

613.7

ศ 463 D

๓ 3

อัตราที่พจรและปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดในช่วงการฟื้นตัวโดยวิธีที่ก่เฉย ๆ
กับพักแบบไม่หยุดนิ่ง

ปริญญาโท

ของ

ศิริพร ทองศิริ

เป็นนางสาวศิริพรทองศิริ
และศิริพร ทองศิริ สตรีชั้นตรีชั้นโทชั้นตรี

๓ ๓ ๒๕๓๕

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม 2530

ลิขสิทธิ์ เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178573

อัตราจีพจรและปริมาณแลคเตทในเลือดในช่วงการฟื้นตัวโดยวิธีปักเฉย ๆ
กับปักแบบไม่หยุดนิ่ง

บทคัดย่อ
ของ
ศิริพร ทองศิริ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กุมภาพันธ์ 2530

การศึกษาค้างนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาของการฟื้นตัวและปริมาณ แลคเตทในเลือดภายหลังจากออกกำลังกาย เมื่อฟื้นตัวโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ และการพักแบบ ไม่หยุดนิ่งด้วยการถีบจักรยานเบา ๆ และการกัม-เงย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักศึกษาชายปีที่ 1 ของวิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดยะลา ปีการศึกษา 2529 จำนวน 20 คน ซึ่งสุ่มมาอย่างง่าย

กลุ่มตัวอย่างได้รับการทดลองโดยการถีบจักรยานออกกำลังกายตามโปรแกรมและหยุดพัก ตามวิธีการที่กำหนด พร้อมกับจับชีพจรเพื่อหาระยะเวลาของการฟื้นตัว และตรวจตัวอย่าง เลือด เพื่อหาปริมาณแลคเตทในเลือดในช่วงการฟื้นตัวดังกล่าว

หลังจากได้กระทำข้อมูลตามเชิงสถิติแล้ว ปรากฏผลดังต่อไปนี้

1. ระยะเวลาของการฟื้นตัวของทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01
2. ระยะเวลาของการฟื้นตัวโดยวิธีการถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีการกัม-เงย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ระยะเวลาของการฟื้นตัวโดยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีนั่งพักเฉย ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ระยะเวลาของการฟื้นตัวโดยวิธีการกัม-เงย และวิธีนั่งเฉย ๆ แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ระยะเวลาของการฟื้นตัวโดยวิธีการถีบจักรยานเบา ๆ น้อยที่สุด วิธีการ กัม-เงย รองลงมา และวิธีนั่งพักเฉย ๆ มากที่สุด
6. ปริมาณของแลคเตทในเลือดของการฟื้นตัวทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

THE PULSE RATE AND BLOOD LACTATE DURING THE RECOVERY
PERIOD BY PASSIVE AND ACTIVE RESTING

AN ABSTRACT

BY

SIRIPORN TONGSIRI

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

March 1987

The purpose of this study was to compare recovery periods and blood lactate levels after exercise by passive and active resting for recovery.

The passive resting method was passive sitting; and the active resting methods were slow ergometry cycling and toe - touching.

Twenty subjects were randomly sampled from the first year male students of the College of Physical Education, Yale Campus. They were treated by bicycle ergometry riding for exercise. They were also treated for recovery after the exercise by methods of passive sitting, slow ergometry cycling and toe - touching. During recovery periods, their pulse rates and blood lactate levels were secured.

After the data were statistically treated, it was found that :

1. The recovery period of those three recovery methods were significantly different, at the .01 level.

2. The recovery periods of slow ergometry cycling and toe - touching methods were significantly different, at the .01 level.

3. The recovery periods of slow ergometry cycling and passive sitting methods were significantly different, at the .01 level.

4. The recovery periods of toe - touching and passive sitting methods were significantly different, at the .01 level.

5. The recovery periods of the slow ergometry cycling method was the shortest, while that of the toe - touching method was longer, and that of the passive sitting method was the longest.

6. The blood lactate levels of the three methods of recovery were not significantly different, at the .05 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้


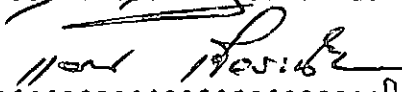
กรรมการที่ปรึกษา


.....ประธาน


.....กรรมการ

คณะกรรมการสอบ


.....ประธาน


.....กรรมการ

.....กรรมการ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
ข้อตกลงเบื้องต้น	4
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
เอกสารภายในและต่างประเทศ	6
บทบาทของกรดแลคติกในการออกกำลัง	8
การกระจายและการสลายตัวของกรดแลคติก	9
งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง ..	21
สมมติฐานในการวิจัย	24
3 วิธีดำเนินการ	25
กลุ่มตัวอย่าง	25
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	25
วิธีดำเนินการทดลอง	27
การเก็บรวบรวมข้อมูล	30
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	31
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	32

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	34
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	34
5 สรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ	44
ความมุ่งหมายในการศึกษา	44
กลุ่มตัวอย่าง	44
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	44
การวิเคราะห์ข้อมูล	46
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	46
อภิปรายผล	47
ขอเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	51
ภาคผนวก	56

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวซ้ำ	33
2 แสดงผลของค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะพื้นที่ ของผู้เข้ารับการทดลอง หลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพัก เฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย	35
3 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระยะพื้นที่หลังจาก ออกกำลังกาย โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย	37
4 การทดสอบความแตกต่าง เป็นรายคู่ของระยะเวลาในการพื้นที่ หลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย	38
5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณแลคเตทในเลือด ขณะพื้นที่หลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยาน เบา ๆ และวิธีก้ม-เงย	39
6 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแลคเตทในเลือด ขณะพื้นที่หลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยาน เบา ๆ และวิธีก้ม-เงย	41

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงการเปรียบเทียบกราฟค่าเฉลี่ยของระยะเวลาฟื้นตัวของผู้ป่วยรับการทดลอง หลังจากออกกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย	36
2 แสดงการเปรียบเทียบกราฟค่าเฉลี่ยของปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีก้ม-เงย และวิธีถีบจักรยานเบา ๆ	40
3 เปรียบเทียบกราฟระยะเวลาในการฟื้นตัวหลังจากออกกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงยของผู้เข้ารับการทดลอง 20 คน	42
4 เปรียบเทียบกราฟแสดงปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงยของผู้เข้ารับการทดลอง 20 คน	43

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ มีผลทำให้ระบบการหายใจดีขึ้น กล่าวคือ จะทำให้ปอดมีความจุสูง อัตราการหายใจต่ำ การหายใจแต่ละครั้งสามารถรับออกซิเจนไปเลี้ยงร่างกายได้มากกว่า (วรศักดิ์ เพียรชอบ 2519 : 14) ในขณะที่ร่างกายออกกำลังกายนั้น ร่างกายต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น และขณะเดียวกันก็ต้องพยายามขับคาร์บอนไดออกไซด์ออกมากขึ้น ทำให้ถุงลมในปอดขยายและยืดตัวเพื่อรับอากาศได้มากกว่าปกติ และการออกกำลังกายยังเป็นผลให้กล้ามเนื้อของระบบการหายใจแข็งแรง มีกำลังมากขึ้น อัตราการบีบตัวของหัวใจช้าลงและสามารถสูดอากาศได้ลึกและแรง (จรววยพร ธรณินทร์ 2519 : 219)

อุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่งในการออกกำลังกายก็คือ ความเหนื่อยของกล้ามเนื้อ ซึ่งนักสรีรวิทยายกยอว่าอะไรที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดความเหน็ดเหนื่อยของกล้ามเนื้อขึ้น และได้พบว่า สาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งที่เชื่อว่าเป็นสาเหตุของความล้าของกล้ามเนื้อคือการเกิดกรดแลคติกขึ้นในกล้ามเนื้อ (เกรียงศักดิ์ นกกระจิบ 2523 : 1)

จากรายงานของ จรววยพร ธรณินทร์ (จรววยพร ธรณินทร์ 2521 : 236) ซึ่งได้อธิบายว่า ความเหน็ดเหนื่อยเกิดขึ้นได้เพราะมีของเสียและกรดแลคติกคั่งค้างอยู่ในกล้ามเนื้อในการออกกำลังกายที่ใช้พลังงานมาก ๆ หัวใจจะสูบฉีดโลหิตอย่างมาก และต้องนำออกซิเจนไปใช้อย่างเพียงพอ ถ้าหากไม่เพียงพอแล้วจะมีการสะสมกรดแลคติกเมื่อร่างกายเหนื่อยจะไม่เกิดประสิทธิภาพในการทำงานและการที่จะให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติได้เร็ว เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานต่อไปนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง คือ ปริมาณงานที่ทำ ระยะเวลาที่ออกกำลังกาย สมรรถภาพทางร่างกาย ของบุคคลแต่ละคน กล่าวคือ คนที่มีสมรรถภาพทางกายดี ร่างกายมีความแข็งแรงสมบูรณ์ อัตราการบีบตัวของหัวใจจะกลับคืนสู่ระยะปกติในเวลาอันสั้น แต่ถาการออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลานาน เช่น

การออกกำลังกายจนกระทั่งหมดแรง เหนื่อยเต็มที่ ร่างกายจะฟื้นตัวช้า ings อาจจะต้องใช้เวลา 1 - 2 ชั่วโมง จึงจะฟื้นตัวได้เป็นปกติ ดังนั้นการช่วยให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติอย่างรวดเร็ว จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในกีฬาที่ีเวลาพักสั้น ๆ

สำหรับผู้วิจัยเองมีความคิดว่าการแข่งขันกีฬานั้น ถ้านักกีฬาคงในรูปร่างกายสามารถคืนสู่สภาพปกติอย่างรวดเร็ว ก็ย่อมได้เปรียบในการแข่งขันเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ก็เพราะว่าในการแข่งขันกีฬาบางประเภทที่มีระยะเวลาพัก เช่น มวย ุตะบอล บาสเกตบอล เป็นต้น จำเป็นที่จะต้องทำให้ร่างกายฟื้นตัวไวในช่วงพัก เพื่อให้ร่างกายพร้อมที่จะเข้าร่วมแข่งขันต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ การให้ร่างกายฟื้นตัวอย่างรวดเร็ว สามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การนั่งพักเฉย ๆ การให้ความเย็นแก่ร่างกาย ทั้งแบบเปียกและแบบแห้ง และการให้ออกกำลังกายขนาดเบา หลังจากออกกำลังกายแล้ว เป็นต้น ซึ่งวิธีการต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยทำให้ร่างกายฟื้นตัวเร็วขึ้น เนื่องจากการออกกำลังกายทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น และมีการสะสมกรดแลคติกมากขึ้น และร่างกายจะพยายามปรับตัวโดยการระบายความร้อนออกทางผิวหนัง และท่อเหงื่อ โดยระบบวาโซมอเตอร์ (Vasomotor) ในร่างกายมนุษย์นั้น ระบบต่าง ๆ ของร่างกายจะถูกควบคุมอุณหภูมิส่วนใหญ่โดยอาศัยการปรับตัวของระบบไหลเวียนของโลหิตและการหลั่งเหงื่อ การควบคุม เป็นไปตามลักษณะไม่มีปฏิกิริยาแรง (Passive) จะทำงานโดยการนำ การพา การแผ่รังสี และการระเหยของความร้อนในร่างกาย (จรรยาพร ชรินทร์ 2521 : 87) ระบบการไหลเวียนของโลหิตจะมีการปรับตัวให้เหมาะสม คือ เมื่อเกิดความร้อนขึ้นจะเกิดความกดดัน ระบบการไหลเวียนโลหิตจะถูกกดดันไปด้วย ในขณะที่ออกกำลังกายเมื่อใกล้จะหมดแรง อัตราการบีบตัวของหัวใจจะสูงขึ้น เมื่อมีการเป่าลมให้ผิวหนังเย็นลง อัตราการบีบตัวของหัวใจจะลดลง ทำให้ร่างกายสามารถทำงานต่อไปได้อีก (จรรยาพร ชรินทร์ 2521 : 92) การให้ความเย็นแก่ผิวหนังเพื่อช่วยให้ร่างกายฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายนั้น สามารถทำได้หลายวิธี การใช้ผ้าเย็นเช็ดตามบริเวณผิวหนังทั่ว ๆ ไปของร่างกายก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมทำกัน การออกกำลังกายขนาดเบาในขณะที่หยุดออกกำลังกายก็เป็นอีกวิธีหนึ่ง เพราะช่วยให้กล้ามเนื้อเกร็งงอไหว มีการคลายกล้ามเนื้อต่าง ๆ รวมทั้งกระบังลมด้วย ทำให้ร่างกายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นผู้ที่คลุกคลีอยู่ในวงการพลศึกษา เป็นผู้ให้ความรู้ทางด้านพลศึกษา แก่เยาวชนทั้งทางค่านิยมและการปฏิบัติ พร้อมทั้งจัดการแข่งขันกีฬามือสมัคร ๆ จึงมีความ เห็นว่าในการแข่งขันกีฬาบางประเภทนั้น ปีเวลาพักสั้นมาก จึงจำเป็นต้องหาวิธีการให้นักกีฬา ใ้พักผ่อน เพื่อให้เล่นกีฬาต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฉะนั้นวิธีการในตัวของนักกีฬาที่ใช้เวลาสั้นแต่ได้ผลดี ย่อมจะให้เกิดประโยชน์แก่นักกีฬาที่มีช่วงพักสั้นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมองเห็นคุณค่าของการช่วยย้ ำร่างกายฟื้นตัว หลังการออกกำลังกายหรือขณะหยุดพักระหว่างการแข่งขันที่ช่วงระยะพักสั้น เพื่อใ้ร่างกายหายจากความเมื่อยล้าและพร้อมที่จะออกกำลังกายต่อไปได้อีก จึงต้องการ เปรียบเทียบอัตราชีพจรและปริมาณของแลคเตทในเลือดในระยะฟื้นตัวโดยการพักเฉย ๆ กับ การฟื้นตัวโดยไมหยุดนิ่ง เพื่อกันหาผลของทั้งสองวิธีเพื่อจะได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อ นักกีฬาที่มีช่วงระยะเวลาพักระหว่างแข่งขันสั้น ๆ เช่น บาสเกตบอล วอลเลย์บอล และ มวยสากล เป็นต้น ผลการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคิดว่าคงมีประโยชน์ต่อวงการกีฬาเป็นอย่างมาก ที่เกี่ยวข้อง

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อทราบอัตราชีพจรและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวระหว่าง วิธีพักเฉย ๆ กับวิธีพักแบบไมหยุดนิ่ง
2. เพื่อ เปรียบเทียบอัตราชีพจรและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัว ระหว่างวิธีพักเฉย ๆ กับวิธีพักแบบไมหยุดนิ่ง

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลของการวิจัยจะเป็นแนวทางที่จะเลือกวิธีที่เหมาะสมในการทำให้ร่างกาย ฟื้นตัวได้โดยเร็วเพื่อการแข่งขันกีฬาหรือออกกำลังกายได้ดีที่สุดระหว่างวิธีฟื้นตัวโดยการพัก เฉย ๆ กับวิธีฟื้นตัวโดยไมหยุดนิ่ง ด้วยวิธีทำการกัมเมงและด้วยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ

2. งานวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการวิจัยเกี่ยวกับผลแทนในเลือดและการออกกำลังกายต่อไป
3. ผลการวิจัยครั้งนี้จะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาวงการเลกกีนาและวิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นอย่างมาก

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาชายของวิทยาลัยเลกกีนา จังหวัดยะลา ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling)
2. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 2.1 ตัวแปรต้น คือวิธีการปั่นตัวโดยเทกเฉย ๆ กับวิธีปั่นตัวโดยไม่หยุดนิ่ง
 - 2.2 ตัวแปรตาม
 - 2.2.1 อัตราชีพจรระยะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย
 - 2.2.2 ปริมาณของแลคเตทในเลือดระยะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การศึกษาครั้งนี้ไม่มีการควบคุมตัวแปรในเรื่องปริมาณอาหาร อารมณ์ การพักผ่อน ของผู้เข้ารับการทดลอง แต่ปล่อยให้ปฏิบัติตัวตามปกติ
2. การทดลองแต่ละครั้งเริ่มกระหาหลังผู้เข้ารับการทดลองรับประทานอาหารมาแล้วอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
3. สภาพความถึงเครียดทางค่านจิตใจของผู้เข้ารับการทดลอง เนื่องมาจากความกลัวต่อการเจาะเก็บเลือดตัวอย่าง อาจเป็นผลต่อการทดลองได้

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. แลคเตทในเลือด (Blood Lactate) หมายถึง สารของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นในบริเวณเซลล์ของกล้ามเนื้อจากขบวนการกลัยโคไลซิส เมื่อมีการออกกำลังกาย และสารนี้จะแพร่เข้าสู่กระแสเลือดจนมีระดับความเข้มข้นเท่า ๆ กันในกล้ามเนื้อ
2. PWC_{170} หมายถึง สมรรถภาพของร่างกายที่ทำงานใ้อัตราการบีบตัวของหัวใจเท่ากับ 170 ครั้งต่อนาที (PWC เท่ากับ Physical Working Capacity)
3. ระยะเวลาที่เกือบสูงสุด (Submaximal work) หมายถึง การทำงานในช่วงเวลาและน้ำหนักที่ท่าในขณะที่พจรของผู้ทำงานประมาณ 170 ครั้งต่อนาที
4. แลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัว หมายถึง ปริมาณแลคเตทที่วิเคราะห์ได้ในช่วงการฟื้นตัวในนาทีที่ 10
5. สภาพการฟื้นตัว หมายถึง สภาพร่างกายที่กลับคืนสู่สภาวะปกติหลังจากออกกำลังกาย โดยเปรียบเทียบอัตราชีพจรหลังจากออกกำลังกายกับอัตราชีพจรขณะพัก โดยให้ค่าคลาดเคลื่อนของอัตราชีพจรไว้ ± 5 ครั้งต่อนาที
6. การฟื้นตัวโดยพักเฉย ๆ หมายถึง การนั่งบนม้านั่งเอาสี่งก้นโดยไม่ทำกิจกรรมใด ๆ
7. อัตราชีพจรปกติ หมายถึง อัตราชีพจรของผู้ถูกทดลองปกติ คิดเป็นจำนวนครั้งใน 1 นาที ซึ่งวัดโดยให้นั่งพัก 10 นาที แล้วนับครบ 1 นาที และทำซ้ำสองครั้ง
8. อัตราชีพจรระยะฟื้นตัว หมายถึง อัตราชีพจรที่วัดทันทีหลังจากหยุดออกกำลังกาย โดยนับจำนวนครั้งของชีพจรใน 15 วินาทีของนาที จนกระทั่งร่างกายกลับคืนสู่สภาพปกติ
9. การฟื้นตัวโดยไม่หยุดนิ่ง หมายถึง การฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธี 2 แบบ
 - 9.1 การฟื้นตัวโดยวิธีการก้ม-เงย 3, 5 และ 8 ครั้ง สลับกับการพัก 5 วินาทีต่อครั้ง แล้วนั่งพักต่อเนื่องกัน
 - 9.2 การฟื้นตัวโดยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ หลังจากออกกำลังกายต่อเนื่องกันเป็นเวลา 40 วินาที โดยกำหนดอัตราการความเร็ว 30 รอบต่อนาที และปราศจากน้ำหนักก่วงจากสายพาน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาพบว่าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ทั้งของ
ต่างประเทศและภายในประเทศไทยพอสรุปได้ดังนี้

เอกสารภายในและต่างประเทศ

ได้มีผู้ทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับอัตราการเจ็บและการเกิดโรคในขณะขึ้นตัว
หลังจากออกกำลังกาย ได้สรุปผลไว้ดังต่อไปนี้

การออกกำลังกายทำให้กล้ามเนื้อหัวใจมีขนาดโตขึ้น (อวย เกตุสิงห์ 2513 : 4)
ในบุคคลปกตินั้น หัวใจจะบีบตัวประมาณ 70 - 80 ครั้งต่อนาที แต่สำหรับผู้ที่ยอดอก เล็งกาย
ประจำ หัวใจจะบีบตัวประมาณ 50 - 60 ครั้งต่อนาที โดยสามารถสูดน้ำโลหิตไปเลี้ยง
ร่างกายได้ในปริมาณที่เท่ากัน (กระทรวงศึกษาธิการ 2524 : 263) ซึ่งในทางสรีรวิทยา
ของการออกกำลังกายถือว่าปริมาณของการสูดน้ำโลหิตของหัวใจและอัตราการบีบตัวของ
หัวใจเป็นเครื่องบอกผลของการออกกำลังกายและความสมบูรณ์ของร่างกายได้ (Turner.
1967 : 230 - 231)

ในระหว่างการออกกำลังกาย ความดันโลหิตแดงในระยะหัวใจบีบ (Systolic
Arterial Pressure) จะเพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้โลหิตไหลเวียนไปสู่หัวใจ สมอง และ
กล้ามเนื้อได้อย่างรวดเร็ว หัวใจคนปกติจะสูดน้ำโลหิต 4.5 ลิตรต่อนาที แต่ในระหว่างการ
ออกกำลังกายจะเพิ่มเป็น 20 ลิตรต่อนาที ในคนทั่วไป และอาจถึง 40 ลิตรต่อนาที ใน
นักกีฬาที่ได้รับการฝึกเป็นอย่างดี (ประทุม ม่วงมี 2527 : 159)

การออกกำลังกายยังบีบผลต่อระบบการหายใจ เพราะระหว่างออกกำลังกายนั้น
ร่างกายมีการเผาผลาญมากขึ้น ทำให้ต้องการออกซิเจนมากขึ้นตามลำดับ สาเหตุนี้เอง
ความถี่ของการหายใจก็จะเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มการระบายอากาศในถุงลมปอดให้มากที่สุด

ความถี่ของการหายใจค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในระยะเริ่มออกกำลังกาย และจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อร่างกายออกกำลังหนักขึ้น ปกติเราจะหายใจเอาอากาศเข้าปอด 8 - 9 ลิตรต่อนาที แต่ระหว่างการออกกำลังกายจะเพิ่มเป็น 50 - 100 ลิตรต่อนาที ความถี่ของการหายใจจะเข้าสู่ระยะคงที่หลังจากการออกกำลังกายประมาณ 2 - 5 นาที (Bucher. 1968 : 180)

ในการออกกำลังกาย ซึ่งเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อนั้นคือ การเปลี่ยนพลังงานทางเคมีที่ได้จากอาหารให้เป็นพลังงานกล ซึ่งเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ พลังงานอาจได้มาจากปฏิกิริยาทางเคมีที่มีต้นตอมาจากอาหาร ซึ่งเป็นสารเคมี นอกจากนั้นกล้ามเนื้อในร่างกายยังสามารถทำงานได้ทั้งชนิดใช้ออกซิเจน (Aerobic) และชนิดไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic)

ชูคิกี้ เวชแพทย์ (ชูคิกี้ เวชแพทย์ 2519 : อัครสำเนา) อธิบายว่า พลังงานที่ใช้ในการทำงานได้จากอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ต้องการสารเคมีหลายอย่าง เพื่อเป็นพาหะของพลังงานภายในเซลล์ เพื่อให้คาร์โบไฮเดรตหรือไขมันเปลี่ยนไปสู่จุดที่สามารถมีปฏิกิริยาในทางชีววิทยาได้ อดีโนซีนไตรฟอสเฟต (Adenosine Triphosphate) หรือ เอทีพี (ATP) เป็นสารที่สำคัญในการแลกเปลี่ยนพลังงาน นอกจากนี้ก็มี ครีเอทีน ฟอสเฟต (Creatine Phosphate) หรือ ซีพี (CP) ทั้งเอทีพี และซีพีจะเป็นฟอสเฟตที่ให้พลังงานสูง จะพบได้ในเซลล์ทั่ว ๆ ไป แต่จะพบมากในเซลล์ของกล้ามเนื้อ ซึ่งการแตกตัวของเอทีพีในกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดพลังงานขึ้นอย่างรวดเร็ว

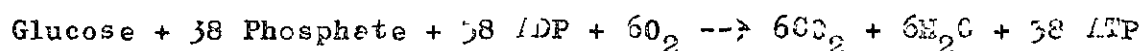
ขบวนการผลิต เอทีพี เพื่อใช้เป็นพลังงานของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้ 2 ทาง คือ

1. ขบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) หรือ กลัยโคไลซิส (Glycolysis) เกิดขึ้นโดยการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตภายในเซลล์ของกล้ามเนื้อเพื่อขาดออกซิเจน ขบวนการนี้จะทำได้ เอทีพี มาได้อย่างรวดเร็ว ดังสมการ



จะเห็นได้ว่า กลูโคส (Glucose) 1 โมเลกุล จะได้ เอทีพี 2 ตัว และผลมันบจ่ายของ
ขบวนการนี้ คือ กรดแลคติก (Lactic acid) ซึ่งเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อ และจะแพร่เข้าสู่
กระแสเลือด ฉะนั้นความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด (Blood Lactate) ที่เกิด
จึงเป็นเครื่องชี้ว่าร่างกายใช้ขบวนการการสร้างพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน เป็นพลังงานใน
การออกกำลังกาย

2. โดยขบวนการที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic) เมื่อดำเนินไปทำให้เกิดพลังงาน
การสร้าง เอทีพี โดยขบวนการหายใจ เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา 2 ชนิด คือ จากห่วงโซ่ของ
การหายใจ (Respiratory Chain) และวัฏจักรของเครบส์ (Krebs Cycle)
ทั้ง 2 ปฏิกิริยาจะทำให้เกิด เอทีพี มากกว่าขบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจนถึง 19 เท่า จาก
อาหารชนิดเดียวกัน คือ กลูโคส (Glucoses) หรือกลัยโคเจน (Glycogen) ดังสมการ



บทบาทของกรดแลคติกในการออกกำลังกาย

ได้มีผู้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการเกิดกรดแลคติกในขณะพักและออกกำลังกาย พบว่า
ในขณะพักขบวนการไกลคอลลิติก (Glycolytic Process) จะดำเนินไปอย่างช้า ๆ
ระดับของแลคเตทในเลือดและกล้ามเนื้อจะมีอยู่เพียงเล็กน้อยแต่สม่ำเสมอ (Termansen,
1971 : 401 - 407)

บอค และคนอื่น ๆ (Bock and others) พบว่า ในขณะพักระดับกรดแลคติก
สะสมอยู่ในเลือด 10.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Mg %) เอควอร์ดส์ (Edwards) พบว่า
มีอยู่ 9.4 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Mg %) คิล และคนอื่น ๆ (Dill and others)
พบว่า มีอยู่ 12.6 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Mg %) และริซซี (Ricci) พบว่า มีอยู่ 7
ถึง 10.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Mg %) (Ricci. 1976 : 185)

ขณะที่ทำงานที่มีความหนักของงานระดับเบา และปานกลางนั้น เหน็ดงานเกือบทั้งหมด ได้มาจากขบวนการที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Process) โดยได้จากออกซิเจนที่เก็บไว้ในกล้ามเนื้อ ซึ่งอยู่ในรูปของมัยโอโกลบิน (Myoglobin) รวมทั้งเลือดที่อยู่ในกล้ามเนื้อด้วย ซึ่งหมายถึงอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการขนส่งออกซิเจนได้สมดุลกัน ซึ่งเป็นผลให้ไม่มีกรดแลคติก (Lactic Acid) คั่งในร่างกายและความเข้มข้นของแลคติกในเลือดในระยะเริ่มต้นของการออกกำลังกายยังคงมีค่าเท่ากับขณะพัก

เมื่อออกกำลังกายถึงระดับที่หนักขึ้นจะสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อและมีบางส่วนกระจายไปกับเลือดไปสู่ตับ เมื่อหยุดออกกำลังกายและร่างกายได้รับออกซิเจน กรดแลคติกจะเปลี่ยนกลับไปเป็นกรดไพรูวิก (Pyruvic Acid) ซึ่งอาจถูกออกซิไดส์ได้ ร่างกายส่วนที่เหลือถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นไกลโคเจน (Glycogen) และกลูโคส (Glucose) ซึ่งการไหลเวียนของเลือดเหล่านี้ เรียกว่า วงจรคอร์รี (Cori Cycle) (สมศักดิ์ วนิษาชีวะ 2520 : 24)

การออกกำลังกายอย่างหนัก ซึ่งมีการจับออกซิเจนระดับสูงมากกว่า 50 % ของการจับออกซิเจนสูงสุด และกระทำอยู่เป็นเวลานานหลายนาที จะสามารถตรวจพบกรดแลคติกได้ แม้ในเลือดแดงยังมีการออกกำลังกายหนักเท่าใดก็ยิ่งมีกรดแลคติกเกิดมากขึ้นเท่านั้น

การกระจายและการสลายตัวของกรดแลคติก

ส่วนหนึ่งของกรดแลคติกที่สร้างขึ้นและกระจายออกสู่กระแสโลหิต จะถูกควบคุมปริมาณ (Buffer) โดยไบคาร์บอเนตไอออนในโลหิต อย่างไรก็ตามการมีกรดชนิดนี้มากจะทำให้ค่าของ pH ในกระแสโลหิตตกลง (pH ของโลหิตอาจลดลงถึง 7.0 หรือในบางรายอาจถึง 6.8) นั่นคือก่อให้เกิดสภาวะแห่งความเป็นกรดในโลหิตมากขึ้น ดังนั้นการออกกำลังกายหนักจึงเป็นผลให้เกิดภาวะที่เรียกว่า Hyperpernia และผลสุดท้ายก็ Dyspnea (ภาวะที่หายใจถี่และลึก) ดังนั้นเราอาจสรุปได้ในตอนนี้ว่า เครื่องกระตุ้นอย่างหนึ่งที่ทำให้เราหายใจหนักมากหลังจากออกกำลังกายหนัก คือ ภาวะของความมีกรดสูงในโลหิต

ในระยะ 2 - 3 นาที ของการออกกำลังกายหนักนั้น กรดแลคติกอาจถูกผลิตขึ้นมาถึง 100 mg หรืออาจมากกว่าในผู้ที่มีการออกกำลังกายหนัก กรดแลคติกถูกกระจายโดยเส้นเลือดของเหลวอื่น ๆ ของร่างกายในขณะที่เกือบกรดแลคติกส่วนใหญ่ (ประมาณ 85 %) จะถูกเปลี่ยนแปลงโดยตับให้กลายเป็นไกลโคเจน (โดยที่ไตอาจช่วยค้นหาเอาที่เปลี่ยนแปลงสิ่งดังกล่าวด้วย) และกลูโคสโคอีก โดยผ่านวัฏจักรที่เรียกว่า Cori หรือ Lactic Acid Cycle เหตุที่ตับและไตต้องมาเกี่ยวข้องในกระบวนการ Gluconeogenesis (การสังเคราะห์ไกลโคเจนจากแหล่งที่ไม่ใช่กลูโคส ซึ่งอาจสังเคราะห์ได้จากกรดแลคติก ไขมัน หรือโปรตีน) ก็เพราะกระบวนการ Gluconeogenesis ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในกล้ามเนื้อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ดังนั้นตับและไตจึงต้องทำหน้าที่นี้แทน นอกจากตับและไตจะทำหน้าที่ลดกรดแลคติกด้วยวิธีดังกล่าวแล้ว บางส่วนของกรดแลคติกยังถูกใช้โดยกล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อลายทั่ว ๆ ไป ดังนั้นการที่จะพูดอย่างลอย ๆ ว่า กรดแลคติกเป็นกรดที่ไม่มีประโยชน์นั้นเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้องนัก แต่เราควรพูดว่าการที่มีกรดแลคติกในเลือดมากเกินไปจะทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อดำเนินต่อไปไม่ได้เพราะไปยับยั้งการเผาผลาญไกลโคเจนและกรดไขมัน ซึ่งเป็นแหล่งที่ใช้สังเคราะห์ เอทีพี และยังมีฤทธิ์ที่จะไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมต่าง ๆ ในสมอง เช่น ศูนย์ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ศูนย์ควบคุมการหายใจ เป็นต้น (ประทุม บวงมี 2527 : 28)

นอกจากนั้น นิวแมน และคนอื่น ๆ (Newman and others. 1960 : 137) ยังมีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าปริมาณของกรดแลคติกจะลดลงเร็วยิ่งชีพเอนกนักที่ทำการออกกำลังกายเบา ๆ ภายหลังจากการออกกำลังกายหนักไคลน์สูกาง การค้นพบนี้ก็นำเชื่อกันตรงที่ว่า ขณะออกกำลังกายเบา ๆ (ซึ่งร่างกายไม่สร้างกรดแลคติกเพิ่มขึ้น) กระแสโลหิตไหลเวียนเร็วกว่าขณะอยู่เฉย ๆ จึงมีออกซิเจนไปช่วยเผาผลาญกรดแลคติกมากขึ้น นอกจากนั้นยังน่าจะทำให้กรดแลคติกถูกขนส่งไปยังตับ ไต หัวใจ ไก้เร็วขึ้น ทำให้ปริมาณของกรดแลคติกในร่างกายลดลงสู่ปริมาณปกติเร็วขึ้น

อัตราชีพจร (Pulse Rate) ใช้นอกอัตราการบีบตัวของหัวใจ (Heart Rate) ได้เพราะชีพจรเกิดการขยายตัวและหดตัวของหลอดเลือดในอวัยวะเดียวกันกับการขยายตัวและหดตัวของหัวใจ ชีพจรจับได้ตามเส้นโลหิตแดงที่อยู่ตื้น ๆ บริเวณผิวหนัง ใต้เส้นโลหิตแดงที่ข้อมือค่านิ้วหัวแม่มือ (Radial Artery) และเส้นโลหิตแดงที่คออกกวด (Carotid Artery) เป็นต้น (จรรยาพร ธรรมินทร์ 2521 : 134 - 136) อัตราชีพจรของคนปกติจะแตกต่างกันไปตามขนาดของร่างกาย อายุ เพศ เวลา กิจกรรมทางกาย และสภาวะทางจิตใจ แต่โดยปกติแล้ว ชายจะมีอัตราชีพจรอยู่ระหว่าง 60 - 80 ครั้งต่อนาที และหญิงอยู่ระหว่าง 70 - 90 ครั้งต่อนาที หรือโดยเฉลี่ย 72 ครั้งต่อนาที ออสตรานด์ และโรคาคัล (Astrand and Rodahl) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า "หนี้ ออกซิเจน" (Oxygen Debt) คือ การใช้ออกซิเจนในระยะสิ้นสุดสภาวะปกติภายหลังการออกกำลังกาย ซึ่งมีระดับสูงกว่าการใช้ในเวลาปกติ ออกซิเจนนี้ถูกใช้เพื่อออกซิไดส์ กรดแลคติกที่ฝังค้างอยู่ในระหว่างการออกกำลังกาย (ละออ หุตางกูร 2512 : 73) กายเหตุนี้ หนี้ ออกซิเจนนี้จึง เป็นปัจจัยหนึ่งจำกัดความสามารถในการทำงานของร่างกาย

เมื่อเริ่มออกกำลังกาย อัตราชีพจรจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ถ้าเป็นการออกกำลังกายแบบความหนักไม่มากนัก และคงที่สม่ำเสมอในระยะ 1 - 3 นาทีแรก อัตราชีพจรจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น เรียกว่า เป็นระยะปรับตัว และจะคงที่อยู่ที่ค่าความหนักนั้นไปเปลี่ยนแปลงเรียกว่า ระยะคงที่ แต่ถ้าเป็นการออกกำลังกายแบบเก็บความหนักขึ้นเรื่อย ๆ จะไม่มีระยะคงที่ เพราะชีพจรจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามความหนักไปจนถึงระดับที่ชีพจรไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้อีก แม้จะเพิ่มความหนักต่อไป อัตราชีพจรตอนนี้เรียกว่า เป็นอัตราชีพจรสูงสุด เมื่อหยุดการออกกำลังกายชีพจรจะค่อย ๆ ลดลงจนสู่ระยะเริ่ม เรียกว่า ระยะฟื้นตัว (เจริญทัศน์ จินตเสรี 2525 : ไม่มีเลขหน้า)

สำหรับในระยะฟื้นตัว เวลาที่ต้องการสำหรับการคืนสู่สภาวะปกติของอัตราชีพจร ภายหลังการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับความหนักและระยะเวลาในการออกกำลังกาย ตลอดจนสภาพของแต่ละบุคคลด้วย การเพิ่มความหนักของการออกกำลังกาย จะเป็นการเพิ่มเวลา

ในการกลับสู่สภาวะปกติของระยะฟื้นตัว เช่น หลังจากก้าวขึ้นลงน้ำหนักสูง 12 - 20 นิ้ว เป็นเวลาครึ่งนาที ซีฟจรจะกลับสู่สภาวะปกติภายในนาทีเดียว แต่หลังจากการออกกำลังกาย จนหมดแรง วาจไม่กลับสู่สภาวะปกติเป็นเวลาหลายชั่วโมง อีกประการหนึ่งผู้ที่มีสัทธิภาพ ทางกายดี จะทำให้ระยะเวลาของการกลับสู่สภาวะปกติหรือระยะฟื้นตัวสั้นลง (Karpovich and Sinnig. 1971 . 207 - 208)

การสร้างความเร็วในการวิ่ง (Sprint) เป็นปัจจัยสำคัญในกีฬาระยะสั้น และ ระยะกลาง วิธีฝึกต้องเน้นฝึกให้บ่อยครั้ง แวะออกแรงเต็มที่ การฝึกควรให้วิ่งพักหรือ ชว่งเบาปาน ๆ จนกระทั่งร่างกายฟื้นตัวในสภาพปกติ เช่น 2 - 5 นาที แล้วฝึกซ้ำหลายครั้ง (ละอ อุตสาหกรรม 2512 : 73)

สำหรับการฝึกความเร็วซีฟจรจะต้องลดลงจนใกล้เคียงซีฟจรปกติ ก็ลดลงต่ำกว่า 90 ครั้งต่อนาที จึงจะให้ฝึกครั้งต่อไป เช่น จะฝึกความเร็วด้วยการวิ่ง 100 เมตร 5 เที้ยว เมื่อวิ่งเที้ยวที่ 1 ไขแล้ว ก่อนจะวิ่งเที้ยวที่ 2 ซีฟจรจะต้องไม่เกิน 90 ครั้ง ต่อนาที (ละอ อุตสาหกรรม 2512 : 73)

ปาล์มาร์ และ กรีฟฟิท (Palmar and Griffith. 1971 : 17) กล่าวว่า อัตราการบีบตัวของหัวใจเป็นเครื่องวัดที่ใช้ในการทำนายการตอบสนองจากการทดสอบ การออกกำลังกาย จากการศึกษาของ แมค เคอร์ดี (Mc Curdy. 1967 : 100) พบว่า อัตราการบีบตัวของหัวใจเพิ่มขึ้นปานกลาง เมื่อออกกำลังกายประเภทชั่วคราวอดทน เช่นวิ่งระยะทางไกลและเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อออกกำลังกายประเภทกำลัง เช่น พุ่งน้ำหนัก ความเข้าใจเกี่ยวกับออกซิเจนกับการพักที่มีการเคลื่อนไหว หรือไม่ว่าใครก็ตาม ข้อตกลงเบื้องต้นได้กำหนดพื้นฐานโครงสร้างของงานในเวลาพักและความสำคัญของการพัก ไม่ว่าจะ เป็นช่วงของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic) หรือการทำงานทั้งหมดในช่วงสั้น ๆ 5 - 10 วินาที จะเป็นการสะสมกรดแลคติกที่ไม่ใช่ประโยชน์อะไรเลย ดังนั้น การพักผ่อนที่รวดเร็วและความสามารถที่ได้เริ่มทำงานใหม่อีกครั้งโดยปราศจากความ เหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าเป็นสิ่งที่ทุกคนปรารถนา ความลำบากในช่วงของการออกกำลังกาย

แบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ที่ยาวนานก็คือ การกำจัดกรดแลคติกที่สร้างไว้ในโลหิต และกล้ามเนื้อที่ใช้งานในสถานการณ์เช่นนี้การจะใช้ออกซิเจนอีกครั้งหนึ่งก็ค่อนข้างยาก ส่วนประกอบที่มีทั้งเร็วและช้า และต้องใช้เวลานานอย่างมาก ที่ต้องการการที่ตัวอย่างสมบูรณ์ ถ้าเช่นนั้นในกีฬาบาสเกตบอล ฮ็อกกี้ ฟุตบอล เทนนิส แบดมินตัน ก็ต้องปล่อยปัญหานี้ทิ้งไป เพราะว่าผู้เล่นจะต้องมีการเผาผลาญร่างกายในแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ในระดับสูงและไม่สามารถที่จะพักได้เป็นเวลานาน ๆ ระหว่างช่วงเวลาของเวลาออกหรือช่วงพักครึ่งของช่วงเวลาการแข่งขัน ซึ่งก็จะได้พักในช่วงสั้น ๆ เท่านั้น

วิธีการที่จะทำให้การพักผ่อนเป็นไปได้อย่างรวดเร็วจากการออกกำลังกายทั่ว ๆ ไป ทำได้โดยวิธีการใดวิธีการหนึ่งก็คือ ไม่ว่าง (Active) หรือ ว่าง (Passive) (William, Frand and Victor. 1981 : 90)

การฟื้นตัวแบบไม่ว่าง (Active Recovery) นั้น มักเรียกกันบ่อย ๆ ว่า คุ้ลมิ่ง ดาวน์ (Cooling Down) หรือ เทปเปอร์อิงออฟ (Tapering off) คือ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic) ที่เบาที่สุดตามความเชื่อใจ จะคงเป็นการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องกัน เพื่อจะป้องกันไม่ให้เกิดตะคริวและการบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อได้และทำให้ขบวนการในการฟื้นตัวง่ายขึ้น

การฟื้นตัวแบบว่าง (Passive Recovery) ส่วนใดแล้วนั้น จะใช้การนอน เพราะคิดว่าการอยู่เฉย ๆ หรือการพักเฉย ๆ จะเป็นการคงพลังงาน ร่างกายในช่วงพักได้และไม่ต้องใช้ออกซิเจนสำหรับขบวนการฟื้นตัว

การเปลี่ยนแปลงในช่วงฟื้นตัวทั้ง 2 วิธีนี้ มีการใช้ทั้งน้ำเย็นและโดย การบาดเจ็บเฉพาะแห่งของร่างกาย และคิม เครื่องคิมเย็น ๆ วิธีการเหล่านี้จะทำให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติได้เร็วขึ้น เพราะในขณะที่ร่างกายออกกำลัง อุณหภูมิของร่างกายจะสูงขึ้น ร่างกายจะมีการกำจัดความร้อนโดยระบบการไหลเวียนจะทำงานหนักขึ้น หัวใจจะสูบฉีดโลหิตไปที่บริเวณผิวหนังมากขึ้น เพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยอาศัยระบบวาโซมอเตอร์ (Vasomotor) และคอมเพ็งอ (Karpovich. 1966 . 101) และถ้าอุณหภูมิของร่างกายเพิ่มสูงขึ้น ๆ หลังออกกำลังกายหรือขณะพักระหว่างการแข่งขัน

ระบบต่าง ๆ ของร่างกายจะยังคงทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากร่างกายอยู่ ดังนั้นถ้าใช้ความเย็นจะทำให้หลอดเลือดตีบและหดตัว หลังจากนั้นความเย็นจะทำให้หลอดเลือดขยายตัว เป็นเหตุให้อัตราการบีบตัวของหัวใจต่ำลง (Wright, 1971 : 210) เมื่อเลือกนำความร้อนและของเสียไประเหยที่ผิวหนังโดยมีความเย็นช่วยพาความร้อนออกจากร่างกายได้เร็วขึ้น จะทำให้ความเครียดของกล้ามเนื้อทุเลาลง ร่างกายฟื้นตัวกลับคืนสู่สภาพปกติพร้อมที่จะออกกำลังกายหรือแข่งขันได้ในเวลาต่อมา การใช้ความเย็นเพื่อช่วยในร่างกายนั่นที่สะดวกและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปคือ การใช้น้ำเย็นหรือน้ำแข็งระดมร่างกาย

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ. 1937 นิวแมน และคนอื่น ๆ (Newman and others, 1960 : 97) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอัตราการลดของกรดแลคติก (Lactic Acid) ของผู้ถูกทดลอง 3 คน ในขณะฟื้นตัว (Recovery Period) หลังจากการวิ่งบนเทรมิลล์ (Treadmill) จนหมดแรง (Exhausted) เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าเมื่อกรดแลคติกออกจากเนื้อเยื่อและโลหิตก็จะทำให้หายเหนื่อยได้ เขาพบว่าการวิ่งเบา ๆ ในระยะฟื้นตัวนั้น จะทำให้อัตราการลดกรดแลคติกเป็นไปอย่างรวดเร็วที่สุด และดีกว่าการนอนพักธรรมดาด้วย

คาร์ลสัน (Karlson, 1971 : 782) ได้ทำการวิจัยเรื่อง เอทีที, ซีพี และกรดแลคติกของกล้ามเนื้อในการออกกำลังกายแบบก่อนสูงสุดและสูงสุด โภชนา นักศึกษาที่มีสุขภาพแข็งแรง หากค่าของกรดแลคติกในเลือดขณะพักโดยการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วให้ออกกำลังกายโดยการถีบจักรยาน และเจาะเลือดหลังออกกำลังกายจนหมดแรง คือไม่สามารถรักษาค่าความถี่ 60 รอบต่อนาทีได้ พบว่าในขณะที่พักความถี่ของกรดแลคติกมีค่า 1.4 มิลลิโมล และจะไม่เพิ่มขึ้นจนกว่าความหนักของงานจะมากกว่า 50 - 60 % ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด เมื่อเกินขีดนี้ไปแล้วกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมื่อถึงขีดสูงสุดของการออกกำลังกาย ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกจะเป็น 2.3 มิลลิโมล ทั้งในกล้ามเนื้อและในเลือด

ผู้วิจัยคนเดียวกันนี้ ได้ทำการวิจัยเรื่อง การขาดออกซิเจน เอทีที, ซีซี และ กรดแลคติกในกล้ามเนื้อ โดยใช้ผู้เข้าทดลอง 3 คน ให้ออกกำลังกายโดยการถีบจักรยาน แต่ละคนต้องทำการทดสอบ 6 แบบ คือ 3 แบบแรก เป็นการออกกำลังกายจนหมดแรง ในงานหนัก 130 , 100 / และ 90 % ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และใช้เวลา 2 นาที 7 นาที และ 16 นาที ตามลำดับ 3 แบบต่อมา เป็นการออกกำลังกายแบบสลับช่วงพักในแต่ละการทดลองจะหาผลรวมของการจับออกซิเจนและหาการพักขึ้นกล้ามเนื้อ (Muscle Biopsy) หลังจากการออกกำลังกาย พบว่า ช่วงเวลา $2\frac{1}{2}$ นาทีแรก ของการทำงานมีการขาดออกซิเจน 2.6 ลิตร ในความหนักของงานต่ำสุด และ 4.9 ลิตร ในความหนักของงาน สูงสุดของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อของงานต่ำสุดเป็น 8.5 มิลลิโมล และในงานสูงสุดเป็น 16.1 มิลลิโมล

อัตราการสลายแลคเตทจะเร็วขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักของงานถึงขั้นวิกฤต (Critical level) ที่ความหนักของงาน 60 - 70 % ของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคน อัตราเฉลี่ยสูงสุดของการสลายแลคเตทคือ 8 มิลลิกรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ต่อ นาที ระดับของงานเฉลี่ย 63 % ของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคน ซึ่งในขณะพักโดยนิ่งเฉย ๆ แลคเตทจะถูกกำจัดออกไป 1.0 - 1.5 กรัมต่อ นาที และจะถูกกำจัดออกไป 4.0 - 4.5 กรัมต่อ นาที เมื่อให้พักโดยการทำงานเบา ๆ การค้นพบนี้มีประโยชน์อย่างมากต่อการฝึกนักกีฬาจะทำให้เกิดการฝึกที่ปลอดภัยและเก็บได้เร็วขึ้น

คาร์โปวิช (Karpovich. 1966 : 117) ได้กล่าวถึงผลการทดลองของ บรูฮา (Brouha) ในปี ค.ศ. 1960 ที่ได้ศึกษาผลของการทำงานออกกำลังกายที่มีผลต่ออัตราการบีบตัวของหัวใจและปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้หมดไป (Oxygen Consumption) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างชาย 6 คน ให้ออกกำลังกายปานกลาง (Submaximal Work) ในอุณหภูมิปานกลางคือ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยการถีบจักรยานทำงานเป็นเวลา 30 นาที และให้ถีบจักรยานทำงานในปริมาณสูงสุด (Maximum Work) ต่อไปอีก 4 นาที ปรากฏว่าอัตราการบีบตัวของหัวใจกลับคืนสู่สภาพปกติได้ช้ากว่า ออกซิเจนที่หายใจเข้าไป (Oxygen Intake) ถึงแม้ว่าปริมาณการใช้ออกซิเจนในร่างกาย

จะสู่ระดับปกติแล้วก็ตาม อัตราการบีบตัวของหัวใจยังคงสูงกว่าปกติ หลังจากการหยุดออกกำลังแล้ว ปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้ (Oxygen Consumption) กลับคืนสู่สภาวะปกติอย่างรวดเร็ว แต่ในระยะ 1 ชั่วโมง อัตราการบีบตัวของหัวใจยังไม่คืนสู่สภาวะปกติ

ในปี ค.ศ. 1960 แฮร์ริสัน (Harrison. 1960 : 136 - 140) ได้ศึกษาเรื่องผลของการเลือกเทคนิคการฟื้นตัวของนักกีฬาหลังจากการออกกำลังกาย วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ของเทคนิคการฟื้นตัวทั้ง 4 อย่าง ซึ่งได้แก่

1. การยกแขน และขา ขึ้น - ลง ในขณะที่นอนหงาย
2. การเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ ถ้าเป็นนักกรีฑาก็ให้วิ่งช้า ๆ และถ้าเป็นนักว่ายน้ำก็ให้ว่ายน้ำอย่างช้า ๆ

3. การดูภาพยนตร์ที่มีเสียง

4. การนอนพักในท่านอนหงาย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักวิ่ง 2 คน นักว่ายน้ำ 2 คน และอาสาสมัครวิ่งบนเทรคมิลล์ (Treadmill) 2 คน สำหรับวิธีการวิจัยนั้น ได้ผู้ถูกทดลองที่เป็นนักว่ายน้ำว่ายน้ำในระยะทาง 200 หลา จำนวน 32 เที้ยว และได้ผู้ถูกทดลองที่เป็นนักวิ่ง วิ่งในระยะทาง $1\frac{1}{2}$ ไมล์ จำนวน 32 เที้ยว เช่นกัน

ก่อนการทดลอง (ว่ายน้ำและวิ่ง) ผู้ทำการวิจัยจะจับชีพจรผู้ถูกทดลองในขณะที่พัก (Resting Period) และหลังจากนั้นได้ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละอย่าง แล้วจับชีพจรขณะฟื้นตัวพร้อมทั้งจดบันทึกระยะเวลาของการฟื้นตัวแต่ละเที้ยวไว้

ส่วนการทดลองของอาสาสมัคร 2 คน ซึ่งต้องวิ่งบนเทรคมิลล์ ผู้ถูกทดลองจะต้องวิ่งเป็นช่วง ๆ ช่วงละ 5 นาที รวมทั้งสิ้น 32 ช่วง และแต่ละช่วงของเวลาพักจะถูกจับชีพจรและระยะพักนั้นใช้เวลา 10 นาที ในขณะที่เริ่มวิ่งบนเทรคมิลล์นั้น ได้เปิดเพลงจากเครื่องขยายเสียงด้วย ทั้งนี้การใช้เสียงของคนตรีเพื่อเป็นสิ่งช่วยทางด้านจิตวิทยาอย่างหนึ่ง กล่าวคือ สามารถจกสิ่งแวดล้อมให้ดี เป็นต้น

ระยะเวลา 10 นาที ของการพักซึ่งอยู่ในระหว่างการฟื้นตัวของแต่ละเทคนิคนั้น จะบันทึกไว้ทุก ๆ เทคนิคแล้วนำมาหาค่าทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนและสรุปได้ว่า

1. เทคนิคที่ถูกทดลองนอนหงายยกแขน - ขา ไปมามีแนวโน้มดีกว่าเทคนิคอื่น ๆ
2. เทคนิคการวิ่งช้า ๆ พบว่า ไม่ดีไปกว่าเทคนิคการนอนพักในท่านอนหงาย ซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำการควบคุม
3. เทคนิคการดูภาพยนตร์มีเสียงไม่สามารพพิสูจน์ให้ลงเอยได้ แต่คาดว่าจะมีประโยชน์เช่นกัน เทคนิคนี้ควรจะศึกษาให้ละเอียดต่อไปอีกได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของภาพยนตร์ที่จะจัดนำมาฉาย ซึ่งมีหลายประเภทด้วยกัน

เซอร์คี (Sherkey. 1960 : 462) ได้ศึกษาวิธีการนวด การใช้รังสีของความร้อนเพื่อทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายพบว่า การฟื้นตัวโดยใช้การนวดหรือการใช้รังสีของความร้อนจะเกิดผลดีกว่า การพักแบบธรรมดาและยังชี้ให้เห็นอีกว่าการนวดหลังจากการออกกำลังกายมีผลต่อความเป็นกรดและด่างในร่างกาย การคลายของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 Output) ค่าสำรอง ความดันเลือด อัตราชีพจรกัวบ และไตกล่าวต่อไปอีกว่า การที่นักว่ายน้ำพักอยู่ในน้ำหลังจากการว่ายน้ำด้วยความเครียดมาแล้วนั้น อัตราชีพจรจะลดลงเร็วกว่า และการประกอบกิจกรรมเบา ๆ จะมีผลต่อสภาพการคืนสู่ปกติได้ดีกว่า การนั่งพักธรรมดาและกระทำกิจกรรมที่หนัก ๆ

ฟอลล์ และวีเบอร์ส (Fells and Weibers. 1965 : 243 - 250)

ได้ศึกษาถึงผลของสภาวะก่อนออกกำลังกายที่มีต่ออัตราการบีบตัวของหัวใจและการจับออกซิเจนระหว่างการออกกำลังกายดังนี้คือ สภาวะพักผ่อน อามน้ำเย็นจากผักบัว อามน้ำร้อนจากผักบัว และทำการอบอุ่นร่างกาย แล้วให้ออกกำลังกายโดยการถีบจักรยาน วัคงานเป็นเวลา 5 นาที และมีระยะเวลาในการฟื้นตัว 5 นาที จากผลการทดลองปรากฏว่า อัตราการบีบตัวของหัวใจและการจับออกซิเจนในระหว่างการออกกำลังกายและระยะเวลาในการฟื้นตัวของกลุ่มที่อามน้ำเย็นจากผักบัวก่อนทำการทดลองจะต่ำกว่าสภาวะอื่น ๆ และจะมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กันระหว่างผู้เข้ารับการทดลองกับสภาวะก่อนออกกำลังกายต่ออัตราการบีบตัวของหัวใจในระยะฟื้นตัว

ในปี ค.ศ. 1970 ฟอลล์ และ ฮัมฟรีย์ (Falls and Humphrey. 1971 : 21 - 33) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการใช้น้ำเย็นที่มีต่อความร้อนของร่างกายขณะออกกำลังกาย การวิจัยนี้ต้องการจะศึกษาผลของการให้ความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะส่วน (โดยการใช้ผ้าเย็นและการชะโลมตัว) ที่มีต่อความร้อนของร่างกายระหว่างการออกกำลังกาย

วิธีดำเนินการวิจัย จะเริ่มเมื่อผู้ถูกทดลองเข้าไปนั่งในอุโมงค์ลมที่กำหนดคือ 105° ฟาเรนไฮต์ (40° เซนติเกรด) ของกระเปาะแห้ง และ 83° ฟาเรนไฮต์ (28.3° เซนติเกรด) ของกระเปาะเปียก เพื่อให้ร่างกายปรับตัวให้เข้ากับอุณหภูมิลม หลังจากนั้นให้ผู้ถูกทดลองซึ่งมีจำนวน 6 คน ซึ่งจักรยานวัดงาน (Monark Bicycle Ergometer) เป็นเวลา 59 นาที โดยขี่และพักสลับกันไป คือ ขี่ 5 นาที พัก 1 นาที ขณะขี่จักรยานจะวัดอัตราการบีบตัวของหัวใจ อุณหภูมิทวารหนักและการสูญเสียเหงื่อ แล้วจับบันทึกทุก ๆ สภาพการทดลอง ทั้ง 3 อย่าง คือ

1. C หมายถึง กลุ่มควบคุม
2. E_1 หมายถึง กลุ่มใช้น้ำเย็น (IC) เช็ดที่ท้องและศีรษะ ระหว่างเวลาพัก
3. E_2 เหมือนกับ E_1 ยกเว้นขณะก่อนออกกำลังกาย 10 นาที จะใช้น้ำเย็น 14.8° เซนติเกรด หรือ 58.6° ฟาเรนไฮต์ เช็ดที่ท้อง และศีรษะเสียก่อน

ปรากฏว่า อัตราการบีบตัวของหัวใจ อุณหภูมิของทวารหนัก และการสูญเสียเหงื่อ ภายใต้สภาพการทดลอง 2 อย่าง คือ E_1 และ E_2 น้อยกว่า C (กลุ่มควบคุม) แต่ผู้ถูกทดลองจะรู้สึกว่าการอบอุ่นจะถูกระเหยไต่ไต่ภายใต้สภาพของ E_2 จากนั้นอัตราการบีบตัวของหัวใจ อุณหภูมิทวารหนัก และการสูญเสียเหงื่อมาคำนวณหาความเครียด (Strain, IS) โดยใช้สูตรของ Craig (Craig Index of Physiological Strain, IS) ผลที่ได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55, 4.06 และ 3.36 ภายใต้สภาพของ C, E_1 และ E_2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงให้เห็นความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่าการให้ความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะส่วนโดยการใช้วิธีการศึกษาทั้ง 3 อย่างนั้น จะช่วยลดความร้อนของร่างกาย โดยร่างกายใช้กลไกในการระบายความร้อนของร่างกาย การใช้น้ำเย็นที่ท้องและที่ศีรษะเป็นระยะระหว่างการออกกำลังกาย จะช่วยทำให้เลือดเย็นและ

ช่วยระบายความร้อนจากผิวของร่างกาย ส่วนการชะโลมร่างกายด้วยน้ำเย็นก่อนการออกกำลังกายทำให้ความร้อนสามารถถูกนำออกจากส่วนกลางของร่างกายเร็วขึ้น ในขณะที่ใช้น้ำเย็นเช็ดเป็นระยะ ๆ

รีบีส์ และ เฮร์เบิร์ต (Rebels and Herbert. 1970 : 536 - 540) ได้ศึกษาถึงผลของการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วและให้ดื่มน้ำไปภายหลังที่มีต่อสมรรถภาพในการทำงานของนักมวยปล้ำ โดยให้ผู้เข้ารับการทดลอง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจากนักมวยปล้ำ อยู่ในสภาวะต่าง ๆ ก่อนออกกำลังกายดังนี้คือ สภาวะปกติ สภาวะลดน้ำหนัก (ลดน้ำหนัก 5 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 48 ชั่วโมง) และสภาวะภายหลังวางให้ดื่มน้ำแล้ว 5 ชั่วโมง แล้วให้ทีมจักรยานเพื่อหาสมรรถภาพในการทำงานของร่างกาย (PWC₁₇₀) ผลจากการทดลองปรากฏว่า เมื่ออยู่ในสภาวะลดน้ำหนักก่อนออกกำลังกาย จะมีสมรรถภาพลดลง แต่หลังจากให้ดื่มน้ำแล้วภายใน 5 ชั่วโมง สมรรถภาพในการทำงานของร่างกายก็จะกลับคืนสู่ระดับปกติ

ในปี ค.ศ. 1970 จอร์เฟลด์ท (Jorfeldt) ได้ทำการทดลองศึกษาเกี่ยวกับการสลายตัวของ ฟอสฟาเจน (ATP + CP) และการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ ในการออกกำลังกายสูงสุดและเกือบจะสูงสุด โดยให้ผู้รับการทดลองที่ได้รับการฝึกออกกำลังกาย 13 คน และผู้ไม่ได้รับการฝึก 15 คน พบว่ามีการสลายตัวของคีรีเอติน ฟอสเฟต ในการออกกำลังกายเกือบจะสูงสุดทั้งสองกลุ่มในขณะเดียวกัน เอทีพี ที่สะสมอยู่ถูกใช้หมดในการออกกำลังกายอย่างหนัก การสะสมของกรดแลคติกเริ่มเกิดขึ้น เมื่อการออกกำลังกายมีระดับ 50 - 60 % ของสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคนในกลุ่มผู้รับการทดลองทั้งสองกลุ่ม กรดแลคติกขณะปกติจะไม่แตกต่างกัน แต่ในการออกกำลังกายตั้งแต่ 75 % ของสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคน การสะสมกรดแลคติกของทั้งสองกลุ่มจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .001$) คือ ผู้ไม่ได้รับการฝึกการสะสมกรดแลคติกจะสูงกว่าและพบว่า ฟอสฟาเจนที่สะสมอยู่ในร่างกายถูกใช้หมดไป ในเวลาเดียวกันพลังงานจะถูกสร้างขึ้นทันทีจาก อะนาโรบิกเมตาบอลิซึม แล้วจึงเกิดกรดแลคติกขึ้น และผู้วิจัยคนเดียวกันนี้ยังทำการศึกษาเกี่ยวกับการ

สะสมกรดแลคติกในกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายจนหมดแรง การสะสมกรดแลคติกในกล้ามเนื้อขณะหมดแรงภายในระยะเวลาออกกำลังกาย 2 นาที ถึง 7 นาที ไม่แตกต่างกัน แต่หลังการออกกำลังกายจนหมดแรงภายใน 10 นาที ถึง 20 นาที มีค่าน้อยกว่า (Jorfeldt. 1970 : 35 - 41)

ในปี ค.ศ. 1971 แมคเมอร์เรย์ (Mc Murray. 1971 : 395) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของคาแทเนนของร่างกายที่มีต่ออัตราการบีบตัวของหัวใจหลังการว่ายน้ำ การวิจัยนี้มุ่งจะเปรียบเทียบการฟื้นตัวหลังการว่ายน้ำ โดยการเปรียบเทียบวิธีการสองวิธี วิธีที่ 1 ผู้ถูกทดลองยืนอยู่บนพื้นหลังจากการว่ายน้ำ และวิธีที่ 2 ผู้ถูกทดลองจะลอยตัวอยู่ในน้ำ วิธีการดำเนินการนั้น ผู้ถูกทดลองต้องว่ายน้ำ 5 นาที ก่อนที่จะว่ายน้ำจริง ๆ แล้วเลิกภาวาระใดภาวาระหนึ่ง เพื่อการฟื้นตัว ซึ่งได้แก่นั่งในลักษณะนอนครึ่งหนึ่งคล้ายท่านอนหงายบนเตียง และการว่ายน้ำอย่างช้า ๆ เมา ๆ แล้วจมน้ำที่อัตราการที่พอเหมาะที่นํ้าภายใน 3 นาที หลังจากการฟื้นตัวแล้วให้ผู้ถูกทดลองว่ายน้ำระยะ 200 หลา จากนั้นก็บันทึกอัตราการที่พอเหมาะสัก โดยเปรียบเทียบเทคนิคทั้งสองวิธีดังกล่าว ผลปรากฏว่า อัตราการบีบตัวของหัวใจของเทคนิคการเปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้ถูกทดลองที่ลอยตัวอยู่ในน้ำระยะพักจะมีความสบายมากกว่าผู้ถูกทดลองที่ขึ้นไปพักบนเตียง หลังจากการฟื้นตัวแล้ว

ในปี พ.ศ. 2515 คูเนย์ (Cooney. 1972 : 626) ได้ทำการวิจัยเรื่องของความเย็นที่มีต่ออัตราการบีบตัวของหัวใจในระยะพัก ออกกำลัง และระยะการฟื้นตัว วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบผลของการกระทำต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ว่ามีผลต่ออัตราการบีบตัวของหัวใจอย่างไร

1. ให้ความเย็นขณะพัก ออกกำลัง และระยะฟื้นตัว
2. ให้ความเย็นขณะพัก
3. ให้ความเย็นในระยะฟื้นตัว
4. ให้ความเย็นในขณะออกกำลังกาย
5. ให้ความแห้งขณะนั่งพัก ออกกำลัง และระยะฟื้นตัว
6. ไม่ให้ทั้งความแห้งและความเย็น ซึ่งจัดเป็นกลุ่มควบคุม

การวิจัยต้องอาศัยการจดบันทึกอัตราการบีบตัวของหัวใจ โดยมีผู้เข้ารับการทดลอง 30 คน แต่ละครั้งของการทดลองจะมีระยะพัก 10 นาที ระยะออกกำลัง 5 นาที และระยะฟื้นตัว 10 นาที ผู้ถูกทดลองแต่ละคนจะถูกทดลองทั้ง 6 อย่าง แล้วนำระยะเวลาเหล่านั้นมาหาค่าทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และสรุปผลได้ดังนี้

1. การใช้ความเย็นในระยะพักนั้นมีผลไม่แน่นอน ต่ออัตราการบีบตัวของหัวใจ และมีค่าเป็นที่น่าสงสัย
2. การใช้ความเย็นติดต่อกันระหว่างการออกกำลังจะทำให้อัตราการบีบตัวของหัวใจลดลงอย่างเด่นชัด
3. การใช้ความเย็นในระยะฟื้นตัว จะมีผลต่ออัตราการบีบตัวของหัวใจในช่วงแรก ๆ เท่านั้น แต่ในระยะหลัง ๆ ยังเป็นที่น่าสงสัย
4. ถึงแม้ว่าผลทั้งหมดจะไม่มีความสำคัญเด่นชัดก็ตาม แต่การใช้ความเย็นนี้ผลคือต่อระยะการพักและระยะการฟื้นตัว

งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

รัชนี ขวัญบุญจันทร์ (รัชนี ขวัญบุญจันทร์ 2513 : 1 - 54) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่สำคัญเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของโลหิตและการหายใจในขณะออกกำลังกาย การกลับคืนสู่สภาพปกติภายหลังจากการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน โดยใช้ผู้ทดลอง 8 คน ออกกำลังกายโดยขี่จักรยานวัดงานในห้องที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่างกัน ซึ่งบันทึกสภาพร่างกายก่อนออกกำลังกายเกี่ยวกับอัตราชีพจร อัตราการหายใจ ความดันโลหิตก่อนนำหนักตัว ได้พบว่า การออกกำลังกายในที่ที่มีความชื้นแตกต่างกัน อัตราการหายใจแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่อัตราชีพจรจะเร็วขึ้นในขณะที่ออกกำลังกาย อัตราชีพจรและอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและความชื้นในอากาศเย็น ร้อนแห้ง และร้อนชื้นตามลำดับในระยะเวลาที่พักฟื้น 6 นาที อัตราการหายใจไม่แตกต่างกันใน 3 อุณหภูมิ แต่ในอากาศร้อนหรือชื้นจะลดลงที่ต่ำสุดใน 1 นาที ของระยะฟื้นตัว ความดันโลหิตและอัตราชีพจรจะลดลงเร็วที่สุดในอากาศเย็น

และเข้าที่สุคนในอากาศร้อนขึ้น ในขณะที่พื้นผิวในนาที่ที่ 5 และนาที่ที่ 12 อัตราที่พอรไม่แตกต่างกันในภาวะทั้งสามในขณะที่ออกกำลังกายและระยะพื้นผิวที่มีความร้อนสูง เหนือจะออกมาดีกว่าในอากาศเย็นและอากาศร้อนแห้ง

สุกัญญา มุสิกวัน (สุกัญญา มุสิกวัน 2517 : 1 - 47) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายด้วยการนวดกล้ามเนื้อ เนื่องกับการชะลอตัวน้ำเย็น โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองออกกำลังกายโดยถีบจักรยานวัดงานที่ตั้งน้ำแมถ่วง 2.5 กิโลปอนด์เป็นเวลา 5 นาที แล้วหยุดพักเพื่อดูการฟื้นตัวจากการทดลอง 3 วิธี คือ วิธีชะโลมร่างกายด้วยน้ำเย็น (อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส) วิธีนวดกล้ามเนื้อและวิธีนั่งพักเฉย ๆ ผลจากการทดลอง ปรากฏว่าวิธีชะโลมร่างกายด้วยน้ำเย็น มีผลในการทำให้ร่างกายฟื้นตัวสู่สภาพปกติได้เร็วที่สุด

เกรียงศักดิ์ นกกระจิบ (เกรียงศักดิ์ นกกระจิบ 2523 : 72) ได้ศึกษาปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดที่มีผลต่อความเหน็ดเหนื่อยของกล้ามเนื้อ โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองทำงานโดยการถีบจักรยานวัดงานที่ระดับความหนักของงานแตกต่างกัน 4 ชนิด คือ 70 % 90 % 100 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนจับสลากเลือกว่าจะออกกำลังกายแบบใดก่อนแล้วกำหนดให้ทำงานจนครบทั้ง 4 ระดับ ความหนักของงานโดยให้การทำงานแต่ละระดับงานต่างกัน 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างเลือดขณะพักของผู้เข้ารับการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดแลคติกในเลือดหลังจากนั้น 1 สัปดาห์ ให้ผู้เข้ารับการทดลองทำงานที่ระดับความหนักของงานตามที่จับสลากได้ การทำงานให้ทำงานเหนื่อยจนไม่สามารถทำต่อไปได้ จึงให้หยุดพัก หลังจากหยุดพักแล้ว 5 นาที จึงทำการเจาะเก็บตัวอย่างเลือดของผู้เข้ารับการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด แล้วบันทึกผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้เป็นข้อมูล เพื่อศึกษาต่อไป

สรุปผลการทดลองปรากฏว่าผลผลิตของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้นนั้น เป็นผลมาจากระดับความหนักของงานที่แตกต่างกัน ก็คือให้ผู้เข้ารับการทดลองทำงานในระดัปานกลางจะพบว่า มีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดจำนวนเล็กน้อย แต่เมื่อให้ทำงานหนักขึ้น

จะพบว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติกจะเพิ่มสูงขึ้นตามความหนักของงานที่เพิ่ม แสดงว่า กรดแลคติกในเลือดไม่ใช่องค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเหน็ดเหนื่อยของกล้ามเนื้อ แต่ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดนั้น เป็นผลมาจากระดับความหนักของงาน และระยะเวลาในการทำงานที่แตกต่างกัน

ชวน สรณารักษ์ (ชวน สรณารักษ์ 2523 : 56) ได้ศึกษาปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นในเลือดระหว่างการวิ่งในระยะทางต่าง ๆ คือ 100 เมตร 200 เมตร 400 เมตร 800 เมตร 1,500 เมตร และ 5,000 เมตร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษายชายของ วิทยาลัยพลศึกษาอ่างทอง ซึ่งเป็นนักกรีฑาประเภทลู่ของวิทยาลัย การทดลองใช้เวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ ต้นสัปดาห์แรกเป็นการเก็บตัวอย่างเลือดของผู้เข้ารับการทดลองในระดับปกติ (ขณะพัก) โดยก่อนทำการเจาะเลือดผู้รับการทดลองจะต้องอยู่ในภาวะพักผ่อนจริง ๆ ห้ามออกกำลังกาย เช่น การวิ่ง หรือการอบอุ่นร่างกาย ปลายสัปดาห์แรกเป็นการเก็บตัวอย่างเลือด เพื่อการวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดแลคติกหลังจากการวิ่งระยะทางแรกตามแต่ผู้รับการทดลองจะจับฉลากได้ ระยะทางที่ผู้รับการทดลองทุกคนจะห้องวิ่งโดยการจับฉลากก่อนนั้น คือระยะทาง 100 เมตร 200 เมตร 400 เมตร 800 เมตร 1,500 เมตร และ 5,000 เมตร สัปดาห์ที่สองเป็นการเก็บตัวอย่างเลือดการวิ่งระยะทางที่สองและต่อ ๆ ไปทุก ๆ ปลายสัปดาห์ เพื่อให้การวิ่งแต่ละครั้งไปมีผลต่อกัน หลังจากการวิ่งแต่ละระยะทางของแต่ละคนสิ้นสุดลงแล้ว 5 นาที ทำการเจาะเลือดเพื่อนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดต่อไป ผลการทดลองปรากฏว่า อัตราการผลิตกรดแลคติกในเลือดของการวิ่งระยะทางที่ใช้เวลาน้อยจะมีอัตราการผลิตกรดแลคติกมากกว่าการวิ่งระยะทางที่ใช้เวลามาก

สาโรจน์ สิงห์ชม (สาโรจน์ สิงห์ชม 2524 : 1 - 63) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การเป่าด้วยลม และการออกกำลังกายขนาดเบา โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองออกกำลังกายจากการขี่จักรยานทำงาน

ไปจนกระทั่งอัตราชีพจรสูงถึง 160 ครั้งต่อนาที แล้วหยุดพักเพื่อดูการฟื้นตัวจากการทดลอง 4 วิธี คือ ให้นั่งพักเฉย ๆ เป่าด้วยพัดลม ใช้ผ้าชุบน้ำเย็นเช็ดตัว และการออกกำลังกายขนาดเบา ผลการทดลองปรากฏว่า วิธีการใช้ผ้าชุบน้ำเย็น (อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส) เช็ดตัว ให้ผลในการทำให้ร่างกายฟื้นตัว หลังการออกกำลังกายได้เร็วที่สุด ส่วนวิธีการ เป่าด้วยพัดลม การนั่งพักเฉย ๆ และการออกกำลังกายขนาดเบา ได้ผลรองลงมาตามลำดับ

สมมติฐานในการวิจัย

1. อัตราชีพจรขณะฟื้นตัวระหว่างวิธีนั่งพักเฉย ๆ กับวิธีพัดลมเป่าหยุดนิ่ง หลังจากออกกำลังกายแตกต่างกัน
2. ปริมาณของแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวระหว่างวิธีนั่งพักเฉย ๆ กับวิธีพัดลมเป่าหยุดนิ่ง หลังจากออกกำลังกายแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

ในการดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือ เครื่องอำนวยความสะดวก การทดลอง ตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของวิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดยะลา จำนวน 20 คน ซึ่งปีสุภาพปกติ จากจำนวน 200 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ

1. จักรยานักกำลังแบบโมนาร์ค (Monark Bicycle Ergometer) เป็นจักรยานล้อเดียวอยู่กับที่มีสายพานพันเกือบรอบแล้ว สามารถทำให้ถึงหรือคลายให้หย่อนได้ในระหว่างถีบ ปีตัวเลขบอกน้ำหนักดวงจากสายพาน มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ การเคลื่อนที่ของบันได 1 รอบ ทำให้ล้อเคลื่อนที่ระยะทาง 6 เมตร การเคลื่อนที่ของบันได 50 รอบ จะเป็นระยะทาง 300 เมตร รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข.

2. เครื่องให้จังหวะ (Metronome) เป็นสัญญาณเพื่อให้ผู้เข้ารับการทดลองสามารถควบคุมอัตรารอบถีบได้ตรงตามที่กำหนดให้ (อัตรารอบถีบที่กำหนดคือ 50 รอบต่อนาที)

3. นาฬิกาจับเวลา (Stop watch) สามารถบอกเวลาได้ละเอียดถึง 1/10 วินาที

4. เครื่องวัดชีพจร (Pulse meter)
5. ขวดขนาด 10 ml. เพื่อใช้เก็บตัวอย่างเลือด จำนวน 50 ขวด
6. หลอดฉีดยา (Syring) ขนาด 5 ml. พร้อมทั้งเข็มฉีดยาขนาด 21 G x $1\frac{1}{2}$ 50 ชุด
7. สายยางรัดแขน (Tourniquet)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เลือด

1. เครื่องอ่านแสง (Spectrophotometer, Cuvette 10 mm. light path)
2. เครื่องชั่งสาร Harvard Trip Balance และเครื่องชั่ง Mettler H10 Tw.
3. เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter)
4. Hot plate
5. ตู้อบความร้อน Memmert
6. ตู้เย็นสำหรับเก็บน้ำยา และตัวอย่างเลือด
7. หลอดทดลอง (Test tube) 80 หลอด
8. ไซบีเปต (Pipette) ขนาด 10 ml. 20 อัน
9. ไซบีเปต (Pipette) ขนาด 1 ml. 30 อัน
10. ขวดขนาด 250 ml. 10 ใบ
11. Flask 250 ml. 3 ใบ
12. Beaker 250 ml. 3 ใบ
13. กระบอกตวง ขนาด 500 ml. 1 ใบ 250 ml. 1 ใบ
14. แฉกแก้ว 3 อัน
15. ขอนตักสาร 5 ก้อน

16. กระดาษกรอง Whatman # L 1 กลอง
17. พาราฟิล์ม (Parafilm)
18. ตะกร้า Stainless 1 ใบ

น้ำยาและสารเคมี

1. 0.5 M Glycine 6 gm.
2. .04 M Hydrazine 10 gm.
3. Meta phosphoric acid 26 gm.
4. NAD Solution (20 Mg/ml) 300 μ g.
5. LDH Suspension (Cone 25 Unit in 0.01 ml.) 20 ml.

(LDH, rabbit muscle Type II)

6. Citric acid 16.8 gm.
7. Na OH 50 gm.
8. NaF 4.2 gm.
9. EDTA (Ethylenediamine Tetra Acetic acid) 0.005 M. 5 gm.
10. Cetavlon (Cethyltrimettyl Ammonium Bromide) 4 gm.

สถานที่ทดลอง

1. สถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล คือ โรงเรียนพลศึกษา ของวิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดยะลา
2. สถานที่วิเคราะห์ตัวอย่างเลือด คือ ห้องปฏิบัติการทางชีวเคมี โรงพยาบาล สงขลาครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา

วิธีดำเนินการทดลอง

1. จัดหาผู้รับการทดลองที่มีสุขภาพปกติ จำนวน 20 คน
2. ก่อนการทดลองให้ผู้เข้ารับกรทดลองนั่งพักวัดอัตราชีพจรขณะพัก และทำการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแลคเตทในเลือดขณะพัก

- 3. ชั่งน้ำหนักร่างกายเพื่อตั้งความถี่ของสายพานในการทดสอบ PWC₁₇₀
- 4. ให้ผู้รับการทดลองออกกำลังที่จักรยานวงงานติดต่อกันเป็นเวลา 6 นาที หรือจนกว่าอัตราการชีพจร 170 ครั้ง/นาที บันทึกอัตราการชีพจรทุก ๆ นาที
- 5. เมื่อชีพจรของผู้เข้ารับการทดลองได้ 170 ครั้ง/นาที ให้หยุดขี่จักรยานทันที แล้วปฏิบัติ ดังนี้

5.1 ให้ผู้เข้ารับการทดลองลงจากจักรยานวงงานแล้วขึ้นตัวโดยวิธี นั่งเขย ๆ จับชีพจรระยะพื้นตัวทุกนาที จนอัตราการชีพจรใกล้เคียงอัตราการขึ้นจรขณะพัก ± 5 ครั้ง/นาที บันทึกอัตราการชีพจรทุกนาที พร้อมกับทำการเก็บตัวอย่างเลือดของผู้เข้ารับการทดลองในนาทีที่ 10 เพื่อนำไปวิเคราะห์หาแลคเตทในเลือดขณะพื้นตัว โดยเจาะที่ข้อพับแขนของผู้รับการทดลอง เจาะเอาเลือดประมาณ 5 ซีซี ใส่ขวดที่เตรียมนํ้ายาไว้

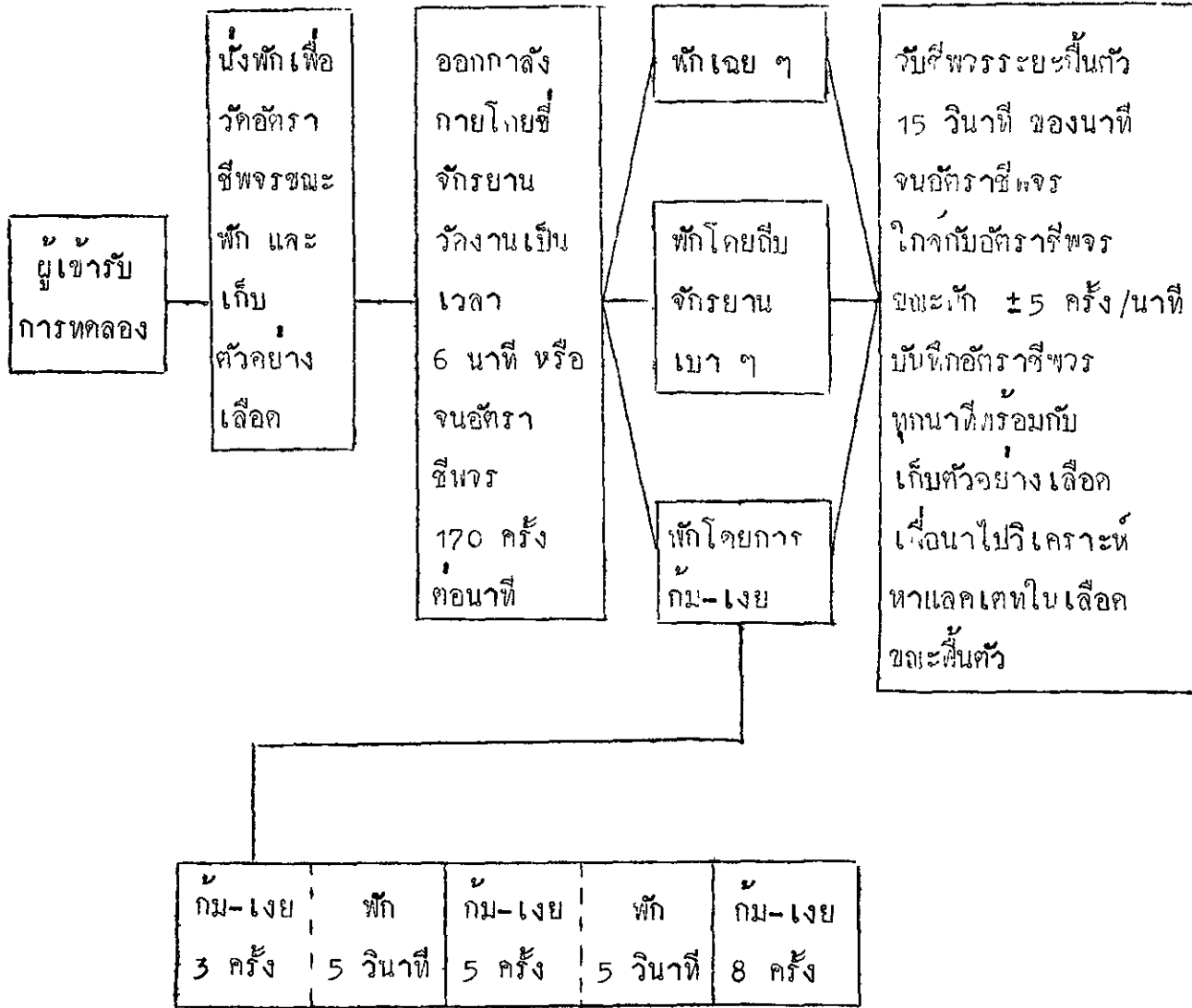
5.2 ทดลองเหมือนข้อ 4 อีกครั้ง ภายหลังจากการทดลองครั้งแรก 1 สัปดาห์ไปแล้วให้ผู้เข้ารับการทดลองขึ้นตัวโดยไม่หยุดนิ่ง ด้วยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ หลังจากออกกาสั่งกายแล้วต่อเนื่องกันเป็นเวลา 40 วินาที โดยกำหนดอัตราการความเร็ว 30 รอบต่อนาที และปราศจากน้ำหนักถ่วงจากสายพาน แล้วนั่งพักบนม้านั่ง

จับชีพจรเพื่อหาอัตราการชีพจรระยะพื้นตัวทุกนาทีจนอัตราการชีพจรใกล้เคียงอัตราการขึ้นจรขณะพัก ± 5 ครั้งต่อนาที บันทึกอัตราการชีพจรทุกนาที พร้อมกับทำการเก็บตัวอย่างเลือดของผู้เข้ารับการทดลองในนาทีที่ 10 เพื่อนำไปวิเคราะห์หาแลคเตทในเลือดขณะพื้นตัว โดยเจาะที่ข้อพับแขนของผู้เข้ารับการทดลอง เจาะเอาเลือดประมาณ 5 ซีซี ใส่ขวดที่เตรียมนํ้ายาไว้

5.3 ทดลองเหมือนข้อ 4 อีกครั้ง ภายหลังจากการทดลองข้อ 5.2 แล้ว 1 สัปดาห์ ไปแล้ว ให้ผู้เข้ารับการทดลองลงจากจักรยานวงงาน แล้วขึ้นตัวโดยไม่หยุดนิ่ง ในท่าก้ม-เงย โดยปฏิบัติดังนี้

- 5.3.1 ก้ม-เงย 3 ครั้ง พัก 5 วินาที
- 5.3.2 ก้ม-เงย 5 ครั้ง พัก 5 วินาที
- 5.3.3 ก้ม-เงย 8 ครั้ง แล้วนั่งพัก

จับชีพจร เพื่อหาอัตราชีพจรระยะพื้นตัวทุกนาทีจนอัตราชีพจรใกล้กับอัตราชีพจร
 ขณะพัก ± 5 ครั้งต่อนาที บันทึกอัตราชีพจรทุกนาที พร้อมกับทำการเก็บตัวอย่างเลือด
 ของผู้เข้ารับการทดลองในนาที่ที่ 10 เพื่อนำไปวิเคราะห์หาแลคเตทไบเลื่อขณะพื้นตัว
 โดยเจาะที่ข้อพับแขนของผู้เข้ารับการทดลอง เจาะเอาเลือดประมาณ 5 ซีซี ใส่ขวดที่
 เตรียมมาไว้ ดังกระบวนการทดลองที่แสดงไว้ ดังนี้



การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัยติดต่อขอความร่วมมือจากคณบดี คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา เพื่อทำการขอใช้ห้องปฏิบัติการทางชีวเคมีและผู้อำนวยการวิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดยะลา เพื่อทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง และขอใช้สถานที่ในกรทดลอง
3. อธิบายวิธีการทดสอบแก่ผู้ช่วยในการทดลอง ผู้รับการทดลอง เพื่อให้เข้าใจถึงวิธีการทดลองและรายละเอียดอื่น ๆ
4. ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยและผู้ช่วยทดลองชี้แจงจุดประสงค์ของวิธีการทดลองให้ผู้เข้าร่วมการทดลองฟังจนเป็นที่เข้าใจ
5. จัดทำใบบันทึกผลของการทดลองของผู้เข้าร่วมการทดลองเป็นรายบุคคล เมื่อได้ข้อมูลแล้วนำมาบันทึกใบบันทึกรวม เพื่อหาค่าสถิติ แล้วทำการวิเคราะห์สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะความคิดเห็นที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

การเก็บตัวอย่างเลือด

การเก็บตัวอย่าง เลือดทำ 4 ครั้ง โดยใช้ไซริงค์ขนาด 5 ml. และเข็มฉีดยาขนาด $21 \text{ G} \times 1\frac{1}{2}$ เจาะเส้นเลือดคาที่หน้าแขนงอกเลือดออกมา 5 ซีซี แล้วถ่ายใส่ขวดที่เตรียมมาไว้ เพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดแลคติก การเก็บตัวอย่างเลือดในแต่ละครั้งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ครั้งที่ 1 เป็นการเก็บตัวอย่าง เลือดขณะพักของผู้เข้าร่วมการทดลองทั้ง 20 คน
- ครั้งที่ 2, 3 และ 4 เป็นการเก็บตัวอย่าง เลือดขณะปั่นตัว ทั้ง 3 วิธี ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค

การวัดอัตราชีพจร

หากการวัดอัตราชีพจร 4 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 เป็นการวัดอัตราชีพจรขณะพักของผู้เข้ารับการทดลองทั้ง 20 คน

ครั้งที่ 2 เป็นการวัดอัตราชีพจรระยะฟื้นตัว โดยวิธีนี้: พักเฉย ๆ จับชีพจร

15 วินาที ของนาฬิกา จนอัตราชีพจรใกล้กับอัตราชีพจรขณะพัก ± 5 ครั้ง/นาที

ครั้งที่ 3 เป็นการวัดอัตราชีพจรระยะฟื้นตัวโดยไม่หยุดนิ่งด้วยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ

จับชีพจร 15 วินาที ของนาฬิกา จนอัตราชีพจรใกล้กับอัตราชีพจรขณะพัก ± 5 ครั้ง/นาที

ครั้งที่ 4 เป็นการวัดอัตราชีพจรระยะฟื้นตัวโดยไม่หยุดนิ่งด้วยวิธีก้ม-เงย จับชีพจร

15 วินาที ของนาฬิกา จนอัตราชีพจรใกล้กับอัตราชีพจรขณะพัก ± 5 ครั้ง/นาที

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราชีพจรและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดในระยะฟื้นตัวด้วยวิธีต่อไปนี้

1.1 การฟื้นตัวด้วยวิธีพักเฉย ๆ

1.2 การฟื้นตัวโดยไม่หยุดนิ่งด้วยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ

1.3 การฟื้นตัวโดยไม่หยุดนิ่งด้วยวิธี ก้ม-เงย

2. ทดสอบความแตกต่างของอัตราชีพจรและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดในระยะฟื้นตัว ตามวิธีการฟื้นตัวแบบต่าง ๆ โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว วัดซ้ำ (One Way Analysis of Variance with Repeated Measures)

3. ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ หลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Multiple Comparison) โดยวิธีการของนิวแมน-คูลส์ (Newman Keuls Method)

4. เปรียบเทียบกราฟแสดงอัตราชีพจรและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ระยะฟื้นตัวในการฟื้นตัวแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดลองทั้ง 20 คน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูล

1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร (ลัน สายยศ และ อังคณา สายยศ

2522 : 51)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เข้ารับการทดสอบ

1.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร

(ชูศรี วงศ์รัตนะ 2525 : 58)

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N - 1)}}$$

เมื่อ s แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนผู้เข้ารับการทดลอง

2. ทดสอบวิธีช่วยให้ร่างกายขึ้นตัวหลังจากออกกำลังกายแบบวิธีแตกต่างกัน หรือไม่ โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวซ้ำ (One Way Analysis of Variance with Repeated Measures) (Winer. 1971 : 370 - 873)

โดยวิเคราะห์ข้อมูล จากตาราง 1

ตาราง 1 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	หมายเหตุ
ระหว่างกลุ่ม (between groups)	(4)-(1)	n-1			(1) = $\frac{G^2}{Kn}$
ภายในกลุ่ม (within groups)	(2)-(4)	n(k-1)		$\frac{MS_{tr}}{MS_r}$	(2) = $\sum \sum X^2$
การให้การรักษา (treatment)	(5)-(1)	k-1	$\frac{(5)-(1)}{k-1}$		(3) = $\sum \frac{T_j^2}{n}$
ส่วนเหลือ (residual)	(2)-(5) -(4)+(1)	(n-1) (k-1)	$\frac{(1)+(5)-(5)-(4)}{(N-1)(K-1)}$		(4) = $\frac{\sum P_1^2}{K}$
รวม (Total)	(2)-(1)	kn-1			

3. ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่หลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Multiple Comparison) โดยวิธีการของนิวแมน-คูร์ (Newman Keuls Method) โดยใช้สูตร

$$qr \cdot \sqrt{nMS_r} \quad (\text{Winer. 1971 : 870 - 873})$$

$$q_{.99} (r, 38) \sqrt{nMS_r}$$

q แทน เปิดตารางจาก (Distribution of Student Range Statistics) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

n แทน จำนวนผู้เข้ารับการรักษา

MS แทน Mean Square

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบระยะพื้นผิวของผู้เข้ารับการทดลองหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีหนึ่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณแรงเคตในเลือดขณะพื้นผิวหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีหนึ่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูลกำหนดสัญลักษณ์แทนความหมาย ดังต่อไปนี้

\bar{x} แทน คะแนนที่ได้จากการทดสอบ

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

N แทน จำนวนผู้เข้าทดสอบ

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

SS แทน ผลบวกกำลังสอง

df แทน Degree of Freedom

MS แทน Mean Square

F แทน F-Distribution

q แทน q -Statistics

K แทน วิธีทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

ดังจะได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาเสนอดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบระยะเวลาฟื้นตัวของผู้เข้ารับการทดลองหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย

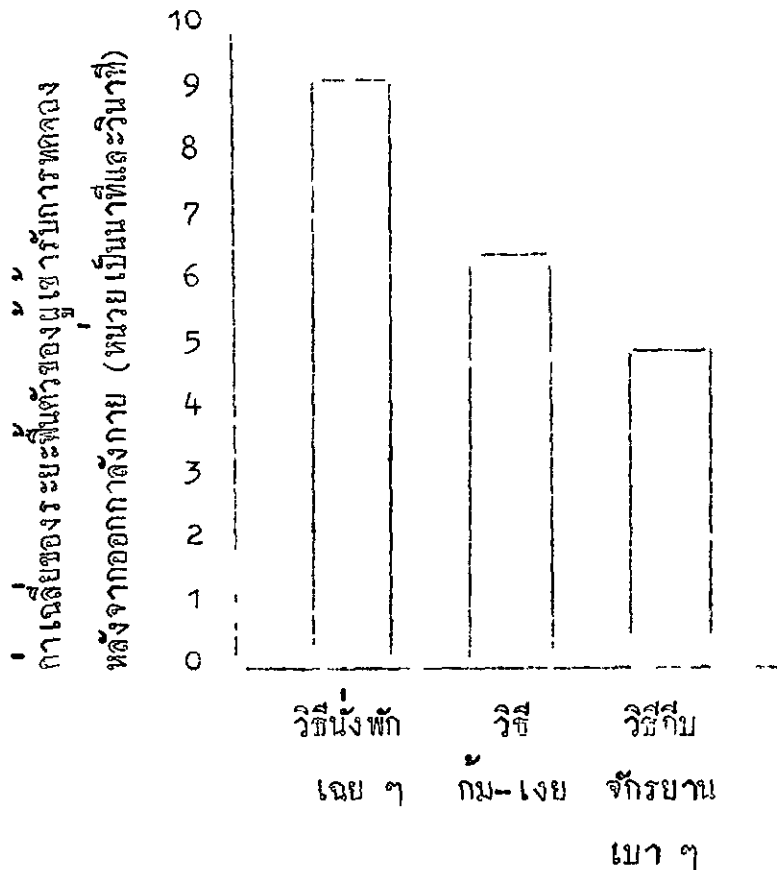
ตาราง 2 แสดงผลของค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของระยะเวลาฟื้นตัวของผู้เข้ารับการทดลอง หลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย (มีหน่วยเป็นนาที และวินาที)

	วิธีนั่งพักเฉย ๆ	วิธีถีบจักรยานเบา ๆ	วิธีก้ม-เงย
\bar{x}	9.05	4.9	6.45
SD	3.07	1.92	2.54

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของระยะเวลาฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ มีค่ามากที่สุด (9.05 นาที) ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีก้ม-เงย มีค่าเป็นลำดับที่ 2 (6.45 นาที) และค่าเฉลี่ยของระยะเวลาฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ มีค่าน้อยที่สุด (4.9 นาที)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ มีค่ามากที่สุด (3.07 นาที) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีก้ม-เงย มีค่าเป็นลำดับที่ 2 (2.54 นาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ มีค่าน้อยที่สุด (1.92 นาที)

เปรียบเทียบกราฟค่าเฉลี่ยของระยะพื้นตัวของผู้เข้ารับการทดลอง หลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย



ภาพประกอบ 1 แสดงการเปรียบเทียบกราฟค่าเฉลี่ยของระยะพื้นตัวของผู้เข้ารับการทดลอง หลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย

จากภาพประกอบ 1 แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยของระยะพื้นตัวของผู้เข้ารับการทดลอง หลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย

ตาราง 3 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระยะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีตีหม้อจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	หมายเหตุ
ระหว่างกลุ่ม (between groups)	260.27	19		30.02**	
ภายในกลุ่ม (within groups)	287.33	40			
การให้การรักษา (treatment)	175.9	2	87.95		
ส่วนเหลือ (residual)	111.43	38	2.93		
รวม (total)	547.6	59			

$$P < .01 \quad (F \ 2, \ 38 = 5.21)$$

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า ระยะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีตีหม้อจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ($F = 30.02$)

ผลจากตาราง 3 ได้ถูกนำไปเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลา ของวิธีทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย โดยการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของนิวแมน กุสส์ (Newman Keuls Method) ดังนี้

1. วิธีตีจักรยานเบา ๆ กับวิธีก้ม-เงย
2. วิธีตีจักรยานเบา ๆ กับวิธีนั่งพักเฉย ๆ
3. วิธีก้ม-เงย กับวิธีนั่งพักเฉย ๆ

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายด้วยวิธี เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธีของ นิวแมน-คูลส์ จะได้ผลดังปรากฏในตาราง 4

ตาราง 4 การทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของระยะเวลาในการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีตีจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย

วิธีการฟื้นตัว	วิธีตีจักรยานเบา ๆ (\bar{x}_2)	วิธีก้ม-เงย (\bar{x}_3)	วิธีนั่งพักเฉย ๆ (\bar{x}_1)
วิธีตีจักรยานเบา ๆ (\bar{x}_2)	-	31**	83**
วิธีก้ม-เงย (\bar{x}_3)		-	52**
วิธีนั่งพักเฉย ๆ (\bar{x}_1)			-
	r	2	3
	q.99 (r, 38)	3.82	4.37
	$\sqrt{nMS_r}$ q.99 (r, 38)	29.24	33.45

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า

1. ระยะเวลาการฟื้นตัวของวิธีตีจักรยานเบา ๆ แตกต่างกับของวิธีก้ม-เงย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ระยะเวลาการฟื้นตัวของวิธีตีจักรยานเบา ๆ แตกต่างกับของวิธีนั่งพักเฉย ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ระยะเวลาการฟื้นตัวของวิธีกัม-เงย แตกต่างกับของวิธีนั่งพักเฉย ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณของแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัว หลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีกัม-เงย

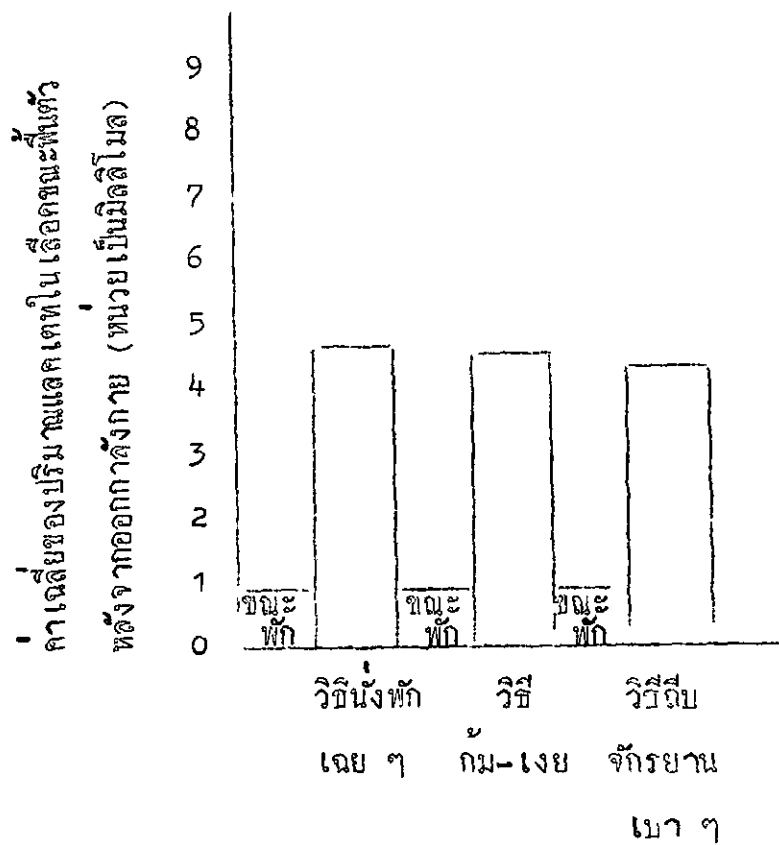
ตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีกัม-เงย (หน่วยเป็นมิลลิโมล)

	วิธีนั่งพักเฉย ๆ	วิธีถีบจักรยานเบา ๆ	วิธีกัม-เงย
\bar{X}	4.60	4.32	4.51
SD	1.416	1.058	1.161

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ มีค่ามากที่สุด (4.60 มิลลิโมล) ค่าเฉลี่ยของปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีกัม-เงย มีค่าเป็นลำดับที่ 2 (4.51 มิลลิโมล) และค่าเฉลี่ยของปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ มีค่าน้อยที่สุด (4.32 มิลลิโมล)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ มีค่ามากที่สุด (1.416 มิลลิโมล) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีกัม-เงย มีค่าเป็นลำดับที่ 2 (1.161 มิลลิโมล) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ มีค่าน้อยที่สุด (1.058 มิลลิโมล)

เปรียบเทียบกราฟค่าเฉลี่ยของปริมาณแลกเตทในเลือดขณะฟื้นตัว
โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีก้ม-เงย และวิธีถีบจักรยานเบา ๆ



ภาพประกอบ 2 แสดงการเปรียบเทียบกราฟค่าเฉลี่ยของปริมาณแลกเตทในเลือดขณะฟื้นตัว
หลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีก้ม-เงย และวิธีถีบจักรยานเบา ๆ

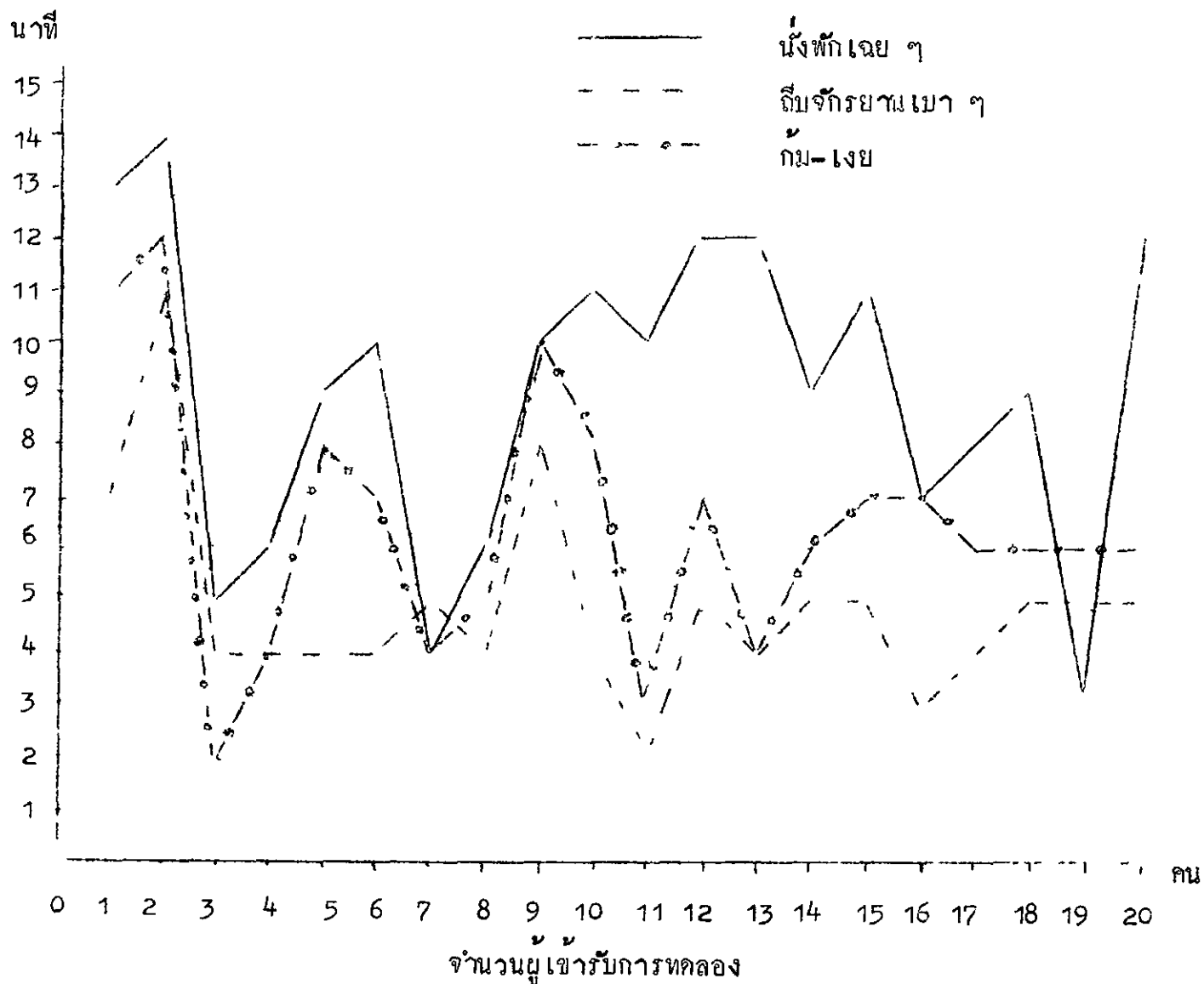
ตาราง 6 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแลกเตท ในเลือดขณะพื้นตัว หลังจากออกกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (Between Groups)	36.371	19		
ภายในกลุ่ม (Within Groups)	49.417	40		
การให้การกระทำ (Treatment)	.814	2	.407	.318
ส่วนเหลือ (Residual)	84.603	38	1.279	
รวม (Total)	85.788	59		

$$P > .05 \quad (F_{2, 38} = 3.25)$$

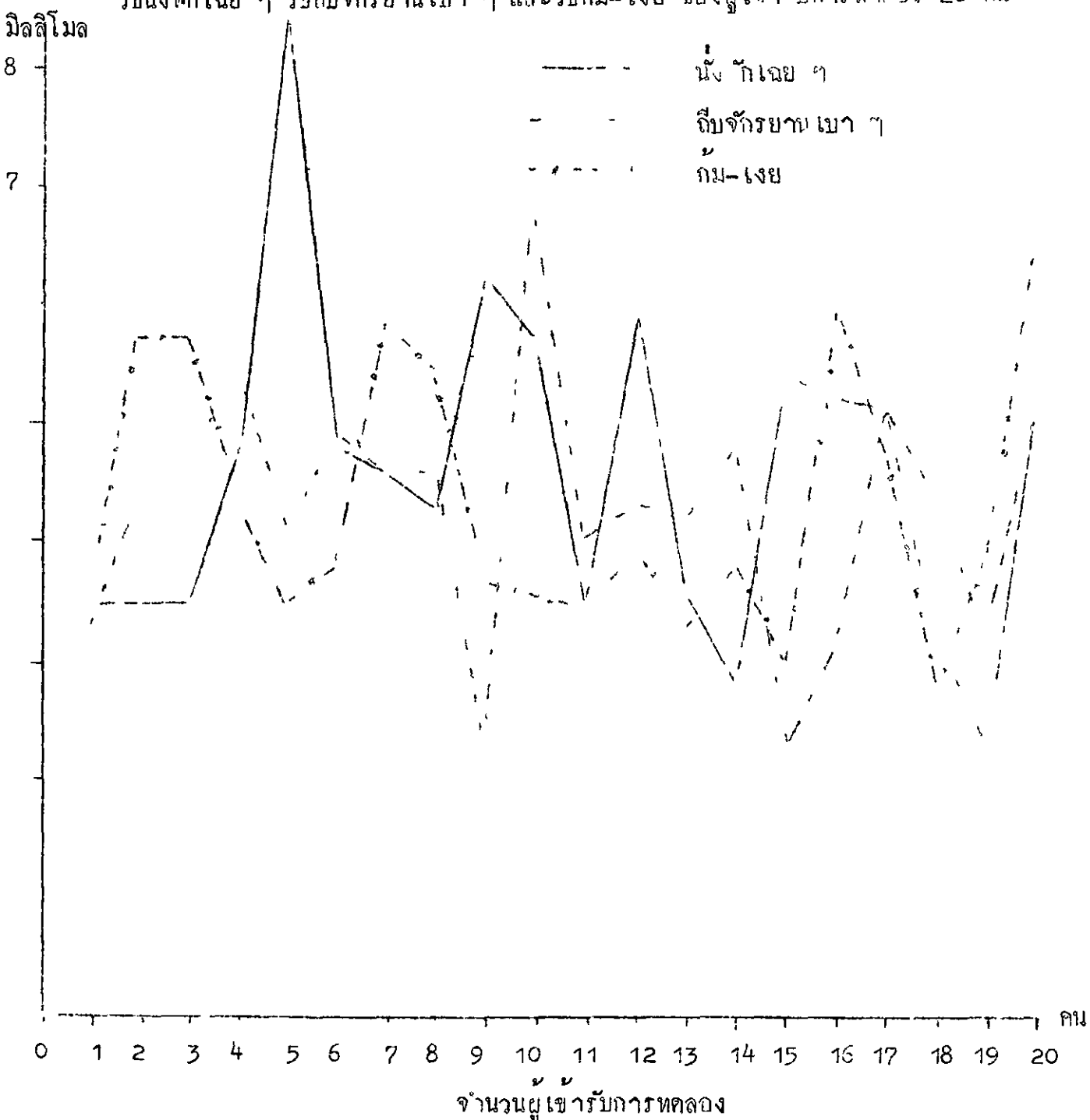
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจากรายการ 6 แสดงให้เห็นว่าปริมาณแลกเตทในเลือดขณะพื้นตัว หลังจากออกกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เปรียบเทียบกราฟระยะเวลาในการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ
วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย ของผู้เข้ารับการทดลอง 20 คน



ภาพประกอบ 3 เปรียบเทียบกราฟระยะเวลาในการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย
โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย ของผู้เข้ารับการทดลอง
20 คน

เปรียบเทียบกราฟปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย ของผู้เข้ารับการทดลอง 20 คน



ภาพประกอบ 4 เปรียบเทียบกราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย ของผู้เข้ารับการทดลอง 20 คน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการปั่นทั่วและปริงอาจ แลคเททในเลือกขณะปั่นตัวหลังจากออกกาลังกาย โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของวิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดยะลา จำนวน 20 คน จากจำนวน 200 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ

1. จักรยานวัดกาลังแบบโมนาร์ค (Monark Bicycle Ergometer) เป็นจักรยานล้อเดียวอยู่กับที่มีสายพานพันเกือบรอบ สามารถทำให้ตั้งหรือคลายให้หย่อนได้ในระหว่างถีบ มีตัวเลขบอกน้ำหนักวงจจากสายพาน มีหน่วยเป็นกิโลปอนด์ การเคลื่อนที่ของบันได 1 รอบ ทำให้ล้อเคลื่อนที่ระยะทาง 6 เมตร การเคลื่อนที่ของบันได 50 รอบ จะเป็นระยะทาง 300 เมตร รายละเอียดคยู่ภาคผนวก ข
2. เครื่องให้จังหวะ (Metronome) เป็นสัญญาณเพื่อให้ผู้เข้ารับการทดลองสามารถควบคุมอัตรารอบถีบได้ตรงตามที่กำหนดให้ (อัตรารอบถีบที่กำหนดคือ 50 รอบค่อนาที)
3. นาฬิกาจับเวลา (Stop Watch) สามารถบอกเวลาได้ละเอียดถึง 1/10 วินาที
4. เครื่องวัดชีพจร (Pulse Meter)

5. ขวดขนาด 10 ml. เพื่อใช้เก็บตัวอย่างเลือด จำนวน 50 ขวด
6. หลอดฉีดยา (Syring) ขนาด 5 ml. พร้อมทั้งเข็มฉีดยาขนาด 21G x 1 $\frac{1}{2}$

50 ชุด

7. สายยางรัดแขน (Tourniquet)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เลือด

1. เครื่องอ่านแสง (Spectrophotometer, Cuvette 10 mm-light path)
2. เครื่องชั่งสาร Harvard Trip Balance และเครื่องชั่ง Mettler H10 Tw.
3. เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter)
4. Hot Plate
5. ตู้อบความร้อน (Memmert)
6. ตู้เย็นสำหรับเก็บน้ำยาและตัวอย่างเลือด
7. หลอดทดลอง (Test Tube) 80 หลอด
8. ไปป์เปต (Pipette) ขนาด 10 ml. 20 อัน
9. ไปป์เปต (Pipette) ขนาด 1 ml. 30 อัน
10. ขวดขนาด 250 ml. 10 ใบ
11. Flask 250 ml. 3 ใบ
12. Beaker 250 ml. 3 ใบ
13. กระจกทวง ขนาด 500 ml. 1 ใบ 250 ml. 1 ใบ
14. แท่งแก้ว 3 อัน
15. ขอนตักสาร 5 คัน
16. กระจกทรง Wactman ~~#~~ L 1 กลอง
17. พาราฟิล์ม (Parafilm)
18. ตะกร้า Stainless 1 ใบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีลำดับขั้นดังต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีหนึ่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย
2. ทดสอบความแตกต่างของระยะเวลาการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีหนึ่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวซ้ำ (One-Way Analysis of Variance with Repeated Measures)
3. หลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวซ้ำ ถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะหาค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการฟื้นตัว หลังจากออกกำลังกายโดยวิธีหนึ่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย มาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยวิธีการของ นิวแมน คูลส์ (Newman Keuls Method)
4. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณแลคเททในเลือดขณะฟื้นตัว หลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีหนึ่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย
5. ทดสอบความแตกต่างของปริมาณแลคเททในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีหนึ่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวซ้ำ (One-Way Analysis of Variance with Repeated Measures)

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ระยะเวลาในการฟื้นตัว หลังจากออกกำลังกายโดยวิธีหนึ่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ระยะเวลาฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีหนึ่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย ซึ่งนำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยวิธีการของ นิวแมน คูลส์ (Newman Keuls Method) พบว่า

- 2.1 ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธี
ถีบจักรยานเบา ๆ มีความแตกต่างกับวิธีก้ม-เงย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
- 2.2 ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธี
ถีบจักรยานเบา ๆ กับวิธีนั่งพักเฉย ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
- 2.3 ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธี
ก้ม-เงย กับวิธีนั่งพักเฉย ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ
วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. จากผลการวิจัยพบว่า ระยะเวลาในการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดย
วิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีก้ม-เงย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ เป็นการ
ฟื้นตัวที่ดีที่สุด รองลงมาคือวิธีก้ม-เงย และวิธีนั่งพักเฉย ๆ ตามลำดับ แสดงว่าวิธีต่าง ๆ
นั้นช่วยให้ร่างกายฟื้นตัวได้เร็วแตกต่างกัน ซึ่งการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายขึ้นอยู่กับ
ความเข้มข้นของการออกกำลังกาย ระยะเวลาของการออกกำลังกาย ตลอดจนระดับ
ความสามารถทางกายของบุคคลนั้น ในผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายคืออัตราชีพจรมักกลับคืนสู่
สภาพปกติเร็วกว่าคนที่สมรรถภาพทางกายไม่ดี เนื่องจากหัวใจมีประสิทธิภาพในการทำงาน
สูงและระบบการไหลเวียนของโลหิตสามารถขนส่งออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อและรับของเสีย
ต่าง ๆ ออกจากกล้ามเนื้อได้ดีกว่า (เทพวานี สมะพันธุ์ 2515 : 37)

จากการศึกษาโดยเปรียบเทียบเป็นรายคู่ระหว่างวิธีทำให้ร่างกายฟื้นตัว
หลังจากออกกำลังกายทั้ง 3 วิธี ดังแสดงในตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า วิธีถีบจักรยาน
เบา ๆ มีผลในการทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายได้ดีที่สุด วิธีก้ม-เงย และ
วิธีนั่งพักเฉย ๆ ให้ผลในการทำให้ร่างกายฟื้นตัวรองลงมาตามลำดับ ซึ่งตรงกับความเห็น

ของประทุม ม่วงมี ที่กล่าวว่า หลังจากการออกกำลังกายได้สิ้นสุดลงนั้น กล้ามเนื้อไม่มีการหดตัวอีกต่อไป จึงมีผลทำให้ไม่ไปบีบหลอดโลหิต จึงทำให้โลหิตไหลเวียนกลับเข้าสู่หัวใจไม่ได้ดี เพราะขาดเครื่องบีบส่งผลให้ปริมาณของโลหิตที่ไหลกลับเข้าสู่หัวใจ (Venous Return) มีน้อย ซึ่งมีผลให้โลหิตที่จะถูกฉีดออกจากหัวใจท่วงกลางแต่ละครั้งมีน้อยลง ซึ่งในภาวะเช่นนี้หากหัวใจเต้นช้าลงจะเป็นผลให้เกิดความดันโลหิตต่ำอันอาจเป็นอันตรายต่อร่างกายในขณะนั้น ดังนั้นหัวใจจึงยังคงต้องมียึดการเต้นที่สูงอยู่ต่อไป ถึงแม้ว่าการออกกำลังกายนั้นได้สิ้นสุดลงแล้วก็ตาม ซึ่งอาจเป็นวิธีการป้องกันภัยทางธรรมชาติอีกอย่างหนึ่งของร่างกาย (ประทุม ม่วงมี 2527 : 166 - 167)

ผลของการวิจัยแสดงให้เห็นว่า วิธีฝึกจักรยานเบา ๆ มีผลทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายได้เร็วที่สุด และวิธีกัม-เงย ให้ผลรองลงมานั้น ตามสภาพความเป็นจริงแล้ว การฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายทั้ง 2 วิธีดังกล่าวนี้ ก็เท่ากับเป็นการออกกำลังกายขนาดเบา ๆ และเป็นการฟื้นตัวแบบไม่หยุดนิ่ง (Active Recovery) ซึ่งการฟื้นตัวแบบไม่หยุดนิ่งนี้ เป็นการช่วยให้กล้ามเนื้อบริเวณที่ทำงานได้คลายตัว ทำให้ระบบไหลเวียนของโลหิตทำงานได้ดีขึ้น สามารถขับของเสียที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อออกจากร่างกายได้ดีกว่าปกติและเป็นการคลายกระบังลม เพื่อช่วยให้อัตราชีพจรคืนสู่สภาพปกติได้เร็วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ เซอร์คี (Sherkey) สรุปไว้ว่า การประกอบกิจกรรมเบา ๆ หลังจากการออกกำลังกายจะมีผลต่อการคืนสู่สภาพปกติของร่างกายได้ดีกว่าการพักเฉย ๆ (Sherkey. 1960 : 462)

2. จากผลการวิจัยพบว่า ปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีฝึกจักรยานเบา ๆ และวิธีกัม-เงยนั้น ปรากฏว่าปริมาณแลคเตทในเลือดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งกรดแลคติกเป็นสารที่ถูกสร้างขึ้นภายหลังจากที่ร่างกายสร้าง เอทีพี (ATP) แบบแอนแอโรบิก กล่าวคือ มีออกซิเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย การสร้างพลังงานแบบนี้จะคาบเกี่ยวไปได้โดยมีขีดจำกัดในเรื่องของเวลา เมื่อไรก็ตามที่ร่างกายมีกรดชนิดนี้สูงขึ้นในเลือด ความสามารถใน

การออกกำลังกายจะลดลง ซึ่งค่าปกติของกรดชนิดนี้ในเลือดจะมีปริมาณ 10 มก. % การออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นมากจนทำให้ไม่สามารถบรรลุถึง "ระดับคงที่" (Steady State) จะทำให้กรดแลคติกมีปริมาณสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว อาจถึง 200 มก. % ผลที่ตามมาหลังจากมีกรดแลคติกสูงก็คือทำให้เลือดมีความเป็นกรดสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้สภาพแห่งความสมดุลในร่างกายสูญเสียไป ภายหลังจากการออกกำลังกายได้สิ้นสุดลงกรดแลคติกก็ยังคงกระจายจากกล้ามเนื้อเข้าสู่กระแสโลหิตทำให้ต้องใช้เวลานานก่อนที่จะลดปริมาณลงสู่ระดับปกติ

ผลการวิเคราะห์แลคเททในเลือดพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณแลคเททในเลือดขณะฟื้นตัวโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีกัม-เงย มีความแตกต่างกันเล็กน้อย กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณแลคเททในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ มีค่า 4.60 มิลลิโมล ค่าเฉลี่ยของปริมาณแลคเททในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีกัม-เงย มีค่า 4.51 มิลลิโมล และค่าเฉลี่ยขางปริมาณแลคเททในเลือดขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ มีค่า 4.32 มิลลิโมล อย่างไรก็ตามค่าทั้งหมดนี้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั้น สาเหตุอาจจะเนื่องมาจากช่วงเวลาในการถีบจักรยานเบา ๆ และการกัม-เงย อาจจะสั้นเกินไป จึงทำให้ร่างกายฟื้นตัวได้ช้าลง และไม่ได้ผลเท่าที่ควร กรดแลคติกจึงยังคงค้างอยู่ในกล้ามเนื้อเป็นจำนวนมาก ซึ่งตรงกับ ประทุม ม่วงมี ที่กล่าวไว้ว่า กรดแลคติกถูกผลิตขึ้นมาขณะการออกกำลังกายกำลังดำเนินอยู่แต่ต้องใช้เวลานานในการกระจายจากกล้ามเนื้อออกสู่กระแสโลหิตและเนื้อเยื่ออื่นภายในร่างกาย ดังนั้นเพื่อให้ได้ปริมาณสูงสุดที่แท้จริงของกรดชนิดนี้จำเป็นต้องนำตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์ปริมาณย่อย ๆ ในช่วงเวลา 5 - 10 นาที ในช่วงการฟื้นตัว (Recovery Period) นอกจากนั้นปริมาณของกรดแลคติกที่ลดลงที่ระดับน้อยอาจต้องใช้เวลาราว 1 ชั่วโมง หรือมากกว่า ก่อนที่จะลดปริมาณลงสู่ระดับปกติ (ประทุม ม่วงมี 2527 : 27)

แต่การพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของปริมาณแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัว หลังจาก ออกกำลังกายโดยวิธีทีมจักรยานเบา ๆ และวิธีกัม-เงย ซึ่งเป็นวิธีการฟื้นตัวแบบไม่หยุดนิ่ง (Active Recovery) นั้นมีความแตกต่างกันเล็กน้อยกับวิชาการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ ซึ่งเป็นวิธีการฟื้นตัวแบบหยุดนิ่ง (Passive Recovery) ซึ่งตรงกับ หลักฐานของ นิวแมน และคนอื่น ๆ ที่แสดงให้เห็นว่าปริมาณของแลคเตทจะลดลงเร็วยิ่งขึ้น หากนักกีฬาออกกำลังกายเบา ๆ ภายหลังจากการออกกำลังกายหนักได้สิ้นสุดลง (Newman and others, 1937) จึงสามารถกล่าวได้ว่า ขณะออกกำลังกายเบา ๆ (ซึ่งร่างกาย ไม่ผลิตกรดแลคติกเพิ่มขึ้น) กระแสโลหิตไหลเวียนเร็วกว่าขณะอยู่เฉย ๆ จึงมีออกซิเจน ไปช่วยเผาผลาญแลคเตทมากขึ้น นอกจากนั้นยังน่าจะทำให้กรดแลคติกถูกขนส่งไปยังตับไต และหัวใจได้เร็วขึ้น ทำให้ปริมาณของแลคเตทในร่างกายลดลงสู่ระดับปกติเร็วขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรหาการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาฟื้นตัว และปริมาณแลคเตทในเลือด หลังการออกกำลังกายของนักกีฬาประเภทต่าง ๆ
2. ควรหาการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาฟื้นตัวและปริมาณแลคเตทในเลือด หลังการออกกำลังกายของบุคคลผู้ประกอบอาชีพต่าง ๆ
3. ควรหาการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาฟื้นตัวและปริมาณแลคเตทในเลือด หลังการออกกำลังกาย ทั้งชายและหญิงในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ
4. ควรมีการสร้าง เกณฑ์ปกติของระยะเวลาการฟื้นตัวของบุคคลวัยต่าง ๆ
5. ครูพลศึกษา ผู้ฝึกสอนกีฬา นักกีฬา และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย ควรนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ในการฟื้นตัวของนักกีฬาและใช้กับตัวเองหลังจากการออกกำลังกาย

๙

บรรณานุกรม

,

บรรณานุกรม

- เกรียงศักดิ์ นกกระจิบ กรดแลคติกในเลือดกับการเห็นคเหน้อยของกล้ามเนื้อ วิทยานิพนธ์
ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 72 หน้า อุดรธานี
- จรรยาพร ชรดิษฐ์ กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย ไทยวัฒนาพานิช 2521,
385 หน้า
กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พลศึกษา 2519, 569 หน้า
- ๑ เจริญทัศน์ จินตเสรี ชีพจรกับกีฬา บ.ด. ไมล์การพิมพ์ 2525, ไม่มีเลขหน้า
- ชวน สรณารักษ์ กรดแลคติกในเลือดกับการวิ่งต่างระยะทาง วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย 2523, 56 หน้า อุดรธานี
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์ สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
มหาวิทยาลัยมหิดล 2519, อุดรธานี
- ชูศรี วงศ์รัตน์ สถิติเพื่อการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2525, 268 หน้า
- เทพาวดี สมะพันธุ์ อิทธิพลของอากาศและเครื่องแต่งกายที่ต่อสมรรถภาพออกซิเจน
ระหว่างการออกกำลังกาย วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2515,
53 หน้า อุดรธานี
- ประทุม ม่วงมี รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา สำนักพิมพ์
บูรพาสาส์น 2527, 369 หน้า
- รัชณี ขวัญบุญจัน การเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนและการหายใจในขณะออกกำลังกาย
และการกลับคืนสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังกาย วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย 2513, 54 หน้า อุดรธานี
- ละออ หุตางกูร คู่มือสรีรวิทยาสำหรับนักศึกษาพยาบาล พิมพ์ครั้งที่ 2 เชียงใหม่
บริษัทคนเมืองการพิมพ์ 2512, 73 หน้า

- ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ สถิติการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช 2522, 276 หน้า
- วรศักดิ์ เพียรชอบ หลักวิธีสอนพลศึกษาชั้นมัธยมศึกษา อุดมศึกษา แผนกการพิมพ์ 2519, 135 หน้า
- ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมวิชาการ แผนกการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อัมรินทร์การพิมพ์ 2524, 263 หน้า
- สาโรจน์ สิงห์ชม การเปรียบเทียบระยะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีเช็ดตัวด้วย ผ้าเย็น การเป่าด้วยลมและการออกกำลังกายขนาดเบา วิทยานิพนธ์ กค.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประถมมิตร 2524, 63 หน้า อัดสำเนา
- สมจิต สมศักดิ์ พลังงานในสิ่งมีชีวิต กรุงเทพมหานคร บุรพาสาน 2520, หน้า 51
- สมศักดิ์ วณิชชีวะ ชีวเคมีพื้นฐาน เชียงใหม่ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2520, 24 หน้า อัดสำเนา
- สุกัญญา มุสิกวัน การเปรียบเทียบการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายด้วยการนวดกล้ามเนื้อ และการชะโลมด้วยน้ำเย็น วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 47 หน้า อัดสำเนา
- อวย เกตุสิงห์ Physiology of Exercise ศูนย์วิทยาศาสตร์การศึกษา องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย 2513, 5 หน้า
- _____ บทบรรณาธิการ "กีฬาชาวแทน" สารศิริราช 2507, 20 : 67
- _____ การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย 2514, อัดสำเนา
- Astrand, Per-Glof and Kaare Rodahl. Textbook of Work Physiology. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1977. 681 p.
- Bucher, Charles A. Foundation of Physical Education. 5th ed., New York : The C.V. Mosby Company, 1968.
- Cocney, Larry Don. "The Effect of Cold Application on Total Rates During Rest, Exercise and Recovery," Dissertation Abstract International. 33 : 1036-A, September, 1972.

- De Vries, Herbert L. Physiology of Exercise for Physical Education and Athletics. 2nd ed., pain Amer. EMC Brown Company, 1974.
- Falls, Harold B. and Humphrey, L. Dennis. "Cold Water application Effects on Responses to Heart Stress during Exercise," The Research Quarterly. 42 : 21 - 33, March, 1971.
- Falls, Harold B. and Weibers, Jacob E. "The Effects of Pre-Exercise Conditions on Heart Rate and Oxygen Uptake during Exercise and Recovery," The Research Quarterly. 36 : 243 - 250, October, 1965.
- Harrison, Aix B. "Effects of Selected Techniques on Recovery from Fatigue and Impairment in Athletes," The Research Quarterly. Vol. 31 No. 2, (1960), pp. 136 - 140.
- Hermansen, Lars. "Lactate Production During Exercise," In Muscular During Exercise. pp. 401 - 407, Edited by Bengt Pernow and Bengt Saltin, New York . Plenum Press, 1971.
- Jorfeldt, L. "Lactate Accumulation and Phosphagen Depletion with Submaximal and Maximal Exercise," Acta Physiologica. 338 (1970) 631 p.
- Karlson, J. "Muscle ATP, CP and Lactate in Submaximal and Maximal Exercise," in Advance in Experimental Medicine and Biology. Vol. 11, ed. Bengt Pernow and Bengt Saltin (New York : Plenum Press Co., 1971) 782 p.
- Karpovich, Peter V. Physiology of Muscular Activity. Philadelphia and London, W.B Saunders Company, 1966.
- Karpovich, Peter V. and Wayne E. Sinning. Physiology of Muscular Activity. 7th. ed., Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1971.
- Marbach, E.P. and Weil, M.E. Rapid Enzymatic Measurement of Blood Lactate and Pyruvate. Clin Chem 13, 1967. unpagged.
- Mc Curdy J.M. Physiology of Exercise. Saint Louis, The C.V. Mosby Company, 1967.
- Mc Murrey, Robert G. "Effect of Body Position and Immersion on Recovery after Swimming Exercise," The Research Quarterly. p. 739, Vol. 40 No. 4, 1971.
- Newman, E.V. and others. "Effects of Selected Techniques on Recovery from Fatigue and Impairment in Athletes," The Research Quarterly. p. 137. (1960) Vol. 31 No. 2.

- Newman E.V. and others. "The Rate of Lactic Acid in Exercise," American Journal of Physiology. 118 : 457, 1937.
- Palmer, Edwina M. and Griffith, Elizabeth W. "Effect of Activity during Bed Making on Heart Rate and Blood Pressure," Nursing Research. p. 17. 20 January - February, 1971.
- Poweles, J.F. "Stabilization of Whole Blood Lactate," Clin Chem Acta. 55, 1974. unpagged.
- Rebisi, Paul H. and Herbert, William G. "Effects of Rapid Weight Reduction and Subsequent Rehydration upon the Physical Working Capacity of Wrestlers," The Research Quarterly. 41 : 536 - 540, December, 1970.
- Ricci, Benjamin. Physiological Basis of Human Performance. Philadelphia : Lea and Febiger, 1975.
- Sherky, Brian J. "Inhalation of Oxygen as an Aid to Recovery After Exertion," The Research Quarterly. 37 : 462, December, 1960.
- Tuner, C.E. Personal and Community Health. 13th.ed., Saint Louis, The C.A. Mosby Co., 1967. 418 p.
- White, Paul Dudley. "The Role of Exercise in Aging," Journal of the American Medical Association. p. 22 (September 7, 1957) Quoted in Greyson Daughtrey, Effective Teaching in Physical Education for Secondary School, 2nd. ed., London : W.B. Saunders Company.
- William, Mc Ardle D., Katch, I. Frank and Katch, L Victor, Nutrition Weight. Control and Exercise. Boston : Houghton Mifflin Co., 1981. 480 p.
- Winer, B.J. Statistical Principles in Experimental Design. pp. 870 - 873 McGraw-Hill book, Company., 1971.
- Wright, Samson. Applied Physiology. London, Oxford University Press, 1971.

ព្រះបាទសីហនុ

ภาคผนวก ก.

ภาคผนวก ก

ตาราง 7 ภายนอกของกุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดลอง

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซนติเมตร)
1	นายจำนงค์ เพชรเจริญทอง	20	61	167
2	นายทาวุธ กลั่นสมจิตต์	21	63	167
3	นายคำรงค์ สันคำ	20	56	165
4	นายคหวอธะ สะคำ	22	54	158
5	นายบรรหาร นนทกาฬ	23	63	171
6	นายปกรณ์ ชูสวน	20	62	176
7	นายประเสริฐ เฟื่องสีแก้ว	21	47	159
8	นายครรชิต ชูพันธ์	20	57	168
9	นายสามารถ คงคาสุริยะฉาย	34	63	176
10	นายสิทธิวิฑูธิ หมักหว่าะ	21	53	159
11	นายสุรชัย เลอเกียรติ	22	50	160
12	นายสุนทร สุขแก้ว	21	57	169
13	นายโสภณ ปิยะพงษ์	20	53	167
14	นายอับดุลหาดี ษะละหมาก	21	57	167
15	นายอิสานเฮาะ แจกือราม	22	50	164
16	นายอาโหรน เตะโกะ	22	67	175
17	นายอรรถพร มะแซ	20	55	166

ตาราง 7 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซนติเมตร)
18	นายอับดุล อีซล	21	55	163
19	นายอัสหมดี เจอะอูมา	20	57	169
20	นายอิสราวุธ อินเขียว	30	69	169
เฉลี่ย		22.05	57.45	166.75

ตาราง 8 อัตราชีพจรของผู้เข้ารับการรักษาตลอด 20 คน ขณะพักและขณะฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกาย โดยวิธีนั่งพักเฉย ๆ
(หน่วยเป็นจำนวนครั้ง/นาที)

ลำดับที่	ขณะพัก	ขณะฟื้นตัว/นาที										รวมระยะเวลาฟื้นตัว						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14		
1	80	135	115	115	112	105	100	105	105	105	100	105	100	95	90	85	-	13
2	70	140	120	110	109	105	105	100	100	105	105	100	95	95	85	80	75	14
3	95	140	120	110	105	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
4	100	150	132	123	100	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
5	70	142	130	120	118	95	85	90	80	85	85	75	-	-	-	-	-	9
6	75	140	115	110	105	110	100	90	90	110	85	85	80	-	-	-	-	10
7	90	120	117	110	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
8	90	120	110	100	105	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
9	70	140	125	120	115	100	95	95	75	100	80	80	75	-	-	-	-	10
10	70	135	120	110	105	100	90	90	85	90	85	85	80	75	-	-	-	11
11	70	107	100	100	95	90	85	85	80	85	80	75	-	-	-	-	-	10
12	70	130	119	115	110	105	100	100	85	90	90	85	80	75	-	-	-	12

ตาราง 8 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ขณะ พัก	ขณะขึ้นตัว / นาที												รวมระยะ เวลาที่ขึ้นตัว	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
13	60	110	100	95	90	85	85	80	80	75	70	65	-	-	12
14	70	142	130	120	110	100	95	80	80	-	-	-	-	-	9
15	65	120	110	105	110	105	109	85	85	75	70	-	-	-	11
16	80	95	90	90	90	90	90	-	-	-	-	-	-	-	7
17	90	115	110	105	105	100	105	95	95	-	-	-	-	-	8
18	70	120	95	95	95	85	85	80	80	-	-	-	-	-	9
19	80	100	90	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
20	60	125	110	105	100	90	90	90	80	80	70	65	-	-	12
เฉลี่ย	76.25	126.3	112.9	107.15	98.45	90.10	82.95	69.75	62.75	41.00	27.5	19.00	8.25	3.75	9.05

ตาราง 9 อัตราชีพจรของผู้เข้ารับการรักษาตลอด 20 คน ขณะพักแและขณะฟื้นตัวหลังจากออกจากห้อง โดยไม่หยุดนิ่ง คววิธีปฏิบัติที่ปรึกษา
 เมท ๑ (หน่วยเป็นจำนวนครั้ง/นาที)

ลำดับที่	ขณะพัก	ขณะฟื้นตัว/นาที										รวมระยะเวลาฟื้นตัว			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		
1	80	135	125	110	100	95	90	85	-	-	-	-	-	-	7
2	70	125	120	115	110	100	95	90	85	80	75	70	-	-	11
3	100	120	110	110	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
4	100	140	120	110	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
5	100	120	110	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
6	100	115	110	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
7	90	130	120	110	100	95	-	-	-	-	-	-	-	-	5
8	100	130	110	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
9	70	110	105	95	90	90	85	80	75	-	-	-	-	-	8
10	100	130	115	110	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
11	90	105	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
12	100	140	125	115	110	105	-	-	-	-	-	-	-	-	5

ตาราง 9 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ขณะ พัก	ขณะฟื้นตัว/นาที										รวม ระยะเวลา พัก			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		
13	80	110	100	90	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
14	90	125	110	105	100	94	-	-	-	-	-	-	-	-	5
15	60	85	75	70	70	65	-	-	-	-	-	-	-	-	5
16	80	75	70	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
17	90	120	105	100	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
18	70	105	70	85	80	75	-	-	-	-	-	-	-	-	5
19	70	100	90	85	80	75	-	-	-	-	-	-	-	-	5
20	100	130	115	110	110	105	-	-	-	-	-	-	-	-	5
เฉลี่ย	87	117.5	104.75	96.25	87.45	44.94	13.5	12.75	8.0	4.0	3.75	3.5	4.9		

ตาราง 10 อัตราชีพจรของผู้เข้ารับบริการทดลอง 20 คน ขณะพักและขณะขึ้นตัวหลังจากออกกำลังกาย โดยไม่หยุดนิ่งกายวิธีกัม - เกย (หน่วยเป็นจำนวนครั้ง/นาที)

ลำดับที่	ขณะพัก	ขณะขึ้นตัว/นาที										รวมระยะเวลาขึ้นตัว				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12		
1	90	130	120	115	110	110	105	105	110	110	105	100	100	95	-	11
2	80	110	105	110	105	100	105	100	100	95	95	95	95	90	85	12
3	100	115	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
4	100	120	115	110	105	-	105	-	-	-	-	-	-	-	-	4
5	70	125	110	105	95	90	85	80	85	80	85	75	-	-	-	8
6	70	90	85	90	85	80	85	80	80	75	75	-	-	-	-	7
7	100	130	120	110	105	105	105	-	-	-	-	-	-	-	-	4
8	90	110	105	100	95	95	95	95	-	-	-	-	-	-	-	5
9	70	120	110	110	105	100	105	100	95	95	90	85	80	75	-	10
10	70	120	110	100	95	90	95	85	85	80	80	75	-	-	-	8
11	100	120	110	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
12	80	120	115	110	105	90	105	90	90	85	85	-	-	-	-	7

ตาราง 10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ขณะ พัก	ขณะฟื้นตัว/นาที											รวมระยะ เวลาฟื้นตัว			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12		
13	90	120	110	100	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
14	60	95	80	80	75	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
15	70	110	95	95	90	85	80	75	-	-	-	-	-	-	-	7
16	70	100	90	90	85	80	80	75	-	-	-	-	-	-	-	7
17	70	120	105	100	95	80	75	-	-	-	-	-	-	-	-	6
18	70	105	90	85	80	75	75	-	-	-	-	-	-	-	-	6
19	70	120	100	95	90	80	75	-	-	-	-	-	-	-	-	6
20	60	100	85	80	75	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
เฉลี่ย	79	114.0	103.25	94.5	84.75	65.5	58.0	38.25	21.5	13.75	13.25	9.25	4.25			6.45

ตาราง 11 ปริมาณของแผลกเตทในเลือดของผู้เข้ารับการทดลอง 20 คน ขณะพักและขณะ
 ฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายในนาที่ที่ 10 โดยวิธีพักเฉย ๆ วิธีถีบจักรยานเบา ๆ และ
 วิธีก้ม-เงย (หน่วยเป็นมิลลิโมล)

ลำดับที่	ขณะพัก	ขณะฟื้นตัว			หมายเหตุ
		พักเฉย ๆ	ถีบจักรยานเบา ๆ	ก้ม-เงย	
1	0.74	3.52	3.3	3.78	
2	0.73	3.51	4.48	5.73	
3	1.19	3.52	4.81	5.76	
4	0.92	4.85	5.43	4.38	
5	1.24	8.45	4.12	3.59	
6	1.31	4.89	4.99	3.87	
7	1.11	4.62	4.65	5.87	
8	0.57	4.39	4.66	5.54	
9	0.57	6.24	2.32	3.70	
10	0.77	5.72	6.83	6.09	
11	0.47	3.59	4.02	3.59	
12	0.96	5.9	4.38	3.92	
13	0.82	3.61	4.23	3.33	
14	0.79	2.88	4.89	3.89	
15	1.3	5.48	2.30	3.01	
16	1.01	5.23	3.34	5.95	
17	1.28	5.16	5.11	4.70	

ตาราง 11 (ต่อ)

ลำดับที่	ขณะพัก	ขณะฟื้นตัว			หมายเหตุ
		พักเฉย ๆ	ดื่มจากรยานเบา ๆ	กม-เงย	
18	0.82	3.16	4.41	2.85	
19	1.06	2.32	3.22	3.98	
20	0.98	5.04	4.97	6.59	
เฉลี่ย	0.93	4.60	4.32	4.50	

1

ภาคผนวก ข.

ภาคผนวก ข

วิธีการทดสอบ PWC₁₇₀ความเป็นมา

การทดสอบ PWC₁₇₀ คือ การทดสอบเพื่อคาดคะเนสมรรถภาพการทำงานของร่างกาย (Physical Working Capacity) จากอัตราการชีพจรเมื่อภาวะการทำงานที่ความหนักของงานต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal Loads) หรือประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถทำงานได้เต็มที่ โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ที่ว่าอัตราการชีพจรจะสูงขึ้น เมื่อความหนักของงานเพิ่มขึ้น (Devries. 1974 : 230 - 231)

อุปกรณ์

1. จักรยานวัดกำลังแบบโมนาร์ค (Monark Bicycle Ergometer) เป็นจักรยานล้อเดี่ยว ตั้งอยู่กับที่มีสายพานพันรอบล้อ ซึ่งสามารถขึ้นให้ตึงหรือคลายให้หย่อนได้ มีสเกลบอกค่าความตึงของสายพาน หน่วยเป็นกิโลปอนด์ (Kilopond - Kp) 1 กิโลปอนด์ เท่ากับแรงที่กระทำต่อมวลหนัก 1 กิโลกรัม ณ ที่มีความเร่งปกติของแรงดึงดูดของโลก จักรยานนี้ถ้าถีบให้ครบ 1 รอบ จะมีการเคลื่อนที่ตามขอบล้อเป็นระยะทาง 6 เมตร ในการทดลองนี้กำหนดให้ถีบ 50 รอบก่อนนาฬิกา จึงเป็นระยะทาง 300 เมตร ก่อนนาฬิกา
2. เครื่องให้จังหวะ (Metronome) ตั้งจังหวะความเร็ว 50 รอบต่อนาที
3. เครื่องวัดชีพจร (Pulse Meter)

วิธีการทดลอง

ให้ผู้รับการทดลองขี่จักรยานติดต่อกันเป็นเวลา 6 นาที หรือนานกว่าอัตราการชีพจร 170 ครั้งต่อนาที ที่อัตราการความเร็วรอบ 50 รอบ ต่อนาที กำหนดปริมาณงานขึ้นแรก 1.5 วัตต์ ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม แล้วเพิ่มความตึงของสายพาน 0.5 กิโลปอนด์ทุก ๆ 2 นาที (0.5 กิโลปอนด์ = 25 วัตต์) บันทึกอัตราการชีพจรทุก ๆ นาที จนกว่าอัตราการชีพจร 170 ครั้งต่อนาที

ភាពដេញ ក

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติกในเลือด
โดยวิธี *Enzymatic Assay of Lactic Acid*

วัสดุ

1. สารเคมี และ Reagents

1.1 สารละลาย Metaphosphoric acid (Riedel - De - Haen)
5 % ละลาย M - Phosphoric acid 5 กรัม กับน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำกลั่นทำให้เจือจางลง
จนได้ปริมาตร 100 ml.

1.2 สารละลาย Metaphosphoric acid (Riedel - De - Haen)
3 % ละลาย M - Phosphoric acid 3 กรัม กับน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำกลั่นทำให้เจือจางลง
จนได้ปริมาตร 100 ml.

1.3 Glycine - Hydrazine Buffer, pH 9.5 ประกอบด้วย glycine
0.5 M. (ของ BDH - Chemicals) Hydrazine hydrate 0.4 M (ของ BDH -
Chemicals) และ EDTA disodium salt 0.0054 M. (ของ BDH - Chemicals)
ละลาย glycine 37.54 กรัม และ EDTA 2.0 กรัม ในน้ำกลั่น 500 ml. เสร็จแล้วเติม
Hydrazine hydrate 20 ml. ลงไปผสมให้เข้ากับสารละลายสุดท้ายนี้ปรับให้ pH 9.5
จากนั้นเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร สารละลาย Buffer นี้ ควรจะเก็บไว้ในตู้เย็น
เพื่อรักษาสภาพ

1.4 สารละลาย Nicotinamide adenine dinucleotide, beta
form (NAD ของ Sigma Chemicals) grade III 27 ml. ละลาย NAD กับน้ำกลั่น
แล้วทำให้สารละลายมีความเข้มข้น 20 กรัม/มิลลิลิตร

1.5 Lactic acid dehydrogenase (Crystalline LDH - Type III ของ Sigma Chemical จากหัวใจวัว 10 มิลลิลิตร เอนไซม์โปรตีน/มิลลิลิตร 500 ยูนิท/มิลลิลิตร) เจือจาง LDH ด้วย 85 % (W/V) ของ NaCl เพื่อที่จะให้ได้ 25 หน่วยในปริมาตร 0.05 ml.

2. Spectro - photometer ของ Hitachi - Perkin Elmer 139 ซึ่งสามารถใช้กับ cuvette 10 mm light path เพื่อวัดกรดแลคติกในงานวิจัยนี้

วิธีการ

1. การเก็บเลือดตัวอย่าง หลังจากเจาะเลือดได้มาแล้วว่าเป็นคอกง่าจัดโปรตีนในตัวอย่าง เลือดทันทีด้วย การตกตะกอนโปรตีนด้วยกรดทางที่สะดวกสำหรับการเก็บ คือ Stabilize ใน Stabilizing agent of Long's mixture

สำหรับการเตรียม Long's Mixture จะเตรียมไว้ดังนี้คือ น้ำ 16.8 กรัม ของ Citric acid Monohydrate ละลายในน้ำกลั่น 80 ml. แล้วปรับให้ได้ pH 4.0 ด้วย 40 % NaOH แล้วเติม 4.2 กรัม Sodium fluoride และ 4.0 กรัม ของ Cetyl trimethyl ammonium bromide (cetrimide) เขย่าให้เข้ากัน แล้วจึงปรับให้ได้ ปริมาตร 100 ml. ด้วยน้ำกลั่น แบ่งของผสมได้มา 0.25 ml. ใส่ขวดบอชจนแห้ง

เลือดที่เจาะได้มาใส่ขวดของ Long's Mixture ที่อบแห้งแล้วเขย่าจนสารในขวดนั้นละลายหมดแล้วจึงนำไปเก็บที่ 4 °C เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์กรดแลคติกต่อไป

2. การตกตะกอนโปรตีน (Deproteinization) ปล่อยให้ 1 มิลลิลิตร ของ Long's Mixture specimen ลงใน tube ซึ่งมี 3 มิลลิลิตร ของ cold 5 % m-Phos-phoric acid ผสมเข้ากัน กรอง deproteinized blood ผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 1 จะได้น้ำใส และเก็บในที่เย็น

3. การวัดค่ากรดแลคติก

การวัดจะหาที่ 25 °C โดยใช้วิธีการของ Hadjinassilion และ Rider ใน Square quartz cuvette จะประกอบด้วย 1 มิลลิลิตร ของ glycine

hydrazine buffer pH 9.5 0.05 มิลลิลิตร ของสารละลายสีที่กรองได้ (blood filtrate) และ 0.1 มิลลิลิตรของสารละลาย NAD ส่วนใน Blank จะใช้ 0.05 มิลลิลิตร ของ 3% n-Phosphoric acid แทนสารละลายที่กรองได้ ส่วน initial absorbance จะอ่านที่ 340 nm โดยใช้น้ำเป็น blank ต่อมาเติม 0.05 มิลลิลิตร ของ suspension LDH 25 หน่วย ลงในแต่ละ cuvette ทิ้งไว้ 20 นาที แล้วจึงนำมาวัด โดย Spectrophotometer ค่า absorbance

จากกรกแลคติก จะหาได้โดยการลบค่า absorbance Sample ภายค่า absorbance ของ blank ปริมาณของกรกแลคติกคำนวณได้โดยใช้สูตร

$$As \text{ (final-initial)} - Ab \text{ (final-initial)} \times \frac{1.2 \times 4}{6.22 \times 0.05}$$

ซึ่งค่าที่คำนวณได้ คือ กรกแลคติก มีหน่วยเป็นมิลลิโมล

Ab = Absorbance of Blank

As = Absorbance of sample

1.2 = total volume of assay mixture

4 = dilution factor

6.22 = mM extinction coefficient for NADH

0.05 = volume of filtrate used

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย นางศิริพร ทองศิริ

ภูมิลำเนาเดิม 65/1 ถ.ราชดำเนิน อ.เมือง จ.นครปฐม

ภูมิลำเนาปัจจุบัน 32 ถนนวงเวียน 3 อ.เมือง จ.ยะลา

การศึกษา ปีการศึกษา 2507 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนปลายจาก
โรงเรียนวัดไผ่ล้อม (พุทธประชาอุปถัมภ์) อ.เมือง
จ.นครปฐม

ปีการศึกษา 2510 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียน
ราชินีบูรณะ อ.เมือง จ.นครปฐม

ปีการศึกษา 2516 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากวิทยาลัยศึกษาศาสตร์
(พลศึกษา) กรุงเทพมหานคร

ปีการศึกษา 2529 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (พลศึกษา)
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
กรุงเทพมหานคร

หน้าที่ราชการ รับราชการ ณ วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดยะลา อ.เมือง จ.ยะลา