

ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการคุลดาวนสองวิธี

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุรสิงห์ สุดเฉลียว

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา

พฤษภาคม 2549

ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการคุลดาวนสองวิธี

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุรสิงห์ สุดเฉลียว

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา

พฤษภาคม 2549

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการคุลดาวนสองวิธี

บทคัดย่อ

ของ

สุรสิงห์ สุดเฉลียว

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา

พฤษภาคม 2549

สุรสิงห์ สุดเฉลียว. (2549). ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการकुलดาวนส์สองวิธี. ปรินิพนุณนัพนธ์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ธงชาติ พู่เจริญ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมรรถชัย น้อยศิริ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการकुलดาวนส์ระหว่างวิธีวิ่งสลับเดินกับวิธียืดกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตปริญญาตรี เพศชาย คณะพลศึกษา วิชาเอกพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 10 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง ผู้เข้ารับการทดลองทำการทดลอง 2 ครั้งระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ ครั้งที่ 1 ผู้เข้ารับการทดลองทุกคนอบอุ่นร่างกายบนเครื่องออกกำลังกายแบบพื้นเลื่อนกล ที่ความเร็ว 7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 5 นาที และช่วงออกกำลังกายเพิ่มระดับความเร็วที่ 16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง วิ่งเป็นเวลา 4 นาที เจาะเลือดวัดปริมาณกรดแลคติกหลังการออกกำลังกาย หลังจากนั้นकुलดาวนส์วิธีวิ่งสลับเดิน 10 นาที เจาะเลือดวัดปริมาณกรดแลคติกหลังการकुलดาวนส์ เว้นระยะการทดลอง 1 สัปดาห์ ครั้งที่ 2 ผู้เข้ารับการทดลองปฏิบัติในช่วงอบอุ่นร่างกายและออกกำลังกายเหมือนครั้งแรก เปลี่ยนการकुलดาวนส์เป็นวิธียืดกล้ามเนื้อ 10 นาที นำผลที่ได้จากการทดลองมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยหลังการออกกำลังกายระหว่างครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 และทดสอบความแตกต่างหลังการकुलดาวนส์ระหว่างวิธีวิ่งสลับเดินกับวิธียืดกล้ามเนื้อ โดยใช้สถิติ ที

ผลการศึกษาพบว่า

1. ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.30 มิลลิโมลต่อลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.87 มิลลิโมลต่อลิตร หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.21 มิลลิโมลต่อลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.33 มิลลิโมลต่อลิตร
2. ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการकुलดาวนส์วิธีวิ่งสลับเดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.80 มิลลิโมลต่อลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.68 มิลลิโมลต่อลิตร การकुलดาวนส์วิธียืดกล้ามเนื้อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.92 มิลลิโมลต่อลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.17 มิลลิโมลต่อลิตร
3. เปรียบเทียบปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการकुलดาวนส์ระหว่างวิธีวิ่งสลับเดินกับวิธียืดกล้ามเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกัน

LACTIC ACIDS ON BLOOD AFTER COOL DOWN TWO METHOD

AN ABSTRACT

BY

SURASING SUDCHALIEW

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Master of Education degree in Physical Education
at Srinakharinwirot University

May 2006

Surasing Sudchaliew. (2006). *Lactic Acids on Blood After Cool down Two Method*. Master Thesis, M.Ed. (Physical Education). Bangkok. Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Thongchat Phucharoen. Prof.Assist. Samuthchai Noysiri.

This research aims to study and compare the amount of Lactic Acids after tested by the 2 cooling down methods between running with walking method and stretching method. The samples are the male, University men who are studying in Physical Education faculty, major subject in Physical Education, Srinakharinwirot University, for 10 person. The samples were collected by purposive sampling and they have tested twice each. The distance was 1 week further. According to the first test, the samples had warmed up their bodies on the Tread Mill at the speed of 7 kilometers per an hour for 5 minutes as well as adding up the speed to 16 kilometers per an hour for 4 minutes. After exercise, they had blood tested to check the amount of Lactic Acids after cooling down by running with walking method, for 10 minutes. There after, The second test, almost test procedure is similar to the first test method but changed from the cooling down by Stretching method, for 10 minutes, The data was analyzed by t – test dependent

The test result found that.

1. The amount of Lactic Acids in Blood after had the first exercise, there is an average about 17.30 Millimol / Liter. The Standard deviation is 2.87 Millimol / Liter. Moreover, the second exercise, there is an average about 16.21 Millimol / Liter. The Standard deviation is 2.33 Millimol / Liter.

2. The amount of Lactic Acids in Blood after had cooling down by running with walking has an average about 11.80 Millimol / Liter. The Standard deviation is 2.68 Millimol / Liter. The cooling down by stretching has an average about 11.92 Millimol / Liter. The Standard deviation is 2.17 Millimol / Liter.

3. Comparison the amount of Lactic Acids in Blood after had cooling down between running with walking and stretching method has no difference.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการคลอดทารกสองวิธี

ของ

สุรสิงห์ สุดเฉลียว

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2549

.....ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์

(อาจารย์ ธงชาติ พุเจริญ)

.....กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมรรถชัย น้อยศิริ)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ ศรีชัยสวัสดิ์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เจียมศักดิ์ พานิชชัยกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ธงชาติ พู่เจริญ ประธานควบคุม
ปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมรรถชัย น้อยศิริ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เจียมศักดิ์ พานิชชัยกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพบุลย์ ศรีชัยสวัสดิ์ ซึ่งได้ช่วยเหลือให้
คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ขอขอบพระคุณ อาจารย์
ถนอมศักดิ์ เสนาคำ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้
จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่งแด่ท่านคณาจารย์ คณะพลศึกษาทุกท่านผู้ซึ่งให้ความรู้
ประสบการณ์ทางการศึกษาและทางกีฬา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัยเล่มนี้ และขอขอบคุณ
อาสาสมัครทุกคนที่ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณคณะ
พลศึกษา ภาควิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และ
อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณแม่วงศ์เดือน สุดเจลิยว ญาติพี่น้อง เพื่อนร่วมรุ่นทุกท่าน
ขอบคุณ คุณลัดดาวัลย์ จันทรแก้ว ที่เป็นกำลังใจอย่างดียิ่งตลอดมา และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ช่วยเป็น
กำลังใจเป็นแรงบันดาลใจ พันทิยาอุปสรรคเพื่อบรรลุในการทำงานวิจัยครั้งนี้ให้ประสบความสำเร็จ
ด้วยดี เป็นเกียรติเป็นศรีแก่วงศ์ตระกูลตลอดไป และขออุทิศความสำเร็จครั้งนี้แด่ คุณพ่อบรม
สุดเจลิยว ที่ล่วงลับไปแล้วแต่ยังคงอยู่ในใจผู้วิจัยเสมอ และเป็นกำลังใจที่สำคัญในการวิจัยครั้งนี้

สุรสิงห์ สุดเจลิยว

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	
3	
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	4
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกรดแลคติก.....	6
แหล่งพลังงานทาง แอโรบิก (Aerobic) และ แอโนโรบิก (Anaerobic) ของการออกกำลังกาย.....	6
การสร้างกรดแลคติก.....	8
ความเข้มข้นของกรดแลคติก.....	9
บทบาทของกรดแลคติกในการออกกำลังกาย.....	10
ความเป็นไปของกรดแลคติกและสรีรวิทยาที่เกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก.....	10
ดุลของกรด-เบส ภายหลังการออกกำลังกายหนัก.....	12
ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ.....	12
ความสำคัญและหน้าที่ของระบบไหลเวียนโลหิต.....	13

ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ.....	13
---	----

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ) การคัดค้าน.....	15
การฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย.....	18
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	19
งานวิจัยในประเทศ.....	23
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	29
การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง.....	29
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	29
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	30
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	31
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย.....	32
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	32
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	32
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	33
5 บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	37
บทย่อ.....	37
สรุปผลการวิจัย.....	38
อภิปรายผล.....	39
ข้อเสนอแนะ.....	41
บรรณานุกรม.....	42

ภาคผนวก.....	46
--------------	----

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	59

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณกรดแลคติกในเลือด หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2.....	33
2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณกรดแลคติกในเลือด หลังการออกกำลังกายโดยวิธีการวิ่งสลับเดินและการออกกำลังกาย โดยวิธีการยืดกล้ามเนื้อ.....	34
3 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณกรดแลคติกหลังการออกกำลังกาย ครั้งที่ 1 และ หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2.....	35
4 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกาย ระหว่างวิธีวิ่งสลับเดินกับวิธียืดกล้ามเนื้อ.....	36

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การออกกำลังกายและเล่นกีฬานั้นเป็นสิ่งจำเป็นและมีประโยชน์มากในปัจจุบัน สังเกตได้จากสถานที่ออกกำลังกายที่ได้สร้างขึ้นเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นสถานที่กลางแจ้ง เช่น สวนสาธารณะ ลานกีฬาต้านยาเสพติด เวทีแอโรบิคด้านซึ่สำหรับการเต้นแอโรบิคด้านซึ่ที่ทางราชการและเอกชนจัดให้กับประชาชน หรือจะเป็นสถานที่ออกกำลังกายในร่ม เช่น ศูนย์กีฬาสำหรับเยาวชนที่มียิมเนเซียมสำหรับกีฬาในร่ม เช่น เทเบิลเทนนิส แบดมินตัน เป็นต้น อีกทั้งยังมี สปอร์ต คลับ (Sports Club) เฮลท์ คลับ (Health Club) อีกจำนวนมาก แล้วแต่คนที่จะใช้บริการเลือกตามความเหมาะสมและสะดวกสบายของตนเอง การออกกำลังกายมีความสำคัญดังที่ วรศักดิ์ เพียรชอบ (2523 : 2) กล่าวว่า การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในการดำรงชีวิตของมนุษย์พอ ๆ กับการพักผ่อนและรับประทานอาหาร เพราะการออกกำลังกายจะส่งผลให้ร่างกายนั้นเจริญเติบโตเต็มที่ที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์และมีสมรรถภาพทางกายสูง สามารถประกอบกิจกรรมการทำงานต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการป้องกันโรคภัยไข้เจ็บบางอย่าง ทำให้อายุยืนไม่แก่ก่อนวัย นอกจากนี้ยังทำให้เป็นผู้ที่มีบุคลิกภาพดี เป็นผู้ที่มีน้ำใจนักกีฬา สังคมกว้างขวางมีเพื่อนมากมาย การมีร่างกายแข็งแรงก็คือการมีสมรรถภาพร่างกายที่ดีจะทำให้การทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายทำงานได้ดีขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการทำงานของระบบหายใจ ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบกล้ามเนื้อ ระบบทางเดินอาหาร ระบบขับถ่าย การมีสมรรถภาพทางกายที่ดีจึงเป็นสิ่งที่ทุกคนต้องการ เพราะสมรรถภาพทางกายที่ดีเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงควมมีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงของร่างกาย การออกกำลังกายเป็นการทำงานอย่างสัมพันธ์กันของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ซึ่งมีความซับซ้อนอย่างมาก ดังที่ ชูศักดิ์ เวชแพทย์ (2519 : 3) กล่าวว่า การออกกำลังกายต้องอาศัยความรู้ทางสรีรวิทยาหลายระบบ ที่สำคัญคือ ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular System) ซึ่งเปรียบเสมือนแนวทาง เพราะกล้ามเนื้อเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ออกกำลังกาย ในการทำงานขั้นต้นนี้ต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาท ในการวางแผนการออกกำลังกายให้กล้ามเนื้อมัดต่าง ๆ ทำงานร่วมมือและประสานงานกันได้ด้วยดี นอกจากกล้ามเนื้อซึ่งเป็นกองกำลังแล้วยังต้องอาศัยระบบไหลเวียนเลือด (Circulatory System) และระบบการหายใจ (Respiratory System) ซึ่งเปรียบเสมือนกองส่งกำลังบำรุงเพื่อทำหน้าที่นำอาหาร ออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อใช้รวมทั้งการนำของเสียที่เกิดจากการออกกำลังกายกลับมาด้วย การทำงานของกองส่งกำลังบำรุงต้องอาศัยหน่วยสร้างและสะสมพลังงาน คือ ระบบทางเดินอาหาร ตับ และพลังงานที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อเอง นอกจากนั้นการออกกำลังกายย่อมมี

ความร้อนเกิดขึ้นจากการใช้พลังงาน ซึ่งต้องอาศัยระบบควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย (Temperature Regulatory System) มารวมด้วย นอกจากการทำงานของระบบต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine System) ยังมีบทบาทในการช่วยปรับการใช้พลังงานของร่างกายและเสริมการทำงานของระบบการไหลเวียนเลือดอีกด้วย การทำงานทุกประเภทต้องมีเชื้อเพลิงหรือพลังงานในการขับเคลื่อน เช่นเดียวกับการทำงานของกล้ามเนื้อในการยืดหดตัวเมื่อออกกำลังกายก็ต้องอาศัยพลังงาน เช่นเดียวกัน ในทางวิทยาศาสตร์ พลังงานที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อนั้นได้มาจากการแตกตัวของ เอทีพี (ATP, Adenosine Triphosphate) ซึ่งเกิดพลังงานในกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว ดังที่ มอร์เฮาส์ และ มิลเลอร์ (เทเวศร์ พิริยะพูนท์. 2523 : 3 ; อ้างอิงจาก Morehouse; & Miller. 1976 : 3-10) กล่าวว่า ขบวนการผลิต เอทีพี เพื่อใช้เป็นพลังงานของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้ 2 ทาง คือ ขบวนการที่ใช้ ออกซิเจน (Aerobic) และขบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) เกิดขึ้นโดยการ เผาผลาญ คาร์โบไฮเดรต ภายในเซลล์ของกล้ามเนื้อเมื่อขาดออกซิเจน ขบวนการนี้ทำให้ได้ เอทีพี มาใช้อย่างรวดเร็ว และทำให้เกิดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อก่อนที่จะแพร่กระจายสู่กระแสเลือดเกิดการสะสม ดังนั้น ความเข้มข้นของกรดแลคติกจึงเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าร่างกายใช้ขบวนการสร้างพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจนเป็นพลังงานในการออกกำลังกาย ขบวนการผลิต เอทีพี ทั้ง 2 ขบวนการจะทำงานไปพร้อมกัน เพียงแต่ว่าขบวนการใดจะใช้มากหรือน้อย ก็ขึ้นอยู่กับความหนักเบาของงาน ตามที่ อนันต์ อัดธุ (2520 : 48) ได้แบ่งงานออกเป็น 3 ระดับ และกล่าวว่างานในระดับที่ 2 ขั้นที่ 1 ที่ใช้เวลาในประมาณ 25 วินาที ถึง 4 นาที มีการใช้ เอทีพี จากขบวนการไม่ใช้ออกซิเจนมากที่สุด ทำให้เกิดกรดแลคติกมากกว่างานในทุกระดับ

จะเห็นได้ว่าหลังจากที่มีขบวนการสร้างพลังงานใหม่ขึ้นมา ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อแล้ว สิ่งที่เกิดตามมาคือ กรดแลคติก ซึ่งกรดแลคติกนี้เองที่เป็นปัญหาต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ เพราะเป็นสาเหตุที่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อน้อยลง จึงเป็นอุปสรรคของการออกกำลังกายและการแข่งขันกีฬา ในระยะแรก ๆ หลังการออกกำลังกายกรดแลคติกจะพบมากในกล้ามเนื้อ แล้วจึงค่อย ๆ แพร่เข้าสู่เส้นเลือดจนมีปริมาณเท่ากันดังที่ ออสตรานด์ และ โรเดฮัล (สุรชา อมรพันธุ์. 2529 : 9 ; อ้างอิงจาก Astrand; & Rodahl. 1977 : 311) ได้กล่าวไว้ว่า ปริมาณของกรดแลคติกในเลือดและกล้ามเนื้อ หลังที่ออกกำลังกายด้วยจักรยานวัดงานเป็นเวลา 2.63 นาที จะทำให้ปริมาณของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อมีค่า 25 มิลลิโมลต่อกิโลกรัม ในขณะที่ ปริมาณของกรดแลคติกในเลือดมีค่า 15 มิลลิโมลต่อกิโลกรัม หลังจากที่ย่อกำลังกาย 5 นาที ปริมาณ กรดแลคติกในเลือดและกล้ามเนื้อมีค่าเท่ากันคือ 18 มิลลิโมลต่อกิโลกรัม และปริมาณของกรดในเลือด และในกล้ามเนื้อจะกลับเข้าสู่สภาพปกติเท่ากันขณะพัก เมื่อเวลาผ่านไป 58 นาที และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ

ดังนั้นหลังการออกกำลังกายหนักเสร็จมาใหม่ ๆ จำเป็นต้องมีการ쿨ดาวน์เพื่อค่อย ๆ ปรับอุณหภูมิและอัตราการเต้นของชีพจรของร่างกายให้กลับสู่สภาพปกติให้เร็วที่สุด กรดแลคติกที่เกิดขึ้นหลังการออกกำลังกายส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนแปลงโดยตับให้กลายเป็นไกลโคเจน และบางส่วนจะแพร่กระจายเข้าสู่กระแสเลือด ในขณะที่พักผ่อนหรือฟื้นตัว การ쿨ดาวน์โดยการออกกำลังกายเบา ๆ จะสามารถทำให้ร่างกายกลับสู่สภาพปกติได้เร็วกว่าการหยุดพักนิ่งเฉย ๆ หลังการออกกำลังกาย กระแสเลือดจะไหลเวียนเร็วเมื่อออกกำลังกายเบา ๆ ขณะ쿨ดาวน์ ทำให้มีออกซิเจนไปช่วยเผาผลาญกรดแลคติกมากขึ้น นอกจากนั้นยังจะทำให้กรดแลคติกถูกขนส่งไปยังตับ ไต หัวใจได้เร็วขึ้น ปริมาณกรดแลคติกในเลือดจึงลดลงสู่ปริมาณปกติหรือก่อนออกกำลังกายได้เร็วกว่าการหยุดพักนิ่งเฉย ๆ หลังการออกกำลังกาย วิธีการ쿨ดาวน์ที่ผู้ออกกำลังกายใช้ในการปฏิบัติหลังการออกกำลังกายเพื่อลดกรดแลคติกในเลือดส่วนมาก คือวิธีการวิ่งสลับเดินและการยืดกล้ามเนื้อ เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก ไม่ต้องใช้สถานที่และอุปกรณ์ราคาแพง สามารถทำได้ด้วยตนเองหลังจากออกกำลังกายเสร็จใหม่ ๆ ช่วยให้การทำงานของร่างกายได้เคลื่อนไหวต่อเนื่องอยู่ตลอด ส่งผลให้ระบบไหลเวียนเลือดรับออกซิเจนไปเผาผลาญกรดแลคติกได้มากขึ้น อีกทั้งยังมีงานวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการ쿨ดาวน์ทั้งสองวิธีนี้ว่าสามารถลดปริมาณกรดแลคติกได้เป็นอย่างดี แต่ยังไม่มียานวิจัยใดที่ศึกษาเปรียบเทียบการ쿨ดาวน์ระหว่างวิธีการวิ่งสลับเดินกับการยืดกล้ามเนื้อว่าวิธีใดลดปริมาณกรดแลคติกได้ดีกว่ากัน

จากเหตุผลและหลักการที่กล่าวมา ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจต้องการศึกษาถึงการ쿨ดาวน์หลังการออกกำลังกาย ตามวิธีที่ได้รับความนิยมทางการปฏิบัติของผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ คือวิธีการวิ่งสลับเดินกับวิธีการยืดกล้ามเนื้อว่าสามารถลดกรดแลคติกในเลือดได้เร็วเพียงใด เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ออกกำลังกาย ผู้ฝึกสอน นักกีฬา ผู้ที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจนำไปใช้เป็นแนวทางในการฝึกซ้อมและพัฒนา นักกีฬาต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกาย
2. เพื่อศึกษาปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการ쿨ดาวน์สองวิธี
3. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการ쿨ดาวน์สองวิธี

ความสำคัญของการวิจัย

ทำให้ทราบปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกาย และหลังการकुलดาวนที่แตกต่างกัน และสามารถให้ผู้ฝึกสอน นักกีฬา ผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการฝึกสอน ฝึกซ้อมกีฬา เผยแพร่และทำงานวิจัยครั้งต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

เป็นนิสิตปริญญาตรี วิชาเอกพลศึกษา คณะพลศึกษา ปีการศึกษา 2548 ของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 10 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรต้น คือ การकुलดาวนสองวิธี ได้แก่ วิธีการวิ่งสลับเดินและวิธีการยืดกล้ามเนื้อ
2. ตัวแปรตาม คือ ปริมาณกรดแลคติกในเลือด

ข้อดกหลงเบื้องต้น

ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมตัวแปรภายนอกที่อาจมีอิทธิพลต่อปริมาณกรดแลคติกที่ต้องการศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. การพักผ่อน
2. อาหารที่รับประทาน
3. กิจกรรมในแต่ละวัน
4. สภาพความพร้อมร่างกาย

นิยามศัพท์เฉพาะ

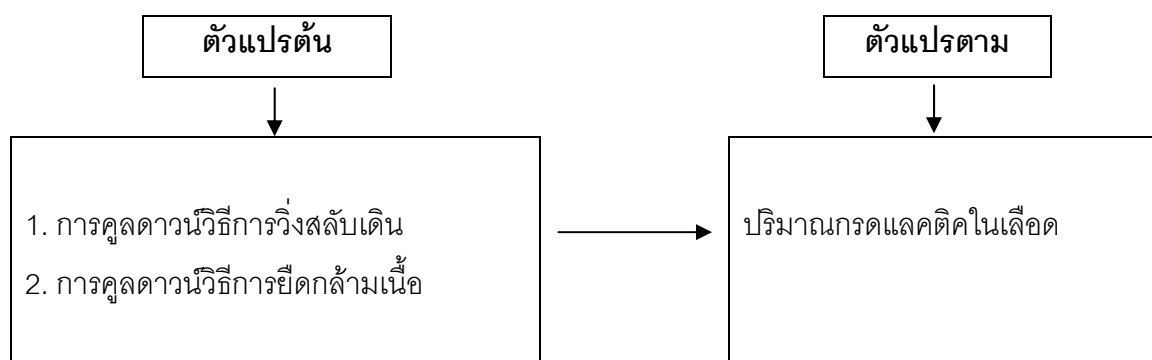
1. ปริมาณกรดแลคติก คือ สารเคมีที่เป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นในเซลล์ของกล้ามเนื้อจาก ขบวนการการกลัยโคลิซีส ซึ่งเป็นขบวนการสร้างพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งในขณะที่พักนั้นปริมาณของ กรดแลคติกในเลือดมีอยู่เล็กน้อย แต่มีการออกกำลังกายกรดแลคติกจะมีปริมาณการสะสมมากขึ้น และแพร่เข้าสู่กระแสเลือด

2. การकुलดาวน คือ การออกกำลังกายเบา ๆ หลังจากการออกกำลังกายหนักมาแล้ว หรือ เป็นการพักแบบไม่หยุดนิ่ง เป็นการทำให้ร่างกายกลับเข้าสู่สภาวะปกติทีละน้อยหรือกลับเข้าสู่สภาวะ ปกติเหมือนขณะก่อนออกกำลังกาย ซึ่งงานวิจัยเล่มนี้ใช้การकुलดาวนสองวิธีดังนี้

2.1 วิธีการวิ่งสลับเดิน คือ การออกกำลังกายเบา ๆ โดยการวิ่งเบา ๆ สลับกับการเดิน หลังการออกกำลังกายหนัก

2.2 วิธีการยืดกล้ามเนื้อ คือ การออกกำลังกายเบา ๆ ด้วยท่าทางที่ช่วยทำให้ กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ยืดออกมากกว่าปกติและคงทำนั้นเป็นระยะเวลา 15 วินาที

กรอบแนวคิดของการวิจัย



สมมติฐานของการวิจัย

ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการควบคุมนระหว่างวิธีการวิ่งสลับเดินกับวิธีการยืดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย มีความแตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อ ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกรดแลคติก

1.1 แหล่งพลังงานทาง แอโรบิก (Aerobic) และ แอแนโรบิก (Anaerobic) ของการออกกำลังกาย

1.2 การสร้างกรดแลคติก

1.3 ความเข้มข้นของกรดแลคติก

1.4 บทบาทของกรดแลคติกในการออกกำลังกาย

1.5 ความเป็นไปของกรดแลคติกและสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก

1.6 ดุลของกรด-เบส ภายหลังการออกกำลังกายหนัก

2. ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

2.1 ความสำคัญและหน้าที่ของระบบไหลเวียนโลหิต

2.2 ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

3. การकुลดาวน

4. การฟื้นตัวของร่างกาย

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

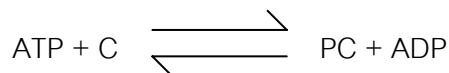
4.2 งานวิจัยในประเทศ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกรดแลคติก

แหล่งพลังงานทาง แอโรบิก (Aerobic) และ แอแนโรบิก (Anaerobic) ของการออกกำลังกาย

ประทุม ม่วงมี (2527 : 23-24) กล่าวว่า การออกกำลังกายอาจถูกอ้างถึงได้ทั้งในแง่แอโรบิก ขึ้นอยู่กับ เมตาบอลิค พาทเวย์ (metabolic pathways) และที่มาของ เอทีพี แอโรบิก เอกเซอร์ไซส์ (ATP Aerobic exercise) เช่น การวิ่งระยะทางไกลสามารถที่จะดำเนินไปได้ถ้าหากร่างกายสามารถสร้าง เอทีพี มากเกินกว่าที่ผลิตขึ้นมาได้ในช่วงเวลานั้น เนื่องจากออกซิเจนมีไม่พอและไม่ทันสำหรับการใช้ ดังนั้นจึงต้องสร้าง เอทีพี ทั้ง ๆ ที่ไม่มีออกซิเจน อีกทางหนึ่งที่เป็นที่มาของ เอทีพี โดยทาง แอแนโรบิก คือ โฟสโฟครีเอติน (phosphocreatin : PC) เมื่อร่างกายมี เอทีพี มากเกินความต้องการ

ร่างกายจะไม่เก็บไว้ในรูปของ เอทีพี แต่จะมีสารอย่างหนึ่งชื่อ ครีเอติน (creatin : C) คอยรวมตัวกับ เอทีพี อยู่ การรวมตัวของ C และ ATP ทำให้เกิด PC กับ ADP



ดังนั้น PC ก็คือแหล่งสะสมของ ATP ในร่างกายนั่นเองและการสังเคราะห์ PC จะมีขึ้นก็ตอน ความต้องการ ATP มีน้อยหรือมี ATP เหลือใช้ดังนั้นเราจึงอาจสรุปได้ว่าระบบการสร้าง ATP ใน ร่างกายมีอยู่ 3 ระบบด้วยกัน แต่ละระบบมีความสำคัญและข้อแตกต่างหลัก ๆ ดังนี้

สิ่งที่เปรียบเทียบ	Anaerobic		Aerobic Oxygen System
	ATP-PC System	Lactic acid System	
1. ตัวอย่างของการออกกำลังกายที่อาศัยระบบการสร้างนั้น ๆ เป็นหลัก	วิ่ง 100 เมตร ยกน้ำหนัก	วิ่ง 400-800 เมตร	วิ่งมาราธอน
2. Substrate หลัก	Phosphocreatin	Glucose, Glycogen	Fatty acids, Glucose, Glycogen
3. ชีตจำกัดเวลา	ประมาณ 15 วินาที	ประมาณ 2 นาที	ไม่มีขีดจำกัดเรื่องเวลา หากมี substrate และ ออกซิเจนเพียงพอ

ที่มา : ประทุม ม่วงมี. (2527 : 24). *รากฐานทางสรีรวิทยาการออกกำลังกายและการพลศึกษา*.

จะเห็นได้ว่าช่วงของการสร้าง เอทีพี แบบแอโรบิก นั้นจะถูกจำกัดโดยปริมาณของออกซิเจนที่สามารถให้เซลล์นำไปสันดาปกับอาหารได้ ส่วนช่วงแอนแอโรบิก กลัยโคลิซิส (Anaerobic Glycolysis) นั้น กรดแลคติก ซึ่งเป็นผลผลิตของการสร้าง เอทีพี โดยวิธีนี้จะเป็นตัวการสำคัญที่คอยขัดขวางการหดตัวของกล้ามเนื้อ การมีกรดแลคติกเพียง 0.3-0.4 กรัมเปอร์เซ็นต์ในกล้ามเนื้อหรือ 0.03-0.1 กรัมเปอร์เซ็นต์ในเลือด จะทำให้การออกกำลังกายไม่สามารถดำเนินต่อไปได้

เป็นที่น่าสังเกตอยู่อย่างหนึ่งว่า เอทีพี ที่ได้มาแบบแอนแอโรบิก กลัยโคลิซิส นั้นมีปริมาณน้อยมาก (ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ของการเผาผลาญโดยสมบูรณ์) 1 โมล ของกลูโคสที่ถูกเปลี่ยนแปลงให้เป็น พัยรูเวท (Pyruvate) และกรดแลคติกให้ เอทีพี เพียง 4 โมล ในขณะที่การเผาผลาญกลูโคสโดยสมบูรณ์ (การสร้างพลังงานแบบแอโรบิก) จะทำให้ได้ เอทีพี 38 โมล ซึ่งมากกว่าถึงประมาณ 10 เท่า

เราจะต้องระลึกว่าการเผาผลาญกลูโคสโดยสมบูรณ์จนทำให้ได้ความร้อนทั้งหมดถึง 686 กิโลแคลอรี ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานนั้นจะถูกใช้สำหรับรักษาอุณหภูมิของร่างกาย ส่วนที่เหลือราว ๆ 60 เปอร์เซ็นต์ จะถูกนำไปใช้สำหรับสังเคราะห์ เอทีพี จำนวนดังกล่าว

นักสรีรวิทยาของการออกกำลังกายส่วนใหญ่เชื่อว่าการออกกำลังกายอย่างใดอย่างหนึ่ง ต้องอาศัยชนิดของการสร้างพลังงานทั้งแบบ แอโรบิก และ แอนแอโรบิก และคนเราจะมีชีวิตอยู่โดย อาศัยระบบการสร้างพลังงานอย่างใดอย่างหนึ่งตลอดเวลาไม่ได้ จำเป็นต้องอาศัยชนิดของการสร้าง พลังงานทั้งแบบ แอโรบิก และ แอนแอโรบิก ผสมกันแต่ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันสุดแต่ชนิดของ กิจกรรมทางกาย ในการออกกำลังกายก็เช่นกันอัตราส่วนของ เอทีพี ที่ได้มาในแบบ แอโรบิก และ แอนแอโรบิก แตกต่างกันไปตามชนิดของการออกกำลังกายหรือกีฬาแต่ละประเภท

การสร้างกรดแลคติก

ประทุม ม่วงมี (2527 : 26) กล่าวว่า กรดแลคติก ถูกสร้างขึ้นมาอย่างมากในช่วงเวลาของการ สร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิก โดยที่ร่างกายได้รับออกซิเจน เข้าไปไม่เพียงพอทำให้พัยรเวททำหน้าที่ รับเอาอะตอมของไฮโดรเจนไปเสียเองจนทำให้เกิดกรดแลคติกขึ้น ปกติในโลหิตจะมีกรดแลคติกอยู่ 10 mg% และ คาร์โบวิซ กล่าวว่า ความสามารถสูงสุดของคนที่พักที่จะทนต่อการมีกรดแลคติกใน เลือดได้คือ 130 mg% (บางรายตัวเลขอาจสูงถึง 300 mg%) ภายหลังจากออกกำลังกายที่เข้มข้น รุนแรงได้เริ่มขึ้นกรดแลคติกจะถูกสร้างขึ้นมาในปริมาณที่มากขึ้นเรื่อย ๆ การสร้างกรดแลคติกจะมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจน และความเข้มข้นของการออกกำลังกาย

ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2536 : 165-169) กล่าวถึงรูปแบบในการ ออกกำลังกายแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1. ในการออกกำลังกายอย่างเบา ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด 2-4 มิลลิโมล ต่อลิตร (40%-49% ของ Max VO_2) กล้ามเนื้อใช้ออกซิเจนที่เก็บไว้ในกล้ามเนื้อเองรวมถึงออกซิเจน ที่ได้จากการหายใจ และการไหลเวียนเลือดก็เพียงพอต่อความต้องการของกล้ามเนื้อ ภายหลังจาก ออกกำลังกายประเภทนี้จึงไม่พบกรดแลคติกมากกว่าภาวะปกติ อาชีพที่ไม่ได้ใช้เวลามากคือ การ ทำงานตามธรรมดาประจำวันนั้น เป็นการใช้ออกกำลังกายที่จัดอยู่ในประเภทนี้

2. การออกกำลังกายปานกลางนั้น ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด 4-8 มิลลิโมล ต่อลิตร (50%-74% ของ Max VO_2) ในระยะต้นต้องใช้แอนแอโรบิกเมตะบอลิซึมด้วยจนกว่าแอโรบิก เมตะบอลิซึมปรับตัวมาทดแทนได้หมด กรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะแพร่กระจายเข้าไปในเลือดดำและอาจ ตรวจพบในเลือดด้วยถ้าจำนวนกรดแลคติกที่เกิดขึ้นมากพอ เมื่อการออกกำลังกายดำเนินต่อไป กรดแลคติกจะลดลงสู่ระดับปกติและทำให้สามารถทำงานต่อไปได้หลายชั่วโมง

3. ในการออกกำลังกายอย่างหนัก ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด 8-12 มิลลิโมล

ต่อลิตร (75%-84% ของ Max VO₂) กรดแลคติกในเลือดมีความเข้มข้นมากกว่าและยังคงสูงอยู่ตลอด ระยะเวลาการทำงานแต่สามารถทำงานได้ถึง 30 นาที หรือนานกว่านั้น

4. ในการออกกำลังกายอย่างหนักมาก ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด 12-20 มิลลิโมลต่อลิตรขึ้นไป (มากกว่า 85% ของ Max VO₂) จำนวนออกซิเจนที่ขาดจะขาดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และกรดแลคติกในเลือดก็เพิ่มขึ้นมาก การออกกำลังกายชนิดนี้ไม่สามารถทำต่อไปได้เกิน 2-3 นาที

ความเข้มข้นของกรดแลคติก

อนันต์ อัดชู (2520 : 73-80) กล่าวว่า ความเข้มข้นกรดแลคติกในเลือดจะมากขึ้นเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ดังนี้

1. ขบวนการสร้างพลังงาน ถ้าเป็นงานที่ต้องอาศัยขบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจนหรือกลัยโคลิซิส มาก กรดแลคติกในเลือดก็จะเกิดมากขึ้น
2. ความหนักของงาน ยิ่งออกกำลังกายหนักมากเท่าใด ยิ่งมีกรดแลคติกในเลือดมากขึ้นเท่านั้น
3. ระยะเวลาในการทำงาน ถ้าเป็นงานระดับเดียวกัน ยิ่งใช้เวลามาก การสะสมกรดแลคติกในเลือดก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้น
4. การขนส่งออกซิเจนและความสามารถของระบบไหลเวียนที่จะรับภาวะความเป็นกรด-ด่าง ของร่างกาย ถ้ามีมากจะทำให้กรดแลคติกในเลือดน้อย

ส่วนมากจะขึ้นอยู่กับกระบวนการสร้างพลังงานและความหนักของงานที่ทำ จากคำกล่าวของ อนันต์ อัดชู (2520 : 48) กล่าวไว้ว่า ขบวนการผลิต เอทีพี ทั้ง 2 ขบวนการจะทำงานไปพร้อมกัน เพียงแต่ว่าขบวนการใดจะใช้มากหรือน้อย ก็ขึ้นอยู่กับความหนักเบาของงาน แบ่งงานเป็น 3 ระดับคือ

1. งานระดับที่ 1 (Level 1) งานชนิดนี้เป็นงานที่เร็ว แรง และหนัก ซึ่งร่างกายทำงานได้อย่างมากไม่เกิน 20 วินาทีถึง 25 วินาที เช่นการแข่งขันวิ่งระยะทาง 100 เมตร 200 เมตร พลังงานในการทำงานของกล้ามเนื้อได้จาก เอทีพี ที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถทำได้เพียง 5 วินาที แต่ ครีเอติน ฟอสเฟต (Creatine Phosphate, C.P.) สามารถสังเคราะห์ เอทีพี ขึ้นใหม่อีก จนกระทั่ง ฟอสฟาเจน (Phosphagen) ลดลงในระดับที่ไม่สามารถทำให้งานในระดับนี้ดำเนินต่อไปได้ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 15 วินาทีถึง 20 วินาที จะเห็นว่าการทำงานในระดับนี้ กลัยโคลิซิส และการสร้างพลังงานแบบแอโรบิกยังไม่ได้ทำงาน ฉะนั้นปริมาณของกรดแลคติก ที่เพิ่มขึ้นในร่างกายจึงมีไม่มาก
2. งานในระดับที่ 2 (Level 2) ใช้เวลาประมาณ 25 วินาทีถึง 8 นาที งานระดับนี้เป็น 2 ชั้น (Phase)

ขั้นที่ 1 (Phase 1) ใช้เวลาประมาณ 25 วินาทีถึง 4 นาที เอทีพี ที่ใช้ในงานนี้ได้จาก กลัยโคลิซิส ทำให้กรดแลคติกเกิดขึ้นมาก และมากกว่างานในทุกระดับ

ขั้นที่ 2 (Phase 2) ใช้เวลาประมาณ 4 นาทีถึง 8 นาที เอทีพี ที่ใช้ในงานนี้ได้จาก

การสร้างพลังงานแบบแอโรบิกมากขึ้น และกลัยโคไลซิสน้อยลง ดังนั้นปริมาณของกรดแลคติกในร่างกายจึงน้อยกว่า ขั้นที่ 1 แต่มากกว่างานในระดับ 1 เพราะเวลาในการทำงานมากกว่า

3. งานในระดับที่ 3 (Level 3) เป็นการทำงานเกินกว่า 8 นาที เอทีพี จะได้จากการสร้างพลังงานแบบแอโรบิกเกือบทั้งหมด โดยจะได้จากขบวนการกลัยโคไลซิสน้อยลงมาก และออกซิเจนจะเข้าไปออกซิไดส์ความเป็นกรดให้น้อยลง ทำให้กรดแลคติกในร่างกายลดลง และน้อยกว่าความเป็นกรดในงานระดับที่ 2

บทบาทของกรดแลคติกในการออกกำลังกาย

ได้มีผู้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการเกิดกรดแลคติกในขณะพักและออกกำลังกาย เฮอร์แมนเซน (ศิริพร ทองศิริ. 2530 : 8 ; อ้างอิงจาก Hermansen. 1971 : 401-407) พบว่าในขณะพักขบวนการกลัยโคไลติก (Glycolytic Process) จะดำเนินไปอย่างช้า ๆ ระดับของแลคเตทในเลือดและกล้ามเนื้อจะมีอยู่เพียงเล็กน้อยแต่สม่ำเสมอ

ขณะที่ทำงานที่มีความหนักของงานระดับเบา และปานกลางนั้น พลังงานเกือบทั้งหมดได้มาจากขบวนการที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Process) โดยได้จากออกซิเจนที่เก็บไว้ในกล้ามเนื้อ ซึ่งอยู่ในรูปของมายโอโกลบิน (Myoglobin) รวมทั้งเลือดที่อยู่ในกล้ามเนื้อด้วย ซึ่งหมายถึงอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการขนส่งออกซิเจนได้สมดุลกัน ซึ่งเป็นผลให้ไม่มีกรดแลคติกคั่งในร่างกายและความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดในระยะเริ่มต้นของการออกกำลังกายยังคงมีค่าเท่ากันขณะพัก

สมศักดิ์ วณิชชีวะ (2520 : 24) กล่าวว่า เมื่อออกกำลังกายกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อและมีบางส่วนกระจายไปกับเลือดไปสู่ตับ เมื่อหยุดออกกำลังกายและร่างกายได้รับออกซิเจน กรดแลคติกจะเปลี่ยนกลับไปเป็นกรดพัยรูวิก ซึ่งอาจถูกออกซิไดส์ได้อย่างสมบูรณ์หรือถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นกลัยโคเจน และ กลูโคส ซึ่งการไหลเวียนของแลคเตทนี้ เรียกว่า วัฏจักรโครี (Cori Cycle)

การออกกำลังกายอย่างหนัก ซึ่งมีการจับออกซิเจนระดับสูงมากกว่า 50 % ของการจับออกซิเจนสูงสุด และกระทำอยู่เป็นเวลานานหลายนาที จะสามารถตรวจพบกรดแลคติกได้ แม้ในเลือดแดงยังมีการออกกำลังกายหนักมากเท่าใดก็ยังมีกรดแลคติกเกิดมากขึ้นเท่านั้น

ความเป็นไปของกรดแลคติกและสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก

พิชิต ภูติจันทร์ (2535 : 39) กล่าวว่า การเคลื่อนย้ายกรดแลคติก จากเลือดและกล้ามเนื้อ ระหว่างการฟื้นตัวจากการออกกำลังกาย การเคลื่อนย้ายนี้จะเกิดได้เร็วถ้าออกกำลังกายเบา ๆ ในระยะฟื้นตัวมากกว่าการหยุดพักในระยะฟื้นตัว

ความเป็นไปของกรดแลคติก มี 4 ทาง คือ

1. ทางปัสสาวะและเหงื่อ จะสูญเสียไปน้อยมาก
2. การเปลี่ยนกลับไปเป็นกลูโคสหรือกลัยโคเจน กรดแลคติกเกิดจากการแตกตัวของกลูโคส

และกลัยโคเจน และสามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นกลูโคสหรือกลัยโคเจนได้ในตับหรือเปลี่ยนเป็นกลัยโคเจนในกล้ามเนื้อสังเคราะห์เพื่อพลังงานเอทีพี

3. การเปลี่ยนเป็นโปรตีน เกิดเพียงเล็กน้อยในทันทีของระยะฟื้นตัว

4. การเปลี่ยนกลับไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำหรือออกซิเดชั่น กรดแลคติกจะเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการเมแทบอลิซึมในระบบออกซิเจน ซึ่งเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อลายเป็นส่วนใหญ่ แต่อาจเกิดขึ้นที่กล้ามเนื้อหัวใจ หรือในสมอง ตับ ไต ได้บ้าง กรดแลคติกจะเปลี่ยนเป็นกรดพัยรูวิก และเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำในวัฏจักรเครบส์ และระบบขนส่งอิเล็กตรอน เอทีพีถูกสังเคราะห์ขึ้นในปฏิกิริยาคู่ควบในระบบขนส่งอิเล็กตรอน

โบเนน (อำพร ศรียาภย์; และสุพิตร สมหาโต. 2545 : 11 ; อ้างอิงจาก Bonen. 2000 : 778 -779) ได้กล่าวไว้ว่า ไยกกล้ามเนื้อสีแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้ดีไยกกล้ามเนื้อสีขาว 37-109 % ไยกกล้ามเนื้อสีขาวหดตัวเร็วให้พลังงานสูงและทำให้เกิดกรดแลคติกมากกว่าไยกกล้ามเนื้อสีแดง แต่ไยกกล้ามเนื้อสีแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปได้เร็วกว่าไยกกล้ามเนื้อสีขาว ดังนั้นในระยะการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อลายที่มีไยกกล้ามเนื้อสีแดงมีความสำคัญมากกว่ากล้ามเนื้อที่มีไยกกล้ามเนื้อสีขาว

ประทุม ม่วงมี (2527 : 28-29) กล่าวว่า ส่วนหนึ่งของกรดแลคติกที่สร้างขึ้นและกระจายออกสู่กระแสโลหิต จะถูกควบคุมปริมาณ (buffer) โดยไบคาร์บอเนต ไอออนในโลหิตอย่างไรก็ดีการมีกรดชนิดนี้มากจะทำให้ค่าของ pH ในกระแสโลหิตลดต่ำลง (pH ของโลหิตอาจลดลงถึง 7.0 หรือในบางรายอาจถึง 6.8) นั่นคือก่อให้เกิดสภาวะแห่งความเป็นกรดในโลหิตมากขึ้น ดังนั้นการออกกำลังกายหนักจึงเป็นผลให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า hyperpnia และผลสุดท้ายก็ dyspnea (ภาวะที่เราหายใจถี่และลึก) ดังนั้นเราอาจสรุปได้ในตอนนี้ว่า เครื่องกระตุ้นอย่างหนึ่งที่ทำให้เราหายใจหนักมากหลังการออกกำลังกายหนักคือ ภาวะของความมีกรดสูงในโลหิต

ในระยะ 2-3 นาทีของการออกกำลังกายหนักนั้น กรดแลคติกอาจถูกผลิตขึ้นมาถึง 100 mg หรืออาจมากกว่าในผู้ที่มีการฟิต กรดแลคติกที่กระจายโดยเส้นเลือดของเหลวอื่น ๆ ของร่างกาย ในขณะที่พักผ่อน กรดแลคติกส่วนใหญ่ (ประมาณ 85%) จะถูกเปลี่ยนแปลงโดยตับให้กลายเป็นกลัยโคเจน (โดยที่ไตอาจช่วยตับทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงสิ่งดังกล่าวด้วย) และกลูโคสได้อีก โดยผ่านวัฏจักรที่เรียกว่า Cori หรือ Lactic acid cycle เหตุที่ตับและไตต้องมามีบทบาทในกระบวนการ gluconeogenesis (การสังเคราะห์ไกลโคเจนจากแหล่งที่ไม่ใช่กลูโคสซึ่งอาจสังเคราะห์จากกรดแลคติก ไขมันหรือโปรตีน) ก็เพราะกระบวนการ gluconeogenesis ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในกล้ามเนื้อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ดังนั้นตับและไตจึงต้องทำหน้าที่นี้แทน นอกจากตับและไตจะทำหน้าที่ลดกรดแลคติกด้วยวิธีดังกล่าวแล้ว บางส่วนของกรดแลคติกยังถูกใช้โดยกล้ามเนื้อหัวใจและ

กล้ามเนื้อคลายตัว ทั่ว ๆ ไป ดังนั้นการที่จะพูดอย่างลอย ๆ ว่ากรดแลคติกเป็นกรดที่ไม่มีประโยชน์นั้นเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้องนักแต่เราควรพูดว่าการที่มีกรดแลคติกในเลือดมากเกินไปจะทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อดำเนินต่อไปไม่ได้เพราะไปยับยั้งการเผาผลาญกลัยโคเจนและกรดไขมันซึ่งเป็นแหล่งที่ใช้สังเคราะห์เอทีพี และยังมีฤทธิ์ที่จะไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมต่าง ๆ ในสมอง เช่น ศูนย์ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ศูนย์ควบคุมการหายใจ เป็นต้น

ดุลของกรด-เบส ภายหลังการออกกำลังกายหนัก

พิชิต ภูติจันทร์ (2535 : 298) กล่าวว่า ระหว่างที่ออกกำลังกายหนักในระยะเวลาสั้น ๆ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเคมีเมตาบอลิซึมของกรด-เบส (Acid-base metabolic chemistry) ก็คือ การผลิตกรดแลคติก ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตที่ไม่ต้องใช้ใช้ออกซิเจน เป็นเหตุให้ pH ในเลือดและกล้ามเนื้อลดลง ปริมาณกรดแลคติกที่ถูกผลิตขึ้นมา จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ระยะเวลา ความหนักของงาน และมวลของกล้ามเนื้อ

ภายในระยะเวลา 1 นาทีของการออกกำลังกายที่ต่อเนื่องโดยไม่ใช้ออกซิเจน จะมีระดับกรดแลคติกประมาณ 180 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ pH ในเลือดใกล้เคียง 7 และ pH ในกล้ามเนื้อใกล้เคียง 6.4 งานที่ทำบ้างหยุดบ้าง จะทำให้ pH ในเลือดสูงขึ้นถึง 6.8 ในขณะที่กรดแลคติกมีประมาณ 280 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่า ค่า PH ในเลือดต่ำกว่า 7.4 เลือดจะมีภาวะเป็นกรด (Acidosis) แต่ถ้า pH ในเลือดสูงกว่า 7.4 เลือดจะมีภาวะเป็นเบส (Basidosis) ค่า pH ที่ทำให้ร่างกายดำเนินไปได้ในขณะพักจะต้องไม่ต่ำกว่า 7.0 และสูงสุดไม่เกิน 7.7 ความเข้มข้นของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนในน้ำเลือด ซึ่งปกติจะมี 23-28 มิลลิโมลต่อเลือด 1 ลิตร (mM/L) ในหญิงจะต่ำกว่าชาย แต่ถ้าออกกำลังกายจนอ่อนเพลีย ความเข้มข้นของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนจะลดต่ำลงมา ทั้งนี้จะสัมพันธ์กับ pH ในเลือด และความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดด้วย

ระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ

ในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปจากร่างกายนั้น ต้องอาศัยระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ ทั้ง 2 ระบบนี้จะทำงานร่วมกันตลอดเวลา ออกซิเจนมีความสำคัญมากในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก เมื่อระบบหายใจรับออกซิเจนเข้ามาในร่างกายจะนำไปใช้ได้โดยมีเลือดเป็นตัวกลางในการนำพาออกซิเจนลำเลียงไปยังกล้ามเนื้อและเซลล์ต่าง ๆ เพื่อเผาผลาญกรดแลคติกที่ค้างอยู่ในกล้ามเนื้อและเลือดหลังจากที่กรดแลคติกส่วนหนึ่งถูกเปลี่ยนเป็น ไกลโคเจนโดยตับ ดังนั้นการที่มีระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจที่ดีจะช่วยให้การฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายเร็วขึ้น กรดแลคติกถูกกำจัดออกไปได้เร็วเหมือนกัน

ความสำคัญและหน้าที่ของระบบไหลเวียนโลหิต

พริ้มเพรา ผลเจริญสุข (2537 : 98) กล่าวว่า ระบบไหลเวียนโลหิต คือ ระบบการขนส่งของร่างกายโดยนำออกซิเจน อาหาร น้ำ และสิ่งที่จำเป็นไปส่งให้กับเซลล์ในร่างกาย และนำของเสีย (Waste products) จากเซลล์ไปยังส่วนของร่างกายที่ทำหน้าที่ขับของเสียออกจากร่างกาย

ระบบการไหลเวียนโลหิต แบ่งเป็น 2 ระบบคือ

1. ระบบหัวใจและเส้นเลือด (Cardio-vascular system) ประกอบด้วยเลือด (Blood) เส้นเลือด (Blood vessels) และหัวใจ (Heart)
2. ระบบน้ำเหลือง (Lymphatic system) ประกอบด้วยน้ำเหลือง (Lymph) ท่อน้ำเหลือง (Lymphatic duct) และต่อมน้ำเหลือง (Lymph node)

หน้าที่ของระบบไหลเวียนโลหิต

1. ลำเลียงสารต่าง ๆ ภายในร่างกาย ได้แก่
 - 1.1 ลำเลียงออกซิเจนจากการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ปอดไปสู่เนื้อเยื่อทั่วร่างกาย
 - 1.2 ลำเลียงสารอาหารชนิดต่าง ๆ ที่ดูดซึมจากลำไส้เล็กไปให้แก่เนื้อเยื่อทั่วร่างกาย
 - 1.3 ลำเลียงของเสียที่เกิดจากการเผาผลาญ (Metabolism) และสิ่งแปลกปลอมรวมทั้งสารเป็นพิษไปยังอวัยวะขับถ่าย
 - 1.4 ลำเลียงฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อไปควบคุมการทำงานและการเจริญเติบโตของอวัยวะต่าง ๆ
2. รักษาความสมดุลกรด-ด่างของร่างกาย
3. รักษาความสมดุลของน้ำ
4. รักษาระดับอุณหภูมิของร่างกาย
5. ป้องกันร่างกายจากภาวะ การติดเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ และสร้างภูมิคุ้มกันโรค
6. ป้องกันการสูญเสียเลือดเวลามีแผล

ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

ประทุม ม่วงมี (2527 : 97) กล่าวว่า ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ อาจเป็นเป้าหมายสำคัญที่สุดของการฝึกร่างกาย เพราะหากร่างกายของใครก็ตามที่มีอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้ เช่น หัวใจ หลอดโลหิตชนิดต่าง ๆ ปอด ไม่แข็งแรงไม่อดทน คนคนนั้นจะมีชีวิตอยู่อย่างมีความสุขไม่ได้

การฝึกออกกำลังกายทำให้มีความอดทนได้ ก็อาจเป็นเพราะสิ่งต่างที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น

1. กล้ามเนื้อหัวใจขยายใหญ่ขึ้น (cardiac hypertrophy)
2. ปริมาณของเลือดที่หัวใจปั๊มออกไปเลี้ยงร่างกายครั้งหนึ่ง ๆ (stroke volume) มีมากกว่า

3. อัตราการเต้นของหัวใจไม่จำเป็นต้องสูงในการทำงานที่มีความเข้มข้นเท่ากัน

4. หลอดโลหิตมีความยืดหยุ่นดีขึ้น และปริมาณของเส้นโลหิตฝอยที่จะเปิดเป็นทางผ่านของโลหิตก็มากขึ้น (increase vascularization) ทำให้มีโลหิตไปสู่กล้ามเนื้อต่าง ๆ ที่อยู่ไกล ๆ ออกไป (peripheral circulation) มีมากขึ้น Petren และคณะ พบว่าปริมาณของเส้นโลหิตฝอยที่เปิดเป็นทางเดินของโลหิตในหนูที่ได้รับการฝึกอย่างดี มีมากกว่าหนูที่ไม่ได้รับการฝึก ระหว่าง 40-45% นอกจากนี้ภายหลังของการฝึกจะพบว่าปริมาณของเม็ดโลหิตแดงในโลหิตก็มากขึ้นและมีฮีโมโกลบิน (hemoglobin) เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการจับออกซิเจน เพื่อนำไปแจกจ่ายยังกล้ามเนื้อ ทำให้การสร้างพลังงานแบบแอโรบิก ดำเนินไปด้วยดี ซึ่งส่งผลให้อัตราการสร้างกรดแลคติกดน้อยลง อันจะทำให้การออกกำลังกายแบบแอโรบิกดำเนินไปด้วยดีขึ้น

5. เมื่อการไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น ทำให้การขนส่งเชื้อเพลิงที่จะนำมาใช้ในการสร้างพลังงาน ในระยะยาวคือกรดไขมัน (free fatty acids) เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การสร้างพลังงานแบบแอโรบิกดำเนินไปได้ด้วยดี นอกจากนั้นยังทำให้การขนถ่ายของเสียจากกระบวนการเมตาบอลิซึม ดำเนินไปได้ด้วยดีอีกด้วย

6. การฝึกทำให้กล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจมีความอดทน-ยืดหดตัวได้มากขึ้น เป็นผลทำให้เราสามารถสูดเอาออกซิเจนเข้าไปได้มาก (ขณะหายใจเข้า) และส่งคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาได้มาก (ขณะหายใจออก)

อวย เกตุสิงห์ (2513 : 4) กล่าวว่า การออกกำลังกายทำให้กล้ามเนื้อหัวใจมีขนาดโตขึ้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2524 : 263) กล่าวว่า ในบุคคลปกตินั้น หัวใจจะบีบตัวประมาณ 70-80 ครั้งต่อนาที แต่สำหรับผู้ที่ย่อยกกำลังกายประจำ หัวใจจะบีบตัวประมาณ 50-60 ครั้งต่อนาที โดยสามารถสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงร่างกายได้ในปริมาณที่เท่ากัน

ทูร์เนอร์ (ศิริพร ทองศิริ. 2530 : 6 ; อ้างอิงจาก Turner. 1967 : 230-231) กล่าวว่า ในทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายถือว่าปริมาตรของการสูบฉีดโลหิตของหัวใจและอัตราการบีบตัวของหัวใจเป็นเครื่องบอกผลของการออกกำลังกายและความสมบูรณ์ของร่างกายได้

ประทุม ม่วงมี (2527 : 159) กล่าวว่า ในระหว่างการออกกำลังกาย ความดันโลหิตแดงในระยะหัวใจบีบ (Systolic Arterial Pressure) จะเพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้โลหิตไหลเวียนไปสู่หัวใจ สมอง และกล้ามเนื้อได้อย่างรวดเร็ว หัวใจคนปกติจะสูบฉีดโลหิต 4.5 ลิตรต่อนาที แต่ระหว่างการออกกำลังกายจะเพิ่มเป็น 20 ลิตรต่อนาที ในคนทั่วไป และอาจถึง 40 ลิตรต่อนาที ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกเป็นอย่างดี

บุเชอร์ (ศิริพร ทองศิริ. 2530 : 6-7 ; อ้างอิงจาก Bucher. 1968 : 180) กล่าวว่า การออกกำลังกายยังมีผลต่อระบบการหายใจเพราะระหว่างการออกกำลังกายนั้นร่างกายมีการเผาผลาญ

มากขึ้น ทำให้ต้องการออกซิเจนมากขึ้นตามลำดับ สาเหตุนี้เองความถี่ของการหายใจก็จะเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มการระบายอากาศในถุงลมปอดให้มากที่สุด ความถี่ของการหายใจค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในระยะเริ่มออกกำลังกาย และจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อร่างกายออกกำลังกายหนักขึ้น ปกติเราจะหายใจเอาอากาศเข้าปอด 8-9 ลิตรต่อนาที แต่ระหว่างการออกกำลังกายจะเพิ่มเป็น 50-100 ลิตรต่อนาที ความถี่ของการหายใจจะเข้าสู่ระยะคงที่หลังจากการออกกำลังกายประมาณ 2-5 นาที

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

การ쿨ดาวน์

การ쿨ดาวน์ คือการทำให้ร่างกายเย็นลงภายหลังการออกกำลังกายหรือฝึกซ้อมกีฬาเป็นวิธีการช่วยทำให้การฟื้นตัวเร็วขึ้น ร่างกายสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อและเลือดได้เร็ว ซึ่งปกติแล้วการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกนั้นต้องใช้เวลานานกว่าการสร้างพลังงานใหม่มาทดแทน คือ ต้องใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกให้เป็นปกติเท่ากับก่อนการออกกำลังกาย การออกกำลังกายเบา ๆ ในระยะการฟื้นตัวสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากร่างกายได้ดีและเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรปฏิบัติหลังการออกกำลังกาย การ쿨ดาวน์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวิ่งสลับเดิน การยืดกล้ามเนื้อ การนวด การฝังเข็ม การใช้คลื่นอัลตราซาวด์ การกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า การชามาน่า เป็นต้น ซึ่งในแต่ละวิธีนั้นมีความแตกต่างของข้อดีและข้อเสีย บางวิธีต้องใช้อุปกรณ์เครื่องมือราคาแพง ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง ใช้เวลานาน ไม่สามารถทำได้ด้วยตนเอง วิธีการวิ่งสลับเดินและการยืดกล้ามเนื้อนั้นเป็นวิธีที่ง่าย สะดวกและสามารถทำได้ด้วยตนเอง ไม่ต้องใช้อุปกรณ์และไม่จำกัดสถานที่ เป็น 2 วิธีที่นิยมทำมากเพราะต่อเนื่องจากการออกกำลังกาย และสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อและเลือดได้ดี

ประทุม ม่วงมี (2545 : 36) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการ쿨ดาวน์เพื่อค่อย ๆ ชะลอการฟื้นตัวกลับสู่สภาพปกติ โดยการยังคงให้มีระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ ยังคงทำงานต่อไปแต่เป็นงานที่เบาลง ทั้งนี้เพื่อระบายของเสียต่าง ๆ หรือความร้อนที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกาย ออกสู่ระบบไหลเวียนเลือด เพื่อนำไปให้อวัยวะที่ควบคุมปริมาณหรือขจัดออกไป ดังนั้นเมื่อเสร็จสิ้นการออกกำลังกายหรือแข่งขันทุกคนควรต้องทำการ쿨ดาวน์ ด้วยการออกกำลังกายเบา ๆ หรือเคลื่อนไหวในรูปแบบที่ได้กระทำในการอบอุ่นร่างกาย ควรใช้เวลาประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาก่อนการออกกำลังกายหลังการฝึกหรือประมาณ 5-10 นาที

วิริยา บุญชัย และ วรณา รัตนอมรพิน (2528 : 7) กล่าวว่า การकुलดาวน เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เพราะการकुलดาวน นั้นจะทำให้กล้ามเนื้อที่ยึดหยุ่นไปทั่วร่างกายกลับสู่สภาวะที่อุณหภูมิในร่างกายเข้าสู่สภาพปกติ แล้วยังป้องกันไม่ให้เลือดไปเลี้ยงตามอวัยวะต่าง ๆ ที่ใช้ออกกำลังกายมีมากเกินไป จนเป็นผลทำให้เลือดไปเลี้ยงส่วนใดส่วนหนึ่งน้อยเกินไป ซึ่งส่วนนั้นอาจจะเป็นสมอง จนเป็นสาเหตุของอาการเป็นลม นอกจากนี้ยังช่วยให้ชีพจรกลับเข้าสู่สภาวะปกติที่ละน้อย การकुलดาวนควรกระทำจนกระทั่ง ชีพจรอยู่ในช่วง 120 ครั้งต่อนาที หรือต่ำกว่านี้

การकुलดาวนโดยการวิ่งออกกำลังกายเบา ๆ ได้มีผู้วิจัยหลายคนศึกษาและพบว่าเป็นวิธีที่สามารถลดปริมาณกรดแลคติกได้ดีและรวดเร็วว่าการนั่งหรือนอนพักเฉย ๆ หลังการออกกำลังกายดังที่นิวแมน และ คณะ (1960 : 137) ทำการศึกษาและกล่าวว่าปริมาณของกรดแลคติกจะลดลงเร็วยิ่งขึ้นหากนักกีฬาออกกำลังกายเบา ๆ ภายหลังการออกกำลังกายหนักได้สิ้นสุดลง การค้นพบนี้ก็น่าเชื่อตรงที่ว่าขณะออกกำลังกายเบา ๆ (ซึ่งร่างกายไม่สร้างกรดแลคติกเพิ่มขึ้น) กระแสโลหิตไหลเวียนเร็วกว่าขณะอยู่เฉย ๆ จึงมีออกซิเจนไปช่วยเผาผลาญกรดแลคติกมากขึ้น นอกจากนั้นยังน่าจะทำให้กรดแลคติกถูกขนส่งไปยังตับ ไต หัวใจได้เร็วขึ้น

การकुलดาวนอีกวิธีหนึ่งคือ การยืดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย วีระชัย โควสุวรรณ (อำพร ศรียาภัย; และ สุพิตร สมานิต. 2545 : 13 ; อ้างอิงจาก วีระชัย โควสุวรรณ : 2537) ให้ความหมายของการยืดกล้ามเนื้อ คือ การเพิ่มขนาดความยาวของกล้ามเนื้อโดยจัดให้ส่วนของร่างกายอยู่ในท่าการยืดกล้ามเนื้อ ให้ปลายทั้งสองข้างของกล้ามเนื้อยืดห่างจากกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การยืดกล้ามเนื้อสามารถใช้ได้ทั้งในการอบอุ่นร่างกาย การकुलดาวน การเพิ่มความอ่อนตัว และยังช่วยลดความตึงเครียดของร่างกายหลังการทำงานในแต่ละวัน การยืดกล้ามเนื้อที่เหมาะสมกับการकुलดาวนหลังการออกกำลังกายคือการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้หรืออยู่กับที่ในช่วงระยะเวลาประมาณ 10-30 วินาที

ราตรี สุดทรวง (อำพร ศรียาภัย; และสุพิตร สมานิต. 2545 : 13-14 ; อ้างอิงจาก ราตรี สุดทรวง : 2539) กล่าวว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ เป็นการทำให้เกิด stretch reflex มีกลไกในการทำงานดังนี้ คือ เมื่อมีแรงจากภายนอกไปยืดกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดแรงดึงตัวไปกระตุ้นการทำงานของ golgi tendon ผ่านทางเส้นประสาท Ib (type A) นำสัญญาณเข้าสู่ไขสันหลังโดยตรงและนำไปที่ spinocerebellar tract ไปสู่สมองส่วนกลาง ส่งสัญญาณกลับไปไขสันหลังกระตุ้น inhibitory interneurons ให้สัญญาณผ่านไปยังเส้นประสาท Ia afferent น้อยลง ทำให้กล้ามเนื้อมัดที่ golgi tendon ถูกกระตุ้นอยู่ได้รับกระแสประสาทจาก Ia afferent ลดลง กล้ามเนื้อมัดนั้นจะคลายตัว ซึ่งวัตถุประสงค์ในการยืดกล้ามเนื้อแบบนี้ก็เพื่อให้กล้ามเนื้อคลายตัว

ขั้นตอนการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่

1. จัดท่าในการยืดให้ถูกต้อง ตรงกับกล้ามเนื้อที่ต้องการยืดค้างในท่านั้น ๆ
2. ใช้แรงต่ำ และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ
3. ยืดกล้ามเนื้ออย่างช้า ๆ
4. ยืดถึงช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว หรือยืดถึงจุดที่มีอาการตึงของกล้ามเนื้อ
5. ยืดค้างในท่านั้น ๆ นานประมาณ 10-30 วินาที
6. ผ่อนคลายกล้ามเนื้อกลับสู่ท่าเริ่มต้น
7. ทำซ้ำวิธีเดิมจนกระทั่งรู้สึกผ่อนคลาย

ข้อบ่งชี้ในการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่

1. กล้ามเนื้อเกร็ง (muscle spasm)
2. มีการเกร็งของกล้ามเนื้อแบบ spasticity หรือ rigidity

กรรวิ บุญชัย และ สุดจิต เขียววูไร (2540 : 4-6) กล่าวว่า การยืดกล้ามเนื้อมีประโยชน์ดังนี้

1. ลดความตึงของกล้ามเนื้อและทำให้ร่างกายผ่อนคลาย
2. ช่วยสร้างการประสานงานของร่างกายทำให้การเคลื่อนไหวมีอิสระและสะดวกสบาย

ยิ่งขึ้น

3. เพิ่มช่วงของการเคลื่อนไหว
4. ป้องกันอุบัติเหตุ และการบาดเจ็บ เช่น กล้ามเนื้อเคล็ด (กล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงและ

มีการบริหารก่อนการทำงาน สามารถต้านทานความเครียดได้ดีกว่ากล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรง แต่ไม่มีการบริหารร่างกายก่อนการทำงาน)

5. ช่วยในการทำกิจกรรมหนัก ๆ ได้ดียิ่งขึ้น เช่น การวิ่ง การเล่นสกี เทนนิส ว่ายน้ำ จักรยาน เพราะเป็นการเตรียมกล้ามเนื้อก่อนการทำงาน

6. พัฒนาการรับรู้ของร่างกาย เมื่อทำกายบริหารร่างกายส่วนต่าง ๆ จิตใจจะมุ่งมั่นและได้สัมผัสส่วนนั้น ๆ ทำให้รู้จักตนเอง

7. ช่วยผ่อนคลายด้านจิตใจ ซึ่งควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย เพื่อให้ร่างกายเคลื่อนไหวเพื่อตนเองมากกว่าการแข่งขัน

8. ส่งเสริมระบบไหลเวียนโลหิต
9. ทำให้เกิดความรู้สึก

การฟื้นตัวของการออกกำลังกาย

เจริญทัศน์ จินตเสรี (2525 : ไม่มีเลขหน้า) กล่าวว่า เมื่อเริ่มออกกำลังกายอัตราชีพจรจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ถ้าเป็นการออกกำลังกายแบบความหนักไม่มากนัก และคงที่สม่ำเสมอในระยะ

1-3 นาทีแรก อัตราชีพจรจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น เรียกว่า เป็นระยะปรับตัว และจะคงที่อยู่อำนาจความหนักนั้น ไม่เปลี่ยนแปลง เรียกว่า ระยะคงที่แต่ถ้าเป็นการออกกำลังกายแบบเพิ่มความหนักขึ้นเรื่อย ๆ จะไม่มี ระยะคงที่ เพราะชีพจรจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามความหนักไปจนถึงระดับที่ชีพจรไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้อีก แม้จะเพิ่มความหนักต่อไป อัตราชีพจรตอนนี้เรียกว่า เป็นอัตราชีพจรสูงสุด เมื่อหยุดการออกกำลังกาย ชีพจรจะค่อย ๆ ลดลงจนสู่ระยะเดิม เรียกว่าระยะฟื้นตัว

คาร์โปวิช และ ซินนิง (วิวัฒน์ ภิมยรัตน์. 2526 : 9-10 ; อ้างอิงจาก Karpovich; & Sinning. 1971 : 207-208) กล่าวว่า สำหรับในระยะฟื้นตัว เวลาที่ต้องการสำหรับการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจรหลังการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับความหนักและระยะเวลาในการออกกำลังกาย ตลอดจนสภาพของแต่ละบุคคลด้วย การเพิ่มความหนักของการออกกำลังกาย จะเป็นการเพิ่มเวลาในการกลับสู่สภาวะปกติของระยะฟื้นตัว เช่น หลังจากก้าวขึ้นลงบันไดสูง 12-20 นิ้วเป็นเวลาครึ่งนาที ชีพจรจะกลับสู่อัตราปกติภายในนาทีเดียว แต่หลังจากการออกกำลังกายจนหมดแรง อาจไม่กลับสู่สภาวะปกติเป็นเวลาหลายชั่วโมง อีกประการหนึ่งผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายดี จะทำให้ระยะเวลาของการกลับสู่สภาวะปกติหรือระยะฟื้นตัวสั้นลง

ความเข้าใจเกี่ยวกับออกซิเจนกับการพักที่มีการเคลื่อนไหว หรือไม่หยุดนิ่ง ข้อตกลงเบื้องต้นได้กำหนดพื้นฐานโครงสร้างของงานในเวลาพักและความสำคัญของช่วงพัก ไม่ว่าจะเป็นช่วยของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก หรือการทำงานทั้งหมดในช่วยสั้น ๆ 5-10 วินาที จะเป็นการสะสมกรดแลคติกที่ไม่มีประโยชน์อะไรเลย ดังนั้นการพักพื้นที่รวดเร็วและความสามารถที่ได้เริ่มทำงานใหม่อีกครั้งโดยปราศจากความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าเป็นสิ่งที่ทุกคนปรารถนา ความลำบากในช่วงของการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก ที่ยาวนานก็คือ การกำจัดกรดแลคติกที่สร้างขึ้นในโลหิตและกล้ามเนื้อที่ใช้งาน ในสถานการณ์เช่นนี้การจะใช้ออกซิเจนอีกครั้งหนึ่งได้ต้องประกอบด้วยส่วนประกอบที่มีทั้งเร็วและช้า และต้องใช้เวลาอย่างมากมาย ที่ต้องการการฟื้นตัวอย่างสมบูรณ์ ถ้าเช่นนั้นในกีฬาบาสเกตบอล ฮ็อกกี้ ฟุตบอล เทนนิส แบดมินตัน ก็ต้องปล่อยปัญหานี้ทิ้งไป เพราะว่าผู้เล่นจะต้องมีการเผาผลาญร่างกายในแบบแอนแอโรบิก ในระดับสูงและไม่สามารถที่จะพักได้เป็นเวลานาน ๆ ระหว่างช่วงเวลาขอเวลานอกหรือช่วงพักครั้งของช่วงเวลาการแข่งขัน ซึ่งก็จะได้พักในช่วงสั้น ๆ เท่านั้น

วิลเลียม เฟรนด์ และ วิคเตอร์ (ศิริพร ทองศิริ. 2530 : 13 ; อ้างอิงจาก William; Frand; & Victor. 1981 :90) กล่าวว่า วิธีการที่จะทำให้การพักฟื้นเป็นไปได้อย่างรวดเร็วจากการออกกำลังกายทั่ว ๆ ไป ทำได้โดยวิธีการใดวิธีการหนึ่งก็คือ ไม่หยุดนิ่ง (Active) หรือหยุดนิ่ง (Passive)

การฟื้นตัวแบบไม่หยุดนิ่ง (Active Recovery) นั้น มักเรียกกันบ่อย ๆ ว่า คลูลิ่ง ดาวน์ (Cooling Down) หรือ เทปเปอริงออฟ (Tapering off) คือ การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเกือบสูงสุด

ตามความเชื่อนี้ จะต้องมีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องกันเพื่อจะป้องกันไม่ให้เกิดตะคริวและการบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อได้และทำให้ขบวนการในการฟื้นตัวง่ายขึ้น

การฟื้นตัวแบบหยุดนิ่ง (Passive Recovery) ส่วนใหญ่แล้วคนมักจะใช้การนอนเพราะคิดว่าการอยู่เฉย ๆ หรือการพักเฉย ๆ จะเป็นการลดพลังงาน ซึ่งต้องการในช่วงพักได้และไม่ต้องใช้ออกซิเจนสำหรับขบวนการฟื้นตัว

พิชิต ภูติจันทร์ (2535 : 41) กล่าวว่า จุดประสงค์ระหว่างการฟื้นตัวจากการออกกำลังกายก็คือ การทำให้กล้ามเนื้อกลับคืนสู่สภาพเดิมและทำให้ส่วนอื่น ๆ ของร่างกายกลับคืนสู่ระยะก่อนออกกำลังกาย (พักผ่อน) ระหว่างการฟื้นตัวจากการออกกำลังกาย ออกซิเจนจะหมดเปลืองไปมากกว่าขณะพักผ่อน ออกซิเจนที่ต้องการเพิ่มขึ้นมากกว่าในระดับพักผ่อน เรียกว่า การเป็นหนี้ออกซิเจนระหว่าง 2-3 นาที แรกของการเป็นหนี้ออกซิเจน ร่างกายจะต้องการออกซิเจนสูง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในต่างประเทศ

ออสตรานด์ และคนอื่น ๆ (Astrand; et al. 1963 : 619 -622) ได้ทำการวิจัยกรดแลคติกในเลือดหลังจากออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลานาน โดยใช้ผู้รับการทดลองซึ่งเป็นทีมนักสกีวบากทีมชาติสวีเดน ชาย 18 คน และหญิง 6 คน เจ้าของเหรียญทอง 9 เหรียญ และเหรียญเงิน 3 เหรียญจากการแข่งขันสกีชิงแชมป์โลกและโอลิมปิก ก่อนหน้านั้น 1 ปี รวมทั้งนักศึกษายชาย 4 คน อายุประมาณ 25 ปี ทำการสกีด้วย ระยะทาง 85 กิโลเมตร ผู้รับการทดลองถูกเจาะเลือดที่ปลายนิ้วหลังจากทำการแข่งขันสกีระยะทาง 10-85 กิโลเมตรเสร็จสิ้นลง 1-3 นาที นำเลือดที่เจาะไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติก

ผลการวิจัยพบว่า หลังจากออกกำลังกายอย่างหนัก กรดแลคติกกลับลดลง เมื่อเวลานานขึ้นในระยะทาง 10 กิโลเมตร ทำเวลาได้ 35-36 นาที ปริมาณกรดแลคติกเฉลี่ยเกิดขึ้น 139 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ในระยะทาง 30 กิโลเมตร ทำเวลาได้ 1 ชั่วโมงกับ 50-56 นาที กรดแลคติกเฉลี่ย 68 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ในระยะทาง 50 กิโลเมตร ทำเวลาได้ 3 ชั่วโมงกับ 6-18 นาที กรดแลคติกเฉลี่ย 39 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ในระยะทาง 85 กิโลเมตร ทำเวลาได้ 5 ชั่วโมงถึง 8 ชั่วโมง 30 นาที กรดแลคติกเฉลี่ย 23 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ค่าปริมาณของกรดแลคติกที่ต่างกัน แสดงถึงความเมื่อยล้าในหลายแบบหลายลักษณะ ซึ่งสรุปไม่ได้กระจ่างชัด ความต้องการออกซิเจนเฉลี่ย (Average VO_2) เท่ากับ 4.45 ลิตร/นาที

ไดแมนท์, คาร์ลสัน, และซาลติน (Diamant; Karlsson; & Saltin. 1968 : 383-384) ได้ทำการศึกษาวิจัยกรดแลคติกในกล้ามเนื้อของคน หลังจากการออกกำลังกายสูงสุด โดยใช้ผู้รับการ

ทดลองเป็นนักศึกษาวิชาพลศึกษา 4 คน ทำการวัดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อขณะพัก และ 5 นาที หลังจากออกกำลังกายด้วยจักรยาน (Bicycle Ergometer) จนหมดแรงเป็นเวลา 3 นาที การหาความเข้มข้นของกรดแลคติกกระทำโดยการตัดชิ้นเนื้อต้นขา (Quadricep Femoris) 15-30 มิลลิกรัม ไปตรวจและทำการตรวจหากรดแลคติกในเลือดจากปลายนิ้ว

ผลการวิจัยพบว่าขณะที่พัก กรดแลคติกในกล้ามเนื้อ (เฉลี่ยเท่ากับ 3.0 มิลลิโมล) สูงกว่า กรดแลคติกในเลือด (เฉลี่ยเท่ากับ 1.4 มิลลิโมล) หลังจากออกกำลังกายสูงสุด ความเข้มข้นเฉลี่ยของ กรดแลคติกในกล้ามเนื้อ เท่ากับ 19.1 มิลลิโมล ส่วนในเลือดเท่ากับ 12.5 มิลลิโมล จากการทดสอบกับ ผู้รับการทดลองคนหนึ่ง พบว่า การลดลงของความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ และในเลือด จะลดลงอยู่ในระดับใกล้เคียงกันเมื่อหลังจากออกกำลังกายแล้ว ความเข้มข้นของกรดแลคติกในของเหลว นอกเซลล์กล้ามเนื้อ 20 เปอร์เซ็นต์

ดอร์สัน และคนอื่น ๆ (Dawson; et al. 1971 : 322 -327) ได้ทำการวิจัยเรื่องแลคเตทใน เส้นเลือดแดงและกล้ามเนื้อของหนูขณะว่ายน้ำ โดยจับหนูไปว่ายน้ำที่มีอุณหภูมิ 22 °C และ 37 °C จนกระทั่งหมดแรง

ผลการวิจัยพบว่า หนูจะเหนื่อยหลังจากว่ายน้ำประมาณ 23 นาที ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 22 °C แต่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 37 °C หนูทั้งหมดจะสามารถว่ายน้ำได้นานถึง 30 นาที โดยไม่แสดงอาการ เหนื่อย ในการว่ายน้ำที่มีอุณหภูมิ 37 °C แลคเตทในเลือดจะเพิ่มขึ้นจาก 1.8 เป็น 5.2 มิลลิโมล ใน 3 นาทีแรก แต่จะลดลงเป็น 3.3 และ 2.3 มิลลิโมล (mM.) ในการว่ายน้ำ 3 นาทีแรก แต่จะลดลงใน อัตราปริมาณที่เท่ากันของการว่ายน้ำ 37 °C แม้ว่าแลคเตทในกล้ามเนื้อจะสูงกว่าในเลือด ในน้ำ อุณหภูมิ 22 °C แต่การเปลี่ยนแปลงของแลคเตทของกล้ามเนื้อและในเลือดจะเท่ากัน และแลคเตท ทั้งในเลือดและกล้ามเนื้อจะลดลงเมื่อว่ายน้ำจนเหนื่อยในน้ำที่มีอุณหภูมิ 22 °C แสดงว่าไม่มีการ เปลี่ยนแปลงในทางที่เพิ่มขึ้นของขบวนการเมตาบอลิซึมในการว่ายน้ำที่อุณหภูมิ 22 °C และในน้ำที่มี อุณหภูมิ 22 °C และ 37 °C ไพรูเวท (Pyruvate) ในเลือดแดงจะเพิ่มขึ้นในช่วง 3 นาทีแรก และ ต่อจากนั้นจะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยระดับกลูโคสในเลือดยังคงอยู่ในระดับเดิมตลอดการว่ายน้ำ

เฮอร์แมนเซน และ สเตนส์โวลด์ (Hermansen; & Stensvold. 1972 : 191 -201) ได้ ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการผลิตและการสลายตัวของกรดแลคติกระหว่างการออกกำลังกาย โดยใช้ ผู้รับการทดลองเป็นชาย 4 คน หญิง 3 คน โดยแต่ละคนผ่านการฝึกออกกำลังกายมาอย่างดี และวัด ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดขณะพักและระหว่างออกกำลังกาย ที่ระดับ 30% 60% 70% และ 80% ของสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคน ($VO_2\max$) โดยออกกำลังกายเป็น เวลานาน 30 นาที ผู้รับการทดลองพักโดยนั่งเก้าอี้เอน และเมื่อลุกจากเก้าอี้ก็เริ่มออกกำลังกายทันที

ผลการวิจัยพบว่า กรดแลคติกในเลือดจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดที่ 60-80 เปอร์เซ็นต์ ($VO_2\max$) ปริมาณแลคติกขณะนั้นประมาณ 130-220 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร หลังจากออกกำลังกาย 30 นาที หยุดนั่งพักหรือวิ่งเบา ๆ ต่อไปเรื่อย ๆ กรดแลคติกในเลือดลดลงสู่ระดับปกติ และปรากฏว่าอัตราการสลายตัวของกรดแลคติกในเลือดก่อนที่ในขณะวิ่งเรื่อย ๆ เร็วกว่าการนั่งพัก อัตราการสลายตัวของกรดแลคติกสูงสุด เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตรต่อนาทีที่ 63 เปอร์เซ็นต์ ($VO_2\max$) โดยเฉลี่ย และสรุปว่า กล้ามเนื้อสามารถออกซิไดซ์กรดแลคติกได้ดีกว่าในตับ

ฮับบาร์ด (Hubbard. 1973 : 1 -18) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายกับเมตาบอลิซึมของกรดแลคติก โดยใช้ผู้รับการทดลองอาสาสมัคร เป็นชาย 4 คน อายุเฉลี่ย 53 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 74 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 179 เซนติเมตร ทำการออกกำลังกายอย่างหนัก ประมาณ 62-72 เปอร์เซ็นต์ ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคน ($VO_2\max$) เป็นเวลา 40-50 นาที ผู้รับการทดลอง ถูกฉีดสารกัมมันตภาพรังสี โดยเกลือโซเดียมแลคเตท จำนวน 5 ไมโครคูรี ($5 \text{ Me u}^{-14} \text{ c Sodium L(+)} - \text{Lactate}$) เข้าเส้นเลือดดำที่แขน (Antecubital Vein) ผลปรากฏว่า หลังการออกกำลังกายกลูโคสในเลือดลดลงกว่าปกติ (ขณะพัก) และขณะออกกำลังกายกรดแลคติกจะเกิดขึ้นและถูกเมตาบอลิซึม โดยในขณะออกกำลังกาย เมตาบอลิซึมจะเกิดเร็วมากในขณะออกกำลังกายเกือบจะสูงสุด (30 นาที ที่ 35-60 เปอร์เซ็นต์ $VO_2\max$)

ผลการวิจัยพบว่า การผลิตกรดแลคติกไม่ได้เกิดเฉพาะช่วง 2-3 นาทีแรก ของการออกกำลังกายเท่านั้น เพราะจะเกิดกรดแลคติกตลอดเวลา แต่กรดแลคติกถูกสลายโดยขบวนการเมตาบอลิซึมไปด้วย ทำให้การผลิตและการสลายของกรดแลคติกอยู่ในภาวะคงที่ตลอด

ซีเบอร์ และ แมคมอเรย์ (Siebers; & McMurray. 1981 : 68) ได้ศึกษาผลของการว่ายน้ำและการเดินที่มีต่อการฟื้นตัวของร่างกายหลังจากการว่ายน้ำ ผู้รับการทดลองเป็นนักว่ายน้ำน้ำหญิง จำนวน 8 คน โดยให้ผู้รับการทดลองทุกคนทำการออกกำลังกาย 2 นาที ที่ร้อยละ 90 ของปริมาณออกซิเจนสูงสุดบนเครื่องวัดงานในการว่ายน้ำ (Swimming Ergometer) ระยะเวลาในการฟื้นตัว 15 นาที ในการเดินบนพื้น หรือว่ายน้ำช้า ๆ หลังจากว่ายน้ำ 200 หลา วัดปริมาณนำเข้าออกซิเจน 15 นาที หลังจากว่ายน้ำ 200 หลา นำเอาเลือดที่ได้จากก่อนและหลังการว่ายน้ำด้วยเครื่องวัดงานในการว่ายน้ำมาวิเคราะห์เพื่อหาแลคเตท (Lactate)

ผลการทดลองปรากฏว่า การว่ายน้ำ 200 หลา ไม่มีนัยสำคัญที่กระทบกระเทือนต่อการเดินหรือการว่ายน้ำในช่วงการฟื้นตัว แลคเตทในเลือดหลังการว่ายน้ำด้วยเครื่องวัดงานในการว่ายน้ำมีค่าเฉลี่ย 96.7 ± 18 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร การฟื้นตัวโดยการว่ายน้ำจะลดระดับแลคเตทลงร้อยละ 53.3 และการฟื้นตัวโดยการเดินจะลดระดับแลคเตทลงร้อยละ 38.5 มีนัยสำคัญที่แตกต่างกันของแลคเตทหลังการว่ายน้ำ 200 หลา ปริมาณการนำเข้าออกซิเจนมีค่าเฉลี่ย 7.74 ± 1.51 ลิตร และ

ไม่มีผลกระทบต่อข้อตกลง สรุปได้ว่า 15 นาทีในการฟื้นตัวอาจเพียงพอสำหรับการแข่งขันหลาย ๆ ครั้งที่มีความหนักของงานสูงแต่น้อยกว่า 3 นาที และวิธีการเลือกวิธีการฟื้นตัวด้วยตัวเองจะไม่มีผลดีที่สุดเสมอสำหรับการเคลื่อนย้ายแลคเตทในเลือด

เมย์เบอร์รี่ (Mayberry. 1994 : 102) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการนวดภายหลังการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิคสูงสุด กลุ่มทดลองเป็นอาสาสมัครชายจำนวน 30 คน ซึ่งถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มถูกกำหนดให้ออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิคด้วยแบบทดสอบวินเกต (Wingate test) 2 ครั้ง ๆ ละ 45 นาที โดยใช้เครื่องโมนาร์ค 818 E (Monark 818 E) เมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกายครั้งที่ 1 ทั้ง 2 กลุ่ม จะหยุดพัก 10 นาที โดยในกลุ่มที่ 1 ผู้ถูกทดลองจะได้รับการนวดในระหว่างพัก ส่วนกลุ่มที่ 2 ผู้ถูกทดลองจะถูกกำหนดให้นอนพัก หลังจากนั้นก็ไปออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิคด้วยแบบทดสอบวินเกต (Wingate test) อีกครั้ง เป็นเวลา 45 นาที และเมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกายครั้งที่ 2 ทั้ง 2 กลุ่มจะได้พัก 15 นาที ในการออกกำลังกายแต่ละครั้งจะมีการบันทึก

1. กำลังรวม (Total Power) และค่ากำลังสูงสุด (Peak Power)
2. อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) ก่อนและหลังการออกกำลังกาย
3. วัดเกลือแลคเตท (Lactate) เมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกายแต่ละครั้ง
4. วัดเอนไซม์ครีเอทีน ไคเนส (Creatine Kinase) หลังการออกกำลังกายแล้ว 22, 24 และ 26

ชั่วโมง

ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มที่ได้รับการนวดจะมีกำลังรวม (Total Power) และค่ากำลังสูงสุด (Peak Power) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการนวด ภายหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2
2. ไม่พบความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) เกลือแลคเตท (Lactate) และ เอนไซม์ครีเอทีน ไคเนส (Creatine Kinase) ในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

ฮันนี่ (Hannie. 1994 : 55) ได้ศึกษาเรื่องการออกกำลังกายโดยการยกน้ำหนักท่าเบ็นช์เพรสส์ (Bench Press) ที่มีผลต่อการคืนสู่สภาพปกติ แลคเตทในเลือด และความสามารถในการทำงาน จุดมุ่งหมายการวิจัยครั้งนี้ เพื่อที่จะศึกษาผลของการฟื้นตัวระหว่างชุด (Set) ของการออกกำลังกายท่าเบ็นช์เพรสส์ (Bench Press) กลุ่มตัวอย่างเป็นชายและ หญิงจำนวน 15 คน ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มถูกกำหนดให้การออกกำลังกายท่าเบ็นช์เพรสส์ (Bench Press) 4 ชุด (Set) แต่ละชุดให้ทำจำนวนครั้งที่ทำได้สูงสุด 1 ครั้ง (1 RM) ระหว่างชุดของการออกกำลังกายกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 จะถูกกำหนดให้ปั่นจักรยานที่มีความหนักของงาน 45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ให้นอนราบนิ่ง ๆ

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ 1 จะมีการฟื้นตัวเร็วกว่ากลุ่มที่ 2 แต่มีแนวโน้มที่จะมีแลคเตท (Lactate) ในเลือดสูงกว่า แต่ก็มีอาการกำจัดแลคเตท (Lactate) ในเลือดได้เร็วกว่ากลุ่มที่ 2 ที่นอนราบนิ่ง ๆ

มอร์แกน (Margain. 2005 : Abstract) ได้ศึกษาระยะเวลาการฟื้นตัวแบบออกกำลังกายเบา ๆ ที่มีต่อการเคลื่อนย้ายแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกาย วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบตัดสินว่าระยะเวลาการฟื้นตัวสองระยะเวลา อย่างไหนลดปริมาณแลคเตทในเลือดหลังการวิ่ง 400 เมตรได้ดีกว่ากัน และศึกษาการเพิ่มของปริมาณแลคเตทในเลือดหลังการวิ่ง 400 เมตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักวิ่งจากชมรมกรีฑาของมหาวิทยาลัยจำนวน 21 คน ทำการทดสอบ 3 ครั้ง เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ และพักอย่างน้อย 48 ชั่วโมงแต่ละครั้งของการทดสอบ ทุกครั้งที่ทำการทดสอบจะตรวจวัดแลคเตทในเลือดก่อนหลังช่วงพักจากกิจกรรมในแต่ละวัน 30 นาที หลังจากนั้นทำการอบอุ่นร่างกายและวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด จากนั้น 4 นาทีตรวจวัดแลคเตทในเลือด ทำการคูลล์ดาวน์ตามที่กำหนดไว้คือ พักระยะเวลา 15 นาที และ 30 นาที แบบออกกำลังกายเบา ๆ และพักแบบอยู่เฉย ๆ 30 นาที

ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณแลคเตทในเลือดสูงขึ้นในช่วงอบอุ่นร่างกาย 10 นาที และเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดหลังการวิ่ง 400 เมตร หลังจากการคูลล์ดาวน์และยืดกล้ามเนื้อพบว่า การคูลล์ดาวน์โดยการออกกำลังกายเบา ๆ ทั้ง 2 ระยะเวลาลดปริมาณแลคเตทในเลือดได้ดีกว่าการคูลล์ดาวน์แบบพักอยู่เฉย ๆ แม้ว่าไม่พบความแตกต่างกันของปริมาณแลคเตทในเลือดของการคูลล์ดาวน์แบบออกกำลังกายเบา ๆ ทั้ง 2 ระยะเวลา แต่จากการทดสอบในครั้งที่ 1 และ 2 นั้น การฟื้นตัวแบบออกกำลังกายเบา ๆ ที่ใช้เวลา 15 นาทีลดปริมาณแลคเตทในเลือดได้ดีกว่าการฟื้นตัวแบบออกกำลังกายเบา ๆ ที่ใช้เวลา 30 นาที สรุปได้ว่าการฟื้นตัวแบบออกกำลังกายเบา ๆ ที่ใช้เวลา 15 นาทีสามารถเคลื่อนย้ายแลคเตทในเลือดได้ดีที่สุด

งานวิจัยในประเทศ

เกรียงศักดิ์ นกกระจิบ (2523 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดที่มีผลต่อความเหนื่อยของกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย ภาควิชาพลศึกษา คณะครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 15 คน โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองทำงานโดนการถีบจักรยานวัดงานที่ระดับความหนักของงานแตกต่าง 4 ชนิด คือ 70% 90% 100% และ 130% ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนจับสลากเลือกที่จะออกกำลังแบบใดก่อนแล้วกำหนดให้ทำงานจนครบทั้ง 4 ระดับ ความหนักของงานโดยให้การทำงานแต่ละระดับงานห่างกัน 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างเลือดขณะพักของผู้เข้ารับการทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดแลคติกในเลือดหลังจากนั้น 1 สัปดาห์ ให้ผู้เข้ารับการทดลองทำงานที่ระดับ

ความหนักของงานตามที่จับสลากได้ การทำงานให้ทำจนเหนื่อยจนไม่สามารถทำต่อไปได้จึงให้หยุดพัก หลังจากหยุดพักแล้ว 5 นาที จึงทำการเจาะเก็บตัวอย่างเลือดของผู้เข้ารับการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด แล้วบันทึกผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้เป็นข้อมูลเพื่อศึกษาต่อไป

ผลการวิจัยพบว่า ผลผลิตของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้นนั้น เป็นผลมาจากระดับความหนักของงานที่แตกต่างกัน คือถ้าให้ผู้เข้ารับการทดลองทำงานในระดับปานกลางจะพบว่า มีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดจำนวนเล็กน้อย แต่เมื่อให้ทำงานหนักขึ้น พบว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติกจะเพิ่มสูงขึ้นตามความหนักของงานที่เพิ่มขึ้น แสดงว่ากรดแลคติกในเลือดไม่ใช่องค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเหน็ดเหนื่อยของกล้ามเนื้อ แต่ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดนั้น เป็นผลมาจากระดับความหนักของงานและระยะเวลาในการทำงานที่แตกต่างกัน

ชวน สรณารักษ์ (2523 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นในเลือดระหว่างการวิ่งในระยะทางต่าง ๆ คือ 100 เมตร 200 เมตร 400 เมตร 800 เมตร 1,500 เมตร และ 5,000 เมตร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายของวิทยาลัยพลศึกษาอ่างทอง ซึ่งเป็นนักกรีฑาประเภทลู่ของวิทยาลัย การทดลองใช้เวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ ต้นสัปดาห์แรกเป็นการเก็บตัวอย่างเลือดของผู้เข้ารับการทดลองในระดับปกติ (ขณะพัก) โดยก่อนทำการเจาะเลือดผู้รับการทดลองจะต้องอยู่ในภาวะพักผ่อนจริง ๆ ห้ามออกกำลังกาย เช่น การวิ่ง หรือการอบอุ่นร่างกาย ปลายสัปดาห์แรกเป็นการเก็บตัวอย่างเลือด เพื่อการวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดแลคติกหลังจากการวิ่งระยะทางแรกตามแต่ผู้รับการทดลองจะจับสลากได้ ระยะทางที่ผู้รับการทดลองทุกคนจะต้องวิ่งโดยการจับสลากก่อนหน้านี้ คือ ระยะทาง 100 เมตร 200 เมตร 400 เมตร 800 เมตร 1,500 เมตร และ 5,000 เมตร สัปดาห์ที่สองเป็นการเก็บตัวอย่างเลือดการวิ่งระยะทางที่สองและต่อ ๆ ไปทุก ๆ ปลายสัปดาห์ เพื่อให้การวิ่งแต่ละครั้งไม่มีผลต่อกัน หลังจากการวิ่งแต่ละระยะทางของแต่ละคนสิ้นสุดลงแล้ว 5 นาที ทำการเจาะเลือดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดต่อไป

ผลการวิจัยพบว่า อัตราการผลิตกรดแลคติกในเลือดของการวิ่งระยะทางที่ใช้เวลาน้อยจะมีอัตราการผลิตกรดแลคติกมากกว่าการวิ่งระยะทางที่ใช้เวลามาก

เทเวศร์ พิริยะพณท์ (2523 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปริมาณของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นในเลือดภายหลังการว่ายน้ำแบบครอว์ล ในระยะทาง 100 เมตร 200 เมตร 400 เมตร และ 1,500 เมตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายที่มีสมรรถภาพทางกายสมบูรณ์ จำนวน 20 คน ทุกคนเป็นนักกีฬาทางน้ำระดับคณะและมหาวิทยาลัยของจุฬาลงกรณ์ มีอายุเฉลี่ย 25.3 ปี ทุกคนจะต้องถูกเก็บตัวอย่างเลือดขณะพักผ่อนและหลังการว่ายน้ำในระยะทางต่าง ๆ ที่กำหนด เพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดแลคติกในเลือด

ผลการวิจัยพบว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดขณะพักก่อน และหลังว่ายน้ำแบบครอว์ลทั้ง 4 ระยะทางมีความแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 เมื่อทำการเปรียบเทียบรายคู่พบว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังว่ายน้ำ ระยะทาง 100 เมตร 200 เมตร 400 เมตร สูงกว่าขณะพักก่อน ($P < .01$) ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังว่ายน้ำ ระยะทาง 100 เมตร 200 เมตร 400 เมตร และ 1,500 เมตร ไม่แตกต่างกัน ($P > .01$)

สาโรจน์ สิงห์ชม (2524 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การเป่าด้วยลม และการออกกำลังกายขนาดเบา ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักเรียนชายมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย จำนวน 36 คน ให้ผู้เข้ารับการทดลองออกกำลังกายจากการถีบจักรยานวัดงานไปจนกระทั่งอัตราชีพจรสูงถึง 160 ครั้ง/นาที แล้วหยุดพักเพื่อดูการฟื้นตัว จากการทดลอง 4 วิธี คือ ให้นั่งพักเฉย ๆ เป่าด้วยพัดลม ใช้ผ้าชุบน้ำเย็นเช็ดตัว และการออกกำลังกายขนาดเบา

ผลการวิจัยพบว่า วิธีการใช้ผ้าชุบน้ำเย็น (อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส) เช็ดตัว ให้ผลในการทำให้ร่างกายฟื้นตัว หลังการออกกำลังกายได้เร็วที่สุด ส่วนวิธีการเป่าด้วยพัดลม การนั่งพักเฉย ๆ และการออกกำลังกายขนาดเบา ได้ผลรองลงมาตามลำดับ

สุรชา อมรพันธุ์ (2529 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดภายหลังการว่ายน้ำระยะทาง 100 เมตร ระหว่างการว่ายน้ำ 4 แบบ คือ ฝี่เสื้อ กรรเชียง กบ และครอว์ล และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแต่ละแบบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายชั้นปีที่ 1-2 ปีการศึกษา 2528 ซึ่งผ่านการเรียนว่ายน้ำ 1 มาแล้ว ของวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ จำนวน 20 คน ทุกคนจะถูกเก็บตัวอย่างเลือดขณะพักก่อนและหลังการว่ายน้ำ 100 เมตร ในแบบต่าง ๆ ที่กำหนดเพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดแลคติกในเลือด

ผลการวิจัยพบว่า ความเข้มข้นต่าง ๆ มีความแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 และปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน ($P > .05$) อัตราการเกิดต่อหน้าที่ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำแบบครอว์ล กับการว่ายน้ำแบบฝี่เสื้อกับกรรเชียง และกบ กรรเชียงกับกบ กบกับครอว์ลแตกต่างกัน ($P < .05$) เมื่อหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบฝี่เสื้อ กรรเชียงและกบกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด หลังการว่ายน้ำทั้ง 3 แบบ พบว่ามีความสัมพันธ์กันต่ำ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล มีความสัมพันธ์กันสูง ($P < .05$) เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล น้อยที่สุดรองลงไปคือ กบ กรรเชียง และฝี่เสื้อ ตามลำดับ

ศิริพร ทองศิริ (2530 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาของการฟื้นตัวและปริมาณแลคเตทในเลือดภายหลังจากการออกกำลังกาย โดยวิธีการพักเฉย ๆ กับการพักแบบไม่หยุดนิ่งด้วยการถีบจักรยานเบา ๆ และการก้ม-เงย ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักศึกษาชายของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดยะลา จำนวน 20 คน ถีบจักรยานวัดงานติดต่อกันเป็นเวลานาน 6 นาที หรือจนกว่าอัตราชีพจรเต้นเท่ากับ 170 ครั้ง/นาที แล้วให้หยุดพักโดยการก้ม-เงย พร้อมกับเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาแลคเตทในเลือดขณะฟื้นตัว และจับชีพจรเพื่อหาระยะเวลาในการฟื้นตัว

ผลการวิจัยพบว่า

1. ระยะเวลาของการฟื้นตัวของทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ระยะเวลาของการฟื้นตัวโดยวิธีการถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีการ ก้ม-เงย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ระยะเวลาของการฟื้นตัวโดยวิธีถีบจักรยานเบา ๆ และวิธีนั่งพักเฉย ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ระยะเวลาของการฟื้นตัวโดยวิธีการ ก้ม-เงย และวิธีนั่งเฉย ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ระยะเวลาของการฟื้นตัวโดยวิธีการถีบจักรยานเบา ๆ น้อยที่สุด วิธีการ ก้ม-เงย รองลงมา และวิธีนั่งพักเฉย ๆ มากที่สุด
6. ปริมาณของแลคเตทในเลือดของการฟื้นตัวทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิโลบล เนืองตัน และคณะ (2532 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเกี่ยวกับแลคเตทในเลือดและการออกกำลังกายโดยทดลองในคนปกติ 53 คน โดยการให้ถีบจักรยานถ่วงน้ำหนักอยู่กับที่อย่างรวดเร็วที่สุดจนกล้ามเนื้อลำที่อุณหภูมิตั้งที่ 20 องศาเซลเซียส 30 องศาเซลเซียส และ 37 องศาเซลเซียส ทำให้ระดับแลคเตทในเลือดสูงขึ้นมากกว่าภาวะปกติแต่ค่าที่เพิ่มขึ้นและงานที่ทำได้ในแต่ละอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นอุณหภูมิช่วงดังกล่าวจึงไม่มีผลต่อการทำงานได้ทั้งเพิ่มขึ้นหรือลดลงของกล้ามเนื้อ สาเหตุสำคัญของการล้าของกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายที่ในช่วงสั้นเนื่องมาจากการคั่งของแลคเตทในเนื้อเยื่อจากการทดลองนี้คนปกติสามารถทนระดับแลคเตทในเลือดได้ถึง 22.4 มิลลิโมลต่อลิตร โดยมีอาการผิดปกติเพียงกล้ามเนื้อล้าอย่างเดียวและจะหายอย่างรวดเร็วภายหลังการหยุดพัก และได้วิเคราะห์เปรียบเทียบระดับแลคเตทในเลือดของนักวิ่งชาย 12 คน และนักว่ายน้ำชาย 13 คน ขณะก่อนออกกำลังกาย กันภายในช่วงเวลา 5 นาทีหลังออกกำลังกายเต็มที่ และในช่วงพักเหนื่อย 30 นาที ค่าระดับแลคเตทในเลือดก่อนออกกำลังกาย 1.51 ± 1.49 5.26 ± 1.67 6.3 ± 1.63 มิลลิโมล

ต่อลิตร ตามลำดับ เปรียบเทียบระดับแลคเตทในเลือด หลังการวิ่งและว่ายน้ำอย่างเต็มที่และการพักเหนื่อยด้วยวิธีทั้ง 3 ชนิด ตามเวลาดังกล่าว

ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการออกแรงเต็มที่ โดยวิ่ง 400 เมตร หรือว่ายน้ำ 100 เมตร ใช้กำลังงานเท่ากันและการได้รับออกซิเจน หรือน้ำเกลือดื่มใน ระยะพักเหนื่อยไม่ช่วยให้ระดับแลคเตทในเลือดลดลงเร็วกว่าการนั่งพักธรรมดา

มณฑกานัญญ์ หอมสุวรรณ (2543 : บทคัดย่อ) ศึกษาเกี่ยวกับผลการวางแผนไทยที่มีต่อการ เคลื่อนย้ายกรดแลคติกในโลหิต และการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายแบบแอโรบิค โดยกลุ่ม ตัวอย่างที่ใช้เป็นนักกีฬาชายอายุ 18 – 28 ปี จำนวน 57 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ปั่นจักรยาน ต่อเนื่องในช่วงเวลาการฟื้นตัว กลุ่มที่ 2 ได้รับการวางแผนไทยในช่วงเวลาฟื้นตัว กลุ่มที่ 3 นั่งพักเฉย ๆ กลุ่มละ 18, 20 และ 19 คน ตามลำดับ โดยทั้ง 3 กลุ่ม ทำการออกกำลังกายโดยการขี่จักรยานวัดงาน ตามความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นเวลา 30 นาที หลังจากปั่นจักรยานวัดงานแล้ว กลุ่ม ที่ 1 จะได้รับการปั่นจักรยานต่อที่ระดับ 30 เปอร์เซนต์ ของค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นเวลา 30 นาที กลุ่มที่ 2 ได้รับการวางแผนไทยเป็นเวลา 30 นาที กลุ่มที่ 3 จะได้นั่งพักเฉย ๆ เป็นเวลา 30 นาที เช่นเดียวกัน ในช่วงเวลาการฟื้นตัว ตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์ คือ ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติกในนาที่ ที่ 0, 5, 10, 15, 20 และ 30 ภายหลังการออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจ ค่าการใช้ออกซิเจน ปริมาณการระบายคาร์บอนไดออกไซด์ และอัตราส่วนการแลกเปลี่ยนก๊าซมีการบันทึกทุก ๆ 30 วินาที

ผลการวิจัยพบว่า ในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของ กรดแลคติกในโลหิตหลังการออกกำลังกายในระยะเวลาของการฟื้นตัว 30 นาที มีการลดลงที่ 5 นาที (10.73, 11.03 และ 12.17 มิลลิโมล/ลิตร) 10 นาที (9.11, 9.37 และ 11.43 มิลลิโมล/ลิตร) 15 นาที (7.56, 8.05 และ 9.75 มิลลิโมล/ลิตร) 20 นาที (5.95, 6.62 และ 7.98 มิลลิโมล/ลิตร) และ 30 นาที (3.56, 4.95 และ 5.98 มิลลิโมล/ลิตร) ตามลำดับ นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์สรุปได้ว่า ผลการวางแผนไทย ทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในโลหิตและการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายดีกว่านั่งพักเฉย ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อำพร ศรียาภัย และสุพิตร สสมาหิโต (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการชวบน้ำที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้น ของหัวใจ ภายหลังการออกกำลังกาย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัด สุพรรณบุรี ที่มีอายุระหว่าง 17-19 ปี จำนวน 15 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง ให้กลุ่มตัวอย่างทำ การวิ่งบนลู่วิ่งจนกระทั่งถึงระดับ anaerobic threshold ให้หยุดวิ่ง แล้วทำการเจาะเลือดและบันทึก อัตราการเต้นของหัวใจทันที ต่อจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างพัก 10 นาที จึงเจาะเลือดและบันทึกอัตราการ เต้นของหัวใจอีกครั้ง ทำการทดลองในลำดับขั้นตอนเดียวกัน โดนในการทดลองครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

กลุ่มตัวอย่างจะทำการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการชว่น้ำ ครึ่งละ 10 นาที ตามลำดับ ทั้งนี้ให้กลุ่มตัวอย่างพักระหว่างการทดลองแต่ละครั้งเป็นเวลา 1 วัน โดยทำการทดลองซ้ำ เพื่อทดสอบความคงเส้นคงวาของข้อมูลวิธีละ 3 ครั้ง นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า ระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกายแล้วทำให้เย็นลงโดยการพัก การยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการชว่น้ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ พบว่าการชว่น้ำมีค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงมากกว่าวิธีอื่น รองลงมาคือการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการพักเฉย ๆ ตามลำดับ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้แก่ นิสิตปริญญาตรี คณะพลศึกษา วิชาเอกพลศึกษา ปีการศึกษา 2548 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 20 คน ได้มาจากการสุ่มเลือกของกลุ่มตัวอย่าง แล้วคัดเลือกเหลือ 10 คน โดยทำการทดสอบวิ่งที่ความเร็ว 16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 นาที บนเครื่องออกกำลังกายแบบพื้นเลื่อนกล (Tread Mill) และตรวจวัดชีพจรหลังการวิ่ง เรียงลำดับตามการเต้นของอัตราชีพจรน้อยที่สุดถึงมากที่สุด เป็นจำนวนครั้งต่อนาที โดยนำกลุ่มที่วัดอัตราชีพจรอยู่ตรงกลางของกลุ่ม จำนวน 10 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง แล้วทำการทดลอง 2 วิธี ระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์

1. วิธีที่ 1 คูลดาวนโดยการวิ่งสลับเดินหลังการออกกำลังกาย
2. วิธีที่ 2 คูลดาวนโดยการยืดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการคูลดาวนหลังการออกกำลังกายสองวิธี

- 1.1 ศึกษาค้นคว้าจากตำรา และสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการออกกำลังกาย
- 1.2 ออกแบบกิจกรรมการคูลดาวนวิธีการวิ่งสลับเดินและวิธีการยืดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย

1.3 นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ด้านการออกกำลังกาย ทำการตรวจสอบเพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุง แล้วนำไปให้ประธานและคณะกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง (ภาคผนวก)

- 1.4 นำโปรแกรมกิจกรรมการคูลดาวนหลังการออกกำลังกายทั้งสองวิธีไปใช้ในการทดลอง

2. เครื่องมือวัดปริมาณกรดแลคติกในเลือด
 - 2.1 แลคเตท อนาไลเซอร์ (Lactate analyzer)
 - 2.2 ปากกาอิงเจาะเลือด ซอฟต์คลิกซ์ 2 (Soft clix 2)
 - 2.3 เข็มเจาะเลือดแอดคู-เชก ซอฟท์คลิกซ์ (ACCU-CHEK Softclix)
 - 2.4 แผ่นรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate)
3. อุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวก
 - 3.1 ใบบันทึกปริมาณกรดแลคติกในเลือด
 - 3.2 นกหวีด
 - 3.3 นาฬิกาจับเวลา 2 เรือน
 - 3.4 เครื่องออกกำลังกายแบบพื้นเลื่อนกล (Tread Mill)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขอความร่วมมือจากคณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ในการขอใช้สถานที่ และขอความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องออกกำลังกายแบบพื้นเลื่อนกล เครื่องมือวัดปริมาณกรดแลคติกในเลือดและอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการทดลองนิสิตปริญญาตรีคณะพลศึกษา วิชาเอกพลศึกษา จำนวน 10 คน ทำการทดลอง 2 ครั้ง ระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์
2. อธิบายการทดลองให้ผู้ช่วยงานวิจัย และผู้เข้ารับการทดลองให้เข้าใจก่อนการทดลอง
3. ผู้เข้ารับการทดลองทุกคนทำการวิ่งบนเครื่องออกกำลังกายแบบพื้นลูกล โดยวิ่งอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 5 นาที ที่ระดับความเร็ว 7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แล้วช่วงออกกำลังกายเพิ่มระดับความเร็วเป็น 16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง วิ่งเป็นระยะเวลา 4 นาที เมื่อวิ่งเสร็จ ผู้วิจัยทำการเจาะเลือดวัดกรดแลคติกผู้เข้ารับการทดลองทันที บันทึกผลที่ได้
4. ทำการคุลดาวนโดยการวิ่งสลับเดินจนครบตามกิจกรรมที่กำหนดเป็นเวลา 10 นาที ผู้วิจัยจึงทำการเจาะเลือดวัดกรดแลคติกผู้เข้ารับการทดลองอีกครั้ง บันทึกผลที่ได้
5. ทิ้งระยะการทดลองห่างกัน 1 สัปดาห์ ทำการทดลองเหมือนข้อ 4 เปลี่ยนจากการคุลดาวนโดยการวิ่งสลับเดินเป็นการคุลดาวนโดยการยืดกล้ามเนื้อ

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยคะแนน ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (S.D.) ของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกาย และหลังการคุลดาวนทั้งสองวิธี
2. ทดสอบความแตกต่างของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ ที (t-test dependent)
3. ทดสอบความแตกต่างของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการคุลดาวนระหว่างวิธีการวิ่งสลับเดินกับวิธีการยืดกล้ามเนื้อ โดยใช้สถิติ ที (t-test dependent)
4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือด
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกรดแลคติกในเลือด
Max	แทน	ค่าปริมาณกรดแลคติกในเลือดสูงสุด
Min	แทน	ค่าปริมาณกรดแลคติกในเลือดต่ำสุด
t	แทน	ค่าสถิติ ที่ (t-test dependent)
n	แทน	จำนวนผู้เข้ารับการทดสอบ
p	แทน	ความน่าจะเป็น
df	แทน	ค่าวิกฤต ที่
α	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากทดลอง นำมาจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 และหลังการคุลดาวนทั้งสองวิธี
2. ทดสอบความแตกต่างของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และ หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ ที่ (t-test dependent)
3. ทดสอบความแตกต่างของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการคุลดาวนระหว่างวิธีการวิ่งสลับเดินกับวิธีการยืดกล้ามเนื้อ โดยใช้สถิติ ที่ (t-test dependent)
4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และหลังการคุดูตาวนทั้งสองวิธี

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (n = 10)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	Max	Min
หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1	17.30	2.87	21.10	11.70
หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2	16.21	2.33	19.40	10.30

จากตาราง 1 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เท่ากับ 17.30 และ 16.21 มิลลิโมลต่อลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.87 และ 2.33 มิลลิโมลต่อลิตร ค่าปริมาณกรดแลคติกสูงสุด เท่ากับ 21.10 และ 19.40 มิลลิโมลต่อลิตร ค่าปริมาณกรดแลคติกต่ำสุด เท่ากับ 11.70 และ 10.30 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการคลอดานวิธีวิ้ง
สลับเดินและการคลอดานวิธียึดกล้ามเนื้อ (n = 10)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	Max	Min
หลังคลอดานวิธีวิ้งสลับเดิน	11.80	2.64	16.50	7.20
หลังคลอดานวิธียึดกล้ามเนื้อ	11.92	2.17	14.80	7.20

จากตาราง 2 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังคลอดานวิธีวิ้งสลับเดิน และหลังคลอดานวิธียึดกล้ามเนื้อ เท่ากับ 11.80 และ 11.92 มิลลิโมลต่อลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.64 และ 2.17 มิลลิโมลต่อลิตร ค่าปริมาณกรดแลคติกสูงสุดเท่ากับ 16.50 และ 14.80 มิลลิโมลต่อลิตร ค่าปริมาณกรดแลคติกต่ำสุดเท่ากับ 7.20 และ 7.20 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ

2. ทดสอบความแตกต่างของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และ หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2

ตาราง 3 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และ หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2 ($n = 10$)

รายการ	$\bar{X}$	t
หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1	17.30	0.16
หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2	16.21	

$$df = 9 ; \alpha = 2.262$$

จากตาราง 3 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และ หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกัน

3. ทดสอบความแตกต่างของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการควบตาวนระหว่างวิธีการ
วิ่งสลับเดินกับวิธีการยืดกล้ามเนื้อ

ตาราง 4 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการควบตาวนระหว่างวิธีวิ่ง
สลับเดินกับวิธียืดกล้ามเนื้อ

รายการ	$\bar{X}$	t
การควบตาวนวิธีวิ่งสลับเดิน	11.80	2.09
การควบตาวนวิธียืดกล้ามเนื้อ	11.92	

$$df = 9 ; \alpha = 2.262$$

จากตาราง 4 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการควบตาวนระหว่างวิธีวิ่ง
สลับเดินกับวิธียืดกล้ามเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกัน

บทที่ 5

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

บทย่อ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกาย
2. เพื่อศึกษาปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการคุ้ลดาวนสองวิธี
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการคุ้ลดาวนสองวิธี

กลุ่มตัวอย่าง

นิสิตปริญญาตรี วิชาเอกพลศึกษา คณะพลศึกษา ปีการศึกษา 2548 ของมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 10 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการคุ้ลดาวนหลังการออกกำลังกาย
 - 1.1 วิธีที่ 1 การคุ้ลดาวนโดยการวิ่งสลับเดินหลังการออกกำลังกาย
 - 1.2 วิธีที่ 2 การคุ้ลดาวนโดยการยืดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย
2. เครื่องมือวัดปริมาณกรดแลคติกในเลือด
 - 2.1 เครื่องวัดกรดแลคติกแลคเตท อนาลิเซอร์
 - 2.2 ปากกาเจาะเลือดซอฟต์แวร์ คลิกซ์ 2
 - 2.3 เข็มยิงเจาะเลือดสำหรับปากกาเจาะเลือดซอฟต์แวร์ คลิกซ์ 2
 - 2.4 แผ่นรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท
3. อุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวก
 - 3.1 ใบบันทึกปริมาณกรดแลคติกในเลือด
 - 3.2 นกหวีด
 - 3.3 นาฬิกาจับเวลา 2 เรือน
 - 3.4 เครื่องออกกำลังกายแบบพื้นเลื่อนกล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยคะแนน ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (S.D.) ของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกาย และหลังการคุ้ลดาวนทั้งสองวิธี
2. ทดสอบความแตกต่างของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายระหว่าง

ครั้งที่ 1 และ 2 โดยใช้สถิติ ที่

3. ทดสอบความแตกต่างของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการควบดาวนระหว่างวิธีการวิ่งสลับเดินกับวิธีการยืดกล้ามเนื้อ โดยใช้สถิติ ที่

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณกรดแลคติกหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีดังนี้

1.1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.30 และ 16.21 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.87 และ 2.33 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ

2. ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณกรดแลคติกหลังควบดาวนวิธีวิ่งสลับเดินและหลังควบดาวนวิธีการยืดกล้ามเนื้อ มีดังนี้

2.1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.80 และ 11.92 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ

2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.64 และ 2.17 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ

3. ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 และหลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ ที่ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

4. ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการควบดาวนระหว่างวิธีการวิ่งสลับเดินกับการยืดกล้ามเนื้อ โดยใช้สถิติ ที่ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

อภิปรายผล

จากการผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้พบว่า

1. ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายจากการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เท่ากับ 17.30 และ 16.21 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ เห็นได้ว่ามีปริมาณกรดแลคติกเกิดขึ้นในเลือดหลังการออกกำลังกาย กรดแลคติกจะถูกสร้างขึ้นมาอย่างมากหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าในเลือดมีค่าปริมาณกรดแลคติกสูง ซึ่งเกิดขึ้นได้กับการออกกำลังกายหรืองานในระดับหนักมาก ซึ่งตรงกับคำกล่าวของ อนันต์ อัดชู (2520 : 73-80) กล่าวว่า ยิ่งออกกำลังกายหนักมากเท่าใด ยิ่งมีกรดแลคติกในเลือดมากขึ้นเท่านั้น และยังตรงกับ ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2536 : 165-169) ที่กล่าวว่า ในการออกกำลังกายอย่างหนักมาก ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดจะมีค่า 12-20 มิลลิโมลต่อลิตร ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเกรียงศักดิ์ นกกระจิบ (2523 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดที่มีผลต่อความ

เหน็ดเหนื่อยของกล้ามเนื้อ พบว่าปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความหนักของงานที่แตกต่างกันออกไป คือ ปริมาณกรดแลคติกจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักของงานที่มากขึ้น ซึ่งกรดแลคติกนี้เองที่เป็นสาเหตุการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ปริมาณกรดแลคติกในเลือดจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายรับได้และความเข้มข้นของการออกกำลังกายเท่านั้น โดยการทดลองที่ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติเป็นการออกกำลังกายที่ใช้ขบวนการสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิกเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งขบวนการแบบนี้จะทำให้เกิดปริมาณกรดแลคติกมาก ตรงกับคำกล่าวของ ประทุม ม่วงมี (2527 : 26) ที่กล่าวว่า กรดแลคติกจะถูกสร้างขึ้นอย่างมากในช่วงเวลาของการสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิก จากการสลายไกลโคเจน (Glycogen) โดยไม่ใช้ออกซิเจน เมื่อเซลล์มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้พัยวาททำหน้าที่รับอะตอมของไฮโดรเจนไปเองจึงทำให้เกิดกรดแลคติกขึ้น โดยเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อก่อนที่จะแพร่เข้าสู่กระแสเลือด

2. ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการคุลดาวนทั้งสองวิธี ลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.80 และ 11.92 มิลลิโมลต่อลิตร เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้สถิติ ที (t-test dependent) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

จากการทดลองการคุลดาวนหลังการออกกำลังกายทั้งสองวิธีนั้น สามารถช่วยให้มีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ออกจากกล้ามเนื้อและเลือดได้เหมือนกัน การคุลดาวนทั้งวิธีการวิ่งสลับเดิน และการยืดกล้ามเนื้อเป็นการออกกำลังกายเบา ๆ หลังการออกกำลังกาย โดยที่ร่างกายยังมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอด ทำให้เวลาในการออกกำลังกายนานขึ้น ส่งผลทำให้มีการสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิกซึ่งใช้ออกซิเจนเป็นส่วนสำคัญในการสร้างพลังงานและยังช่วยในการเผาผลาญกรดแลคติกในเลือดให้ลดลงตรงกับคำกล่าวของ อนันต์ อัฐ (2520 : 48) ที่กล่าวว่า การทำงานที่เกินกว่า 8 นาที เอทีพี จะได้มาจากขบวนการใช้ออกซิเจนเกือบทั้งหมดและออกซิเจนจะเข้าไปออกซิไดส์ความเป็นกรดให้น้อยลง ทำให้กรดแลคติกในเลือดลดลง การคุลดาวนโดยการวิ่งสลับเดิน เป็นการออกกำลังกายเบา ๆ ร่างกายยังมีการทำงานอย่างต่อเนื่องของกล้ามเนื้อโดยที่ยังไม่หยุดพักหนึ่งที่ อาศัยระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจทำงานควบคู่กัน โดยระบบไหลเวียนเลือดนั้น หัวใจจะรับเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อส่วนที่ทำงานกลับมายังหัวใจและสูบฉีดเลือดไปยังปอดเพื่อฟอกเลือดโดยการแลกเปลี่ยนออกซิเจน ก่อนที่จะส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อและเซลล์ที่มีปริมาณกรดแลคติกในเลือดได้นำออกซิเจนไปเผาผลาญกรดแลคติกในร่างกายได้มากกว่าการหยุดนิ่งโดยทันทีหลังการออกกำลังกาย โดยที่ไม่สร้างกรดแลคติกเพิ่มขึ้นมาอีก ตรงกับคำกล่าวของประทุม ม่วงมี (2545 : 36) ที่กล่าวว่า ควรทำการคุลดาวนหลังการออกกำลังกายอย่างหนักมา โดยการยังคงให้มีระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ ยังคงทำงานต่อไปแต่เป็นงานที่เบาลง ทั้งนี้เพื่อระบายของเสียต่าง ๆ หรือความร้อนที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายออกสู่ระบบไหลเวียนเลือด เพื่อนำไปให้อวัยวะที่ควบคุมปริมาณหรือขจัด

ออกไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิวแมน และคณะ (1960 : 137) ศึกษาพบว่าการวิ่งเบา ๆ ในระยะพื้นตัวนั้น จะทำให้อัตราการลดกรดแลคติกเป็นไปอย่างรวดเร็วที่สุด และดีกว่าการนอนพักธรรมดา และยังสอดคล้องกับ เฮอร์แมนเซนและสเติร์นสโวลด์ (1972 : 191 -201) พบว่า อัตราการสลายตัวของกรดแลคติกในเลือดก่อนที่ในขณะวิ่งเรื่อย ๆ เร็วกว่าการนั่งพักเฉย ๆ หลังการออกกำลังกาย ส่วนการคุลดาวนโดยการยืดกล้ามเนื้อเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดให้ลดลงได้ การยืดกล้ามเนื้ออาศัยหลักการเกร็งค้างกล้ามเนื้อส่วนที่ต้องการยืดไว้ในระยะเวลาหนึ่งจึงสลับข้างและเปลี่ยนท่าทาง จะช่วยทำให้ระบบไหลเวียนเลือดดีขึ้นและคล่องตัวในส่วนกล้ามเนื้อที่ยืดเหยียด ทำให้มีออกซิเจนเข้าไปเผาผลาญกรดแลคติกในกล้ามเนื้อที่ยืดเหยียดได้มากขึ้น ส่วนใหญ่กล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่ทำงานขณะออกกำลังกายเป็นกล้ามเนื้อลายที่มีเส้นใยสีแดงมากซึ่งมีคุณสมบัติในการออกซิเดชันกรดแลคติกได้ดีเนื่องจากในใยกล้ามเนื้อสีแดงมีปริมาณออกซิเจนมาก สอดคล้องกับโบเนน (อำพร ศรียาภัย และสุพิตร สมานิต. 2545 : 11 ; อ้างอิงจาก Bonen. 2000 : 778 -779) ที่กล่าวว่าใยกล้ามเนื้อสีแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วกว่า ใยกล้ามเนื้อสีขาว 37-109 % ซึ่งเป็นเหตุผลในการชี้ให้เห็นว่ากรดแลคติกในเลือดสามารถลดลงได้เมื่อยืดกล้ามเนื้อ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอำพร ศรียาภัย และ สุพิตร สมานิต (2545 : บทคัดย่อ) ที่ค้นพบว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่สามารถลดกรดแลคติกในเลือดได้ดีกว่าการพักอยู่เฉย ๆ เมื่อนำมาผลการวิจัยมาทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะว่าเกิดจากตัวแปรภายนอกที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมให้กับกลุ่มตัวอย่างได้ เช่น อาหารที่รับประทาน การพักผ่อน กิจกรรมในแต่ละวัน หรือสภาพความพร้อมร่างกายก่อนการทดลองของผู้เข้ารับการทดลองในการทดลองแต่ละครั้งไม่เท่ากัน จึงอาจส่งผลให้เกิดปริมาณกรดแลคติกในเลือดที่เกิดขึ้นหลังการทดลองแต่ละครั้งของผู้เข้ารับการทดลอง คลาดเคลื่อนไปบ้างเล็กน้อย

สรุปได้ว่าหลังจากการออกกำลังกายทำให้เกิดปริมาณกรดแลคติกขึ้นในกล้ามเนื้อและเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุของความเมื่อยล้าของร่างกาย จึงต้องมีวิธีการลดปริมาณกรดแลคติกในร่างกายกลับสู่สภาพปกติให้เร็วที่สุด ซึ่งการคุลดาวนโดยวิธีการวิ่งสลับเดินและการยืดกล้ามเนื้อนั้นเป็นการคุลดาวนแบบออกกำลังกายเบา ๆ ทั้งสองวิธี ที่สามารถเคลื่อนย้ายและลดปริมาณกรดแลคติกในเลือดได้ดีจากกระบวนการดังกล่าว เป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่าย สะดวก กระทำได้ด้วยตนเอง และถูกต้องตามหลักการออกกำลังกาย เหมาะสมที่จะใช้เป็นการคุลดาวนหลังการออกกำลังกายทั้งสองวิธี ขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้ฝึกสอน โค้ช นักกีฬา และผู้ที่ออกกำลังกายจะเลือกใช้เป็นกิจกรรมการคุลดาวนหรือใช้ทั้งสองวิธีรวมกันก็ได้ตามความเหมาะสมในแต่ละครั้งของการออกกำลังกาย การฝึกซ้อมกีฬา หรือการแข่งขันกีฬา

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มอื่น ๆ ต่อไปโดยมีกิจกรรมการคูณดาวที่มากกว่านี้
2. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณกรดแลคติกเป็นช่วงเวลาของการคูณดาวนั้นจนกรดแลคติกสลายหมดไป
3. ควรทำการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้หญิงและกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป
4. ควรนำผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ เป็นแนวทางในการคูณดาวหลังจากการออกกำลังกายเพื่อประโยชน์สูงสุดต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2524). แผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 4. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงฯ.

เกรียงศักดิ์ นกกระเจิบ. (2523). กรดแลคติกในเลือดกับการเหน็ดเหนื่อยของกล้ามเนื้อ.

วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.

เจริญทัศน์ จินตเสรี. (2525). ชีพจรกับกีฬา. กรุงเทพฯ : บ.ส. ไมล์การพิมพ์.

ชวน สรณารักษ์. (2523). กรดแลคติกในเลือดกับการวิ่งต่างระยะทาง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์

มหาบัณฑิต. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัดสำเนา.

ชูศักดิ์ เวชแพทย์. (2519). สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ : คณะแพทยศาสตร์ศิริราช

พยาบาลมหาวิทยาลัยมหิดล.

ชูศักดิ์ เวชแพทย์; และ กันยา ปาละวิวัฒน์. (2536). สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4.

กรุงเทพฯ : ธรรมการพิมพ์

เทเวศร์ พิริยะพูนท์. (2523). กรดแลคติกในเลือดกับการว่ายน้ำแบบครอว์ล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์

มหาบัณฑิต. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัดสำเนา.

นิโลบล เนื่องต้น; และคณะ. (2532, สิงหาคม). แลคเตทในเลือดและการออกกำลังกาย.

วารสารสมาคมกีฬาเวชศาสตร์แห่งประเทศไทย. 69-75.

ประทุม ม่วงมี. (2527). รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและทางพลศึกษา.

กรุงเทพฯ : บุรพาสาน.

_____. (2545). คู่มือการฝึกกีฬา อินเทอร์เน็ต เทรนนิง. กรุงเทพฯ : อมรการพิมพ์.

พิชิต ภูติจันทร์. (2535). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส

พรินติ้ง เฮ้าส์.

พริ้มเพรา ผลเจริญสุข. (2537). กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของมนุษย์. พิมพ์ครั้งที่ 2.

กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

มลทกกาญจน์ หอมสุวรรณ. (2543). ผลของการนวดแผนไทยที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกใน

โลหิตและการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายแบบแอโรบิค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์

มหาบัณฑิต. (เวชศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วรศักดิ์ เพียรชอบ. (2523). *หลักและวิธีการสอนพลศึกษา*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- วิริยา บุญชัย; และ วรณมา รัตนอมรพิน. (2528). *เซพอัฟ*. กรุงเทพฯ : สามเจริญพานิช.
- วิวัฒน์ ภิรมย์รัตน์. (2526). *อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำดื่มที่ดื่มหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระยะเวลาการฟื้นตัวของชีพจร*. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (พลศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- ศิริพร ทองศิริ. (2530). *อัตราชีพจรและปริมาณเลือดเตปในเลือดในช่วงการฟื้นตัวโดยวิธีพักเฉย ๆ กับพักแบบไม่หยุดนิ่ง*. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- สาโรจน์ สิงห์ชม. (2524). *การเปรียบเทียบระยะเวลาการฟื้นตัวหลังจากออกกำลังกายโดยวิธีเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การเป่าด้วยลมและการออกกำลังกายขนาดเบา*. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- สมศักดิ์ วนิชาชีวะ. (2520). *ชีวเคมีพื้นฐาน*. เชียงใหม่ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุรชา อมรพันธ์. (2529). *กรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำ*. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- อนันต์ อัดชู. (2520). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อวย เกตุสิงห์. (2513). *Physiology of Exercise*. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิทยาศาสตร์การศึกษา องค์การส่งเสริมการกีฬาแห่งประเทศไทย.
- อำพร ศรียาภัก; และ สุพิตร สมาหิโต. (2545). *ผลของการพัก การยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการชวาน้ำที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังการออกกำลังกาย*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อัดสำเนา.
- Astrand; et al. (1963, May). Blood lactate after Prolonged Severe Exercise. *Journal of Applied Physiology*. 18(3) : 619-622.
- Dawson; et al. (1971, March). Arterial Blood and Muscular Lactate during Swimming in the Rat. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 30 No. 3 : 322-327.
- Diamant Bertil, Jan Karlsson, & Bengt Saltin. (1968, March). Muscle Tissue Lactate after Maximal Exercise in Man. *Acta Physiologica Scandinavica*. 588 p.

- Hannie, Patrick Quinn. (1994, April). The Effects of Active Recovery on Force Production, Blood Lactate, and Work Performed During Bench Press Exercise. *Dessertation Abstracts*. 32(02) : 408.
- Hermansen, Lar; & Inger Stensvold. (1972, January). Production and Romoval of Lactate during Exercise in Man. *Acta Physiologica Scandinavica*. 86 : 191-201.
- Hubbard, Judith I. (1973, May). The Effect of Exercise on Lactate Metabolism. *Journal of Applied Physiology*. Cambridge University press (London) 231 : 1-18.
- Mayberry, Larry Brook. (1994, August). The Effects of a Therapeutic Massage on Recovery from Repeated Maximal Anaerobic Work (Anaerobic). *Dessertation Abstracts*. A 55(02) : 241.
- Margain, Grace Smart. (2005, February). The Effect of Active Exercise Recovery Duration on the Removal of Blood Lactate during Repeated Sprints. *Dessertation Abstracts*. 43(01) : 205.
- Newman, E.V; and others. (1960). Effects of Selected Techniques on Recovery from Fatigue and Impairment in Athletes. *The Research Quartery*. Vol. 31 No. 2 ; 137.
- Siebers, Lynn S; & Robert G. McMurray. (1981). Effects of Swimming and Walking on Exercise Recovery and Subsequent Swim Performance. *The Research Quartery*. 52(1) : 68-75.

ภาคผนวก

โปรแกรมการคัดค้านวิธีการวิ่งสลับเดิน

หลังการออกกำลังกายบนเครื่องปั่นเลื่อนกล 4 นาที ผู้เข้ารับการทดลองทำการคัดค้านดังนี้

กิจกรรม	เวลา
1. วิ่งเหยาะ ๆ	5 นาที
2. เดินเร็ว	3 นาที
3. เดินปกติ	2 นาที

ท่าทางการคัดค้านวิธีการวิ่งสลับเดิน

ท่าที่ 1 วิ่งเหยาะ ๆ

วิ่งเหยาะ ๆ ด้วยความเร็ว 7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 5 นาที

ท่าที่ 2 เดินเร็ว

เดินด้วยความเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 3 นาที

ท่าที่ 3 เดินปกติ

เดินด้วยความเร็ว 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 2 นาที

โปรแกรมการคัดค้านวิธีการยึดกล้ามเนื้อ

หลังการออกกำลังกายบนเครื่องปั่นเลื่อนกล 4 นาที ผู้เข้ารับการทดลองทำการคัดค้านดังนี้

กิจกรรม	จำนวน (ครั้ง)	เวลา (วินาที)
1. ทำยืนยึดกล้ามเนื้อไหล่ แขน มือ นิ้วมือ และข้อมือ	2	30
2. ทำบริหารแขนและหัวไหล่ด้านหน้าและหลัง ทั้ง 2 ข้าง	4	60
3. ทำยืนยึดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง ทั้ง 2 ข้าง	4	60
4. ทำยืนยึดกล้ามเนื้อแขน ไหล่และสะโพก	2	30
5. ทำยืนยึดกล้ามเนื้อน่อง ทั้ง 2 ข้าง	4	60
6. ทำยืนยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและหลัง	2	30
7. ทำยืนยึดกล้ามเนื้อบริหารขาหนีบ ต้นขาด้านหลัง สะโพก และส่วนหลังของเท้าของขาหลัง ทั้ง 2 ข้าง	4	60
8. ทำนั่งยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ทั้ง 2 ข้าง	4	60
9. ทำนั่งยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ทั้ง 2 ข้าง	4	60
10. ทำนั่งยึดกล้ามเนื้อบริเวณขาหนีบ	2	30
11. ทำนอนยึดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง ด้านข้างสะโพกด้านบน ทั้ง 2 ข้าง	4	60
12. ทำนอนยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ทั้ง 2 ข้าง	4	60

ท่าทางการकुลดาวนวิธีการยืดกล้ามเนื้อ

ท่าที่ 1 ท่ายืนยืดกล้ามเนื้อไหล่ แขน มือ นิ้วมือ และข้อมือ

เอามือทั้งสองไขว้กันข้างหน้าในระดับไหล่ ขณะที่เหยียดแขนไปข้างหน้า ให้หันฝ่ามือออกข้างนอก เป็นการยืดกล้ามเนื้อบริเวณไหล่ส่วนกลางของส่วนบน แขน มือ นิ้วมือ และข้อมือ ค้างไว้ 15 วินาที ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ท่าที่ 2 ท่ายืนยืดกล้ามเนื้อไหล่และส่วนกลางของหลังส่วนบน

การยืดไหล่และส่วนกลางของส่วนกลางของหลังส่วนบนนั้น ให้ดึงข้อศอกผ่านหน้าออกไปยังหัวไหล่ตรงข้าม ค้างไว้ 15 วินาที ทำทั้งสองข้าง ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ท่าที่ 3 ท่ายืนยืดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง

ท่าบริหารกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (triceps) และไหล่ส่วนบนอย่างง่าย ๆ แขนทั้งสองอยู่เหนือศีรษะ ดึงข้อศอกด้วยมือข้างหนึ่ง ให้ดึงข้อศอกด้านหลังอย่างช้า ๆ ทำอย่างช้า ๆ ค้างไว้ 15 วินาที ทำทั้งสองข้าง ไม่ควรใช้แรงอย่างรุนแรงในการดัดแขนทำนี้ ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ท่าที่ 4 ท่ายืนยืดกล้ามเนื้อแขน ไหล่และซี่โครง

เหยียดแขนทั้งสองเหนือศีรษะ ฝ่ามือประกบกัน ยืดแขนขึ้นข้างบนและไปข้างหลังเล็กน้อย หายใจเข้าขณะเหยียดแขนขึ้นข้างบน ค้างไว้ 15 วินาที ทำนี้เป็นการยืดกล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดี คือ ด้านบนของแขน ไหล่และซี่โครง ทำเมื่อใดก็ได้ ช่วยให้หายเครียดและเป็นการผ่อนคลาย และเกิดความรู้สึกที่ดี ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ท่าที่ 5 ท่ายืนยืดกล้ามเนื้อน่อง

ให้ยืนห่างจากฝาผนังเล็กน้อยแล้วเอนตัวเข้าหาฝาผนังด้วยแขนท่อนล่าง ศรีษะอยู่ที่มือทั้งสอง งอเข่าอยู่ที่ข้างหน้า ส่วนขาด้านหลังเหยียดตรง ค่อย ๆ เคลื่อนสะโพกไปด้านหน้า พยายามรักษาให้ส่วนหลังแบนเรียบ ให้ส้นเท้าเหยียดตรงราบกับพื้นตลอดเวลา และปลายเท้าชี้ไปข้างหน้า หรือปลายเท้าชี้เข้าเล็กน้อย ขณะทำกายบริหารค้างไว้ 15 วินาที อย่ากระแทกขึ้นลง ทำทั้งสองข้าง ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ท่าที่ 6 ท่ายืนยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและหลัง

ยืนแยกเท้าประมาณ 1 ช่วงไหล่ ค่อย ๆ ก้มลงโดยให้เข่างอเล็กน้อย มือจับที่ข้อเท้าหรือตะเกียบปลายเท้า โดยไม่เกร็งกล้ามเนื้อ ปล่อยตัวตามสบาย ค้างไว้ 15 วินาที ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ท่าที่ 7 ทำยืนยืดกล้ามเนื้อบริหารขาหนีบ ต้นขาด้านหลัง สะโพก และส่วนหลังของขาของขาหลัง

ให้เข่าหน้าอยู่เลยข้อเท้า ถ่ายน้ำหนักไปยังปลายเท้าและที่อุ้งเท้าของเท้าหลัง ให้ค้างไว้ให้ขาหลังเหยียดตรงเป็นเวลา 15 วินาที ทำทั้งสองข้าง เป็นท่าบริหารที่ดีสำหรับการสร้างความอ่อนตัวของสะโพก ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ท่าที่ 8 ทำนั่งยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า

ขั้นแรก คือ นั่งให้เท้าขวางอ ส้นเท้าขวาอยู่ข้าง ๆ สะโพกขวา ขาซ้ายงอและฝ่าเท้าซ้าย อยู่ติดกับด้านในของส่วนบนของขาขวา ค้างไว้ 15 วินาที ทำทั้งสองข้าง ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ท่าที่ 9 ทำนั่งยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

เหยียดขาขวาให้ฝ่าเท้าค่อย ๆแตะด้านในของต้นขาขวา ซึ่งอยู่ในท่าขาเหยียด เข่างอ ค่อย ๆ ก้มตัวไปข้างหน้าจากสะโพกไปยังขาที่เหยียดตรง จนกระทั่งรู้สึกถึงการเหยียดตึง ค้างไว้ในลักษณะนั้น 15 วินาที ทำทั้งสองข้าง ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ท่าที่ 10 ทำนั่งยืดกล้ามเนื้อบริเวณขาหนีบ

นั่งให้ฝ่าเท้าประกบกันและดึงปลายเท้าเข้าหากัน ขณะเดียวกันก้มตัวให้ต่ำไปข้างหน้าอย่างช้า ๆ ก้มตั้งแต่สะโพกจนรู้สึกได้บริเวณขาหนีบและบริเวณหลัง ค้างไว้ 15 วินาที อย่าให้มีการเคลื่อนไหวในตอนเริ่มต้นจากศีรษะและไหล่ เคลื่อนจากสะโพก พยายามให้ข้อศอกอยู่ด้านนอกของขา เพื่อให้การปฏิบัติอยู่ในลักษณะที่มั่นคงและสมดุล ถ้าอยู่ในลักษณะสมดุลจะสามารถทำให้ยืดได้ง่าย ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ท่าที่ 11 ทำนอนยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง ด้านข้างสะโพกด้านบน

นอนหงายงอเข่าตั้งขึ้น มือประสานกันไว้หลังศีรษะและวางแขนไว้ที่พื้น ต่อไปยกขาข้างซ้ายวางบนเข่าขวา ให้ขาซ้ายดึงขาขวาไปยังพื้นจนกระทั่งรู้สึกว่าการยืดของกล้ามเนื้อบริเวณสะโพกด้านข้างและหลังส่วนล่าง ยืดและผ่อนคลาย พยายามให้หลังส่วนบน ศีรษะ ไหล่ และข้อศอกอยู่บนพื้น ค้างไว้ 15 วินาที ทำทั้งสองข้าง ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ท่าที่ 12 ทำนอนยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

ดึงขาขวาเข้าหาหน้าอก ขณะที่ปฏิบัติให้ศีรษะวางราบอยู่ที่พื้นแต่อย่ากดศีรษะลง ขณะที่ปฏิบัติท่านี้ควรแน่ใจว่าหลังส่วนล่างราบกับพื้น ท่านี้ดีมากสำหรับขา เท้า และหลัง ค้างไว้ 15 วินาที ทำทั้งสองข้าง ผ่อนคลายแล้วทำซ้ำ



ภาพเครื่องวัดปริมาณกรดแลคติก

1. แลคเตท อนุาไลเซอร์ (Lactate analyzer)



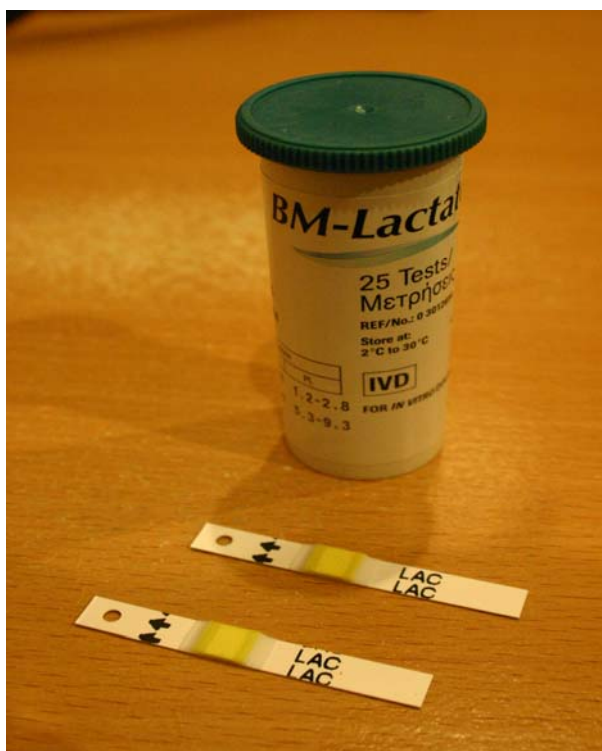
2. ปากกาอิงเจาะเลือด ซอฟ คลิกซ์ 2 (Soft clix 2)



3. เข็มเจาะเลือดแอดคู-เชก ซอฟท์คลิกซ์ (ACCU-CHEK Softclix)



4. แผ่นรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate)



วิธีการใช้เครื่องวัดปริมาณกรดแลคติก

1. เปิดสวิตช์เครื่องแลคเตท อนาไลเซอร์ (Lactate Analyzer)
2. ใส่แผ่นรหัสของแผ่นรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate) ในเครื่องแลคเตท อนาไลเซอร์ (Lactate Analyzer) แล้วดึงออก เครื่องจะแสดงรหัสของแผ่นรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate)
3. ใส่แผ่นรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate) ในเครื่องแลคเตท อนาไลเซอร์ (Lactate Analyzer) จนมีสัญญาณดัง ให้เปิดฝาเครื่องแลคเตท อนาไลเซอร์ (Lactate Analyzer) ขึ้น แล้วนำแผ่นรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate) ออกมา
4. นำเข็มเจาะเลือดแอกคู-เชก ซอฟท์คลิกซ์ (ACCU-CHEK Softclix) ใส่ในปากกาอิงเจาะเลือด ซอฟท์คลิกซ์ 2 (Soft clix 2)
5. นำปากกาอิงเจาะเลือด ซอฟท์คลิกซ์ 2 (Soft clix 2) จ่อที่ปลายนิ้วข้างที่ต้องการเจาะแล้ว กดที่ปุ่มเพื่อให้เข็มเจาะเลือดแอกคู-เชก ซอฟท์คลิกซ์ (ACCU-CHEK Softclix) ดึงออกจากปลายปากกาอิงเจาะเลือด ซอฟท์คลิกซ์ 2 (Soft clix 2) เจาะที่ปลายนิ้ว
6. นำแผ่นรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate) รองรับเลือดที่เจาะจนเต็มแผ่น ใส่เข้าไปในเครื่องแลคเตท อนาไลเซอร์ (Lactate Analyzer) และปิดฝาประมาณ 1 นาที
7. นำแผ่นรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate) และเข็มเจาะเลือดแอกคู-เชก ซอฟท์คลิกซ์ (ACCU-CHEK Softclix) ที่ใช้แล้วทิ้ง เปลี่ยนอันใหม่ใช้ต่อไป

ใบบันทึกผลการทดลอง

ชื่อผู้เข้ารับการทดลอง.....

อายุ.....ปี

การวัดกรดแลคติกในเลือด	ปริมาณกรดแลคติก (มิลลิโมลต่อลิตร)	
	วิ่งสลับเดิน	ยืดกล้ามเนื้อ
หลังการออกกำลังกาย		
หลังการคุดูดาวน์		

ผู้วิจัย นาย สุรสิงห์ สุดเจลิยว

ปริมาณกรดแลคติกในเลือดหลังการออกกำลังกายและหลังการकुลดาวนทั้งสองวิธี

ลำดับ	หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 1 (มิลลิโมลต่อลิตร)	การकुลดาวน การวิ่งสลับเดิน (มิลลิโมลต่อลิตร)	หลังการออกกำลังกายครั้งที่ 2 (มิลลิโมลต่อลิตร)	การकुลดาวน การยืดกล้ามเนื้อ (มิลลิโมลต่อลิตร)
1	16.3	8.7	16.7	9.4
2	20.8	13.9	19.4	13.3
3	20.4	16.5	17.6	14.6
4	18.0	13.2	16.0	11.4
5	21.1	9.8	17.8	11.9
6	11.7	7.2	10.3	7.2
7	13.9	10.1	14.5	11.5
8	17.7	12.9	15.8	12.3
9	16.0	13.3	17.3	14.8
10	17.1	12.4	16.7	12.8
$\bar{X}$	17.30	11.80	16.21	11.92
SD.	2.87	2.64	2.33	2.17

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพญูลย์ ศรีชัยสวัสดิ์

หัวหน้าภาควิชาพลศึกษา คณะพลศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจียมศักดิ์ พานิชชัยกุล

อาจารย์ประจำภาควิชาพลศึกษา คณะพลศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

อาจารย์ ธนอมศักดิ์ เสนาคำ

อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตองครักษ์

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายสุรสิงห์ สุดเฉลี่ยว
วันเดือนปีเกิด	3 มกราคม พ.ศ.2524
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	21/72 หมู่ที่ 4 ถนนเอกชัย แขวงบางขุนเทียน เขตจอมทอง กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10150
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2535	การศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนวิชัยวิทยา จังหวัดกรุงเทพฯ
พ.ศ.2538	การศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ จังหวัดกรุงเทพฯ
พ.ศ.2541	การศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ จังหวัดกรุงเทพฯ
พ.ศ.2545	วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะพลศึกษา วิชาเอกพลศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ.2549	การศึกษามหาบัณฑิต คณะบัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาพลศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ