บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์ และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างประชากรอย่างง่าย เป็นนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีอายุ ระหว่าง 15-18 ปี ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอพระโขนง กรุงเทพมหานคร ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง และไม่ได้เป็นนักกีฬา จำนวน 97 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram) พร้อมอุปกรณ์การใช้ 1 ชุด
2. จักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer)
3. เครื่องตรวจฟังหัวใจ (Stethoscope)
4. นาฬิกาจับเวลา (Stopwatches)
5. เครื่องตรวจฟังอัตราการเต้นหัวใจแบบไฟฟ้า (Pulse Meter)
6. เครื่องชั่งน้ำหนักมาตรฐานแบบคานคมมีด (Beam Type Weight Scale)
7. เครื่องวัดเวอร์เนียร์ (Vernier) ใช้วัดช่วงคลื่นไฟฟ้าหัวใจในกระดาษกราฟ

ซึ่งสามารถวัดได้ละเอียดถึง 1 ใน 100 มิลลิเมตร

8. ตารางเทียบอัตราชีพจรกับเวลา

9. ตารางสำหรับเทียบค่าการจับออกซิเจนสูงสุด

10. ใบบันทึกผลการทดสอบ

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ให้ผู้รับการทดสอบนั่งพัก 5 นาที จับชีพจรปกติขณะพัก แล้วบันทึกการทำงานของหัวใจขณะพักด้วยคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 12 ลีด

2. นำผู้รับการทดสอบที่ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจเรียบร้อยแล้ว บันทึกอายุ วัดส่วนสูง และชั่งน้ำหนัก

3. ทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของออสตรานด์ด้วยจักรยานวัดงาน

4. บันทึกผลที่ได้ลงในใบบันทึก

5. นำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยขอความร่วมมือจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. เมื่อได้รับการอนุมัติแล้ว เริ่มดำเนินการเก็บข้อมูล เป็นเวลา 5 วัน คือ ตั้งแต่วันจันทร์ที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531 ถึงวันศุกร์ที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531

3. ทดสอบการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจทั้ง 12 ลีด และทดสอบการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์

4. บันทึกข้อมูลที่จัดเก็บจากกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้ง 97 คน แล้วนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่รวบรวมแล้วมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป เอส พี เอส เอส เอ็กซ์ (SPSSX - Statistical Package for the Social Sciences Version X)

ผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า

1. ลักษณะของร่างกายตัวอย่างประชากรที่เก็บได้ 97 คน มีค่าอายุเฉลี่ย เท่ากับ 16.19 ปี มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.93 น้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 56.97 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 7.91 ส่วนสูงเฉลี่ย เท่ากับ 169.62 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.86 และมีอัตราชีพจรขณะพัก เท่ากับ 82.27 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 9.55

2. ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์ มัชฌิมเลขคณิตมีค่า เท่ากับ 17.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า เท่ากับ 3.90 และคลื่นอาร์ในลีด วี 5 ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ มัชฌิมเลขคณิตมีค่า เท่ากับ 45.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า เท่ากับ 5.88

3. ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีจักรยานของออสตรานด์ และคลื่นอาร์ในลีด วี 5 ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า เท่ากับ 0.76 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด กับคลื่นอาร์ ในลีด วี 5 มีค่าเท่ากับ 0.76 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าความสามารถในการจับออกซิเจน และความสามารถในการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้ายของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีอายุระหว่าง 15-18 ปี จำนวน 97 คน มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง และสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ว่า ผลการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีความสัมพันธ์

กันกับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ อดิศร คันธรส (2530 : 78-80) ได้ศึกษาผลการฝึกแบบหมุนเวียนที่มีต่อความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และเปอร์เซนต์ไขมันของร่างกายของผู้ชายสูงอายุ ระหว่าง 55-65 ปี จำนวน 28 คน ใช้เวลาในการฝึก 10 สัปดาห์ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กัน คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม พบว่าค่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด และคลื่นอาร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม หลังการฝึกจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลอง มีค่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด และคลื่นอาร์เพิ่มขึ้นอย่างสัมพันธ์กัน แสดงว่าจากการฝึก ถ้านักกีฬามีค่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น คลื่นอาร์ก็จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน นั่นหมายถึงว่า คลื่นอาร์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีความสัมพันธ์กันในทางบวกกับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดอย่างแน่นอน

อาจกล่าวได้ว่า ผู้ที่วัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และพบว่า มีคลื่นอาร์ในวี 5 สูง แสดงว่า มีกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้ายแข็งแรง การบีบตัวของเลือดออกจากหัวใจในแต่ละครั้งจะมีปริมาตรมาก ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ พิพัฒน์ เกิดรังษี ในปี พ.ศ. 2523 (อมรา มลิลา 2523: 195) ที่กล่าวว่า สำหรับความแรงของการบีบตัวของหัวใจ (Contracility) โดยทั่วไปมักพบว่า หัวใจบีบตัวได้แรงขึ้น เนื่องจากปริมาตรเลือดที่เข้าสู่หัวใจห้องล่างซ้ายมีมากขึ้น เมื่อวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ หัวใจที่บีบตัวแรง จะมีคลื่นอาร์ในวี 5 สูง เพราะคลื่นที่บันทึกได้จะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความแรงในการบีบตัวของหัวใจ นอกจากนั้น ยังสอดคล้องกับความเห็นของ เจริญ พุทธสุวรรณ (2521 : 41) กล่าวว่า ปริมาตรของหัวใจเป็นเครื่องบอกความสมบูรณ์ของมนุษย์ในด้านความอดทน ดังนั้น เมื่อหัวใจสามารถสูบฉีดโลหิตได้ปริมาตรมากขึ้น ก็สามารถส่งโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้มากขึ้นเช่นกัน กล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้ายจึงแข็งแรง ค่าอาร์ที่วัดได้จึงสูง และเมื่อผลการวิจัยพบว่า คลื่นอาร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดมีค่าสูง ($r = 0.76$) คลื่นอาร์จึงใช้บอกถึงความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตได้ดี เช่นเดียวกับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ เมเยอร์ส และเออร์วิน (Meyers and Erwin. 1962 : 232-235) กล่าวว่า ระบบไหลเวียนโลหิตมีความอดทน เนื่องจากกล้ามเนื้อหัวใจมีผนังหนา และแข็งแรงจะสามารถบีบตัวครั้งหนึ่ง ๆ ได้แรง

ผลงานวิจัยอื่นที่รายงานถึงผลการทดลองออกกำลังกายต่อคลื่นอาร์ สอดคล้องกับการวิจัยนี้ เช่น

อดิศร คันธรส (2530 : 80) ได้ศึกษาถึงคลื่นอาร์ และคลื่นทีโดยเฉพาะ สำหรับคลื่นอาร์ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม 2 ทาง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคลื่นอาร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคลื่นอาร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมเป็นรายคู่ พบว่า ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 5 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่หลังการฝึก 10 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคลื่นอาร์ ระหว่างการทดสอบของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีปฏิกริยาร่วมกัน แสดงว่า ผลของการฝึกทำให้ทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะไม่ไปทางเดียวกัน คือ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่นอาร์เพิ่มขึ้น แต่กลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่า ถ้ามีการฝึกหนักเป็นเวลาถึง 10 สัปดาห์จะมีผลทำให้คลื่นอาร์เปลี่ยนแปลงในทางบวก คือสูงขึ้น และการออกกำลังกายแบบโปรแกรมการฝึกหมุนเวียนของอดิศรนั้น เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Mascular Strength) และความอ่อนตัวของโครงร่าง (Flexibility) ซึ่งเขาทำการทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยเรื่องเดียวกัน (2530: 71) และพบว่า ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมหลังการฝึก 10 สัปดาห์ไปแล้ว มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน จึงช่วยบ่งชี้ให้เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นอาร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดจริง

เคียวตัน (Cureton 1951: 151) ได้ศึกษาการทำงานของคลื่นไฟฟ้าหัวใจกับการทำงานของหัวใจ ในมลรัฐอิลลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งผลการวิจัยสมรรถภาพของร่างกายในห้องปฏิบัติการได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมในการแปลความของคลื่นไฟฟ้าหัวใจกับการทำงานเบา ๆ ของหัวใจ ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1948 เมสเส (Messey) อ้างถึงเคียวตัน (Cureton 1951: 151) ได้ศึกษาพบว่าเวลาการวิ่งด้วยความทนทานบนลู่กล (Treadmill) กับลักษณะต่าง ๆ ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ดังต่อไปนี้

รายการ	ค่าแสดงคลื่น	ค่าสหสัมพันธ์	ลีด	จำนวนคน
คลื่นที	.518	-.239 + .080	IVa	61
คลื่นอาร์	.486	.145 + .120	Va	41
คลื่นพี	.419	-.112 + .084	V	61
อัตรา	.395	-.001 + .094	เฉลี่ย 5 รอบ	61

ข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่า คลื่นไฟฟ้าหัวใจมีความสัมพันธ์กับความอดทน และลักษณะทางร่างกายในเชิงเส้นโค้ง เมื่อประกอบกับหลักฐานอื่น ๆ แล้ว ข้อมูลนี้ได้ชี้แนะว่าคนบางคนที่มีความเป็นเลิศทางกีฬา มีคลื่นอาร์ และคลื่นทีสูง และค่าเฉลี่ยของนักกีฬามักสูงกว่าคนปกติที่มีอายุและอยู่ในสภาพแวดล้อมเหมือนกัน อย่างไรก็ดี ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างการฝึกนักกีฬา หรือชนิดของร่างกายที่มีต่อคลื่นอาร์ และคลื่นที

การบันทึกคลื่นทีในขณะพักในท่านอนนิ่งไม่เกิน 10 - 30 นาที นักแข่งขันกรีฑาทั้งประเภทลู่และลานพัก 30 นาทีในท่านอนราบหลังจากการรับประทานอาหาร ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนหนุ่มปกติ กับนักว่ายน้ำ ได้หยุดพักผ่อน แต่ไม่ได้รับประทานอาหารมาก่อนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

กรีน (Green) ในปี ค.ศ. 1947 อ้างถึงเคียวตัน (Cureton 1951: 151) ได้หาความสัมพันธ์ของช่วงกว้างในคลื่นที ในเชสลีด (chest lead) ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนหนุ่มสาววัดด้วยคลื่นไฟฟ้าหัวใจจำนวน 72 คน กับช่วงคลื่นของอัตราชีพจรที่วัดจากหลอดเลือดแดงที่บริเวณแขน (Brachial) และมีความสัมพันธ์กัน ดังนี้

ช่วงคลื่นของชีพจร	0.368 + .030
ขนาดกว้างของซิสโตลิค (systolic) ของคลื่นชีพจร	0.304 + .031
ขนาดกว้างของไดแอสโตลิค (diastolic) ของคลื่นชีพจร	0.367 + .030

คลื่นอาร์ในวี 5 มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ของกราฟหัวใจ ให้ค่าสหสัมพันธ์ที่สูงกว่าคือ .527

วิลเลต (Willett) ในปี ค.ศ. 1948 (Cureton 1951: 151) ได้สาธิตกับกลุ่มตัวอย่าง 66 คน ซึ่งเป็นข้อมูลอย่างเดียวกับที่ เมสเส และกรีนใช้ และพบว่าการวัดชีพจรที่หน้าแขน (brachial pulse) กับเวลาของการวิ่งบนลู่กลที่ 7 ไมล์/ชั่วโมง ที่ระดับ 8.6 เปอร์เซนต์ มีค่าสหสัมพันธ์ถึง .61

และจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกันนี้ พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์ .71 ระหว่างบริเวณพื้นผิวของคลื่นชีพจรบนเส้นเลือดกับเวลาในการวิ่งมีความสัมพันธ์สูง ระหว่างความอดทน กับอัตราคลื่นชีพจร และคลื่นชีพจรมีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าหัวใจสูงด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่า คลื่นที และคลื่นอาร์ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีความสัมพันธ์กับความอดทนด้วย

ความสัมพันธ์นี้สนับสนุนการวิจัยของเมสเส ซึ่งพบว่า มีความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งระหว่างคลื่นอาร์ และคลื่นที กับการวิ่งทนบนลู่กลอย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิจัยดูเหมือนว่าจะมีนัยสำคัญในระดับสูง คล้ายกับการวิจัยของไมเคิล (Michael's) ที่เออร์บานา (Urbana) ซึ่งวิจัยเกี่ยวกับบริเวณพื้นผิวของคลื่นชีพจรบนเส้นเลือด ซึ่งลากเส้นตรงมาแบ่งพื้นผิวหน้าไว้กับการสิ้นสุดของสโตรค โวลุม (เทคนิคของโกลแมน (Grollman) จะใช้กับกลุ่มตัวอย่างในขณะพัก)

ดังนั้น ช่วงกว้างของคลื่นอาร์กับคลื่นที จะมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญกับคลื่นชีพจร สัมพันธ์กับสโตรค โวลุม และความทนทานในการวิ่งด้วย สรุปได้ว่า ช่วงกว้างของคลื่นอาร์กับคลื่นที มีประโยชน์ในการบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของการไหลเวียนโลหิตของกลุ่มตัวอย่าง และยังชี้ให้เห็นอีกด้วยว่า ประสิทธิภาพของการไหลเวียนโลหิตเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการวิ่งทน

จากการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า คลื่นอาร์ในลีดวี 5 ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจนั้นย่อมมีความสัมพันธ์กับความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตจริง จึงอาจกล่าวได้ว่า บุคคลที่มีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตสูงจะสามารถทำงานได้นานและถ้าวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจก็จะพบว่าคลื่นอาร์ในลีดวี 5 ก็สูงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้

โฮตเต และวูล์ฟ (Hoette and Wolf 1986: 34-42) ได้ศึกษาหน้าที่การทำงานของหัวใจ และการตอบสนองของร่างกายของนักอเมริกันฟุตบอลอาชีพ จำนวน 146 คน ที่มีอายุระหว่าง 22-37 ปี โดยใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ในการตรวจขณะพัก ขณะออกกำลังกาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และหลังจากออกกำลังกาย (Recovery) พบว่า 38 เปอร์เซนต์ ของนักกีฬามีกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจปกติ 18 เปอร์เซนต์ของนักกีฬามีคลื่นอาร์สูงเกิน 26 มิลลิเมตรใน V_5 หรือ V_6 ซึ่งถือว่าเป็นการแสดงของกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างด้านซ้ายหนา (Left Ventricular Hypertrophy) (LVH) แต่ถือว่าเป็นเรื่องธรรมดาในผู้ที่ผ่านการฝึกออกกำลังกายมามาก ๆ 20 เปอร์เซนต์ของนักกีฬามีอัตราการเต้นของหัวใจช้า

ผลการวิจัยของโฮดเต และวูล์ฟพบว่าผู้ที่มีผนังหัวใจห้องล่างซ้ายหนา หรือเรียกว่าหัวใจโตนั้น คือหัวใจของผู้ที่เป็นนักกีฬา ซึ่งถือว่าปกติสำหรับนักกีฬาที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายอย่างหนัก คลื่นอาร์อาจสูงเกินกว่า 26 มิลลิเมตร ดังนี้ โทมัส เคริ็ก เคียวตัน (Thomas Kirk Cureton,Jr. 1951: 167-233) ได้ทำการวิจัยคลื่นไฟฟ้าหัวใจกับนักกีฬาที่ชนะเลิศประเภทต่าง ๆ และพบว่าคลื่นอาร์ของนักกีฬาเหล่านี้สูงมาก บางคนสูงถึง 38.6 มิลลิเมตร ซึ่งต่างกับผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจโต หรือโรคผนังกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างหนา (Left Ventricular hypertrophy) จากสาเหตุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูงนาน ๆ (Hyper tension) ดังนั้น จากผลการวิจัยครั้งนี้ เมื่อพบว่าคลื่นอาร์สูงมีความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วย สามารถวินิจฉัยผู้ที่มีคลื่นอาร์สูงกว่า 26 มิลลิเมตร หรือผู้ที่มีคลื่นอาร์ในลีดวี 5 บวกกับคลื่นเอส (S-wave) ในลีดวี 1 มีความสูงร่วมกันเกินกว่า 35 มิลลิเมตร เป็นโรคหัวใจโตเพราะเป็นนักกีฬา หรือป่วยเป็นโรคหัวใจโต โดยให้ผู้นั้นทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ถ้าพบว่าต่ำก็ย่อมบอกได้ว่า ป่วยเป็นโรคผนังกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้ายหนา ทำนองเดียวกัน ถ้าพบว่าคลื่นอาร์สูงและค่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดสูงด้วย ก็สามารถบอกได้ว่า ผู้นั้นมีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตดี หรือหัวใจโตแบบนักกีฬา

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคลื่นอาร์กับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดมีความสัมพันธ์กันในระดับสูงดังได้กล่าวมาแล้ว เราจึงสามารถใช้คลื่นอาร์บอกถึง ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตได้ดี ดังที่ได้ทราบกันดีอยู่แล้วว่า ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular Endurance) นั้นหมายถึง ความสามารถของระบบไหลเวียนโลหิตที่ยืนหยัดในการประกอบกิจกรรมได้เป็นเวลานาน และเมื่อหยุดพักก็ฟื้นตัวกลับสู่สภาพปกติได้เร็ว และสิ่งที่นักพลศึกษายอมรับกันว่าสามารถวัดความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตได้ดี และเป็นที่นิยมใช้ก็คือ ค่าความสามารถในการ

จับออกซิเจนสูงสุด (Max Vo_2) ดังที่ชูศักดิ์ เวชแพทย์ (2525: 47) กล่าวว่า การนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายมีความสัมพันธ์กับการออกกำลังกายแบบใช้ความอดทน คือการใช้ออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคนมีผลต่อความสามารถในการทำงานของระบบการทำงานของหัวใจและความสามารถในการทำงานของหัวใจที่ปกติจะเป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินการปฏิบัติกิจกรรมทางร่างกายของธรรมชาติในการสร้างพลังงานของร่างกายในการใช้ออกซิเจน ดังนั้น คนที่มีการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้มากจะเป็นคนที่มีความอดทนในการปฏิบัติกิจกรรมได้ดีกว่า และสอดคล้องกับผลการวิจัยของสามท่านที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดกับความอดทนในการทำงานหนัก

ยีเกอร์ และบรัยทีสัน (Yeager and Brynteson. 1970 : 589-592) กล่าวว่า พบว่า กลุ่มที่มีการฝึก 10, 20 และ 30 นาที ตามลำดับ จะมีการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจ และหลอดโลหิตเพิ่มขึ้น เพราะผลการทดสอบความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น 5,5 และ 8 มิลลิเมตร/กิโลกรัม/นาที โดยเฉพาะกลุ่มที่ฝึก 30 นาทีจะมีการพัฒนาความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นถึง 8 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที จะเห็นได้ว่า ผู้ที่ฝึกออกกำลังกายอย่างหนัก ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ก็จะมากขึ้นเช่นเดียวกัน แสดงว่า ผู้ที่ออกกำลังกายได้นาน ย่อมมีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตสูงจริง

เอเวนต์ และคณะ (Avent and Others. 1971 : 440-443) ได้ศึกษานักกรีฑาในเรื่องเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของหัวใจ และหลอดเลือด โดยเลือกเฉพาะนักกรีฑาที่เข้าแข่งขันในรอบสุดท้ายจำนวน 13 คน โดยแบ่งผู้รับการทดสอบออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักวิ่งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะไกล จากการทดสอบความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดโดยวิธีของออสตรานด์ ผลปรากฏว่า นักวิ่งระยะไกล มีผลการทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีของออสตรานด์ เท่ากับ 67 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที แสดงว่า ผู้ที่ออกกำลังกายประเภทความอดทนจะมีความอดทนของระบบไหลเวียนของโลหิตได้ดีกว่า ผู้ที่ออกกำลังกายประเภทระยะสั้น และประเภทระยะกลาง

แฟรงค์ เออร์วิน แคทช์ (Frank Irwin Katch. 1971 : 5181-A) พบว่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดมีความสัมพันธ์สูง กับความสามารถในการอดทนทำงาน และมีประสิทธิภาพในการทำนายการงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทนได้ด้วย

ดังนั้น ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด สามารถบอกถึงความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตได้ดี ผลการวิจัยครั้งนี้ก็พบว่า คลื่นอาร์ก็มีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า เราสามารถใช้คลื่นอาร์ก็สามารถบอกถึงความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตได้เช่นกัน ซึ่งการศึกษาคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งนี้เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้จริง จึงย่อมเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยทางพลศึกษามากขึ้น และในอนาคตต่อไป ดังเช่น เราอาจใช้คลื่นอาร์ในลีดวี 5 ของเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจในการคัดเลือกนักกีฬาประเภทความอดทน วัดสมรรถภาพของร่างกาย และระบบไหลเวียนโลหิต และการแบ่งประเภทนักกีฬา

<u>ข้อเสนอแนะในการวิจัย</u>

1. นำผลจากการวิจัยครั้งนี้ ศึกษาดูว่าผู้ที่มีคลื่นอาร์สูง และมีความสามารถในการจับออกซิเจนสูงจะมีความสามารถเล่นกีฬาประเภทความอดทนได้ดีด้วยหรือไม่

2. ควรศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างระดับอื่นด้วย เช่น นักกีฬาผู้หญิง ผู้สูงอายุ ฯลฯ เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบ และสรุปหาเกณฑ์มาตรฐานของคลื่นอาร์ต่อไป

3. ควรศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใหญ่กว่านี้

<u>ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป</u>

1. ศึกษาผลของการฝึกกีฬาประเภทความเร็ว และกีฬาประเภทความอดทนที่มีต่อคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

2. ควรทดสอบนักศึกษาที่จะเข้าเรียนในสาขาวิชาพลศึกษาด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจและความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด เพื่อเก็บข้อมูลไว้เป็นสถิติในการศึกษาวิจัยเรื่องอื่น ๆ ต่อไป อาจเพื่อประโยชน์ในการคัดเลือกตัวนักกีฬาประเภทความอดทน และเพื่อจำแนกนักกีฬาประเภทความเร็ว และประเภทความอดทน