หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพลศึกษาเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่จะช่วยพัฒนาคนให้มีสมรรถภาพทางกายดี ซึ่งย่อมเป็นพื้นฐานในการเคลื่อนไหว การดำรงชีวิต การประกอบกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ (Corbin 1971: 1-5) ทั้งนี้เพราะ สมรรถภาพทางกายนั้นเปรียบเสมือนต้นไม้ที่มีหน้าที่ชูกิ่งก้านและใบ ซึ่งต่างก็มีความสำคัญ และหน้าที่ที่จะทำให้ต้นไม้นั้นเจริญงอกงามมีดอกผลต่อไป หากลำต้นของต้นไม้นั้นอ่อนแอหรือหักโค่นลง ก็จะทำให้ต้นไม้นั้นเหี่ยวแห้ง และตายไปในที่สุด เมื่อร่างกายมีความสมบูรณ์แข็งแรงก็ทำให้ร่างกายสามารถประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างว่องไว กระฉับกระเฉง การเคลื่อนไหวท่าทาง การแสดงออกของร่างกายก็จะสง่างาม และช่วยปรับปรุงส่งเสริมบุคลิกภาพโดยทั่วไปให้ดียิ่งขึ้น (Champlin 1955: 74)

ปัจจัยที่เป็นพื้นฐานของสมรรถภาพทางกายนั้น ลาร์สัน และโยคอม (Larson and Yocom) ได้ศึกษา และแบ่งปัจจัยออกเป็น 10 ประการ คือ ความต้านทานโรค (Resistance to Desease) ความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength and Muscular Endurance) ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และระบบหายใจ (Endurance of Cardiovascular and Respiratory System) พลังกล้ามเนื้อ (Muscular Power) ความยืดหยุ่นตัว (Flexibility) ความเร็ว (Speed) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) การประสานงานของอวัยวะส่วนต่าง ๆ (Co-ordination) การทรงตัว (Balance) และความแม่นยำ (Accuracy) (Bucher 1967: 48-49)

พื้นฐานของสมรรถภาพทางกายที่สำคัญประการหนึ่ง คือความสามารถในการทำงานของระบบหายใจ และการไหลเวียนของโลหิต ซึ่งเป็นเครื่องชี้ที่แน่นอนว่าคนจะมีสมรรถภาพทางกายสูงหรือต่ำเพียงใด (ประพันธ์ กิ่งมิ่งแอ 2515: 2)

ในการทำงาน หรือออกกำลังกายอย่างใดอย่างหนึ่งต้องอาศัยความแข็งแรงของหัวใจ

ประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต และความอดทนของกล้ามเนื้อ บุคคลที่หัวใจมีประสิทธิภาพในการทำงานดี มีระบบไหลเวียนโลหิตดี และมีความอดทนของกล้ามเนื้อดี ย่อมเป็นผู้ได้เปรียบโดยเฉพาะถ้าการทำงานนั้นเป็นการแข่งขันกีฬา และเป็นกีฬาชนิดที่ต้องใช้การทำงานหนักติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน เช่น วิ่งระยะไกล ว่ายน้ำ ฟุตบอล บาสเกตบอล ฯลฯ ผู้ที่มีระบบการทำงานของหัวใจ ระบบไหลเวียนโลหิต และความอดทนของกล้ามเนื้อดีเยี่ยมย่อมจะเป็นผู้ชนะในการแข่งขัน เมเยอร์ส และเบลช (Meyers and Blesh 1962: 232-235) ได้กล่าวว่า สภาพร่างกายที่มีความสามารถในการทำงานได้ดีนั้นแสดงว่า หัวใจ และระบบไหลเวียนโลหิตจะต้องทำหน้าที่อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การวัดสมรรถภาพทางกายควรจะวัดได้จากการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต การที่จะทราบถึงการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตก็โดยดูจากความแข็งแรงของหัวใจ และประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพงานที่ทำอยู่ รวมทั้งความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อด้วย เพราะในขณะที่กล้ามเนื้อทำงาน หัวใจ และระบบไหลเวียนโลหิตมีหน้าที่จัดหาพลังงานให้แก่กล้ามเนื้อ และนำของเสียที่เกิดจากการทำงานออกไปจากบริเวณกล้ามเนื้อที่ทำงาน ความต้องการพลังงาน และการขับถ่ายของเสียของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนักของกิจกรรมที่มีต่อกล้ามเนื้อ ความต้องการพลังงานในขณะออกกำลังจะสูงกว่าขณะพัก เพราะหัวใจถูกเร่งให้ทำงานมากขึ้นเพื่อส่งโลหิตให้มีการไหลเวียนรวดเร็วขึ้น ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อจะขึ้นอยู่กับสมรรถภาพในการทำงานของหัวใจ และหลอดโลหิตโดยเฉพาะในการทำงานที่ยืดเยื้อติดต่อกัน เมื่อเปรียบเทียบสภาพร่างกายของบุคคลในขณะที่ออกกำลังกายหรือทำงาน หัวใจ และระบบไหลเวียนโลหิตของผู้ที่ได้รับการฝึกหรือมีสมรรถภาพทางกายดี ภายหลังจากการออกกำลังกายหรือทำงานจะมีการทำงานน้อยกว่า และกลับคืนสู่ภาวะปกติได้เร็วกว่า (อนันต์ อัตชู 2520: 31)

การวัดความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดในขณะทำงาน เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่จะทราบถึงความอดทนของร่างกาย ดังที่ จรวยพร ธรณินทร์ (2519: 346-355) กล่าวว่า ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดเป็นเกณฑ์วัดที่ดีที่สุดในการวัดความสามารถในการสร้างพลังงานแบบใช้ออกซิเจนของร่างกาย เพราะว่าความสามารถในการจับออกซิเจนนี้มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับขนาดของร่างกาย จำนวนกล้ามเนื้อ ความสามารถของระบบไหลเวียนของโลหิต และขบวนการ

เมตะโบลิซึมของเซล ซึ่งการทำงานของร่างกายจะดำเนินไปได้นานเพียงใดขึ้นอยู่กับความสามารถในการจับออกซิเจนของเซลในร่างกาย เพื่อนำไปใช้ให้เกิดพลังงานต่อไป

ซาลติน และออสตรานด์ (Saltin and Astrand 1967: 353-358) ได้ศึกษาเรื่องความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬา โดยเลือกทดลองกับนักกีฬาชาวสวีเดน 95 คน โดยให้ถีบจักรยานวัดงาน และวิ่งบนลู่กล เพื่อเปรียบเทียบความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุด ผู้วิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดของชาย 15 คนมีค่าสูงสุด 5.75 ลิตรต่อนาที ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ 185 ครั้งต่อนาที และมีบางคนที่มีความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดถึง 6.17 ลิตรต่อนาที นอกจากนี้ การค้นคว้าของออสตรานด์ (Astrand 1970: 170) โดยให้นักกีฬาที่ได้รับการฝึกซ้อมดี ชาย 12 คน และหญิง 10 คน ขี่จักรยานวัดงาน แล้ววัดหาค่าความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุด และปริมาณการสูบฉีดโลหิตในการบีบตัวของหัวใจหนึ่งครั้ง ปรากฏว่าผู้ที่ผ่านการฝึกซ้อมมามีความสามารถในการจับออกซิเจนดีกว่าผู้ที่ไม่ได้ฝึกซ้อม ซึ่งแสดงว่าผู้ที่มีความสามารถการจับออกซิเจนสูง จะเป็นผู้ที่สามารถทำงานได้ทน นานกว่า และย่อมมีความทนทานของระบบไหลเวียนดีด้วย

ในปัจจุบัน เรามีเครื่องมือและเทคโนโลยีสมัยใหม่เพิ่มขึ้นอย่างมากมาย ในทางพลศึกษาเราได้ใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเครื่องมือทางการแพทย์เข้ามาช่วยพัฒนาการพลศึกษาให้ก้าวหน้าทัดเทียมอารยะประเทศ เครื่องมือเหล่านั้นเรานำมาใช้ในการทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาและบุคคลทั่ว ๆ ไป เช่น เครื่องวัดความจุปอด (Wet Spirometer) เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Dynamometer) เครื่องวัดแรงบีบมือซ้าย และมือขวาโดยใช้มานูโอมิเตอร์ (Manuometer) ฯลฯ เครื่องมือเหล่านี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเรื่อย ๆ เพื่อใช้วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

จนกระทั่งในปี ค.ศ.1884 มอสโซ (Mosso) นักสรีรวิทยาชาวอิตาเลียน ได้สร้างเครื่องมือที่เรียกว่า เออร์โกกราฟ (Ergograph) ขึ้น ต่อจากนั้นการทดสอบด้านนี้ก็มีความก้าวหน้าขึ้นเรื่อย ๆ โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับหัวใจและการไหลเวียนโลหิตมากยิ่งขึ้น ขณะที่นักสรีรวิทยาศึกษาเกี่ยวกับความเหน็ดเหนื่อย และความสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อกับระบบไหลเวียนโลหิต นักพลศึกษาเริ่มแสวงหาวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือดของร่างกาย ซึ่ง

ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างการเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายกับสภาพของหัวใจ และระบบไหลเวียนโลหิต (วิริยา บุญชัย 2523: 12)

เครื่องมือแพทย์สำหรับวัดสมรรถภาพของหัวใจที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายอย่างหนึ่ง ได้แก่ เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ กล่าวกันว่า หัวใจเป็นอวัยวะอย่างหนึ่งในร่างกายที่เป็นต้นตอของไฟฟ้า ฉะนั้นการบันทึกการเปลี่ยนแปลงไฟฟ้าหรือคลื่นไฟฟ้าจะช่วยบอกสภาพการทำงานของหัวใจได้ การบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจเรียกว่า อีเล็คโทรคาร์ดิโอกราฟฟี (Electrocardiography) ส่วนเครื่องมือที่ใช้บันทึกเรียกว่า อีเล็คโทรคาร์ดิโอกราฟ (Electrocardiograph) การบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ นับว่าเป็นวิธีทางการแพทย์ที่ได้เจริญมาก่อนอย่างอื่น

เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อหัวใจ อาจเรียกย่อว่า "อี.ซี.จี." (ECG) เครื่องนี้มีลักษณะทางอีเล็คทรอนิคส์ (Electronics) โดยย่อ คือ เป็นดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิไฟเออร์ (Differential Amplifier) ที่มีกำลังขยายสูง และมีความต้านทานของวงจรนำเข้าสูง (High Impact Impedance) พร้อมทั้งใช้การบันทึกด้วยการเขียนโดยตรงเพื่อที่จะทำให้สามารถบันทึกไฟฟ้าของกล้ามเนื้อหัวใจได้โดยสมบูรณ์คือ ไม่ผิดไปจากความจริง ไฟฟ้าที่บันทึกได้จากหัวใจนั้นมีลักษณะที่สำคัญ คือ มีขนาดอยู่ระหว่าง 100-5,000 ไมโครโวลต์ ช่วงความถี่ 0.2-100 เฮิร์ทซ์ และมีความต้านทานของวงจรนำเข้า เท่ากับ 0.1-0.8 เมกะโอห์ม

ไฟฟ้าที่ได้จากหัวใจเป็นผลรวมของไฟฟ้าที่เกิดจากเส้นใยกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ และการบันทึกในทางคลีนิคไม่ได้ใช้ขั้วไฟฟ้า (Electrode) วางที่หัวใจโดยตรง หากแต่วางไว้ที่ผิวนอกร่างกาย เช่น ที่แขน ขา หน้าอก เพื่อทำการบันทึกไฟฟ้าที่กระจายมาจากหัวใจไปตามเนื้อของร่างกายที่นำไฟฟ้าให้เป็นแบบ ตัวนำที่สามารถปรับระดับ (Volume Conductor) การที่ต้องวางขั้วไฟฟ้า บันทึกจากที่หลายแห่งก็เพื่อที่จะให้ได้คลื่นไฟฟ้าที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน ซึ่งแสดงถึงการทำงานของหัวใจที่ส่วนต่าง ๆ กันด้วย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเวคเตอร์ (Vector) ทางไฟฟ้าของหัวใจ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2525: 83-85)

ในการศึกษาคลื่นไฟฟ้าหัวใจทั้ง 12 ลีดมาตรฐานนั้น คลื่นอาร์ในวี 5 เป็นตำแหน่งของหัวใจห้องล่างซ้ายที่บีบตัวเพื่อส่งเลือดออกไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย คนึงนิจ พงศ์ถาวรกมล และคณะ (2529: 43) กล่าวว่า การวัดค่าประสิทธิภาพของหัวใจ ประเมินได้

จากอัตราการเต้นของหัวใจ และสโตรค โวลุม (Stroke Volume) ถ้าสโตรค โวลุมเพิ่มขึ้น โดยอัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือดไม่เปลี่ยนแปลง เรียกว่า หัวใจมีประสิทธิภาพสูง เพราะสามารถบีบเลือดออกจากหัวใจด้วยปริมาตรที่สูง โดยการเพิ่ม หรือใช้ออกซิเจนเพียงจำนวนน้อยเท่านั้น ตัวอย่างเช่น นักกีฬาที่ได้รับการฝึกฝนอย่างดี อัตราการเต้นหัวใจจะช้า และ สโตรค โวลุม มีค่าสูง ซึ่งแสดงว่าการทำงานของหัวใจมีประสิทธิภาพสูง ต่างจากในคนที่ไม่ค่อยได้ออกกำลัง การเปลี่ยนแปลงเพิ่มอัตราเต้นของหัวใจเกิดได้ง่าย แต่คาร์ดิแอค เอาท์พุท (Cardiac Output) เปลี่ยนแปลงไม่มาก แสดงว่าหัวใจมีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำกว่า สำหรับสโตรค โวลุม คือปริมาณเลือดที่ถูกบีบออกมาจากหัวใจห้องล่าง (Ventricle) ต่อการบีบตัวของหัวใจแต่ละครั้ง ค่าของสโตรค โวลุม ในท่านอน (Supine Position) ขณะพักมีค่าประมาณ 70-80 ซี ซี หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่ง สโตรค โวลุม คือ ผลต่างของปริมาณเลือดในหัวใจห้องล่างในตอนปลายของหัวใจในระยะคลายตัว (Diastole) ก่อนการบีบตัว (End Diastole Volume or EDV) กับปริมาณของเลือดที่เหลือค้างอยู่ในหัวใจห้องล่าง เมื่อเสร็จสิ้นการบีบตัวของหัวใจ (End Systolic Volume or ESV) (คนึงนิจ พงศ์ถาวร และคณะ 2529: 42)

สมศรี ดาวฉาย (2530: 33) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของกล้ามเนื้อหัวใจว่า ได้แก่ การเต้นของหัวใจเป็นไปโดยอัตโนมัติ (Automaticity) สามารถถูกเร้าได้ (Excitability) และสามารถบีบตัวได้ (Contractility) นับว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ และเฉพาะสำหรับกล้ามเนื้อหัวใจ โดยที่การเต้นได้เองโดยอัตโนมัติเนื่องจากหัวใจมีกลุ่มเซลล์พิเศษ และระบบสื่อนำไฟฟ้าและกล้ามเนื้อที่สามารถให้ศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน (Action Potential) ได้เอง ส่วนความสามารถถูกเร้าให้ตอบสนองได้นั้นเนื่องจาก เซลล์เนื้อเยื่อของหัวใจมีความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ผนังเซลล์ระหว่างภายนอก และภายในเซลล์ และเมื่อถูกกระตุ้นจะมีการดีโพลาไรเซชันเกิดขึ้น หลังจากนั้น จะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจตามมา

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า หัวใจจะทำงานเป็นจังหวะและต่อเนื่องเป็นรอบดังกล่าวแต่ต้นนั้น จะเกิดปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าก่อน (อี.ซี.จี) หลังจากนั้น จึงมีการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจและคลายตัวตามลำดับ และผลของการหด หรือคลายตัวของหัวใจก็จะมีผลให้เกิดการไหลเวียนของเลือดขึ้น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วงจรการทำงานของหัวใจ (Cardiac Cycle) วงจรการทำงานของหัวใจ 1 วงจร จะแสดงรูปกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นคลื่น P Q R S T ซึ่งใช้พิจารณาการทำงานของหัวใจ และวินิจฉัยโรคได้ การทำงานของหัวใจ คือ การบีบตัวสลับกับการคลายตัวเป็นจังหวะต่อเนื่องกันไปตลอดเวลา มีลักษณะเป็นรอบหรือวงจร เรียกว่า วงจรการทำงานของหัวใจ ในการทำงานของหัวใจ 1 รอบ จะมีการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์หลายอย่าง เรียกว่า Events during Cardiac Cycle ซึ่งได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้า (ECG) การปิดเปิดของลิ้นหัวใจ การหดตัวคลายตัวของหัวใจ การเปลี่ยนแปลงของความดันในแต่ละห้องหัวใจ และเสียงหัวใจ (Heart Sound) ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงในเหตุการณ์เหล่านี้

วงจรการทำงานของหัวใจแบ่งออกเป็น 2 ระยะที่สำคัญ คือ

1. ระยะหัวใจคลายตัว (Period of Ventricular Relaxation and Filling or Ventricular Diastole) กินเวลาประมาณ 0.5 วินาที

2. ระยะหัวใจบีบตัว (Period of Ventricular Contraction or Ventricular Systole) กินเวลาประมาณ 0.3 วินาที

ดังนั้น การทำงานของหัวใจ 1 รอบกินเวลา 0.8 วินาที (อัตราเต้นหัวใจเท่ากับ 75 ครั้ง/นาที) จะเห็นว่าประมาณสองในสามของระยะเวลาหนึ่งรอบการทำงานเป็นระยะของการคลายตัว และการบรรจุเลือดเข้าสู่หัวใจ ถ้าอัตราเต้นหัวใจเพิ่มขึ้นมาก เช่น ในขณะออกกำลังกายหนักอาจสูงถึง 180 ครั้ง/นาที ทำให้วงจรการทำงานของหัวใจสั้นลง ซึ่งมีผลลดระยะพักหัวใจมากกว่าระยะหดตัว ทำให้ปริมาตรเลือดที่บรรจุในหัวใจก่อนการบีบตัว (End-Diastolic Volume) น้อยกว่าปกติ และทำให้เลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจมีปริมาตรลดลงตามลำดับ

เหตุการณ์ในวงจรการทำงานของหัวใจ อาจแบ่งออกเป็น 5 ระยะ (Phases) ตามลำดับ ดังนี้

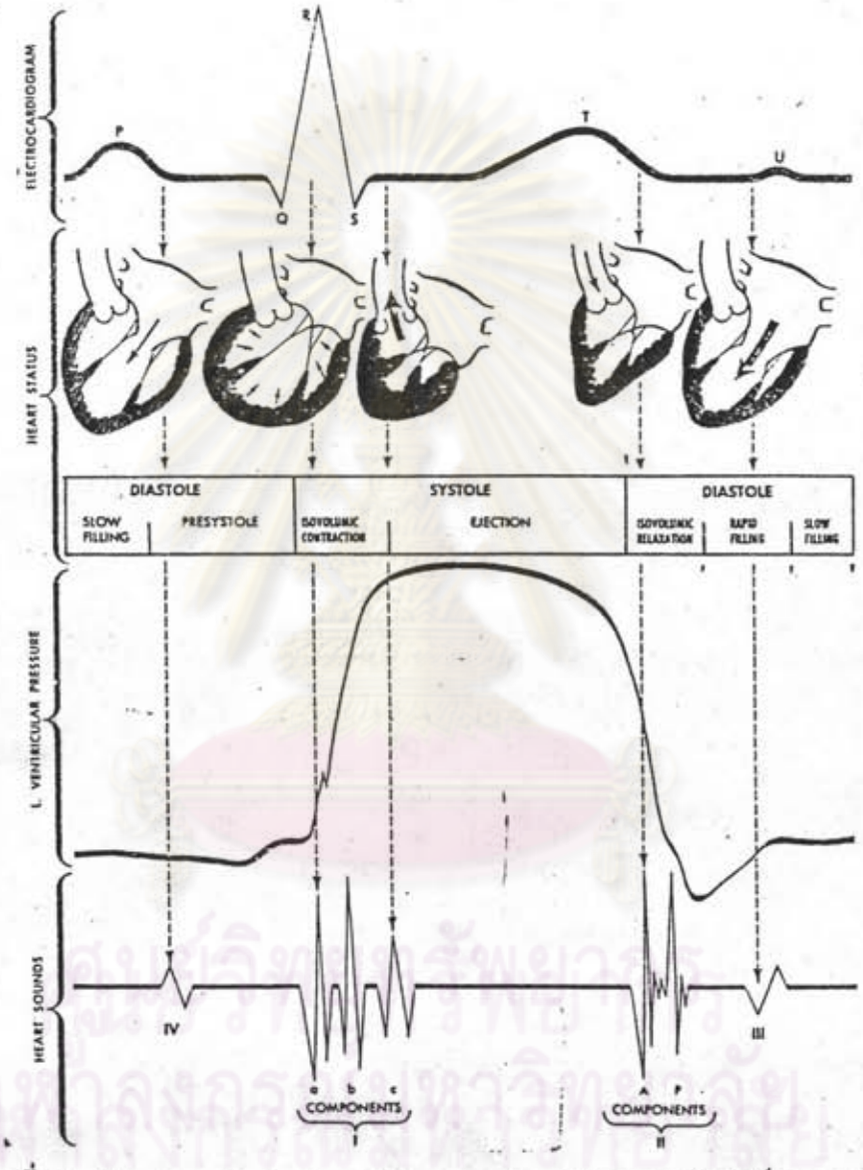
1. ระยะปลายของการคลายตัวของหัวใจ (Late Diastole or Filling Phase)

2. ระยะที่หัวใจห้องล่าง (Ventricle) เตรียมหดตัวโดยปริมาตรหัวใจไม่เปลี่ยนแปลง (Isovolumetric Ventricular Contraction Phase)

3. ระยะหัวใจห้องล่าง (Ventricle) บีบตัว (Ventricular Ejection Phase)

4. ระยะหัวใจห้องล่าง (Ventricle) เริ่มคลายตัวโดยปริมาตรหัวใจไม่เปลี่ยนแปลง (Isovolumetric Ventricular Relaxation Phase)

5. ระยะแรกของการคลายตัวของหัวใจ (Early Diastole or Rapid Filling Phase)



รูปที่ 1 Events during cardiac cycle แสดงความสัมพันธ์ของ ECG heart action (การบีบคลายตัวของหัวใจ และการปิดเปิดของลิ้นหัวใจ) left ventricular pressure และ heart sounds (จาก Netter FH. The CIBA collection of Medical Illustration. vol 5 Heart. New York, CIBA: 1978.)

1. เหตุการณ์ในตอนปลายของระยะคลายตัว (Events in Late Diastole) ในขณะหัวใจคลายตัว เลือดจะไหลเข้าบรรจุในหัวใจห้องบน (Atrium) ตลอดเวลา โดยหัวใจห้องบนขวา (Right Atrium) รับเลือดที่กลับจากเลี้ยงร่างกายทางหลอดเลือดดำ สุพีเรียร์ วีนา คาวา (Superior Vena Cava) และ อินฟีเรียร์ วีนา คาวา (Inferior Vena Cava) ส่วนหัวใจห้องบนซ้าย (Left Atrium) รับเลือดที่ฟอกแล้วจากปอดทางพูมอนารี เวนส์ (Pulmonary Veins) เมื่อความดันในหัวใจห้องบนสูงพอจะดันเอวี วาว (A-V Valve) ให้เปิด ในช่วงแรกของระยะคลายตัว (Early Diastole) 70% ของเลือดไหลลงสู่หัวใจห้องล่าง โดยการหดตัวของหัวใจห้องบน (Atrial Systole) ในตอนปลายของระยะคลายตัว เหตุการณ์นี้เทียบ ECG ตรงกับการสิ้นสุด ของคลื่นพี (P-wave)

2. เหตุการณ์ในระยะหัวใจห้องล่างเตรียมบีบตัวโดยปริมาตรหัวใจไม่เปลี่ยนแปลง (Events in Isovolumetric Ventricular Contraction Phase) เมื่อความดันในหัวใจห้องล่างสูงมากกว่าในเอเตรียม เอวี วาว (Atrium A-V Valve) ก็ถูกดันให้ปิด ในเวลาเดียวกันนี้เซมิลูนาร์ วาว (Semilunar Valve) ยังคงปิดอยู่เช่นเดิม ปริมาตรเลือดภายในหัวใจห้องล่างในระยะนี้จึงเท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง แต่ความดันจะปรับสูงขึ้น เหตุการณ์นี้เทียบกับ ECG ตรงกับการสิ้นสุดของ คิว อาร์ เอส คอมเพล็ก (QRS Complex) ระยะนี้สั้นมาก กินเวลาประมาณ 0.05 วินาที

3. เหตุการณ์ในระยะหัวใจห้องล่างบีบตัว (Events in Ventricular Ejection Phase) เมื่อความดันในหัวใจห้องล่างซ้ายมีค่าสูงกว่าในเส้นเลือดแดงใหญ่ (Aotra) และความดันในหัวใจห้องล่างขวาสูงกว่าในพูมอนารี อาทรี (Pulmonary Artrey) แล้ว เอออต้า วาว (Aotra Valve) และพูมอนารี วาว (Pulmonary Valve) ก็ถูกดันให้เปิดออกหัวใจห้องล่างบีบตัวไล่เลือดออกจากหัวใจไปสู่หลอดเลือด ความดันในหัวใจห้องล่างในช่วงนี้ขึ้นสูงสุดแล้วค่อยลดลงในเวลาต่อมา เมื่อหัวใจห้องล่างหดตัวอย่างสมบูรณ์แล้ว จำนวนเลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจห้องล่างในการบีบตัวแต่ละครั้ง (Stroke Volume) ประมาณ 70-90 cc. หลังจากหดตัวมีเลือดเหลือค้างในหัวใจห้องล่าง (End-Systolic Volume) ประมาณ 50 cc. เหตุการณ์นี้เทียบ ECG แสดงการสิ้นสุดของคลื่นที (T-wave) (Completed Ventricular Repolarization)

4. เหตุการณ์ในระยะหัวใจห้องล่างเริ่มคลายตัวโดยปริมาตรหัวใจไม่เปลี่ยนแปลง (Events in Isovolumetric Ventricular Relaxation Phase) หลังจากหัวใจห้องล่างหดตัวอย่างสมบูรณ์แล้ว ความดันในหัวใจห้องล่างลดลงต่ำกว่าในเส้นเลือดแดงใหญ่และพูมอนารีอาทรี (Pumonary Artry), เซมิลูนาร์ วาว (Semilunar valve) ถูกดันให้ปิด ผลของเวนตริคูวลาร์ รีโพลาไลเซชั่น (Ventricular Repolarization) ทำให้หัวใจห้องล่างเริ่มคลายตัว ความดันลดลงเร็ว แต่เอ วี วาว (A-V Valve) ยังคงปิดอยู่ ปริมาตรเลือดในหัวใจห้องล่างจึงไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนหัวใจห้องบน (Atrium) คลายตัวอยู่ก่อนแล้ว และมีเลือดจากหลอดเลือดดำใหญ่ (Great Veins) บรรจุเข้ามาเรื่อย ๆ

5. เหตุการณ์ในระยะแรกของการคลายตัวของหัวใจ (Events in Early Diastole or Rapid Filling Phase) เมื่อความดันในหัวใจห้องบนสูงขึ้นมากกว่าในเวนตริเคิล เอ-วี วาว (Ventricle A-V Valve) ก็จะถูกดันให้เปิด เลือดจากหัวใจห้องบนเทเข้าสู่หัวใจห้องล่างอย่างรวดเร็วในระยะแรก และค่อยลดลง จากนี้ก็เข้าสู่ระยะเลท ไดแอสโทล (Late Diastole) ใหม่อีก และหมุนเวียนเช่นนี้เรื่อย ๆ เป็นวงจร เรียกว่า วงจรการทำงานของหัวใจ (Cardiac Cycle)

คลื่นไฟฟ้าของหัวใจแต่ละบุคคลจะมีความยาวของช่วงคลื่น และความถี่ที่แตกต่างกันในวงการแพทย์ได้ใช้ช่วงของคลื่นนี้ในการวินิจฉัยโรค เช่น ถ้าคลื่นไฟฟ้ามีความสูงมากกว่าช่วงปกติ แสดงว่า มีอาการผิดปกติของหัวใจ (เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ 2529: เอกสารประกอบการสอน) ในกรณีที่ คลื่นเอส (S-wave) ของเชสท์ ลีด 1 (Chest Lead 1) บวกกับ คลื่นอาร์ (R-wave) ของเชสท์ ลีด 5 (Chest Lead 5) มีความสูงรวมกันเกินกว่า 35 มิลลิเมตร ถือว่าเป็นโรคผนังกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้ายโต (Left Ventricular Hypertrophy) แต่ช่วงคลื่นอาร์ที่สูงเกินกว่าปกตินี้ อาจพบได้ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกจนกล้ามเนื้อหัวใจมีความแข็งแรง เช่น นักกีฬาวิ่งระยะไกล นักวิ่งมาราธอน เป็นต้น ดังนั้น การออกกำลังกายที่ทำให้หัวใจมีสมรรถภาพดีขึ้นน่าจะมีผลต่อคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยเฉพาะ คลื่นอาร์ และคลื่นที (T-wave) ซึ่งเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่แสดงถึงการหดตัว และคลายตัวของหัวใจห้องล่างด้วย

ในการใช้เครื่องมือนี้ในการตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยโรคหัวใจ เพื่อหาความผิดปกติของหัวใจ ซึ่งลักษณะของความผิดปกติของกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจนั้นก็ขึ้นอยู่กับชนิดของโรคหัวใจด้วย จึงช่วยให้แพทย์สามารถวินิจฉัยโรคได้ และให้การรักษาได้ถูกต้อง

ในวงการพลศึกษานั้น เราได้ใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจในการศึกษาเกี่ยวกับสภาพการทำงานของหัวใจ ในการฝึกทางด้านพลศึกษาเพื่อจะศึกษาว่าหัวใจจะมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใด สำหรับรายงานการวิจัยในต่างประเทศได้มีการศึกษาค้นคว้าโดยนำเอาเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาใช้ในการศึกษาทางด้านพลศึกษากันอย่างกว้างขวาง โดยนักพลศึกษาได้ทำการวิจัยร่วมกับแพทย์ และพยาบาลเพื่อความสมบูรณ์ของงานวิจัย แต่สำหรับประเทศไทย นักพลศึกษายังให้ความสนใจกับการนำเครื่องมือชนิดนี้มาใช้ในการวิจัยทางพลศึกษากันน้อยมาก ผู้วิจัยอยากจะให้มีการใช้เครื่องมือชนิดนี้ให้เป็นประโยชน์ในการวิจัยทางพลศึกษาให้กว้างขวางขึ้น อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการพลศึกษาในประเทศไทยให้มีความก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจกับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ผู้วิจัยคิดว่า น่าจะมีความสัมพันธ์กัน และหากพบว่ามีความสัมพันธ์กันจริงก็จะมีประโยชน์ต่อการวิจัยทางพลศึกษาในอนาคตต่อไป และเราอาจจะสามารถใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าของหัวใจในการคัดเลือกนักกีฬาประเภทความอดทนได้ทันที ตลอดจนสามารถใช้วัดสมรรถภาพทางกาย รวมถึงการแบ่งประเภทของนักกีฬาได้สะดวกยิ่งขึ้น

<u>วัตถุประสงค์ของการวิจัย</u>

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์ และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์ และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

<u>สมมติฐานของการวิจัย</u>

ผลของการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีความสัมพันธ์กันกับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด

ขอบเขตของการวิจัย

1. ผู้รับการทดสอบ คือ นักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 100 คน

2. การวิจัยครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของออสตรานด์กับคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพัก

3. การทดลองจะทำเพียงครั้งเดียว นอกจากมีความผิดปกติ หรือข้อสงสัยเกิดขึ้น

คำจำกัดความของคำที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram หรือ ECG) คือ เครื่องวัดการทำงานของหัวใจโดยบอกรายละเอียดด้วยการบันทึกผลของการทำงานของหัวใจลงบนกระดาษกราฟแสดงคลื่น P Q R S T เป็น 1 วงจร ซึ่งหมายถึง การเต้นของหัวใจ 1 ครั้ง คลื่นจะแสดงบนกระดาษกราฟเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ แต่ในที่นี้เราจะศึกษาเพียงคลื่นอาร์ (R-wave) ในลีดวี 5 เท่านั้น เนื่องจากคลื่นอาร์เป็นคลื่นที่แสดงถึงการทำงานของกระแสไฟฟ้าในขณะที่หัวใจห้องล่างบีบตัว เพื่อส่งโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ผู้ที่มีผนังหัวใจห้องล่างซ้ายแข็งแรงจะมีคลื่นอาร์ที่สูง

ขั้วต่อ (lead) คือ ตำแหน่งของการวางขั้วมาตรฐาน ซึ่งเป็นการบันทึก ด้วยการวางขั้วไฟฟ้าที่ตำแหน่งมาตรฐานต่าง ๆ ของร่างกาย 12 ตำแหน่ง (Standard 12 leads)

จักรยานวัดงาน (Astrand Ryhming Ergometer) คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต โดยการถีบจักรยานด้วยความเร็ว 50 รอบ/นาที น้ำหนักถ่วงของชาย 2 กิโลปอนด์ น้ำหนักถ่วงของหญิง 1.5 กิโลปอนด์ ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 7-8 นาที

สมรรถภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular Fitness) หมายถึง ความสามารถในการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตที่จะส่งโลหิตไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่อยู่ในระหว่างการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สมรรถภาพในการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตนี้ แสดงให้เห็นถึงการทำงานประสานกันได้ดีระหว่างระบบหายใจ ระบบไหลเวียนโลหิตและสภาพร่างกายทั่ว ๆ ไป สามารถปรับตัวเข้ากับงาน หรือกิจกรรมทุกอย่างได้เป็นอย่างดี (ไพรินทร์ จำลองราษฎร์ 2522: 30)

ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Uptake) หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่จะนำเอาออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายได้เต็มที่ต่อนาที และใช้เป็นดรรชนีบอกความสามารถในการทำงานของร่างกายดีที่สุด ในการวิจัยใช้วิธีการทดสอบความสามารถการจับออกซิเจนของออสตรานด์

ภาวะคงที่ (Steady State) หมายถึง ระยะเวลาที่การออกกำลังกายคงที่ การจับออกซิเจนคงที่ การใช้ออกซิเจนคงที่ ความต้องการออกซิเจนของร่างกายคงที่ และหนี้ออกซิเจนก็คงที่ด้วย ซึ่งวัดได้ด้วยการนับอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะออกกำลังภายในนาทีที่ 5 หรือ 6 กำหนดให้อัตราการเต้นของหัวใจต่างกัน $\pm$ 5 ครั้งต่อนาที

ผู้รับการทดสอบ คือ นักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ประจำปีการศึกษา 2531

ประโยชน์ของการวิจัย

1. เพื่อสามารถวัดความทนทานของของระบบไหลเวียนโลหิต ด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้
2. เพื่อนำเอาการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดต่อไป
3. เพื่อนำผลที่ได้จากการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาใช้วัดสมรรถภาพทางกาย ใช้คัดเลือกนักกีฬาประเภทความอดทน และแบ่งประเภทของนักกีฬาได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย