภาวะต่าง ๆ ที่มีออกซิเจนไม่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

พลังงานสูงแต่ร่างกายไม่สามารถส่งออกซิเจนให้เพียงพอกับความต้องการได้ (ประทุม ม่วงมี, 2527, หน้า 19-22)

การสร้างพลังงานโดยการเผาผลาญกลูโคสที่ไม่สมบูรณ์ จะอาศัยการแตกตัวของเอทีพีโดยไกลโคเจนที่ถูกสลายจะเกิดกรดแลคติค และพลังงาน สำหรับสังเคราะห์ซีพี (CP) โดยซีพีที่ได้จะไปรวมกับเอดีพี (ADP) เพื่อสังเคราะห์พลังงานเอทีพีขึ้นมาใหม่

แหล่งพลังงานทางแอนแอโรบิคขณะออกกำลังกาย แหล่งพลังงานทางแอนแอโรบิคขณะออกกำลังกายได้พลังงานมาใน 2 ลักษณะคือ

1. ATP – PC (Alactic Anaerobic) การสร้างพลังงานเช่นนี้ เกิดจากการรวมตัวของเอดีพีกับ พีซี เกิดเป็นเอทีพี ให้พลังงานสูงแต่มีอยู่ในกล้ามเนื้อปริมาณจำกัด พลังงานในระบบนี้จึงเป็นไปได้ในช่วงเวลาสั้น ๆ (ประมาณ 10 – 15 วินาที) เท่านั้น

2. Lactic Acid System ในการออกกำลังกายเต็มที่นานกว่า 15 วินาที แต่ไม่เกิน 2 นาที การสร้างพลังงานในรูปแบบแรกจะไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ จึงต้องมีการสร้างพลังงานในอีกระบบหนึ่ง โดยอาศัยการสลายกลูโคส และไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ซึ่งจะได้พลังงานในการสังเคราะห์ พีซี และ เอทีพี ขึ้นใหม่ แต่ผลจากการสลายนี้จะก่อให้เกิดกรดแลคติค (Lactic Acid) ซึ่งเป็นของเสียจะสะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อและเลือด เป็นสาเหตุของความเมื่อยล้า (หนึ่งฤทัย สระทองเวียน, 2541, หน้า 7)

จากการศึกษาการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อในขณะออกกำลังกาย นักวิทยาศาสตร์การกีฬาพบว่า กล้ามเนื้อจะใช้การสร้างพลังงาน 2 แบบ คือ ส่วนหนึ่งได้มาจากฟอสเฟตในกล้ามเนื้อและการแตกตัวของไกลโคเจน และอีกส่วนหนึ่งได้มาจากการสันดาปของคาร์โบไฮเดรตและไขมัน จึงอาจสรุปว่า การออกกำลังกายอย่างหนัก รวดเร็ว และรุนแรงจะใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิค (ประมาณ 1 – 3 นาที) แต่การออกกำลังกายที่ต่อเนื่องเป็นเวลานาน และความหนักของงานปานกลางจะใช้พลังงานแบบแอโรบิค (ประมาณ 10 นาทีขึ้นไป) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ออสตรานด์ และ โรดาฮ์ล (Astrand & Rodahl, 1988) ที่ศึกษาเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายกับการใช้พลังงานของร่างกาย ซึ่งพบว่า ใน 10 วินาทีแรกของการออกกำลังกายนั้น ร่างกายจะใช้การสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิค ถึงประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อผ่านไป 1 นาที พบว่าร่างกายใช้การสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิค ลดลงเหลือเพียง 65 – 70 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่า เปอร์เซ็นต์ของการสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิคจะค่อย ๆ ลดลงตามเวลาของการออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ปัจจัยต่าง ๆ ในการฝึกที่มีผลต่อการพัฒนาพลัง และสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน การฝึกเพื่อพัฒนาพลัง และสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนนั้น ผู้ฝึกโดยส่วนใหญ่นิยมใช้การฝึกน้ำหนัก โดยถือหลักการฝึกด้วยวิธีค่อย ๆ เพิ่มน้ำหนัก หรือเพิ่มความต้านทาน จนกระทั่งร่างกายสามารถทนต่อแรงต้านทานได้เพิ่มขึ้น ซึ่งหมายความว่าสมรรถภาพทางกายได้พัฒนาขึ้น

วัตถุประสงค์ของการฝึกน้ำหนักก็คือการสร้างความแข็งแรง หรือพลังให้กับกล้ามเนื้อซึ่งหมายถึงความสามารถในการออกกำลังกายเพื่อเอาชนะแรงต้านได้เต็มที่ ส่วนพลังก็คือตัวปริมาณงานที่กล้ามเนื้อสามารถทำได้ในระยะเวลาหนึ่ง ๆ การฝึกน้ำหนักจะช่วยให้กล้ามเนื้อขยายขนาดขึ้น เพิ่มทั้งความแข็งแรงและพลัง ซึ่งมีผู้ศึกษาถึงองค์ประกอบในการฝึกต่าง ๆ ที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพในการทำงานเชิงแอนแอโรบิคไว้ในหลาย ๆ เรื่องด้วยกัน

ในการฝึกน้ำหนัก จำนวนครั้งในการฝึกต้องกำหนดให้เหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึก โดยที่จำนวนครั้งของการฝึกจะเปลี่ยนไปตามวัตถุประสงค์ของการฝึก มอสและกริมเมอร์ (Moss & Grimmer, 1993) ได้ศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรง และการหดตัวของกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (Triceps) ภายหลังการฝึกแบบไอโซโทนิค พบว่า การฝึกที่มีจำนวนครั้งมาก จะทำให้เกิดการพัฒนาของใยกล้ามเนื้อแดง (Slow Twitch or Type I) และการฝึกที่มีจำนวนครั้งน้อย จะทำให้เกิดการพัฒนาของใยกล้ามเนื้อขาว (Fast Twitch or Type II) แสดงให้เห็นว่า การฝึกที่มีจำนวนครั้งน้อยน่าจะพัฒนาประสิทธิภาพในการสร้างพลังงานในเชิงแอนแอโรบิคได้ดีกว่าการฝึกที่มีจำนวนครั้งมาก

เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ ซิดเนอร์ (Sidner, 1998) ได้ศึกษาถึงผลจากการฝึกด้วยแรงต้านที่สูง ที่มีต่อพลังสูงสุด (Peak Power) ในนักกีฬาหญิง พบว่า เมื่อเพิ่มแรงต้านในการฝึกให้สูงขึ้นมีผลทำให้ พลังสูงสุดเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้จากงานวิจัยของ เวลท์แมน มัฟแฟทล์ และ สแตนฟอร์ด (Weltman, Maffatl, & Stanford, 1978) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการฝึกด้วยระดับงานสูงสุดต่อพลังแบบแอนแอโรบิค สมรรถภาพแบบแอนแอโรบิคในเพศหญิง กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนหญิง จำนวน 19 คน ทำการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยฝึก 6 สัปดาห์แรก และ 6 สัปดาห์หลังไม่ต้องฝึก โดยเป็นกลุ่มทดลอง 13 คน ฝึกโดยการขี่จักรยานเต็มความสามารถที่น้ำหนักถ่วง 4 กิโลกรัม ครั้งละ 40 วินาที ฝึก 2 เที่ยว พักระหว่างเที่ยว 10 นาที สัปดาห์ละ 3 วัน ทำการประเมิน 3 ครั้ง คือ ก่อนทำการฝึก หลังทำการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 12 พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าของพลังแบบแอนแอโรบิค และสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิค เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 6 สัปดาห์ต่อมาที่ไม่ได้รับการฝึก พลังแบบแอนแอโรบิคจะลดลงอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าก่อนการฝึก แต่สมรรถภาพแบบแอนแอโรบิคจะยังคงสูงกว่าก่อนการฝึก 5 % และไม่พบการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยยังเสนอแนะอีกด้วยว่า ความหนักของงาน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เป็นตัวกระตุ้นสำคัญที่จะทำให้เกิดการเพิ่มพลังแบบแอนแอโรบิค ยิ่งไปกว่านั้น พลังแบบแอนแอโรบิค และสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิคจะยังคงระดับสูงอยู่แม้ภายหลังการหยุดฝึกแล้วก็ตาม

สมรรถภาพในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน

สมรรถภาพในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ขึ้นอยู่กับสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะขบวนการเมตาบอลิซึมในกล้ามเนื้อ สามารถประเมินได้โดยใช้การทดสอบของ วินเกต แบ่งแยกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. สมรรถภาพการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Capacity) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ทนต่อการทำงานต่อไปได้ในสภาวะที่กล้ามเนื้อไม่ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ ใช้พลังงานแบบ แอนแอโรบิคไกลโคไลซิส ก่อให้เกิดการสะสมของกรดแลคติคในกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว

2. พลังงานสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Power) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะปล่อยพลังงานสูงสุด ในเวลาสั้นที่สุด เกิดการแตกตัวของฟอสฟาเจน ที่สูงมากในกล้ามเนื้อใช้พลังงานแบบ ATP – PC

เอทีพี พีซี และกรดแลคติคในกล้ามเนื้อมีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง กับการสร้างพลังงานในเชิงแอนแอโรบิค จอร์เฟลด์ท (Jorefeldt, 1970) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสลายตัวของฟอสฟาเจน (ATP + PC) และการสะสมของกรดแลคติคในกล้ามเนื้อในการออกกำลังกายสูงสุด และเกือบจะสูงสุด โดยให้ผู้รับการทดลองที่ได้รับการฝึกออกกำลังกาย 13 คน และผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก 15 คน พบว่า มีการสลายตัวของครีเอทีนฟอสเฟตในการออกกำลังกายเกือบจะสูงสุดทั้งสองกลุ่ม การสะสมของกรดแลคติคจะเริ่มขึ้นเมื่อการออกกำลังกายมีระดับ 50 – 65 % ของสมรรถภาพในการรับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคน และพบว่า ผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกจะมีการสะสมของกรดแลคติคสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึก และในกลุ่มที่ได้รับการฝึก จะมีการสร้างเอทีพีและพีซีขึ้นทดแทนได้เร็วกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก

การทดสอบวินเกต แอนแอโรบิค (Wingate Anaerobic Test) สถาบันวินเกต (Wingate Institute) เป็นสถาบันวิทยาศาสตร์ทางการกีฬาของประเทศอิสราเอล เป็นผู้คิดค้นวิธีการทดสอบนี้ขึ้นเพื่อวัดพลัง และสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิค โดยการใช้จักรยานทดสอบ ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย หลักของการทดสอบการสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิค คือการให้ผู้ถูกทดสอบออกกำลังกายด้วยความหนักที่สูง วิธีการทดสอบจะให้ผู้ถูกทดสอบปั่นจักรยานเวอร์มอัพประมาณ 3 – 5 นาที ด้วยความเร็วสูงโดยที่ไม่มีแรงต้าน หลังจากนั้นจะปรับแรงต้านเพิ่มขึ้น (0.067 × น้ำหนักตัว) ให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงปั่นให้เร็วที่สุด พร้อมกับการนับจำนวนรอบปั่นทุก ๆ 5 วินาที จนครบ 30 วินาที แล้วจึงนำค่าที่ได้มาเข้าสูตรการคำนวณตามวิธีของวินเกต

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เจริญทัศน์ จินตนเสรี และคณะ (2527.) ใช้วิธีการทดสอบวินเกต แอนแอโรบิค เทสต์ ในนักวิ่งชายไทย เปรียบเทียบระหว่างนักวิ่งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะไกลโดยให้ผู้ถูกทดสอบปั่นจักรยานให้เร็วที่สุด โดยกำหนดแรงกดสายพานเท่ากับ 0.067 กิโลปอนด์ต่อน้ำหนักตัว ปั่นจักรยานเป็นเวลา 30 วินาที และนับจำนวนรอบปั่นทุกช่วง 5 วินาที ด้วยเครื่องนับรอบ นับจำนวนรอบปั่นที่สูงที่สุดและจำนวนรอบปั่นเฉลี่ย 30 วินาที มาคำนวณตามวิธีการทดสอบของ วินเกต แอนแอโรบิค เทสต์ ผลการวิจัยพบว่า สมรรถภาพแบบแอนแอโรบิคในนักวิ่งระยะสั้นสูงกว่าในนักวิ่งทุกระยะ และในนักวิ่งระยะกลางสูงกว่านักวิ่งระยะไกล

แรงต้านและน้ำหนักตัวของผู้ถูกทดสอบเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่อาจจะมีผลต่อค่าของพลังและสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิค เลงไค (Lencki, 1997) ทำการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพแบบแอโรบิคและแอนแอโรบิค ในนักมวยปล้ำชาย 15 คน อายุ 18 – 27 ปี ศึกษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน โดยหาค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด พลัง และสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิค โดยใช้การทดสอบ วินเกต แอนแอโรบิค เทสต์ พบว่า พลัง และสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิคมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว และน้ำหนักของร่างกายที่ปราศจากไขมันเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ ทู (Too, 1991) ยังได้ทำการศึกษาถึงตำแหน่งของสะโพกที่มีต่อสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิค และ พลังแบบแอนแอโรบิคในนักจักรยาน กลุ่มตัวอย่างคือนักจักรยานชาย อายุ 21 – 32 ปี จำนวน 14 คน โดยกำหนดตำแหน่งของสะโพก 4 ตำแหน่ง คือ 25 50 75 และ 100 องศา พบว่า การทดสอบโดยตำแหน่งของสะโพกอยู่ที่ 75 องศา ทำให้ค่า สมรรถภาพแบบแอนแอโรบิค และ พลังแบบแอนแอโรบิคสูงที่สุด และมีแนวโน้มว่าค่า สมรรถภาพแบบแอนแอโรบิคและพลังแบบแอนแอโรบิคจะเปลี่ยนไปตามตำแหน่งของสะโพกในขณะที่ทำการทดสอบ

ความแข็งแรง (Strength)

ความแข็งแรง คือ เป็นการใช้แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ หรือกลุ่มของกล้ามเนื้อที่ปล่อยออกมาเพื่อต้านกับแรงต้านต่ออัตราความเร็ว (ประทุม ม่วงมี, 2527; Encyclopedia of Sport Medicine, 1992; Fox & Mathews, 1981; Robergs & Roberts, 1997) การบริหารร่างกายด้วยการยกน้ำหนักก็เป็นการช่วยให้กล้ามเนื้อขา ลำตัว ไหล่ และแขนมีความแข็งแรงสูงขึ้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ความแข็งแรงแบบพลังระเบิด หรือ กำลังของกล้ามเนื้อ (Power Strength) หมายถึงความสามารถที่จะใช้กล้ามเนื้อทำงานสูงสุดในการทำงานครั้งหนึ่ง เช่น การยืนกระโดดไกล ยืนกระโดดสูง การพุ่ง ทุ่ม ขว้าง เป็นต้น

2. ความแข็งแรงแบบที่มีการเคลื่อนที่ (Dynamic Strength) หมายถึง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มือ หรือ เท้าในขณะเคลื่อนไหวร่างกายขึ้นมากครั้งในเวลาที่กำหนดให้ เช่น การไต่เชือก ดึงข้อ (Pull – Ups) ยุบข้อ (Dips) เป็นต้น

3. ความแข็งแรงแบบอยู่กับที่ (Static Strength) หมายถึง การใช้กล้ามเนื้ออย่างแรงที่สุดต่อสิ่งที่อยู่กับที่ และจะแตกต่างกับความแข็งแรงในสองประเภทแรกตรงที่ไม่ค่อยมีการเคลื่อนไหวของร่างกาย ตัวอย่างของการวัดความแข็งแรงในลักษณะนี้ ได้แก่ การวัดแรงบีบมือ (Hand Grip) เป็นต้น

ในการเล่นกีฬา หรือ การฝึกออกกำลังกายที่ต้องใช้ความอดทนจำเป็นจะต้องทำการฝึกความแข็งแรงควบคู่กัน โดยมากมักมุ่งหวังผลไปที่ (1) การเพิ่มจำนวนแรงของกล้ามเนื้อ (2) เพิ่มปริมาณการเผาผลาญออกซิเจน และจำนวนของพลังงาน (3) เป็นการป้องกันการบาดเจ็บและปัญหาที่เกิดจากการฝึกหนักจนเกินไป การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะส่งผลต่อเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle Fiber) (Sleamaker & Browning, 1996, p. 129)

ในคนที่ทำการฝึกออกกำลังกายอยู่เป็นประจำจะเกิดการตอบสนองโดยพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ หรือ Cross-Sectional Area จะเพิ่มขึ้น นั้นหมายถึงบุคคลนั้นมีขนาดของกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้น มักเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Hypertrophy (ANIOC, 1992)

การศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยการทำการทดสอบในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน จำนวน 15 คน ทำการฝึกความแข็งแรงเป็นเวลา 11 เดือน พบว่าผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น 20% (Moroz et al., 1990; Ramsay et al., 1990 citing in ANIOC, 1992, p. 231) ยัง และ บิลบาย (Young & Bilby, CD – ROM, 1993) ทำการศึกษาถึงการพัฒนาของแรงระเบิดของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรง และ hypertrophy โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ทำการฝึก ฮาฟ – สควอสทัส (Half – Squattast) เป็นเวลา 7 สัปดาห์ ผลการทดลองระบุว่า เปอร์เซ็นต์ของอัตราสูงสุดของแรงกลุ่มตัวอย่างที่ทำการฝึกที่งานหนักเพิ่มขึ้น 68.7% และในกลุ่มที่งานต่ำกว่าเพิ่มขึ้น 23.5% ทั้งนี้ เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) เพิ่มขึ้นทั้งสองกลุ่ม

วิธีการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรง หลักของเดอลอมกล่าวถึงวิธีการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงว่า จะต้องใช้แรงต้านสูง จำนวนครั้งน้อย ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการฝึกนักกีฬาให้มีความแข็งแรง และเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ เขาจะต้องฝึกโดยใช้น้ำหนักมากแต่จำนวนครั้งประมาณ 10 ครั้ง ต่อชุด หรือ เที่ยว ความเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาในกรณีนี้คือ กล้ามเนื้อหดตัวมากขึ้นทำให้ขนาดของกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้น (ลาวัณย์ สุกกรี, 2536, หน้า 47) การฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงมักทำภายใต้หลักการในการเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อให้ใหญ่ขึ้น ซึ่งการฝึกนี้จะเห็นได้นั้นต้องทำการฝึกเป็นระยะเวลา 10 –12 สัปดาห์ โดยทำการฝึก 4 วัน ต่อสัปดาห์ ใช้จำนวนครั้ง (Set) ของการทำซ้ำ ที่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ระดับความเข้มข้นของงาน 60 – 80 % ในรูปแบบการออกกำลังกายแบบ Isometric (Encyclopedia Sport Medicine, 1992, p. 387)

การฝึกในรูปแบบนี้เป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้กล้ามเนื้อมีความอดทนต่อการเป็นหนี้ออกซิเจน (Oxygen Debt) ได้มากขึ้น ทำให้ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทนต่อการเป็นหนี้ออกซิเจนดีขึ้น ส่งผลให้การสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิคดำเนินไปได้ด้วยดี (ประทุม ม่วงมี, 2527, หน้า 90) จอร์จี และคณะ (Giorgi et al., [CD – ROM], 1998) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงจากการฝึกแบบ Isometric และการฝึกแบบ Heavy Weight หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า การฝึก แบบ Isometric จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายได้ดีกว่าการฝึกแบบ Heavy Weight ซึ่งสอดคล้องกับการฝึกโดยใช้น้ำหนัก ที่ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบน และส่วนล่างของร่างกายเพิ่มขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้การฝึกที่ระดับความเข้มข้นปานกลางและระดับความเข้มข้นสูงไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในเรื่องของความแข็งแรง (Willoughby & Pelsue, [CD – ROM], 1998)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

1. การเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1.1 การเรียงตัวแบบขนาน (Parallel) กล้ามเนื้อพวกนี้ จะพบบริเวณ ที่ทำงานเบา ๆ ช่วงระยะเวลาทำงานเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ เช่นกล้ามเนื้อท้อง

1.2 การเรียงตัวแบบขนนกครึ่งซีก (Unipennate) พบกล้ามเนื้อชนิดนี้บริเวณที่ทำงานเบา ๆ ทำได้บ่อย ๆ และนาน เช่น กล้ามเนื้อบริเวณนิ้วมือและนิ้วเท้า

1.3 การเรียงตัวแบบขนนกเต็มซีก (Bipennate) พบกล้ามเนื้อที่เรียงตัวแบบนี้บริเวณที่ทำงานหนักและอดทน มีความแข็งแรงมากที่สุด ซึ่งได้แก่กล้ามเนื้อหัวไหล่

การเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 3 อย่างนี้มีความแข็งแรงแตกต่างกัน แบบขนานแข็งแรงน้อยที่สุดและแบบขนนกเต็มซีกแข็งแรงมากที่สุด ในกล้ามเนื้อมัดหนึ่งเส้นใยจะเรียงซ้อนกันเป็นหลาย ๆ ชั้นจนเกิดมีพื้นที่หนาขึ้น การวัดความแข็งแรงจะพิจารณาจากพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อมัดนั้นตามกฎของ Hittinger ซึ่งอธิบายถึงความสัมพันธ์ของพื้นที่หน้าตัดกับความแข็งแรงไว้ว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อนั้น ฉะนั้นกล้ามเนื้อที่มีลักษณะพื้นที่หน้าตัดน้อยย่อมแข็งแรงน้อยกว่ากล้ามเนื้อที่มีพื้นที่หน้าตัดมาก โดยที่พื้นที่หน้าตัด 1 ตร.ซม.จะต่อต้านแรงได้ 4 กิโลกรัม (จิติกร ศิริสุขเจริญพร, 2540, หน้า 11 – 13)

2. ความเมื่อยล้า ความเมื่อยล้าสามารถลดความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าซึ่งจะเป็นผลให้กำลังการหดตัวของกล้ามเนื้อลดน้อยลง สำหรับสาเหตุที่แท้จริง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ไม่มีใครสามารถบอกได้แน่นอน แต่สิ่งที่เกี่ยวข้องกับความเมื่อยล้ามักขึ้นอยู่กับมูลเหตุหลักซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น 4 ประการดังนี้

2.1 ผลผลิตจากการสร้างพลังงาน Phosphocreatine: PC เป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้าง ATP จากการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการทำงานของกล้ามเนื้อกับ PC พบว่าประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงเมื่อ PC ลดลง ในขณะที่ความสัมพันธ์ดังกล่าวก็เกิดขึ้นกับ ATP เช่นกัน กล่าวโดยสรุปคือการลดลงของ PC จะมีผลทำให้การสร้างพลังงานช้าลงไม่ทันต่อความต้องการ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดความเมื่อยล้าได้ (Roberg & Roberts, 1997, p. 549)

2.2 ผลผลิตจากกระบวนการเผาผลาญพลังงาน

2.3 Electrochemical ของกล้ามเนื้อ เช่น การสูญเสียโปแตสเซียมมากเกินไป หรือ การที่ร่างกายเกิดสภาวะมีคาร์บอนไดออกไซด์เกินสภาพปกติ (Acidotic) ส่งผลให้ ATP ในกล้ามเนื้อลดลง

2.4 ระบบประสาทส่วนกลาง เช่น การไหลเวียนขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งสังเกตได้จากอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงมาก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีอำนาจทำให้สภาพความสมดุลของร่างกายสูญเสียไป และเป็นต้นเหตุแห่งความเมื่อยล้า

3. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่สูงกว่าร่างกายเพียงเล็กน้อย หรือใกล้เคียงกับอุณหภูมิของร่างกายจะทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อและประสิทธิภาพในการทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ดี ที่อุณหภูมิสูงเกินไปมักไม่เป็นผลดีต่อการทำงานของร่างกาย

4. ปริมาณของสารอาหารที่จะเป็นเชื้อเพลิงที่สะสมไว้ในร่างกายลดลง ไกลโคเจนเป็นแหล่งพลังงานที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อ เมื่อใดก็ตามที่พบว่าไกลโคเจนในกล้ามเนื้อลดลงจะส่งผลโดยตรงต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ การศึกษาถึงการลดลงของพลังงานจากการฝึกความแข็งแรงโดยการยกน้ำหนักในท่า Front & Back Squat Leg Press และ Leg Extension พบว่า การลดลงของพลังงานเริ่มตอบสนองเมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที

5. ระดับการฝึก การฝึกเป็นประจำจะทำให้มีกำลังในการหดตัวสูงกว่ากล้ามเนื้อที่ไม่ค่อยได้รับการฝึก ซึ่งเหตุผลนี้เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

6. การพักผ่อนระหว่างฝึก มอร์เฮาส์ และ มิลเลอร์ (Morehouse & Miller, 1971 อ้างถึงในประทุม ม่วงมี, 2527, หน้า 92) กล่าวว่ากล้ามเนื้อที่ใช้งอแขนถูกกระตุ้นให้ออกกำลังกายหนักจนไม่สามารถออกกำลังกายต่อไปได้ แล้วให้กล้ามเนื้อนั้นได้พักผ่อนเป็นเวลา 30 วินาทีจากนั้นก็กระตุ้นอีก พบว่า กล้ามเนื้อนั้นมีความแข็งแรง 69% ของความแข็งแรงปกติ และหากให้กล้ามเนื้อพักอยู่เป็นเวลา 42.5 วินาที ปรากฏว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลับมีเกือบเท่าความแข็งแรงปกติ ซึ่งสอดคล้องกับ พินซิเวโร แคมพี และ คารุนาคารา (Pincivero, Campy, Karunakara, 2004) ว่า

ระยะเวลาพักระหว่างเซตในการฝึกแบบมีแรงต้านนั้น ควรจะใช้เวลาสั้น ๆ (ประมาณ 40 วินาที) เพื่อการตอบสนองที่ดี ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อในการฝึกระยะสั้น ๆ

สัดส่วนของร่างกาย (Body Composition)

สัดส่วนของร่างกาย หมายถึง ส่วนประกอบที่มีอยู่ในร่างกายแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. เนื้อแท้ หรือน้ำหนักของร่างกายปลอดไขมัน (Lean Body Mass) เป็นเนื้อเยื่อไม่มีไขมัน ได้แก่ น้ำ แร่ธาตุ กระดูก กล้ามเนื้อ เป็นต้น

2. ไขมันและเนื้อเยื่อไขมัน (Body Fat) เป็นไขมันสำคัญได้แก่ เลซิติน ฟอสโฟไลปิด

ไขมันในร่างกาย (Body Fat) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการศึกษาถึงองค์ประกอบในร่างกายมนุษย์ เห็นได้จากผู้ที่ศึกษาองค์ประกอบของร่างกายจะต้องมีไขมันเป็นส่วนประกอบอยู่เสมอ

ไขมันในร่างกายแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. ไขมันที่จำเป็น (Essential Fat) พบอยู่ในกระดูก หัวใจ ปอด ตับ ม้าม ไต ลำไส้ กล้ามเนื้อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้การทำหน้าที่ของร่างกายด้านสรีรวิทยาและชีวภาพเป็นปกติ ในเพศหญิงจะมีไขมันที่จำเป็นมากกว่าผู้ชาย เพราะมีลักษณะเฉพาะทางเพศของผู้หญิงที่มีไขมันสะสมในเนื้อเยื่อของเต้านมและรอบ ๆ มดลูก โดยที่ระดับไขมันจำเป็นของผู้หญิงไม่ควรต่ำกว่า 12 % ของน้ำหนักร่างกาย และชายไม่ควรต่ำกว่า 3 % ของน้ำหนักร่างกาย (Roberg & Robert, 1997, p. 523; McArdle et al., 1994, p. 454)

2. ไขมันที่สะสมไว้ (Storage Fat) มี 2 ชนิด คือ ไขมันสีเหลือง (Yellow Fat) มีประมาณ 99 % และไขมันสีน้ำตาล (Brown Fat) มีอยู่ในไมโตคอนเดรีย ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานที่เก็บไว้ให้เป็นความร้อน ไขมันสีเหลืองพบในเนื้อเยื่อไขมัน (Adipose Tissue) ทำหน้าที่ 3 อย่าง คือ ช่วยรักษาความอบอุ่นของร่างกาย เป็นแหล่งพลังงานและป้องกันการบาดเจ็บ (Millman, 1995, pp. 362 – 366)

ความสำคัญของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

การศึกษาถึงเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายมีความสำคัญอยู่ 3 เหตุผล คือ

1. ด้านสุขภาพ ภาวะที่ร่างกายมีไขมันจำนวนมากเกินปกติ จะมีอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ได้เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน ฯลฯ ซึ่งโรคเหล่านี้ก่อให้เกิดอันตรายกับชีวิต ในขณะเดียวกันหากร่างกายมีไขมันน้อยเกินไป การทำงานของร่างกายจะทำงานผิดปกติ เช่น การทำงานของระบบประสาท ระบบสืบพันธุ์ รอบประจำเดือน เป็นต้น

2. ความสามารถของนักกีฬา ความเป็นเลิศทางด้านกีฬาในกีฬาบางประเภท เปอร์เซ็นต์

ไขมันในร่างกาย จะเป็นตัวกำหนดความสามารถของนักกีฬานั้นด้วย โดยจะมีความแตกต่างกันในกีฬาแต่ละประเภท (Pollock & Wilmore, 1990, p. 193)

3. ความสวยงาม เป็นเรื่องที่มีความสำคัญ ถ้าบุคคลใดมีรูปร่างที่อ้วนเกินไป มักจะมีผลต่อการมองตัวเองในแง่ลบเสมอ ทำให้เกิดภาวะซึมเศร้า ประเมินตนเองต่ำ แยกตัวจากสังคม

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเนื้อเยื่อไขมันในร่างกาย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเนื้อเยื่อไขมันในร่างกายมีหลายปัจจัย ซึ่งนักวิชาการได้ให้ความสำคัญต่อปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ (กองโภชนาการ, 2538, หน้า 8)

1. ปัจจัยที่อยู่เหนือการควบคุมมี	35%
1.1 พันธุกรรม	10%
1.2 จำนวนเซลล์ไขมัน	10%
1.3 อายุ	15%
2. ปัจจัยที่อยู่ภายใต้การควบคุมมี	65%
2.1 การเลี้ยงดูในวัยเด็ก	10%
2.2 พฤติกรรมการกินอยู่	20%
2.3 บุคลิกและวิถีทางในการดำเนินชีวิต	20%
2.4 การออกกำลังกาย	15%

การวัดปริมาณไขมันในร่างกาย

ในอดีตการวัดไขมันในร่างกายทำในศพโดยนำไขมันจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมาเปรียบเทียบกับการชั่งน้ำหนักใต้น้ำ ซึ่งถือว่าเป็นการวัดโดยตรงไม่นิยมทำกัน ในปัจจุบันมีวิธีการวัดปริมาณไขมันในร่างกายโดยทางอ้อมที่แม่นยำหลายวิธี ได้แก่ (ประณีต ผ่องแผ้ว, 2539)

1. การชั่งน้ำหนักใต้น้ำ (Hydrostatic Weighing) โดยใช้หลักของอคีมีดิส คือการชั่งน้ำหนักของร่างกายในน้ำและในอากาศ เป็นวิธีการวัดที่มีความแม่นยำ แต่ต้องใช้เทคนิคที่ค่อนข้างยุ่งยากและเครื่องมือในการวัดมีราคาค่อนข้างแพง และไม่เหมาะสำหรับเด็กและผู้สูงอายุ นิยมใช้เป็นวิธีเปรียบเทียบในการทำวิจัย

2. การวัดไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold Thickness) เป็นการวัดไขมันใต้ผิวหนังอย่างน้อย 2 ตำแหน่งแล้วนำมาเข้าสูตรหาปริมาณไขมันทั้งหมดในร่างกาย วิธีนี้ผู้วัดต้องมีทักษะที่ดี ค่าใช้จ่ายน้อย

3. การวัดไบโออิเลคตริคอล อิมพิแดนซ์ อนาไลซีส (Bioelectrical Impedance Analysis)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เป็นการวัดความต่างศักย์เมื่อใช้อิเลคโตรด (Electrode) ปลายหนึ่งอยู่ที่แขน อีกปลายหนึ่งอยู่ที่ขา แล้ววัดแรงต้านทาน จะได้ค่าสัมพันธ์กับส่วนของน้ำในร่างกาย จากนั้นจะมีสูตรคำนวณหาไขมันในร่างกายได้ เป็นวิธีการวัดทำได้ง่าย เครื่องมือไม่แพง

4. การวัดโททอล บอดี้ อิเลคตริคอล คอนดักทิวิตี้ (Total-Bodyelectrical Conductivity โดยอาศัยหลักของคลื่นไฟฟ้าที่ผ่านตัวกลาง ซึ่งเป็นส่วนของกล้ามเนื้อและไขมัน เครื่องมือมีราคาแพง

5. คอมพิวเตอร์ โทโมกราฟิก (Computerized Tomographic) และนิวเคลียร์ แมกเนติก เรโซแนนซ์ สแกน สามารถคำนวณหาส่วนของไขมัน และรู้สัดส่วนของไขมันที่อยู่ในและนอกช่องท้องได้ เครื่องมือมีราคาแพงและต้องสัมผัสกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพลังสูง

6. การใช้คลื่นเสียง (Ultrasound) โดยให้คลื่นเสียงผ่านตัวกลางที่เป็นไขมัน กล้ามเนื้อและรอยต่อระหว่างกัน จะสามารถแสดงความหนาแน่นของไขมันได้

7. นิวตรอน แอคติเวชั่น (Neutron Activation) วัดปริมาณไนโตรเจน โปรตีน แคลเซียม คลอไรด์ ไขมันในร่างกาย เครื่องมือมีราคาแพง วิธีการวัดยุ่งยาก

8. การนับโพแทสเซียม 40 (Potassium-40 Counting) ประเมินโพแทสเซียมในเซลล์ และเนื้อแท้ เครื่องมือมีราคาแพงและต้องการวิธีวัดที่เหมาะสม

รัสนา เลิศรุ่งชัยสกุล (2543, หน้า 75) กล่าวว่า ปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกายที่วัดได้จากวิธีการวัดไขมันใต้ผิวหนัง มีความสัมพันธ์กับวิธีการชั่งน้ำหนักใต้น้ำ อยู่ในระดับมากในผู้หญิง และระดับปานกลางในผู้ชาย ซึ่งพบว่าวิธีการวัดไขมันใต้ผิวหนังมีความสัมพันธ์กับวิธีการชั่งน้ำหนักใต้น้ำมากกว่าวิธีอื่น ๆ

การวัดความหนาของผิวหนังพับ (Skinfold Measurement)

ในช่วงปี ค.ศ. 1915 ได้มีการวัดความหนาของเนื้อเยื่อไขมันใต้ผิวหนัง โดยเครื่องวัดความหนาของผิวหนังพับ (Skinfold Caliper) (Brozek & Key, 1951; cited by Heyward & Stolarczyk, 1996, p. 4) เป็นวิธีการวัดปริมาณเนื้อเยื่อ ไขมันในร่างกายทางอ้อม ที่ใช้เวลาไม่มากนัก สะดวก เครื่องมือมีราคาไม่แพง เหมาะที่จะใช้วัดในภาคสนาม การวัดความหนาของผิวหนังพับสามารถทำนายไขมันทั้งหมดในร่างกายได้ ค่อนข้างเที่ยงตรงเมื่อเทียบกับวิธีชั่งน้ำหนักใต้น้ำ

หลักการวัดความหนาของผิวหนังพับ

1. มีความสัมพันธ์กันระหว่างไขมันใต้ผิวหนังทั้งหมด กับไขมันในร่างกายทั้งหมด โดยประมาณ 1 ใน 3 ถึง 1 ใน 2 ของไขมันทั้งหมดสะสมอยู่ที่ใต้ผิวหนัง (Heyward & Stolarczyk, 1996, p. 23, ประทุม ม่วงมี, 2527, หน้า 254) ดังนั้นเมื่อทราบปริมาณไขมันใต้ผิวหนังก็สามารถ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ทำนายปริมาณไขมันทั้งหมดในร่างกายได้ โดยใช้ผลรวมการวัดความหนาของไขมันหลาย ๆ ตำแหน่ง เข้าสมการแล้วคิดประเมินไขมันทั้งหมดในร่างกายออกมา

2. การกระจายไขมันใต้ผิวหนังและไขมันภายใน มีความคล้ายกันในบุคคลแต่ละเพศแต่ก็เคยมีรายงานว่า ผู้รับการวัดที่มีอายุมากกว่าในเพศเดียวกัน มีสัดส่วนของไขมันใต้ผิวหนังน้อยกว่าคนหนุ่มสาว ระดับความอ้วน (Body Fatness) มีผลต่อปริมาณไขมันส่วนใต้ผิวหนังและส่วนภายในร่างกาย คนผอมจะมีสัดส่วนของไขมันภายสูงกว่าคนอ้วน

3. มีความสัมพันธ์กันระหว่างผลรวมของไขมันใต้ผิวหนังและความหนาแน่นของร่างกายมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงสำหรับผู้รับการวัดที่ไม่แตกต่างกัน (Homogeneous Samples) โดยใช้สมการเฉพาะกลุ่ม แต่ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ในกลุ่มที่มีความแตกต่างกันมากของความหนาแน่นร่างกายทั้งชายและหญิง โดยใช้สมการวัดผิวหนังพันทั่ว ๆ ไป เส้นสมการถดถอยจะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลรวมความหนาของผิวหนังพับและความหนาแน่นของร่างกายได้ดีเฉพาะในกลุ่มที่มีความแตกต่างของระดับความอ้วนเล็กน้อย

วิธีการวัดความหนาของผิวหนังพับ อุปกรณ์ที่ใช้คือ เครื่องวัดความนาของผิวหนังพับ (Skinfold Caliper) มีทั้งแบบที่เป็นโลหะและพลาสติก แบบเป็นโลหะได้รับความนิยมว่ามีความแม่นตรงแต่ราคาแพง เช่น เครื่องวัดความหนาของผิวหนังแบบแลงก์ (Lange) แบบฮาร์เพนเด็น (Harpenden) แบบฮอลเทน (Haltain) และ แบบลาฟาเยต์ (Lafayette) แบบฮาร์เพนเด็นมีสเกลที่ละเอียดกว่า (0.2 มิลลิเมตร) แบบแลงก์(1 มิลลิเมตร) (Heyward, 1991, p. 156, Heyward & Stolarczyk, 1996, p. 29) ส่วนเครื่องวัดความหนาของผิวหนังพับแบบพลาสติก เช่น แบบแม็คกอ (McGaw) แบบรอส (Ross) แบบแฟต โอ เมเตอร์ (Fat-O-Meter)

ตำแหน่งที่จะวัดมีหลายแห่งได้แก่ หน้าอก (Chest), มุมล่างของกระดูกสะบัก (Subscapular), รักแร้ (Midaxillary), เหนือสะเอวด้านข้าง (Suprailiac), หน้าท้อง (Abdominal), ต้นแขนด้านหลัง (Triceps), ต้นแขนด้านหน้า (Biceps), หน้าขา (Thigh) และน่อง (Calf)

การวัดความหนาผิวหนังพับด้วยวิธีของสโลนและเบิร์ต (Sloan & Burt, 1962, p. 967 อ้างถึงใน นฤนาท สกนธ์รวีนาท, 2537, หน้า 5; Heyward, 1991, p. 157) เพศชายวัดที่ตำแหน่งมุมล่างของกระดูกสะบักและหน้าขา ส่วนเพศหญิงวัดที่ตำแหน่งเหนือสะเอวด้านข้างและต้นแขนด้านหลัง โดยวัดด้านขวาของร่างกาย

สโลน (Sloan, 1967 อ้างถึงใน ประทุม ม่วงมี, 2527, หน้า 254-256) ได้ศึกษาพบว่าในเพศชายความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่ตำแหน่งหน้าขามีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของร่างกาย (Body Density) มากที่สุด ($r = .80$) และถ้าวัด 2 ตำแหน่งรวมกัน พบว่าตำแหน่งหน้าขารวมกับตำแหน่งมุมล่างกระดูกสะบัก จะมีอำนาจในการทำนายมากที่สุด ($r^2 = .85$) ดังนั้น สโลน ได้

แนะนำสูตรในการคำนวณ ความหนาแน่นของร่างกายเพศชาย (Sloan, 1967 citing in Heyward, 1991, p. 155) ดังนี้

Db = 1.1043 - (0.001327 × Thigh SKF) - (0.00131 × Subscapular SKF)

ส่วนในเพศหญิง สโลนและเบิร์ต (Sloan & Burt, 1962 อ้างถึงใน นฤนาท สกนธ์รวีนาท, 2537, หน้า 26) ได้เสนอว่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังในตำแหน่งเหนือสะเอวด้านข้างและต้นแขนด้านหลังรวมกัน จะมีค่าในการทำนายที่ดี (r^2 = .74 เมื่อเทียบกับวิธีชั่งน้ำหนักใต้น้ำ) และสูตรในการคำนวณความหนาแน่นของร่างกายเพศหญิง (Sloan & Others, 1962 citing in Heyward, 1991, p. 157) ดังนี้

Db = 1.0764 - (0.00081 × Suprailiac SKF) - (0.00088 × Triceps SKF)

เมื่อหาค่าความหนาแน่นของร่างกายได้แล้ว ขั้นต่อไปจะเป็นการคำนวณหาปริมาณเนื้อเยื่อไขมัน ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายโดยใช้สูตรของโบรเซ็ค (Brozek, 1963 cited by Fox & Mathews, 1985, p. 526) ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อเยื่อไขมัน} = \left[\frac{4.570}{\text{Db}} - 4.142\right] \times 100$$

ถ้าต้องการทราบน้ำหนักไขมันในร่างกาย คำนวณได้จากสูตร

$$\text{น้ำหนักไขมัน (Fat)} = \text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)} \times \frac{\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อเยื่อไขมัน}}{100}$$

และถ้าต้องการทราบน้ำหนักของเนื้อแท้ (Lean Body Weighing; LBW) คำนวณได้จากสูตร

$$\text{LBW} = \text{น้ำหนักตัว} - \text{น้ำหนักไขมัน}$$

นฤนาท สกนธ์รวีนาท (2537) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกายนิสิตชาย โดยวิธีชั่งน้ำหนักใต้น้ำกับการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 4 วิธีพบว่า วิธีของสโลนและเบิร์ต วัดปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกายได้ไม่แตกต่างไปจากค่าที่วัดได้โดยวิธีชั่งน้ำหนักใต้น้ำ และได้เสนอแนะว่าวิธีวัดไขมันใต้ผิวหนังของสโลนและเบิร์ต เป็นวิธีที่เหมาะสมในการตรวจสอบปริมาณเนื้อเยื่อไขมันในร่างกายที่กระทำในภาคสนามได้ดีที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เทคนิคการวัดความหนาของผิวหนังพับ ต้องใช้เวลาและฝึกหัดอย่างมากในการพัฒนาเทคนิคการวัด เพื่อจะได้ค่าที่ถูกต้อง และแม่นยำในการวัด เทคนิคการวัดมีดังนี้ (Heyward & Stolarczyk, 1996, pp. 41-42)

1. วัดความหนาของผิวหนังพับที่ด้านขวาของร่างกาย

2. ควรทำเครื่องหมายตรงตำแหน่งที่จะทำการวัดเพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง

3. ดึงผิวหนังโดยวางนิ้วหัวแม่มือ และนิ้วชี้ซ้ายห่างกันประมาณ 3 นิ้ว (ประมาณ 8 เซนติเมตร) ถ้ามีไขมันใต้ผิวหนังมาก นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้อาจวางห่างกันมากกว่า 3 นิ้ว การวางนิ้วให้วางขนานกับแนวผิวหนังตามธรรมชาติ ดึงผิวหนังขึ้นมาประมาณ 1 เซนติเมตร เหนือตำแหน่งที่วัดความหนาของชั้นเนื้อเยื่อไขมันจะแยกออกมา

4. วางปากคีมทั้ง 2 ข้างของเครื่องวัดความหนาผิวหนังให้ตั้งฉากกับผิวที่ดึงขึ้นมา โดยห่างจากนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ 1 เซนติเมตร ปล่อยแรงกดของเครื่องวัดเบา ๆ

5. อ่านผลความหนาของผิวหนังพับภายใน 4 วินาที หลังปล่อยแรงกด

6. นำปากคีมออกจากตำแหน่งการวัด ปิดปากคีมช้า ๆ

ผู้วัดความหนาผิวหนังพับสามารถเพิ่มทักษะการวัดได้โดย

1. ตำแหน่งที่วัดควรทำเครื่องหมายด้วยปากกาที่เห็นได้ชัดเจน

2. ควรวัดความหนาของผิวหนังพับแบบหมุนเวียนตามลำดับ มากกว่าวัดติด ๆ กัน ในแต่ละตำแหน่ง

3. วัดซ้ำกันอย่างน้อยที่สุด 2 ครั้ง ในแต่ละตำแหน่ง ถ้าค่าห่างกันมากกว่า $\pm$ 10% ให้วัดซ้ำอีก

4. วัดความหนาของผิวหนังพับในขณะผู้รับการวัดมีผิวหนังแห้งและไม่ทาโลชั่น

5. ไม่วัดความหนาของผิวหนังพับทันทีหลังออกกำลังกาย เพราะการเปลี่ยนแปลงน้ำในร่างกายมีแนวโน้มเพิ่มความหนาของผิวหนังพับ

6. ควรฝึกวัดในคนทั่วไป 50-100 คนก่อนไปวัดจริง

7. ฝึกวัดกับผู้ที่มีความชำนาญการวัด และเปรียบเทียบผลการวัดกับผู้ชำนาญ

ความอ่อนตัว (Flexibility)

ความอ่อนตัว (Flexibility) เป็นความสามารถในการเคลื่อนที่ได้อย่างเต็มมุมของการเคลื่อนที่ (Range of Motion) ความอ่อนตัวถูกนำมาใช้เพื่อการปรับสมดุลของกลุ่มของกล้ามเนื้อที่ทำงานหนักจนเกินไปในขณะออกกำลังกาย นอกจากนั้นยังแสดงถึงมุมในการเคลื่อนที่ในขณะออกกำลังกายอีกด้วย การฝึกออกกำลังกายควบคู่กับความอ่อนตัว จะสามารถลดการบาดเจ็บจากการ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ออกกำลังกายเนื่องจากความอ่อนตัวหรือการเหยียดยืดนี้จะลดแรงต้านในเนื้อเยื่อ (Ford, [Online], 1999 อ้างถึงใน ถาวรินทร รักษ์บำรุง, 2544)

ในการออกกำลังกายหรือการเล่นกีฬาประจำวัน องค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งที่ขาดไม่ได้นั่นคือความอ่อนตัว เราะนำเอาความอ่อนตัวมาใช้ในการป้องกันการบาดเจ็บทางกีฬา ความอ่อนตัวแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. การเคลื่อนที่โดยใช้ข้อต่อ 1 ข้อต่อ เช่น การงอ หรือการเหยียดข้อมือ 2. การเคลื่อนที่โดยใช้ข้อต่อมากกว่า 1 ข้อต่อขึ้นไป เช่น การเหยียดของแขนและไหล่เพื่อจะยิงธนู (The Encyclopedia of Sport Medicine, 1988, p. 213)

ประโยชน์จากการฝึกความอ่อนตัว

1. พัฒนาความสามารถทางกายและลดการเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บทางกีฬา ผลจากการฝึกความอ่อนตัวจะทำให้ความสามารถทางกายพัฒนาขึ้น การศึกษาถึงการฝึกหะฐะโยคะซึ่งเป็นการออกกำลังที่เน้นความอ่อนตัว พบว่าผู้ที่ฝึกเป็นประจำ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพื่อมากขึ้น ความอ่อนตัวของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (นฤพนธ์ วงศ์จตุรภัทร และ จิรกรณ์ ศิริประเสริฐ, 2541) นอกจากนั้นการฝึกความอ่อนตัวจะช่วยให้เคลื่อนที่ได้อย่างเต็มมุมของการเคลื่อนที่ ลดการใช้พลังงานจากการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น และช่วยในการลดแรงต้านในเนื้อเยื่อซึ่งเป็นที่มาของการเกิดการบาดเจ็บทางกีฬา

2. ลดความระบมของกล้ามเนื้อ จากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า การฝึกทำการเหยียดยืด (Stretching) ในขณะที่ร่างกายอยู่กับที่ (Static Stretching) จะช่วยลดปัญหาการระบมของกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย ด้วยวิธีนี้สามารถที่จะควบคุมกล้ามเนื้อให้เหยียดยืดได้อย่างเต็มที่ และทนอยู่ในสภาพนั้นได้นาน 15 – 30 วินาที โดยที่ไม่เกิดความเจ็บปวด การฝึกนี้จะทำให้เกิดความสมดุลและเป็นการผ่อนคลายกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย

3. เพิ่มเลือดและสารอาหารให้กับเนื้อเยื่อ

4. พัฒนาความสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อมีงานวิจัยเพียงเล็กน้อยที่อ้างถึงประโยชน์จากการเหยียดยืด ที่ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ของระบบประสาทของกล้ามเนื้อ โดยรายงานระบุว่าอัตราความเร็วของกระแสประสาทสูงขึ้นเมื่อทำการฝึกเหยียดยืด

5. เป็นการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมในการออกกำลังกาย การฝึกความอ่อนตัว หรือ เหยียดยืด เป็นอีกรูปแบบวิธีหนึ่งที่ใช้ในโปรแกรมการออกกำลังกาย นอกจากจะได้ความสนุกสนานจากการเปลี่ยนกิจกรรมแล้ว ยังเป็นการผ่อนคลายกล้ามเนื้อจากการทำงานหนักในขณะออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา (Ford, [Online], 1999 อ้างถึงใน ถาวรินทร รักษ์บำรุง, 2544) การฝึกเหยียดยืด เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ใช้ความเข้มข้นของงานต่ำ ทั้งนี้อาจต้องใช้เวลามากเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง ผลการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่มักเกี่ยวข้องกับระบบไหลเวียนและหายใจ ยกตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เช่น การฝึกมวยจีน โยคะ ฤาษีดัดตน รวมถึงท่าการบริหารต่าง ๆ ที่มักใช้การทำให้ร่างกายเย็นลง (Cool – Down)

เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายประชาชนไทย (Physical Fitness Norms of Thai Population)

สร้างขึ้นโดย งานทดสอบสมรรถภาพ กองวิทยาศาสตร์การกีฬา ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2543 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นประชาชนไทย ชาย หญิง ที่มีอายุตั้งแต่ 17 ปีขึ้นไป จำนวน 5,511 คน แยกเป็นเพศชาย 2,685 คน เพศหญิง 2,826 คน จาก 20 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง เพชรบูรณ์ ตาก ขอนแก่น มุกดาหาร นครราชสีมา อุบลราชธานี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี นครปฐม กาญจนบุรี อยุธยา สระบุรี สุราษฎร์ธานี กระบี่ ปัตตานี ยะลา สมุทรปราการ และ กรุงเทพมหานคร รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University