

๗๙๖ ๖
๑๑๔๔๐
๕-๙-

การทดสอบอย่างง่าย เพื่อวัดสมรรถภาพชนิดแอนแอโรบิกด้วยจักรยานวัดกำลัง

ปริณิธานิพนธ์
ของ
จตุพร ปิ่นยง

๑๓ ส.ค. ๒๕๒๔

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท ๒๓ พระโขนง กรุงเทพฯ ๑๑ โทร. ๓๙๒๑๕๗๙, ๓๙๑๙๐๕๘

เลขาธิการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
มีนาคม ๒๕๒๓

วิทยานิพนธ์นี้ส่งมอบแก่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การทดสอบอย่างง่ายเพื่อวัดสมรรถภาพชนิด
แอนแอโรบิก

บทคัดย่อ
ของ
จุฑาพร ยืนยง

เสนอกรมมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการเก็บรวบรวมหลักฐาน
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
มีนาคม 2523

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อหาวิธีการทดสอบอย่างง่ายเพื่อวัดสมรรถภาพ
ขมิถแวนแอโรบิกด้วยจักรยานวัดกำลัง กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครเพศชาย มีสุขภาพดี
อายุ 18 - 25 ปี จำนวน 20 คน ทำการปั่นจักรยานวัดกำลังด้วยความเร็วเต็มที่ เป็น
เวลา 3 นาที โดยตั้งความชันของสายพาน ประมาณ 75 - 90 เปอร์เซ็นต์ ของความ
ชันที่กำหนดได้จากค่า PWC_{170} สำหรับอัตราเร็วของการปั่น 50 รอบต่อนาที ข้อบ่งชี้
ถึงภาวะการทำงานของขมิถแวนแอโรบิก คือ อัตราการเต้นหัวใจซึ่งนับทันทีหลังการปั่นจักรยาน
และปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด ซึ่งเจาะวักเลือดเลือกค่าที่แทน ภายใน
เวลา 5 นาทีหลังการปั่นจักรยาน ทำการทดสอบหาปริมาณงานซ้ำเพื่อหาค่าความไวของ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า

1. การปั่นจักรยานวัดกำลังด้วยความเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที
ค่าให้อัตราเฉลี่ยของการเต้นหัวใจเท่ากับ 130.1 และ 131.6 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ
จึงถือว่าเป็นอัตราการเต้นหัวใจจากการทำงานขมิถแวนแอโรบิก

2. ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือด หลังการปั่นจักรยาน
ด้วยความเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที เป็นสูงขึ้นถึงระดับสูงสุดของการใช้พลังงานขมิถ
แวนแอโรบิก (11.09 มิลลิโมลต่อลิตร) โดยมีปริมาณงานเฉลี่ยเท่ากับ 3,993
กิโลแคลอรี-เมตร

3. ปริมาณงานจากการปั่นจักรยานวัดกำลังด้วยความเร็วเต็มที่ของการทดลอง
ครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 ($r = .93771$)

การทดสอบอย่างง่าย เพื่อวัดสมรรถภาพขมิถแวนแอโรบิก โดยการปั่นจักรยาน
วัดกำลังด้วยความเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที แล้วกำหนดปริมาณงานเป็นการทดสอบ
หาค่าความแปรปรวน และความไวของ

A SIMPLE TEST OF ANAEROBIC CAPACITY
WITH BICYCLE ERGOMETER

AN ABSTRACT
BY
CHATUPORN YEUNYONG

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

March 1980

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate a simple method for testing anaerobic capacity with bicycle ergometer. Subjects were twenty healthy male volunteers of 18 - 25 years of age. Each subject performed test by pedalling on a bicycle ergometer with maximal speed for 3 minutes. The resistance against the friction wheel of the ergometer in kilopounds was about 75 to 90 percent of the friction that was calculated from one's PWC_{170} in term of KPM/min at speed of 50 revolutions per minute. The heart-beat rates immediately after exercise, the lactic acid concentration in venous blood within 5 minutes after exercise, as well as the total amount of work were determined and recorded. A retest was performed on the next day except for blood lactic acid.

Analysis of data gave the following results.

1. The average heart - beat rates after both three - minute exercises with maximal effort were above submaximal heart - beat rates which were considered to be heart - beat rates at anaerobic phase of exercise (180.1 and 181.6 per minute respectively)
2. The average lactic acid concentration in blood after three - minute exercise with maximal effort was increased to 11.09 mmol/l as the maximum anaerobic energy was utilized.
3. The average total work production of test and retest

were 3,993 and 4,001.25 KPM respectively. A very high correlation of the two tests was found at the level of significant .01 ($r = .98771$)

In conclusion, the simple method for testing anaerobic capacity by first pedalling on a bicycle ergometer with maximal speed for 3 minutes and setting the work production afterwards would yield both validity and high reliability results.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปริญญานับตั้งแต่บัดนี้
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาว่าบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

..... 13

..... 1

..... 13

..... 13

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและ
ได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ นายแพทย์ เจริญทัศน์ จินตฯ เสรี
ซึ่งเป็นประธานกรรมการควบคุมการวิจัยและอาจารย์ กาญจนา รุ่งศรีจันทร์
ซึ่งเป็นกรรมการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา จึงขอขอบคุณเป็น
อย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณนาย นนชัย ศานติบุตร และนายวงศ์ เวช วัชรที่เจริญ ซึ่ง
เป็นผู้ช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากมหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์การกีฬา
และอาสาสมัครทุกท่านที่เสียสละเวลามาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

จตุพร ปิ่นบง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
/ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
/ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	3
/ ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	3
/ กำหนดยวศัพท์เฉพาะ.....	3
/ ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า.....	4
/ สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	10
2 วิธีดำเนินการ.....	11
กลุ่มตัวอย่าง.....	11
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	11
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	12
วิธีรวบรวมข้อมูล.....	14
วิธีวิเคราะห์ข้อมูล.....	15
สถิติที่ใช้ในการคำนวณ.....	16
3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	22
ัญญัติเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	22
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	23
4 สรุป อภิปรายผล และเสนอแนะ.....	25
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
กลุ่มตัวอย่าง.....	๒๕
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล.....	๒๖
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....	๒๖
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	๒๖
อภิปรายผล.....	๒๖
ข้อเสนอแนะ.....	๒๖
บรรณานุกรม.....	๒๖
ภาคผนวก.....	๒๕

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ลักษณะทางกายภาพของกุ่มตัวอย่าง	11
2	ลักษณะทางกายภาพของกุ่มตัวอย่างเป็นรายบูกกอล.....	16
3	ค่า PWC ₁₇₀ ค่าความถี่ของสายพานและค่าความถี่ของ สายพานที่ลดลงประมาณ 10 - 15 เปอร์เซ็นต์.....	17
4	ก่าจนวนรอบ ระยะทางและปริมาณงานของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	18
5	ปริมาณงาน ปริมาณกรดแลกติก อัตราเต้นหัวใจ ของการทดลอง ครั้งที่ 1 และปริมาณงาน อัตราเต้นหัวใจ ของการทดลองครั้งที่ 2	19
6	ก่ากะแนแนเฉลี่ยและก่ากะแนแนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณความ เข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ปริมาณงานจากการถีบจักรยาน เป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และ อัตราการเต้นหัวใจ ของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	23
7	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานที่ได้จากการถีบจักรยาน วัดกำลังเป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2	24

ภูมิหลัง

จากการศึกษาถึงองค์ประกอบของการสร้างพลังงานของกล้ามเนื้อในร่างกายของเคนที (Dainty. 1971 : 1) พบว่า การสร้างพลังงานของกล้ามเนื้อแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การสร้างพลังงานโดยใช้ออกซิเจน (Aerobic Metabolism) ซึ่งเป็นขบวนการสันดาประหว่างออกซิเจน กับกลัยโคเจน (Glycogen) และกรดไขมัน (Fatty Acid)

2. การสร้างพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Metabolism) มีขบวนการสร้างพลังงาน 3 ขั้นตอน คือ

๑. พลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์สาร เอ.ที.พี. (Adenosin Triphosphate) ในกล้ามเนื้อ จากการศึกษาค้นคว้าของ มาร์กาเรีย (Margaria. 1967 : 770) พบว่า เอ.ที.พี. ในกล้ามเนื้อให้พลังงานได้เพียง 4 - 5 วินาทีเท่านั้น

๒. พลังงานที่ได้จากการรวมตัวของสาร ซี.พี. (Creatine Phosphate) กับ เอ.ดี.พี. (Adenosin Diphosphate) ทำให้ได้ เอ.ที.พี. ขึ้นมาใหม่ให้พลังงานได้ประมาณ 15 - 20 วินาที

๓. พลังงานที่ได้จากขบวนการกลัยโคไลซิส (Glycolysis) ให้พลังงานได้ประมาณ 25 วินาที - 4 นาที (อนันต์ วัชรู 2521 : 61)

จากการศึกษาค้นคว้าของ บloor (Bloor) โดตี (Doty) การ์ลสัน (Karlsson) ปีเตอร์สัน (Peterson) และโรส (Rose) พบว่า การทำงานของขบวนการกลัยโคไลซิส (Glycolysis) ก่อให้เกิดกรดแลกติก (Lactic Acid) ขึ้น โดย ไพรูเวต (Pyruvate) เปลี่ยนเป็นกรดแลกติก เพื่อให้ขบวนการกลัยโคไลซิส

ทำงานได้เร็วขึ้น (อนันต์ อัทธ 2521 : 21) และจากการศึกษากันกว่าของ มาร์กาเรีย และคณะ (Margaria and others. 1963 : 371 - 377) เรื่อง ภาวะของการเป็นหนี้ออกซิเจน (Oxygen Debt) พบว่า เมื่อร่างกายออกกำลังกายอย่างหนัก ร่างกายจะผลิตพลังงานให้ร่างกายไม่ทันกับความต้องการของ เซลล์ และจะเกิดขบวนการกลายโคสขึ้นเพื่อผลิตพลังงานให้พอับความต้องการของ เซลล์ ในขณะนั้น เมื่อบริโภคทำให้เกิดกรดแลคติก และภาวะการเป็นหนี้ออกซิเจนขึ้น นอกจากนี้ แอสแทรนด์ และโรดฮัล (Astrand and Rodahl. 1970 : 286) ยังพบว่า การ เริ่มต้นการออกกำลังกายและในระหว่างการออกกำลังกายอย่างหนัก ตั้งแต่ 80 เปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดขึ้นไป พลังงานที่ใช้ได้จากขบวนการ แอนแอโรบิก ดังนั้นพลังงานจากขบวนการแอนแอโรบิกจึงเป็นพลังงานที่สำคัญมากในการ เริ่มต้นการออกกำลังกายอย่างหนัก เช่นการแข่งขันกรีฑาและว่ายน้ำระยะสั้น หรือกีฬา ที่มีการพักเป็นช่วง ๆ เช่น มวยและยูโด (จรรยาพร อรรถสิทธิ์ 2519 : 321, อนันต์ อัทธ 2521 : 60) การวัดสมรรถภาพการใช้พลังงานชนิดแอนแอโรบิก จึงจำเป็นมาก สำหรับนักพลศึกษา และผู้ฝึกกีฬาที่จะนำไปใช้วัดสมรรถภาพชนิดแอนแอโรบิกของนักกีฬา หรือนำการวัดสมรรถภาพชนิดแอนแอโรบิกไปใช้ในการคัดเลือกตัวนักกีฬา ประเภทใด ๆ พลังงานชนิดนี้

การวัดสมรรถภาพการใช้พลังงานแอนแอโรบิก แต่เดิมใช้วิธีการตรวจหา จำนวนความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังจากการออกกำลังกายอย่างหนัก นับว่า เป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยากทั้งงบประมาณและเวลา มีข้อจำกัดที่ค่อนข้างสูงของปฏิบัติการทางชีวเคมี จึงเป็นวิธีการที่ไม่สะดวกกับนักพลศึกษา และผู้ฝึกกีฬาที่จะนำไปปฏิบัติ (Dainty. 1971 : 3) และจากการศึกษาของ โจนส์ และคณะ (Jones and others. 1975 : 153 - 156) ทำให้พบการคาดคะเนจำนวนกรดแลคติกในเลือด โดยใช้วิธีการคำนวณจากค่าการบวมน้ำออกไซด์ ขณะทำการออกกำลังกาย แต่วิธีการนี้ก็ยังคงวัดอยู่ในชั้นมูลยากอีกเช่นกัน เพราะต้องเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไปวิเคราะห์ แล้วนำมาคำนวณอีกครั้งหนึ่ง ไม่เหมาะกับการปฏิบัติงานจริง ๆ ของนักพลศึกษาและผู้ฝึกกีฬา

ผู้วิจัยจึงคิดวิธีการทดสอบอย่างง่ายที่เหมาะสมกับนักพลศึกษา และผู้ฝึกกีฬานำเข้าได้แทน
ก็การใจจักรยานวัดกำลังเป็นเครื่องมือในการวัดสมรรถภาพชนิดแอนแอโรบิก

ความมุ่งหมายของการศึกษากันว่า

หาวิธีการทดสอบอย่างง่ายเพื่อวัดสมรรถภาพชนิดแอนแอโรบิก โดยใช้จักรยาน
วัดกำลัง

ความสำคัญของการศึกษากันว่า

ก. เพื่อหาวิธีการทดสอบสมรรถภาพชนิดแอนแอโรบิกที่สะดวก ประหยัดและ
ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ

ข. เพื่อนำการทดสอบวัดสมรรถภาพชนิดแอนแอโรบิกไปใช้ในการทดสอบนัก
กีฬานักที่ควรใช้สมรรถภาพกันนี้มาก

ขอบเขตของการศึกษากันว่า

ศึกษากันว่ากับ สวาทวัตร เวชชาชีวะ นักกีฬารัก อายุระหว่าง 10 ถึง 25 ปี

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

สมรรถภาพชนิดแอนแอโรบิก (anaerobic capacity) คือความสามารถ
ของกล้ามเนื้อทำงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน (Dainty.1971 : 6)

สมรรถภาพชนิดแอโรบิก (aerobic capacity) คือความสามารถของ
กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้ออกซิเจน

การเป็นหนี้ออกซิเจน (oxygen debt) คือความต้องการออกซิเจนเริ่มกว่า
ปกติภายหลังการใช้น้ำพลังงานชนิดแอนแอโรบิก จำนวนหนี้ออกซิเจนสามารถวัดได้จาก
จำนวนออกซิเจนทั้งหมดที่ไ้ในช่วงฟื้นตัวลบด้วยจำนวนออกซิเจนที่พึงใช้ในขณะปกติ

(จรรยาบรรณ ธรรมนิพนธ์ 2519 : 154 - 155)

PWC₁₇₀ คือสมรรถภาพของร่างกายที่ทำงานได้เพื่ออัตราการเต้นของหัวใจ เท่ากับ 170 ครั้งต่อนาที (PWC เท่ากับ Physical Working Capacity)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้วิจัยทำการทดลองที่ศูนย์วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย
2. ขอบ่งชี้ว่าการใช้พลังงานชนิดแอนแอโรบิกถึงระดับสูงสุด คือปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือดซึ่งเจาะจากเส้นเลือดดำที่แขน หลังการขี่จักรยานอย่างเต็มที่เป็นเวลา 3 นาที มีค่าระหว่าง 11 ถึง 14 มิลลิโมลต่อลิตร (Astrand. 1960 : 296)
3. การตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ผู้วิจัยใช้วิธี โมโนเทสต์แลคเตต ฟูลลี่ เอ็นไซม์เมติก (Monotest Lactate fully enzymatic) ซึ่งเป็นน้ำยาเคมีสำเร็จรูปของบริษัท เบอริงเงอร์ แมนน์ไฮม์ (Boehringer Mannheim) ว่าจะเอียงคอกอยู่ในภาคนวนก
4. ปริมาณงานที่ทำได้ในเวลา 3 นาที ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากการขี่จักรยาน วัดกำลัง มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ - เมตร (KPM)
5. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมตัวแปรอื่น ๆ เช่น การรับประทานอาหาร ระยะเวลาดำเนินทางเพื่อการรับการทดสอบและการออกกำลังกายของวันก่อนการทดลองได้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับพลังงานชนิดแอนแอโรบิกและกรดแลกติกหลังการออกกำลังกาย

เฮร์มันเซน (Hermansen. 1969 : 32 - 38) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่องการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อในการออกกำลังกาย พบว่า การใช้พลังงาน

ของกล้ามเนื้อ 2 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งได้มาจากการสันดาปของการโบไฮเดรต และไขมัน (ขบวนการแอโรบิก) ส่วนที่สองเป็นพลังงานที่ได้มาจากสารฟอสเฟตในกล้ามเนื้อและการแตกตัวของไกลโคเจน เขาสรุปว่า การออกกำลังกายต่อเนื่องเป็นเวลานานใช้พลังงานชนิดแอโรบิก (ประมาณ 10 นาทีขึ้นไป) แต่การออกกำลังกายอย่างรุนแรง (หนัก) และรวดเร็วใช้พลังงานชนิดแอนแอโรบิก (ประมาณ 1 - 3 นาที) จึงเป็นการศึกษาที่สอดคล้องกับผู้วิจัยอื่น ๆ เช่น แอสแทรนด์ และโรดฮัล (Astrand and Rodahl. 1970 : 286 - 300) เคนที (Dainty. 1971 : 1)

มาร์กาเรีย (Margaria. 1933 - 1934 : 689 - 715) ศึกษาพบว่า การผลิตกรดแลคติกจะเกิดขึ้นเมื่อการออกกำลังกายเป็นไปอย่างรุนแรง โดยที่ร่างกายไม่สามารถใช้พลังงานจากการสันดาปด้วยออกซิเจนได้เพียงพอ และพบว่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสำหรับการออกกำลังกาย 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนแรกเป็นการใช้ออกซิเจนที่เป็นที่ว่างเปล่า เป็นการลดการใช้ออกซิเจนในระยะต้นตัว

มาร์กาเรีย และเอดวาร์ดส์ (Margaria and Edwards. 1934 : 341 - 348) ได้ทำการศึกษาเรื่องแหล่งพลังงานในกล้ามเนื้อในภาวะแอนแอโรบิก พบว่าการเพิ่มจำนวนของความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดภายใต้ภาวะการทำงานหนัก แอนแอโรบิกเป็นสมการเส้นตรงกับปริมาณงานที่ทำเพิ่มขึ้น และปริมาณงานที่รวมกันนี้จะทำให้เกิดการเป็นหนี้ออกซิเจนเพิ่มจำนวนมากขึ้นด้วย

จากการศึกษากันคว้าของมาร์กาเรีย (Margaria. 1967 : 770) เกี่ยวกับสมมุติฐานการเป็นหนี้ออกซิเจนที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วน เขามีความเชื่ออีกด้วยตามสมมุติฐานว่า การเป็นหนี้ออกซิเจนที่เกิดจากขบวนการกลัยโคลัยสิสทำให้เกิดกรดแลคติก ส่วนการเป็นหนี้ออกซิเจนที่เกิดจากขบวนการสังเคราะห์ฟอสเฟตในร่างกาย จะทำให้เกิดอะแลคตาสิด (alactacid)

จากการศึกษากันคว้าของแอสแทรนด์ และโรดฮัล (Astrand and Rodahl. 1970 : 303) ถึงเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายกับการใช้พลังงาน

ในการออกกำลังกายอย่างเต็มความสามารถ พบว่าใน 10 วินาทีแรกใช้พลังงาน แอนแอโรบิกถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 1 นาที ใช้พลังงานแอนแอโรบิก 65 - 70 เปอร์เซ็นต์ แล้วค่อย ๆ ลดลงตามเวลาของการออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้น

จากการศึกษาของโจนส์และคณะ (Jones and others. 1975 : 153 - 156) ได้ศึกษาวิธีการคาดคะเนจำนวนกรดแลคติกในเลือดโดยใช้ผลลิตของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในร่างกาย เนื่องจากเขาพบว่าขณะออกกำลังกายกรดแลคติกจะทำปฏิกิริยากับไบคาร์บอเนตที่มีอยู่ในน้ำเนื้อเยื่อ (tissue fluids) แล้วกลายเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งทำให้เกิดมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในร่างกายเพิ่มปริมาณขึ้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากกรดแลคติกจะถูกขับออกมาพร้อมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการใช้พลังงานชนิดแอโรบิก ทำให้การขับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออก (CO_2 -out put) มีปริมาณเพิ่มขึ้น และสัดส่วนการแลกเปลี่ยนการหายใจ (respiratory exchange ratio) สูงขึ้น จึงทำให้สามารถคำนวณการสะสมของกรดแลคติกจากการวัดค่าสัดส่วนการแลกเปลี่ยนการหายใจ โดยใช้สมการสมดุลของคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนี้คือ จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด = คาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตโดยการใช้อพลังงานชนิดแอโรบิก $\pm$ คาร์บอนไดออกไซด์ที่เคลื่อนที่เข้าหรือออกจากแหล่งสะสม + คาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นผลลิตของกรดแลคติกซึ่งเกิดจากขบวนการแอนแอโรบิก

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ

แอสทรานด์ (Astrand. 1956 : 12 - 15) ได้ศึกษาวิธีการทดสอบสมรรถภาพการใช้พลังงานชนิดแอโรบิกขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำให้การวัดสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกายขณะออกกำลังกายและสะดวกยิ่งขึ้น โดยให้ผู้ถูกทดลองที่รักษาร่างกายพักเป็นเวลา 6 นาที ที่ระดับงาน 600 กิโลปอนด์มีเทรเวอร์นาที่จับขึ้นหรือลงน้ำหนักที่ระดับครึ่งหนึ่งของอัตราการเต้นของชีพจร นำค่าที่ได้ไปเทียบกับ

การวางมาตรฐานที่เขาทำไว้ เพื่อหาค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดซึ่งมีทั้งค่าแท้ คือค่าจริง ๆ ที่ใช้ออกซิเจนมีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที และค่าเปรียบเทียบก็ค่าที่นำไป เปรียบเทียบกับน้ำหนักของร่างกายมีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที //

สจอสแตรนด์และวาล์ลุนด์ (Sjostrand and Wahlund - citing Devries. 1974 : 230 - 231) ได้สร้างแบบทดสอบ PWC₁₇₀ ขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ใช้จักรยานวัดกำลังเพื่อวัดสมรรถภาพการทำงานของร่างกาย (physical working capacity) โดยอาศัยความรู้พื้นฐานที่ว่าอัตราการเต้นของหัวใจจะสูงขึ้น เมื่อร่างกายทำงานได้ปริมาณเพิ่มขึ้น ในแบบทดสอบนี้ใช้อัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับต่ำกว่าสูงสุด (submaximal loads) คืออัตราการเต้นของหัวใจไม่เกิน 170 ครั้งต่อนาที โดยให้ผู้ถูกทดสอบขี่จักรยานวัดกำลังติดต่อกันเป็นเวลา 6 นาที ที่อัตราความเร็ว 50 รอบต่อนาที กำหนดปริมาณงานขึ้นแรก 1.5 วัตต์ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม แล้วเพิ่มความฝืดของสายพาน 0.5 กิโลปอนด์ ทุก ๆ 2 นาที (0.5 กิโลปอนด์ = 25 วัตต์) บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทุก ๆ นาที แล้วนำอัตราชีพจรแต่ละนาทีไปหาค่าออกมาเพื่อหาค่าของงานที่ทำไ้โดยขณะที่อัตราการเต้นของหัวใจ 170 ครั้งต่อนาที ซึ่งได้เพิ่มถึงสมรรถภาพการทำงานของร่างกาย นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐาน เพื่อหาสมรรถภาพการจับออกซิเจนที่ร่างกายจับได้ขณะทำงานมีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที //

กรอสส์และคณะ (Gross and others-citing Larson. 1974 : 67) ได้ศึกษากันทั่วๆ ไปเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกล โดยกำหนดให้ผู้ถูกทดสอบขี่จักรยานด้วยปริมาณงานเท่ากันคือ 10 กิโลกรัมเมตรต่อวินาที ให้อัตรารอบต่อนาที จาก 20 - 100 รอบต่อนาที (Revolution per minute) พบว่าการให้อัตรารอบต่อนาทีต่างกันมีผลทำให้ปริมาณงานการใช้พลังงานในการทดสอบแตกต่างกัน

เมสซิน และคณะ (Messin and others. 1967 : 15 - 16) ได้ศึกษากันทั่วๆ ไปเกี่ยวกับเครื่องทดสอบความสมบูรณ์ในหัตถ์วิทยา โดยใช้เครื่องวัดกำลัง 3 แบบ คือ มาสเตอร์ ทู สเตป เทสต์ (Master Two Step Test) ทางเลือก

(Treadmill Test) และจักรยานวัดกำลัง (Bicycle Ergometer) สำหรับจักรยานใช้อัตรารอบต่อนาที 45 - 47 รอบต่อนาที ผลปรากฏว่า ในการทำงานสูงสุด อัตรารอบต่อนาทีที่เหมาะสม คือ 60 รอบต่อนาที และพบว่าการใช้จักรยานวัดกำลังเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกแก่การทดสอบ ได้ผลแม่นยำและสามารถควบคุมการทำงานได้

อาร์สตีลา (Arstila. 1968 : 275) ได้ศึกษาค้นคว้าถึงการใช้และเครื่องทดสอบวัดกำลังโดยพิจารณาจากอัตราการเต้นของหัวใจ โดยประเมินผลจากผู้ช่วยการทดสอบจักรยานวัดกำลัง อัตรารอบต่อนาที 50 รอบต่อนาที ให้ผู้ช่วยทำงานจนกว่าผู้ช่วยไม่สามารถรักษาจังหวะได้ บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจด้วย ECG ในขณะที่ออกกำลังกาย พบว่าในการทดสอบความสมบูรณ์ ใช้อัตราการเต้นของหัวใจมาเป็นเครื่องทดสอบได้ และเครื่อง ECG สามารถบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจอย่างอัตโนมัติอย่างถูกต้องและสมบูรณ์

แคทช์ และ เฮนรี (Katch and Henry. 1971 : 362 - 369) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องการซึมซับถึงการจับออกซิเจน (Oxygen Intake) จากการหายใจเข้าและการจับออกซิเจนขณะที่ออกกำลังกายอย่างหนัก (Heavy Exercise) โดยครั้งแรกให้ผู้ถูกทดสอบปั่นจักรยานที่มีแรงต้าน 4 กิโลปอนด์ ด้วยอัตรารอบต่อนาที 69 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 นาที และครั้งที่สองปั่นจักรยานด้วยแรงต้าน 2.5 กิโลปอนด์ อัตรารอบต่อนาที 60 รอบต่อนาที และเพิ่ม $\frac{1}{2}$ กิโลปอนด์ทุก 2 นาที จนผู้ถูกทดสอบล้มเลิกไปไม่ได้ ผลการทดลองพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจ เป็นเครื่องชี้บ่งถึงการจับออกซิเจนได้ขณะทำงานหนัก

เฮร์แมนเซน และซาลติน (Hermansen and Saltin) 1969 : 31-33) ได้ทำการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจน ด้วยการทำงานบนจักรยานวัดกำลังอย่างหนัก อัตรารอบต่อนาทีที่แตกต่างกัน พบว่า การปั่นจักรยานวัดกำลังด้วยอัตราเร็ว 60 หรือ 70 รอบต่อนาที สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงกว่าการปั่นด้วยอัตราเร็ว 50 หรือ 80 รอบต่อนาที

พริ้มเพรา ผดเจริญสุข (พริ้มเพรา ผดเจริญสุข 2518) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่อง อิทธิพลของอากาศร้อนและเป็นออสมรรตภาพทางการงานของหญิงที่ศึกษาโดยใช้วิธีเฮอร์โกเมตรี โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของหญิงขณะออกกำลังกายเมื่อสภาพของอากาศแตกต่างกันดังนี้ อากาศร้อน (40°C) และอากาศเย็น (19°C) กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตหญิงชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา จำนวน 20 คน พบว่าสมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจนในขณะออกกำลังกายในอากาศร้อน อากาศปกติ และอากาศเย็น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยในอากาศร้อนสมรรถภาพการจับออกซิเจนมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 42.25 มล./กก./นาที ในอากาศปกติเท่ากับ 48.10 มล./กก./นาที ในอากาศเย็นเท่ากับ 53.25 มล./กก./นาที

ปิ่นนวล สกลวานิช (ปิ่นนวล สกลวานิช 2518) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลแห่งอุณหภูมิของอากาศแวดล้อม ที่มีต่อสมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจน โดยใช้อุณหภูมิแตกต่างกันคือ 20°C 25°C 30°C 35°C และ 40°C กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายปีที่ 1 และ 2 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา จำนวน 15 คน ผลปรากฏว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ที่อุณหภูมิ 20°C 25°C และ 30°C ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่อุณหภูมิ 35°C กับ 40°C มีความแตกต่างกันกับอุณหภูมิ 20°C 25°C และ 30°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่อุณหภูมิ 20°C มีสมรรถภาพการจับออกซิเจนเท่ากับ 49.47 มล./กก./นาที 25°C เท่ากับ 49.73 มล./กก./นาที 30°C เท่ากับ 47.40 มล./กก./นาที 35°C เท่ากับ 40.73 มล./กก./นาที และ 40°C เท่ากับ 36.87 มล./กก./นาที ตามลำดับ

จากการศึกษาเรื่อง ความสามารถในการทำงานของร่างกายในช่วงเวลาต่าง ๆ กับของรับที่วัด โดยใช้วิธีเฮอร์โกเมตรี ของ การเรือง มีอภูกุล โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาถึงความสามารถในการทำงานของร่างกายในช่วงเวลาที่ต่างกันคือ 9.00 - 10.00 น. 10.30 - 11.30 น. 13.30 - 14.30 น. และ 15.00 - 16.00 น. กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายระดับปริญญาตรีและปริญญาโท ที่มีสุขภาพดี จำนวน 20 คน กำหนดให้ถูกทดลองมารับการทดสอบ PWC₁₇₀ ผลการศึกษาก่อนพบว่า การทดสอบ PWC₁₇₀ ในช่วงเวลา

ที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (คาวเรือง นีอกุศล 2521)

จากการศึกษาพบว่าเรื่องการจัดอัตรารอบที่พอเหมาะกับความหนักของงาน
ระดับต่าง ๆ ในการทดสอบความสมบูรณ์ของร่างกายด้วยจักรยานวัดกำลัง ของ
นันทิยา พลิชพงษ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาราย ระดับอุดมศึกษา อายุ 18 ถึง 22 ปี
จำนวน 40 คน ปรากฏผลคือ

ก. การทำงานด้วยปริมาณงานเท่ากัน แต่อัตรารอบต่างกัน อัตราการเต้น
ของหัวใจในภาวะคงที่ แตกต่างกัน

ข. การใช้อัตราถีบ 30 รอบต่อนาที ไม่ควรนำมาใช้ในการทดสอบด้วย
จักรยานวัดกำลัง

ก. การใช้อัตราถีบ 40 รอบต่อนาที เป็นอัตราที่พอเหมาะเมื่อใช้กับงานที่ไม่
หนักมาก (450 ถึง 900 กิโลปอนด์-เมตร ต่อ นาที) แต่ไม่เหมาะสำหรับงาน 900
กิโลปอนด์-เมตรต่อนาที

ง. การใช้อัตราถีบ 50 รอบต่อนาทีเป็นอัตราที่พอเหมาะสำหรับงานทุก
ระดับตั้งแต่ 450-900 กิโลปอนด์-เมตรต่อนาที

จ. การใช้อัตราถีบ 60 รอบต่อนาทีเป็นอัตราที่พอเหมาะสำหรับงานหนัก
900 กิโลปอนด์-เมตรต่อนาที (นันทิยา พลิชพงษ์ 2517)

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

การออกกำลังเต็มที่ด้วยจักรยานวัดกำลังเป็นเวลา 3 นาที ทำให้ปริมาณความ
เข้มข้นของกรดแลกติกในเลือดเพิ่มขึ้นถึงระดับสูงสุด

บทที่ 2

วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ อาสาสมัครเพศชายที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 18 - 25 ปี จำนวน 20 คน

ตาราง 1 ลักษณะต่างกายของร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางกายของร่างกาย ของกลุ่มตัวอย่าง	มัธยัมเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุ	22.7 ปี	2.2266
น้ำหนัก	60.20 กิโลกรัม	5.5627
อัตราการเต้นหัวใจ	66.8 ครั้งต่อนาที	5.2072

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. จักรยานวัดกำลังแบบโมนาร์ก (Monark) ราชละเวียดอยู่ในภาคผนวก
2. เครื่องนับรอบ
3. เครื่องให้จังหวะ (Metronome) ตั้งความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที
4. นาฬิกาจับเวลา
5. หูฟัง (Stethoscope)
6. เบ้าและกระบอกเจาะเลือด (Disposable Strynx) ขนาด 5 ซี.ซี.
เบอร์ 22.1 นิ้ว

7. หลอดแก้วทดลอง (Test tube)
8. น้ำยาตรวจปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก แบบโมโนเทสต์ แดกเตต
มูลดี เอ็นไซม์เมติก (Monotest Lactate fully enzymatic) ของบริษัท
เบอร์ริงเกอร์ มานน์ไฮม์ (Boehringer Mannheim)
9. เครื่องอ่านค่าความเข้มของสี (Spectrophotometer) ของบริษัท
ZEISS รุ่น PM 2 A
10. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ของบริษัท ECCO รุ่น PRAXA-2
ตั้งความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที
11. หลอดดูดวางชนิดไมโคร (Microlitre pipette) ของบริษัท
EPPENDORF ขนาด 0.1 ml.
12. หลอดดูดวางชนิด ปริมาตร (Precision pipette) ของบริษัท
Lancer ขนาด 0.05 ml.
13. หลอดดูดวาง ขนาด 5 ml.

วิธีดำเนินการศึกษาก่อนหน้า

1. การทดสอบทุกขั้นตอนทำในห้องทดลองของศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬาแห่ง
ประเทศไทย
2. แบ่งกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบ วันละ 5 คน
3. กลุ่มตัวอย่างเข้าอบรมวิธีปฏิบัติ เวลา 9.00 นาฬิกา
4. ให้อาหารกลุ่มตัวอย่างนั่งพัก และวัดอัตราการหายใจและชีพจร
5. ชั่งน้ำหนักร่างกาย เพื่อถึงความหนักของสายพานในการทดสอบ PWC₁₇₀
6. การทดสอบแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ
 - ก. ทดสอบหาค่า PWC₁₇₀ เพื่อหาความหนักของสายพาน โดยคำนวณ
ความหนักจากค่า PWC₁₇₀ เมื่อเทียบความเร็ว 50 รอบต่อนาที เอาค่าที่ได้ไปใช้รับ
การทดสอบทดลองเทียบ พบว่าค่าตั้งค่าความหนักของสายพาน เท่ากับ PWC₁₇₀ ผู้เข้ารับการ

ทดลอง จะถึ้มจักรยานด้วยควาเร็วเขายาเร็วเต็มที่ของการทดลองขั้นที่ 2 และ 3 ไคไคไม่ถึง เวลา 3 นาที ที่กำหนดไว้ ทำให้ไคปริมาณงานไม่สูงพอ นอกจากนั้นผู้เข้ารับการทดลอง ยังไคได้รับความเจ็บปวดที่กล้ามเนื้อหน้าขาอีกด้วย ผู้วิจัยจึงลดการความถี่ของสายพานลงไป จากค่า PWC₁₇₀ อีกประมาณ 10 - 25 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ผู้เข้ารับการทดลอง ถึ้มจักรยานวัดกำลังด้วยควาเร็วเต็มที่การตามเวลาที่กำหนดไว้ อีกทั้งยังเป็นการสะดวก ในการตั้งการความถี่ของสายพานให้ตรงกับสเกลที่มีอยู่ ตัวอย่างเช่น การความถี่ของสายพาน จาก PWC₁₇₀ เท่ากับ 4.3 กิโลวัตต์ ลดลงเหลือ 3.5 กิโลวัตต์ (ดูรายละเอียด ในภาคผนวก)

ข. การทดสอบหาปริมาณงานและปริมาณควาเข้มข้นของกรดแลคติก ในเลือดหลังการถึ้มจักรยานวัดกำลังด้วยควาเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที เพื่อที่จะดู ค่าเฉลี่ยของปริมาณงาน และค่าเฉลี่ยของปริมาณควาเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด าวสูงถึงระดับสมรรถภาพชนิดแอนแอโรบิกหรือไม่ (11 - 14 มิลลิโมลต่อลิตร) โดยให้ผู้รับการทดสอบ นึก 1 ชั่วโมง หลังการทดสอบขั้นที่ 1 เอาการความถี่ของสาย พานที่ลดแล้ววางตั้งการความถี่ของสายพานของการทดลองขั้นที่ 2 แล้วให้ผู้รับการทดลอง ถึ้มจักรยานด้วยควาเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที เพื่อให้ไคปริมาณงานมากที่สุด ปริมาณงานหาไคโดยการเอาจำนวนรอบที่ถึ้มไค คูณกับระยะทางในแต่ละรอบซึ่งเท่ากับ 6 เมตร แล้วคูณด้วยการความถี่ของสายพาน (น้ำหนักถ่วง) มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ (KP) เพราะฉะนั้น ปริมาณงานที่ไคมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์-เมตร (KPM) ใน ระหว่างการทดลอง ผู้วิจัยเขายาสนใจให้ผู้รับการทดลองถึ้มจักรยานให้ไคปริมาณงาน มากที่สุด หลังจากการถึ้มจักรยานครบ 3 นาที ไคนับอัตราการเต้นของหัวใจทันที และ จะเอาเลือดจากเส้นเลือดดำโดยใบรัดแขน จำนวน 2 ซี.ซี. ภายในเวลา 5 นาที หลังการถึ้มจักรยาน เพื่อนำไปตรวจหาปริมาณควาเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด มีหน่วยเป็นมิลลิโมลต่อลิตร

ก. การทดสอบเก็บปริมาณงานจากการถึ้มจักรยานวัดกำลังเป็นเวลา 3 นาทีซ้ำ เพื่อหาความเชื่อมั่นของการทดสอบและวัดอัตราการเต้นหัวใจหลังการถึ้ม

จักรยาน โดยผู้รับการทดสอบ นึก 1 วัน แล้วมาทำการทดสอบในวันรุ่งขึ้น ตรงกับช่วง เวลาเย็น (ถาวเรื่อง มีอยู่เลข 2521)

วิธีรวบรวมข้อมูล

ก. เก็บค่าความถี่ของสายพานจากการทดสอบ PWC_{170} ลดค่าความถี่ของสายพานลงประมาณ 10 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำมาเก็บค่าความถี่ของสายพานในการเดินเก็บปริมาณงาน เป็นเวลา 3 นาที ค่าความถี่ของสายพานมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ (KP)

ข. เก็บปริมาณงานจากการเดินจักรยานวัดกำลังช่วยความเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที โดยเก็บค่าความถี่ของสายพานเท่ากับค่าที่ลดลงประมาณ 10 ถึง 25 % ของ PWC_{170} ปริมาณงานหาได้โดยการเอา จำนวนรอบที่เดินได้ คูณกับระยะทางในแต่ละรอบซึ่งเท่ากับ 6 เมตร แปลงค่าไปคูณกับค่าความถี่ของสายพานจึงมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ ปริมาณงานที่ได้มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์-เมตร

ค. บันทึกอัตราการเต้นหัวใจ หลังการเดินจักรยานของการทดลองเก็บปริมาณงานในครั้งที่ 1 เปรียบเทียบกับครั้งก่อนหน้า

ง. ตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดจากการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำโดยใบรีคแซบ ภายในเวลา 5 นาที หลังการเดินจักรยาน (รายละเอียดการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดอยู่ในภาคผนวก) ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดมีหน่วยเป็นมิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)

จ. เก็บปริมาณงานที่ได้จากการเดินจักรยานเป็นเวลา 3 นาที ว่าอีกครั้ง โดยใช้วิธีการเหมือนการเก็บปริมาณงานที่ได้จากการเดินจักรยานในครั้งที่ 1 เพื่อหาความเชื่อมั่น (reliability) ของการทดสอบ

ฉ. บันทึกอัตราการเต้นหัวใจหลังการเดินจักรยานของการทดลองเก็บปริมาณงานในครั้งที่ 2

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ก. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ปริมาณงานของการดื่มจักรยานวัดกำลังด้วยความเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และอัตราการเต้นหัวใจของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ข. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด หลังการดื่มจักรยานวัดกำลังด้วยความเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที กับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ที่ถึงระดับสูงสุดของการใช้พลังงานชนิดแอโรบิก

ก. หากความเชื่อมั่นของการทดสอบโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานที่ได้จากการดื่มจักรยานวัดกำลังด้วยความเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที ของการทดสอบครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2

ตาราง 2 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคล

ผู้เข้าร่วม การทดลอง	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ซีสมปรกติ (ครั้ง/นาที)
อ.ม.	22	68.7	72
ว.น.	21	56.4	68
ก.ศ.	25	63.0	64
อ.จ.	21	66.3	54
จ.ท.	20	57.5	76
ศ.ท.	24	60.8	62
ก.จ.	25	61.4	68
บ.ศ.	25	64.6	68
อ.ว.	20	68.5	64
จ.ม.	21	63.9	64
อ.ป.	21	61.7	62
ป.บ.	24	60.9	68
ว.อ.	21	56.7	68
น.ก.	22	53.5	66
จ.น.	25	57.5	62
ป.ท.	24	59.0	68
ก.ม.	25	59.0	68
น.ศ.	25	54.2	66
ร.พ.	25	65.0	70
อ.ร.	18	45.5	78
Σ	22.7	60.20	66.8
S.D	2.226	5.56	5.20

ตาราง 3 กา PWC₁₇₀ ค่าความถี่ของสายพานและค่าความถี่ของสายพาน ที่ลดลง
ประมาณ 10 - 25 เปอร์เซ็นต์

ผู้เข้ารับ การทดสอบ	น้ำหนัก (กิโล- กรัม)	อัตราแกนของหัวใจตามระดับงาน เมื่อเดิน 50 รอบต่อนาที				ปริมาณงาน ของหัวใจตอน นี้ที่อัตรารวม เดิน 50 รอบ/นาที (KPM/min)	ค่าความ ถี่ของสาย พาน (KP)	ค่าที่ลดลง ประมาณ 10-25% (KP)
		450KPM	600KPM	750KPM	900KPM			
		ครั้ง/นาที	ครั้ง/นาที	ครั้ง/นาที	ครั้ง/นาที			
ส.ม.	68.7	-	120	128	138	1,425	4.75	3.5
ว.น.	56.4	113	123	129	-	1,435	4.78	3.5
ก.ส.	63.0	-	123	131	140	1,380	4.60	3.5
ส.จ.	66.3	-	134	145	159	1,050	3.50	3.5
จ.ช.	57.5	115	120	135	-	1,380	4.60	3.5
ส.ท.	60.8	-	125	134	144	1,280	4.26	3.5
ก.จ.	61.4	115	122	132	-	1,360	4.53	3.5
บ.ส.	64.6	-	118	129	142	1,210	4.03	3.5
ช.ว.	68.5	-	125	138	151	1,100	3.66	3.5
จ.บ.	63.9	-	122	132	143	1,305	4.35	3.5
ส.ป.	61.7	115	126	144	-	1,030	3.43	3.0
ป.บ.	60.9	110	123	138	-	1,070	3.56	3.0
ว.อ.	56.7	108	121	131	-	1,220	4.06	3.0
บ.ก.	53.5	132	141	146	-	1,220	4.06	3.0
จ.พ.	57.5	125	136	152	-	1,065	3.55	3.0
ป.ช.	59.0	107	125	134	-	1,100	3.66	3.0
ก.ม.	59.0	119	134	149	-	950	3.16	3.0
บ.ส.	54.2	115	132	148	-	950	3.16	3.0
ร.พ.	65.0	120	135	148	-	950	3.16	3.0
ส.ร.	45.5	130	155	175	-	700	2.33	2.0

ตาราง 4 ค่าจำนวนรอบ ระยะทาง และปริมาณงาน ของการทดลองครั้งที่ 1
และครั้งที่ 2

ผู้เข้ารับ การทดสอบ	น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	การทดลองครั้งที่ 1			การทดลองครั้งที่ 2		
		จำนวนรอบ	ระยะทาง (เมตร)	ปริมาณงาน (กิโลวัตต์-เมตร)	จำนวนรอบ	ระยะทาง (เมตร)	ปริมาณงาน (กิโลวัตต์-เมตร)
ต.น.	3.5	226	1,356	4,746	220	1,320	4,520
ว.น.	3.5	223	1,338	4,683	221	1,326	4,520
ก.ส.	3.5	220	1,320	4,620	215	1,290	4,515
ส.จ.	3.5	218	1,308	4,578	218	1,308	4,578
จ.อ.	3.5	218	1,308	4,578	220	1,320	4,680
ส.ท.	3.5	209	1,254	4,389	200	1,200	4,200
ก.จ.	3.5	205	1,230	4,305	209	1,254	4,389
บ.ส.	3.5	203	1,218	4,263	211	1,266	4,431
ช.ว.	3.5	201	1,206	4,221	202	1,212	4,242
จ.ย.	3.5	199	1,194	4,179	201	1,206	4,221
ส.ป.	3.0	227	1,362	4,086	230	1,380	4,140
ป.ย.	3.0	219	1,314	3,942	225	1,350	4,050
ว.อ.	3.0	211	1,266	3,798	215	1,290	3,810
น.ก.	3.0	204	1,224	3,672	202	1,212	3,624
จ.พ.	3.0	203	1,218	3,654	199	1,194	3,582
ป.ช.	3.0	203	1,218	3,054	200	1,200	3,600
ก.น.	3.0	199	1,194	3,582	206	1,236	3,708
พ.ส.	3.0	178	1,068	3,204	180	1,080	3,240
ร.พ.	3.0	161	966	2,898	165	990	2,970
ส.ร	2.0	234	1,404	2,808	231	1,386	2,772

ตาราง 5 ปริมาณงาน ปริมาณกรดแลกติก อัตราเต้นหัวใจ ของการทดลอง
ครั้งที่ 1 และ ปริมาณงาน อัตราเต้นหัวใจ ของการทดลองครั้งที่ 2

ผู้เข้ารับ การทดสอบ	การทดลองครั้งที่ 1				การทดลองครั้งที่ 2	
	ปริมาณงาน (กิโลเมตร)	ปริมาณกรดแลกติก		อัตรา หัวใจ (ครั้ง/นาที)	ปริมาณงาน (กิโลเมตร)	อัตรา หัวใจ (ครั้ง/นาที)
		(mmol/l)	(mg/100ml)			
ส.ม.	4,746	12.36	111.40	176	4,620	180
ว.น.	4,683	12.10	109.05	176	4,641	176
ก.ส.	4,620	10.80	97.34	171	4,515	176
ส.ว.	4,578	12.30	110.87	171	4,578	178
ว.ช.	4,578	13.93	125.55	181	4,620	176
ส.ท.	4,389	11.36	102.38	187	4,200	184
ก.จ.	4,305	11.03	99.41	176	4,389	180
บ.ส.	4,263	8.00	72.12	187	4,431	184
ช.ว.	4,221	14.85	133.90	171	4,242	176
จ.ย.	4,179	7.94	71.57	176	4,221	180
ส.ป.	4,086	12.53	112.94	187	4,140	181
ป.ย.	3,942	13.29	119.83	181	4,050	187
ว.อ.	3,798	10.55	95.15	181	3,870	184
น.ค.	3,672	14.82	133.62	194	3,636	190
จ.พ.	3,654	11.00	99.15	187	3,582	171
ป.ช.	3,654	8.62	77.77	176	3,600	180
ก.ม.	3,582	10.11	91.15	187	3,708	200
ว.ส.	3,204	8.73	78.68	162	3,240	176
ร.พ.	2,898	7.05	63.57	194	2,970	190
ส.ร.	2,808	10.52	94.87	181	2,772	184
$\bar{x}$	3,993	11.09	100.016	180.1	4,001.25	181.6
S.D	576.33	2.25	20.295	8.23	562.01	6.58

สถิติที่ใช้ในการคำนวณ

ก. หากค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ปริมาณงานจากการตีบทเรียนวัดกำลังควมเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที ของครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และอัตราการเต้นหัวใจของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยไขว้สูตร (Spiegel. 1972 : 45)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทนค่าเฉลี่ย
 $\sum x$ แทนผลรวมของคะแนน
 N แทนจำนวนคนที่เข้ารับการทดสอบ

ข. หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ปริมาณงานจากการตีบทเรียนวัดกำลังควมเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และอัตราการเต้นหัวใจของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยไขว้สูตร (Spiegel. 1972 : 70)

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N}}$$

เมื่อ s แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x^2$ แทนผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนกับ
 มีศูนย์กลางถนัดทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทนจำนวนคนที่เข้ารับการทดสอบ

ก. หากความเชื่อมั่นของการทดสอบด้วยการหาค่าความสัมพันธ์ โดยนำค่าที่ได้
 มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบขรรคมดา (Pearson's Product Moment
 Correlation) จากสูตร (Spiegel. 1972 : 255)

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เพื่อ r_{XY} แทน คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานที่ได้จากการ
 ถีบจักรยานวัดกำลังเป็นเวลา 3 นาที ของการทดลอง
 ครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2

N แทน จำนวนคนที่เข้ารับการทดสอบ

X แทน คะแนนปริมาณงานครั้งที่ 1

Y แทน คะแนนปริมาณงานครั้งที่ 2

ง. ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ โดยเปรียบ
 เทียบกับการวางค่าวิกฤตของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Ferguson. 1971 : 457)

บทที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 3 เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ก. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ปริมาณงานจากการตีพิมพ์งานวิจัยว่าด้วยความเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาทีของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และอัตราการเต้นหัวใจของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ข. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด หลังจากการตีพิมพ์งานวิจัยว่าด้วยความเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที กับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ที่ถึงระดับสูงสุดของการออกกำลังกายแอโรบิก

ค. หากว่าพบแนวโน้มของการทดสอบโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานที่ได้จากการตีพิมพ์งานวิจัยว่าด้วยความเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{X}$	แทนค่าคะแนนเฉลี่ย
S	แทนค่าคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r	แทนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
N	แทนจำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ก. ตาราง 6 ค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ปริมาณงานจากการถีบจักรยานเป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และอัตราการเต้นหัวใจของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ชนิดของข้อมูล	$\bar{x}$	s
ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด	11.09 มิลลิโมลต่อลิตร	2.25
ปริมาณงานจากการถีบจักรยานเป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1	3,993.00 กิโลปอนด์-เมตร	576.33
ปริมาณงานจากการถีบจักรยานเป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 2	4,001.25 กิโลปอนด์-เมตร	562.01
อัตราการเต้นหัวใจ ของการทดลองครั้งที่ 1	180.10 ครั้งต่อนาที	8.23
อัตราการเต้นหัวใจ ของการทดลองครั้งที่ 2	181.60 ครั้งต่อนาที	6.58

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด เฉลี่ยเท่ากับ 11.09 มิลลิโมลต่อลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.25 ปริมาณงานจากการถีบจักรยานเป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ 3,993.00 กิโลปอนด์-เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 576.33 ปริมาณงานจากการถีบจักรยานเป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับ 4,001.25 กิโลปอนด์-เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 562.01 อัตราการเต้นหัวใจของการทดลองครั้งที่ 1 เท่ากับ 180.10 ครั้งต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.23

และอัตราการเต้นหัวใจของการทดลองครั้งที่ 2 เท่ากับ 181.60 ครั้งต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.58

ข. จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือดหลังการถีบจักรยานวัดกำลังเป็นเวลา 3 นาที กับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือดที่ถึงระดับสูงสุด ของการใช้พลังงานชนิดแอโรบิก พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 11.09 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งถึงระดับสูงสุดของการใช้พลังงานชนิดแอโรบิก (11 ถึง 14 มิลลิโมลต่อลิตร)

ก. ตาราง 7 காட்சிப்படுத்துகின்றன இடையே ปริมาณงานที่ได้จากการถีบจักรยานวัดกำลังเป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2

ความสัมพันธ์ระหว่าง	N	r
ปริมาณงานที่ได้จากการถีบจักรยานวัดกำลัง เป็นเวลา 3 นาทีครั้งที่ 1 ปริมาณงานที่ได้จากการถีบจักรยานวัดกำลัง เป็นเวลา 3 นาทีครั้งที่ 2	20	^{**} .98771

^{**} $P < .01$ ($r = .561$)

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณงานที่ได้จากการถีบจักรยานวัดกำลังครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 มีความสัมพันธ์กัน ($r = .98771$) ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 ($r = .561$)

บทที่ 4

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษากันกว่า

หาวิธีการทดสอบอย่างง่ายเพื่อวัดสมรรถภาพเทคนิคแอนแอโรบิกโดยใช้จักรยาน
วัดกำลัง

กลุ่มตัวอย่าง

อาสาสมัคร เพศชาย จึงมีสุขภาพดี อายุระหว่าง 18 ถึง 25 ปี จำนวน 20 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. จักรยานวัดกำลังแบบโมนาร์ก (Monark)
2. เครื่องนับรอบ
3. เครื่องให้จังหวะ (Metronome) ตั้งความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที
4. นาฬิกาจับเวลา
5. หูฟัง (Stethoscope)
6. เข็มและกระบอกเจาะเลือด (Disposable Syrxn) ขนาด 5 ซี.ซี. เบอร์ 22.1 นิ้ว
7. ท่อดูดแก๊สทดลอง (Test tube)
8. ทำยากรวบรวมปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก แบบโบนเทสต์แลคเตค
มูลส์ เอ็มไซม์เมกิก (Monotest Lactate fully enzymatic) ของบริษัท
เบอร์ริงเกอร์มานน์ไฮม์ (Boehringer Mannheim)
9. เครื่องอ่านค่าความเข้มของสี (Spectrophometer) ของบริษัท
ZEISS รุ่น PM2A

10. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ของบริษัท ECCO รุ่น PRAXA-2
ถึงกว่า 5,000 รอบกอนาที
11. หลอดดูดแก้วชนิดไมโคร (Microlitre pipette) ของบริษัท
EPPENDORF ขนาด 0.1ml.
12. หลอดดูดแก้วชนิดปริมาตร (Precision pipette) ของบริษัท
Lancer ขนาด 0.05 ml.
13. หลอดดูดแก้วขนาด 5 ml.

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ก. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ปริมาณงานจากการตีพิมพ์งานวิจัยว่าด้วยการวัดค่าความเข้มข้นที่เป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และอัตราการเต้นหัวใจของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ข. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด หลังการตีพิมพ์งานวิจัยว่าด้วยการวัดค่าความเข้มข้นที่เป็นเวลา 3 นาที กับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ที่ถึงระดับสูงสุดของการใช้พลังงานชนิดแอโรบิก

ค. หากว่าค่าเฉลี่ยของการทดสอบโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานที่ได้จากการตีพิมพ์งานวิจัยว่าด้วยการวัดค่าความเข้มข้นที่เป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ก. ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด เท่ากับ 11.09 มิลลิโมลต่อลิตร ค่าเฉลี่ยปริมาณงานจากการตีพิมพ์งานวิจัยว่าด้วยการวัดค่าความเข้มข้นที่เป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เท่ากับ 3,993 และ

4,001.25 กิโลปอนด์-เมตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เท่ากับ 180.1 และ 181.6 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ

ข. ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด หลังการดื่มจักรยานวักกำลังด้วยความเร็วเต็มที่เป็นเวลา 3 นาที เท่ากับ 11.09 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งถึงระดับสูงสุดของการไหลเวียนของกรดแลกติก (11 - 14 มิลลิโมลต่อลิตร)

ก. ปริมาณงานที่ได้จากการดื่มจักรยานวักกำลังด้วยความเร็วเต็มที่เป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 ($r = .98771$)

อภิปรายผล

ก. จากการศึกษาก่อนหน้านี้ของ แอสเทรด์ และโรดฮัล (Astrand and Rodahl. 1970 : 296) พบว่าการทำงานในระดับหนักมาก กล้ามเนื้อจะทำงานได้เพียง 2 ถึง 3 นาที เท่านั้น และการทำงานในระดับนี้จะเกิดการขาดออกซิเจน (O_2 -deficit) เป็นจำนวนมาก การทำงานหนักภายในเวลา 2 - 3 นาที ส่วนใหญ่เป็นการทำงานโดยไปใจออกซิเจน หรือ แอโรบิก ผลผลิตของสมรรถภาพแอโรบิก คือ การเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด โดยค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด ที่เกิดจากความพยายามทำงานเต็มที่ มีค่าอยู่ระหว่าง 11 ถึง 14 มิลลิโมลต่อลิตร ที่ระดับอายุ 20 ถึง 40 ปี ของทั้ง 2 เพศ ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของร่างกายของแต่ละบุคคล ในการทดลองครั้งนี้พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด หลังการดื่มจักรยานวักกำลังด้วยความเร็วเต็มที่ เป็นเวลา 3 นาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.09 มิลลิโมลต่อลิตร ถือได้ว่าเป็นปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือดที่แสดงถึงการทำงานของร่างกายในสภาวะแอโรบิกสูงถึงระดับสูงสุด เพราะฉะนั้นปริมาณงานเฉลี่ยของการทดลองครั้งนี้ (3,993 กิโลปอนด์-เมตร) เป็นปริมาณงานที่ได้จากการทำงานของกล้ามเนื้อชนิดแอโรบิกเป็นส่วนใหญ่ และจากการพิจารณาอัตราการเต้นหัวใจ

หลังการฉีดยาด้วยความเร็วเต็มที่เป็นเวลา 3 นาที พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ ของการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 เท่ากับ 180.1 และ 181.6 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ ซึ่งตรงกับค่าเฉลี่ยของ ชูตักกี เวชแอสย์ (ชูตักกี เวชแอสย์ 2519 : 20) พบว่า ขณะออกกำลังกายหนักเต็มที่ อัตราเต้นสูงสุดของหัวใจ มีค่าอยู่ระหว่าง 180 ถึง 200 ครั้งต่อนาที

ดังนั้นการฉีดยาวัคซีนกำลังด้วยความเร็วเต็มที่เป็นเวลา 3 นาที สามารถทำให้ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจสูงถึงระดับการทำงานของร่างกายในสภาวะแอโรบิก

2. ปริมาณงานที่ได้จากการฉีดยาวัคซีนกำลังด้วยความเร็วเต็มที่เป็นเวลา 3 นาที ของการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ($r = .9375$) ปริมาณงานครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกันมาก (3,993 และ 4,001.25 กิโลวัตต์-เมตร ตามลำดับ)

3. วิธีการทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดสมรรถภาพแอโรบิก โดยใช้การฉีดยาวัคซีนกำลังเป็นเครื่องมือ เป็นการเหมาะสมที่นำไปใช้ เพราะมีความแม่นยำสูง เชื่อมั่นสูง สะดวกแก่การปฏิบัติ ประหยัดเวลา และควบคุมการทำงานได้ ซึ่งตรงกับการศึกษาของ เมสซินและคณะ (Messin and others. 1967 : 15 - 16) ที่พบว่า การใช้วัคซีนกำลังเป็นเครื่องมือในการทดสอบ มีคุณสมบัติทั้งที่กล่าวมาแล้วทุกประการ

เสนอแนะ

1. ควรทำการทดลองในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เพื่อรู้ว่าอุณหภูมิจะส่งผลต่อสมรรถภาพแอโรบิกหรือไม่ เพราะจากการศึกษาที่ผ่านมาของ อวย เกตุสิงห์ และคณะ เรื่องอิทธิพลของอากาศต่อสมรรถภาพการทำงานและออกกำลังกาย พบว่าการทำงานในอุณหภูมิ สูงกว่า 30°C ความสัมพันธ์ตั้งแต่ 60 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ทำให้สมรรถภาพการทำงานลดลง และลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อความสัมพันธ์สูงเกิน 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตรงกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ของ พริ้มเพรา ผลเจริญสุข (พริ้มเพรา

ผลเจริญสูงสุด 2518) ที่พบว่าใบกลุ่มตัวอย่างเพศหญิง สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดในอากาศร้อน (40°ซ) มีค่าต่ำกว่าอากาศปกติ และการศึกษาของ นิ่มนวล สกุลพานิช (นิ่มนวล สกุลพานิช 2518) พบว่า ใบกลุ่มตัวอย่างเพศชาย สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ในอุณหภูมิ 35° ถึง 40°ซ มีค่าต่ำกว่าอากาศปกติ

2. ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่กว่าการทดลองครั้งนี้เพื่อสร้างเกณฑ์มาตรฐาน

3. ทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างนักกีฬา กับ ผู้ที่ไม่ใช่นักกีฬา

4. ควรทำการทดลองแบบกำหนดปริมาณงาน แล้วให้ผู้รับการทดลองได้พักเพื่อให้ได้เวลาน้อยที่สุด ซึ่งผลการทดลองจะใกล้เคียงกับสถานการณ์แข่งขันยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ✓ จรรยาพร ธรจินทร์ กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย 2519, 365 หน้า
- ✓ ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ต่อสรีรภาพและสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ
วันดีใหญ่ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา 2519
- ✓ คู่มือปฏิบัติการทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 พลศึกษา 2519, 40 หน้า
- ✓ ชูศักดิ์ เชาวนบุญ สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อหัวใจ วิชาแพทยศาสตร์
 โสตศอนาสิกวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 2519, 110 หน้า
- ✓ นันทิยา พลชัยมงคล "การจัดอัตรารอบเดินที่พอเหมาะกับความหนักของงานระดับต่าง ๆ
 ในการทดสอบความสมบูรณ์ของร่างกายด้วยจักรยานวัดกำลัง" วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารธุรกิจ แผนกวิชาพลศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 45 หน้า อีกสำเนา
 นันทิยา พลชัยมงคล "อิทธิพลของอุณหภูมิอากาศแวดล้อมต่อสมรรถภาพทางการงานที่
 ศึกษาโดยวิธีเออร์โกเมตริก" วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ แผนกวิชาพลศึกษา
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 51 หน้า อีกสำเนา
- นิสิต ศศิธรเวชกุล "ผลของการให้เครื่องกีดขวางพลังต่อสมรรถภาพสูงสุดในการวิ่ง
 ออกซิเจนของร่างกาย" วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร 2521, 42 หน้า อีกสำเนา
- ประทอง กรรณสุต สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู ไทยวัฒนาพานิช 2520, 159 หน้า
 พริ้มเพรา ผลเจริญสุข "อิทธิพลของอากาศร้อนและเป็นต่อสมรรถภาพทางการงานของ
 ผู้หญิงที่ศึกษาโดยวิธีเออร์โกเมตริก" วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ แผนกวิชาพลศึกษา
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 51 หน้า อีกสำเนา
- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คู่มือการเขียนรายงาน ภาคนิพนธ์ และปริญาานิพนธ์
 พิมพ์ครั้งที่ 2 2512, 148 หน้า

อนันต์ อัครวิทย์ ธีรวิทย์การออกกำลังกาย พิมพ์ครั้งที่ 1 ไทยวัฒนาพานิช 2521, 97 หน้า

Arstila, Matti. "A Combine ECG and Ergometric Exercise Test Regular by Heart Rate," International Semina fur Ergometric. p. 275. Ludwing Austermeur, Germany, 1968.

Astrand, P.O. Work Test with The Bicycle Ergometer. Varberg : Monark-Grescent A.B., Sweden, 1956. 35p.

Astrand, P.O. and Rodahl, Kiare. Textbook of Work Physiology. p. 286 - 300, 303. McGraw-Hill Book Company, New York, 1970.

Bloor, Colin M. "Plasma Lactic Dehydrogenase Activity and Myocardial Cellular Changes After Cessation Training," Journal Applied Physiology. 26 : 371 - 374, 1969.

Dainty, David Alexander. "The Relationship of Anaerobic Capacity to Selected Performance Tests," Masster's Thesis. 1971. microfich.

DeVries, Herbert A. Physiology of Exercise for Physical Education and Athletics. p. 230 - 231, 2nd ed., WMC Brown Company, 1974.

Doty, D.H. "Altered Tissue Lactic Dehydrogenase Activity After Exercise in the Rat," Journal Applied Physiology. 30 : 548 - 551, 1971.

Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. 3rd ed., McGraw-Hill, Inc., 1971. 492 p.

Hermansen, Lars. "Anaerobic Energy," Medicine and Science in Sports. 1 : 32 - 38, March, 1969.

✓ Hermansen, Lars and Saltin, Gengt. "Oxygen Uptake During Maximal Treadmill and Bicycle Exercise," Journal of Applied Physiology. 31 - 33, 1969.

Jones, Norman L., Cambell, E.J. Moran, Edwards, Richard. H.T., Robertson, Denis G. "Indirect Estimation of Lactic Acid Production in Bloodless Exercise Tests," Clinical Exercise Testing. p. 153 - 156. W.B. Saunder Company, Philadelphia, 1975.

Karlsson. J. "Lactate Denhydrogenase in Muscle After Prolonged Severe Exercise in Man," Journal Applied Physiology. 25 : 88 : 91, 1968.

✓ Katch, Girandola E., Henry, M. "Prediction of Oxygen Intake from Ventilation and Oxygen Intake and Work Capacity from Heart Rate During Heavy Exercise," Research Quarterny. 42 : 362 - 369, 1971.

- Larson, Leonard A. Fitness Health and Work Capacity. p. 67.
Macmillan Publishing Co., Inc., 1974.
- Margaria, R., Edwards, H.T. and Dill, D.B. "The Possible Mechanisms of Contracting and Paying The Oxygen Debt and The Role of Lactic Acid in Muscular Contraction," American Journal of Physiology. 26 - 27 : 689 - 715, 1933 - 1934.
- _____. "The Sources of Energy in Muscular Work Performed in Anaerobic Conditions," American Journal of Physiology. 28 - 29 : 341 - 348, 1934.
- Margaria, R., Cerretelli, R., Di Prampero, P.E., Massari, C. and Torrelli, C. "Kinetics and Mechanism of Oxygen Debt Contraction in Man," Journal of Applied Physiology. 18 : 377, 1963.
- Margaria, R. "Anaerobic Metabolism in Muscle," Canadian Medical Association Journal. 36 : 770, 1967.
- Messim, R., Degre, S., Vandermoter, P. and Denolin, H. "Ergometer in Cardiology," International Seminar Fur Ergometric. p. 15-16. Ludwig Austermeur, Germany, 1967.
- Peterson, Richard A. Advanced Physiology of Exercise. Colorado, University of Northern Colorado, Greeley, 1975.
- Rose, L.L., "Serum Lactate Dehydrogenase Isoenzyme Changes After Muscular Exertion," Journal Applied Physiology. 28 : 279 - 281. 1970.
- Spiegel, Murray R. Theory and Problems of Statistics. p. 255, McGraw-Hill Book Company, 1972.

ព្រឹត្តិបត្រ

ภาคผนวก

1. วิธีการทดสอบ PWC₁₇₀

ความเป็นมา

การทดสอบ PWC₁₇₀ คือการทดสอบเพื่อศึกษาระดับสมรรถภาพการทำงานของร่างกาย (Physical working Capacity) จากอัตราการเต้นของชีพจร เมื่อภาวะการทำงานที่ความหนักของงานต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal Loads) หรือประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถทำงานได้เต็มที่ โดยอาศัยความรู้ที่ว่า อัตราการเต้นของชีพจรจะสูงขึ้น เมื่อความหนักของงานเพิ่มขึ้น (Devries, 1974 : 230 - 231)

อุปกรณ์

1. จักรยานวัดกำลังแบบโมนาร์ค (Monark Bicycle Ergometer) เป็นจักรยานล้อเดียว ตั้งอยู่กับที่ มีสายพานพันรอบล้อซึ่งสามารถขึ้นให้ตึงหรือคลายให้หย่อนได้ มีสเกลบอกค่าการบิดของสายพาน หน่วยเป็นกิโลปอนด์ (Kilopond - kp) 1 กิโลปอนด์ เท่ากับแรงที่กระทำต่อมวลหนัก 1 กิโลกรัม ๓ ที่ที่ความเร่งปกติของแรงดึงดูดของโลก จักรยานนี้ถ้าบีบให้กระโดดหมุน 1 รอบ จะมีการเคลื่อนที่ตามขอบล้อเป็นระยะทาง 6 เมตร ในการทดลองนี้กำหนดให้ปั่น 50 รอบต่อนาที จึงเป็นระยะทาง 300 เมตร ต่อนาที
2. เครื่องไขจังหวะ (Metronome) ตั้งจังหวะความเร็ว 50 รอบ ต่อนาที
3. หูฟัง (Stethoscope)

วิธีการทดลอง

ให้ผู้รับการทดลองซึ่งจักรยานฝึกถอยเป็น เวลา 6 นาที ที่อัตราความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

ขั้นที่ 1 ถักถอยความถี่ของสายพานโดยใช้น้ำหนักตัวของผู้รับการทดลองเป็น สิ่งกำหนด (ประมาณ 1.5 วัตต์ ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม) ตัวอย่างเช่น ผู้รับการทดลองหนัก 60 กิโลกรัม จะถักความถี่ของสายพานที่ 90 วัตต์ (60×1.5) แต่ในสเกลแมงระกิมถักของสายพาน มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ (25 วัตต์ เท่ากับ 0.5 กิโลวัตต์) โดยแบ่งเป็นสเกล ดังนี้ 0 ถึง 0.5, 0.5 ถึง 1, 1 ถึง 1.5 เพิ่มขึ้นละ 0.5 ทุก ๆ ขั้น จนถึง 7 กิโลวัตต์ จากถักความถี่ถักถอยที่ 90 วัตต์ จะเท่ากับ 1.8 กิโลวัตต์ ($\frac{0.5 \times 90}{25}$) ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงถักถอยความถี่ของสายพานของตัวบ่งชี้ที่ 2 กิโลวัตต์ หลังจากถักถอยความถี่ของสายพานโดยประมาณแล้ว ให้ผู้รับการทดลองซึ่งจักรยานที่อัตราความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที ในขั้นแรกเป็นเวลา 2 นาที วัดอัตราการเต้นหัวใจ เมื่อเหลือเวลาอีก 15 วินาที ก่อนที่จะถึงเวลา 2 นาที โดยการวัดเวลาการเต้นหัวใจครบ 30 ครั้ง เวลาเวลาที่ได้นำไปแปลงกลับเป็นอัตราการเต้นหัวใจต่อหนึ่งนาที นั่นก็คืออัตราการเต้นหัวใจในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 2 หลังจากการถักถอยจักรยานเป็นเวลา 2 นาที ในขั้นที่ 1 ให้เพิ่มความถี่ของสายพานอีก 0.5 กิโลวัตต์ แล้วให้ผู้รับการทดลองถักถอยจักรยานต่อไปด้วยความเร็วรอบเท่าเดิม วัดอัตราการเต้นหัวใจเหมือนขั้นที่ 1 นั่นก็คืออัตราการเต้นหัวใจในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 3 ดำเนินการเหมือนขั้นที่ 2 แต่เพิ่มความถี่ของสายพานอีก 0.5 กิโลวัตต์ วัดและบันทึกอัตราการเต้นหัวใจ

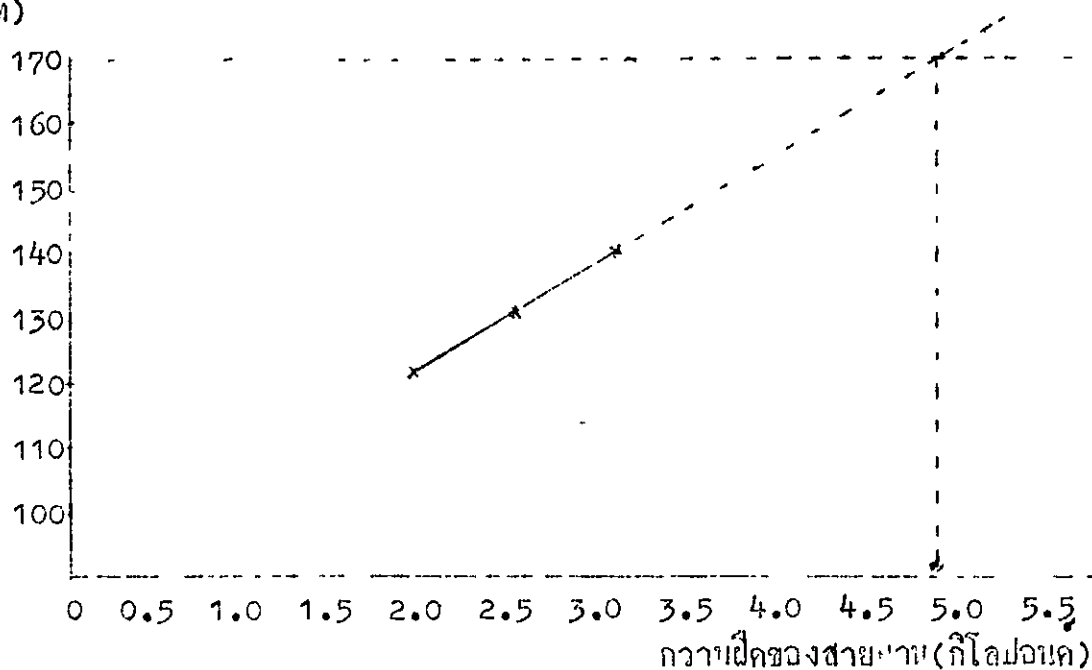
นำอัตราการเต้นหัวใจทั้ง 3 ขั้นไปเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตรงระหว่างอัตราการเต้นหัวใจ และถักถอยความถี่ของสายพานขณะที่อัตราการเต้นหัวใจเท่ากับ 170 ครั้งต่อนาที

ตัวอย่าง

ผลการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจ ของผู้รับการทดลองที่น้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม

- ขั้นที่ 1 ระดับงาน 2.0 กิโลปอนด์ อัตราการเต้นหัวใจเท่ากับ 120 ครั้งต่อนาที
 ขั้นที่ 2 ระดับงาน 2.5 กิโลปอนด์ อัตราการเต้นหัวใจเท่ากับ 128 ครั้งต่อนาที
 ขั้นที่ 3 ระดับงาน 3.0 กิโลปอนด์ อัตราการเต้นหัวใจเท่ากับ 138 ครั้งต่อนาที

อัตราการเต้นหัวใจ (ครั้งต่อนาที)



เพราะฉะนั้นระดับงาน (ความหนักของสายพาน) เพื่ออัตราการเต้นหัวใจเท่ากับ 170 ครั้งต่อนาที มีค่าเท่ากับ 4.75 กิโลปอนด์

2. การหาปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือด

อุปกรณ์

1. Centrifuge - 3,000 rpm.
2. Spectrophotometer - cuvette 1 ml.
3. Centrifuge tube - 5 ml.
4. Small test tube.
5. Pipette 0.05 ml, 0.1ml, 5 ml.
6. Disposable Syryn x 5 ซี.ซี. No 22.1u

วิธีการ

1. การเตรียม Reagent Solution

- ละลาย Coenzyme NAD ด้วยน้ำยา Berffer 5 ml.
- เก็บไว้ได้ 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ +15 ถึง +25°C
- เก็บไว้ได้ 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ + 4°C

2. การเตรียมตัวอย่างเลือด

เจาะเลือดจากเส้นเลือดดำที่แขน ประมาณ 2 ซี.ซี. เก็บสารกันเลือดแข็ง Fluoride/EDTA 2 หยด แล้วนำเลือดไปปั่น (Centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 rpm. (ต้องทำภายใน 2 ชั่วโมงหลังการเจาะเลือด) หลังจากนั้นดูดเอาพลาสมา (plasma) ออก พลาสมาที่ได้สามารถเก็บไว้ได้ 3 วัน ที่อุณหภูมิ 15 ถึง + 25°C และ 6 วัน ที่อุณหภูมิ + 4°C

3. การวิเคราะห์

3.1 เก็บพลาสมา 0.1 ml. ใน Reagent Solution (ขวดที่ 1)

ผสมให้เข้ากันดี ที่ใดจะเป็น Sample Blank

3.2 ใช้ pipette 5ml ทด Solution ที่ผสมแล้วลงใน

test tube , เล็ก 2.5 ml.

3.3 เติมน้ำ Suspension 3 0.05 ml ลงใน test tube เล็ก ที่ได้เป็น Sample (A_s)

3.4 เติมน้ำกลั่น (redist. water) 0.05 ml ลงในขวด Solution (ขวดที่ 1) เพื่อให้ได้สมมูลที่ได้จะเป็น Sample Blank (A_{SB})

3.5 เขี่ยผสมแล้วให้ทิ้งไว้ประมาณ 10 - 15 นาที แล้วนำไปอ่านค่าการดูดกลืน ของ A_{SB} และ A_s ทันที โดยใช้ wavelength Hg 365 nm.

4. การคำนวณ

$$\text{จาก } A_s - A_{SB} = \Delta A$$

Wavelength : Concentration	Hg 365 nm	340 nm	Hg 334 nm
mg/100ml	137.9 ΔA	147.3 x ΔA	150.1 x ΔA
mmol/l	15.3 x ΔA	16.3 x ΔA	16.7 x ΔA

ทั้งหมดทำให้ห้องปรับอากาศ 20 - 25°C

หมายเหตุ

ถ้าหาได้เกิน 160 mg/100ml (17.8 mmol/l) โดยการอ่านค่าที่ Wavelength 365 nm, Hg 334 nm หรือ 175 mg/100 ml. (19.4 mmol/l) โดยการอ่านค่าที่ Wavelength 340 nm, Hg 334 nm. ให้เจือจาง มา 0.1 ml ด้วยน้ำกลั่น 0.5 ml แล้ว ทำการวิเคราะห์ใหม่ ผลที่ได้คูณด้วย 6