บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพลศึกษาเป็นกระบวนการสำคัญที่จะช่วยพัฒนาคนให้มีสมรรถภาพทางกายดี ซึ่งย่อมเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต การประกอบกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ (Corbin, Charles B. and Others, 1971) ในการพัฒนาประเทศจะต้องอาศัยกำลังคนในชาติเป็นหลัก เพราะประเทศจะพัฒนาได้จะต้องอาศัยประชากรในชาติที่มีคุณภาพและมีสมรรถภาพสูง ซึ่งหมายถึงประชากรที่มีความสามารถทางสติปัญญา มีสุขภาพแข็งแรง สมรรถภาพทางกายสูง ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บและยิ่งไปกว่านั้นต้องเป็นประชากรที่มีระเบียบ มีความอดทน เสียสละเพื่อส่วนรวมไม่เอารัดเอาเปรียบเพื่อนร่วมชาติ อุทิศและรับผิดชอบงานในหน้าที่อย่างเต็มความสามารถซึ่งคุณภาพของประชากรดังกล่าวนี้สามารถปลูกฝังด้วยกีฬา (จรินทร์ ธานีรัตน์, 2527)

การออกกำลังกายเป็นความต้องการทางสรีรวิทยาที่จำเป็นอย่างยิ่งของมนุษย์ (Smith and Kampire,1980) ที่สามารถกระทำได้ในหลายๆ รูปแบบด้วยกันและการกีฬาก็เป็นการออกกำลังกายอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางจากประชาชน ในขณะที่นักกีฬาเองก็ได้ฝึกฝนร่างกายจนมีทักษะดีเลิศ ทำให้มีการทำลายสถิติในการแข่งขันอยู่เป็นประจำ(จรวยพร ธรณินทร์ ,2525) และตลอดเวลามนุษย์ไม่เคยหยุดยั้งความพยายามที่จะคิดค้นหาวิธีการต่างๆ เพื่อเตรียมพร้อมร่างกายให้มีความสมบูรณ์อย่างเต็มที่ ซึ่งจะส่งผลให้มีสมรรถนะสูงสุดในเกมกีฬาแต่ละประเภท (Busuttil and Ruhling ,1977)

ปัจจัยที่เป็นพื้นฐานของสมรรถทางกายภาพนั้น ลาร์สัน และโยคอม (Larson and Yocom อ้างถึงใน Bucher, 1967) ได้ศึกษาและแบ่งปัจจัยออกเป็น 10 ประการ คือ ความต้านทานโรค (Resistance of Desease) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Strenght and Muscular Endurance) ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ (Endurance of Cardiovascular and Respiratory System) พลังกล้ามเนื้อ (Muscular Power) ความยืดหยุ่นตัว (Flexibility) ความเร็ว (Speed) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) การ

ประสานงานของอวัยวะส่วนต่างๆ (Co - ordination) การทรงตัว (Balance) และความแม่นยำ (Accuracy) (Bucher, 1967)

พื้นฐานของสมรรถภาพทางกายที่สำคัญประการหนึ่ง คือ ความสามารถในการทำงานของระบบหายใจ และระบบไหลเวียนของโลหิต ซึ่งเป็นเครื่องชี้ที่แน่นอนว่าคนจะมีสมรรถภาพทางกายสูงหรือต่ำเพียงใด (ประพันธ์ กิ่งมิ่งแฮ, 2515 อ้างใน พะเยาว์ ธนัญญากร, 2532)ในการทำงานหรือการออกกำลังกายอย่างใดอย่างหนึ่งต้องอาศัยความแข็งแรงของหัวใจประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต และความอดทนของกล้ามเนื้อ บุคคลที่หัวใจมีประสิทธิภาพในการทำงานดี มีระบบไหลเวียนโลหิตดี และมีความอดทนของกล้ามเนื้อดี ย่อมเป็นผู้ได้เปรียบโดยเฉพาะถ้าการทำงานนั้นเป็นการแข่งขันกีฬา และเป็นกีฬาชนิดที่ต้องใช้การทำงานหนักติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน เช่น วิ่งระยะไกล ว่ายน้ำ ฟุตบอล บาสเกตบอล ฯลฯ ผู้ที่มีระบบการทำงานของหัวใจ ระบบไหลเวียนโลหิต และความอดทนของกล้ามเนื้อดีเยี่ยมย่อมจะเป็นผู้ชนะในการแข่งขันนั้น เมเยอร์ส และเบลช (Meyers and Blesh ,1962) ได้กล่าวว่า สภาพร่างกายที่มีความสามารถในการทำงานได้ดีนั้นแสดงว่า หัวใจ และระบบไหลเวียนโลหิตจะต้องทำหน้าที่อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การวัดสมรรถภาพทางกายควรจะวัดได้จากการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต การที่จะทราบถึงการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตก็โดยดูจากความแข็งแรงของหัวใจ และประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพงานที่ทำอยู่ รวมทั้งความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อด้วย เพราะในขณะที่กล้ามเนื้อทำงาน หัวใจ และระบบไหลเวียนโลหิตมีหน้าที่จัดหาพลังงานให้แก่กล้ามเนื้อ และการนำของเสียที่เกิดจากการทำงานออกไปจากบริเวณกล้ามเนื้อที่ทำงาน ความต้องการพลังงานและการขับถ่ายของเสียของกล้ามเนื้อจะเพิ่มมากขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนักของกิจกรรมที่มีต่อกล้ามเนื้อ ความต้องการพลังงานในขณะออกกำลังจะสูงกว่าขณะพัก เพราะหัวใจถูกเร่งให้ทำงานมากขึ้นเพื่อส่งโลหิตให้มีการไหลเวียนรวดเร็วขึ้น ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อจะขึ้นอยู่กับสมรรถภาพในการทำงานของหัวใจ และหลอดโลหิตโดยเฉพาะในการทำงานที่ยืดเยื้อติดต่อกัน เมื่อเปรียบเทียบสภาพร่างกายของบุคคลในขณะที่ออกกำลังกายหรือทำงานหัวใจ และระบบไหลเวียนโลหิตของผู้ที่ได้รับการฝึกหรือมีสมรรถภาพทางกายดี ภายหลังจากการออกกำลังกายหรือทำงานจะมีการทำงานน้อยกว่า และกลับคืนสู่สภาวะปกติได้เร็วกว่า (อนันต์ อัตชู , 2520)

การวัดความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดในขณะทำงาน เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่จะทราบถึงความอดทนของร่างกาย ดังที่ จรวยพร ธรณินทร์ (2525) กล่าวว่า ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดเป็นเกณฑ์วัดที่ดีที่สุดในการวัดความสามารถในการสร้างพลังงานแบบใช้ออกซิเจนของร่างกาย เพราะความสามารถในการจับออกซิเจนนี้มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับขนาดของร่างกาย จำนวนกล้ามเนื้อ ความสามารถของระบบไหลเวียนโลหิต และขบวนการเมตาโบลิซึมของเซลล์ ซึ่งการทำงานของร่างกายจะดำเนินไปได้นานเพียงใดขึ้นอยู่กับความสามารถในการจับออกซิเจนของเซลล์ในร่างกาย เพื่อนำไปใช้ให้เกิดพลังงานต่อไป

ซาลติน และออสตรานด์ (Saltin and Astrand ,1967) ได้ศึกษาเรื่องความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬา โดยเลือกการทดสอบกับนักกีฬาชาวสวีเดน 95 คน โดยให้ถีบจักรยานวัดงาน และวิ่งบนลู่กล เพื่อเปรียบเทียบความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุด ผู้วิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดของชาย 15 คนมีค่าสูงสุด 5.75 ลิตรต่อนาที ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ 185 ครั้งต่อนาที และมีบางคนที่มีความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดถึง 6.17 ลิตรต่อนาที นอกจากนี้การค้นคว้าของออสตรานด์ (Astrand , 1970) โดยให้นักกีฬาที่ได้รับการฝึกซ้อมดี ชาย 12 คน และหญิง 10 คน ขี่จักรยานวัดงานแล้ววัดหาค่าความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุด และปริมาณการสูบฉีดโลหิตในการบีบตัวของหัวใจหนึ่งครั้ง ปรากฏว่าผู้ที่ผ่านการฝึกซ้อมมามีความสามารถในการจับออกซิเจนดีกว่าผู้ที่ไม่ได้ฝึกซ้อม ซึ่งแสดงว่าผู้ที่มีความสามารถการจับออกซิเจนสูง จะเป็นผู้ที่สามารถทำงานได้ทน นานกว่า และย่อมมีความทนทานของระบบไหลเวียนดีด้วย

ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกายนั้นคาร์โปวิช (Karpovich, 1966 อ้างถึงใน จิตตราณี ประสงค์เจริญ, 2531) ได้กล่าวว่ามี 4 ประการ คือ

1. การขับถ่ายอากาศของปอด ปริมาณในการระบายอากาศเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนักของงานที่ร่างกายปฏิบัติ โดยการหายใจลึกขึ้นทำให้มีออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายมากขึ้น และปอดสามารถจับออกซิเจนได้มากขึ้น

2. ความสามารถในการพาออกซิเจนของเลือดจะขึ้นกับจำนวน ฮีโมโกลบิน ในเลือด

3. ความสามารถในการถ่ายออกซิเจนที่เนื้อเยื่อ โดยปกติเลือดของคนอยู่ที่ระดับน้ำทะเลจะสามารถรับออกซิเจนได้ประมาณ 18.5 – 22.5 มิลลิลิตรต่อเลือด 100 มิลลิลิตร และจะสามารถให้เนื้อเยื่อรับออกซิเจนไปได้ประมาณ 5.5 มิลลิลิตรต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ในขณะอยู่ตามปกติแต่

พอปฏิบัติงานที่ออกกำลังหนัก ๆ จำนวนการถ่ายออกซิเจนดังกล่าวจะเพิ่มขึ้น 2 - 21 เท่าของจำนวนปกติ

4. ปริมาณการสูบโลหิตของหัวใจต่อนาที อัตราไหลเวียนของเลือดไปตามร่างกายขึ้นอยู่กับจำนวนเลือดที่หัวใจสูบฉีดโลหิตได้ต่อนาทีเลือดจะถูกสูบฉีดในปริมาณเพิ่มขึ้นพร้อม ๆ กับที่ร่างกายต้องการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น

จะเห็นได้ว่าสิ่งที่กำหนดสมรรถภาพการจับออกซิเจนนั้น นอกจากสมรรถภาพทางกายจะต้องมาจากการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตนั่นเอง การทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตนั้นมีความสัมพันธ์กับระบบหายใจ ดังนั้นผู้ถูกทดสอบที่มีสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดอยู่ในเกณฑ์ดี จะต้องมีการประสานงานที่ดีของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตด้วย

ในปัจจุบันเรามีเครื่องมือและเทคโนโลยีสมัยใหม่เพิ่มขึ้นอย่างมากมาย การพลศึกษาในประเทศไทยเราได้นำเครื่องมือวิทยาศาสตร์และเครื่องมือทางการแพทย์เข้ามาใช้ในการพัฒนาการพลศึกษาให้ก้าวหน้าทัดเทียมอารยะประเทศ เครื่องมือเหล่านั้นเรานำมาใช้ในการทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาและบุคคลทั่วๆ ไป เช่น เครื่องวัดแรงเหยียดหลังและขา (Back Leg Dynamometer) เครื่องวัดความจุปอด (Spirometer) เครื่องวัดความอ่อนตัวหน้า – หลัง (Forward – Back Flexmeter) เครื่องวัดความดันโลหิต (Blood Pressure Monitor) เครื่องวัดแรงบีบมือ (Hand Grip Dynamometer) เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Lange Skinfold Caliper) เครื่องวัดระบบไหลเวียนเลือด และเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Monitor) เครื่องมือเหล่านี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเรื่อย ๆ เพื่อใช้วัดสมรรถภาพของร่างกาย

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจนับว่าเป็นเกณฑ์การวัด (Parameter) ที่นิยมใช้กันมากที่สุด แม้จะไม่แม่นยำเท่ากับการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Uptake) หรือปริมาณการสูบฉีดของหัวใจก็ตาม ก็มีหลักฐานที่แน่นอนทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติว่าอัตราการเต้นของหัวใจและหลอดโลหิต การทำงานของหัวใจเป็นเครื่องมือที่สามารถบ่งชี้สมรรถภาพในการทำงานได้เป็นอย่างดี ดังที่ เมเยอรส์ และ เออร์วิน (Meyers and Erwin ,1962) ได้อธิบายว่าประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อ ขึ้นอยู่กับสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิต การทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนของโลหิตของผู้ที่มีความสมบูรณ์ จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยในขณะออกกำลังกาย และกลับคืนสู่สภาพปกติได้เร็วหลังจากการออกกำลัง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กายและให้ความเห็นว่า การใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและเชื่อถือได้มากที่สุด ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมืออื่นๆ ที่ยุ่งยากในการทดสอบ

จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1884 มีนักสรีรวิทยาชาวอิตาลี ได้สร้างเครื่องมือที่เรียกว่า เออร์โกกราฟ (Ergograph) ขึ้น ต่อจากนั้นการทดสอบด้านนี้ก็มีความก้าวหน้าขึ้นเรื่อยๆ โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับหัวใจและการไหลเวียนโลหิตมากยิ่งขึ้น ในขณะที่นักสรีรวิทยาศึกษาเกี่ยวกับความเหน็ดเหนื่อย และความสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อกับระบบไหลเวียนโลหิตนักพลศึกษาเริ่มแสวงหาวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือดของร่างกาย ซึ่งปรากฏว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนไหวของส่วนต่างๆ ของร่างกายกับสภาพของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต (วิริยา บุญชัย, 2523)

เครื่องมือแพทย์สำหรับวัดสมรรถภาพของหัวใจที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายอย่างหนึ่ง ได้แก่ เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ กล่าวกันว่า หัวใจเป็นอวัยวะอย่างหนึ่งในร่างกายที่เป็นต้นตอของไฟฟ้า ฉะนั้นการบันทึกการเปลี่ยนแปลงไฟฟ้าหรือคลื่นไฟฟ้าจะช่วยบอกสภาพการทำงานของหัวใจได้ การบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจเรียกว่า อีเล็คโทรคาร์ดิโกราฟฟี (Electrocardiography) ส่วนเครื่องมือที่ใช้บันทึกเรียกว่า อีเล็คโทรคาร์ดิโอกราฟ (Electrocardiograph) การบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ นับว่าเป็นวิธีทางการแพทย์ที่ได้เจริญมาก่อนอย่างอื่น

เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ อาจเรียกย่อว่า "อีซีจี" (ECG) เครื่องนี้มีลักษณะทางอิเล็คทรอนิคส์(Electronics)โดยย่อเป็นดิฟเฟอเรนเซียลแอมปลิไฟเออร์ (Differrential Amplifier) ที่มีกำลังขยายสูง และมีความต้านทานของวงจรนำเข้าสูง (High Impact Impedance) พร้อมทั้งใช้การบันทึกด้วยการเขียนโดยตรงเพื่อที่จะทำให้สามารถบันทึกไฟฟ้าของกล้ามเนื้อหัวใจได้โดยสมบูรณ์คือ ไม่ผิดไปจากความจริง ไฟฟ้าที่บันทึกได้จากหัวใจนั้นมีลักษณะที่สำคัญ คือ มีขนาดอยู่ระหว่าง 100 – 5000 ไมโครโวลต์ ช่วงความถี่ 0.2 – 100 เฮิร์ทซ์ และมีความต้านทานของวงจรนำเข้า เท่ากับ 0.1 – 0.8 เมกะโอห์ม

ไฟฟ้าที่ได้จากหัวใจเป็นผลรวมของไฟฟ้าที่เกิดจากเส้นใยกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ และการบันทึกในทางคลินิกไม่ได้ใช้ขั้วไฟฟ้า (Electrode) วางที่หัวใจโดยตรง หากแต่วางไว้ที่ผิวนอกร่างกาย เช่น ที่แขน ขา หน้าอก เพื่อทำการบันทึกไฟฟ้าที่กระจายมาจากหัวใจไปตามเนื้อของร่างกายที่นำไฟฟ้าเป็นแบบ ตัวนำที่สามารถปรับระดับ (Volume Conductor) การที่ต้องวาง

ขั้วไฟฟ้า บันทึกจากที่หลายแห่งก็เพื่อที่จะให้ได้คลื่นไฟฟ้าที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน ซึ่งแสดงถึงการทำงานของหัวใจที่ส่วนต่าง ๆ กันด้วย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเวคเตอร์ (Vector) ทางไฟฟ้าของหัวใจ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2527)

ในการศึกษาคลื่นไฟฟ้าหัวใจทั้ง 12 ลีดมาตรฐานนั้น คลื่นอาร์ในวี 5 เป็นตำแหน่งของหัวใจห้องล่างซ้ายที่บีบตัวเพื่อส่งเลือดออกไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย คนึงนิจ พงศ์ถาวรกมล และ คณะ (2529) กล่าวว่า การวัดค่าประสิทธิภาพของหัวใจ ประเมินได้จากอัตราการเต้นของหัวใจ และปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดออกมาในแต่ละครั้งของการเต้นของหัวใจ หรือ สโตรค โวลุม (Stroke Volume) ถ้าปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดออกมาในแต่ละครั้งของการเต้นของหัวใจมีค่าเพิ่มขึ้นโดยอัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือดไม่เปลี่ยนแปลง จะหมายความว่า หัวใจมีประสิทธิภาพสูงเพราะสามารถบีบเลือดออกจากหัวใจในปริมาตรที่มาก โดยการเพิ่ม หรือใช้ออกซิเจนเพียงจำนวนน้อยเท่านั้น ตัวอย่างเช่น นักกีฬาที่ได้รับการฝึกฝนอย่างดี อัตราการเต้นของหัวใจจะช้า และ ปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดออกมาในแต่ละครั้งของการเต้นของหัวใจมีค่าสูง ซึ่งแสดงว่าการทำงานของหัวใจมีประสิทธิภาพสูง ต่างจากในคนที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังการเปลี่ยนแปลงเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจเกิดได้ง่าย แต่ปริมาตรของโลหิตที่หัวใจสูบฉีดออกมาแต่ละนาที หรือ คาร์ดิแอค เอาท์พุท (Cardiac Output) เปลี่ยนแปลงไม่มาก แสดงว่าหัวใจมีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำกว่า สำหรับ ปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดออกมาในแต่ละครั้งของการเต้นของหัวใจ คือปริมาตรเลือดที่ถูกบีบออกมาจากหัวใจห้องล่างซ้าย (Ventricle) ต่อการบีบตัวของหัวใจแต่ละครั้ง ค่าของปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดออกมาในแต่ละครั้งของการเต้นของหัวใจ ในท่านอน ขณะพักมีค่าประมาณ 70 – 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่ง ปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดออกมาในแต่ละครั้งของการเต้นของหัวใจ คือ ผลต่างของปริมาตรเลือดในหัวใจห้องล่างในตอนปลายของหัวใจในระยะคลายตัว (Diastole) ก่อนการบีบตัว (End Diastole Volume or EDV) กับปริมาตรของเลือดที่เหลือค้างอยู่ในหัวใจห้องล่าง เมื่อเสร็จสิ้นการบีบตัวของหัวใจ (End Systolic Volume or ESV)

สมศรี ดาวฉาย (2530) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของกล้ามเนื้อหัวใจว่า การเต้นของหัวใจเป็นไปโดยอัตโนมัติ สามารถถูกเร้าได้และสามารถบีบตัวได้ นับว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ และเฉพาะสำหรับกล้ามเนื้อหัวใจ โดยที่การเต้นได้เองโดยอัตโนมัติเนื่องจากหัวใจมีกลุ่มเซลล์พิเศษและระบบสื่อนำไฟฟ้าและกล้ามเนื้อที่สามารถให้ศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานได้เอง ส่วนความสามารถถูกเร้าให้ตอบสนองได้นั้นเนื่องจาก เซลล์เนื้อเยื่อของหัวใจมีความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ผนังเซลล์

ระหว่างภายนอก และภายในเซลล์และเมื่อถูกกระตุ้นจะมีการดีโพลาไรเซชันเกิดขึ้นหลังจากนั้นจะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจตามมา

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าหัวใจจะทำงานเป็นจังหวะและต่อเนื่องเป็นรอบดังที่กล่าวมาแต่ต้นนั้น จะเกิดปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าก่อน หลังจากนั้น จึงมีการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจและคลายตัวตามลำดับ และผลของการหด หรือคลายตัวของหัวใจก็จะมีผลให้เกิดการไหลเวียนของเลือดขึ้น

วงจรการทำงานของหัวใจ วงจรการทำงานของหัวใจ 1 วงจร จะแสดงรูปกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ได้แก่ คลื่นพี (P - Wave), คลื่นที (T - Wave), คลื่นยู (U - Wave), คลื่นอาร์ (R - Wave), คลื่นเอส(S - Wave), คลื่นคิว (Q - Wave), ช่วงระหว่างพีกับอาร์ (P-R Interval), ช่วงระหว่างๆคิวกับที (Q-T Interval) , ชั้นระหว่างเอสกับที (S-T Segment) และ คิวอาร์เอส คอมเพล็ก (QRS Complex) ซึ่งพิจารณาการทำงานของหัวใจ และวินิจฉัยโรคได้ การทำงานของหัวใจ คือ การบีบตัวสลับกับการคลายตัวเป็นจังหวะต่อเนื่องกันไปตลอดเวลา มีลักษณะเป็นรอบหรือวงจร เรียกว่า วงจรการทำงานของหัวใจ ในการทำงานของหัวใจ 1 วงจร จะมีการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์หลายอย่าง เรียกว่า "Events during Cardiac Cycle" ซึ่งได้แก่การเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้า การปิดเปิดของลิ้นหัวใจ การหดตัวคลายตัวของหัวใจ การเปลี่ยนแปลงความดันในแต่ละห้องหัวใจ และเสียงหัวใจ (Heart Sound) ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงในเหตุการณ์เหล่านี้ (บังอร ชมเดช, 2544)

วงจรการทำงานของหัวใจแบ่งออกเป็น 2 ระยะที่สำคัญ คือ

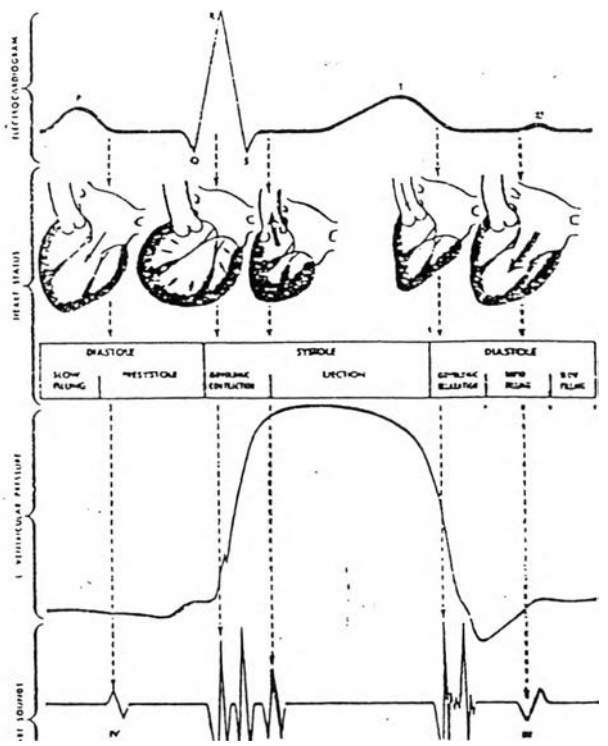
1. ระยะคลายตัว (Period of Ventricular Relaxation and Filling or Ventricular Diastole) กินเวลาประมาณ 0.5 วินาที
2. ระยะหัวใจบีบตัว (Period of Ventricular Contraction or Ventricular Systole) กินเวลาประมาณ 0.3 วินาที

ดังนั้นการทำงานของหัวใจ 1 รอบกินเวลา 0.8 วินาที (อัตราการเต้นหัวใจเท่ากับ 75 ครั้งต่อนาที) จะเห็นได้ว่าประมาณสองในสามของระยะเวลาหนึ่งรอบการทำงานเป็นระยะของการคลายตัว และการบรรจุเลือดเข้าสู่หัวใจ ถ้าอัตราการเต้นหัวใจเพิ่มมากขึ้น เช่น ในขณะออกกำลังกายหนักอาจสูงถึง 180 ครั้งต่อนาที ทำให้วงจรการทำงานของหัวใจสิ้นสุดลง ซึ่งมีผลลดระยะพัก

หัวใจมากกว่าระยะหดตัว ทำให้ปริมาตรเลือดที่บรรจุในหัวใจก่อนการบีบตัว (End-Diastolic Volume) น้อยกว่าปกติ และทำให้เลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจมีปริมาตรลดลงตามลำดับ

เหตุการณ์ในวงจรการทำงานของหัวใจ อาจแบ่งออกเป็น 5 ระยะ (Phases) ตามลำดับดังนี้

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 และการปิดเปิดลิ้นของหัวใจ)

แหล่งที่มา : พะเยาว์ ธนัญญากร,2532

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

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

3. เหตุการณ์ในระยะหัวใจห้องล่างบีบตัว (Events in Ventricular Ejection Phase) เมื่อความดันในหัวใจห้องล่างซ้ายมีค่าสูงกว่าในเส้นเลือดใหญ่ (Aotra) และความดันในหัวใจห้องล่างขวาสูงกว่าในพูมอนารี วาล์ว (Pulmonary Artrey) แล้ว เอออต้า วาล์ว (Aotra Valve) และพูมอนารี วาล์ว (Pulmonary Valve) ก็ถูกดันให้เปิดออกหัวใจห้องล่างบีบตัวไล่เลือดออกจากหัวใจไปสู่หลอดเลือด ความดันในหัวใจห้องล่างในช่วงนี้ขึ้นสูงสุดแล้วค่อยลดลงในเวลาต่อมา เมื่อหัวใจห้องล่างหดตัวอย่างสมบูรณ์แล้ว จำนวนเลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจห้องล่างในการบีบตัวแต่ละครั้ง ประมาณ 70 – 90 ลูกบาศก์เซนติเมตร หลังจากมีการหดตัวมีเลือดเหลือค้างในหัวใจห้องล่าง (End – Systolic Volume) ประมาณ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เหตุการณ์นี้เทียบ "ECG" แสดงการสิ้นสุดของคลื่นที (T - Wave) (Completed Ventricular Repolarization)

4. เหตุการณ์ในระยะหัวใจห้องล่างเริ่มคลายตัวโดยปริมาตรหัวใจไม่เปลี่ยนแปลง (Events in Isovolumetric Ventricular Relaxation Phase) หลังจากหัวใจห้องล่างหดตัวอย่างสมบูรณ์แล้ว ความดันในหัวใจห้องล่างลดลงต่ำกว่าในเส้นเลือดแดงใหญ่และพูมอนารี อาทรี (Pumonary Artery) เซมิลูนาร์ วาล์ว (Semilunar Valve) ถูกดันให้ปิด ผลของเวนตริคูวลาร์ รีโพลาไลเซชั่น (Ventricular Repolarization) ทำให้หัวใจห้องล่างเริ่มคลายตัว ความดันลดลงเร็ว แต่ เอ วี วาล์ว (A – V Valve) ยังคงปิดอยู่ ปริมาตรเลือดในหัวใจห้องล่างจึงไม่

เปลี่ยนแปลง ส่วนหัวใจห้องบน (Atrium) คลายตัวอยู่ก่อนแล้ว และมีเลือดจากหลอดเลือดดำใหญ่ (Great Veins) บรรจุเข้ามาเรื่อยๆ

5. เหตุการณ์ในระยะแรกของการคลายตัวของหัวใจ (Events in Early Diastole or Rapid Filling Phase) เมื่อความดันในหัวใจห้องบนสูงขึ้นมากกว่าในเวนตริเคิล เอ – วี วาล์ว (Ventricle A – V Valve) ก็ถูกดันให้เปิด เลือดจากหัวใจห้องบนเทเข้าสู่หัวใจห้องล่างอย่างรวดเร็วในระยะแรก และค่อยลดลง จากนี้ก็เข้าสู่ระยะเลท ไดแอสโทล (Late Diastole) ใหม่อีก และหมุนเวียนเช่นนี้เรื่อยๆ เป็นวงจร เรียกว่า วงจรการทำงานของหัวใจ (Cardiac Cycle)

คลื่นไฟฟ้าของหัวใจแต่ละบุคคลจะมีความยาวของช่วงคลื่น และความถี่ที่แตกต่างกัน ในวงการแพทย์ได้ใช้ช่วงของคลื่นนี้ในการวินิจฉัยโรค เช่น ถ้าคลื่นไฟฟ้ามีความสูงมากกว่าช่วงปกติแสดงว่า มีอาการผิดปกติของหัวใจ (เฉลิม ชัยวัชราภรณ์, 2529)ในกรณีที่คลื่นเอส (S-Wave) เชสท์ ลีด 1 (Chest Lead 1) บวกกับ คลื่นอาร์ (R-Wave) ของ เชสท์ ลีด 5 (Chest Lead 5) มีความสูงรวมกันเกินกว่า 35 มิลลิลิตร ถือว่าเป็นโรคผนังกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้ายหนา (Left Ventricular Hypertrophy) แต่ช่วงคลื่นอาร์ (R-Wave) ที่สูงเกินกว่าปกตินี้ อาจพบได้ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกจนกล้ามเนื้อหัวใจมีความแข็งแรง เช่น นักกีฬาวิ่งระยะไกล นักวิ่งมาราธอน เป็นต้น ดังนั้น การออกกำลังกายที่ทำให้หัวใจมีสมรรถภาพดีขึ้นน่าจะมีผลต่อคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยเฉพาะคลื่นอาร์ (R-Wave) และคลื่นที (T-Wave) ซึ่งเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่แสดงถึงการหดตัวและคลายตัวของหัวใจห้องล่างซ้ายด้วย

การใช้เครื่องมือในการตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยโรคหัวใจ เพื่อหาความผิดปกติของหัวใจ ซึ่งลักษณะของความผิดปกติของกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจนั้นก็ขึ้นอยู่กับชนิดของโรคหัวใจด้วย จึงช่วยให้แพทย์สามารถวินิจฉัยโรคได้ และให้การรักษาได้ถูกต้อง

ต่อมาได้มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการพัฒนากีฬาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น มีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพร่างกายให้มีความสะดวกและง่ายต่อใช้งาน เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพร่างกายมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพราะว่าเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายได้เป็นอย่างดี การวัดความสามารถในการทำงานของร่างกายกระทำได้โดยกำหนดให้งานหรือออกกำลัง แล้วดูค่าสามารถในการจับออกซิเจนของร่างกาย การวัดสมรรถภาพการจับออกซิเจนสามารถวัดได้โดยตรงจากเครื่องมือ โดยหายใจเข้าออกในเครื่องเก็บอากาศ (Closed or Opened Circuit Spirometry) แต่วิธีนี้ไม่สะดวก เพราะต้อง

ทดลองในห้องปฏิบัติการ ยุ่งยากและซับซ้อน ผู้ทดสอบจะต้องออกกำลังอย่างเต็มที่จนเหนื่อยสุดขีด จึงมีผู้เสนอวิธีวัดอีกแบบหนึ่ง คือ วัดโดยทางอ้อม โดยให้งานระดับไม่เหนื่อยจนเกินไป วิธีการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์ เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดเพราะมีความสะดวก ผู้ทดสอบจะต้องออกแรงโดยการปั่นจักรยานด้วยความฝืดในระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 นาที บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทุก ๆ หนึ่งนาที นำอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้ไปคำนวณกับปัจจัยอื่น ๆ ค่าที่คำนวณได้จะเป็นดรรชนีบอกความสามารถในการจับออกซิเจนของร่างกาย คนที่มีค่าความสามารถในการจับออกซิเจนปริมาณมาก นั่นก็หมายความว่าคน ๆ นั้นเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพการทำงานของหัวใจดี สามารถทำงานหรือออกกำลังได้นาน และหายฟื้นตัวได้เร็ว แต่การทดสอบด้วยวิธีนี้ก็มีข้อจำกัด คือ ผู้ทดสอบที่ได้รับบาดเจ็บที่ขา ผู้ที่เพิ่งฟื้นจากอาการป่วย หรือผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับหัวใจไม่แข็งแรง ก็จะไม่สามารถทำการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนด้วยวิธีนี้ได้เลย เพราะอาจจะก่อให้เกิดอันตรายได้

ในวงการพลศึกษาได้นำเทคโนโลยีทางการแพทย์เข้ามาใช้ในการทดสอบสมรรถภาพร่างกาย โดยนำเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาทำการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของหัวใจในนักกีฬา เพื่อศึกษาคลื่นไฟฟ้าหัวใจว่ามีพัฒนาการมากน้อยเพียงใด จากการศึกษาแพทย์ค้นพบว่าการเต้นของหัวใจในแต่ละครั้ง จะมีช่วงระหว่างการเต้นในแต่ละครั้งไม่เท่ากัน แต่ไม่ได้หมายความว่าหัวใจเต้นผิดปกติ ช่วงที่ไม่เท่ากันนี้เกิดจากการทำงานภายในหัวใจที่มีระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic Nervous System) ควบคุมการเต้นของหัวใจ ซึ่งประกอบด้วยระบบประสาทซิมพาเทติค (Sympathetic Nervous System) มีหน้าที่ทำให้หัวใจเต้นเร็ว และระบบประสาทพาราซิมพาเทติค (Parasympathetic Nervous System) มีหน้าที่ทำให้หัวใจเต้นช้าลง โดยปกติระบบประสาททั้งสองจะทำงานสลับกันอย่างสมดุลจึงทำให้เกิดช่วงระหว่างการเต้น(R–R Interval) มีค่าไม่เท่ากันของการเต้นของหัวใจในแต่ละครั้ง สามารถดูได้จากคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ซึ่งมีชื่อเรียกว่าค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Variability)หรือเรียกย่อ ๆ ว่า ค่า "HRV" แพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหัวใจได้ทำการศึกษาค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักของนักกีฬาที่ต้องใช้ความอดทนอย่างนักวิ่งมาราธอน พบว่า ค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Variability) หรือค่า "HRV" มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง แสดงว่าหัวใจมีการทำงานสลับกันอย่างมีประสิทธิภาพเพราะฉะนั้นคนที่มีสมรรถภาพการทำงานของหัวใจที่ดีจะมีค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจสูง

ในปัจจุบันได้มีสิ่งประดิษฐ์ใหม่เกิดขึ้นนั่นคือ เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Monitor) ซึ่งมีความสามารถในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้อย่างแม่นยำ เทียบเท่ากับเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ มีความสะดวก ง่ายต่อการทดสอบ นอกจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจแล้ว เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Monitor) ยังมีความสามารถในการวัดสมรรถภาพการทำงานของหัวใจ โดยนำค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจ หรือค่า "HRV" มาวิเคราะห์กับองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ระดับการออกกำลังกาย และอัตราการเต้นของหัวใจของผู้รับการทดสอบ การทดสอบนี้มีชื่อว่า การทดสอบดรรชนีการวัดค่าการทำงานของหัวใจ (Ownindex) ซึ่งผู้ทดสอบสามารถทำการทดสอบโดยไม่ต้องออกกำลัง ไม่ต้องเหนื่อย ใช้เวลาในการทดสอบเพียง 5 นาที โดยจะใช้เทคนิคในการวิเคราะห์ที่เรียกว่า "Artificial Neural Network" ค่าที่ได้จะเป็นคะแนนความสามารถการทำงานของหัวใจ ซึ่งจะมีความคล้ายคลึงกับค่าการจับออกซิเจน (Vo2max) วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าการจับออกซิเจน ผู้ทดสอบจะต้องออกกำลังอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 6 นาที ต้องเหนื่อยประมาณ 75 – 80 เปอร์เซ็นต์ จึงจะได้ค่าที่แสดงถึงความสามารถการทำงานของหัวใจ ค่าที่ได้จากการทดสอบทั้งสองวิธีแสดงให้เห็นถึงความสามารถการทำงานของหัวใจ ถึงแม้ว่าการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจน (Vo2max) โดยวิธีจักรยานของออสตรานด์ จะเป็นวิธีที่ดีที่สุดแต่ก็มีข้อจำกัดสำหรับบุคคลที่ไม่สามารถออกกำลังอย่างหนักได้ เพราะอาจเกิดอันตรายในขณะที่ทำการทดสอบได้ การทดสอบดรรชนีการวัดค่าการทำงานของหัวใจ (Ownindex) จึงเป็นทางเลือกใหม่ในวงการการทดสอบสมรรถภาพร่างกายของนักกีฬาและบุคคลทั่วไป โดยวิธีการทดสอบนี้ง่ายและสะดวก ผู้ทดสอบไม่ต้องออกกำลังในขณะทดสอบ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการจับออกซิเจนสูงสุดโดยวิธีจักรยานของออสตรานด์ กับดรรชนีการวัดค่าการทำงานของหัวใจโดยวิธีการใช้เครื่องวัดค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจ หากพบว่าการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของหัวใจทั้งสองวิธีมีความสัมพันธ์กันจริงก็จะมีประโยชน์สำหรับการพลศึกษาต่อไปในอนาคต สามารถนำวิธีการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของหัวใจนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในวงการวิทยาศาสตร์การกีฬา ผู้ฝึกสอนสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงวางแผนการฝึกซ้อมของนักกีฬา เพื่อที่จะนำนักกีฬาไปสู่ความสำเร็จในการแข่งขัน บุคคลทั่วไปและบุคคลที่มีปัญหาเกี่ยวกับหัวใจ หรือผู้ที่เริ่มออกกำลังกายควรจะนำวิธีการทดสอบนี้ไปใช้ในการจัดโปรแกรมการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับร่างกายเพื่อให้ร่างกายได้รับความปลอดภัยจากการออกกำลังกายและมีร่างกายที่แข็งแรงสมบูรณ์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์กับดรรชนีการวัดค่าการทำงานของหัวใจโดยวิธีการใช้เครื่องวัดค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจ

สมมุติฐานของการวิจัย

ค่าที่ได้จากการใช้เครื่องวัดค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์ตรงกันกับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งจะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์กับดรรชนีการวัดค่าการทำงานของหัวใจโดยวิธีการใช้เครื่องวัดค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต และเป็นบุคลากรของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่มีอายุระหว่าง 20 – 50 ปี และมีร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์จำนวน 120 คน แบ่งเป็นเพศชาย 60 คนและเพศหญิง 60 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่

- การทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์
- การทดสอบวัดค่าดรรชนีการทำงานของหัวใจด้วยวิธีวัดค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจ

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดโดยวิธีจักรยานของออสตรานด์ เป็นวิธีทดสอบวิธีหนึ่งในการวัดความสามารถในการสร้างพลังงานแบบใช้ออกซิเจนของร่างกาย

2. ผู้รับการทดสอบมีความตั้งใจ และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

3. ผู้รับการทดสอบทุกคนเข้าใจขั้นตอนและวิธีการทดสอบ ซึ่งผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยอธิบายให้ทราบก่อนการทดสอบ

4. เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยมีความเที่ยงตรงเชื่อถือได้ ตามแบบสากลทั้งเป็นที่ยอมรับกันในวงการแพทย์และการพลศึกษา

5. วิธีการวัดสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดโดยวิธีจักรยานของออสตรานด์ และการใช้เครื่องวัดค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในเพศชายและหญิง

ข้อจำกัดของการวิจัย

ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมอารมณ์ ความรู้สึก การรับประทานอาหาร การพักผ่อน กิจกรรมอื่นใดนอกเหนือจากการออกกำลังกาย สิ่งแวดล้อมอื่นๆ นอกเหนือวิสัยจะควบคุมได้ อาจเป็นสาเหตุทำให้ผลการวิจัยคลาดเคลื่อนได้

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

สมรรถภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular Fitness) หมายถึง ความสามารถในการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตที่จะส่งโลหิตไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่อยู่ในระหว่างการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สมรรถภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตนี้แสดงให้เห็นถึงการทำงานประสานกันได้ดีระหว่างระบบประสาท ระบบไหลเวียนโลหิต และระบบหายใจ

ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Uptake) หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่จะนำเอาออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายได้เต็มที่ต่อนาที และใช้เป็นดรรชนีบอกความสามารถในการทำงานของร่างกายดีที่สุดวิธีหนึ่ง การวิจัยนี้ใช้วิธีการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนของออสตรานด์

ความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Variability) หมายถึง ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของช่วงระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ (R-R Interval) ในแต่ละครั้ง สามารถดูได้จากเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดเป็นผลที่เกิดจากการทำงานของระบบประสาทที่ควบคุมการเต้นของหัวใจ ซึ่งประกอบด้วยระบบประสาทซิมพาเทติค และระบบประสาทพาราซิมพาเทติค ถ้าระบบประสาททั้งสองมีการทำงานที่สมดุลกัน ทำสลับกัน ค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจก็จะมีค่าสูง แสดงว่าหัวใจมีประสิทธิการทำงานที่ดี สามารถออกกำลังหรือเล่นกีฬาได้นาน เหนื่อยช้าและหายเหนื่อยเร็ว

การทดสอบดรรชนีการวัดค่าการทำงานของหัวใจ (Ownindex) หมายถึง ความสามารถของเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Monitor) ในการวัดสมรรถภาพการทำงานของหัวใจ โดยใช้องค์ประกอบของผู้ทดสอบ คือ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจ และค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจ มาวิเคราะห์ในขณะพักเพียง 5 นาที โดยไม่ต้องออกกำลัง เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Monitor) ก็จะแสดงค่าคะแนนความสามารถการทำงานของหัวใจ สามารถนำไปเทียบเคียงกับค่าการจับออกซิเจน (Vo2max) ในการวิจัยนี้จะใช้วิธีจักรยานของออสตรานด์

จักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer) หมายถึง จักรยานที่ใช้ถีบอยู่กับที่โดยมีน้ำหนักถ่วงให้ฝืดด้วยสายพานรอบล้อ ใช้สำหรับออกกำลังกาย เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระบบหายใจและการไหลเวียนโลหิต คำนวณปริมาณงานที่กระทำได้ โดยใช้วิธีของออสตรานด์

เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Monitor) หมายถึง เครื่องรับสัญญาณของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เพื่อคำนวณอัตราการเต้นของหัวใจ และทดสอบดรรชนีการวัดค่าการทำงานของหัวใจ

สายคาดรับสัญญาณ (Transmitter) หมายถึง เครื่องส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ไปยังเครื่องรับคลื่นเพื่อคำนวณอัตราการเต้นของหัวใจ

ปริมาณงาน (Work Load) หมายถึง ความหนัก (Intensity) ของงานคิดเป็นกิโลปอนด์และกิโลกรัมต่อนาที 1 กิโลปอนด์เท่ากับแรงที่กระทำต่อมวลหนัก 1 กรัม ที่ความเร่งปกติของแรงดึงดูดของโลก

ภาวะคงที่ (Steady State) หมายถึง ระยะเวลาที่การออกกำลังกายคงที่ การจับออกซิเจนคงที่ การใช้ออกซิเจนคงที่ ความต้องการออกซิเจนของร่างกายคงที่ และหนี้ออกซิเจนก็คงที่ด้วย ซึ่งวัดได้ด้วยการนับอัตราการเต้นของการหัวใจ ขณะออกกำลังกายในนาทีที่ 5 และ 6

ประโยชน์จะได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อทราบถึงประโยชน์ของวิธีการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของหัวใจโดยใช้เครื่องวัดค่าความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจ

2. การวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อจะนำเครื่องมือหรือสิ่งประดิษฐ์ตลอดจนเทคโนโลยีที่ทันสมัย มาช่วยในการวัดสมรรถภาพของร่างกาย เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาการพลศึกษาต่อไป

3. เพื่อเป็นทางเลือกอีกวิธีหนึ่งในการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของหัวใจ สำหรับบุคคลทั่วไปที่เริ่มออกกำลังกายใหม่ๆ ซึ่งจะทำให้ทราบความสามารถของตนเองเพื่อที่จะวางแผนการออกกำลังกายได้อย่างปลอดภัย