



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศิลปศาสตรดุษฎีบัณฑิต (พลศึกษา)

ปริญญา

พลศึกษา	พลศึกษา
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง	ผลของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล Effect of Recovery Type after Exercise upon Lactic Acid Concentration Level and Heart Rate in Soccer Players
نامผู้วิจัย	นายณัฐชนนท์ ชังพุก
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	(รองศาสตราจารย์บุญส่ง โกสะ, Ph.D.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(ศาสตราจารย์ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, Ph.D.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐยา แก้วมุกดา, Ph.D.)
หัวหน้าภาควิชา	(อาจารย์อวยพร ตั้งธงชัย, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของรูปแบบการฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติก
และอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล

Effect of Recovery Type after Exercise Upon Lactic Acid Concentration Level and Heart Rate in
Soccer Players

โดย

นายณัฐชนนท์ ชังพุก

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศิลปศาสตรดุษฎีบัณฑิต (พลศึกษา)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ณัฐชนนท์ ชังพุก 2557: ผลของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล ปรินญาศิลปศาสตรคุณวุฒิบัณฑิต (พลศึกษา) สาขาวิชาพลศึกษา ภาควิชาพลศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์บุญส่ง โกสะ, Ph.D. 137 หน้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจโดยการใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย ทั้ง 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 วิ่งเหยาะและยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ รูปแบบที่ 2 วิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและรูปแบบที่ 3 วิ่งเหยาะและแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลของชมรมฟุตบอลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อายุระหว่าง 19-22 ปี ประจำปีการศึกษา 2552 จำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) นำกลุ่มตัวอย่างมาฝึกและทดสอบเพื่อหาค่าแตกต่างของระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจโดยการใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย ทั้ง 3 รูปแบบ ทั้งนี้ให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งออกกำลังกายโดยใช้โปรแกรมของ Yo-Yo Intermittent Recovery test Level-2 จนนักกีฬาฟุตบอลไม่สามารถวิ่งได้ตามเวลาที่กำหนดใช้ระยะเวลาที่นักกีฬาฟุตบอลวิ่งได้เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถ หลังจากนั้นทำการเจาะเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทันทีแล้วให้นักกีฬาฟุตบอลใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายแต่ละรูปแบบ ใช้เวลา 15 นาที และทำการเจาะเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจอีกครั้ง โดยแต่ละรูปแบบจะทำการทดลองซ้ำสัปดาห์ละ 3 ครั้งเว้นระยะห่างจำนวน 2 วัน หลังจากครบแล้วก็ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนเดียวกันทั้งรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจและผลต่างของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดระหว่างการทำให้ฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ว่าเป็นรูปแบบใดดีที่สุดโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยใช้ค่าสถิติ F-test (One way analysis of variance : ANOVA) ของการทดลองแต่ละครั้ง จำนวน 2 ครั้ง และภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวหากพบว่ามีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็จะทำการเปรียบเทียบภายหลังด้วยโดยใช้สถิติทดสอบของบรอนเฟอร์โรนี (multiple comparisons: Bonferroni) กำหนดความมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกายโดยการใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพทั้ง 3 รูปแบบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจลดลงภายหลังการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ และพบว่ารูปแบบ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น มีระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจลดลงมากที่สุด รองลงมาเป็นการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและสุดท้ายคือการวิ่งเหยาะกับการยืดเหยียดอยู่กับที่ ผลจากการวิจัยครั้งนี้ นักกีฬา ผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตบอลและผู้เกี่ยวข้องสามารถเลือกใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกลดลงทั้ง 3 รูปแบบตามความเหมาะสม

Natchanon Sungpook 2014: Effect of Recovery Type after Exercise upon Lactic Acid Concentration Level and Heart Rate in Soccer Players. Doctor of Philosophy (Physical Education), Major Field: Physical Education, Department of Physical Education.
Thesis Advisor: Associate Professor Boonsong Kosa, Ph.D. 137 pages.

The objective of this research is to study and compare lactic acid concentration and heart rate after performing 3 different patterns of post-exercise and post-sport recovery activities, which are 1) jogging and stretching, 2) jogging and cool water bathing, and 3) jogging and bathing in hot and cool water alternately. The research sample in this study were 30 soccer players of Kasetsart University's Football Club, aged between 19-22 years old and studied in the academic year B.E. 2552. They were selected by purposive sampling method. They were trained and asked to have lactic acid concentration test and heart rate measurement after finishing 3 patterns of post-exercise and post-sport recovery activities. In the training session, the research sample was firstly asked to exercise by running, using Yo-Yo Intermittent Recovery test program, level -2, until they cannot keep their speed limit, compared to a standard running distance for soccer players, then having first blood test and heart rate measurement. After that the soccer players were asked to perform different patterns of post-exercise and post-sport recovery activities for 15 minutes before having a second blood test and heart rate measurement. The experiment was repeatedly conducted 3 times a week, with 2-day break between each experiment. They had the same experimental procedure for the 2nd and 3rd patterns of post-exercise and post-sport recovery activities. The results of the experiment were analyzed and compared to find out differences between mean of heart rate and lactic acid concentration level in the players's blood during performance of the 3 patterns of activities, by using F-test (ANOVA) between the first and second tests. In case the ANOVA analysis found a significant difference between the two tests, multiple comparisons (Bonferroni) was applied with statistical significant difference at 0.01

The research found that there was a significant difference at 0.01 between the means of lactic acid concentration in blood and heart rate among the 3 patterns of recovery activities, which were 1) jogging and stretching 2) jogging and cool water bathing and 3) jogging and bathing in hot and cool water alternately. Moreover, the mean of lactic acid concentration and heart rate decreased by a statistically significant difference at 0.01 after performing 3 patterns of recovery activities, which were 1) jogging and stretching 2) jogging and cool water bathing and 3) jogging and bathing in hot and cool water alternately. It was also found that the method of jogging and bathing in hot and cool water alternately had the best result in reducing lactic acid concentration level and heart rate. In conclusion, this research may guide soccer players, soccer coaches, and concerned personnel to alternate appropriate post-exercise recovery activities to reduce lactic acid concentration and heart rate, in order to help the players resume their normal condition quickly, as well as to apply this recovery pattern to similar training activities.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ทั้งนี้ได้รับความกรุณาและความอนุเคราะห์อย่างสูง
จากรองศาสตราจารย์ ดร. บุญส่ง โกสะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
ศาสตราจารย์ ดร. ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณิชญา แก้วมุกดา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ อ่อนศิริ ประธานการสอบ
วิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ วิสูตร กองจินดา ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะ
และคำแนะนำอันมีคุณค่าและนับว่าเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ตรวจทาน และให้
ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรูปแบบการพิมพ์สภาพภายหลังการออกก้างกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของ
กรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยสำเร็จ
ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นางสาว มาติยาภรณ์ ปั้นลายนาคและครอบครัวที่ให้กำลังใจช่วยเหลือ
ตลอดมา ขอขอบพระคุณบุคลากรของภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านเอกสารและสถานที่
ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้

และท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณป้า นุชผา ชังพุก ที่ให้กำลังใจและคอยสนับสนุน
ในด้านการศึกษามาอย่างต่อเนื่อง และคุณพ่อ จีระศักดิ์ คุณแม่จรรยาพร ชังพุก ลูกขอกราบ
ขอบพระคุณที่ให้ชีวิต ให้จิตวิญญาณ ให้โอกาสและให้ความรู้สู่ทางวิชาการ ให้ศีลธรรมอันดีงาม
เป็นแบบอย่างที่ดีของสังคมและประเทศชาติสืบต่อไป

ณิชชนนท์ ชังพุก

กรกฎาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ประโยชน์ที่ได้รับ	6
สมมติฐานของการวิจัย	6
นิยามศัพท์	6
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	9
แหล่งพลังงานที่ใช้สำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อ	9
กระบวนการเมแทบอลิซึม ออกซไจเซชัน ของระบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก	12
ระบบกรดแลคติกและการเคลื่อนย้ายของกรดแลคติก	17
รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากการออกกำลังกาย	34
ประเภทของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	45
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	55
กรอบแนวคิดการวิจัย	63
บทที่ 3 วิธีการ	64
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	64
ขั้นตอนดำเนินการวิจัย	66
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	68
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	69
โปรแกรมการทดสอบ	70
ข้อจำกัดในการทำวิจัย	73
การวิเคราะห์ข้อมูล	73

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	75
ผลการวิจัย	75
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	90
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	93
สรุป	93
ข้อเสนอแนะ	94
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	95
ภาคผนวก	101
ภาคผนวก ก ราชนามผู้เชี่ยวชาญ	102
ภาคผนวก ข แบบสอบถามเพื่อการวิจัย	104
ภาคผนวก ค Content validity	113
ภาคผนวก ง ใบบันทึกข้อมูล	120
ภาคผนวก จ วิธีดำเนินการตรวจระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก	127
ภาคผนวก ฉ หนังสืออนุมัติดำเนินการวิจัย	131
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	137

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนักและส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง	76
2	ค่าเฉลี่ยของระยะทางในการวิ่ง อัตราการเต้นของชีพจรและระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกก่อนและหลังการการฟื้นฟูสภาพของกลุ่มตัวอย่าง	76
3	ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอัตราการเต้นของหัวใจและระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในการทดลองของครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพทั้ง 3 รูปแบบ	78
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองครั้งที่ 1	81
5	การเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองที่ 1 จำแนกเป็นรายคู่	81
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองที่ 1	82
7	การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองครั้งที่ 1 จำแนกเป็นรายคู่	83

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองครั้งที่ 2	83
9	การเปรียบเทียบผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองครั้งที่ 2 จำแนกเป็นรายคู่	84
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังการทำให้ร่างกายฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองครั้งที่ 2	85
11	การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังการทำให้ร่างกายฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองครั้งที่ 2 จำแนกเป็นรายคู่	85

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างอย่างง่ายของ ATP	10
2	แสดงรูปแบบการใช้พลังงานในแต่ละชนิดกีฬา	15
3	ตารางสัดส่วนการใช้พลังงานแต่ละชนิดกีฬา	16
4	แสดงวงจรวัฏจักรโครี (cori cycle)	28
5	การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีแรงกระชากหรือแรงดึงกลับ (ballistic stretching)	47
6	การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืด (dynamic stretching)	48
7	การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบออกแรงกระทำด้วยตนเอง (active stretching)	49
8	การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในตำแหน่งที่มีอาการตึงหรือเจ็บปวดเล็กน้อยที่กล้ามเนื้อส่วนที่ทำการยืดเหยียด (static stretching)	51
9	รูปแบบการวิ่งเพิ่มระยะทาง ระดับที่ 2 (Yo-Yo intermittent recovery test, level -2)	54
10	กรอบและแนวคิดการวิจัย	63
11	ขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
12	ค่าเฉลี่ยระดับกรดแลคติกในเลือดที่ลดลง (มิลลิโมล/ลิตร) ภายหลังจากออกกำลังกายแล้วเข้าสู่รูปแบบการฟื้นฟูสภาพในแต่ละรูปแบบ คือ การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น จากการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	86
13	ค่าเฉลี่ยระดับกรดแลคติกในเลือดที่ลดลง (มิลลิโมล/ลิตร) ภายหลังจากออกกำลังกายแล้วเข้าสู่รูปแบบการฟื้นฟูสภาพในแต่ละรูปแบบ คือ การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น จากการทดลองทั้ง 2 ครั้ง	87
14	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลง (ครั้ง/นาที) ภายหลังจากออกกำลังกายแล้วเข้าสู่รูปแบบการฟื้นฟูสภาพในแต่ละรูปแบบ คือ การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่ การวิ่งเหยาะกับการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น จากการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	88
15	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลง (ครั้ง/นาที) ภายหลังจากออกกำลังกายแล้วเข้าสู่รูปแบบการฟื้นฟูสภาพในแต่ละรูปแบบ คือ การวิ่งเหยาะกับการยืดเหยียดอยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น จากการทดลองทั้ง 2 ครั้ง	89
ภาพผนวกที่		
1	Jogging + Dynamic Stretching	117
2	Hot/Cold + Jogging	117
3	Just Cold + Sport massage	118

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4	Dynamic stretching + Sport massage	118
5	Jogging + Just cold	119
6	Sport massage + Hot/cold	119
7	เครื่องมือวัดระดับปริมาณของกรดแลคติก และเข็มที่ใช้เจาะบริเวณที่ปลายนิ้ว	128
8	กลุ่มตัวอย่างเตรียมเข้ารับการทดสอบวิ่ง Yo-Yo Intermittent Recovery test level-2	128
9	ผู้วิจัยตรวจสอบระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก	128
10	กลุ่มตัวอย่างทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	129
11	กลุ่มตัวอย่างทำการแช่น้ำเย็น	129
12	กลุ่มตัวอย่างทำการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น	129
13	กลุ่มตัวอย่างทำการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น	130

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาชนิดหนึ่งที่มีความนิยมจากบุคคลทั่วไปทุกระดับทั้งในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะในประเทศไทยกีฬาฟุตบอลเป็นกีฬายอดนิยมที่สุดจากบุคคลทุกระดับชั้น การพัฒนากีฬาฟุตบอลของไทยจำเป็นต้องศึกษาแนวทางหรือวางนโยบายหลักของการฝึกให้ดี มีความต่อเนื่องแบบลูกโซ่อย่างถาวรและจริงจัง จึงจะเกิดประโยชน์อย่างแท้จริง กีฬาฟุตบอลมีความสำคัญมากจะเห็นจากในกีฬาโอลิมปิกเกมส์ เอเชียนเกมส์ ซีเกมส์ ซึ่งมวลมนุษยชาติยอมรับถึงความยิ่งใหญ่ หากได้ศึกษาและติดตามดูจะเห็นว่าในการแข่งขันระดับนานาชาติ ทั้งหมดจะขาดฟุตบอลไม่ได้เลย ความสำคัญของกีฬาฟุตบอลเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ มีการนำเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ทันสมัยมาใช้ในการฝึกซ้อม มีขั้นตอนการใช้ศาสตร์ต่าง ๆ มาเสริมในการฝึก ซึ่งการฝึกฟุตบอลให้ได้ผลและมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยผู้ฝึกสอนที่มีความรู้ความสามารถ ประสบการณ์ และหลักวิชาการที่ถูกต้อง ตลอดจนมีองค์ประกอบอื่น ๆ อีกหลายประการที่จะได้นำมาเสริมการวางรูปแบบในการฝึกเพื่อนำไปสู่ความเป็นเลิศได้ (ประโยค สุทธิสง่า, 2541) โดยเฉพาะในการวางแผนโปรแกรมการฝึกต้องคำนึงถึงรูปแบบการใช้พลังงานของร่างกาย ตลอดจนการเกิดกรดแลคติกซึ่งเป็นสาเหตุทำให้นักกีฬาเกิดความเมื่อยล้ารวมถึงจะอย่างไรที่จะทำให้ นักกีฬามีรูปแบบการฟื้นตัวเพื่อที่จะสามารถกลับมาลงเล่นในเกมการแข่งขันได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ Reilly *et al.* (1993) ได้ศึกษาการใช้พลังงานจากเคลื่อนที่ในนักกีฬาฟุตบอลตลอดช่วงการแข่งขัน 90 นาที พบว่า ในการเคลื่อนที่ซึ่งคิดเป็นร้อยละของระยะทางทั้งหมดจะประกอบด้วย การเดินร้อยละ 25 การวิ่งเหยาะ ๆ ร้อยละ 37 การวิ่งไปกลับร้อยละ 20 และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดร้อยละ 11 และการวิ่งถอยหลังร้อยละ 6 ทั้งหมดนี้มีการเคลื่อนไหวไปพร้อมลูกบอลร้อยละ 2 และการเคลื่อนที่โดยปราศจากลูกบอลหรือการรอลูกบอลประมาณร้อยละ 98 โดยเฉลี่ยแล้วจะเป็นลักษณะของการวิ่งเร็วสูงสุดทุก 90 วินาที จากการศึกษาการใช้พลังงานของ นักกีฬาฟุตบอลตลอดช่วงเวลาการแข่งขัน พบว่า ร่างกายจะได้พลังงานจากระบบฟอสฟาเจน (ATP-PC system) ร้อยละ 60 พลังงานจากระบบไกลโคไลซิส (glycolysis system) ร้อยละ 30 และจากระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (aerobic system) ซึ่งสอดคล้องกับ Edwards (1997) กล่าวว่า กีฬาฟุตบอลเป็นเกมที่มีความต้องการสมรรถภาพทางด้านการใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน ในการแข่งขันจะต้องใช้

สมรรถภาพด้านไม่ใช้ออกซิเจนมาก เช่น การวิ่งเข้ารีบลูก การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด ซึ่งจะก่อให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจนและเกิดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ และยังสอดคล้องกับ Wilmore and Costill (1994) กล่าวว่า ในบางครั้งนักฟุตบอลจะต้องทำงานหนักเกิน 30 วินาที ระบบฟอสฟาเจนไม่สามารถทำงานต่อได้ ระบบไกลโคไลซิสจึงต้องรับหน้าที่แทนในฐานะระบบพลังงานหลักทำให้เกิดผลเสีย คือ กรดแลคติกในกล้ามเนื้อ Bruce (2000) กล่าวไว้ว่า กรดแลคติกเป็นปัจจัยแทรกที่ทำให้เกิดการเจ็บระบมกล้ามเนื้อ (muscle soreness) ทำให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อ (muscle fatigue) และยังเป็นสาเหตุของการเป็นหนี้ออกซิเจน (oxygen debt) อัตราสะสมของกรดแลคติกจะยิ่งสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความเร็วและความหนักในการฝึกเพิ่มมากขึ้น อาการเมื่อยล้าจะปรากฏเร็วขึ้น ประสิทธิภาพและสมรรถภาพของนักกีฬาจะลดลง ซึ่งโดยทั่วไปตามปกติแล้วระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในขณะพักจะมีอยู่ประมาณ 1-2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmole/litre) ถ้าเราออกกำลังกายหรือทำงานที่มีปริมาณความหนักที่มากขึ้นระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกจะมีปริมาณที่มากกว่าในขณะพักจะมีอยู่ประมาณ 8 มิลลิโมลต่อลิตร (mmole/litre) ในบางครั้งถ้ามีการออกกำลังกายจนถึงระดับจุดสูงสุดระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกอาจมีมากที่สุดถึง 32 มิลลิโมลต่อลิตร (Plowman and Smith, 1998) จากผลเสียดังกล่าวจึงได้มีการศึกษาค้นคว้ากันมากมายถึงวิธีการที่จะทำให้กรดแลคติกเคลื่อนย้ายออกไปจากกล้ามเนื้อและเลือด หรือทำให้เปลี่ยนเป็นสารอื่น ๆ ได้เร็วที่สุด เพื่อให้ให้นักกีฬาฟื้นตัวได้เร็ว มีอาการเมื่อยล้าน้อย ซึ่งจะส่งผลให้แสดงความสามารถได้อย่างเต็มที่ ความเมื่อยล้า (fatigue) หมายถึง การที่ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงอันเป็นผลเนื่องมาจากงานที่ทำ (ประทุม ม่วงมี, 2537) ทั้งนี้สอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กัญญา ปาละวิวัฒน์ (2536) ซึ่งกล่าวว่า การล้าของกล้ามเนื้อ (muscular fatigue) คือ การที่กล้ามเนื้อไม่สามารถทำงานให้มีสมรรถภาพหรือกำลังได้ตามที่คาดหมายได้ การล้าของกล้ามเนื้อนั้นอาจมีสาเหตุจากส่วนรอบนอก (peripheral nervous system) หรืออาจมีสาเหตุมาจากระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) เจริญ กระจวนรัตน์ (2538) กล่าวว่า ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับความหนักของงานและระยะเวลาที่กำหนดให้ อาการเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้า (fatigue) ที่เกิดกับกล้ามเนื้ออันเนื่องมาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy system) ของกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจำกัดความเร็วหรือทำให้พลังความเร็วในการวิ่งระยะสั้นลดลง จะเห็นได้จากในกีฬาหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นฟุตบอล บาสเกตบอล เทนนิส แบดมินตัน รักบี้ฟุตบอล ส่วนใหญ่ร้อยละ 80 ของพลังงานที่ถูกนำไปใช้ในการเปลี่ยนแปลงจังหวะ ทิศทางการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วในช่วงสั้น ๆ ส่วนเป็นพลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและเป็นสาเหตุของการเกิดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันมีวิธีการที่จะทำให้กรดแลคติกมีปริมาณน้อยลงเพื่อให้

ร่างกายกลับสู่สภาพปกติเร็วขึ้น นอกจากนี้ยังมีวิธีการฟื้นฟูสภาพหลังจากการออกกำลังกายต่าง ๆ หลายวิธีหลังจากการฝึกซ้อม อาทิเช่น การพักอยู่เฉย ๆ (passive rest) การวิ่งเหยาะๆ (jogging) การนวด (massage) การบำบัดด้วยความร้อน (thermotherapy) การแช่น้ำเย็น (cool water) การแช่น้ำอุ่น สลับกับการแช่น้ำเย็น (hot and cool water) และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching) เป็นต้น ดังที่ Bowers and Fox, 1992 ได้ทำการศึกษาว่าอัตราการเคลื่อนย้ายของกรดแลคติกจากกระแสเลือดนั้น จะสามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างรวดเร็วในรูปแบบของการวิ่งเหยาะๆ อย่างต่อเนื่อง วิธีการฟื้นฟูสภาพต่างๆที่จะเป็นกระบวนการเคลื่อนย้าย กรดแลคติก (remove lactic acid) ออกไปจากกล้ามเนื้อและกระแสเลือดของร่างกาย โปรแกรมหรือรูปแบบฝึกที่เราเห็นอาจจะเป็นการคลายอุ่น (cool down) ของนักกีฬา เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเบา ๆ ภายหลังจากการฝึกซ้อม อย่างไรก็ตามกรดแลคติกจะถูกเคลื่อนย้ายและถูกขจัดไปได้โดยการออกกำลังกายหลังการฝึกอย่างต่อเนื่องเพราะจะเป็นกระบวนการที่สำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับร่างกายที่จะสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อและกระแสเลือดได้อย่างรวดเร็วโดยเฉพาะช่วงเวลาของการแข่งขันและฝึกซ้อม (Bowers and Fox, 1992) ซึ่งสอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กัญญา ปาละวิวัฒน์ (2536) ได้กล่าวไว้ว่า ภายหลังจากการออกกำลังกายอย่างหนักนั้นจะมีกรดแลคติกคั่งอยู่ในกล้ามเนื้อและในเลือดจึงทำให้มีอาการเมื่อยล้า การฟื้นฟูตัวย่อมต้องการการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปก่อน ในนักกีฬาสามารถเลือกกิจกรรมที่ช่วยให้ร่างกายสามารถฟื้นฟูสภาพภายหลังจากการออกกำลังกายได้เพื่อพัฒนาระบบทางสรีรวิทยาของนักกีฬา อาทิเช่น การเดินช้า ๆ การปั่นจักรยานเบา ๆ เพื่อช่วยในการเคลื่อนย้ายระบบกรดแลคติก (lactic system) หรือพัฒนาเกี่ยวกับการฟื้นฟูสภาพเกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (musculoskeletal) McArdle, Katch and Katch (2006) ได้กล่าวไว้ว่า ในขั้นตอนสำหรับการฟื้นฟูสภาพที่รวดเร็วจากการออกกำลังกายนั้น สิ่งที่เราพบเห็นกันอยู่คือ รูปแบบการฟื้นฟูสภาพแบบมีการเคลื่อนไหวและการพักแบบหยุดนิ่ง ในรูปแบบของ active recovery คือ การฟื้นฟูสภาพภายหลังจากการออกกำลังกายแบบมีการเคลื่อนไหวหรือการคลูดาวน์ (cool-down) เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีระดับความหนักที่เบา ๆ (light exercise) ที่จะต้องปฏิบัติทันทีหลังจากการฝึกหรือการแข่งขัน อาทิเช่น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ในการฟื้นฟูสภาพสามารถใช้รูปแบบกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวที่จัดเตรียมไว้สำหรับการทำงานที่หนักและปานกลาง และรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันไป เช่น การแช่น้ำ การเดิน การวิ่ง หรือการว่ายน้ำในท่า backstroke และ side stroke ก็เป็นกิจกรรม การฟื้นฟูสภาพที่ดีสำหรับการฟื้นฟูสภาพแบบกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว หลังจากจบเกมหรือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อในสระน้ำโดยใช้เทคนิคกับทีมฟุตบอลและบาสเกตบอลและกีฬาอื่น ๆ (Calder, 1996) นอกจากนี้ยังมีการบำบัดด้วยน้ำและการนวดในนักกีฬา อาทิเช่น การอาบน้ำ สปา การชามูนา การยืดเหยียดและการนวดด้วยตนเองก็เป็นอีกวิธีหนึ่ง การ

อาบน้ำร้อนสลับน้ำเย็น หรือใช้การบำบัดด้วยสปาอุ่นสลับกับความเย็นเป็นการเตรียมให้ร่างกายเพิ่มขยายทางหลอดเลือดและการไหลเวียนของเลือด (blood flow) ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้อย่างรวดเร็วหรือใช้กิจกรรมแอโรบิกเบา ๆ (light aerobic) ซึ่งสอดคล้องกับ Foss and Keteyian (1998) ที่ทำการศึกษาว่า จะต้องใช้เวลา 25 นาที สำหรับการฟื้นตัวด้วยการพัก (rest recovery) ภายหลังจากออกกำลังกายอย่างเต็มที่เพื่อเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่สะสมอยู่ออกไปครั้งหนึ่ง และจะใช้เวลา 1 ชั่วโมง 15 นาที ในการเคลื่อนย้าย กรดแลคติกที่สะสมอยู่ออกประมาณ 95% โดยการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากเลือดและกล้ามเนื้อจะทำให้เร็วขึ้น ในช่วงระหว่างการออกกำลังกายนั้นพบว่า ถ้ามีการออกกำลังกายเบา ๆ แทนที่จะให้พักอยู่เฉย ๆ จะทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดและกล้ามเนื้อเกิดได้เร็วขึ้น การออกกำลังกายเบา ๆ นี้เรียกว่า การฟื้นตัวโดยการออกกำลังกาย (exercise recovery) หรือการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (active recovery) ซึ่งจะมีวิธีการเหมือนกับการคลายอุ่น (cool down) ซึ่งจะช่วยให้กล้ามเนื้อสามารถฟื้นสภาพจากอาการเมื่อยล้าได้เร็วขึ้น ขณะเดียวกันยังช่วยลดสถานะที่อาจนำไปสู่การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เช่น ข้อต่อในระหว่างการฝึกซ้อมหรือออกกำลังกาย โดยความหนักของการออกกำลังกายที่ 30-45% ของอัตราการใช้ออกซิเจน สูงสุดจะมีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดได้เร็วที่สุด ซึ่งเทียบได้กับอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด 35-57% ของชีพจรสูงสุด แต่ถ้าความหนักของการออกกำลังกายในระยะ ฟื้นตัวมากกว่า 60% ของชีพจรสูงสุด จะทำให้มีการเคลื่อนย้าย กรดแลคติกจากเลือดได้น้อยกว่าการพัก เฉย ๆ (ACSM, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับ Fox and Mathews (1981) ที่ว่า การออกกำลังกายเบา ๆ ในระยะฟื้นตัว (light exercise recovery) ใช้เวลาในการฟื้นตัว 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง ถ้าใช้การพักผ่อนในระยะฟื้นตัวจะใช้เวลาในการฟื้นตัวนาน 1 ถึง 2 ชั่วโมง การออกกำลังกายเบา ๆ ในระยะฟื้นตัว (light exercise recovery) ช่วยให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ออกจากกล้ามเนื้อและเลือดได้เร็วกว่าการพักเฉย ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kohandel (2005) ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรม 3 โปรแกรม คือ การวิ่งเหยาะ การนั่งพักบนเก้าอี้ และการนวดและพบว่า การวิ่งเหยาะๆจะมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก สิ่งสำคัญที่จะทำให้การฟื้นตัวเร็วขึ้น คือ ออกซิเจน ดังนั้นระบบไหลเวียนเลือดจึงมีบทบาทสำคัญเนื่องจากเลือดจะเป็นตัวกลางในการนำออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อและนำของเสียออกมาด้วย สิ่งที่จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าร่างกายฟื้นตัวภายหลังจากการออกกำลังกายเพื่อกลับเข้าสู่สภาวะปกติแล้วหรือไม่ ก็สามารถพิจารณาได้จากระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด อัตราการหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจของนักกีฬา ดังที่ อัจฉริยา (2554) กล่าวว่า ีไว้ว่า การฟื้นสภาพด้วยวิธีบำบัดทางกายจึงควรใช้หลายๆวิธีผสมกันตามความเหมาะสมซึ่งสอดคล้องกับ Brad W. (2014) ที่ได้ศึกษาว่า ขั้นตอนของการคลายอุ่นสำหรับนักกีฬาจะต้องประกอบไปด้วยขั้นตอนต่อไปนี้เป็นคือ 10-15 นาทีแรกควรเป็นการ

ออกกำลังกายง่ายๆ ได้แก่ การเดินหรือวิ่งเหยาะๆ พร้อมทั้งสูดลมหายใจเข้าออกลึกๆ หลังจากนั้น 20-30 นาที ให้ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำรูปแบบการฟื้นฟูสภาพ จำนวน 2 รูปแบบมารวมกันเป็นรูปแบบโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายเพื่อช่วย เคลื่อนย้ายปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกและลดอัตราการเต้นของหัวใจให้เร็วมากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาถึงรูปแบบทั้ง 3 รูปแบบ คือ 1) การวิ่งเหยาะและยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ 2) การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็น และ 3) การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อน สลับน้ำเย็นที่มีผลต่อการลดระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและลดอัตราการเต้นของหัวใจให้กลับสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังกายในนักกีฬาฟุตบอล เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการสร้างรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย เพื่อศึกษาว่ารูปแบบใดน่าจะมีความเหมาะสม และมีผลต่อการลดระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจมากที่สุด เพื่อที่จะนำผลของรูปแบบไปใช้ในการฝึกซ้อมและใช้หลังการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพในนักกีฬาฟุตบอล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่แตกต่างทั้ง 3 รูปแบบ ที่มีผลต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจ
2. เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่แตกต่างทั้ง 3 รูปแบบที่มีผลต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทำให้ได้รูปแบบและสามารถนำรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายไปใช้ในนักกีฬาฟุตบอล
2. ทำให้นักกีฬา ผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตบอลและผู้เกี่ยวข้องสามารถเลือกใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจเพื่อให้นักกีฬาเข้าสู่ภาวะปกติและประยุกต์ใช้ให้เหมาะกับนักกีฬานิกิตอื่นที่มีสภาพคล้ายคลึงกันในการใช้พลังงานตลอดจนการฝึกซ้อม
3. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการฟื้นฟูสภาพหลังจากการฝึกซ้อมและการแข่งขันในกีฬาฟุตบอลและกีฬาอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายกับกีฬาฟุตบอล
4. ทำให้นักกีฬาฟุตบอล ผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตบอล และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกีฬาฟุตบอลทราบถึงระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในร่างกายในการใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพที่แตกต่างกันภายหลังการออกกำลังกาย

สมมติฐานของการวิจัย

ผลของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพ 3 รูปแบบภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอลแตกต่างกัน

นิยามศัพท์

การฟื้นฟูสภาพหลังจากการออกกำลังกาย (recovery from exercise) คือ รูปแบบวิธีการที่ผู้วิจัยได้จัดสร้างขึ้นเพื่อช่วยในการปรับสภาพร่างกายภายหลังการออกกำลังกายเพื่อให้ร่างกายกลับมาสู่ภาวะปกติได้เร็วขึ้น จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิในการสร้างรูปแบบของการฟื้นฟูสภาพร่างกายภายหลังการออกกำลังกาย โดยมีทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ 1) การวิ่งเหยาะและยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ 2) การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็น และ 3) การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น

การเกร็งการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching) คือ ในการปฏิบัติการเกร็งการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งนั้น สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ระยะที่ 1 เป็นยืดหรือเกร็งกล้ามเนื้อในส่วนที่ต้องการยืดด้วยแรงเบาๆ อย่างช้าๆ ระยะที่ 2 เพิ่มแรงในการเกร็งของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่อง ระยะที่ 3 ทำการเพิ่มแรงและเกร็งกล้ามเนื้อในส่วนนั้นค้างไว้ 10-20 วินาที แล้วค่อยคลายกล้ามเนื้อในส่วนนั้น

การวิ่งเหยาะ (jogging) คือ เป็นการวิ่งเหยาะแบบเบาๆ (light exercise) ไปตามระยะทาง 25 เมตร ที่ผู้วิจัยกำหนด โดยกำหนดให้วิ่งด้วยความหนักด้วยอัตราการเต้นของชีพจรให้อยู่ระหว่าง 35-54% ของชีพจรสูงสุดของผู้วิ่ง ภายในระยะเวลา 5-8 นาที

การแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น (hot and cold water immersion) คือ เป็นการให้กลุ่มตัวอย่างลงไปแช่ในถังที่ทางผู้วิจัยเตรียมไว้ โดยกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำเย็นอยู่ระหว่าง 10-16 องศาเซลเซียสแช่เป็นเวลา 2 นาที และอุณหภูมิของน้ำร้อนอยู่ระหว่าง 35-37 องศาเซลเซียสแช่เป็นเวลา 4 นาที สลับกัน 3 รอบ

การแช่น้ำเย็น (cold water immersion) คือ เป็นการให้กลุ่มตัวอย่างลงไปแช่ในถังที่ทางผู้วิจัยเตรียมไว้ โดยกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำเย็นอยู่ระหว่าง 10-16 องศาเซลเซียสแช่เป็นเวลา 2 นาที และพัก 1 นาที 3 รอบ

กรดแลคติก (lactic acid) คือ กรดที่เกิดขึ้นภายหลังจากการออกกำลังกาย โดยผู้วิจัยวัดผู้เข้ารับการทดลองซึ่งเกิดจากการเผาผลาญพลังงานโดยปฏิกิริยาทางเคมี คือ การออกซิเดชันของกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนและใช้ออกซิเจนที่ไม่เพียงพอแล้วสะสมอยู่ในมัดกล้ามเนื้อก่อนแล้วเข้าสู่กระแสเลือด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ จะทำการเจาะเลือดที่บริเวณปลายนิ้วของผู้เข้ารับการทดลองไปวิเคราะห์

ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติก (lactic acid concentration Level) คือ ปริมาณของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจากขบวนการเผาผลาญพลังงานทางปฏิกิริยาเคมี เกิดการออกซิเดชันของกลูโคสแบบไม่มีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนไม่เพียงพอทำให้เกิดการสะสมบริเวณกล้ามเนื้อและเลือด ซึ่งโดยปกติในขณะร่างกายพักระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหรือในร่างกายจะมีปริมาณ 1-2 มิลลิโมล/ลิตร ถ้าเริ่มมีการออกกำลังกายมากขึ้นจนถึงจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มระดับ

ของกรดแลคติกในเลือดจะมีระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดประมาณ 4 มิลลิโมล/ลิตร ขึ้นไป

อัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) คือ การหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ ในระหว่างช่วงของการทดลอง โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจด้วย เครื่องบันทึกหัวใจแบบอัตโนมัติโดยคาดไว้ที่บริเวณหน้าอกของผู้ทดลองและวัดช่วงก่อนออกกำลัง ภาย หลังการออกกำลังกาย และหลังจากการปฏิบัติตามรูปแบบฟื้นฟูสภาพทั้ง 3 รูปแบบ

แอนแอโรบิกเทรชโฮล (anaerobic threshold ใช้ตัวย่อ AnT) คือ จุดที่ร่างกายได้รับงาน หรือปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยมีปริมาณมากกว่าออกซิเจน ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของระดับกรดแลคติกในเลือดที่เป็นจุดเริ่มต้นของการทำงานของระบบ แอนแอโรบิก สามารถวัดได้โดยการเจาะเลือดทันทีภายหลังจากการออกกำลังกาย แล้วนำไป วิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของกรดแลคติก

การออกกำลังกาย (exercise) คือ เป็นวิธีการที่ให้ผู้ทดลองปฏิบัติตามโปรแกรมของการวิ่ง เพิ่มระยะทาง (Yo-Yo Intermittent recovery test – level 2) เพื่อบ่งชี้ถึงระดับความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดในการนำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายโดยเมื่อได้ยื่นสัญญาณดังขึ้นให้นักกีฬาวิ่งจากจุดเริ่มต้น(จุด A) ไปยัง (จุด B) ก่อนสัญญาณจะดังขึ้นแล้ววิ่งกลับมายังจุดเริ่มต้น (จุด A) ก่อนที่สัญญาณจะดังขึ้นอีกครั้งหนึ่งหลังจากนั้นให้ผู้ทดลองทุกคนวิ่งช้าๆไปอ้อม (จุด C) เพื่อเป็นการพักในระยะ 2.5 เมตรที่กำหนดไว้ให้โดยให้พัก 5 วินาทีเมื่อมีสัญญาณดังขึ้นให้ผู้ทดลองวิ่งไปตามระยะทางที่กำหนด 20 เมตร จนกว่าผู้ทดลองไม่สามารถที่จะวิ่งทันตามสัญญาณที่ดังขึ้น 2 ครั้งโดยให้บันทึกระยะทางที่วิ่งได้

นักกีฬาฟุตบอล (soccer players) คือ นักกีฬาชายชมรมฟุตบอลของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2552 อายุระหว่าง 19-22 ปี

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

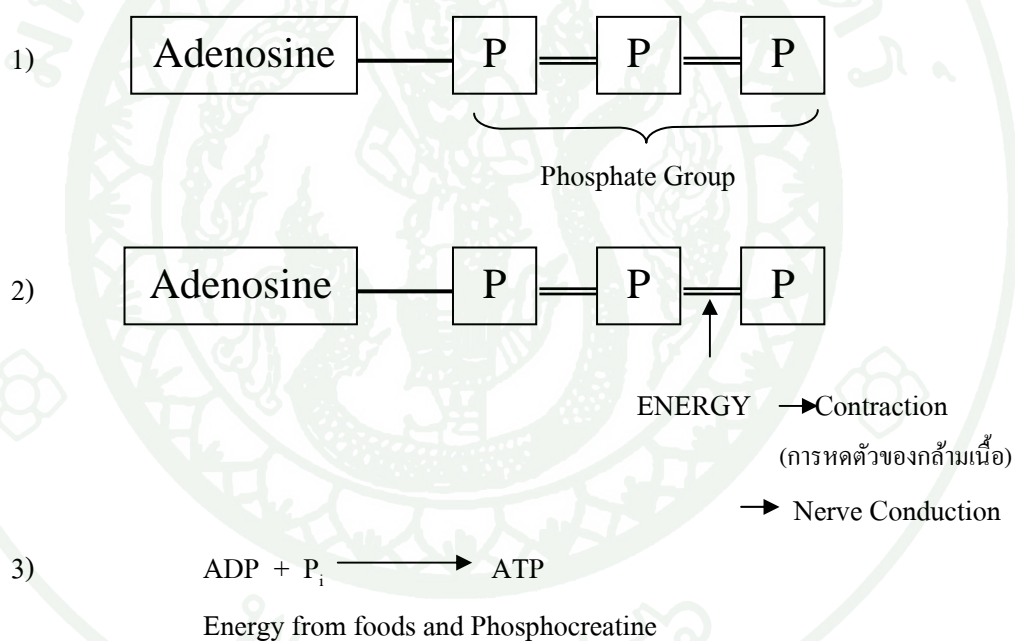
ในการตรวจเอกสารครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอเนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยดังนี้

1. แหล่งพลังงานที่ใช้สำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อ
2. กระบวนการเมแทบอลิซึม ออกไซด์ ของระบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก
3. ระบบกรดแลคติกและการเคลื่อนย้ายของกรดแลคติก
4. รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากการออกกำลังกาย
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แหล่งพลังงานที่ใช้สำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อ

พลังงานคือสิ่งที่เราต้องการเมื่อมีการออกกำลังกาย และพลังงานนี้จะเกิดขึ้นจากขบวนการเคมีที่ได้มาจากสารประกอบที่ให้พลังงานสูง คือ เอทีพี ในความเป็นจริงนั้นเกิดจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ของ เอทีพี (adenosine triphosphate ATP) (Maughan, Gluson and Grunhaff, 1997) สารประกอบที่มีพลังงานสูง คือเอทีพี เป็นแหล่งพลังงานโดยตรงสำหรับให้กล้ามเนื้อใช้ในการทำงาน ร่างกายไม่ได้เก็บ เอทีพี ไว้เป็นจำนวนมากและที่มีอยู่ก็สามารถใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อได้ไม่กี่วินาที ดังนั้นร่างกายจึงต้องมีการสร้าง เอทีพี ขึ้นมาแทนที่โดยตลอด คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน เป็นอาหาร 3 ประเภทที่สามารถให้พลังงานแก่ร่างกายได้ สารอาหารทั้ง 3 ประเภทจะถูกใช้โดยเซลล์เพื่อสังเคราะห์ เอทีพี เป็นจำนวนมาก เอทีพี จึงนับได้ว่าเป็นตระกูลของพลังงานที่ร่างกายใช้ในกิจกรรมต่างๆ ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าเอทีพี เป็นแหล่งพลังงานสำหรับปฏิกิริยาทางเคมีทั้งหลายที่เกิดขึ้นในร่างกาย พลังงานได้มาจากอาหารที่เรารับประทานเข้าไป คือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน (ประทุม ม่วงมี, 2537) นอกจากนี้เอทีพี คือ ความสามารถในการใช้พลังงานอย่างเร่งด่วนจากขบวนการเคมีสำหรับ กิจกรรมที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ บางครั้งเราอาจจะเรียก เอทีพี ว่า “สารประกอบที่ให้พลังงานสูง” สิ่งหนึ่งที่เราควรสนใจคือ ตำแหน่งของการเคลื่อนที่ของ เอทีพี ภายในร่างกาย ซึ่งจะอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อและจะถูกสะสมไว้เพื่อใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ในส่วนของโครงสร้างของ เอทีพีนั้นจะมี ส่วนประกอบที่ซับซ้อนมากมายแต่สำหรับในส่วนประกอบหรือโครงสร้างอย่างง่ายนั้นเราจะ

สามารถเห็นได้ว่า เอทีพีจะประกอบไปด้วยส่วนของโมเลกุลที่มีกลุ่มใหญ่ ๆ ซึ่งเราเรียกว่า อะดีโนซีน (adenosine) และประกอบด้วยกลุ่มของฟอสเฟต (phosphate group) อีก 3 ตัว และระหว่างฟอสเฟต จะมีลักษณะที่เชื่อมกันอยู่ (bond) ซึ่งระหว่างส่วนที่เชื่อมตรงฟอสเฟตนั้นเราเรียกว่า high energy bond เมื่อไรที่ส่วนปลายที่เชื่อมกันของฟอสเฟตถูกทำลายหรือเกิดจากการแตกสลายในขบวนการเคมีก็จะเกิดพลังงานขึ้นและถูกปลดปล่อยออกมาเพื่อที่เซลล์แต่ละเซลล์เกิดการ ทำงาน ซึ่งในการทำงานของเซลล์นั้นจะขึ้นอยู่กับแต่ละชนิดของรูปแบบของเซลล์ ตัวอย่างเช่น การทำงานของเซลล์กล้ามเนื้อ (กล้ามเนื้อเรียบ, กล้ามเนื้อลาย และกล้ามเนื้อหัวใจ) โดยเกิดจากการเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทที่มีการขับหรือหลั่งสารออกมา ดังนั้น โดยภาพรวมของขบวนการทางชีววิทยาแล้วการทำงานหรือการปฏิบัติในหลายๆ เซลล์นั้นจะมีความต้องการพลังงานที่เร่งด่วนที่เกิดจากการแตกตัวของเอทีพี โดยประมาณค่าแล้วเมื่อเกิดการแตกสลายของเอทีพี จะมีค่า 7-12 กิโลแคลอรี



ภาพที่ 1 โครงสร้างอย่างง่ายของ ATP

ที่มา: Richard and Fox (1992)

จากภาพที่ 1) เป็นโครงสร้างของโมเลกุล เอทีพี อย่างง่าย ซึ่งประกอบไปด้วยอะดีโนซีน และกลุ่มของฟอสเฟตจำนวน 3 ตัว 2) ฟอสเฟตจำนวน 3 ตัวจะมีลักษณะเชื่อมต่อกันอยู่ ระหว่างส่วน ที่เชื่อมกันจะมีการแตกสลายหรือเกิดการทำลายจากขบวนการเคมี ก็จะเกิดพลังงานที่ถูกปล่อยออกมาเพื่อให้เซลล์แต่ละเซลล์เกิดการ ทำงานและเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อตรงบริเวณส่วนนั้น

3) ATP ที่ร่างกายได้รับนั้นจะมาจากสารอาหารและสารที่เป็นต้นตอของพลังงาน คือ ครีเอทีน ฟอสเฟต ดังที่ ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์ (2536) กล่าวว่า ต้นตอที่สำคัญของพลังงานที่ใช้ในการทำงานคือ คาร์โบไฮเดรต หรือไขมัน ต้องการสารเคมีหลายอย่างสำหรับเป็นพาหะของพลังงานภายในเซลล์ เพื่อให้คาร์โบไฮเดรตหรือไขมันเปลี่ยนไปสู่จุดที่สามารถมีปฏิกิริยาในทางชีววิทยาได้ อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (adenosine triphosphate, ATP) เป็นสารที่สำคัญในการแลกเปลี่ยนพลังงาน นอกจากนี้ครีเอทีนฟอสเฟต (creatine phosphate, CP) หรือเรียกว่า ฟอสโฟครีเอทีน (phosphocreatine, P.C.) ก็เป็นสารที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง รูปที่ 9.1 แสดงขั้นตอนของการจัดหาพลังงานให้กล้ามเนื้อทำงาน รวมทั้งวิธีต่างๆ ทางชีววิทยาด้วยฟอสเฟตที่ให้พลังงานสูงคือ เอทีพี และฟอสโฟครีเอทีนซึ่งพบได้ในเซลล์ต่างๆ ไป แต่พบได้มากในเซลล์ของกล้ามเนื้อ

ลำดับขั้นการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อมีดังนี้ คือ

(1) เอทีพี เป็นต้นตอของพลังงานที่กล้ามเนื้อต้องใช้โดยตรงคือ



แต่ เอทีพี ที่สำรองอยู่ในกล้ามเนื้อไม่มากนัก

(2) ครีเอทีนฟอสเฟต เป็นต้นตอของพลังงานที่อยู่ในกล้ามเนื้อสามารถเก็บไว้ได้มากคือ



ครีเอทีนฟอสเฟตจะถ่ายพลังงานให้กับ เอดีพี เพื่อสร้าง เอทีพี ขึ้นใหม่ การถ่ายทอคนี้กระทำได้รวดเร็วพอสมควร

(3) ไกลโคเจน เป็นต้นตอของพลังงานที่กล้ามเนื้อสะสมไว้ เปรียบเทียบกับวัตถุดิบที่ใช้เพื่อพลังงาน แต่ไกลโคเจนจะต้องสลายโดยผ่านขบวนการปฏิกิริยาเคมีหลายอย่าง จึงจะได้พลังงานออกมาใช้

อาจกล่าวโดยย่อได้ดังนี้คือ การสลายไกลโคเจนแบ่งได้เป็น 2 ชั้น ชั้นแรกไกลโคเจนจะสลายเป็นกรดไพรูวิก (pyruvic acid) ขบวนการนี้ไม่ใช้ออกซิเจน จึงเรียกเมแทบอลิซึมนี้ว่าเป็น แอนแอโรบิกเมแทบอลิซึม

การเปลี่ยนแปลงต่อไปจากขั้นนี้อาจเป็นไปได้ 2 ทางคือ

(ก) กล้ามเนื้อมีออกซิเจนใช้ กรดไพรูวิกที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนต่อไปตามขบวนการเคมี ทำให้ได้พลังงานออกมาใช้ได้มากมาย จึงเรียกว่า เป็นแอโรบิกเมแทบอลิซึม

(ข) ถ้ากล้ามเนื้อไม่มีออกซิเจนใช้ เมแทบอลิซึมชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะดำเนินต่อไปและกรดไพรูวิกจะเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติก และค้างอยู่ในกล้ามเนื้อ กรดแลคติกนี้เองที่เป็นตัวขัดขวางไม่ให้กล้ามเนื้อทำงานต่อไปได้

พลังงานที่ได้จากแอโรบิกเมแทบอลิซึม และแอนแอโรบิกเมแทบอลิซึม คือ พลังงานจากกรรมวิธีแอนแอโรบิกจะได้พลังงานน้อยกว่า ในการสลายไกลโคเจนเป็นแลคเตท เมื่อคิดพลังงานจากกลูโคส จะพบว่า กลูโคส 1 โมเลกุล ให้พลังงาน 55 กิโลแคลอรี (ไกลโคเจน 1 โมเลกุล ประกอบด้วย กลูโคสโมเลกุลมากมาย)

กระบวนการเมแทบอลิซึม ออกไซด์ ของระบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก

ในส่วนของขบวนการเมแทบอลิซึมนั้นเราจะกล่าวถึงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย รวมถึงการสร้างพลังงานจากอาหารที่ร่างกายได้รับเข้าไปเพื่อที่จะสะสมไว้หรือแปรสภาพไปเป็นพลังงานหรือการพัฒนาและการที่เนื้อเยื่อถูกทำลาย การใช้ประโยชน์จากพลังงานนั้นมีมากมายหลายชนิดในขบวนการทางเคมี อย่างไรก็ตามเราจะสนใจเฉพาะในส่วนของนักกีฬาที่มีความสามารถในการปฏิบัติได้อย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพ พลังงานจะถูกผลิตขึ้นและได้สะสมในรูปของ ATP ระบบแอโรบิก เมแทบอลิซึมจะอ้างถึงขบวนการของปฏิกิริยาเคมีในลักษณะของการปลดปล่อยที่สมบูรณ์ของคาร์โบไฮเดรตและไขมัน คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานที่ใช้ออกซิเจนเข้ามามีส่วนร่วม ซึ่งเราเรียกว่าปฏิกิริยาออกซิเดชันที่อยู่ในไมโทคอนเดรีย ระบบแอนแอโรบิกเมแทบอลิซึมจะอ้างถึงขบวนการของปฏิกิริยาเคมีในลักษณะของการปลดปล่อยพลังงานที่ไม่สมบูรณ์ของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นผลผลิตระหว่างสารประกอบและพลังงานที่ปราศจากออกซิเจน ดังนั้นเราจะเห็นได้ว่าการแลกเปลี่ยนระหว่างระบบแอโรบิกและแอนแอโรบิกจะเป็นขบวนการที่จัดให้พลังงานสำหรับการผลิตและสังเคราะห์ ATP จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ ทั้ง 3 ขั้นตอนนั้น 2 ใน 3 ขั้นตอนนั้นคือ ขบวนการของ ATP-CP และขบวนการของกรดแลคติก ตรงกันข้ามกับระบบแอโรบิกคือ ขบวนการที่ใช้ออกซิเจน

ATP – CP : The Phosphagen System

ATP – CP : ระบบฟอสฟาเจน

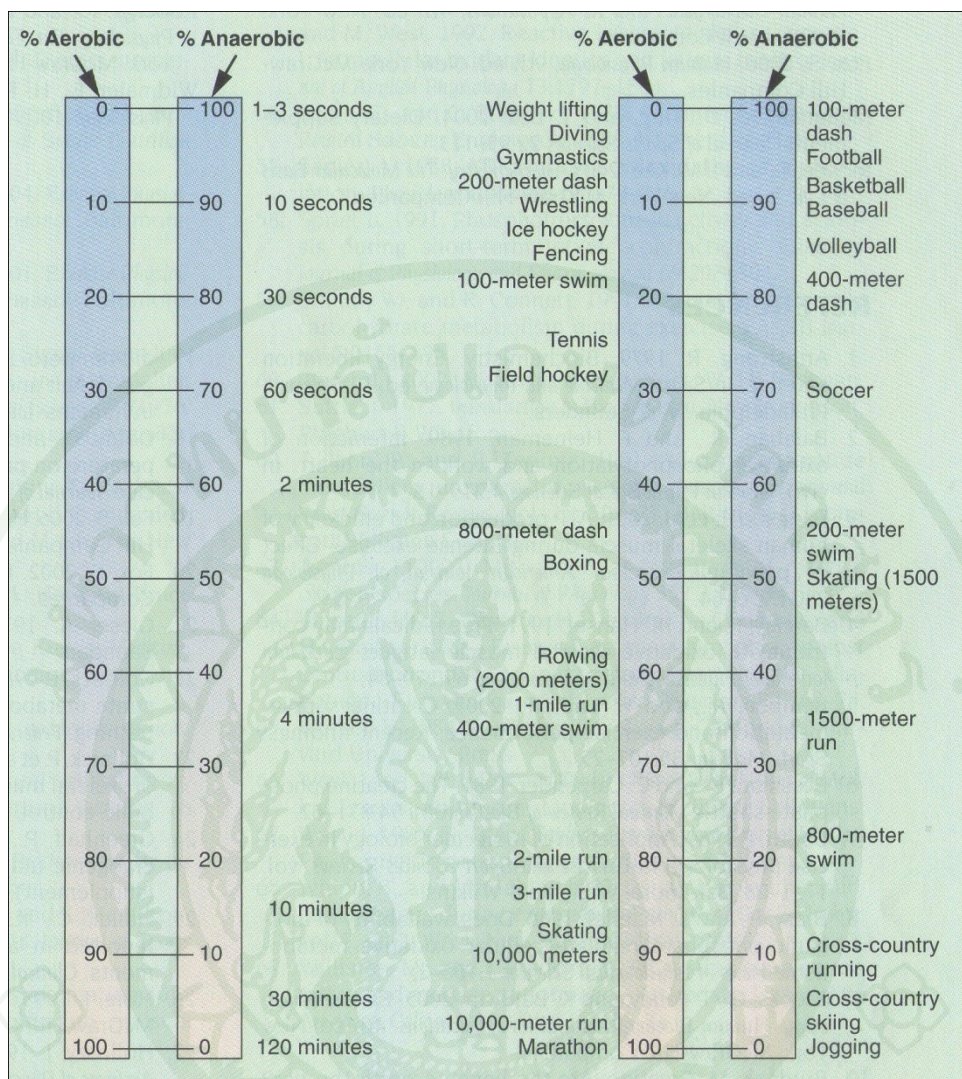
ระบบฟอสฟาเจน หรือ เอทีพี – พีซี หมายถึง ระบบที่ใช้พลังงานจาก เอทีพี และ ฟอส โฟสเฟต (พีซี) จำนวนพลังงานของระบบฟอสฟาเจนที่มีอยู่ในร่างกายจะเก็บสะสมไว้ใน กล้ามเนื้อทั่วร่างกาย มีเพียง 570 – 690 มิลลิโมล เมื่อคิดเป็นพลังงานจะได้ 5.7 – 6.9 กิโลแคลอรี ซึ่งเป็นจำนวนที่น้อย เพราะสามารถใช้ในการออกกำลังกายอย่างหนักได้เพียง 10 วินาทีเท่านั้น เช่น สำหรับการวิ่ง 100 เมตร แต่มีข้อได้เปรียบคือ ร่างกายสามารถนำพลังงานชนิดนี้มาใช้โดยรวดเร็ว

จะเป็นระบบพลังงานระบบแรกที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ คือ ครีเอทีน ฟอสเฟต (creatine phosphate) ซึ่งเป็นสารที่มีอยู่ภายในกล้ามเนื้อปริมาณเล็กน้อยและสามารถถ่ายทอดสารฟอสเฟต (phosphate) ให้กับเอทีพีเพื่อสังเคราะห์เอทีพีขึ้นมาใหม่ได้อย่างรวดเร็ว

ในช่วงเวลาที่มีการปฏิบัติกิจกรรมที่มีระดับความหนักสูง อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) จะสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็วจากการผลิตพลังงานจากขบวนการแอโรบิกภายใต้การใช้พลังงานที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ตามข้อตกลงที่ว่า การฟื้นคืนสภาพหรือการผลิตอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) อย่างรวดเร็วนั้นเป็นสิ่งสำคัญดังที่เราเรียกว่า “ความสมบูรณ์ของพลังงาน”

สารประกอบครีเอทีนฟอสเฟต (CP) นั้นจะมีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับ อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) ซึ่งจะถูกระดมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อและเมื่อไรที่มีการแตกตัวของกลุ่มฟอสเฟตระหว่าง bond in CP ก็จะทำให้พลังงานออกมาซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับการสังเคราะห์อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) ซึ่ง อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) นี้จะแตกตัวในระหว่างที่กล้ามเนื้อมีการหดตัว ซึ่งความเกี่ยวกันนี้จะมีส่วนสัมพันธ์กับอะดีโนซีนไดฟอสเฟต (ADP) และ P_i โดยพลังงานจะปลดปล่อยออกมาในระหว่างที่มีการแตกตัวของสารประกอบครีเอทีน (CP) ซึ่งสอดคล้องกับ Dalgleish (2001: 108) ที่กล่าวว่า CP หรือ creatine phosphate คือ สารประกอบที่ให้พลังงานสูงโดยพบว่ามีความสัมพันธ์กับ ATP เมื่อมีการแตกสลายของฟอสเฟตและเมื่อมีการแตกตัวของครีเอทีน (CP) ซึ่งจะได้พลังงานออกมานั้นจะเกิดจากการสังเคราะห์ของ ATP ในส่วนของขั้นตอนของ CP จะใช้เวลาประมาณ 3-5 วินาที ซึ่งใช้เวลามากกว่า ขั้นตอนของ ATP ในส่วนของขั้นตอน CP นั้นจะเป็นส่วนของเชื้อเพลิงหรือสารตั้งต้นประมาณ 7 วินาทีของการใช้พลังงานอย่างเร่งด่วน และการสังเคราะห์ตลอดจนการแตกตัวของ ATP โดยทั่วไปแล้วขั้นตอนของ ATP และ CP จะเกิด

ร่วมกันซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 10 วินาทีในแต่ละกิจกรรม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการออกกำลังกาย โดยกิจกรรมนั้นใช้พลังงานที่สูง อาทิเช่น การยกน้ำหนัก (weight lifting) หรือหลายชนิดกีฬาที่ใช้แรงระเบิด ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวจะไม่ออกซิเจนเกิดขึ้น และนอกจากนี้ ประทุม ม่วงมี (2527: 23-24) กล่าวว่า การออกกำลังกายอาจถูกอ้างถึงได้ทั้งในแง่แอโรบิก (aerobic) และแอนแอโรบิก (anaerobic) ขึ้นอยู่กับ metabolic-pathways และที่มาของ ATP Aerobic exercise เช่น การวิ่งระยะทางไกลสามารถที่จะดำเนินไปได้ถ้าหากร่างกายสามารถสร้าง ATP ในทาง aerobic แต่ anaerobic เช่น วิ่งระยะทาง 100, 200 เมตร หรือยกน้ำหนักร่างกายใช้ ATP มากเกินกว่าที่ผลิตขึ้นมาได้ในช่วงเวลานั้นเนื่องจากออกซิเจนมีไม่พอและไม่ทันสำหรับการใช้ ดังนั้นจึงต้องสร้าง ATP ทั้ง ๆ ที่ไม่มีออกซิเจน อีกทางหนึ่งที่เป็นที่มาของ ATP โดยทาง anaerobic คือ phosphocreatin (PC) เมื่อร่างกายมี ATP มากเกินความต้องการร่างกายจะไม่เก็บไว้ในรูปของ ATP แต่จะมีสารอย่างหนึ่งชื่อ creatin (C) คอยรวมตัวกับ ATP อยู่ การรวมตัวของ C และ ATP ทำให้เกิด PC กับ ADP ซึ่งสอดคล้องกับ Power S.K. and Howley E.T. (2007) ที่ว่า สัดส่วนของการสร้างพลังงานทั้งของระบบแอนแอโรบิกและแอโรบิกในแต่ละชนิดกีฬานั้นจะมีการใช้พลังงานที่แตกต่างกันทั้งในเรื่องของความหนักและช่วงของระยะเวลาในการออกกำลังกาย ดังนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ฝึกสอนจะต้องทราบเกี่ยวกับการเลือกระบบของการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับกีฬาชนิดนั้นๆ



ภาพที่ 2 แสดงรูปแบบการใช้พลังงานในแต่ละชนิดกีฬา

ที่มา: Power and Howly (2006)

จากแผนภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่า ในแต่ละชนิดกีฬานั้นย่อมใช้ระบบพลังงานที่แตกต่างกันไป และเราจะเห็นได้ว่า ในกีฬาฟุตบอลนั้นจะใช้ระบบพลังงานทั้ง 2 ระบบควบคู่กันไป คือ แอนแอโรบิก 70 เปอร์เซ็นต์ และแอโรบิก 30 เปอร์เซ็นต์ นั่นหมายความว่าในกีฬาฟุตบอลพลังงานที่ใช้เป็นส่วนมาก และบ่อยก็คือระบบแอนแอโรบิก ซึ่งจะส่งผลโดยตรงกับนักกีฬาฟุตบอลคือ สภาวะความเมื่อยล้า ภายหลังการออกกำลังกายเพราะของเสียที่เกิดขึ้นและคั่งค้างในกล้ามเนื้อนั้นคือ กรดแลคติก ซึ่งจะเกิดขึ้นในการใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิกนั่นเอง

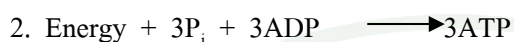
Sport/Activity	% ATP CONTRIBUTION BY ENERGY SYSTEM		
	ATP-PC	Glycolysis	Aerobic
Baseball	80	15	5
Basketball	80	10	10
Field hockey	60	20	20
Football	90	10	—
Golf (swing)	100	—	—
Gymnastics	90	10	—
Ice hockey:			
Forwards/defense	80	20	—
Goalie	95	5	—
Rowing	20	30	50
Soccer:			
Goalie/wings/strikers	80	20	—
Halfbacks	60	20	20
Swimming:			
Diving	98	2	—
50 meters	95	5	—
100 meters	80	15	—
200 meters	30	65	5
400 meters	20	40	40
1,500 meters	10	20	70
Tennis	70	20	10
Track and field:			
100/200 meters	98	2	—
Field events	90	10	—
400 meters	40	55	5
800 meters	10	60	30
1,500 meters	5	35	60
5,000 meters	2	28	70
Marathon	—	2	98
Volleyball	90	10	—
Wrestling	45	55	—

ภาพที่ 3 ตารางสัดส่วนการใช้พลังงานแต่ละชนิดกีฬา

ที่มา: Power and Howly (2006)

จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่า ในกีฬาฟุตบอลนั้นร่างกายจะใช้พลังงานทั้งระบบ ATP – PC Glycolysis และ Aerobic โดยเฉพาะระบบ ATP – PC และ Glycolysis ทั้ง 2 ระบบนี้จะเป็นพลังงานหลักของร่างกายที่นักกีฬาฟุตบอลต้องใช้บ่อยๆ และตลอดเวลาและสิ่งที่เกิดขึ้นภายหลังจากการออกกำลังกาย โดยเฉพาะระบบ Glycolysis นั่นคือ กรดแลคติก นั่นเอง ดังนั้น จะต้องมีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อเข้าสู่กระแสเลือดต่อไป

จะเห็นได้ว่า ปริมาณของไกลโคเจนจะถูกเก็บสะสมไว้บริเวณที่ตับและกล้ามเนื้อของร่างกายเมื่อร่างกายมีการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก ผลผลิตที่ได้คือ พลังงานที่ใช้และกรดแลคติก ซึ่งมักจะเกิดในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ แต่ในปริมาณความหนักของงานที่มากนั่นเอง



จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการใช้พลังงานสารฟอสเฟตจะมีการรวมตัวหรือถ่ายทอดพลังงานให้กับ เอทีพีเพื่อที่จะสร้าง เอทีพี ขึ้นไปเป็นช่วงระยะเวลาที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

นอกจากนี้ ประทุม ม่วงมี (2527: 26-28) กล่าวว่า กรดแลคติกถูกสร้างขึ้นอย่างมากในช่วงเวลาของการสร้างพลังงานแบบ anaerobic โดยที่ร่างกายได้รับออกซิเจนเข้าไปไม่เพียงพอทำให้ pyruvate ทำหน้าที่รับเอาอะตอมของไฮโดรเจนไปเสียเองจนทำให้เกิดกรดแลคติกขึ้น ปกติในโลหิตจะมีกรดแลคติกอยู่ 10 mg% ซึ่ง Astrand และ Rodahl (1986) ได้สรุปไว้ดังนี้

1. ขณะออกกำลังกายชนิดเบาๆ (light exercise) การออกกำลังกายชนิดนี้มักไม่มีปัญหาเรื่องอัตราการเต้นของหัวใจ เพราะออกซิเจนที่มีสะสมอยู่บ้างเล็กน้อยบวกกับออกซิเจนที่ระบบการหายใจและระบบไหลเวียนสามารถจะนำไปส่งยังกล้ามเนื้อที่มีปริมาณเพียงพอกับความต้องการกรดแลคติกจึงถูกสร้างขึ้นน้อยมาก

2. ขณะที่ออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นปานกลาง (exercise of moderate intensity) ร่างกายสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิก (anaerobic) ในระยะต้นของการออกกำลังกายจนกระทั่งกระบวนการสร้างพลังงานแบบแอโรบิก (aerobic) เข้ามามีบทบาทในการสร้างพลังงานแทน เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย กรดแลคติกที่ถูกสร้างขึ้นมาในระยะต้นของการออกกำลังกายจะฟุ้งกระจายเข้าสู่กระแสโลหิต เมื่อการออกกำลังกายแบบนี้ดำเนินต่อไปเรื่อยปริมาณของกรดแลคติกจะลดน้อยลงจนถึงระดับที่เท่ากับร่างกายอยู่ในสภาวะพักผ่อน (resting level) และการออกกำลังกายก็สามารถดำเนินต่อไปเรื่อยๆ เป็นชั่วโมงเลยทีเดียว

3. ขณะออกกำลังกายที่หนัก (heavy exercise) การออกกำลังกายแบบนี้จะเริ่มมีปัญหาเรื่องปริมาณของออกซิเจนไม่เพียงพอกับความต้องการที่จะนำไปใช้ในการสร้างพลังงาน ทำให้กรดแลคติกถูกสร้างขึ้นมามากขึ้นและเป็นผลให้พบกรดชนิดนี้ในปริมาณที่สูงในกระแสโลหิต

ปริมาณที่สูงนี้จะคงอยู่ต่อไปตลอดระยะเวลาของการออกกำลังกาย ผู้ที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังกายจะทนต่อการมีกรดแลคติกสูงไม่ได้ดี แต่สำหรับผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ได้รับการฝึกร่างกายให้แข็งแรงอยู่เสมอและผู้ที่มีแรงจูงใจสูงอาจออกกำลังกายลักษณะนี้ได้ถึง 30 นาทีหรืออาจมากกว่านี้ก็ได้

4. ขณะออกกำลังกายหนักมาก (severe exercise) การออกกำลังกายเช่นนี้มีปัญหาหนักขึ้นเพราะปริมาณของออกซิเจนที่ไม่เพียงพอแก่ความต้องการหรือปริมาณที่ขาดไป (oxygen deficit) มีจำนวนมากขึ้น การออกกำลังกายเช่นนี้มักดำเนินต่อไปได้ไม่เกิน 2-3 นาที เพราะกล้ามเนื้อไม่สามารถทำหน้าที่ของมันต่อไปได้

นฤมล ลีลาวัฒน์ (2553) ได้กล่าวว่า การออกกำลังกายเป็นภาวะที่ร่างกาย โดยเฉพาะกล้ามเนื้อลายมีการหดตัวแรงขึ้น ทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น โดยจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับความหนัก ระยะเวลา หรือประเภทของการออกกำลังกาย พลังงานที่ถูกนำมาใช้ทันทีอยู่ในรูปของพลังงานเคมีที่ได้จากการสลายสารประกอบทางเคมีที่เรียกว่า adenosine triphosphate เรียกว่า เอทีพี (ATP) ซึ่งมีอยู่ในปริมาณน้อยมาก โดยถูกใช้หมดในเวลาเพียงไม่กี่วินาที ในขณะที่ออกกำลังกายอย่างหนัก ทั้งนี้จากการสันดาปอาหารไม่สามารถให้พลังงานได้ในทันทีถ้าอุณหภูมิไม่สูงพอ ร่างกายมนุษย์จึงมีกระบวนการที่ใช้เวลาในการสันดาปอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน โดยที่ไม่เกิดอุณหภูมิในร่างกายสูงเกินไป เนื่องจากร่างกายมนุษย์ไม่ใช่เครื่องจักรที่สามารถทนความร้อนสูง หรือใช้ความร้อนเป็นพลังงานได้ เพราะจะทำให้เซลล์ต่างๆ ถูกเผาผลาญ ดังนั้น ร่างกายจึงต้องมีแหล่งพลังงานสำรองที่จะค่อยๆ ให้เอทีพี แก่เซลล์ต่างๆ ที่ต้องการพลังงานได้อย่างเพียงพอ โดยกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดความร้อนที่มากเกินไป ซึ่งพลังงานนี้ได้มาจากการสลายสารอาหารทั้งโดยกระบวนการทางเคมีที่ไม่ใช้และใช้ออกซิเจน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีเป็นพลังงานกล ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวขึ้น บทนี้กล่าวถึง การสร้างพลังงานสำหรับการออกกำลังกายของร่างกาย สารอาหารที่เป็นต้นแหล่งของพลังงานความต้องการพลังงานของกิจกรรมการออกกำลังกายแต่ละประเภท และผลของการฝึกต่อการใช้พลังงานขณะออกกำลังกาย ซึ่งความเข้าใจในความรู้เหล่านี้มีความสำคัญมากต่อการฝึกออกกำลังกายให้มีผลต่อระบบต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

1. ระบบฟอสฟาเจน (phosphagen system) ระบบนี้เป็นระบบที่สร้างพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน โดยกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน ทั้งนี้เนื่องจาก เอทีพี และฟอสโฟครีเอทีน ประกอบด้วยกลุ่มฟอสเฟตเหมือนกัน จึงมักเรียกว่า ฟอสฟาเจน (phosphagens) และเรียกระบบนี้ว่า ระบบฟอสฟาเจน (phosphagen system)

1.1 ระบบฟอสฟาเจน (phosphagen system)

ระบบนี้เป็นระบบที่สร้างพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน โดยกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน ทั้งนี้เนื่องจาก เอทีพี และฟอสโฟครีเอทีน ประกอบด้วยกลุ่มฟอสเฟตเหมือนกัน จึงมักเรียกว่า ฟอสฟาเจน (phosphagens)

1.1.1 Adenosine triphosphate (ATP)

1.1.2 Phosphocreatine (PCr)

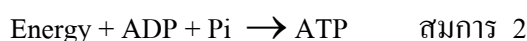
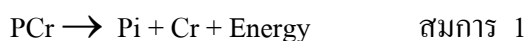
1.1.1 อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต (เอทีพี)

พลังงานที่ได้จากการสลายอาหาร ไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์โดยตรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อในขณะที่ออกกำลังกาย แต่ถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสารประกอบทางเคมี ที่เรียกว่า เอทีพี หรือ adenosine triphosphate (ATP) แล้วเก็บสะสมไว้ในเซลล์ที่จะใช้ในการออกกำลังกาย การทำงานของเซลล์เกิดขึ้นได้เมื่อมีการสลายของ เอทีพี เท่านั้น

โครงสร้างของเอทีพี ประกอบด้วย อะดีโนซีน (adenosine) (ซึ่งเกิดจาก adenine รวมกับ ribose) กับ 3 กลุ่มฟอสเฟต ซึ่งส่วนที่สำคัญคือ กลุ่มฟอสเฟตที่สองและสามเป็นพันธะที่ให้พลังงานสูง (high energy bond) คือใน 1 โมล ของพันธะฟอสเฟตนี้ให้พลังงาน 7 – 12 กิโลแคลอรี พร้อมทั้งให้ผลผลิตเป็น อะดีโนซีน ไดฟอสเฟต (adenosine diphosphate; ADP) กับ อิน ออร์ แก นิก ฟอสเฟต (inorganic phosphate; Pi) และเซลล์กล้ามเนื้อสามารถพลังงานนี้ไปใช้ได้ทันที

1.1.2 ฟอสโฟครีเอทีน

ฟอสโฟครีเอทีนเป็นสารประกอบที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ เมื่อเอทีพีถูกใช้ไป ฟอสโฟครีเอทีนจะสลายให้พลังงานเพื่อใช้ในการรวม เอทีพีกับอินออร์แกนิก ฟอสเฟต เพื่อสร้าง เอทีพี โดยถูกกระตุ้นโดยเอนไซม์ ไคเนส (creatine kinase) (สมการ 1 และ 2)



ทั้งนี้ ฟอสโฟครีเอทีนถูกสร้างกลับโดยวิธีการเดียวคือ จากการรวมกันของ อินออร์แกนิก ฟอสเฟต และครีเอทีน โดยอาศัยพลังงานที่ได้จากการสลาย เอทีพี โดยเกิดขึ้น หลังจากหยุดออกกำลังกาย ดังนั้นการสร้าง ฟอสโฟครีเอทีนกลับ จะทำได้ต่อเมื่อสิ้นสุดการ ออกกำลังกาย

ระบบฟอสฟาเจนเป็นระบบที่ให้พลังงานที่สำคัญ สำหรับการออกกำลังกาย ที่ต้องการพลังงานในทันทีภายใน 2 – 3 วินาที เช่น การวิ่งเร็ว กระโดดสูง ยกน้ำหนัก เป็นต้น สาเหตุที่ระบบนี้ให้พลังงานได้อย่างรวดเร็ว คือ

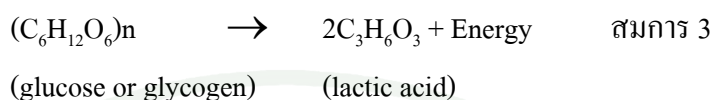
1. กระบวนการที่ให้พลังงานเป็นกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน
2. ไม่อาศัยการขนส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ จึงไม่ใช้เวลานานในการ ให้พลังงาน
3. ทั้งเอทีพี และฟอสโฟครีเอทีน ถูกเก็บสะสมอยู่ในกล้ามเนื้ออยู่แล้ว ดังนั้นจึงถูกนำมาใช้ได้ทันที

1.2 ระบบที่สร้างพลังงานขึ้นมาใหม่

1.2.1 Glycolytic metabolism

เป็นกระบวนการที่สลายคาร์โบไฮเดรต (รวมทั้ง กลูโคสที่รับจากภายนอก เซลล์ และกลูโคสที่ถูกสลายจากไกลโคเจน (glycogenolysis) โดยไม่ใช้ออกซิเจน จึงอาจเรียกว่า ระบบแอนแอโรบิก (anaerobic system) (สมการ 3 และ 4) โดยสลายได้ เอทีพี, nicotinamide-adenine dinucleotide (reduced form) (NADH) และไพรูเวท (pyruvate) ซึ่ง NADH 1 โมเลกุล จะให้เอทีพี 3 โมเลกุล ถ้าในภาวะที่มีอัตราการผลิตไพรูเวทมากกว่าอัตราการเข้าของไพรูเวทสู่ไมโทคอนเดรีย เช่น ในขณะออกกำลังกายอย่างหนัก ไพรูเวทจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลคติก และเปลี่ยนเป็นแลคเตท ซึ่งเสถียรกว่าในที่สุด (จึงได้ชื่อว่า ระบบแลคติก) ซึ่งในกระบวนการนี้เมื่อเกิดแลคเตทและโปรตอน (H^+) สะสมอยู่ในปริมาณมากจะทำให้ความเป็นกรดในกล้ามเนื้อมีมากขึ้น จนเมื่อถึงระดับเกินกว่า ที่เซลล์จะทำงานได้ จะทำให้การออกกำลังกายหยุดลง เนื่องจากภาวะความเป็นกรดขณะนั้นไป

หยุดยั้งการทำงานของเอนไซม์ (phosphofructokinase; PFK) ซึ่งเป็นเอนไซม์ตัวกำหนดการเกิดปฏิกิริยาของกระบวนการ anaerobic glycolysis



ทั้งนี้แลคเตทและไพรูเวทสามารถเป็นสารตั้งต้นสำหรับสร้างพลังงานสำหรับเนื้อเยื่ออื่น เช่น แลคเตทถูกเปลี่ยนกลับเป็นไพรูเวท แล้วสร้างเป็นกลูโคสในกระบวนการสร้างน้ำตาลในตับ (gluconeogenesis) หรือเป็นไพรูเวทซึ่งเข้าสู่กระบวนการในไมโทคอนเดรียเพื่อสร้างเอทีพีในกล้ามเนื้อหรือเนื้อเยื่ออื่น

Mackenzie (1997) ได้กล่าวถึง “กรดแลคติก” เราจะพบในเรื่องราวเหล่านี้มากในการรู้สึกเกิดการบาดเจ็บระหว่างการออกกำลังกายในช่วงของการหมดแรงโดยเฉพาะในนักกีฬา จะเห็นได้ว่าในการวิ่ง 400 เมตร และ 800 เมตร เมื่อใดก็ตามร่างกายมีการออกกำลังกายมันจะได้พลังงานมาจากการแตกตัวของ adenosine triphosphate (ATP) ร่างกายของเราจะมีการสะสมพลังงานในปริมาณที่จำกัดประมาณ 85 กรัม ของพลังงาน ATP ที่จะสามารถใช้ได้อย่างรวดเร็ว ถ้าเราไม่สามารถสังเคราะห์พลังงานขึ้นมาใช้ได้ทันจะมีอยู่ 3 ระบบที่จะช่วยในการผลิตพลังงานให้แก่ร่างกาย คือ สังเคราะห์ ATP ขึ้นมา

1. ระบบ ATP - PC
2. ระบบ Lactic acid
3. ระบบ Aerobic

ในส่วนของระบบกรดแลคติก (lactic acid) นี้จะมีส่วนสัมพันธ์และมีความสามารถในการสังเคราะห์ ATP โดยปราศจากการใช้ออกซิเจนและเราเรียกขบวนการนี้ว่าขบวนการแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส ซึ่งเราทราบกันดีว่าขบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) นี้เกิดจากการแตกตัวของคาร์โบไฮเดรตจากผลการสร้างกรดไพรูวิกและไฮโดรเจน อีออน hydrogens ions (H^+) จะถูกสร้างบริเวณที่มีกรดภายในเซลล์ของกล้ามเนื้อและจะขัดขวางการทำงานและการขนส่งโมเลกุลซึ่งถูกเรียกว่า nicotinamide adenine dinucleotide (NAD^+) การเคลื่อนที่ของ (H^+) NAD^+

จะลดลงในส่วนของ NADH ซึ่งจะสะสม (H^+) ในขบวนการ electron transport chain (ETC) อยู่ในไมโทคอนเดรียซึ่งจะรวมกับออกซิเจนและน้ำ ถ้ามีการขาดแคลนของออกซิเจน NADH จะไม่สามารถรับ (H^+) และมาสร้างภายในเซลล์ได้

จะเห็นได้ว่า ในการออกกำลังกายแต่ละระดับความหนักนั้นจะส่งผลต่อการสร้างกรดแลคติก ซึ่งกรดแลคติกจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจน ซึ่งถ้าร่างกายขาดปริมาณออกซิเจนก็จะทำให้เกิดขบวนการแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส ซึ่งถ้าปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในกระแสเลือดนั้นมีมากเกินไปย่อมส่งผลต่อการออกกำลังกาย แต่ถ้าเราสามารถควบคุมปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในกระแสเลือดได้ให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะก็จะส่งผลให้ร่างกายเราสามารถนำกรดแลคติกไปใช้เป็นสารต้นตอไปรวมกับออกซิเจนและสามารถเป็นพลังงานให้กับร่างกายได้อีกในการออกกำลังกายครั้งต่อไป

ผลของการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อความเร็วในการเคลื่อนย้ายของกรดแลคติก

ในส่วนนี้เราได้กล่าวถึงความอ่อนเพลียที่เกิดจากการออกกำลังกาย กรดแลคติกนั้นสามารถที่จะเคลื่อนย้ายจากภายในกระแสเลือดของร่างกายและจะถูกขจัดออกไปถ้ามีการปฏิบัติจากการออกกำลังกายแบบเบาๆ (อาทิเช่น การเดิน การวิ่งเหยาะๆ) ในขณะที่พักและมีการฟื้นฟูสภาพของร่างกาย ซึ่งจากการทดลองผู้เข้าร่วมได้วิ่งเป็นระยะทาง 1 ไมล์ โดยแบ่งเป็นการวิ่งรวม 3 วัน โดยที่ระดับของกรดแลคติกภายในกระแสเลือดมีการเพิ่มขึ้นมากในการวิ่งแต่ละครั้ง ในระหว่างระยะเวลาที่มีการฟื้นฟูสภาพภายหลังการวิ่ง 1 ไมล์ ผู้เข้าร่วมได้ทำการพักโดยมีการเหยาะๆอย่างต่อเนื่องตามจังหวะการก้าวของตนเองหรือการออกกำลังแบบไม่ต่อเนื่อง เดินๆ หยุดๆ ตามรูปแบบฝึกของแต่ละชนิดกีฬา และจากผลการพักโดยการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบ จะแสดงให้เห็นว่าอัตราการเคลื่อนย้ายของกรดแลคติกจากกระแสเลือดนั้นจะสามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างรวดเร็วในรูปแบบของการวิ่งเหยาะๆอย่างต่อเนื่อง (Bowers and Fox, 1992) นอกจากนี้การพักหรือไม่มีการเคลื่อนไหวในส่วนของผู้เข้าร่วมซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อยู่ในระยะของการฟื้นฟูสภาพอย่างไรก็ตามการออกกำลังกายอย่างหนัก การขจัดของกรดแลคติกจะสามารถถูกขจัดได้ทั้งส่วนที่อยู่ในกระแสเลือดและกล้ามเนื้อ เมื่อไรที่เรามีการออกกำลังกายแบบเบาๆ คือ ปฏิบัติในช่วงที่ร่างกายมีการฟื้นฟูสภาพ การฟื้นฟูสภาพของร่างกายนั้นเราจะกล่าวถึงการฟื้นฟูสภาพด้วยการออกกำลังกายหรือการฟื้นฟูสภาพที่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวซึ่งมีลักษณะเหมือนหรือคล้ายการคลายอุ่น ซึ่งเป็นรูปแบบ

หรือขั้นตอนที่นักกีฬาได้ปฏิบัติต่อๆ กันมา ดังตัวอย่างของผลการฟื้นฟูสภาพการออกกำลังกายจะมีผลต่อการเคลื่อนย้ายของกรดแลคติก (Foss and Keteyian, 1998)

การฟื้นฟูสภาพภายหลังจากการออกกำลังกาย

การฟื้นตัวจากการออกกำลังกายนั้น (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กัญญา ปาละวิวัฒน์, 2536) มีความสำคัญเช่นเดียวกับการใช้พลังงานในการออกกำลังกาย เกี่ยวกับเรื่องนี้ควรจะได้มีการพิจารณาถึงการเป็นหนี้ออกซิเจนการชดเชยพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในขณะฟื้นตัว การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากเลือดและกล้ามเนื้อ และการเก็บสำรองออกซิเจนขึ้นมาใหม่

การชดเชยพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในระหว่างการฟื้นตัว

1. การสร้าง เอทีพี และ พีซี ขึ้นใหม่

จากการศึกษาแสดงว่า เอทีพี และ พีซี ที่ถูกนำไปใช้กับการออกกำลังกายนั้นจะถูกสร้างขึ้นใหม่อย่างรวดเร็วภายใน 2-3 นาทีเท่านั้น ซึ่ง เอทีพี และ พีซี 70% ถูกสร้างขึ้นในเวลาเพียง 30 วินาที และจะสร้างครบ 100% ในเวลา 3-5 นาที

การศึกษาเมื่อเร็วๆ นี้ ได้กระทำเพื่อตรวจวัดการสร้าง พีซี ในกล้ามเนื้อ โดยได้กระทำในสภาพการฟื้นตัวที่แตกต่างกัน 2 อย่าง คือ (1) ขณะเมื่อกล้ามเนื้อไม่มีเลือดมาเลี้ยงปกติ (2) เมื่อหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อนั้นถูกอุดกั้น ในสภาพฟื้นตัวที่มีเลือดมาเลี้ยงตามปกติ พีซี จะถูกสร้างขึ้นใหม่อย่างรวดเร็ว คือ หลังหยุดออกกำลังกาย 2 นาที พีซี จะถูกสร้างขึ้นถึง 84% ของทั้งหมดและภายในเวลา 8 นาที จะถูกสร้างขึ้นเป็น 97% แต่เมื่อหลอดเลือดมีการอุดกั้นจะทำให้ไม่มีการสร้าง พีซี สะสมไว้

2. พลังงานที่ใช้ในการสร้างฟอสฟาเจน

เอทีพี ที่ต้องการสำหรับการสร้างฟอสฟาเจนนั้นได้มาจากระบบแอโรบิก โดยที่มีการชดเชยออกซิเจนที่เป็นหนี้ ซึ่งอยู่ในระยะอะแลคตาซิด

จะเห็นได้ว่าพลังงานแอโรบิกที่ใช้สร้างฟอสฟาเจนขึ้นใหม่นั้นได้มาจากการสลายคาร์โบไฮเดรตและไขมัน เอทีพี บางส่วนถูกเก็บไว้โดยตรงในกล้ามเนื้อ และบางส่วนถูกใช้สำหรับสังเคราะห์ พี.ซี. ขึ้นมา ซึ่งจะเก็บไว้ในกล้ามเนื้อเช่นกัน มีความสำคัญที่จะต้องย้ำว่า การสร้าง พี.ซี. นั้นต้องได้มาจากพลังงานที่สลาย เอทีพี ส่วน เอทีพี นั้นถูกสร้างโดยตรงจากการสลายตัวของอาหาร

3. การสร้างไกลโคเจนขึ้นใหม่ในกล้ามเนื้อ

การสร้างไกลโคเจนขึ้นใหม่ภายหลังการออกกำลังกายนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการ คือ (1) ชนิดของการออกกำลังกายที่ทำให้มีการใช้ไกลโคเจน และ (2) จำนวนของอาหารคาร์โบไฮเดรตที่รับประทานในระหว่างการฟื้นตัว ได้มีการศึกษาการออกกำลังกาย 2 ประเภท คือ การออกกำลังกายที่ไม่หนักแต่กระทำติดต่อกันไป และการออกกำลังกายหนักแต่กระทำเป็นช่วงๆ

ก. การใช้และการสร้างไกลโคเจนขึ้นใหม่ในกล้ามเนื้อ เมื่อออกกำลังกายที่ไม่หนักแต่กระทำตลอดเวลา

การแสดงผลการใช้และการสร้างไกลโคเจนขึ้นใหม่ในกล้ามเนื้อ การออกกำลังกายที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ ให้ออกกำลังกายที่ไม่หนักเป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง และตามด้วยการออกกำลังกายอย่างหนัก 1 ชั่วโมง จะเห็นได้ในระยะฟื้นตัว 1-2 ชั่วโมงแรกนั้น จะมีการสร้างไกลโคเจนในกล้ามเนื้อน้อยมาก แต่ภายหลังให้อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงเป็นเวลา 2 วัน จะทำให้มีการสร้างไกลโคเจนในกล้ามเนื้อขึ้นใหม่ได้เกือบเต็มที่ แต่เมื่อให้รับประทานอาหารที่ไม่มีคาร์โบไฮเดรตมาก การสร้าง กลัยโคเจนจะเกิดขึ้นได้น้อยแม้ในระยะ 5 วันหลังออกกำลังกายแล้วก็ตาม การสร้างไกลโคเจนในกล้ามเนื้อขึ้นใหม่เมื่อรับประทานอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงนั้นเกิดขึ้นรวดเร็ว คือ การสร้างได้ถึง 60% ในเวลาเพียง 10 ชั่วโมง

ข. การใช้และการสร้างไกลโคเจนในกล้ามเนื้อขึ้นใหม่ภายหลังการออกกำลังกายเป็นช่วงๆ

ผลการศึกษาการสร้างไกลโคเจนขึ้นใหม่ภายหลังการออกกำลังกายเต็มที่นั้น ให้ออกกำลังกายติดจักรยานวัดงานอย่างหนัก เป็นเวลา 1 นาที และให้พัก 3 นาที ทำสลับกันไป

จนกระทั่งไม่สามารถออกกำลังกายได้อีก หลังหยุดออกกำลังกายแล้วแยกผู้ถูกทดลองออกเป็น 3 ประเภท คือ พวกที่ 1 รับประทานอาหารปกติ พวกที่ 2 รับประทานอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง และพวกที่ 3 ไม่ให้รับประทานอาหารเลย สามารถสรุปผลจากการทดลองได้ดังนี้ (1) ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อสามารถถูกสร้างขึ้นใหม่ภายใน 30 นาที ถึง 2 ชั่วโมง โดยสร้างได้มากพอสมควร แม้เมื่อไม่รับประทานอาหารใดๆ ก็ตาม (2) สามารถสร้างไกลโคเจนในกล้ามเนื้อจนครบโดยไม่ต้องให้อาหารคาร์โบไฮเดรตมากกว่าปกติ (3) เมื่อให้อาหารปกติ หรือให้อาหารที่มีพวกคาร์โบไฮเดรตสูงก็ตามจะสามารถสร้างไกลโคเจนครบจำนวนได้ใน 24 ชั่วโมง (4) การสร้างไกลโคเจนในกล้ามเนื้อในระยะแรกจะเร็ว คือ 39% ใน 2 ชั่วโมง และสร้างได้ 53% ใน 5 ชั่วโมง

ก. ปัจจัยทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความแตกต่างในการสร้างไกลโคเจนขึ้นใหม่ในกล้ามเนื้อ มีปัจจัย 3 ประการที่เกี่ยวข้องในเรื่องนี้

(1) จำนวนของไกลโคเจนที่ถูกใช้ไปในขณะออกกำลังกาย ตัวอย่างเช่น เมื่อให้ออกกำลังกายตลอดเวลาแต่ไม่หนัก ไกลโคเจนจะถูกใช้ไปมากกว่า 2 เท่าของที่ใช้ในการออกกำลังกายเป็นช่วงๆ ดังนั้นในการออกกำลังกายเป็นช่วงๆ จึงต้องการเวลาน้อยกว่าในการสร้างไกลโคเจนขึ้นใหม่

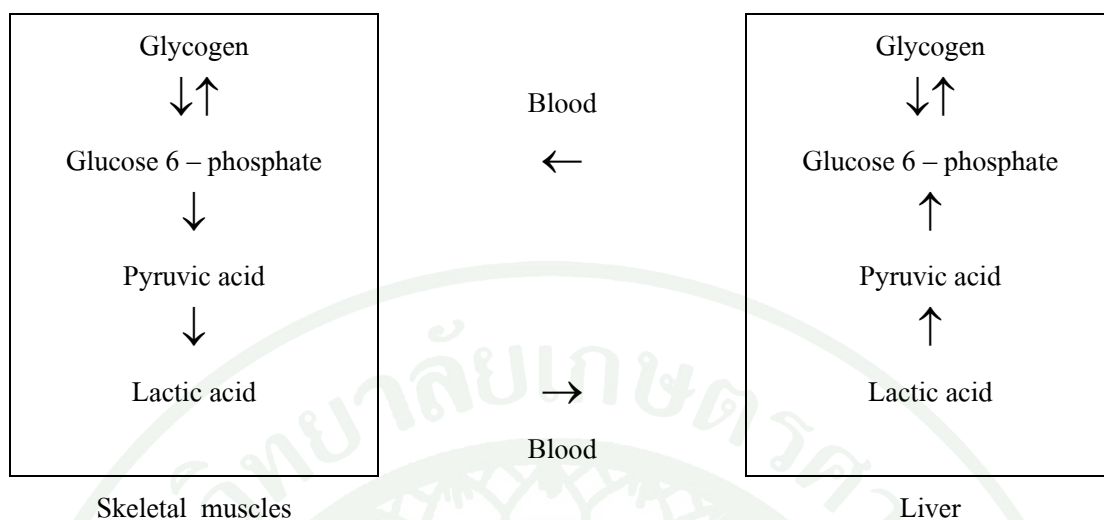
(2) ต้นตอของสารอาหารที่สร้างไกลโคเจน ในการออกกำลังกายตลอดเวลาต้นตอต่างๆ เช่น กลูโคส กรดแลคติก ไพรูวิก นั้นมีน้อยกว่า เพราะถูกใช้ไปมากจากการออกกำลังกายส่วนในการออกกำลังกายเป็นช่วงๆ นั้น สารต่างๆ ที่เป็นต้นตอจะไม่ลดลง ดังนั้นการสร้างไกลโคเจนจึงเริ่มได้เร็วกว่า

(3) ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่พบในกล้ามเนื้อ โดยทั่วไปมีเส้นใยกล้ามเนื้อ 2 ประเภท คือ เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วและเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวช้า มีหลักฐานที่แสดงว่าการสังเคราะห์ไกลโคเจนในเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วนั้น จะทำได้เร็วกว่าในเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวช้า ในการออกกำลังกายเป็นช่วงๆ จะใช้กล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วมากกว่า ดังนั้นจึงสังเคราะห์ไกลโคเจนได้เร็วกว่า

4. การสร้างไกลโคเจนขึ้นใหม่ในตับ

การศึกษาเกี่ยวกับการสร้างไกลโคเจนขึ้นใหม่ในตับนั้น จะเห็นได้ว่าจำนวนไกลโคเจนในตับลดลงหลังออกกำลังกายหนักในเวลา 1 ชั่วโมง และภายหลังให้อาหารคาร์โบไฮเดรตเป็นเวลาหลายวัน หลังจากนั้นจึงให้อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง สังเกตเห็นว่ามีภาวะชดเชยเกิน (supercompensation) เกิดขึ้นภายใน 1 วันหลังจากให้อาหารคาร์โบไฮเดรตสูง นอกจากนี้ยังมีการทดลองที่แสดงว่าหลังออกกำลังกายจะไม่มีการสร้างไกลโคเจนในตับภายใน 24 ชั่วโมง ถ้าผู้ที่ได้ออกกำลังกายไม่ได้รับอาหารเข้าไป

ภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักนั้น จะมีกรดแลคติกค้างอยู่ในกล้ามเนื้อและในเลือดจึงทำให้มีอาการเมื่อยล้า การฟื้นฟูย่อมต้องการการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปก่อน ดังที่ McArdll Katch and Katch (2006) กล่าวว่า การฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายโดยให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวในระดับความหนักที่เบาๆ จนถึงระดับปานกลางจะสามารถทำให้กรดแลคติกที่ค้างค้างอยู่ในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อมีการเคลื่อนย้ายได้สะดวกและรวดเร็วขึ้นเมื่อไหลเข้าสู่กระแสเลือดหลังไปสู่อวัยวะต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ Power and Howley (2007) ได้กล่าวว่า ระหว่างการออกกำลังกายกรดแลคติกที่ค้างค้างอยู่ในกล้ามเนื้อจะถูกปล่อยเข้าสู่กระแสเลือดและไหลเวียนผ่านเข้าสู่ตับแปรสภาพเป็นกรดไพรูวิกแล้วเปลี่ยนเป็นกลูโคส และอีกส่วนหนึ่งถูกเก็บสะสมในรูปของไกลโคเจนสะสมไว้ที่ตับ ซึ่งเราเรียกว่า วัฏจักร โครี (Cori Cycle) ทั้งนี้แลทเตทและไพรูเวทนั้นเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสร้างพลังงานในกล้ามเนื้อได้ ดังแผนภาพ



ภาพที่ 4 แสดงวงจรวัฏจักร โครี (Cori Cycle)

ที่มา: McArdle, Katch and Katch (2006)

(1) อัตราเร็วของการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก

อัตราการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดและกล้ามเนื้อ การออกกำลังภายใต้ศึกษา นั้น ได้ใช้จักรยานเป็นเวลา 1 นาที และพัก 5 นาที ให้ทำสลับกัน 5 ชุด และในขณะที่พักให้ผู้ถูกทดลองนั่งพักโดยไม่ทำอะไรเลย ที่เรียกว่า การฟื้นตัวโดยการพัก (rest recovery) สังเกตว่า จะต้องการเวลาน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่ค้างอยู่ ในการออกกำลังอย่างอื่น ก็เช่นเดียวกัน ดังนั้นโดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่า จะต้องการเวลา 25 นาทีสำหรับการฟื้นตัวโดยการพัก ภายหลังจากการออกกำลังเต็มที่ เพื่อที่จะเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่ค้างอยู่ให้ออกไปได้ครั้งหนึ่ง

(2) ผลของการออกกำลังกายในระยะฟื้นตัวต่ออัตราของการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก

ในช่วงระหว่างการออกกำลังกายนั้น ได้มีการพบว่า ถ้าให้ผู้ออกกำลังกายออกกำลัง เมาแทนที่จะให้พักอยู่เฉย จะทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดและกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้เร็วกว่าระยะการฟื้นตัวที่มี การออกกำลังกายเบาๆ นี้เรียกว่า การฟื้นตัวโดยให้ออกกำลัง (exercise recovery) ตัวอย่างของการฟื้นตัวโดยให้ออกกำลังที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ในการทดลองเหล่านี้ได้ให้ผู้ถูกทดลองวิ่งระยะทาง 1 ไมล์ วันเว้นวัน และจัดให้มีกิจกรรมของระยะฟื้นตัวแตกต่างกันคือ (1) ให้พักนิ่ง (2) ให้ออกกำลังติดต่อกันไปโดยให้วิ่งเหยาะๆ (3) ให้ออกกำลัง

เป็นพักๆ ซึ่งเป็นชนิดที่นักกีฬาใช้กันทั่วไป ผลการทดลองพบว่า การให้ออกกำลังกายในระยะพื้นตัวทำให้อัตราการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดเร็วขึ้น สังเกตว่าอัตราการเคลื่อนย้ายเร็วที่สุดเมื่อให้ระยะพื้นตัวเป็นการวิ่งเหยาะติดต่อกันไป พบว่า ความหนักของการออกกำลังกายในระยะพื้นตัวที่จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดได้เร็วที่สุดนั้นอยู่ระหว่าง 30-45% ของการจับออกซิเจนสูงสุด (max VO_2) ซึ่งเทียบได้กับการใช้ออกซิเจน 1-1.5 ลิตร/นาที หรืออยู่ระหว่าง 15-20 ลบ.ซม./กก./นาที อย่างไรก็ดี ข้อมูลนี้คำนวณมาจากผู้ถูกทดลองที่ยังไม่ได้รับการฝึก โดยให้ถีบจักรยานวัดงาน แต่ถ้าผู้ถูกทดลองเป็นผู้ที่ได้รับการฝึกดีแล้วจะพบว่าความหนักของการออกกำลังกายในระยะพื้นตัวที่จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้ดีที่สุด คือ ระหว่าง 50-65% ของการใช้ออกซิเจนสูงสุด ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ถ้าผู้ที่ได้ออกกำลังกายมีความแข็งแรงมาก การออกกำลังกายในระยะพื้นตัวก็ต้องมากขึ้นด้วยเพื่อที่จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้ดีที่สุด

มีสิ่งที่จะต้องย้ำอีกว่า ถ้าความหนักของการออกกำลังกายในระยะพื้นตัวต่ำหรือสูงกว่าความหนักที่พอเหมาะ จะทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกช้าลงไป และควรสังเกตว่าถ้าความหนักของการออกกำลังกายในระยะพื้นตัวมากกว่า 60% ของการจับออกซิเจนสูงสุด อัตราการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกก็จะน้อยกว่าให้การพื้นตัวโดยการพักเฉยๆ

(3) สรีรวิทยาของการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก

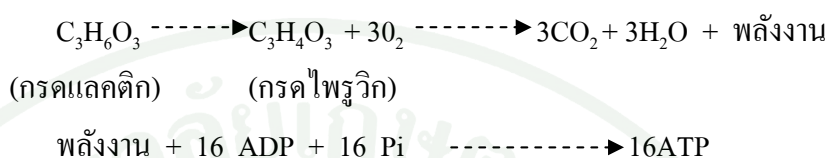
กรดแลคติกที่เกิดขึ้นนั้นมีการเคลื่อนย้ายไปได้้น้อยมาก

(1) ขับถ่ายออกทางปัสสาวะ ทางเหงื่อ ซึ่งเป็นไปได้้น้อยมาก

(2) การเปลี่ยนไปเป็นกลูโคส และ/หรือไกลโคเจน เนื่องจากกรดแลคติกเป็นผลิตภัณฑ์จากสลายคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นจึงสามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นไกลโคเจนและกลูโคสได้ในตัวรวมทั้งเปลี่ยนไปเป็นไกลโคเจนในกล้ามเนื้อด้วย แต่อย่างไรก็ดี การสร้างกลัยโคเจนในกล้ามเนื้อและดับนั้นไปได้ช้ามาก เมื่อเทียบกับการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกด้วยวิธีอื่น ดังนั้นบทบาทนี้จึงมีความสำคัญน้อยในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไป

(3) การเปลี่ยนแปลงไปเป็นโปรตีน แต่วิธีนี้เป็นไปได้้น้อย

(4) ออกซิเดชันและการเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ กรดแลคติกสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เมื่อมีออกซิเจน คือ จะเปลี่ยนเป็นกรดไพรูวิก แล้วจึงเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ปฏิกิริยาทางเคมีของการออกซิเดชันของกรดแลคติกมีดังต่อไปนี้



การใช้กรดแลคติกเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในระบบแอโรบิกนั้นมีบทบาทที่สำคัญที่สุดในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในระยะพื้นตัวหลังออกกำลังกาย อวัยวะที่สำคัญในทางออกซิเดชันกรดแลคติก คือ กล้ามเนื้อลาย และเชื่อว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจะสามารถออกซิเดชันกรดแลคติกได้ดีกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่อธิบายว่า การให้ออกกำลังกายเบาๆ ในระยะพื้นตัวจะสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกไปได้ดีกว่า

ความรู้เกี่ยวกับกรดแลคติก 10 ข้อ (Fahey, 2008)

ผู้คนจำนวนมากมักจะกล่าวโทษตำหนิว่ากรดแลคติกเป็นสาเหตุที่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดภาวะเมื่อยล้าและเป็นตะคริว ผู้คนคิดว่ามันเป็นของเสียที่เกิดขึ้นในร่างกายและควรจะถูกหลีกเลี่ยงหรือกำจัดมัน อะไรที่ทำให้คิดเช่นนั้น? นักวิทยาศาสตร์ได้มีการศึกษาและค้นพบว่ากรดแลคติกมีบทบาทและเป็นสิ่งที่จำเป็นในการให้พลังงานระหว่างที่ออกกำลังกาย ระหว่างที่เริ่มการทำงานของขบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกายกรดแลคติกจะเป็นตัวกระตุ้น/เชื้อเพลิงสำหรับหลาย ๆ เนื้อเยื่อในร่างกายช่วยในการควบคุมหรือการใช้คาร์โบไฮเดรตและมีประโยชน์กับตับในการผลิตกลูโคสและไกลโคเจน ในความเป็นจริงแล้วกรดแลคติกคือหนทางธรรมชาติที่ช่วยให้เราดำรงชีวิตท่ามกลางสถานการณ์ที่ตึงเครียด กรดแลคติกนั้นจะเป็นสิ่งที่ไม่ดีสำหรับร่างกาย เมื่อไรที่ร่างกายของเรามีกรดแลคติกมันจะแตกตัวเป็นไอออนที่มีชื่อว่า แลคเตทและไฮโดรเจน ไฮโดรเจนไอออน คือ กรดที่อยู่ในกรดแลคติก มันจะเป็นตัวขัดขวางหรือเป็นอุปสรรคในการส่งสัญญาณกระแสไฟฟ้าไปยังกล้ามเนื้อและเส้นใยประสาททำให้เกิดปฏิกิริยาในการตอบสนองช้าลง และไปขัดขวางการหดตัวของกล้ามเนื้อ การสันดาปที่เกิดจากความหนักของการออกกำลังกายจะเป็นสาเหตุให้เกิดการรวมตัวของ H^+ ดังนั้น เมื่อไรที่ กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้าไม่ควรจะไปตำหนิกรดแลคติก ที่จริงนั้นควรจะตำหนิถึงการแตกตัวของ H^+ แลคเตทนั้นจะมีส่วนสัมพันธ์กับนักกีฬา อาทิเช่น ไตรกีฬา

นักวิ่งระยะไกล นักว่ายน้ำ และนักปั่นจักรยาน เมื่อไรที่เราเรียนรู้และทราบความจริงเกี่ยวกับกรดแลคติก เราจะเกิดความรู้ใหม่ที่ชัดเจน การควบคุมปริมาณของแลคติกจะช่วยเพิ่มระดับพลังงานของคุณและทำให้ร่างกายปราศจากความเมื่อยล้า

นี่คือ 10 ข้อที่ควรระวังเกี่ยวกับกรดแลคติก

1. กรดแลคติกคือสิ่งที่เกิดขึ้นจากการแตกสลายของกลูโคสระหว่างขบวนการภายในเซลล์โดยให้พลังงาน เอทีพี (adenosine triphosphate) โดยเกิดจากปฏิกิริยาเคมีภายในร่างกาย การเกิด กรดแลคติก นั้นขบวนการจะปราศจากออกซิเจน เราจึงเรียกการออกกำลังกายประเภทนี้ว่าการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก แลคเตทเกี่ยวข้องกับการผลิต เอทีพี ซึ่งขบวนการนี้จะเกิดขึ้นเร็วมาก

2. กรดแลคติกไม่ใช่สาเหตุของภาวะการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อและตะคริว การที่กล้ามเนื้อมีความเจ็บปวดหลังจากการทำงานซึ่งส่งผลเสียต่อกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย และเนื้อเยื่อเกิดการอักเสบ สาเหตุที่เกิดจากตัวรับรู้อ่อนประสาทบริเวณกล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า นักกีฬา หลาย ๆ คนใช้การนวด การอาบน้ำร้อน และเทคนิคการคลายกล้ามเนื้อเพื่อช่วยขจัดให้กล้ามเนื้อ ที่มี กรด แลคติก หด ไป เทคนิคอาจจะช่วยได้แต่สำหรับกรดแลคติกนั้นไม่ใช่การขจัดแลคเตทนั้นต้องใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการออกกำลังกายและการฟื้นฟูสภาพ

3. ขบวนการขั้นตอนของกรดแลคติกในร่างกายจะเกิดการแตกสลายของคาร์โบไฮเดรตเพื่อให้ได้พลังงานในการแตกสลายที่รวดเร็วของกลูโคสและไกลโคเจนนั้นจะมีกรดแลคติก ในขณะที่เราพักหรือออกกำลังกายในสภาวะที่เกือบถึงจุดสูงสุด ร่างกายเราจะต้องอาศัยพลังงาน/เชื้อเพลิงจากไขมัน อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณหรือความสามารถในการออกกำลังกายถึง 50% ของความสามารถร่างกายก็จะต้องใช้เชื้อเพลิงจากคาร์โบไฮเดรตมากกว่าในการออกกำลังกาย

4. ในการเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายจะส่งผลต่อเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาว (fast-twitch) เส้นใยชนิดนี้จะใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นสารตั้งต้นในการหดตัว สรุปได้ว่าเมื่อไรที่เกิดการแตกสลายของคาร์โบไฮเดรตสำหรับการสร้างพลังงาน ผลผลิตที่ได้ออกมาด้วยภายในกล้ามเนื้อก็คือกรดแลคติก ซึ่งกรดแลคติกจะแพร่เข้าสู่ภายในกระแสเลือดจึงต้องมีความจำเป็นในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกภายในกระแสเลือด โดยใช้ ออกซิเจน เข้ามาช่วย

5. เนื้อเยื่อหลาย ๆ เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกกำลังกายผลิตจะเกิดจากการใช้กรดแลคติก ระดับปริมาณของกรดแลคติกภายในเลือดจะส่งผลถึงสัดส่วนและความสมดุลของการใช้กรดแลคติกในการเพิ่มขึ้นของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกไม่ใช่สิ่งจำเป็นในการเพิ่มของการผลิตกรดแลคติก กรดแลคติกอาจจะเพิ่มเพราะว่าการลดลงของการเคลื่อนที่จากหลอดเลือดหรือเนื้อเยื่อ การผลิตกรดแลคติกคือสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่เกิดจากการแตกสลายภายในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เมื่อไรที่ใช้คาร์โบไฮเดรตสัดส่วนของความสัมพันธ์ คือ การเปลี่ยนไปเป็นแลคเตทและแลคเตทนี้จะใช้เป็นเชื้อเพลิงหรือถูกขนส่งไปตามหลอดเลือดเพื่อใช้ให้ได้พลังงาน เชื้อเพลิงที่ได้จากคาร์โบไฮเดรตจะถูกใช้ไปอย่างรวดเร็วแล้วแต่ระดับความหนักของการออกกำลังกาย กรดแลคติกจะถูกสร้างขึ้นภายในกล้ามเนื้อกระเสเลือด เพราะว่าร่างกายไม่สามารถจะนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว

Brooks (1999) ได้กล่าวถึงการผลิตและการใช้กรดแลคติกในขบวนการเมแทบอลิซึม ซึ่งมีทฤษฎีที่ชื่อว่า “Lactate Shuttle Theory” ทฤษฎีนี้ได้กล่าวถึงกฎของความสัมพันธ์ของกรดแลคติกในขบวนการเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและจะเป็นสิ่งสำคัญที่จะเป็นตัวกระตุ้น/เชื้อเพลิงสำหรับกระบวนการเผาผลาญอาหาร

6. ร่างกายใช้กรดแลคติกเป็นตัวกลางในการเผาผลาญอาหารของคาร์โบไฮเดรต คาร์โบไฮเดรตอยู่ในอาหารที่รับประทานเข้าไป เมื่อร่างกายมีการย่อยก็จะไปสู่ระบบไหลเวียนโลหิตไปสู่ลำไส้และตับโดยมาจากกลูโคส (น้ำตาลในเลือด) อย่างไรก็ตามการแทนที่ของเข้ามาสู่ตับที่เป็นกลูโคสจะเริ่มเปลี่ยนไปเป็นไกลโคเจนเพื่อสะสมไว้และการไหลเวียนก็จะนำไกลโคเจนจากกล้ามเนื้อไปใช้แล้วถูกนำมาโดยเลือดกลับไปสู่ตับ

7. ระหว่างการแข่งขันโดยใช้ความอดทน อาทิเช่น การวิ่งมาราธอนหรือไตรกีฬา ระดับของกรดแลคติกจะมีการรักษาระดับแม้ว่าการผลิตจะเพิ่มขึ้น นี่เป็นเพราะว่าความสามารถในการผลิตของกรดแลคติกที่ใช้ในการแข่งขันขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้มาเป็นเชื้อเพลิง เมื่อกลูโคสเปลี่ยนไปเป็นไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อ เมื่อมีการเพิ่มขบวนการเผาผลาญของคาร์โบไฮเดรตก็จะเป็นขั้นตอนหนึ่งที่เกิดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้ในกระเสเลือดมีกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ร่างกายทำงานโดยตรงระหว่างกระเสเลือดกับการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยร่างกายสามารถนำแลคเตทไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการลดระดับของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อและกระเสเลือดนั้น เราจะต้องมีการผลิตกรดแลคติกที่ใช้อย่างต่อเนื่องซึ่งจะเป็นผลดีต่อปริมาณ

ของกรดแลคติก อย่างไรก็ตามท่านจะรู้สึกดีขึ้นระหว่างการฝึกการเพิ่มพลังงานในลักษณะเช่นนี้อาจเรียกได้ว่า อึดใจที่สอง นักวิทยาศาสตร์ได้มีการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบของการใช้กรดแลคติกเป็นเชื้อเพลิงในกล้ามเนื้อและกระแสเลือด ในการศึกษาครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นว่าระหว่างการออกกำลังกายกรดแลคติกจะมีการผลิตและเคลื่อนย้ายอย่างต่อเนื่องที่ระดับ 300-500 เปอร์เซ็นต์ของอัตราในขณะพัก ซึ่งแม้ว่าร่างกายจะใช้ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดไปแต่ก็ยังคงรักษาสภาพอยู่ได้

8. หัวใจ เส้นใยกล้ามเนื้อประเภทหดตัวได้ช้า (slow-twitch) และกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจจะใช้แลคเตทเป็นตัวกระตุ้นหรือเป็นเชื้อเพลิงในการออกกำลังกาย

9. กรดแลคติกสามารถเป็นเชื้อเพลิงได้อย่างรวดเร็วและนักกีฬาสามารถนำไปใช้ ซึ่งนับได้ว่าเป็นข้อดีระหว่างการออกกำลังกาย ความเข้มข้นทั้งคู่ของกลูโคสและกรดแลคติกที่ปรากฏอยู่ในกระแสเลือดหลังจากที่มีการแตกสลายของคาร์โบไฮเดรต แต่ความเข้มข้นของกรดแลคติกในกระแสเลือดจะยังไม่ปรากฏทันทีเพราะว่าจะต้องมีการเคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็ว โดยร่างกายจะเปลี่ยนกลูโคสและสารต่าง ๆ มีการเคลื่อนย้ายจากกระแสเลือดอย่างช้า ๆ แต่แลคเตทได้มีการเคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็ว การใช้กรดแลคติกนั้นคาร์โบไฮเดรตจะเป็นตัวกลางช่วยในการขจัดคาร์โบไฮเดรตจากอาหาร การเพิ่มอินซูลินหรือการกระตุ้นการสังเคราะห์ไขมันระหว่างการออกกำลังกาย แต่เราไม่ต้องการเพิ่มอินซูลินเพราะว่ามันจะไปลดถึงการทำงานในขบวนการเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตซึ่งมีความสำคัญ ทำไมกรดแลคติกจึงมีความสำคัญในเรื่องของกฎการเผาผลาญอาหาร คำตอบที่ถูกต้องอาจจะยังไม่มีใครรู้ แต่สิ่งที่ปรากฏจากหลาย ๆ เหตุผลทางสรีรวิทยาก็คือกรดแลคติกนั้นในทางตรงกันข้ามจะแตกต่างกับสารที่เป็นเชื้อเพลิงอื่น ๆ คือ จะมีขนาดเล็กและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าระหว่างเนื้อเยื่อ ในการเคลื่อนที่ข้ามไปยังเซลล์เมมเบรน โดยขบวนการที่รวดเร็วนี้เราเรียกว่า “facilitated transport” แลคเตทสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วในส่วนที่กล้ามเนื้อขนาดใหญ่และไปสู่ระบบไหลเวียนเลือด

10. ในโปรแกรมการฝึกที่ถูกต้องจะสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้อย่างรวดเร็ว จากกล้ามเนื้อเราสามารถปฏิบัติได้อย่างสัมฤทธิ์ผลจากการฝึกที่หนักผสมกับการฝึกโดยหนักสลับเบา และเพิ่มระยะทาง/ความหนักในการฝึก นักกีฬาและผู้ฝึกสอนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องของกรดแลคติก โปรแกรมการฝึกจะต้องมีการใส่โปรแกรมพื้นฐานในการช่วยเคลื่อนย้ายแลคเตท การเคลื่อนย้ายของกรดแลคติกจะมีการวิ่ง การปั่นจักรยาน หรือการว่ายน้ำ เพื่อเป็นการปรับปรุงความสามารถในการใช้แลคเตทเป็นเชื้อเพลิงในระหว่างออกกำลังกาย เมื่อมีการฝึกที่ระดับความ

หนักที่สูงกรดแลคติกจะมีมากขึ้น ร่างกายจะทำให้เกิดการกระตุ้นการผลิตเอนไซม์ขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อใช้กรดแลคติกเป็นเชื้อเพลิง ในการฝึกที่ระดับความหนักที่สูงจะเป็นสาเหตุให้มีการปรับตัวของระบบหัวใจและหลอดเลือด มีการขนส่งและเพิ่มออกซิเจนไปที่กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อ ซึ่งมีการแตกสลายของคาร์โบไฮเดรตและกรดแลคติกได้น้อย ในระบบไหลเวียนนั้นจะมีความสามารถในการขนส่งกรดแลคติกได้ดีกว่าและเร็วกว่าโดยมาทางกระแสเลือด

จากข้อความสรุปได้ว่า การฟื้นตัวจากการออกกำลังกายหรือการฝึกนั้นมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะที่เราฝึกของเสียที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกรดแลคติกในร่างกายจำเป็นต้องมีการเคลื่อนย้ายเพื่อไม่ให้เป็นอุปสรรคในการฝึกครั้งต่อไป โดยร่างกายจะมีการสร้างและขจัดของเสียในร่างกายในขณะที่มีการฝึก ไม่ว่าจะเป็นพลังงานที่มาจากระบบเอทีพี (ATP) ซึ่งมาจากอาหารที่รับประทานเข้าไปแล้วไปสะสมที่กล้ามเนื้อในรูปของไกลโคเจน ไกลโคเจนนั้นจะถูกใช้ไปในขณะที่ออกกำลังกายและภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักนั้น จะมีปริมาณของกรดแลคติกที่ค้างคั่งอยู่ในกล้ามเนื้อก่อนแล้วจึงมาสู่กระแสเลือด จึงทำให้เกิดภาวะการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ เพราะฉะนั้นสิ่งที่ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาจำเป็นต้องรู้ก็คือ การเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ถ้าสามารถทำให้นักกีฬาสามารถฟื้นสภาพภายหลังการฝึกได้เร็วจะทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความสามารถของนักกีฬาในการฝึกหรือการแข่งขันในวันต่อไป ในการฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกายนั้นเราสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การฟื้นตัวโดยการพัก (rest recovery) เช่น การนอนพัก การนั่งอยู่เฉย ๆ อาจจะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง แล้วเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่ค้างอยู่ และการฟื้นตัวโดยให้ออกกำลังกาย (exercise recovery) ซึ่งจากการศึกษาวิจัยจะเห็นได้ว่าการฟื้นตัวด้วยการวิ่งเหยาะ ๆ ติดต่อกันจะทำให้กรดแลคติกสามารถเคลื่อนย้ายได้เร็วกว่าการอยู่เฉย ๆ นอกจากนี้ยังมีการฟื้นตัวโดยการออกกำลังกายหลายรูปแบบ อาทิเช่น การปั่นจักรยาน การว่ายน้ำ การเดิน การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และการนวด เป็นต้น ซึ่งสามารถนำไปสร้างโปรแกรมการฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกายได้

รูปแบบการฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกาย

รูปแบบการฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกายนั้นมีอยู่มากมายหลายรูปแบบทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลา สถานที่ตลอดจนอุปกรณ์ที่ใช้ในกาฟื้นสภาพขึ้นอยู่กับนักกีฬาหรือผู้ฝึกสอนจะนำรูปแบบการฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกายไปใช้ให้เหมาะสมกับชนิดกีฬาของตนเอง

ดังที่ Michael (2014) กล่าวไว้ว่า รูปแบบของการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย นั้นมีมากมายหลายรูปแบบแต่เราสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การฟื้นฟูสภาพในรูปแบบที่มีการเคลื่อนไหว (active recovery) อาทิเช่น
 - 1.1 การวิ่งเหยาะๆ (jogging)
 - 1.2 การปั่นจักรยาน (cycling)
 - 1.3 การใช้แรงต้านในการยกน้ำหนัก (resistance training)
 - 1.4 การว่ายน้ำ (swimming)
 - 1.5 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching)
2. การฟื้นฟูสภาพในรูปแบบอยู่เฉยๆ หรือหยุดนิ่ง (passive recovery) อาทิเช่น
 - 2.1 การแช่น้ำอุ่นและน้ำเย็นสลับกัน (cold, hot, contrast)
 - 2.2 การกินอาหารเสริม (eating)
 - 2.3 การนอนหลับ (sleep)
 - 2.4 การซาวน่า (sauna)
 - 2.5 การใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้น (electrostimulation)
 - 2.6 การใส่ชุดกระชับกล้ามเนื้อ (compression)

อย่างไรก็ตามควรใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพที่มีลักษณะการผสมผสานกันย่อมส่งผลและมีประสิทธิภาพที่ดีกว่ารูปแบบการฟื้นฟูสภาพที่มีการเคลื่อนไหว (active recovery) และรูปแบบการฟื้นฟูสภาพแบบอยู่เฉยๆหรือหยุดนิ่ง (passive recovery) ซึ่งสอดคล้องกับ Pat (2013) ที่ได้ทำการศึกษาว่ารูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหว (active recovery) มีมากมายรูปแบบและที่นิยมใช้ภายหลังการฝึกซ้อมหรือหลังการแข่งขัน อาทิเช่น การใช้ลูกบอล หรือการใช้ foam rolling มานวดคลึงบริเวณกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกกำลังกาย การเดิน การว่ายน้ำ การยกน้ำหนักในปริมาณความหนักที่เบาๆ โยคะ และการปั่นจักรยาน เป็นต้น

การฟื้นฟูสภาพในรูปแบบอยู่เฉยๆ หรือหยุดนิ่ง (passive recovery)

การนอนหลับเป็นสิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการฟื้นฟูสภาพ ซึ่งเป็นแบบ passive rest ในการนอนหลับของแต่ละคืนควรมีเวลาในการนอนอย่างน้อย 7-9 ชั่วโมง สำหรับนักกีฬา เพื่อที่จะช่วยให้ร่างกายและสภาพของจิตใจได้มีการพักผ่อนอย่างเพียงพอ

การบำบัดด้วยน้ำ หรือวารีบำบัด (Hydrotherapies) (Calder, 1996)

การบำบัดด้วยน้ำและการนวดในนักกีฬาเป็นวิธีการที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ การบำบัดด้วยน้ำจะใช้ใน แถบทวีปออสเตรเลีย การอาบน้ำ สปา การชาน้ำ การยืดเหยียด และการนวดด้วยตนเอง ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่ง การอาบน้ำร้อนสลับกับน้ำเย็นหรือใช้การบำบัดด้วยสปาอุ่นสลับกับความเย็น เป็นการเตรียมให้ร่างกายเพิ่มการไหลเวียนของเลือด (blood flow) เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด ทำให้เลือดสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้อย่างรวดเร็วขึ้น หรือใช้กิจกรรมแอโรบิกเบาๆ (light aerobic)

การแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น

Darryl (2014) ได้กล่าวไว้ว่า การแช่น้ำอุ่นสลับกับการแช่น้ำเย็นนั้นสามารถช่วยให้ร่างกายฟื้นคืนสภาพได้ภายหลังจากการออกกำลังกายและผลที่เกิดขึ้นในทางสรีรวิทยานั้นสามารถสรุปได้ว่า

1. สามารถช่วยลดการบาดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อ
2. ช่วยกระตุ้นหลอดเลือดให้เกิดการหดตัวและการคลายตัวส่งผลให้ร่างกายสามารถเคลื่อนย้ายระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกซึ่งเป็นของเสียที่เกิดขึ้นออกจากกล้ามเนื้อเข้าสู่กระแสเลือดได้เร็วขึ้น

ดังที่ Wilmore., Costill and Kenney (2009) ได้กล่าวไว้ว่าระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในกระแสเลือดจะเคลื่อนที่ได้เร็วในระหว่างกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวในช่วงของการฟื้นฟูสภาพ เพราะว่าจะไปช่วยในการขยายหลอดเลือดและเพิ่มการแพร่ออกซิเจนเข้าสู่เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อได้เร็ว

ขึ้น จากการวิจัยในรูปแบบที่ 3 นั้นเมื่อกลุ่มทดลองทำการวิ่งเหยาะๆประมาณ 5-8 นาทีแล้วจะเป็น การแช่น้ำร้อนและการแช่น้ำเย็นสลับกันโดยอาศัยหลักของ Contrast water therapy ซึ่งสามารถ ช่วยในการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายได้วิธีหนึ่ง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Fatimah (2010) ที่ได้ทำการศึกษาไว้ว่า การแช่น้ำเย็น ภายหลังจากการออกกำลังกายโดยจะใช้น้ำเย็นที่ อุณหภูมิ 12-15 องศาเซลเซียส ในการแช่น้ำเย็นภายหลังจากการออกกำลังกายนั้นจะช่วยลดอาการ บาดเจ็บและการเมื่อยล้าบริเวณกล้ามเนื้อในการแช่น้ำเย็นนั้นจะใช้ระยะเวลาในการแช่ประมาณ 5-10 นาที หรือในกรณีที่เป็นการแช่น้ำร้อนสลับกับน้ำเย็นก็จะใช้เวลาในการแช่น้ำเย็นประมาณ 1-5 นาที นอกจากนี้ข้อดีของการแช่น้ำเย็นยังสามารถช่วยลดอาการบาดเจ็บของเส้นใยกล้ามเนื้อและ ช่วยในการซ่อมแซมเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วยทำให้หลอดเลือดเกิดสภาวะในการหด ตัวเพื่อระบายของเสีย อาทิเช่น กรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อ ทำให้ร่างกายสามารถกลับสู่สภาวะ ปกติได้เร็วขึ้นและ Hamlin (2007) กล่าวว่า การแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็นสามารถช่วยลดระดับ ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจได้โดยใช้ระดับอุณหภูมิที่แตกต่าง กันทั้งนี้อุณหภูมิของน้ำอุ่นอยู่ระหว่าง 37-48 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิของน้ำเย็นอยู่ระหว่าง 12-15 องศาเซลเซียสซึ่งยังสอดคล้องกับ Brett (2010) ที่ได้ทำการศึกษาว่า มีวิธีการหลากหลายที่ ช่วยให้ร่างกายสามารถฟื้นคืนสภาพภายหลังการออกกำลังกายได้ โดยเฉพาะวิธีที่ใช้น้ำมาช่วย ในการบำบัด วิธีการหนึ่งที่น่าใช้คือการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น ซึ่งวิธีการนี้สามารถช่วยให้ ร่างกาย

1. ลดอาการบาดเจ็บและบวมบริเวณกล้ามเนื้อ
2. ลดอาการอักเสบบริเวณกล้ามเนื้อ

จากวิธีการดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่ารูปแบบของการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย โดยวิธีการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็นนั้นสามารถเคลื่อนย้ายระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก ภายในกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้นและนอกจากนี้ยังช่วยลดอาการบาดเจ็บหรือการบวมบริเวณกล้ามเนื้อของ นักกีฬาฟุตบอลได้ ดังนั้นในการวางแผนโปรแกรมการฝึกซ้อม วิธีการดังกล่าวข้างต้นสามารถ นำไปช่วยการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายของนักกีฬาได้

การฝึกซ้อมของนักกีฬา การแข่งขันในที่อากาศร้อนและร้อนชื้นนั้น ทำให้อุณหภูมิร่างกายของนักกีฬาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการระบายความร้อนของร่างกายโดยการระเหยของเหงื่อ นั้นทำได้ลำบากขึ้น จึงทำให้ร่างกายมีความร้อนเพิ่มสูงอย่างรวดเร็ว และทำให้เหนื่อยเร็วกว่าปกติ เสียเหงื่อมากกว่าปกติ ดังนั้น การทำให้อุณหภูมิร่างกายของนักกีฬากลับคืนสู่ปกติขณะพักเพื่อเปลี่ยนตัวหรือขณะพักครึ่งเวลาจึงมีความจำเป็นและได้ประโยชน์มาก วิธีการมีดังนี้

1. แขน่ผ้าขนหนูไว้ในน้ำเย็นหรือน้ำแข็งก็ได้ การแช่ควรจะแช่ไว้ล่วงหน้าก่อนการแข่งขัน จำนวนผ้าเย็นควรจะต้องให้เพียงพอกับปริมาณที่จะใช้หรือจำนวนของนักกีฬา
2. ให้นักกีฬานั่งหรือนอนลง แล้วแต่โอกาสและสถานที่ ใช้ผ้าเย็นเช็ดหน้า เช็ดหน้าอก หลัง แขน ลำตัว และขา
3. เอาผ้าเช็ดตัวที่แห้งเช็ดทันที เช็ดให้แห้งทั่วร่างกาย
4. ให้มีการถ่ายเทอากาศอย่างดี เช่น ลมพัด หรือใช้พัดลมเบาๆ ก็ได้
5. ใช้ผ้าแห้งคลุมบริเวณหน้าอกและขา ถ้านักกีฬานอนอยู่ในห้องพักครึ่งเวลา
6. เมื่อตัวแห้งดีแล้วรีบใส่เสื้อ ชุดที่แห้งและสะอาดต่อไป
7. ถ้าความร้อนยังไม่ลดเท่าที่ควรก็ใช้ผ้าชุบน้ำเย็นบิดให้หมาดๆ แล้วเช็ดตามใบหน้าและรักแร้
8. จะทำได้นานเพียงใดและมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับสภาพของอากาศ ความฟิตของนักกีฬาอย่างไรก็ตาม วิธีดังกล่าวมีความจำเป็นมาก ผู้ฝึกทุกคนจะต้องไม่ลืมในเรื่องนี้

การบำบัดโดยการนวด (massage) (พีระพงษ์ บุญศิริ, 2538)

หมายถึง การกระทำต่อกล้ามเนื้อ โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ

1. ช่วยขจัดสารที่เป็นพิษหรือไม่มีคุณค่าที่ค้างอยู่ในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นตัวการทำให้เกิดการเกร็งตัวและเหนื่อยเร็ว หรือเกิดการเมื่อยล้า

2. ช่วยในการกระตุ้นกล้ามเนื้อให้ฟื้นตัวเร็วขึ้น

3. ช่วยให้ระบบประสาทที่ควบคุมคลายความเครียด กล้ามเนื้อเล็กคลายตัว ลดอาการเกร็ง

วิธีการนวดมี 3 วิธีที่นิยมกัน คือ

1. ใช้ฝ่ามือถู (friction) คือ การถูและรีดไปตามผิวหนังตามบริเวณเนื้อมากก็กดแรงขึ้น บริเวณที่มีกระดูกก็ลดความหนักลง ใช้มือวางทับกันกดก็ได้ และรีดเข้าหาหัวใจ การทำเช่นนี้ช่วยให้ของเสียถ่ายเทออกจากเนื้อเยื่อให้เร็วขึ้น เพื่อให้ของเสียเข้าสู่กระแสเลือดดำเข้าสู่ระบบการไหลเวียนและนำไปถ่ายเทที่ไต

2. การนวดแบบขยำ (kneading) วิธีทำคล้ายกับการนวดแป้งสาธิต ทำขนม คือ กางนิ้วทั้ง 5 นิ้ว 2 มือ ขยำไปตามกล้ามเนื้อ แต่ไม่ใช่เป็นลักษณะบีบ ทำซ้ำๆ ทำให้กล้ามเนื้อสดชื่นโลหิตจะไหลมาสู่กล้ามเนื้อได้ดี อาจจะใช้ฝ่ามือก็ได้ จะช่วยทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวหรือเตรียมพร้อมเพื่อปฏิบัติงาน

3. การโยกหรือสั่นสะเทือนกล้ามเนื้อ (vibration) มีวิธีทำอยู่ 2 แบบ คือ

3.1 แบบคลึงกล้ามเนื้อ (rolling) คือ การใช้ฝ่ามือหรือสันมือคลึงเคลื่อนบริเวณกล้ามเนื้อหรือทำแบบเลื่อยไม้ เช่น นอนคว่ำแล้วยกสันเท้าขึ้น คนนวดจับสันเท้ามือหนึ่ง อีกมือหนึ่งก้นกล้ามเนื้อน่องเพื่อคลายความเครียด หรือการเกร็งของกล้ามเนื้อน่อง

3.2 แบบบิดกล้ามเนื้อ (wringing) คือ การจับส่วนปลายของกล้ามเนื้อแต่ละด้านแล้วบิดไปมาเบาๆ ซ้ำๆ หรือดันเข้าหากัน จะเป็นการกระตุ้นโลหิตมาเลี้ยงประสาทและกล้ามเนื้อ จะมีอาการสดชื่นกระปรี้กระเปร่าขึ้น

การพักแบบมีการเคลื่อนไหว (Active rest)

ในนักกีฬาสามารถเลือกกิจกรรมที่ช่วยในเรื่องของการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากการออกกำลังกายในส่วนของสรีรวิทยาสำหรับนักกีฬา ตัวอย่างเช่น การเดินช้า ๆ การปั่นจักรยานเบา ๆ เพื่อช่วยในระบบแลคเตท (lactate system) หรือพัฒนาเกี่ยวกับการฟื้นฟูสภาพเกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อ โครงร่าง (muscularskeletal) ตัวอย่างเช่น การยืดเหยียด

ในการฝึกเราสามารถเลือกรูปแบบของกิจกรรมแบบที่มีการเคลื่อนไหว (active rest) ที่จัดเตรียมไว้สำหรับการทำงานที่หนักและปานกลาง เช่น การแอโรบิกในระดับความหนักที่เบา ๆ และรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันไป เช่น การแช่น้ำ การเดิน การวิ่ง หรือการว่ายน้ำในท่ากรรเชียง (backstroke) และท่ากบ (side stroke) ก็เป็น กิจกรรมการฟื้นฟูสภาพที่ดีสำหรับการฟื้นฟูสภาพแบบที่มีการเคลื่อนไหว (active) หลังจากจบเกมส์หรือการ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อในสระน้ำ โดยเทคนิคนี้ใช้กับทีมฟุตบอล บาสเกตบอล และกีฬาอื่น ๆ (Calder, 1996)

การฟื้นฟูสภาพแบบมีการเคลื่อนไหว (Active recovery)

Elizabeth (2010) ได้ทำการศึกษาว่า การฟื้นฟูสภาพแบบมีการเคลื่อนไหว (active recovery) ย่อมส่งผลดีกว่าการนั่งพักเฉยๆ ภายหลังจากการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันหลังจากที่นักกีฬาทำการฝึกซ้อมหรือแข่งขันนักกีฬาควรจะมีการหยุดพักร่างกายหรือมีวิธีการที่จะช่วยให้ร่างกายฟื้นคืนสภาพกลับคืนสู่สภาวะปกติให้เร็วที่สุด อย่างไรก็ตามจากการศึกษาถึงวิธีการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากการออกกำลังกายวิธีการหนึ่งนั่นคือ การฟื้นฟูสภาพแบบมีการเคลื่อนไหว (active recovery) การฟื้นฟูสภาพโดยวิธีนี้เป็นการปฏิบัติกิจกรรมในปริมาณความหนักของงานที่มีระดับต่ำ ภายหลังจากการฝึกซ้อมโดยสามารถปฏิบัติได้ทันทีในช่วงของหลังเกมการแข่งขันและหลังการฝึกซ้อมแต่ละวันจากการศึกษาจากงานวิจัย พบว่าการฟื้นฟูสภาพแบบมีการเคลื่อนไหวทันทีหลังจากการแข่งขันจะเป็นการกระตุ้นการฟื้นฟูสภาพของร่างกายและช่วยลดระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อได้เร็วกว่าการนั่งพักเฉยๆ โดยที่หลังจากมีการออกกำลังกายอย่างหนักและทำการ

เปรียบเทียบกัน 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 เป็นการนั่งพักเฉยๆ กลุ่มที่ 2 มีการออกกำลังกายในระดับความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่าในกลุ่มที่ 2 นั้นสามารถลดปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกได้เร็วกว่าในกลุ่มที่ 1 สาเหตุเป็นเพราะว่าการฟื้นฟูสภาพแบบมีการเคลื่อนไหวนั้นสามารถไปกระตุ้นการเคลื่อนที่ในส่วนของระบบไหลเวียนเลือด ช่วยเพิ่มอัตราเร็วในการเคลื่อนย้ายปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกภายในกล้ามเนื้อเข้าสู่กระแสเลือดได้เร็วขึ้น

เพราะฉะนั้นในการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งควรมีการพิจารณาหรือวางแผน โปรแกรมของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพให้เหมาะสมและสามารถปฏิบัติได้สะดวกกับนักกีฬา อาจจะเป็นการออกกำลังกายเบาๆ นั่นก็คือ การฟื้นฟูสภาพแบบมีการเคลื่อนไหว (active recovery) นั่นเองนอกจากนี้ Brock (2014) ได้กล่าวไว้ว่า การป้องกันการบาดเจ็บและการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายถือว่าเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการฝึกซ้อม จากการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่า การฟื้นฟูสภาพแบบมีการเคลื่อนไหว (active recovery) จะสามารถช่วยเคลื่อนย้ายระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกได้เร็วกว่าการนั่งพักเฉยๆ ทั้งนี้ ภายหลังจากการออกกำลังกายอย่างหนักของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเผาผลาญของระบบพลังงานการแตกตัวของกลูโคส ซึ่งเรียกว่า กระบวนการของไกลโคไลซิส (glycolysis) นั่นคือกรดแลคติก กรดแลคติกจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของกล้ามเนื้อทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง

ดังนั้นการฟื้นฟูสภาพแบบมีการเคลื่อนไหว (active recovery) สามารถช่วยขจัดกรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อเพื่อเข้าสู่กระแสเลือดได้อย่างช้าๆ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับการฟื้นฟูสภาพแบบนั่งพักเฉยๆ แล้วการฟื้นฟูสภาพแบบมีการเคลื่อนไหว (active recovery) จะใช้ระยะเวลาที่รวดเร็วกว่าในการขจัดกรดแลคติกเพราะจะไปช่วยกระตุ้นทำให้หลอดเลือดบริเวณที่ผิวหนังเกิดสภาวะการคลายตัวส่งผลให้หลอดเลือดขยายขนาดใหญ่ขึ้นทำให้สามารถนำออกซิเจนเข้าสู่กล้ามเนื้อได้เร็วขึ้นและนำกรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อเข้าสู่กระแสเลือดได้เร็วขึ้น

การคลายอุ่น (cool - down) หลังจากการฝึกซ้อมหรือหลังจากการแข่งขันจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับนักกีฬาในการฝึกซ้อมหรือเกมการแข่งขันครั้งต่อไป การคลายอุ่น (cool - down) จะช่วยให้นักกีฬามีอัตราการเต้นของหัวใจกลับสู่สภาวะปกติได้เร็วขึ้น ช่วยลดระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก นอกจากนี้ยังลดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อได้อีกด้วย มีหลายกิจกรรม อาทิเช่น การยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ และการแช่น้ำอุ่นสลับกับการแช่น้ำเย็น

การแช่น้ำอุ่นสลับกับการแช่น้ำเย็นนั้นสามารถเพิ่มอัตราการหดและการคลายตัวของหลอดเลือด ซึ่งจะทำให้ระดับปริมาณของออกซิเจนไปแทนที่ระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อได้

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งในการออกกำลังกายและเล่นกีฬา เป็นความสามารถในการเพิ่มมุมในการเคลื่อนไหวให้ได้มากที่สุด ด้วยการเหยียดออกและการคลายตัวของกล้ามเนื้อ ส่งผลให้ข้อต่อเคลื่อนไหวได้เต็มช่วงของการเคลื่อนไหว เป็นการเตรียมความพร้อมของ ร่างกาย เป็นการป้องกันอาการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการออกกำลังกาย ทั้งยังช่วยในการฟื้นตัวของร่างกายจากภาวะเครียดในการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายอีกวิธีหนึ่งด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั้นมีหลายเทคนิค ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ Michael (1998) and Robert (1993) ได้แบ่งการยืดเหยียดกล้ามเนื้อออกเป็น 4 วิธี คือ

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching) เป็นการปฏิบัติโดยใช้หลักการท่าแบบเบา ๆ ยืดกล้ามเนื้ออย่างช้า ๆ และให้ยืดจนถึงช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว จนไม่สามารถเคลื่อนไหวต่อไปได้อีก หรือยืดจนถึงจุดที่มีอาการตึงของกล้ามเนื้อ และค้างไว้ในท่านั้น ๆ ประมาณ 10-30 วินาที จึงกลับสู่ท่าเดิมแล้วผ่อนคลายกล้ามเนื้อ แล้วจึงปฏิบัติในครั้งต่อไปหลาย ๆ ครั้ง วิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่นี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะสามารถทำได้ง่ายปลอดภัย ไม่จำกัดสถานที่ สามารถทำได้ด้วยตนเอง

2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ballistic stretching เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ไม่มีการหยุดอยู่กับที่ เป็นการปฏิบัติโดยใช้หลักการช้า ๆ กั้น เคลื่อนไหวเป็นจังหวะ โดยให้มีการกระแทกแล้วกระดอนกลับ จังหวะการเคลื่อนไหวเร็ว ใช้แรงมากกว่าการยืดเหยียดแบบอยู่กับที่ และทำในช่วงสั้น ๆ ใช้การเคลื่อนไหวของลำตัวหรือแขนขา เพื่อเป็นแรงช่วยในการเพิ่มช่วงของการเคลื่อนไหว เช่น การกระโดดแยกขา การเหวี่ยงแขน เป็นต้น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่นี้เป็นที่นิยมกันพอสมควร แต่มีข้อจำกัดคือ ผู้ปฏิบัติจะต้องมี พื้นฐานการเคลื่อนไหวที่ดี เพราะการปฏิบัติช้า ๆ กั้นหลายครั้งอาจทำให้กล้ามเนื้อยึดมากเกินไป ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บได้ ดังนั้น ควรจะปฏิบัติหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ เพื่อให้ ร่างกายได้รับการกระตุ้น เตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อและข้อต่อก่อน เป็นการป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นได้

3. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบใช้แรงภายนอกมากระทำ (passive stretching) เป็นวิธีการที่ผู้ถูกกระทำไม่ต้องเคลื่อนไหวด้วยตนเอง ใช้แรงภายนอกมากระทำ หรืออาจเป็นเครื่องมืออุปกรณ์ มาช่วยกระทำให้กล้ามเนื้อและข้อต่อยืดได้มากขึ้น เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ไม่ค่อยมีการเคลื่อนไหว เช่น อาการหัวใจล้มเหลว งอเข่าไม่ได้ เป็นต้น ในนักกีฬาจะใช้เมื่อต้องการยืดกล้ามเนื้อในช่วงการเคลื่อนไหวที่มากกว่าปกติ แต่อาจเสี่ยงต่อการบาดเจ็บได้

4. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ (proprioceptive neuromuscular facilitation) เป็นเทคนิคที่มีการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทโดยกระตุ้นผ่านทางระบบประสาทรับความรู้สึกของข้อต่อ สามารถเพิ่มช่วงของการเคลื่อนไหว นิยมใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาของระบบประสาทที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ ถูกนำมาใช้ครั้งแรกโดย นักกายภาพบำบัดหรือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำมาใช้ในนักกีฬามากขึ้น

จากวิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 วิธีนั้น จะเห็นได้ว่าวิธีที่สามารถปฏิบัติได้ง่ายก็คือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับนักกีฬามากที่สุด เนื่องจากนักกีฬาสามารถที่จะปฏิบัติด้วยตนเอง สามารถทำได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน แต่การยืดเหยียดแบบเคลื่อนที่อาจจะทำให้กล้ามเนื้อยืดมากเกินไป ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บได้ ดังที่ Asmussen and Mazin (1978) ได้กล่าวไว้ว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ระหว่างช่วงเวลาพักจะช่วยในการฟื้นตัวจากอาการล้าของกล้ามเนื้อได้

ประโยชน์ของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

แม้เทคนิคการยืดเหยียดกล้ามเนื้อจะมีรูปแบบที่แตกต่างกัน แต่วิธีที่เหมาะสมและนิยมใช้กันมากที่สุด คือ วิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ ซึ่งมีผลต่อร่างกายดังนี้

1. กล้ามเนื้อเกิดการคลายตัว เนื่องจากความตึงตัวลดลง
2. เพิ่มช่วงกว้างในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ
3. ช่วยให้มีการประสานงานกันระหว่างกล้ามเนื้อและระบบประสาทดีขึ้น กล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วและราบเรียบ ทำให้การเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างสะดวกและคล่องตัวขึ้น

4. ช่วยทำให้การไหลเวียนเลือดบริเวณกล้ามเนื้อสะดวกขึ้น

5. เพิ่มการกระตุ้นปลายประสาทบริเวณข้อต่อต่าง ๆ ที่คอยบอกช่วงและทิศทางที่ข้อต่อเคลื่อนไหว โดยเฉพาะปลายประสาทที่พันอยู่รอบ ๆ ไยกกล้ามเนื้อ (spindle) และปลายประสาทที่อยู่บริเวณเอ็นที่ยึดระหว่างกล้ามเนื้อและกระดูก (golgitendon organ) ซึ่งจะมีผลในการเปลี่ยนแปลงความยาวและความตึงตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้ประสาทสามารถควบคุมช่วงกว้างในการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากการยืดเหยียดมากเกินไปของกล้ามเนื้อ

จะเห็นได้ว่าประโยชน์ของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมีมากมายนำไปใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับนักกีฬา ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและข้อต่อสำหรับการฝึกด้วยแรงต้านจะช่วยเพิ่มมุมในการเคลื่อนไหวของข้อต่อ เช่น ข้อเข่า ส่งผลให้นักกีฬาสามารถออกแรงได้อย่างเต็มที่ กล้ามเนื้อและข้อต่อมีความยืดหยุ่นตัวดี ทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการบาดเจ็บหรือการฉีกขาดของกล้ามเนื้อที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่นักกีฬาฝึกซ้อมหรือแข่งขันได้ ดังที่ อดันต์ อัดชู (2538) ได้กล่าวไว้ว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อจะช่วยให้ข้อต่อมีความแข็งแรง ยืดหยุ่นได้ง่าย เอ็นและเอ็นยึดข้อต่อหนาและแข็งแรงขึ้น ทำให้ข้อต่อได้เคลื่อนไหวจะช่วยลดการบาดเจ็บจากการ เล่นกีฬาหรือออกกำลังกายได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ยังสามารถลดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ทำให้ร่างกายของนักกีฬาคลายตัว ส่งผลให้นักกีฬามีความพร้อมมากขึ้นที่จะทำการฝึกซ้อมในช่วงต่อไป หรือฝึกซ้อมและแข่งขันในวันต่อไป ซึ่งจะทำให้นักกีฬาได้รับประโยชน์ในการฝึกซ้อมและแข่งขันได้สูงสุด

เทคนิคการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching techniques)

ผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬาสามารถที่จะกระทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อได้หลากหลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเทคนิคในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพียง 4 วิธี คือ (เจริญ กระบวนรัตน์, 2552)

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (static stretching)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในแต่ละท่าการบริหารนั้น เมื่อการเคลื่อนไหวข้อต่อหรือการยืดเหยียดกล้ามเนื้อไปถึงตำแหน่งที่ต้องการจะหยุดนิ่งค้างไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด นักกีฬาควรได้รับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ทุกๆ ท่ากาย

บริหาร โดยปฏิบัติการเคลื่อนไหวด้วยตนเองอย่างช้าๆ จนกระทั่งรู้สึกว่ามีพัฒนาเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกับตนเองหรือกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ที่ได้รับการยืดเหยียด

หลักในการปฏิบัติเมื่อทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ คือ

- 1.1 ในแต่ละท่าของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ควรหยุดนิ่งค้างไว้ในจังหวะสุดท้าย ประมาณ 15-20 วินาที
- 1.2 ในแต่ละท่าของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ควรปฏิบัติช้าอย่างน้อย 2 ครั้ง
- 1.3 ควรทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 5-7 ครั้งต่อสัปดาห์
- 1.4 ควรพยายามยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้ครบทุกส่วนของร่างกาย

ประเภทของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

การออกกำลังกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหรือการฝึกความอ่อนตัวของข้อต่อมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีหลักการ รูปแบบ ขั้นตอน และวิธีการปฏิบัติแตกต่างกันออกไป ซึ่งการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่นิยมปฏิบัติกันอยู่ทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นประเภทได้ดังนี้

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีแรงกระชากหรือแรงดึงกลับ (ballistic stretching)
2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืด (dynamic stretching)
3. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบออกแรงกระทำด้วยตนเอง (active stretching)
4. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบใช้แรงจากภายนอกหรือให้ผู้อื่นช่วยกระทำการยืดเหยียดให้ (passive or relaxed stretching)

5. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในตำแหน่งที่มีอาการตึงหรือเจ็บปวดเล็กน้อยที่กล้ามเนื้อส่วนที่ทำการยืดเหยียด (static stretching)
6. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเกร็งกล้ามเนื้อต้านกับแรงต้าน (isometric stretching)
7. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทภายในกล้ามเนื้อให้เกิดความคล่องตัว (proprioceptive neuromuscular facilitation : PNF stretching)

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีแรงกระชากหรือแรงดิ่งกลับ (Ballistic Stretching)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีแรงกระชากหรือแรงดิ่งกลับนี้ เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยใช้โมเมนตัมในขณะที่เคลื่อนไหวร่างกายหรือแขนขาเพื่อบังคับร่างกายในส่วนที่กำลังมีความเคลื่อนไหว ขณะทำการยืดเหยียดให้ยืดต่อออกไปตามมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อส่วนนั้นอีกระยะหนึ่ง ด้วยแรงส่งหรือแรงเหวี่ยงที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนนั้น ซึ่งจะทำให้เกิดแรงกระชากที่เอ็นกล้ามเนื้อ (tendon) และตัวกล้ามเนื้อในช่วงระยะสุดท้ายของการเคลื่อนไหว คล้ายกับขวดลวดสปริงที่ถูกดึงให้ยืดออกทำให้เกิดแรงดิ่งกลับ เช่น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้วยท่ายืนหรือนั่งเหยียดขาด จากนั้นพยายามขม่มหรือโยกลำตัวก้มไปข้างหน้าเพื่อให้ปลายมือแตะถึงปลายเท้าหรือแตะถึงพื้น เป็นต้น การกระทำในลักษณะดังกล่าวนี้โดยความเป็นจริงแล้วให้ประโยชน์ต่อการยืดเหยียดกล้ามเนื้อได้น้อยมากและมีโอกาสก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือการฉีกขาดที่เอ็นกล้ามเนื้อและตัวกล้ามเนื้อได้มาก เพราะเป็นการยืดเหยียดในขณะที่กล้ามเนื้อไม่ได้อยู่ในอาการผ่อนคลายในขณะที่กำลังถูกยืดเหยียด จึงก่อให้เกิดแรงกระชากและแรงดิ่งกลับหรือแรงกระดอนกลับ (bounding) ของกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อส่วนที่กำลังถูกยืดเหยียด ซึ่งอาจจะทำให้กล้ามเนื้อมีปฏิกิริยาตอบสนองกลับด้วยอาการเกร็งตัวแบบจับปล้นเกิดขึ้นได้ เนื่องจากไปกระตุ้นปฏิกิริยาสะท้อนกลับของการยืดเหยียด (stretch reflex) ด้วยแรงกระชากซ้ำหลายครั้งในขณะที่พยายามขม่มหรือโยกลำตัวเพื่อเพิ่มระยะหรือมุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อที่กำลังถูกยืดเหยียด



ภาพที่ 5 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีแรงกระชากหรือแรงดิ่งกลับ (ballistic stretching)
ที่มา: เจริญ กระบวนรัตน์ (2552)

2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืด (dynamic stretching)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยมีการเคลื่อนไหวแขนขาหรือลำตัวอย่างช้า ๆ ไปจนกระทั่งสิ้นสุดมุมการเคลื่อนไหว โดยไม่มีการใช้แรงเหวี่ยงหรือการข่มโยกลำตัว เช่น การเหยียดแขนทั้งสองข้างชูขึ้นเหนือศีรษะช้า ๆ จนสิ้นสุดระยะการเคลื่อนไหว หรือการเอียงลำตัวไปทางด้านซ้ายและด้านขวา จนกระทั่งถึงจุดสิ้นสุดการเคลื่อนไหว หรือมีการดึงที่กล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อ เป็นต้น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวนี้จะช่วยพัฒนาความอ่อนตัวในขณะที่เคลื่อนไหวและใช้เป็นส่วนหนึ่งของการอบอุ่นร่างกายสำหรับกิจกรรมการเคลื่อนไหวหรือการออกกำลังกายประเภทที่ใช้ออกซิเจนหรือใช้อากาศเป็นพลังงาน (aerobic exercise)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนี้ สามารถปรับใช้เป็นการบริหารกล้ามเนื้อหรือร่างกายส่วนนั้นได้ โดยแต่ละท่าการบริหารที่ยืดเหยียดปฏิบัติช้าอย่างน้อย 8-12 ครั้งต่อเซตหรือมากกว่า และควรหยุดพักเมื่อรู้สึกเหนื่อยและเมื่อยล้า เนื่องจากกล้ามเนื้อที่เกิดความเหนื่อยและเมื่อยล้า (tired muscles) จะมีผลทำให้ความอ่อนตัวลดน้อยลง ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เต็มระยะหรือสุดมุมการเคลื่อนไหวที่แท้จริง หากยังคงพยายามปฏิบัติเคลื่อนไหวต่อไปอีก

ในขณะที่กล้ามเนื้อเกิดอาการเหนื่อยและเมื่อยล้า ประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหวจะลดความยาวในการยืดและการหดตัวของกล้ามเนื้อลงตามลำดับ ซึ่งเป็นสาเหตุให้กล้ามเนื้อสูญเสีย

ความยืดหยุ่นหรือความอ่อนตัว และจะเริ่มมีอาการเกร็งตัวเพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่อกกล้ามเนื้อมีความเมื่อยล้าเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ระบบประสาทที่ทำหน้าที่รับรู้การทำงานหรือการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ (muscle's kinesthetic memory) จะบันทึกหรือจดจำข้อมูลที่กล้ามเนื้อและข้อต่อทำหน้าที่เคลื่อนไหวซ้ำ ๆ ในแต่ละช่วงของการเคลื่อนไหวที่สั้นลงนั้นไว้ ซึ่งจะกลายเป็นปัญหาอุปสรรคทั้งต่อการพัฒนาเทคนิคทักษะกีฬาและต่อการพัฒนาความเร็วและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อต่อในการเคลื่อนไหวโอกาสต่อไป ด้วยเหตุนี้ ในขณะที่ร่างกายหรือกล้ามเนื้อเริ่มมีอาการเหนื่อยล้าจากการที่กล้ามเนื้อถูกใช้งานในอิริยาบถหนึ่งซ้ำ ๆ ต่อเนื่องกันหรือซ้ำเป็นช่วง ๆ จึงควรให้โอกาสกับตนเองได้พักและยืดเหยียดกล้ามเนื้อส่วนที่มีอาการเมื่อยล้า นั้น เพื่อป้องกันการลดลงของความยาวในการยืดและการหดเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อระยะทาง ความเร็ว ตลอดจนความคล่องตัวในการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยเฉพาะกับการพัฒนาเทคนิคทักษะที่ต้องใช้กำลังและความเร็วให้กับนักกีฬา



ภาพที่ 6 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืด (dynamic stretching)

ที่มา: เจริญ กระบวนรัตน์ (2552)

3. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบออกแรงกระทำด้วยตนเอง (active stretching)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบออกแรงกระทำด้วยตนเองนี้ จะรวมถึงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ด้วย (static-active stretching) ซึ่งเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยผู้ที่ยืดเหยียดคงท่าทางที่ทำการยืดเหยียดนั้นไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนี้ต้องอาศัยความแข็งแรงและการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (agonist) ช่วยทำให้เกิดการยืดเหยียดของกล้ามเนื้อตรงกันข้าม (antagonist) เช่น การยืนยกขาขึ้นและเหยียดเข่าตรงนิ่งค้างไว้ในท่านั้นประมาณ 10-15 วินาทีต่อครั้ง กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ยกต้นขาขึ้นเกิดการหดตัวส่งผลต่อการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงหดตัว (antagonist) ทำให้เกิดการยืดเหยียดหรือคลายตัวออก อันเป็นการทำงานในลักษณะสับเปลี่ยนบทบาทหน้าที่กันในแต่ละสถานการณ์ของการเคลื่อนไหว (reciprocal Inhibition)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระทำด้วยตนเองนี้ จะช่วยเพิ่มความอ่อนตัวในขณะที่ปฏิบัติการเคลื่อนไหวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่หดตัวออกแรง (agonist) ซึ่งการเคลื่อนไหวในหลาย ๆ รูปแบบของการฝึกโยคะ เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระทำด้วยตนเอง (active stretching)



ภาพที่ 7 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบออกแรงกระทำด้วยตนเอง (active stretching)

ที่มา: เจริญ กระจวนรัตน์ (2552)

4. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบใช้แรงจากภายนอกหรือให้ผู้อื่นช่วยกระทำการยืดเหยียดให้ (passive or relaxed stretching)

เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยให้คนที่ยืดไว้ด้วยการใช้แรงกระทำจากผู้อื่นหรือเครื่องมือช่วย (static-passive stretching) เช่น ยืนยกขาขึ้น เข่าเหยียดตรงและหยุดนิ่งค้างไว้เท่านั้น โดยวางเท้าพาดไว้บนโต๊ะหรือเก้าอี้ หรือให้ผู้อื่นช่วยจับเท้ายกไว้ หรือการนั่งเหยียดเท้าทั้งสองไปข้างหน้าแล้วให้ผู้อื่นผลักหรือออกแรงดันที่บริเวณหลังส่วนบน เพื่อให้สามารถก้มตัวเหยียดแขนใช้มือแตะปลายเท้าได้ เป็นต้น

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่กระทำอย่างช้า ๆ ด้วยอาการที่ผ่อนคลาย จะมีประโยชน์อย่างมากในการลดการยึดเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (spasms) ภายหลังจากบาดเจ็บ ซึ่งควรได้รับการตรวจจากแพทย์ก่อนว่าอยู่ในช่วงที่สามารถทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อได้แล้วหรือยัง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบใช้แรงจากภายนอกหรือให้ผู้อื่นกระทำนี้ เหมาะสำหรับการผ่อนคลายร่างกายภายหลังการออกกำลังกายในช่วงคลายอุณหภูมิร่างกาย (cool down) ช่วยลดอาการเมื่อยล้าและอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดี

5. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในตำแหน่งที่มีอาการตึงหรือเจ็บปวดเล็กน้อยที่กล้ามเนื้อส่วนที่ทำการยืดเหยียด (static stretching)

มีคนจำนวนมากใช้คำศัพท์ passive stretching ในความหมายเดียวกับ static stretching ซึ่งก็สามารถใช้แทนกันได้ ขณะเดียวกันก็มีกลุ่มคนจำนวนมิใช่น้อยที่แยกแยะให้เห็นถึงความแตกต่างของวิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบนี้ไว้ว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในตำแหน่งที่มีอาการตึง (static stretching) เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือหลายกลุ่มออกไปให้ได้ระยะหรือมุมการเคลื่อนไหวมากที่สุด และพยายามรักษาสภาพนั้นให้คงไว้หรือหยุดนิ่งค้างไว้ ณ ตำแหน่งนั้นประมาณ 10-15 วินาที ในขณะที่การยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยใช้แรงกระทำจากภายนอกหรือให้ผู้อื่นเป็นผู้ออกแรงกระทำการยืดเหยียดให้ (passive stretching) ผู้ที่ถูกยืดเหยียดจะต้องอยู่ในอาการผ่อนคลายกล้ามเนื้อส่วนที่ถูกยืดเหยียด (relaxed) ขณะที่มิมีแรงจากภายนอก (external force) มากกระทำการยืดเหยียดให้ ซึ่งอาจจะเป็นแรงกระทำจากบุคคลหรือเครื่องมือที่นำมาใช้ประกอบในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เพื่อให้ข้อต่อได้รับการเคลื่อนไหว

จนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาการเคลื่อนไหวของข้อต่อนั้น โดยอาจจะมีการหยุดนิ่งค้างไว้ หรือไม่มีการหยุดนิ่งค้างไว้ในช่วงสิ้นสุดระยะเวลาการเคลื่อนไหวของข้อต่อก็ได้

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณากันตามคำจำกัดความแล้ว การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบใช้แรงกระทำจากภายนอก (passive stretching) จะมีความหมายครอบคลุมทั้งสองส่วนดังที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น



ภาพที่ 8 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในตำแหน่งที่มีอาการตึงหรือเจ็บปวดเล็กน้อยที่กล้ามเนื้อส่วนที่ทำการยืดเหยียด (static stretching)

ที่มา: เจริญ กระบวนรัตน์ (2552)

6. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเกร็งกล้ามเนื้อต้านกับแรงต้าน (isometric stretching)

เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ โดยให้กล้ามเนื้อที่ถูกยืดมีการหดตัวแบบเกร็งนิ่ง (isometric contraction) ต้านกับแรงที่มากระทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อส่วนนั้น ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการที่ช่วยพัฒนาทั้งความแข็งแรงและเพิ่มความอ่อนตัวแบบนิ่งค้างไว้ ณ ตำแหน่งที่มีอาการตึงของกล้ามเนื้อได้เร็วที่สุด (static-passive flexibility) ซึ่งผลที่ได้จากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้วิธีการยืดเหยียดแบบ passive stretching หรือ active stretching วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงอย่างเดียวสำหรับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเกร็งกล้ามเนื้อต้านกับแรงต้าน (isometric stretching) จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มีการหดเกร็งตัว และส่งผลต่อการพัฒนาความอ่อนตัวหรือความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดเกร็ง (static active

flexibility) ช่วยลดอาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ส่วนแรงต้านทานนั้นอาจเกิดจากการใช้มือหรือขาของตนเองเป็นส่วนที่ออกแรง หรือมีผู้อื่นเป็นผู้ออกแรงช่วย รวมไปถึงการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยทำการยืดเหยียด เช่น ผนังห้อง กำแพงหรือพื้น สามารถใช้เป็นแรงต้านได้ ตัวอย่างเช่น การยืนค้ำกำแพงเพื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่อง หรือการยืนตรงจากนั้นให้เพื่อนยกขาข้างใดข้างหนึ่งขึ้นสูงจนกระทั่งรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ต่อจากนั้นผู้ที่ถูกยกขาขึ้นพยายามออกแรงหดเกร็งกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังส่วนที่ถูกยึดต้านกับแรงยกขา เป็นต้น

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหดเกร็งต้านกับแรงต้านนี้ ไม่แนะนำให้นำมาใช้กับเด็กหรือวัยรุ่นที่กระดูกยังไม่สิ้นสุดการเจริญเติบโต ซึ่งโดยปกติทั่วไปเด็กมีความอ่อนตัวในตัวเองเพียงพออยู่แล้ว การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนี้ถือว่าการยืดเหยียดที่ต้องอาศัยความแข็งแรง มิฉะนั้นอาจทำให้เอ็นและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันได้รับบาดเจ็บหรือเสียหายได้ ดังนั้น ก่อนที่จะนำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนี้มาใช้ในการพัฒนาความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ ควรมีการพัฒนาหรือสร้างเสริมความแข็งแรงกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในรูปแบบของการเคลื่อนไหวเป็นพื้นฐานรองรับไว้ก่อน (dynamic strength training)

ขั้นตอนในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเกร็งกล้ามเนื้อต้านกับแรงต้าน

1. จัดท่าทางหรือกล้ามเนื้อส่วนที่จะทำการยืดเหยียดให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
2. ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหดเกร็งต้านกับแรงต้านเป็นเวลา 10-15 วินาที โดยให้เกร็งกล้ามเนื้อแบบนิ่ง ต้านกับแรงต้านของผู้ที่ช่วยยืดเหยียดกล้ามเนื้อหรือพื้นที่ที่รองรับ
3. ผ่อนคลายกล้ามเนื้อประมาณ 15-20 วินาทีในแต่ละครั้งที่ทำการยืดเหยียดก่อนจะทำการยืดเหยียดครั้งต่อไป

ขณะเดียวกัน มีบางท่านเสนอไว้ว่า การหดเกร็งกล้ามเนื้อ (isometric contraction) ควรจะเกร็งนิ่งค้างไว้นานกว่า 15 วินาที เพื่อให้ได้ประโยชน์ทั้งการยืดเหยียดและความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ซึ่งในทางปฏิบัติจริงอาจจะไม่จำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลาในการเกร็งกล้ามเนื้อให้ยาวนานออกไปมาก ขึ้นกว่านี้ หากได้มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเป็นประจำสม่ำเสมอ

โปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทาง (Yo-Yo intermittent recovery test)

โปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทาง (Yo-Yo intermittent recovery test) คือ โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบและบ่งชี้ถึงระบบความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดในการนำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างของร่างกาย ดังที่ Darren (2011) กล่าวไว้ว่า โปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทาง (Yo-Yo intermittent recovery test) เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นจากนักสรีรวิทยาที่ชื่อว่า Jens Bangsho เป็นรูปแบบการวิ่งกลับไปกลับมาในระยะทาง 20 เมตรแนวเส้นตรงและมีระยะทางเพิ่มออกไปเพื่อใช้ในการฟื้นสภาพเป็นระยะ 5 เมตร เป็นโปรแกรมการทดสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับโปรแกรมการวิ่งแบบ Beep test ในโปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทาง (Yo-Yo intermittent recovery test) สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ระดับ คือ

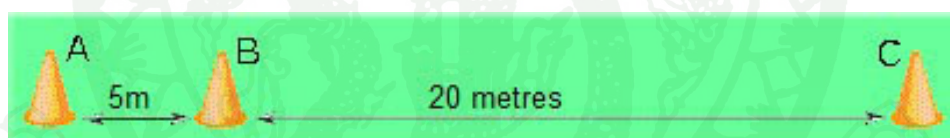
1. โปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทาง (Yo-Yo intermittent recovery test level 1) โดยเหมาะสำหรับผู้ที่ยกกำลังกายทั่วไปหรือผู้ที่ออกกำลังกายเริ่มต้น
2. โปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทาง (Yo-Yo intermittent recovery test level 2) โดยเหมาะสำหรับใช้นักกีฬา

นอกจากที่แตกต่างในรูปแบบของการนำไปใช้แล้วยังแตกต่างในเรื่องของอัตราความเร็ว (speed) ที่เพิ่มขึ้นในขณะที่วิ่งทดสอบซึ่งสอดคล้องกับ Ingio (2010) ที่ได้ทำการศึกษาไว้ว่า โปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทาง (Yo-Yo intermittent recovery test) ในรูปแบบนี้จะใช้ทดสอบในลักษณะของกีฬาประเภททีม อาทิเช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล รักบี้ฟุตบอลและโปโลน้ำ เป็นต้น เป็นรูปแบบชนิดกีฬาที่ใช้ปริมาณของความหนักค่อนข้างสูงในการแข่งขัน ตัวชี้วัดในการทดสอบถึงปริมาณของความหนักในทางสรีรวิทยาของนักกีฬาก็คือ อัตราการเต้นของหัวใจและระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก ซึ่งจะเห็นได้ว่าในชนิดกีฬาต่างๆที่กล่าวมาในข้างต้นนั้นล้วนใช้พลังงานในระบบของแอนแอโรบิก (anaerobic system) และ แอโรบิก (aerobic system) ทั้งสิ้น ในการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน ในการทดสอบวิ่งเพิ่มระยะทาง (Yo-Yo intermittent recovery test) นั้นเป็นการทดสอบวิ่งกลับไปกลับมาในระยะทาง 20 เมตร ในลักษณะที่วิ่งต่อเนื่องเป็นการเพิ่มปริมาณความหนักโดยการเร่งเสียงสัญญาณให้มีอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้นตามระยะทางที่กำหนดจนอัตราความเร็วของเสียงสัญญาณจะเร็วขึ้นจนถึงระดับที่นักกีฬาวิ่งต่อไม่ไหวหรือวิ่งเข้าไม่ทันจุดหรือเส้นที่กำหนดตามเสียงสัญญาณที่ดังขึ้น ความแตกต่างของโปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทาง (Yo-Yo

intermittent recovery test) ทั้งระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 นั้นจะแตกต่างกันที่อัตราเร็วในการวิ่งเริ่มต้น

1. โปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทาง ระดับที่ 1 (Yo-Yo intermittent recovery test level 1) จะเริ่มต้นที่อัตราความเร็ว 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยที่อัตราเร็วในระยะแรกคือช่วง (10-13 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ระยะทาง 0-160 เมตร จำนวนทั้งหมด 4 เที้ยว ต่อมาในระยะที่สองคือ (13.5-14 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ระยะทาง 160-480 เมตร จำนวนทั้งหมด 7 เที้ยว และหลังจากนั้นจะเพิ่มอัตราเร็ว เป็น 0.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อครบจำนวน 8 เที้ยว ไปเรื่อยๆ เช่น หลังจาก 760 เมตร, 1080 เมตร, 1720 เมตร เป็นต้น จนนักกีฬาวิ่งไม่ไหวหรือวิ่งเข้าไม่ทันตามจุดที่กำหนดไว้

2. โปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทาง ระดับที่ 2 (Yo-Yo intermittent recovery test level 2) จะเริ่มต้นที่อัตราความเร็ว 13 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจะมีอัตราเร็วแรกที่เร็วกว่าแต่ในการเพิ่มอัตราเร็วจะเพิ่มในลักษณะที่เหมือนกับระดับที่ 1



ภาพที่ 9 รูปแบบการวิ่งเพิ่มระยะทาง ระดับที่ 2 (Yo-Yo intermittent recovery test level 2)

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยได้สังเกตเห็นประโยชน์และความเหมาะสมของโปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทาง (Yo-Yo intermittent recovery test) โดยเฉพาะโปรแกรมการวิ่งเพิ่มระยะทางระดับที่ 2 (Yo-Yo intermittent recovery test level 2) สามารถนำไปใช้กับนักกีฬาฟุตบอลที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้เป็นอย่างดีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริพร ทองศิริ (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาของการฟื้นตัวและปริมาณกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกาย ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษชายของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่มีอายุ 20-21 ปี จำนวน 15 คน โดยให้กลุ่มทำการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายโดยการพักเฉยๆ กับการพักแบบไม่หยุดนิ่งด้วยการปั่นจักรยานเบาๆ และการก้มแงย โดยให้กลุ่มตัวอย่างปั่นจักรยานวัดงานติดต่อกันนาน 6 นาที ที่อัตราการเต้นของหัวใจ 170 ครั้งต่อนาที แล้วให้หยุดพัก ระยะเวลาในการฟื้นตัวจากการทดลอง 3 วิธี คือ 1) การพักเฉยๆ 2) การพักโดยถีบจักรยานเบาๆ และ 3) การพักโดยการก้มแงย โดยเก็บตัวอย่างเลือดไปวิเคราะห์หาระดับกรดแลคติกในเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัว ผลการทดลอง พบว่า

1. ระยะเวลาในการฟื้นตัวทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ระยะเวลาในการฟื้นตัวโดยวิธีการถีบจักรยานเบาๆ และวิธีการก้มแงย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ระยะเวลาในการฟื้นตัวโดยวิธีการถีบจักรยานเบาๆ และวิธีนั่งพักเฉยๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ระยะเวลาในการฟื้นตัวโดยวิธีการก้มแงยและวิธีนั่งพักเฉยๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ระยะเวลาในการฟื้นตัวโดยวิธีการถีบจักรยานเบาๆ น้อยที่สุด รองลงมาเป็นของวิธีการก้มแงย และวิธีการนั่งพักเฉยๆ ใช้เวลามากที่สุด
6. ปริมาณของกรดแลคติกในเลือดของการฟื้นตัวทั้ง 3 วิธี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มานพ โลहितโยธิน (2539) ได้ศึกษาผลของความเย็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัว ภายหลังจากการออกกำลังกาย มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของความเย็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวของร่างกายภายหลังจากการออกกำลังกาย โดยใช้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงเป็นตัวแปรในการวิจัย กระบวนการลดอุณหภูมิ ประกอบด้วย การนั่งพักเฉยๆ การนั่งพักพร้อมกับดื่มน้ำเย็น การนั่งพักพร้อมกับเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการนั่งพักพร้อมกับดื่มน้ำเย็นควบคู่กับการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มีอายุระหว่าง 20-22 ปี จำนวน 15 คน ฝึกอบรมงานวัดงานโดยใช้วิธีการของ Ramp จนอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (คำนวณจากสูตรของ Fox คือ 220-อายุ) ทุกคนทำการทดลองทั้ง 4 แบบ ทำการเก็บตัวอย่างเลือดไปวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากฟื้นตัวโดยวิธีการทั้ง 4 แบบ ทุก 5 นาทีจนครบ 1 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการที่ทำให้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจในระยะฟื้นตัวลดลงทุกช่วง 5 นาทีของช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 1 ชั่วโมง ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดระหว่างกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในนาทีที่ 55 และอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในนาทีที่ 25 30 35 40 และ 50 ตามลำดับ

อนูรัต มิเพชร (2539) ได้ศึกษาผลของการนวดแบบลึกที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในโลหิต การฟื้นตัวและความสามารถในการทำงานของร่างกายหลังจากการฟื้นตัว

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นอาสาสมัครเพศชายที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 19-20 ปี จำนวน 60 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองออกกำลังกายโดยการขี่จักรยานวัดงาน จนถึงที่ความหนัก 85% ของอัตราการเต้นของชีพจรสำรอง แล้วให้พักพร้อมกับได้รับการนวดแบบลึกเป็นเวลา 2 นาที 10 นาที หรือ 30 นาที ตามระยะเวลาที่สุ่มได้ ส่วนกลุ่มควบคุมจะปฏิบัติเช่นเดียวกัน ยกเว้นในระหว่างเวลานั่งพักไม่ได้รับการนวด หลังจากพักทั้งสองกลุ่มจะออกกำลังกายอีกครั้งเพื่อดูความสามารถในการทำงานของร่างกาย ทั้งสองกลุ่มได้รับการทดลองแบบเดียวกันนี้ซ้ำกัน 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งห่างกัน 2 วัน นำข้อมูลเกี่ยวกับกรดแลคติกในโลหิต อัตราการเต้นของชีพจร ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ค่าการใช้ออกซิเจน ค่าอัตราส่วนการแลกเปลี่ยนก๊าซของการหายใจ ปริมาณการระบายอากาศหายใจต่อนาที และความสามารถในการทำงานของร่างกาย มาวิเคราะห์หา

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน ค่าที่ ทดสอบความแปรปรวนร่วมทางเดียว ทดสอบความแปรปรวนแบบวัดซ้ำและเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey -A

ผลการวิจัยพบว่า ผลของการนวดแบบลึกทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในโลหิต การฟื้นตัว และความสามารถในการทำงานของร่างกายหลังจากการฟื้นตัวดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

วันดี ขาวโอด (2542) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายโดยใช้วิธีดื่มน้ำธรรมดา กับดื่มน้ำเกลือแร่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาของการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของชีพจรหลังการออกกำลังกายโดยการดื่มน้ำธรรมดา กับดื่มน้ำเกลือแร่ ใช้ระดับอัตราการเต้นของชีพจรที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นตัวแปรในการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นพลทหาร โรงพยาบาลโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จำนวน 15 นาย ให้ถือจักรยานวัดงานที่มีน้ำหนักถ่วง 3.5 กิโลปอนด์ ความเร็ว 50-60 รอบต่อนาที จนอัตราการเต้นของชีพจรอยู่ในระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้การคำนวณของ Fox แล้วดื่มน้ำธรรมดา ดื่มน้ำเกลือแร่ ผลการวิจัยพบว่า การดื่มน้ำธรรมดาและดื่มน้ำเกลือแร่ ระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อำพร ศรียากย์ (2544) ได้ศึกษาและหาค่าความแตกต่างของระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกายแล้วทำให้เย็นลง โดยการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการชวมนา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาเพศชาย ของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสุพรรณบุรี ที่มีอายุระหว่าง 17-19 ปี จำนวน 15 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (purposive random sampling) ให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายโดยการวิ่งบนลู่วิ่งจนกระทั่งถึงระดับ anaerobic threshold ให้หยุดวิ่ง แล้วทำการเจาะเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทันที ต่อจากนั้นให้กลุ่ม ตัวอย่างพัก 10 นาที จึงเจาะเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจอีกครั้งหนึ่ง ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนเดียวกัน โดยในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 กลุ่มตัวอย่างจะทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการชวมนา ครั้งละ 10 นาที ตามลำดับ ทั้งนี้ให้กลุ่มตัวอย่างพักระหว่างการทดลองแต่ละครั้งเป็นเวลา 1 วัน โดยทำการทดลองซ้ำวิธีละ 3 ครั้ง นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one way analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า ระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกายแล้วทำให้เย็นลงโดยการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการชว่น้ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจพบว่า การชว่น้ำมีค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงมากกว่าวิธีอื่น ผลจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อทำให้การฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาเกิดเร็วขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีต่อสมรรถภาพทางกาย

Lu (1992) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฟื้นตัวแบบแอคทีฟและแพสซีฟ (active and passive recovery) ที่มีต่อความเข้มข้นของแลคเตทในโลหิต และความสามารถในการออกกำลังกายด้วยการทดสอบจักรยาน จุดประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของระดับการฟื้นตัว และระยะเวลาของการออกกำลังกายที่มีต่อความเข้มข้นของแลคเตทในโลหิต และสมรรถภาพทางกาย โดยการทดสอบด้วยจักรยาน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 14 คน เป็นเพศชาย โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 6 คน ลงในกลุ่มทดลอง โดยแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลาและการฟื้นตัว 2 แบบ คือ ถีบจักรยานแบบแพสซีฟและแอคทีฟ (passive and active cycling) ที่ความหนัก 45% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในแต่ละรูปแบบการทดลองประกอบด้วย การถีบจักรยาน 8 ช่วง ที่ความหนัก 120% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยมีช่วงเวลากการฟื้นตัว 5 นาที แต่ละรูปแบบการทดลองนั้นกลุ่มตัวอย่างจะต้องแสดงทักษะสูงสุด โดยใช้เวลา 45 วินาที ด้วยการทดสอบบนจักรยาน ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ความเข้มข้นของแลคเตทในโลหิตในกลุ่มที่ฟื้นตัวแบบแพสซีฟ (passive recovery) ที่ใช้เวลา 60 วินาที สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยของพลังงานซึ่งวัดได้จากงานที่ทำพบว่า กลุ่มที่ฟื้นตัวแบบแอคทีฟ (active recovery) สูงกว่ากลุ่มที่ฟื้นตัวแบบแพสซีฟอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยของพลังงานในช่วงฟื้นตัว 60 วินาที มีค่าต่ำ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างกรดแลคเตทและค่าเฉลี่ยของพลังงานมีค่าต่ำ คือ $r = -0.24$ ในทั้งสองกลุ่มจะเห็นได้ว่ายังมีปัจจัยอื่นๆ อีกที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแสดงออก

Socha (1992) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฟื้นตัวแบบแอคทีฟและแพสซีฟ (active and passive recovery) ที่มีต่อความเข้มข้นของแลคเตทและสมรรถภาพทางกายในการออกกำลังกายแบบสลับช่วงพัก ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นชายจำนวน 14 คน ได้ทำการทดลอง 3 รูปแบบ แต่ละแบบประกอบด้วย การถีบจักรยานแบบโมนาร์กที่ 120% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด จำนวน 8 ครั้งๆ ละ 45 วินาที และใช้เวลาในการฟื้นตัว 5 นาที การออกกำลังกายแต่ละแบบจะ

สิ้นสุดด้วยการแสดงออกสูงสุดโดยการถีบจักรยานเต็มที รูปแบบของการฟื้นตัวซึ่งมีลักษณะแบบพาสซีฟ (Passive) ถีบจักรยานที่ความหนัก 45% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการใช้แขนปั่นจักรยานที่ความหนัก 45% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ผลปรากฏว่าความเข้มข้นของแลคเตทในโลหิตในแบบพาสซีฟและการใช้แขนปั่นจักรยานเหมือนกัน แต่การฟื้นตัวแบบถีบจักรยานมีความแตกต่างกันในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยของพลังงานที่ได้โดยวัดจากสมรรถภาพทางกายอยู่ในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ในการฟื้นตัวแบบถีบจักรยานและการใช้แขนปั่นจักรยาน ความสัมพันธ์ระหว่างระดับแลคเตทในโลหิตและค่าเฉลี่ยของพลังงานที่ได้มีค่าต่ำ คือ -0.28 ซึ่งอาจชี้ให้เห็นว่ายังมีปัจจัยอื่นที่อาจมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแสดงออกสูงสุด

Hannic (1994) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฟื้นตัวแบบแอคทีฟ (active recovery) ที่มีต่อแรงที่เกิดขึ้น แลคเตทในโลหิต และงานที่ได้รับระหว่างการออกกำลังกายแบบเบนซ์ เพรส (Bench press exercise) จุดประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการฟื้นตัวแบบแอคทีฟ ระหว่างยกของออกกำลังกายแบบเบนซ์ เพรส ที่มีต่อจำนวนการทำซ้ำที่เหมาะสม โดยศึกษาแรงการหดตัวของไอโซเมตริกสูงสุดที่เกิดในแต่ละยก และแลคเตทในโลหิต หลังจากทำการทดสอบค่าของแรงต้านสูงสุดเพียงครั้งเดียว (1 RM) ในการทำเบนซ์ เพรส และทดสอบหาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยการถีบจักรยานวัดงาน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เพศชายและเพศหญิง และเป็นผู้ที่ไม่เคยได้รับการฝึกทำการยกท่าเบนซ์ เพรส แบบแรงต้านสูงสุด จำนวน 4 ยก ภายใต้อายุ 2 เดือน ใจ คือ (1) การฟื้นตัวแบบแอคทีฟ ซึ่งประกอบด้วย การให้กลุ่มตัวอย่างถีบจักรยานวัดงานด้วยความหนัก 45% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และ (2) การฟื้นตัวแบบพาสซีฟ (passive recovery) โดยให้กลุ่มตัวอย่างนอนลงบนเตียง กลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ฟื้นตัวแบบแอคทีฟสามารถกระทำในระหว่างยกได้รวดเร็ว มีแนวโน้มว่าแรงของการหดตัวของไอโซเมตริกจะเพิ่มขึ้นในช่วงของการฟื้นตัวแบบแอคทีฟ ถึงแม้ว่าโดยข้อมูลพื้นฐานจะมีการเพิ่มขึ้นของแลคเตทในโลหิตในช่วงหลังการออกกำลังกายอย่างมี นัยสำคัญ แต่มีความแตกต่างกันน้อยมากระหว่าง 2 เดือน ใจ การที่เป็นเช่นนี้อาจมีเหตุมาจากการผลิตแลคเตทเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อหลังจากการออกกำลังกายแล้ว การเคลื่อนย้ายของแลคเตทจะเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ฟื้นตัวแบบแอคทีฟ

Tiidus and Shoemaker (1995) ได้ศึกษาผลของการนวดที่มีต่อการไหลเวียนของเลือดที่กล้ามเนื้อและระยะเวลาในการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาที่มีอายุระหว่าง 20-22 ปี เป็นผู้ที่ไม่ได้ออกกำลังกายสม่ำเสมอ จำนวน 9 คน (ชาย 4 คน หญิง 5

คน) ให้ทำการทดลองโดยการปั่นจักรยานวัดงานที่ความหนัก 1.5 ความเร็วรอบ 60 รอบ/นาที สามวันต่อมาออกกำลังกายกล้ามเนื้อต้นขา (quadriceps) แบบ eccentric exercise ด้วยเครื่อง Kin-Com muscle dynamometer นาน 15 นาที แล้วทำการนวดที่ต้นขาโดยใช้มือ 10 นาที ให้ขาข้างใดข้างหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกข้างเป็นกลุ่มควบคุม ใช้ค่า peak torque ของกล้ามเนื้อเหยียดเข้า ความดันโลหิตของเส้นเลือดที่ต้นขา (femoral artery) และความรู้สึกสบาย (delineate degree of muscle sensation : DOMS) เป็นตัวแปรในการศึกษาค่า peak torque และความรู้สึกสบาย บันทึกผลที่ได้ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองที่ 15 นาที 24 48 42 และ 96 ชั่วโมงหลังการทดลอง ค่าความดันโลหิตบันทึกผลที่ 0-1 4-5 และ 9-10 นาที ผลการศึกษาพบว่า ค่า peak torque มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกช่วงเวลาที่ยกบันทึกหลังการทดลอง (ที่ 60 องศาต่อวินาที) โดยขาข้างที่ได้รับการนวดมี peak torque สูงกว่าส่วนระดับความรู้สึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะที่ 48 ชั่วโมงหลังการทดลอง กลุ่มที่ได้รับการนวดรู้สึกสบายมากกว่าทุกช่วงเวลาที่ยกศึกษา และค่าความดันโลหิตพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Max *et al.* (1998) ได้ศึกษาถึงผลของการยกน้ำหนักและการวิ่งบนลู่วิ่งที่มีต่อ VO_2 max และกรดแลคติกในเลือด ภายหลังจากการออกกำลังกายทั้งสองวิธี ในผู้ชายที่มีสุขภาพดี อายุ 20-26 ปี มีประสบการณ์ในการฝึกยกน้ำหนัก และมีความคุ้นเคยกับวิธีการที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 15 คน ทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งบนลู่วิ่งจนถึงอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นถึงระดับสูงสุด (Max HR) และยกน้ำหนักแบบวงจรรให้ทำยกน้ำหนัก 8 ท่า ทำการยก 2 รอบ ศึกษาค่าของ VO_2 max ขณะพักก่อนการทดลองของทั้ง 2 วิธี และในช่วงการฟื้นตัวในนาทีที่ 30 60 และ 90 และศึกษาปริมาณกรดแลคติกที่ในเวลาเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการทดลองค่าของ VO_2 max และกรดแลคติกที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าของ VO_2 max ในช่วงการฟื้นตัว 30 นาทีแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการยกน้ำหนักมากกว่าการวิ่งบนลู่วิ่ง และในช่วงเวลาอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปริมาณกรดแลคติกพบที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของการยกน้ำหนักมากกว่าการวิ่งบนลู่วิ่ง

Stephen *et al.* (2000) ได้ศึกษาผลของการมีการเคลื่อนไหว และการจำกัดการเคลื่อนไหว ภายหลังจากการออกกำลังกายแบบ eccentric exercise ในกลุ่มตัวอย่างเพศชายที่มีอายุระหว่าง 20-25 ปี จำนวน 26 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดผลของการเคลื่อนไหวและการจำกัดการเคลื่อนไหว

ภายหลังการออกกำลังกายแบบ eccentric exercise ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอข้อศอก ใช้มุมของข้อศอกในขณะผ่อนคลาย มุมของข้อศอกในขณะงอเต็มที่ แรงหดตัวแบบไอโซเมตริกสูงสุดของกล้ามเนื้อ biceps brachii และการเจ็บระบมกล้ามเนื้อ เป็นตัวแปรในการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองมุมของข้อศอกในขณะผ่อนคลายลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มุมของข้อศอกในขณะงอเต็มที่เพิ่มขึ้น แรงหดตัวแบบไอโซเมตริกสูงสุดของกล้ามเนื้อ biceps brachii ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการเจ็บระบมกล้ามเนื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ระหว่างกลุ่มที่มีการเคลื่อนไหวและการจำกัดการเคลื่อนไหว แสดงว่าการออกกำลังกายแบบเบาในช่วงของการฟื้นตัวทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ร่างกายสามารถปรับตัวเข้าสู่สภาวะปกติได้เร็วขึ้น

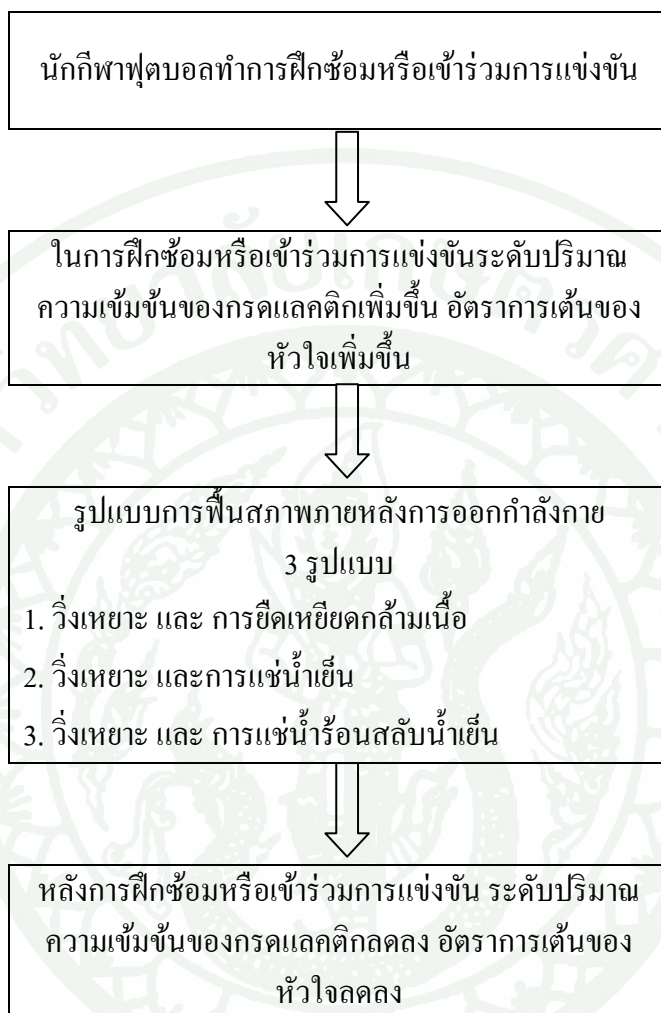
Kohandel (2005) ได้ศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพ 3 โปรแกรม ที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายแลคเตทหลังจากการออกกำลังกายอย่างหนัก งานวิจัยหลาย ๆ ชิ้นได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตและการเคลื่อนย้ายแลคเตทในการออกกำลังกายในสภาวะที่เราออกกำลังกายอย่างหนัก ความสามารถในการผลิตและเตานั้นจะสามารถผลิตได้เรียกว่าการที่เราจะเคลื่อนย้ายปริมาณของแลคเตท ออกจากเนื้อเยื่อความเข้มข้นของแลคเตทจะเริ่มสูงขึ้น เป้าหมายของการศึกษาค้นคว้าวิจัยต้องการเปรียบเทียบโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 โปรแกรม คือ active (การวิ่งเหยาะ ๆ) passive (การนั่งพักบนเก้าอี้) และการนวดเพื่อจัดแลคเตทภายในเลือดหลังจากการออกกำลังกายอย่างหนักโดยใช้อาสาสมัครที่เป็นนักกีฬาภายในมหาวิทยาลัย จำนวน 60 คน แล้วแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม แต่อาสาสมัครเหลือ 53 คน เมื่อทดลองเสร็จจะมีการเก็บตัวอย่างเลือดในช่วงระหว่างที่ นักกีฬาพัก หลังจากออกกำลังกาย และหลังจากปฏิบัติตามโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพทั้ง 3 โปรแกรม โดยวิธีการออกกำลังกาย คือ กลุ่ม passive, active และ massage คือ 2.17, 2.11 และ 2.23 ตามลำดับ และภายหลังการออกกำลังกาย คือ 14.97, 14.81 และ 14.96 และสุดท้ายหลังจากปฏิบัติตามโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพทั้ง 3 โปรแกรม คือ 10.44, 9.12 และ 10.27 จากผลที่ได้ตัวชี้วัดสำหรับการเคลื่อนย้ายแลคเตทนั้นไม่แตกต่างกัน แต่จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นได้ว่า active recovery (การวิ่งเหยาะ ๆ) จะมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการเคลื่อนย้ายแลคเตทในนักกีฬาเมื่อเปรียบเทียบกับ 2 กลุ่ม และผลของการนวดจะดีกว่าโปรแกรม passive recovery

จากการทบทวนและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง จะเห็นได้ว่าได้มีการใช้โปรแกรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายหลาย ๆ รูปแบบ อาทิเช่น การนั่งพักอยู่เฉย ๆ การเดิน การวิ่งเหยาะ ๆ การปั่น

จักรยาน การใช้ความเย็น การชวมน้ำ การนวดภายหลังการออกกำลังกาย การยืดเหยียด กล้ามเนื้อ วัตถุประสงค์ของโปรแกรมเหล่านี้เพื่อที่จะขจัดหรือลดปริมาณของกรดแลคติกใน กระแสเลือดที่จะเป็นอุปสรรคที่จะทำให้เกิดภาวะความเมื่อยล้าภายหลังการออกกำลังกาย ทั้งนี้ ยังได้เห็นถึงโปรแกรมการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างของแต่ละงานวิจัยซึ่งอาจจะทดสอบด้วยการปั่น จักรยานหรืออาจจะทดสอบด้วยการวิ่งบนลู่วิ่งนอกจากนี้จากการศึกษาของ Eric McGrat (2014) ได้แนะนำว่าการคลายอุ่นหรือการฟื้นฟูสภาพของการออกกำลังกายในนักฟุตบอลนั้นขั้นตอนแรก ควรให้นักกีฬาฟุตบอลเดินช้าๆหรือวิ่งเหยาะๆ ก่อนต่อจากนั้นให้นักกีฬาทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดปริมาณของกรดแลคติก ดังที่ อัจฉริยา (2554) กล่าวไว้ว่า การฟื้นฟู สภาพด้วยวิธีบำบัดทางกายจึงควรใช้หลายๆ วิธีผสมกันตามความเหมาะสมซึ่งสอดคล้องกับ Brad W. (2014) ที่ได้ศึกษาว่า ขั้นตอนของการคลายอุ่นสำหรับนักกีฬาจะต้องประกอบไปด้วยขั้นตอน ต่อไปนี้คือ 10-15 นาทีแรกควรเป็นการออกกำลังกายง่ายๆ ได้แก่ การเดินหรือวิ่งเหยาะๆ พร้อมทั้ง สูดลมหายใจเข้าออกลึกๆหลังจากนั้น 20-30 นาที ให้ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ผู้วิจัย จึงมีความสนใจนำรูปแบบการฟื้นฟูสภาพจำนวน 2 รูปแบบมารวมกันเป็นรูปแบบแผนการฟื้นฟู สภาพภายหลังการออกกำลังกายเพื่อช่วยเคลื่อนย้ายปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกและลด อัตราการเต้นของหัวใจให้เร็วมากขึ้น

ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพ ภายหลังการออกกำลังกายที่เป็นรูปแบบที่มีการรวมกันอย่างน้อย 2 รูปแบบในการฟื้นฟูสภาพ เพื่อที่จะลดความเข้มข้นของปริมาณกรดแลคติกในนักกีฬาฟุตบอล และจะนำข้อมูลดังกล่าวไป สร้างเป็นรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางรูปแบบ แผนในการทดลองของกลุ่มตัวอย่างก็คือ จะต้องมีการทดสอบซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้งในแต่ละรูปแบบ การฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย และแต่ละครั้งหลังการทดสอบควรจะพัก 2 วัน เพื่อให้ ร่างกายกลับคืนสู่สภาพปกติและดำเนินการทดสอบต่อไป ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานใน การสร้างหรือการออกแบบรูปแบบเพื่อที่จะดำเนินการทดลองสำหรับนักกีฬาฟุตบอลต่อไป

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 10 กรอบและแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

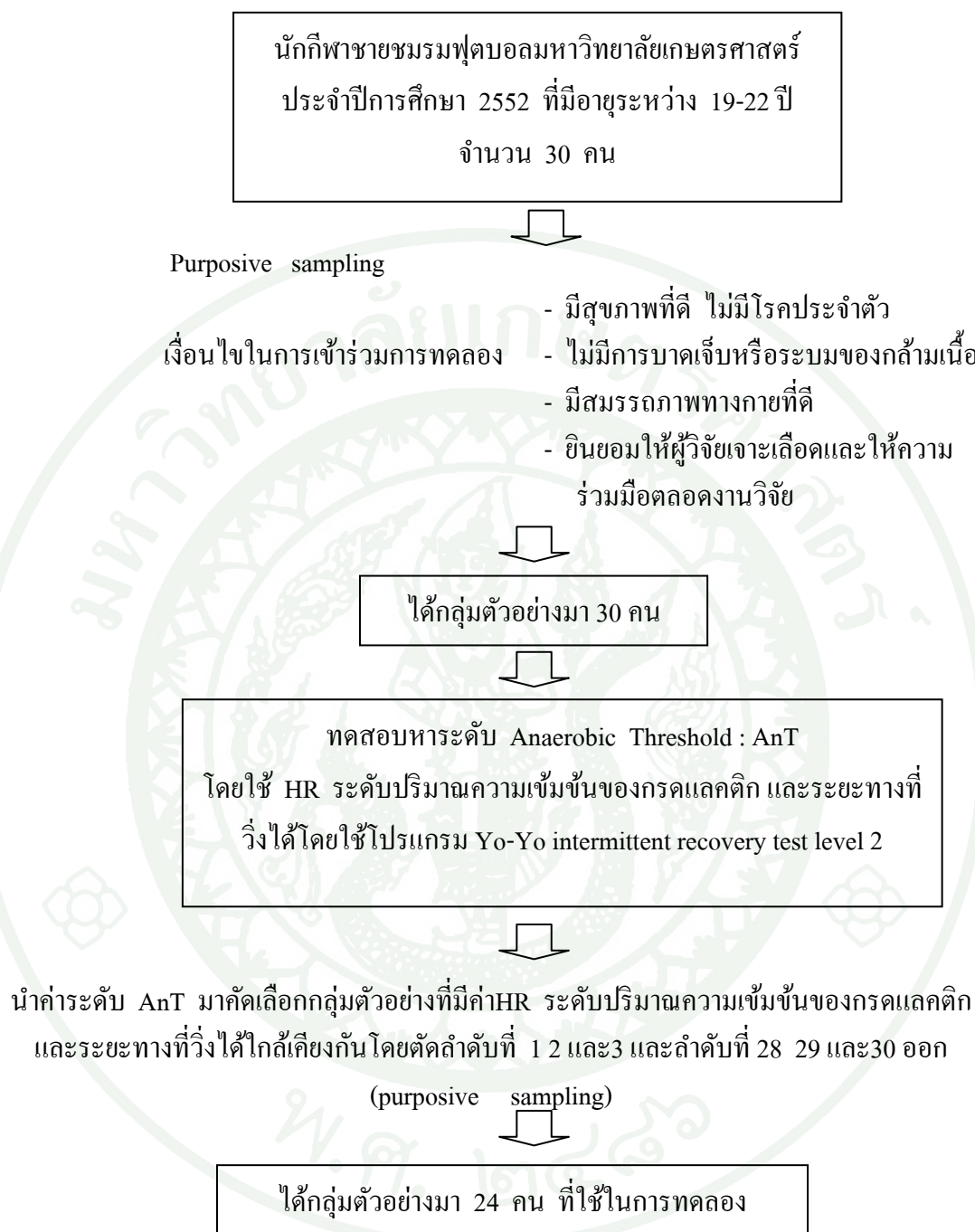
ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ครั้งนี้เป็นนักกีฬาฟุตบอลของชมรมฟุตบอลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อายุระหว่าง 19-22 ปี จำนวนทั้งสิ้น 30 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 24 คน เป็นนักกีฬาฟุตบอลของชมรมฟุตบอลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อายุระหว่าง 19-22 ปี ประจำปีการศึกษา 2552 โดยได้มาจากการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี มีสมรรถภาพร่างกายที่สมบูรณ์ ไม่มีโรคประจำตัว โดยมีน้ำหนักและส่วนสูงที่ใกล้เคียงกัน และยินยอมเข้าร่วมทดลองตามโปรแกรมที่กำหนด โดยมีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. รวบรวมรายชื่อนักกีฬาฟุตบอลที่มีอายุระหว่าง 19-22 ปี ประจำปีการศึกษา 2552 ที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนด ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 30 คน
2. นำกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาทดสอบหาค่าระดับของ Anaerobic Threshold ใช้โปรแกรมของ Yo-Yo intermittent recovery test level 2 โดยใช้ปริมาณของกรดแลคติก อัตราการเต้นของหัวใจ และระยะทางที่นักกีฬาฟุตบอลวิ่งได้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถ
3. นำค่าระดับ Anaerobic Threshold ที่ได้ของนักกีฬาฟุตบอลมาคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) และทำการคัดเลือกผู้ที่มีระดับปริมาณของกรดแลคติก อัตราการเต้นของหัวใจ และระยะทางที่วิ่งได้ที่มีค่าใกล้เคียงกันมาเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยกลุ่มคัดเลือกจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ข้างต้นและตัดลำดับที่ 1 2 และ 3 และลำดับที่ 28 29 และ 30 ออก และเหลือจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ทั้งสิ้น 24 คน



ภาพที่ 11 ขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

1. ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากตำราและเอกสารทางวิชาการในเรื่องรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย (recovery type after exercise) ซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบต่างๆ ดังนี้

- 1.1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching)
- 1.2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching)
- 1.3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ โดยใช้ผู้ช่วย (passive partner stretching)
- 1.4 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ PNF (proprioceptive neuromuscular facilitation)
- 1.5 การวิ่งเหยาะๆ (jogging)
- 1.6 การเดิน (walking)
- 1.7 การแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น (hot and cold water immersion)
- 1.8 การแช่น้ำเย็น (cool water immersion)
- 1.9 การนวด (massage)
- 1.10 การซาวน่า (sauna)

2. จากนั้นผู้วิจัยได้นำรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายในรูปแบบต่างๆ ทั้ง 10 วิธี นำมาให้ผู้เชี่ยวชาญมาจัดเรียงลำดับความเหมาะสมของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่เหมาะสมในกีฬาฟุตบอล โดยให้เรียงลำดับจากความสำคัญมากที่สุดไปหา

ความสำคัญน้อยที่สุดตามลำดับดังนี้ให้ลำดับที่มีความสำคัญมากที่สุดเป็นลำดับที่ 1 2 และ 3 จนถึง 10 ตามลำดับ

3. เมื่อผู้วิจัยได้ลำดับความสำคัญจากผู้เชี่ยวชาญตลอดจนข้อเสนอแนะของแต่ละท่านแล้ว ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้สร้างแบบสำรวจรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายของนักกีฬาฟุตบอลโดยมีทั้งหมด 6 รูปแบบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญจัดลำดับความสำคัญว่ารูปแบบใดที่เหมาะสมในกีฬาฟุตบอลและสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้ คือ

3.1 การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ (jogging and static stretching)

3.2 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น (jogging and hot and cold water immersion)

3.3 การแช่น้ำเย็นและ การนวด (cold water immersion and massage)

3.4 การยืดเหยียดแบบมีการเคลื่อนไหว และ การนวด (dynamic stretching and massage)

3.5 การวิ่งเหยาะและ การแช่น้ำเย็น (jogging and cold water immersion)

3.6 การนวดและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น (Massage + hot and cold water immersion)

4. ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามพร้อมทั้งข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญนำมาสร้างรูปแบบการฟื้นฟูสภาพของร่างกายหลังจากการออกกำลังกาย โดยกำหนดการสร้างรูปแบบเพื่อนำมาทดลองและเปรียบเทียบกัน 3 รูปแบบและหาความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลำดับความสำคัญจากรูปแบบที่กำหนดให้ทั้ง 6 รูปแบบ ในข้อ 3 แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละรูปแบบและนำรูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 ลำดับแรกมาจัดรูปแบบการฟื้นฟูสภาพ

4.1 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย (RTE 1) หมายถึง การวิ่งเหยาะและยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ (jogging and static stretching)

4.2 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย (RTE 2) หมายถึง การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็น (jogging and cold water immersion)

4.3 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย (RTE 3) หมายถึง การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น (jogging and hot and cold water immersion)

RTE คือ รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย (recovery type after exercise)

5. จัดรูปแบบการฟื้นฟูสภาพหลังจากการออกกำลังกายที่เหมาะสม (recovery type after exercise) ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 รูปแบบ

6. การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาฟุตบอลของทีมฟุตบอลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อายุระหว่าง 19-22 ปี ประจำปีการศึกษา 2552 จำนวนทั้งสิ้น 24 คน ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

6.1 ตัวแปรอิสระ (independent variable) คือรูปแบบ การฟื้นฟูสภาพหลังจากการออกกำลังกาย ประกอบไปด้วย 3 รูปแบบ คือ RTE 1, RTE 2 และ RTE 3

6.2 ตัวแปรตาม (dependent variable) คือ ปริมาณระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย RTE 1 (recovery type after exercise 1) การวิ่งเหยาะ เป็นเวลา 8 นาทีและการยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ เป็นเวลา 12 นาที

2. รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย RTE 2 (recovery type after exercise 2) วิ่งเหยาะเป็นเวลา 8 นาที และการแช่น้ำเย็น เป็นเวลา 12 นาที

3. รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย RTE 3 (recovery type after exercise 3) วิ่งเหยาะเป็นเวลา 8 นาที การแช่น้ำร้อน 8 นาที สลับการแช่น้ำเย็น เป็นเวลา 4 นาที

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทำวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนในการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการใช้กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย จากภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถึงผู้อำนวยการสำนักการกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมทั้งกำหนดวันและเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ขอความอนุเคราะห์ในการใช้สนามอินทรีจันทร์สถิตย์และอุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้อำนวยการสำนักการกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ศึกษารายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับขั้นตอนการใช้เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดจนสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

4. ติดต่อขอความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่สำนักการกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทำงานในการเก็บและเจาะเลือด โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยในการเจาะเลือดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เครื่องเจาะเลือดที่ใช้เข็ม Softdix lancet เจาะบริเวณปลายนิ้วมือในการทดสอบแต่ละครั้ง

5. นัดหมายประชุมกลุ่มตัวอย่างทั้ง 24 คน เพื่อทำการอธิบายและชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างได้เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและลำดับขั้นตอนกระบวนการที่ใช้ในการทดสอบ ตลอดจนข้อห้ามและข้อพึงระวังในการทดลอง

6. ให้ผู้เข้าร่วมทำการทดสอบตามโปรแกรมที่กำหนดโดยให้วิ่งตามโปรแกรม Yo - Yo Intermittent recovery test level 2 ซึ่งนำมาจากคู่มือทดสอบสมรรถภาพทางกายภาคสนามนักกีฬา

ฟุตบอล ของกองวิทยาศาสตร์การกีฬา ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย โดยปฏิบัติตามโปรแกรมดังต่อไปนี้

วิธีที่ 1 โปรแกรม Yo-Yo Intermittent recovery test level 2 และปฏิบัติตามรูปแบบ RTE 1 คือ การวิ่งเหยาะและยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่

วิธีที่ 2 โปรแกรม Yo-Yo Intermittent recovery test level 2 และปฏิบัติตามรูปแบบ RTE 2 คือ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็น

วิธีที่ 3 โปรแกรม Yo-Yo Intermittent recovery test level 2 และปฏิบัติตามรูปแบบ RTE 3 คือ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น

โปรแกรมการทดสอบ

สัปดาห์ ที่ 1	เสาร์* ทดสอบ	อาทิตย์ ฝึกซ้อม	จันทร์ ฝึกซ้อม	อังคาร* ทดสอบ	พุธ ฝึกซ้อม	พฤหัสบดี ฝึกซ้อม	ศุกร์* ทดสอบ	เสาร์ ฝึกซ้อม
	9.00 น.	16.30- 18.30 น.	16.30- 18.30 น.	9.00 น.	16.30- 18.30 น.	16.30- 18.30 น.	9.00 น.	16.30- 18.30 น.

RTE 1--3* รูปแบบการฟื้นฟูสภาพที่ 1 (recovery type after exercise 1)

รูปแบบการฟื้นฟูสภาพที่ 2 (recovery type after exercise 2)

รูปแบบการฟื้นฟูสภาพที่ 3 (recovery type after exercise 3)

ในการทดสอบครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างต้องทำการทดสอบทั้ง 3 รูปแบบตามลำดับ โดยจะทำการทดสอบแต่ละรูปแบบตามลำดับ คือ ในสัปดาห์ที่ 1 จะทำการทดลองรูปแบบที่ 1 โดยจะทำการทดลองซ้ำทั้ง 2 ครั้งในแต่ละรูปแบบ และเว้นระยะห่างเป็นเวลา 2 วันโดยทำการฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติจนครบ 2 ครั้ง เมื่อครบแล้วให้เริ่มดำเนินการทดลองรูปแบบที่ 2 ให้ปฏิบัติเหมือนกับการทดลองที่ 1

7. ขั้นตอนในการทดลองในแต่ละรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย

7.1 ก่อนการทดลองให้ผู้เข้ารับการทดลองนั่งพักก่อนเป็นเวลา 15 นาที โดยให้นั่งพักเฉย ๆ ไม่ปฏิบัติกิจกรรมใด ๆ ทั้งสิ้น หลังจากครบ 15 นาทีแล้วให้ผู้วิจัยทำการบันทึกอัตราการเต้นของชีพจรขณะพัก RHR (Resting Heart Rate)

7.2 ทำการทดสอบโดยให้ผู้เข้ารับการทดลองปฏิบัติตามโปรแกรมของ Yo-Yo intermittent recovery test level 2

7.3 เมื่อถึงจุดที่เกิด anaerobic threshold จนกลุ่มตัวอย่างหยุดวิ่งหรือทำการวิ่งไม่ไหวแล้ว ผู้วิจัยบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ระยะทางที่วิ่งได้ และหลังจากนั้น 5 นาทีให้ทำการเจาะเลือดที่บริเวณปลายนิ้วชี้ของกลุ่มตัวอย่างทันทีแล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด แล้วทำการบันทึก

7.4 ให้ผู้เข้ารับการทดลองปฏิบัติตามรูปแบบ RTE 1 ที่ผู้วิจัยกำหนด

7.5 เมื่อผู้เข้ารับการทดลองปฏิบัติตามรูปแบบ RTE 1 เสร็จแล้วให้ผู้วิจัยบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจและทำการเจาะเลือดบริเวณที่ปลายนิ้วชี้ แล้วนำไปวิเคราะห์เพื่อหาระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดภายหลังการปฏิบัติตามรูปแบบ RTE 1

8. ในแต่ละรูปแบบให้ทำการทดสอบลักษณะเช่นเดียวกับข้อ 7.1-7.5 โดยแต่ละวิธีทำการทดสอบ 2 ครั้ง ในแต่ละครั้งเว้นระยะห่างจำนวน 2 วันจนครบ 2 ครั้ง เมื่อครบแล้วให้เริ่มดำเนินการทดลองตามรูปแบบ RTE 2 และ RTE 3 ต่อไปตามลำดับ

9. หาผลต่างของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในกระแสเลือดในการออกกำลังกายจนถึงจุด Anaerobic Threshold : AnT (ก่อนเริ่มปฏิบัติตามรูปแบบRTE) กับหลังการปฏิบัติตามรูปแบบ RTE ทั้ง 3 วิธี จำนวน 2 ครั้ง ของการวิจัย

10. หาผลต่างของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate : HR) ขณะออกกำลังกายจนถึงจุด Anaerobic Threshold : AT (ก่อนเริ่มปฏิบัติตามรูปแบบ RTE) กับหลังการปฏิบัติตามรูปแบบ RTE ทั้ง 3 วิธี ทั้ง 3 ครั้ง ของการวิจัยขั้นตอนในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน



ทำการทดลองทั้ง 3 รูปแบบ (เริ่มจากรูปแบบที่ 1, 2, 3)
ตามลำดับ โดยแต่ละรูปแบบทำการฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติ เว้นระยะ 2 วัน
จนครบทั้ง 3 รูปแบบและทำการทดลองซ้ำอีก 1 รอบ

RTE 1

การวิ่งเหยาะและยืดเหยียด
กล้ามเนื้ออยู่กับที่

RTE 2

การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำ
เย็น

RTE 3

การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำ
ร้อนสลับน้ำเย็น

นั่งพัก 15 นาที
บันทึก HR

นั่งพัก 15 นาที
บันทึก HR

นั่งพัก 15 นาที
บันทึก HR



โปรแกรม

Yo-Yo intermittent
recovery test level 2

โปรแกรม

Yo-Yo intermittent
recovery test level 2

โปรแกรม

Yo-Yo intermittent
recovery test level 2



บันทึกค่า HR (1 นาที)
ทำการเจาะเลือด 1 ครั้ง

บันทึกค่า HR (1 นาที)
ทำการเจาะเลือด 1 ครั้ง

บันทึกค่า HR (1 นาที)
ทำการเจาะเลือด 1 ครั้ง



รูปแบบ

RTE 1

การวิ่งเหยาะเป็นเวลา 8 นาที
และยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่
กับที่เป็นเวลา 12 นาที

รูปแบบ

RTE 2

การวิ่งเหยาะเป็นเวลา 8
นาที และการแช่น้ำเย็นเป็น
เวลา 12 นาที

รูปแบบ

RTE 3

การวิ่งเหยาะเป็นเวลา 8
นาที และการแช่น้ำร้อน
สลับน้ำเย็นเป็นเวลา 12

นาที



บันทึกค่า HR(1 นาที) ทำการเจาะเลือด1 ครั้ง	บันทึกค่า HR(1 นาที) ทำการเจาะเลือด1 ครั้ง	บันทึกค่า HR(1 นาที) ทำการเจาะเลือด1 ครั้ง
---	---	---



นำค่าของความเข้มข้นของกรดแลคติกไปวิเคราะห์ทางสถิติ
นำอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อจำกัดในการทำวิจัย

1. ในการวิจัยควรมีการเตรียมถึงในการแช่ตัวของกลุ่มตัวอย่างให้มีปริมาณที่เพียงพอและแต่ละถึงควรมีเทอร์โมมิเตอร์ติดไว้ข้างถึงเพื่อบอกอุณหภูมิของน้ำขณะที่แช่ตลอดเวลา
2. ในการบันทึกข้อมูลระยะทางในการวิ่ง การจับชีพจร และการเจาะเลือดเพื่อหาปริมาณระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกของกลุ่มตัวอย่างต้องมีผู้ช่วยวิจัยหรือเจ้าหน้าที่อย่างเพียงพอในการทดลองเพื่อความแม่นยำซึ่งบางครั้งผู้ช่วยวิจัยไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้
3. ในการทดลองเข้าสู่โปรแกรม Yo-Yo intermittent recovery test level 2 จะต้องมีการฝึกซ้อมก่อนในการออกวิ่งในระยะทางที่กำหนดและฟังสัญญาณเสียงเพื่อความเข้าใจในการทดลองแต่อาจมีกลุ่มตัวอย่างบางคนยังไม่เข้าใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ระดับความเข้มข้นของแลคติกในเลือดขณะพัก ผลต่างของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจก่อนการทดลองและหลังจากได้

ออกกำลังกายถึงจุด Anaerobic Threshold : AnT เมื่อมีการทำให้ร่างกายฟื้นสภาพ 3 รูปแบบ ทั้ง 2 ครั้งของการทดลอง

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจและผลต่างของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดระหว่างการทำให้ร่างกายฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยใช้ค่าสถิติ F-test (One way analysis of variance : ANOVA) ของการทดลอง ทั้ง 2 ครั้ง

3. ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวหากพบว่ามี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยวิธีของบอนเฟร์โรนินี้ (multiple comparisons: Bonferroni)

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนได้ออกกำลังกายโดยใช้โปรแกรมของ Yo-Yo intermittent recovery test level-2 ซึ่งนำมาจากคู่มือทดสอบสมรรถภาพทางกาย ภาคสนาม นักกีฬาฟุตบอลของกองวิทยาศาสตร์การกีฬา ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย โดยใช้ปริมาณของกรดแลคติก อัตราการเต้นของหัวใจ และระยะทางที่นักกีฬาฟุตบอลวิ่งได้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถของนักกีฬาแต่ละคนและหลังจากนั้นให้นักกีฬาแต่ละคนเข้าสู่รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบคือ

1. การวิ่งเหยาะและยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ (jogging and static stretching)
2. การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็น (jogging and cold water immersion)
3. การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น (jogging and hot and cold water immersion)

โดยทำการทดลองรูปแบบละ 2 ครั้ง ในแต่ละครั้งห่างกัน 2 วัน และในแต่ละรูปแบบห่างกันรูปแบบละ 1 สัปดาห์ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการการฟื้นฟูสภาพจากการออกกำลังกาย

ตอนที่ 1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการฟื้นฟูสภาพจากการออกกำลังกาย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนักและส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางกายภาพ	\bar{X}	S.D.	Max	Min
อายุ (ปี)	21.29	1.36	22	19
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	65.76	4.41	75	54
ส่วนสูง (ซม.)	170.44	4.92	180	161

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 21.29 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.36 มีน้ำหนักเฉลี่ย 65.76 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.41 และมีส่วนสูง 170.44 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.92

ตอนที่ 2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของระยะทางการวิ่ง อัตราการเต้นของชีพจรและปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกก่อนและหลังการฟื้นฟูสภาพจากการออกกำลังกาย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของระยะทางการวิ่ง อัตราการเต้นของชีพจรและระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกก่อนและหลังการฟื้นฟูสภาพของกลุ่มตัวอย่าง

รูปแบบการทดลอง	ระยะทาง	อัตราการเต้น ของชีพจร (ก่อน)	อัตราการเต้น ของชีพจร (หลัง)	กรดแลคติก (ก่อน)	กรดแลคติก (หลัง)
	(เมตร)	(ครั้ง / นาที)	(ครั้ง / นาที)	(มิลลิโมล)	(มิลลิโมล)
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
RTE 1					
ครั้งที่ 1 Jogging + Stretching	2125.00	155.00	85.71	8.34	3.78
ครั้งที่ 2 Jogging + Stretching	2206.66	150.42	83.58	8.33	3.75

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รูปแบบการทดลอง	ระยะทาง	อัตราการเต้น ของชีพจร (ก่อน)	อัตราการเต้น ของชีพจร (หลัง)	กรดแลคติก (ก่อน)	กรดแลคติก (หลัง)
	(เมตร)	(ครั้ง / นาที)	(ครั้ง / นาที)	(มิลลิโมล)	(มิลลิโมล)
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
RTE 2					
ครั้งที่ 1 Jogging + Cold water	2264.16	152.63	78.83	8.59	3.01
ครั้งที่ 2 Jogging + Cold water	2324.16	152.63	77.21	8.60	2.89
RTE 3					
ครั้งที่ 1 Jogging + Hot and Cold water	2356.66	151.63	75.92	8.57	2.76
ครั้งที่ 2 Jogging + Hot and Cold water	2370.00	151.88	74.33	8.60	2.74

จากตารางที่ 2 รูปแบบการทดลองที่ 1 กลุ่มตัวอย่างสามารถวิ่งได้ระยะทาง 2125 เมตร และ 2206 เมตร มีชีพจรก่อนฟื้นฟูสภาพ 155 ครั้ง/นาที และ 150.42 ครั้ง/นาที มีชีพจรหลังการฟื้นฟูสภาพ 85.71 ครั้ง/นาที และ 83.58 ครั้ง/นาที มีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกก่อนการฟื้นฟูสภาพ 8.34 มิลลิโมล/ลิตร และ 8.33 มิลลิโมล/ลิตร และมีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกหลังการฟื้นฟูสภาพ 3.78 มิลลิโมล/ลิตร และ 3.75 มิลลิโมล/ลิตร ตามลำดับ

จากรูปแบบการทดลองที่ 2 กลุ่มตัวอย่างสามารถวิ่งได้ระยะทาง 2264.16 เมตรและ 2324.16 เมตร มีชีพจรก่อนฟื้นฟูสภาพ 152.63 ครั้ง/นาที และ 152.63 ครั้ง/นาที

มีชีพจรหลังฟื้นฟูสภาพ 78.83 ครั้ง/นาที และ 77.21 ครั้ง/นาที มีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกก่อนการฟื้นฟูสภาพ 8.59 มิลลิโมล/ลิตร และ 8.60 มิลลิโมล/ลิตร และมีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกหลังการฟื้นฟูสภาพ 3.01 มิลลิโมล/ลิตร และ 2.89 มิลลิโมล/ลิตร ตามลำดับ

จากรูปแบบการทดลองที่ 3 กลุ่มตัวอย่างสามารถวิ่งได้ระยะทาง 2356.66 เมตรและ 2370 เมตร มีชีพจรก่อนฟื้นฟูสภาพ 151.63 ครั้ง/นาที และ 151.88 ครั้ง/นาที

มีชีพจรหลังฟื้นฟูสภาพ 75.92 ครั้ง/นาที และ 74.33 ครั้ง/นาที มีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกก่อนการฟื้นฟูสภาพ 8.57 มิลลิโมล/ลิตร และ 8.60 มิลลิโมล/ลิตร และมีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกหลังการฟื้นฟูสภาพ 2.76 มิลลิโมล/ลิตร และ 2.74 มิลลิโมล/ลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอัตราการเต้นของหัวใจและระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในการทดลองของครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพทั้ง 3 รูปแบบ

Treatments	Responds	Repeat		Mean	SD.	
RTE1	การเต้นหัวใจ (ครั้ง/นาที)	ครั้งที่ 1	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ	155.00	8.63	
			หลังการฟื้นฟูสภาพ	85.71	3.92	
		ครั้งที่ 2	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ	150.42	8.67	
			หลังการฟื้นฟูสภาพ	83.58	3.62	
	กรดแลคติก (มิลลิโมล/ลิตร)	ครั้งที่ 1	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ	8.34	0.79	
			หลังการฟื้นฟูสภาพ	3.78	0.36	
			ครั้งที่ 2	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ	8.33	0.81
				หลังการฟื้นฟูสภาพ	3.75	0.34
		ผลต่าง	ครั้งที่ 1	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	69.29	9.70
				เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	44.70	
			ครั้งที่ 2	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	66.83	8.94
				เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	44.43	
ผลต่าง	ครั้งที่ 1	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	4.57	0.73		
		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	54.43			
	ครั้งที่ 2	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	4.58	0.80		
		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	54.98			

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Treatments	Responds	Repeat		Mean	SD.
RTE2	การเดินหัวใจ (ครั้ง/นาที)	ครั้งที่ 1	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ	152.63	7.45
			หลังการฟื้นฟูสภาพ	78.83	2.78
		ผลต่าง	73.79	7.35	
		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	48.34		
	ครั้งที่ 2	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ	152.63	6.73	
		หลังการฟื้นฟูสภาพ	77.21	3.05	
		ต่าง	75.42	7.54	
		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	49.41		
	กรดแลคติก (มิลลิโมล/ลิตร)	ครั้งที่ 1	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ	8.59	0.80
			หลังการฟื้นฟูสภาพ	3.01	0.36
		ผลต่าง	5.58	0.88	
		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	64.95		
ครั้งที่ 2	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ	8.60	0.87		
	หลังการฟื้นฟูสภาพ	2.89	0.34		
	ผลต่าง	5.71	0.89		
	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	66.39			
RTE3	การเดินหัวใจ (ครั้ง/นาที)	ครั้งที่ 1	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ	151.63	7.25
			หลังการฟื้นฟูสภาพ	75.92	2.73
		ผลต่าง	75.71	8.53	
		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	49.93		
	ครั้งที่ 2	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ	151.88	6.66	
		หลังการฟื้นฟูสภาพ	74.33	3.13	
		ผลต่าง	77.54	7.91	
		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	51.05		

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Treatments	Responds	Repeat	time	Mean	SD.
กรดแลคติก (มิลลิโมล/ลิตร)	ครั้งที่ 1	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ		8.57	1.11
			หลังการฟื้นฟูสภาพ	2.76	0.24
		ผลต่าง		5.81	1.19
			เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	67.79	
	ครั้งที่ 2	ก่อนการฟื้นฟูสภาพ		8.60	0.99
			หลังการฟื้นฟูสภาพ	2.74	0.24
		ผลต่าง		5.86	1.07
			เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	68.13	

จากตารางที่ 3 สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการฟื้นฟูสภาพรูปแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 44.70 ครั้ง/นาที และ 44.43 ครั้ง/นาที ตามลำดับและมีค่าเฉลี่ยของระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกหลังการฟื้นฟูสภาพ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 3.78 มิลลิโมล/ลิตร และ 3.75 มิลลิโมล/ลิตร ตามลำดับ รูปแบบการฟื้นฟูสภาพรูปแบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 48.34 ครั้ง/นาที และ 49.41 ครั้ง/นาที ตามลำดับและมีค่าเฉลี่ยของระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกหลังการฟื้นฟูสภาพ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 3.01 มิลลิโมล/ลิตร และ 2.89 มิลลิโมล/ลิตรตามลำดับ รูปแบบการฟื้นฟูสภาพรูปแบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 49.93 ครั้ง/นาที และ 51.05 ครั้ง/นาที ตามลำดับและมีค่าเฉลี่ยของระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกหลังการฟื้นฟูสภาพ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 2.76 มิลลิโมล/ลิตร และ 2.74 มิลลิโมล/ลิตรตามลำดับ

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพ
ภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) การทดลองครั้งที่ 1

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	2	1143.382	571.691	72.857	0.00*
ภายในกลุ่ม	46	360.951	7.847		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < .01$

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบได้ค่าสถิติ F เท่ากับ 72.857 และระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.01 หมายความว่า มีรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย อย่างน้อย 1 รูปแบบที่ให้อัตราการเต้นของหัวใจ แตกต่างจากรูปแบบอื่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองที่ 1 จำแนกเป็นรายคู่

รูปแบบการฟื้นฟูสภาพ	ค่าเฉลี่ย	RTE 1	RTE 2	RTE 3
		85.71	78.83	75.92
RTE 1 วิ่งเหยาะและ ยืดเหยียด	85.71		6.625*	9.521*
RTE 2 วิ่งเหยาะและ แช่น้ำเย็น	78.83			2.896*
RTE 3 วิ่งเหยาะและแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น	75.92			

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < .01$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า มีรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย อย่างน้อย 1 รูปแบบ ที่ให้อัตราการเต้นของหัวใจ แตกต่างจากรูปแบบอื่น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้สถิติทดสอบของ บอนเฟร์โรนี (multiple comparisons: Bonferroni) พบว่า รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย ทั้ง 3 รูปแบบแตกต่างกันที่

ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทั้งหมด (Sig. = 0.00 < 0.01) สรุปว่าคือ RTE1 แตกต่างกับ RTE2 , RTE1 แตกต่างกับ RTE3 และ RTE2 แตกต่างกับ RTE3 โดยที่อัตราการเต้นของหัวใจของรูปแบบ RTE 3 มีการอัตราการเต้นของหัวใจต่ำที่สุด

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด หลังการทำให้ร่างกายฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) การทดลองครั้งที่ 1

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	2	13.762	6.881	81.137	0.000*
ภายในกลุ่ม	46	3.901	0.085		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < .01$

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด หลังการทำให้ร่างกายฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ ได้ค่าสถิติ F เท่ากับ 81.137 และค่าระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.01 หมายความว่า มีรูปแบบการฟื้นสภาพภายหลังการออกกำลังกาย อย่างน้อย 1 รูปแบบที่ให้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดแตกต่างจากรูปแบบอื่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองที่ 1 จำแนกเป็นรายคู่

รูปแบบการฟื้นฟูสภาพ	RTE 1 RTE 2 RTE 3		
	ค่าเฉลี่ย	3.78	3.01	2.76
RTE 1 วิ่งเหยาะและ ยืดเหยียด	3.78	0.813*	1.010*
RTE 2 วิ่งเหยาะและ แช่น้ำเย็น	3.01		0.198*
RTE 3 วิ่งเหยาะและแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น	2.76		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < .01$

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่ามีรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย อย่างน้อย 1 รูปแบบที่ให้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด แตกต่างจากรูปแบบอื่น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้สถิติทดสอบของ บอนเฟอร์โรนี (multiple comparisons: Bonferroni) พบว่า รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย ทั้ง 3 รูปแบบ แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทั้งหมด (Sig. = 0.00 < 0.01) สรุปก็คือ RTE1 แตกต่างกับ RTE2 และ RTE 3 , RTE1 และ RTE2 แตกต่างกับ RTE3 โดยที่ ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดของรูปแบบ RTE 3 สามารถลดลงได้ดีที่สุด

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) การทดลองครั้งที่ 2

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	2	961.549	480.774	13.767	0.000*
ภายในกลุ่ม	46	1606.451	34.920		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < .01$

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าการเปรียบเทียบผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจก่อนและหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบได้ค่าสถิติ F เท่ากับ 13.767 และค่าระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.01 หมายความว่า มีรูปแบบการฟื้นฟูสภาพ

ภายหลังการออกกำลังกายอย่างน้อย 1 รูปแบบที่ให้ผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจ แตกต่างจากรูปแบบอื่น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองครั้งที่ 2 จำแนกเป็นรายคู่

รูปแบบการฟื้นฟูสภาพ		RTE 1	RTE 2	RTE 3
	ค่าเฉลี่ย	83.58	77.21	74.33
RTE 1	วิ่งเหยาะและยืดเหยียด	83.58	6.542*	8.563*
RTE 2	วิ่งเหยาะและ แช่น้ำเย็น	77.21		2.021
RTE 3	วิ่งเหยาะ และ แช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น	74.33		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < .01$

จากผลการทดสอบในตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า มีวิธีการพักฟื้นอย่างน้อย 1 รูปแบบที่ให้ผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจ แตกต่างจากรูปแบบอื่น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้สถิติทดสอบของ บอนเฟอร์โรนี (multiple comparisons: Bonferroni) พบว่า วิธีการพักฟื้น RTE1 แตกต่างกับ RTE2, ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (Sig. = 0.008 < 0.01) รูปแบบ RTE1 แตกต่างกับ RTE3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (Sig. = 0.001 < 0.01) แต่ RTE2 ไม่แตกต่างกับ RTE3 (Sig. = 0.199 > 0.01) และสามารถสรุปได้ว่าผลต่างของอัตราการเต้นของหัวใจของรูปแบบ RTE 3 สูงที่สุด แสดงว่าอัตราการเต้นของหัวใจลดลงมากที่สุด

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังการทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) การทดลองครั้งที่ 2

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	2	22.219	11.109	32.412	0.000*
ภายในกลุ่ม	46	15.766	0.343		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < .01$

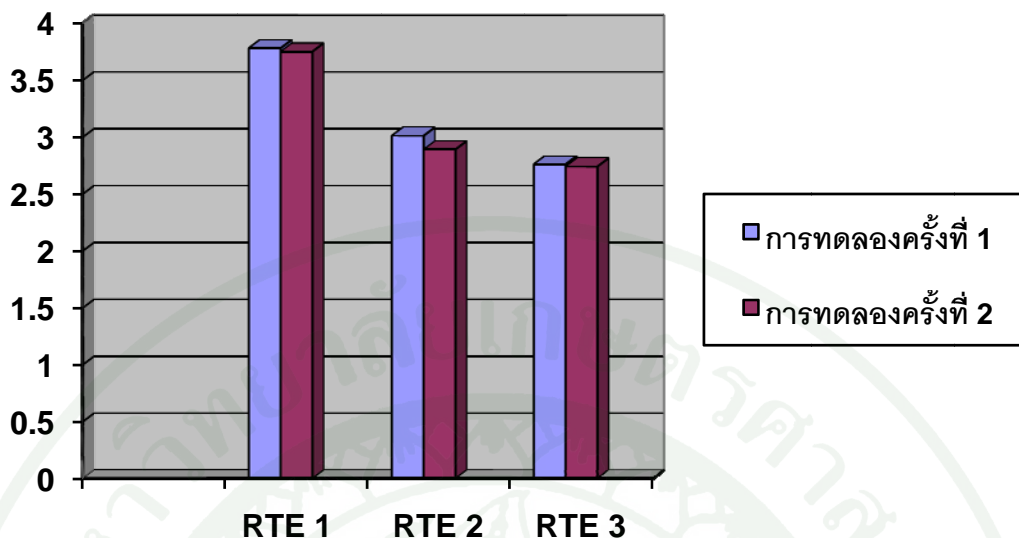
จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าการเปรียบเทียบผลต่างระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดก่อนและหลังการทำร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ ได้ค่าสถิติ F เท่ากับ 32.412 และค่าระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.01 หมายความว่า มีรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย อย่างน้อย 1 รูปแบบ ที่ให้ผลต่างระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดแตกต่างจากรูปแบบอื่น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังการทำร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ (RTE1, RTE2 และ RTE3) ของการทดลองครั้งที่ 2 จำแนกเป็นรายคู่

รูปแบบการฟื้นฟูสภาพ	RTE 1 RTE 2 RTE 3		
	ค่าเฉลี่ย	3.75	2.89	2.74
RTE 1 วิ่งเหยาะและซิทเหยียด	3.75	1.071*	1.262*
RTE 2 วิ่งเหยาะและแช่น้ำเย็น	2.89		0.192
RTE 3 วิ่งเหยาะและ แช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น	2.74		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < .01$

จากผลการทดสอบในตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า มีรูปแบบการพักฟื้นอย่างน้อย 1 รูปแบบ ที่ให้ผลต่างระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด แตกต่างจากรูปแบบอื่น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้สถิติทดสอบของ บอนเฟอร์โรนี (multiple comparisons: Bonferroni) พบว่า รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย ทั้ง 3 รูปแบบ แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทั้งหมด (Sig. = 0.00 < 0.01) สรุปก็คือ RTE1 แตกต่างกับ RTE2 , RTE1 และ RTE3 และ RTE2 แตกต่างกับ RTE3 และสามารถสรุปได้ว่าผลต่างของกรดแลคติกในเลือด ของรูปแบบ RTE 3 สูงที่สุด แสดงว่าระดับความเข้มข้นกรดแลคติกในเลือด ลดลงมากที่สุด

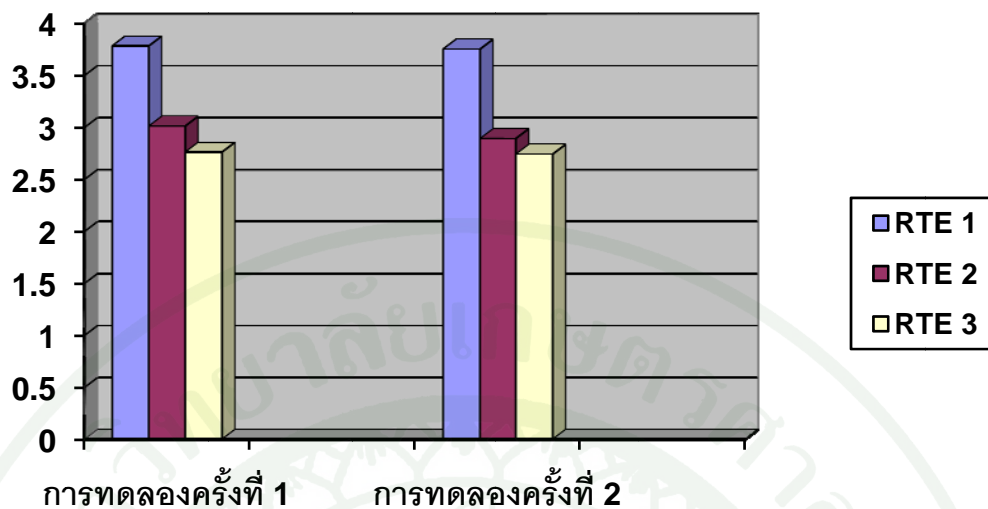


ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยระดับกรดคลอริกในเลือดที่ลดลง (มิลลิโมล / ลิตร) ภายหลังจากออกกำลังกายแล้วเข้าสู่รูปแบบการฟื้นฟูสภาพในแต่ละรูปแบบ คือ การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น จากการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

RTE 1 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 1 การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่

RTE 2 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 2 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็น

RTE 3 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 3 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น

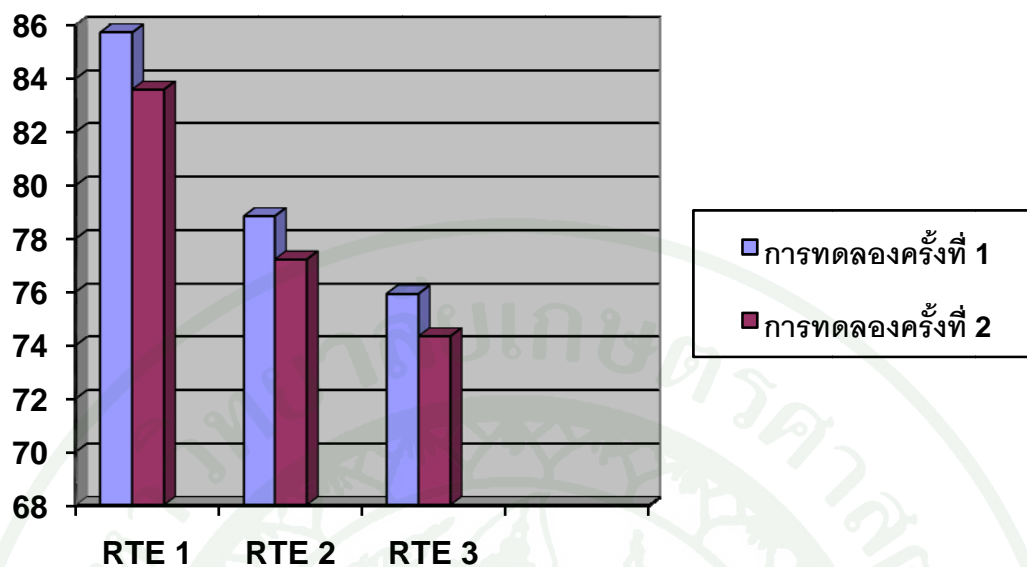


ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยระดับกรดเลคติกในเลือดที่ลดลง (มิลลิโมล / ลิตร) ภายหลังจากออกกำลังกายแล้วเข้าสู่รูปแบบการฟื้นฟูสภาพในแต่ละรูปแบบ คือ การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็นของการทดลองทั้ง 2 ครั้ง

RTE 1 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 1 การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่

RTE 2 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 2 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็น

RTE 3 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 3 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น

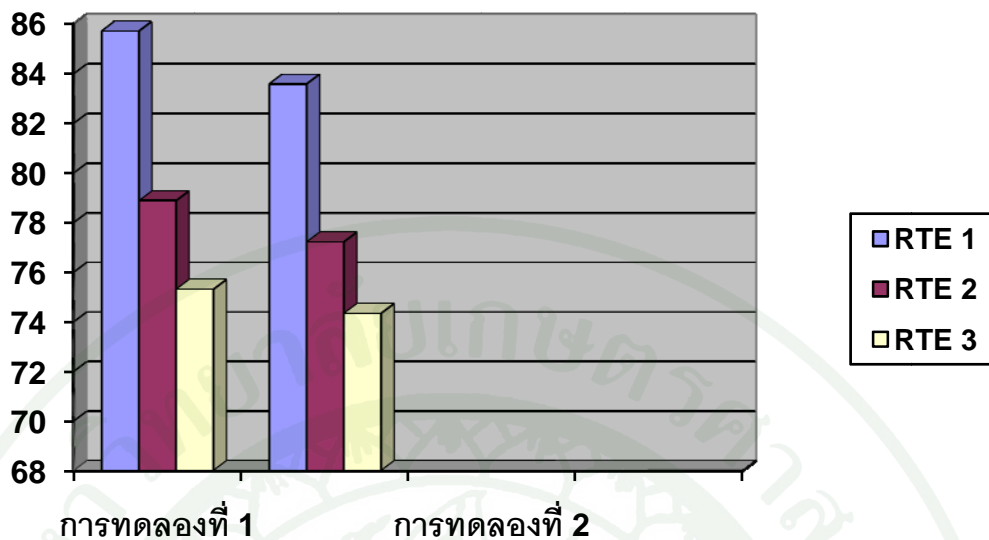


ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลง (ครั้ง/นาที) ภายหลังจากออกกำลังกายแล้วเข้าสู่รูปแบบการฟื้นฟูสภาพในแต่ละรูปแบบ คือ การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น จากการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

RTE 1 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 1 การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่

RTE 2 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 2 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็น

RTE 3 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 3 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น



ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลง (ครั้ง/นาที) ภายหลังจากออกกำลังกายแล้วเข้าสู่รูปแบบการฟื้นฟูสภาพในแต่ละรูปแบบ คือการวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น จากการทดลองทั้ง 2 ครั้ง

RTE 1 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 1 การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่

RTE 2 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 2 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็น

RTE 3 รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากออกกำลังกายแบบที่ 3 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาทดสอบหาค่าระดับของ Anaerobic Threshold โดยใช้โปรแกรมของ Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level-2 หลังจากนั้นเข้าสู่รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ คือ การวิ่งเหยาะๆ และยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น โดยทำการทดลองรูปแบบละ 2 ครั้งในแต่ละครั้งห่างกัน 2 วัน และในแต่ละรูปแบบห่างกันรูปแบบละ 1 สัปดาห์ โดยใช้ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก อัตราการเต้นของหัวใจ เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย

ในการวิจัยครั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังเข้าสู่รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 3 รูปแบบคือ การวิ่งเหยาะและยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น มีค่าลดลงทั้ง 3 รูปแบบ (ดังตารางที่ 2 หน้าที่ 76) แสดงว่ารูปแบบ 3 รูปแบบสามารถช่วยให้ร่างกายมีการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายได้เร็วขึ้นและเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังการทำร่างกายฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบจาก (ดังตารางที่ 5 หน้าที่ 81) พบว่ามีรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายอย่างน้อย 1 วิธีทำให้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดแตกต่างจากรูปแบบอื่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบพบว่ารูปแบบที่ 3 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็นสามารถทำให้ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงมากที่สุดรองลงมาเป็นรูปแบบที่ 2 วิ่งเหยาะและแช่น้ำเย็นและรูปแบบที่ 1 วิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่ตามลำดับ

จากการวิจัยในรูปแบบที่ 3 นั้นเมื่อกลุ่มทดลองทำการวิ่งเหยาะเป็นเวลา 8 นาทีแล้วจะเป็นการแช่น้ำร้อนและน้ำเย็นสลับกันโดยอาศัยหลักของ contrast water therapy ซึ่งสามารถช่วยในการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังที่ Michael (2008) กล่าวไว้ว่า การประยุกต์โดยใช้ความร้อนและความเย็นสลับกันนั้นจะช่วยให้การฟื้นตัวจะทำได้รวดเร็วและช่วยลดการอักเสบและขยายตัวหลอดเลือดไปกระตุ้นประสาทส่วนกลางของร่างกาย นอกจากนี้ยังไปช่วยเพิ่มขบวนการระบบเมแทบอลิซึม และ Elizabeth (2010) ยังกล่าวอีกว่าการใช้น้ำร้อนและน้ำเย็นสลับกันทำให้หลอดเลือดเกิดการหดและขยายตัวเป็นการเคลื่อนที่ของกรดแลคติกออกมา

จากกล้ามเนื้อไปสู่กระแสเลือดและมีการแลกเปลี่ยนของกรดแลคติกและออกซิเจนบริเวณเนื้อเยื่อ โดยใช้ความร้อนของน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 35-37 องศาเซลเซียสและน้ำเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 10-16 องศาเซลเซียสซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Coffey, V., Leveritt, M., and Gill, N (2004) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบรูปแบบโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือ การนั่งพักเฉยๆ (passive recovery) การเคลื่อนไหวเบาๆ (active recovery) และการแช่น้ำอุ่นสลับน้ำเย็น (contrast temperature water immersion) ซึ่งผลปรากฏว่าการเคลื่อนไหวเบาๆ (active recovery) และการฟื้นฟูสภาพแบบการแช่น้ำอุ่นสลับน้ำเย็นสามารถลดปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกได้ดีกว่าการนั่งพักเฉยๆ (passive recovery) เพราะฉะนั้นจากการวิจัยจะเห็นได้ว่ารูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายรูปแบบที่ 3 จะสามารถส่งผลให้มีการเคลื่อนย้ายปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกมากที่สุด

ในส่วนของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายในรูปแบบที่ 2 นั้นคือ เมื่อกลุ่มทดลองทำการวิ่งเหยาะเป็นเวลา 5-8 นาทีแล้วทำการแช่น้ำเย็นนั้นก็ช่วยลดระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกได้รองมาจากรูปแบบที่ 3 จากการทดลองทั้ง 2 ครั้ง (ตารางที่ 7 หน้า 83, ตารางที่ 11 หน้า 85 และ ภาพที่ 13 หน้า 87) ทั้งเป็นผลมาจากการแช่น้ำเย็นนั้นจะช่วยให้อุณหภูมิภายในร่างกายลดลงซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงแช่ในถังน้ำที่อุณหภูมิ 10-16 องศาเซลเซียส ซึ่งความเย็นจะช่วยลดอาการบาดเจ็บและอักเสบบริเวณเนื้อเยื่อได้ ดังที่ Michael (2008) กล่าวว่าไว้ว่าการใช้ความเย็นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักกีฬาภายหลังการแข่งขัน เพราะความเย็นจะช่วยลดการบาดเจ็บและช่วยเพิ่มการไหลเวียนของหลอดเลือดและลดอาการบวมได้ ซึ่งสอดคล้องกับ (Friend, 2010) ที่กล่าวว่าในการใช้ความเย็นนั้นจะทำให้หลอดเลือดมีการหดตัวและเลือดจะถูกระบายออกจากกล้ามเนื้อซึ่งเป็นการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่ค้างค้างอยู่ออกโดยที่มีเลือดใหม่เข้ามาแทนที่และนำออกซิเจนเข้าไปไหลกลับเข้าไปภายในกล้ามเนื้อเกิดการแลกเปลี่ยนกัน และยังสอดคล้องกับ Fatimah (2010) ที่ได้ทำการศึกษาไว้ว่า การแช่น้ำเย็นหลังจากการออกกำลังกายนั้นจะช่วยลดอาการบาดเจ็บและการเมื่อยล้าบริเวณกล้ามเนื้อในการแช่น้ำเย็นนั้นจะใช้ระยะเวลาในการแช่ประมาณ 5-10 นาที ดังนั้นรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายรูปแบบที่ 2 จะสามารถช่วยลดปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกได้อีกรูปแบบหนึ่ง

ในส่วนของการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายในรูปแบบที่ 1 คือ เมื่อก่อนกลุ่มทดลองทำการวิ่งเหยาะเป็นเวลา 5-8 นาทีแล้วทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถช่วยลดระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกได้แต่รองลงมาจากรูปแบบที่ 2 และ 3

ตามลำดับจากการทดลองทั้ง 2 ครั้ง ดังที่ เจริญ กระบวนรัตน์ (2552) กล่าวไว้ว่า การคลายอุณหภูมิกายด้วยการเคลื่อนไหวเบาๆ จนกระทั่งอัตราการเต้นของหัวใจปรับลดลงสู่สภาวะใกล้เคียงปกติเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยฟื้นฟูสภาพร่างกายให้กับผู้ออกกำลังกายและนักกีฬาเป็นอย่างดีและช่วยระบายกรดแลคติกได้ดีกว่าให้นักกีฬานั่งพักหรือนอนพัก ซึ่งสอดคล้องกับ Mc Ardill *et al.* (2006) ได้กล่าวไว้ว่า ในขั้นตอนสำหรับการฟื้นฟูสภาพที่รวดเร็วจากการออกกำลังกายนั้น สิ่งที่เราพบเห็นกันอยู่คือ รูปแบบการฟื้นฟูสภาพแบบมีการเคลื่อนไหวและการพักแบบหยุดนิ่ง ในรูปแบบของ active recovery คือ การฟื้นฟูสภาพภายหลังจากการออกกำลังกายแบบมีการเคลื่อนไหวหรือการคลุดาวน เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีระดับความหนักที่เบาๆ (light exercise) ที่จะต้องปฏิบัติทันทีหลังจากการฝึกหรือการแข่งขัน อาทิเช่น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งนี้ยังสอดคล้องกับ Foss and Keteyian (1998) ที่กล่าวไว้ว่า การขจัดของกรดแลคติกจะสามารถถูกขจัดได้ทั้งส่วนที่อยู่ในกระแสเลือดและกล้ามเนื้อ เมื่อไรที่เรามีการออกกำลังกายเบาๆ (light exercise) คือปฏิบัติในช่วงร่างกายทำการฟื้นฟูสภาพ และ Fox and Mathews (1981) ได้กล่าวไว้ว่าการออกกำลังกายเบาๆ ในระยะฟื้นตัว (light exercise recovery) ใช้เวลาในการฟื้นตัว 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมงถ้าใช้การพักผ่อนในระยะฟื้นตัวจะใช้เวลาในการฟื้นตัวนาน 1 ชั่วโมงถึง 2 ชั่วโมง การออกกำลังกายเบาๆ ในระยะฟื้นตัวช่วยให้การเคลื่อนย้ายของกรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อและเลือดได้เร็วกว่าการพักเฉยๆ

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่ารูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังจากการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบคือการวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็น และการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็นพบว่าทั้ง 3 รูปแบบสามารถทำให้ปริมาณระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงได้ภายหลังจากการออกกำลังกาย โดยที่รูปแบบที่ 3 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็นสามารถทำให้ปริมาณระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 3 รูปแบบและรองลงมาจะเป็นรูปแบบที่ 2 การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและรูปแบบที่ 1 การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ตามลำดับ ดังนั้นผู้ที่นำผลของการวิจัยไปใช้ก็สามารถเลือกใช้ได้โดยพิจารณาถึงความพร้อมที่สามารถทำได้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาผลของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ คือ การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับแช่น้ำเย็นที่มีผลต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอลกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 24 คน เป็นนิสิตชายของชมรมฟุตบอลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อายุระหว่าง 19-22 ปี ประจำปีการศึกษา 2552 โดยได้มาจากการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี มีสมรรถภาพร่างกายที่สมบูรณ์ ไม่มีโรคประจำตัว โดยมีน้ำหนักและส่วนสูงที่ใกล้เคียงกันโดยทำการทดลองซ้ำรูปแบบละ 2 ครั้ง ใช้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลงเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการฟื้นตัวหลังจากการออกกำลังกายโดยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอลภายหลังการออกกำลังกายโดยใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพ 3 รูปแบบ คือ การวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับแช่น้ำเย็นแตกต่างกัน
2. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดที่ลดลงภายหลังการออกกำลังกายโดยใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพโดยการวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่มีค่าเฉลี่ยลดลงน้อยที่สุด รองลงมา คือ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับแช่น้ำเย็นมีค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดลดลงมากที่สุด
3. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลงภายหลังการออกกำลังกายโดยใช้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพโดยการวิ่งเหยาะและการยืดเหยียดอยู่กับที่มีค่าเฉลี่ยลดลงน้อยที่สุด รองลงมา

คือ การวิ่งเหยาะและการแช่น้ำเย็นและการวิ่งเหยาะและการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็นมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจลดลงมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบสามารถทำให้ระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงโดยรูปแบบโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพรูปแบบที่ 3 คือ วิ่งเหยาะๆ และการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็นจะทำให้ระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงดีที่สุดแต่ในการนำรูปแบบที่ 3 ไปใช้จะต้องมีการเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมเพื่อความสะดวก อาทิเช่น ถังแช่ตัว น้ำอุ่น น้ำเย็น ให้เพียงพอและให้มีอุณหภูมิของน้ำตามที่กำหนดแต่ในกรณีที่เร่งด่วนและไม่มีอุปกรณ์ไม่เพียงพอก็สามารถใช้รูปแบบที่ 1 ได้เหมือนกันนั่นคือการวิ่งเหยาะๆกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อซึ่งก็สามารถลดระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจได้

2. รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบเหมาะสำหรับนำไปใช้หลังการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาฟุตบอลชายหรือหญิงที่มีระดับอายุที่แตกต่างกัน
2. ควรมีการศึกษาในรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายควบคู่ไปกับการบริโภคสารอาหารภายหลังการออกกำลังกาย
3. ควรมีการศึกษาในกีฬาชนิดอื่น อาทิ เช่น กรีฑา วายน้ำ วอลเลย์บอล เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- เจริญ กระบวนรัตน์. 2544. เอกสารการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การฝึกกล้ามเนื้อด้วยการยกน้ำหนัก. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา, คณะศึกษาศาสตร์.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจริญ กระบวนรัตน์. 2552. การฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ. ภาควิชาพลศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์. 2536. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ชรรวมผลการพิมพ์.
- นฤมล ลีลาวัฒน์. 2553. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประทุม ม่วงมี. 2537. รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา. กรุงเทพฯ: บุรพาสาน.
- ประโยค สุทธิสง่า. 2541. แบบทดสอบมาตรฐานทักษะฟุตบอล. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- พีระพงษ์ บุญศิริ. 2538. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย วิทยาศาสตร์การกีฬา. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์.
- มานพ โลหิตโยธิน. 2539. ผลของความเย็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วันดี ขาวโอด. 2542. การเปรียบเทียบระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายโดยวิธีการดื่มน้ำธรรมดา กับเครื่องดื่มเกลือแร่. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริพร ทองศิริ. 2530. อัตราชีพจรและปริมาณเลือดที่ไหลเวียนในช่องปอดโดยวิธีพักเฉยๆ กับ การพักแบบไม่หยุดนิ่ง. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สนธยา สีละมาด. 2547. หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนันต์ อัดชู. 2538. หลักการฝึกกีฬา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

อนูรัต มีเพชร. 2539. ผลของการนวดแบบลึกที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกและการฟื้นฟู. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำพร ศรียากษ์. 2544. ผลของการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการชวบน้ำที่มีต่อ ระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

American College of sports and medicine. 2000. **Guideline for Exercise Testing and Prescription.** 6th ed. William and Wilkins, Baltimor.

Astrand, P.O. and K. Rodahl. 1986. **Textbook of Physiological Base of Exercise.** 3rd ed. McGraw – Hill Companies, Inc., Singapore.

Bowers R.W. and E.L. Fox. 1992. **Sports Physiology.** 3rd ed. Wm. C. Brown Publishers, United States of America.

Brett. S . 2012. **Contrast Bath in Physical Therapy** (Online).

<http://physicaltherapy.about.com/od/typesofphysicaltherapy/a/Contrast-Bath.htm>.

June 5, 2013

- Brock, B. 2014. **Active Recovery during Training** (Online).
http://www.bourgase.com/?page_id=390. January 12, 2014
- Bruce, L. 2000. “The Role of Skeletal Muscle in Lactate Exchange During Exercise : Introduction”. **Medicine & Science in sports & Exercise**. 32: 753-755.
- Calder, A. 1996. **Smart sport the ultimate reference manual for sports people**. RWM Publishing Ltd. PO.BOX 1, Chapman ACT 2611, Australian.
- Dalgleish, J. 2001. **The Health & Fitness Handbook**. Licensing Agency Ltd., United Kingdom.
- Darren, P. 2011. **Yo-Yo Intermittent and Endurance Testing** (Online).
<http://www.professionalsoccercoaching.com/aerobic-fitness-science/yo-yo-intermittent-and-endurance-testing>. May 3, 2013.
- Darryl, J.C. 2004. “Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review”.
Physical Therapy in Sport. 5(1): 26-32.
- Edwards, P. 1997. **Football Fitness & Skills**. Hamlyn Limited, London.
- Elizabeth, Q. 2010. **After exercise 10 Ways to Recover Quickly After Exercise** (Online).
http://search.about.com/fullsearch.htm?terms=sportmedicine&IAM=URL_sportmedicin.
 July 10, 2010
- Elizabeth, Q. 2014. **Active Recovery** (Online).
<http://sportsmedicine.about.com/od/tipsandtricks/a/activercovery.htm> April 30, 2014

Fatimah, L. 2010. **Post exercise ice water immersion: Is it a form of active recovery?**

J Emerg Trauma Shock (Online).

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2938508/> 2010 Jul-Sep; 3(3): 302.

Foss, M.L. and S.J. Keteyian. 1998. **Fox's Physiological Basis for Exercise and Sport.**

McGraw-Hill Companies, Inc., United States of America.

Friendm, F. 2010 . **Recovery** (Online). <http://www.ffnetwork.co.uk/fitnessfacts/recovery.php>.

July 15,2010

Hamlin, M.J. 2007. "The effect of contrast temperature water therapy on repeated sprint performance". **Journal of Science and Medicine in Sport.** 10(6): 398–402

Hannie, P.Q. 1994. **The effects of active recovery on force production blood lactate, and work performed – during Bench press exercise.** Master Abstracts International

(Online). <http://sportstrainingblog.com/category/sport-general>. July 11,2010

Ingio, M. 2010. **Assessment of match fitness in team sports through the Yo-Yo Intermittent**

(Online). <http://www.inigomujika.com/en/2010/09/assessment-of-match-fitness-in-team-sports-through-the-yo-yo-intermittent-recovery-test-i/1067#.U5MrgMuKDmI>.

May 23, 2014

Kohandel, M. and Mehdi K. 2005. **Comparing three types of recovery programs on removal of lactate after an intensive exercise.** Master Abstracts International.

Lu, S. 1992. **The effects if active and passive recovery on blood lactate concentration and exercise performance in cycling test.** Master Abstracts International.

Mackenzie, B. 1997. **Warm – up and Cool – down** (Online).

<http://www.brianmac.demon.co.uk>. July 22, 2009

Maloney, S. 2012. **Cool down, Why Bother?** (Online).

<http://www.maloneyperformance.com/Blog/?p=958>. November 30, 2012.

Maughan, R., M. Gleeson and P.L. Greenhaff. 1997. **Biochemistry of Exercise & Training**.

The United States by Oxford University Press Inc., New York.

Max, A.B., J.R. Harold, S. Bryont, H. Stone, A. Mitchell and T. Travis. 1998. "Effect of weight training exercise and Treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption". **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 18: 518-521.

McArdll, W.D., F.I. Katch and V.L. Katch. 2006. **Essentials of Exercise Physiology**. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Michael, C.R. 2004. **Recovery in Football** (Online).

<http://www.footballscience.net/home/about/>. February 14,2014

Michael, B. 2008. **Athletic Recovery from Training and Competition** (Online).

<http://scholar.google.co.th/scholar?q=Michael>. June 5,2013

Plowman, .S.A., L.S. Denise. 2003. **Exercise Physiology for Health Fitness, and Performance**. 2nd ed. Benjamin Cammings. United States of America.

Plowman, S.A. and D.L. Smith. 1998. **Exercise physiology for health Fitness, and Performance**. Allyn and Bacon A Vidcom Company, Sydney.

Powers, S.K. and E.T. Howley. 2006. **Exercise Physiology Theory and Application to Fitness and Performance**. 6th ed: McGraw – Hill Companies, Inc., United States of America.

Reilly, T.J., P.A. Clarys and A. Stibbc. 1993. **Football II**. E & FN Spon, London.

Socha, T.L. 1992. **The effects of active and passive recovery on lactate concentration and exercise performance following intermittent exercise.** Master Abstracts International.

Stephen, P.M. Priscilla and L. Joohyung. 2000. "Activity and immobilization after eccentric exercise : I Recovery of muscle function". **Medicine & Science in Sports & Exercise** 32: 1,587-1,592.

Tiidus, P., M. and J.K. Shoemaker. 1995. "Effects massage, muscle blood flow and long-term post-exercise strength recovery". **International Journal Sports Medicine** 16 (1995): 478-483.

William, D.M.,K.I.Frank and .V.L. Katch. 2006. **Essentials of Exercise Physiology.** Lippincott William. Philadelphia.

Wilmore, J.H. and D.L. Costill. 1994. **Physiology of Sport and Exercise.** Human Kinetics, Champaign IL, New York.

_____. 2008. **Physiology of Sport and Exercise.** Human Kinetics, Champaign IL, New York.

Wilmore, J.H., D.L. Costill and W.L. Kenney. 2008. **Physiology of Sport and Exercise.** 4th ed. Human Kinetics, Champaign, IL, New York.



ภาคผนวก



รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล โดยมี รายนามดังนี้

1. รศ.ดร. วิจิต คณิงสุขเกษม
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ดร. จุฑา ดิงศภัทย์
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. รศ.ดร. พันธุ์วิภา ขวัญบูรณาจันทร์
คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. รศ. เจริญ กระบวนรัตน์
ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. ผศ. พีระ มาลีหอม
ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. ผศ.ดร. เฉลิม ชัยวัชรภรณ์
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข
แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ชื่อ นายโกวิท ชังพุก
สถาบัน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่อยู่ ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 081-9890422, 02-5797149 ต่อ 419

Recovery after exercise Questionnaire

ครั้งที่ 1

ผลของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้น
ของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล
Effect of Recovery after Exercise Type Upon Lactic Acid Concentration
Level and Heart Rate in Soccer Players.

Delphi Questionnaire ครั้งที่ 1 เป็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการเลือกกิจกรรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล โดยผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้ารวบรวมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย จำนวน 10 วิธี ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวสามารถนำไปใช้กับนักกีฬาฟุตบอลหรือกีฬาประเภทอื่นๆ ที่มีลักษณะรูปแบบการเล่นหรือรูปแบบการฝึกที่คล้ายคลึงกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยขอความกรุณาให้ท่านผู้เชี่ยวชาญช่วยพิจารณาเรียงลำดับความสำคัญของกิจกรรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย 10 วิธี (ดังแบบฟอร์มที่แนบมาด้านหลัง) จะเป็นพระคุณอย่างยิ่ง ถ้ามีข้อเสนอแนะกิจกรรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายมานอกเหนือจาก 10 วิธีข้างต้น หรือข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อผู้วิจัยจะได้นำข้อมูลดังกล่าวไปสร้างโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายในนักกีฬาฟุตบอลต่อไป

แบบสอบถามจะแบ่งเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวผู้ทรงคุณวุฒิ

ตอนที่ 2 การจัดเรียงลำดับความสำคัญของกิจกรรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

(นายโกวิท ชังพุก)

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาพลศึกษา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง

ผลของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้น
ของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล

ตอนที่ 1 ประวัติผู้ทรงคุณวุฒิ/ข้อมูลส่วนตัว

1. ชื่อ (นาย/นาง/น.ส.)..... นามสกุล..... อายุ.....ปี

อาชีพปัจจุบัน นักวิชาการ ผู้ฝึกสอน ผู้ช่วยผู้ฝึกสอน

นักกีฬา อื่นๆ.....

สถานที่ทำงาน.....

สถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก.....

โทรศัพท์.....

2. วุฒิสถที่สุดทางการศึกษา

ปริญญาตรี สาขา..... จบการศึกษจาก.....

ปริญญาโท สาขา..... จบการศึกษจาก.....

ปริญญาเอก สาขา..... จบการศึกษจาก.....

อื่นๆ.....

3. ประสบการณ์เกี่ยวกับการกีฬา เช่น

1. เป็นผู้ฝึกสอน ระยะเวลา.....ปี

2. ผู้เล่น (นักกีฬา) ระยะเวลา.....ปี

3. ผู้ให้การอบรม (เป็นวิทยากร) ระยะเวลา.....ปี

4. ระยะเวลา.....ปี

5. ระยะเวลา.....ปี

6. ระยะเวลา.....ปี

อื่นๆ.....

.....

.....

ตอนที่ 2 การเรียงลำดับความสำคัญของกิจกรรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล

คำชี้แจง โปรดใส่หมายเลข 1 ถึงหมายเลข 10 ลงในช่องลำดับที่ โดยให้ท่านเรียงลำดับความสำคัญของกิจกรรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่ท่านคิดว่าสามารถนำไปใช้กับนักกีฬาฟุตบอลได้ที่มีความสำคัญมากที่สุดจนถึงกิจกรรมที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

โดยให้ใส่หมายเลข 1 หมายถึง กิจกรรมที่มีความสำคัญอันดับที่ 1

ใส่หมายเลข 2 หมายถึง กิจกรรมที่มีความสำคัญอันดับที่ 2

ใส่หมายเลข 3 หมายถึง กิจกรรมที่มีความสำคัญอันดับที่ 3

ทั้งนี้ท่านอาจจะเสนอกิจกรรมการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายด้วยวิธีอื่นๆ ได้ เพื่อผู้วิจัยจะได้นำไปประกอบในการทำวิจัยเพื่อจัดรูปแบบการฟื้นฟูสภาพต่อไป

ใส่หมายเลข (1-10)

ตัวอย่าง

ชื่อ	วิธีการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย	ลำดับที่	วิธีปฏิบัติ	ข้อเสนอแนะ
1	Static Stretching	3	....................	....................
2	Dynamic Stretching	1	....................	....................
3	Passive Stretching	2	....................	....................
10	Sauna	4	....................	....................

จากตาราง

แสดงว่า วิธีการฟื้นฟูสภาพที่สำคัญอันดับที่ 1 คือ Dynamic Stretching

วิธีการฟื้นฟูสภาพที่สำคัญอันดับที่ 2 คือ Passive Stretching

วิธีการฟื้นฟูสภาพที่สำคัญอันดับที่ 3 คือ Static Stretching เป็นต้น

วิธีการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย	ลำดับที่	วิธีการปฏิบัติ	ข้อเสนอแนะ
3. Passive Stretching (การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบใช้แรงภายนอกมากระทำ) ระยะเวลา 15 นาที		ในการปฏิบัติในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในรูปแบบนี้อาจจะใช้ผู้ช่วยมาใช้ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ หรือใช้อุปกรณ์พิเศษ อาจจะเป็นยางยืดเพื่อใช้ในการเคลื่อนไหวในการทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มระยะเวลาเคลื่อนไหวของข้อต่อ	...................................
4. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ PNF) ระยะเวลา 15 นาที		เป็นเทคนิคที่ใช้บุคคล 2 คน คือ ตัวเรา และผู้ช่วยของเรา ช่วยในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยให้กลุ่มของเราเป็นผู้ช่วยกระทำในการเพิ่มระยะมุมของการเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืดเหยียด และตัวเราออกแรงต้านในทิศทางตรงกันข้ามเกร็งค้างไว้โดยใช้หลักของการหดตัวและคลายตัวของกลุ่มกล้ามเนื้อตรงกันข้ามที่ตัวเราต้องการยืดเหยียด	............................................................
5. Jogging (การวิ่งแบบเหยาะๆ) ระยะเวลา 10 นาที		เป็นการวิ่งเหยาะแบบเบาๆ (light exercise) ไปตามระยะทางหรือพื้นที่ที่ผู้วิจัยกำหนด โดยกำหนดให้วิ่งด้วยความหนักด้วยอัตราการเต้นของชีพจรให้อยู่ระหว่าง 35-54% ของชีพจรสูงสุดของผู้วิ่ง ภายในระยะเวลา 5-8 นาที	..... ..... ..... ..... ..... ..... .....

วิธีการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย	ลำดับที่	วิธีการปฏิบัติ	ข้อเสนอแนะ
6. Walking (การเดิน) ระยะเวลา 10 นาที		เป็นการเดินออกกำลังกายแบบเบาๆ (light exercise) ไปตามระยะทางหรือพื้นที่ที่ผู้วิจัยกำหนด โดยกำหนดให้เดินด้วยความหนักของอัตราการเต้นของชีพจรในช่วงที่น้อยกว่า 35% ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุดภายในระยะเวลา 5-8 นาที	..... ..... ..... ..... ..... .....
7. Hot/Cold (การใช้ผ้าร้อนและผ้าเย็นเช็ดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย) ระยะเวลา 15 นาที		เป็นการใช้ผ้าขนหนูเช็ดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย คือ ศรีษะ ลำคอ ตัว และแขนขา ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยเช็ดจากบริเวณส่วนปลายอวัยวะเข้าสู่หัวใจ โดยกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำเย็นอยู่ระหว่าง 10-16 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำร้อนอยู่ระหว่าง 35-37 องศาเซลเซียส แล้วผู้วิจัยทำการเช็ดตัวสลับกัน	..................................................
8. Just Cold (การใช้ผ้าเช็ดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย) ระยะเวลา 10 นาที		เป็นการใช้ผ้าขนหนูเช็ดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย คือ ศรีษะ คอ ลำตัว และแขนขา ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยเช็ดจากบริเวณส่วนปลายอวัยวะเข้าสู่หัวใจ โดยกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำเย็นอยู่ระหว่าง 10-16 องศาเซลเซียส	........................................

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

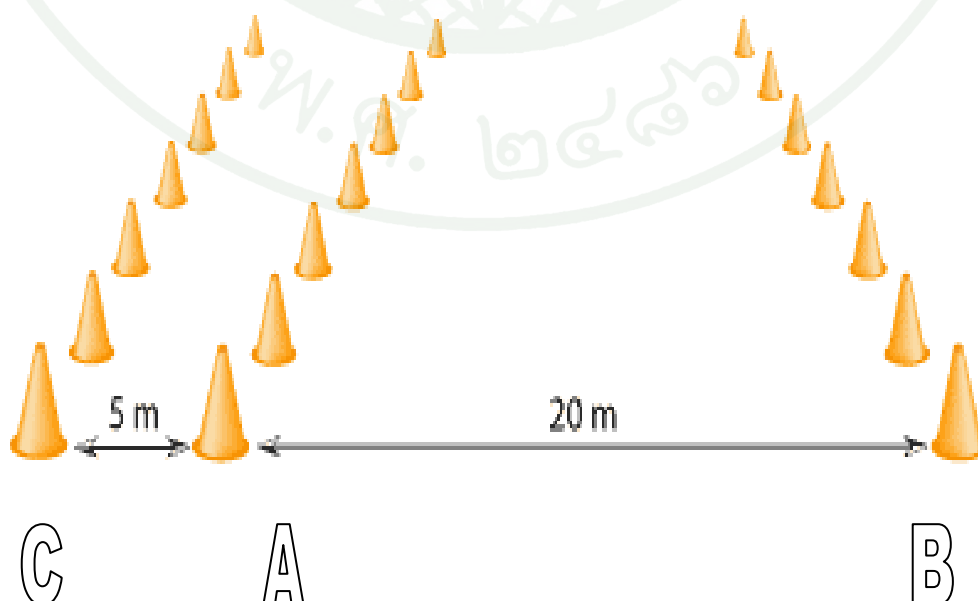
.....

ลงชื่อ

()

การออกกำลังกาย คือ เป็นวิธีการที่ให้ผู้ทดลองปฏิบัติตามโปรแกรมของการวิ่งเพิ่มระยะทาง (Yo-yo Intermitten Endurance Test –Level 2) เพื่อบ่งชี้ถึงระดับความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดในการนำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายโดยเมื่อได้ยินสัญญาณดังขึ้นให้นักกีฬาวิ่งจากจุดเริ่มต้น(จุด A) ไปยัง (จุด B) ก่อนสัญญาณจะดังขึ้นแล้ววิ่งกลับมายังจุดเริ่มต้น (จุด A) ก่อนที่สัญญาณจะดังขึ้นอีกครั้งหนึ่งหลังจากนั้นให้ผู้ทดลองทุกคนวิ่งช้าๆไปอ้อม (จุด C) เพื่อเป็นการพักในระยะ 5 เมตร ที่กำหนดไว้ให้โดยให้พัก 5 วินาทีเมื่อมีสัญญาณดังขึ้นให้ผู้ทดลองวิ่งไปตามระยะทางที่กำหนด 20 เมตร จนกว่าผู้ทดลองไม่สามารถที่จะวิ่งทันตามสัญญาณที่ดังขึ้น 2 ครั้งโดยให้บันทึกระยะทางที่วิ่งได้

• **diagram:**





ภาคผนวก ค
Content validity

รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด
และอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล

*Recovery after Exercise Type Upon Lactic Acid Concentration Level and Heart Rate in
Soccer Players.*

คำชี้แจง สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

เพื่อให้รูปแบบการฟื้นฟูสภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเฉพาะหน้า (Face validity) จึงขอให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลักษณะของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอลว่าสามารถนำไปใช้ได้
ในนักกีฬาฟุตบอลโดยให้เรียงลำดับความสำคัญของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพจาก **ความสำคัญมากไปหาความสำคัญน้อยจากรายการที่ 1 – 6 และเขียนหมายเลขลงในช่องลำดับที่**
หมายเหตุ รูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายนั้นมีทั้งหมด 6 รูปแบบโดยได้รวบรวมมาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในครั้งแรกที่มีการสำรวจความคิดเห็นของแต่ละท่านแล้วนำมาสร้างรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกาย

รายการที่	รูปแบบ	ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ
1	Jogging + Dynamic Stretching		
2	Hot/Cold+Jogging		
3	Just Cold + Sport massage		
4	Dynamic Stretching + Sport massage		
5	Jogging + Just Cold		
6	Sport massage + Hot/Cold		

รูปแบบการฟื้นฟูสภาพ	รายละเอียดของการปฏิบัติ
1. Jogging + Dynamic Stretching	เป็นการวิ่งเหยาะแบบเบาๆ (light exercise) ไปตามระยะทางหรือพื้นที่ที่ผู้วิจัยกำหนด โดยกำหนดให้วิ่งด้วยความหนักด้วยอัตราการเต้นของชีพจรให้อยู่ระหว่าง 35-54% ของชีพจรสูงสุดของผู้วิ่ง ภายในระยะเวลา 5-8 นาที และต่อจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีการเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืดเหยียด ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมและการเล่นกีฬา ให้เพิ่มระยะของมุมการเคลื่อนไหวจากการเคลื่อนไหวซ้ำๆ ในส่วนนั้นและเพิ่มระยะของมุมการเคลื่อนไหวมากขึ้นในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อภายในระยะเวลา 8-10 นาที (ภาพประกอบที่ 1)
2. Hot/Cold+Jogging	เป็นการใช้ผ้าขนหนูเช็ดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย คือ ศีรษะ ลำคอ ตัว และแขนขา ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยเช็ดจากบริเวณส่วนปลายอวัยวะเข้าสู่หัวใจ โดยกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำเย็นอยู่ระหว่าง 10-16 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำร้อนอยู่ระหว่าง 35-37 องศาเซลเซียส แล้วผู้วิจัยทำการเช็ดตัวสลับกันหลังจากนั้นและต่อจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่าง ทำการวิ่งเหยาะแบบเบาๆ (light exercise) ไปตามระยะทางหรือพื้นที่ที่ผู้วิจัยกำหนด โดยกำหนดให้วิ่งด้วยความหนักด้วยอัตราการเต้นของชีพจรให้อยู่ระหว่าง 35-54% ของชีพจรสูงสุดของผู้วิ่ง ภายในระยะเวลา 5-8 นาที (ภาพประกอบที่ 2)
3. Just Cold + Sport massage	เป็นการใช้ผ้าขนหนูเช็ดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย คือ ศีรษะ คอ ลำตัว และแขนขา ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยเช็ดจากบริเวณส่วนปลายอวัยวะเข้าสู่หัวใจของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำเย็นอยู่ระหว่าง 10-16 องศาเซลเซียสแล้ว ต่อจากนั้นทำการนวดซึ่งเป็นเทคนิคหรือวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการฟื้นฟูสภาพของนักกีฬาโดยมีเป้าหมายหลักที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยา 2 ข้อ คือ 1. การนวดช่วยในการเพิ่มหรือขยายการไหลเวียนของเลือดเพื่อขนส่งออกซิเจนและขนส่งของเสียไปสู่อวัยวะต่างๆ 2. ช่วยในการยืดเหยียดและอบอุ่นของกล้ามเนื้อ (ภาพประกอบที่ 3)

รูปแบบการฟื้นฟูสภาพ	รายละเอียดของการปฏิบัติ
4. Dynamic Stretching + Sport massage	<p>เป็นการปฏิบัติกรยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีการเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืดเหยียด ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมและการเล่นกีฬา ให้เพิ่มระยะของมุมการเคลื่อนไหวจากการเคลื่อนไหวซ้ำๆ ในส่วนนั้นและเพิ่มระยะของมุมการเคลื่อนไหวมากขึ้นในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อภายในระยะเวลา 8-10 นาที ต่อจากนั้นทำการนวดซึ่ง เป็นเทคนิคหรือวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการฟื้นฟูสภาพของนักกีฬาโดยมีเป้าหมายหลักที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยา 2 ข้อ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การนวดช่วยในการเพิ่มหรือขยายการไหลเวียนของเลือดเพื่อขนส่งออกซิเจนและขนส่งของเสียไปสู่อวัยวะต่างๆ 2. ช่วยในการยืดเหยียดและอบอุ่นของกล้ามเนื้อ (ภาพประกอบที่ 4)
5. Jogging + Just Cold	<p>เป็นการวิ่งเหยาะแบบเบาๆ (light exercise) ไปตามระยะทางหรือพื้นที่ที่ผู้วิจัยกำหนด โดยกำหนดให้วิ่งด้วยความหนักด้วยอัตราการเต้นของชีพจรให้อยู่ระหว่าง 35-54% ของชีพจรสูงสุดของผู้วิ่ง ภายในระยะเวลา 5-8 นาทีแล้วให้กลุ่มตัวอย่างนั่งพักแล้วใช้ ใช้ผ้าขนหนูเช็ดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย คือ ศีรษะ คอ ลำตัว และแขนขา ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยเช็ดจากบริเวณส่วนปลายอวัยวะเข้าสู่หัวใจ โดยกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำเย็นอยู่ระหว่าง 10-16 องศาเซลเซียส (ภาพประกอบที่ 5)</p>
6. Sport massage + Hot/Cold	<p>การนวดในนักกีฬาเป็นเทคนิคหรือวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการฟื้นฟูสภาพของนักกีฬาโดยมีเป้าหมายหลักที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยา 2 ข้อ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การนวดช่วยในการเพิ่มหรือขยายการไหลเวียนของเลือดเพื่อขนส่งออกซิเจนและขนส่งของเสียไปสู่อวัยวะต่างๆ 2. ช่วยในการยืดเหยียดและอบอุ่นของกล้ามเนื้อและหลังจากนั้นจะเป็นการใช้ผ้าขนหนูเช็ดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย คือ ศีรษะ ลำคอ ตัว และแขนขา ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยเช็ดจากบริเวณส่วนปลายอวัยวะเข้าสู่หัวใจ โดยกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำเย็นอยู่ระหว่าง 10-16 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำร้อนอยู่ระหว่าง 35-37 องศาเซลเซียส แล้วผู้วิจัยทำการเช็ดตัวสลับกัน (ภาพประกอบที่ 6)



ภาพผนวกที่ 1 Jogging + Dynamic Stretching



ภาพผนวกที่ 2 Hot/Cold+Jogging



ภาพผนวกที่ 3 Just Cold + Sport massage



ภาพผนวกที่ 4 Dynamic Stretching + Sport massage



ภาพผนวกที่ 5 Jogging + Just Cold



ภาพผนวกที่ 6 Sport massage + Hot/Cold



ใบบันทึกข้อมูล ระยะทาง อัตราการเต้นชีพจร และปริมาณกรดแลคติก

ครั้งที่ 1 Jogging + Static Stretching

ทีม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รอบที่ 1

หมายเลข	ตำแหน่ง	heart rate (before) (ครั้งที่ 1)	heart rate (after) (ครั้งที่ 2)	Distance (ครั้งที่ 1) m	Lactic acid (before) (ครั้งที่ 1) มิลลิโมล	Lactic acid (after) (ครั้งที่ 2) มิลลิโมล
1	ผู้รักษาประตู	156	89	2040	8.4	3.6
2	กองหลัง	169	90	1920	8.2	3.4
3	กองหลัง	145	87	1920	9.2	4.2
4	กองกลาง	149	85	2080	7.6	3.4
5	กองหลัง	160	90	2040	9.7	3.5
6	กองหลัง	163	84	2080	8.3	3.1
7	กองหน้า	158	82	1960	7.8	3.6
8	กองหลัง	168	84	2280	8.7	3.8
9	กองหน้า	168	79	1880	7.7	4.2
10	กองหน้า	158	90	1840	7.5	3.5
11	กองกลาง	147	89	1960	9.2	4.1
12	กองกลาง	155	90	2160	8.4	3.7
15	กองกลาง	145	84	2080	7.5	3.8
16	ผู้รักษาประตู	162	89	1880	8.1	4.2
17	กองหลัง	161	90	2280	7.8	3.6
18	กองหลัง	152	84	1920	8.3	3.6
19	กองหลัง	158	85	2520	8.6	3.9
20	กองกลาง	147	82	2200	7.5	3.2
21	กองหลัง	138	93	2560	10.4	4.2
22	กองหน้า	142	82	2480	7.9	3.4
23	ผู้รักษาประตู	148	79	2240	8.2	4.1
24	Staff	150	86	2160	7.7	4.2

ใบบันทึกข้อมูล ระยะทาง อัตราการเต้นชีพจร และปริมาณกรดแลคติก

ครั้งที่ 1 Jogging + Static Stretching

ทีม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รอบที่ 2

หมายเลข	ตำแหน่ง	heart rate (before) (ครั้งที่ 1)	heart rate (after) (ครั้งที่ 2)	Distance (ครั้งที่ 1) m	Lactic acid (before) (ครั้งที่ 1) มิลลิโมล	Lactic acid (after) (ครั้งที่ 2) มิลลิโมล
1	ผู้รักษาประตู	163	88	2120	8.5	3.4
2	กองหลัง	159	89	1960	8.0	3.2
3	กองหลัง	147	82	2000	9.4	3.9
4	กองกลาง	142	82	2240	8.1	3.7
5	กองหลัง	138	84	2160	9.5	3.2
6	กองหลัง	140	83	2160	8.4	3.4
7	กองหน้า	139	80	2080	7.9	3.8
8	กองหลัง	160	81	2400	8.8	3.5
9	กองหน้า	155	79	2000	7.5	4.1
10	กองหน้า	139	87	1880	7.3	3.4
11	กองกลาง	145	85	2040	9.1	4.2
12	กองกลาง	162	81	2440	8.7	3.6
13	กองหน้า	162	79	2360	7.8	3.8
14	กองหน้า	159	82	2360	9.6	4.1
15	กองกลาง	140	86	2080	7.4	3.8
16	ผู้รักษาประตู	142	82	1920	8.0	4.2
17	กองหลัง	156	89	2280	7.8	3.6
18	กองหลัง	153	85	1960	7.8	3.6
19	กองหลัง	156	86	2520	8.3	3.7
20	กองกลาง	154	80	2280	7.4	3.4
21	กองหลัง	160	92	2600	10.5	4.3
22	กองหน้า	146	84	2520	8.1	3.6
23	ผู้รักษาประตู	148	78	2240	8.2	4.3
24	Staff	145	82	2360	7.7	4.1

ใบบันทึกข้อมูล ระยะทาง อัตราการเต้นชีพจร และปริมาณกรดแลคติก

ครั้งที่ 2 Jogging + just cold

ทีม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รอบที่ 1

หมายเลข	ตำแหน่ง	heart rate (before) (ครั้งที่ 1)	heart rate (after) (ครั้งที่ 2)	Distance (ครั้งที่ 1) m	Lactic acid (before) (ครั้งที่ 1) มิลลิโมล	Lactic acid (after) (ครั้งที่ 2) มิลลิโมล
1	ผู้รักษาประตู	146	81	2200	8.4	3.2
2	กองหลัง	142	75	2120	8.3	3.1
3	กองหลัง	151	78	2160	10.2	3.7
4	กองกลาง	153	86	2260	9.2	3.4
5	กองหลัง	160	75	2240	9.0	3.5
6	กองหลัง	146	78	2160	7.9	3.2
7	กองหน้า	152	83	2120	7.8	3.1
8	กองหลัง	165	79	2440	8.7	2.9
9	กองหน้า	145	78	1960	7.7	3.2
10	กองหน้า	149	80	1920	7.5	3.6
11	กองกลาง	152	74	2120	8.8	3.0
12	กองกลาง	158	79	2480	9.2	2.8
13	กองหน้า	161	82	2480	9.3	3.0
14	กองหน้า	160	79	2480	9.6	2.8
15	กองกลาง	139	78	2160	8.4	3.1
16	ผู้รักษาประตู	142	76	2000	7.9	2.7
17	กองหลัง	160	80	2320	8.2	3.0
18	กองหลัง	147	81	2000	7.9	3.1
19	กองหลัง	158	78	2560	8.6	2.5
20	กองกลาง	150	75	2320	7.8	2.3
21	กองหลัง	162	81	2640	10.7	2.6
22	กองหน้า	162	78	2520	8.4	2.3
23	ผู้รักษาประตู	156	80	2280	8.4	3.0
24	Staff	147	78	2400	8.2	3.1

ใบบันทึกข้อมูล ระยะทาง อัตราการเต้นชีพจร และปริมาณกรดแลคติก

ครั้งที่ 2 Jogging + just cold

ทีม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รอบที่ 2

หมายเลข	ตำแหน่ง	heart rate (before) (ครั้งที่ 1)	heart rate (after) (ครั้งที่ 2)	Distance (ครั้งที่ 1) m	Lactic acid (before) (ครั้งที่ 1) มิลลิโมล	Lactic acid (after) (ครั้งที่ 2) มิลลิโมล
1	ผู้รักษาประตู	148	82	2240	8.2	3.3
2	กองหลัง	145	76	2120	8.5	3.4
3	กองหลัง	150	78	2260	10.4	3.4
4	กองกลาง	152	83	2280	8.7	2.8
5	กองหลัง	158	73	2260	8.6	2.7
6	กองหลัง	148	76	2160	7.4	3.0
7	กองหน้า	156	80	2160	8.4	3.2
8	กองหลัง	165	75	2480	9.1	3.0
9	กองหน้า	147	78	2120	7.8	2.6
10	กองหน้า	150	80	1960	7.8	3.3
11	กองกลาง	150	75	2120	8.4	2.6
12	กองกลาง	160	77	2520	10.3	3.2
13	กองหน้า	160	80	2520	8.9	2.5
14	กองหน้า	158	75	2480	9.2	3.0
15	กองกลาง	142	72	2320	8.6	2.4
16	ผู้รักษาประตู	145	72	2260	7.4	2.3
17	กองหลัง	161	76	2520	8.9	2.8
18	กองหลัง	143	82	2240	7.5	3.0
19	กองหลัง	155	75	2560	8.2	2.7
20	กองกลาง	152	77	2320	8.1	2.4
21	กองหลัง	160	80	2640	10.3	2.7
22	กองหน้า	162	75	2560	9.5	2.6
23	ผู้รักษาประตู	152	78	2240	8.3	3.2
24	Staff	144	78	2440	7.8	3.2

ใบบันทึกข้อมูล ระยะทาง อัตราการเต้นชีพจร และปริมาณกรดแลคติก

ครั้งที่ 3 Jogging + hot / cold

ทีม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รอบที่ 1

หมายเลข	ตำแหน่ง	heart rate (before) (ครั้งที่ 1)	heart rate (after) (ครั้งที่ 2)	Distance (ครั้งที่ 1) m	Lactic acid (before) (ครั้งที่ 1) มิลลิโมล	Lactic acid (after) (ครั้งที่ 2) มิลลิโมล
1	ผู้รักษาประตู	150	80	2200	7.8	3.1
2	กองหลัง	146	78	2240	8.6	3.0
3	กองหลัง	139	74	2340	10.2	2.8
4	กองกลาง	145	80	2320	9.2	2.6
5	กองหลัง	160	72	2260	9.4	3.0
6	กองหลัง	154	74	2200	7.2	2.5
7	กองหน้า	150	75	2240	8.6	2.8
8	กองหลัง	163	76	2440	8.9	2.6
9	กองหน้า	158	78	2160	7.5	2.4
10	กองหน้า	148	81	2160	7.3	3.1
11	กองกลาง	156	77	2200	8.7	2.3
12	กองกลาง	157	72	2480	9.8	2.9
13	กองหน้า	158	78	2560	10.4	2.8
14	กองหน้า	156	75	2520	9.7	3.0
15	กองกลาง	142	75	2340	6.8	3.1
16	ผู้รักษาประตู	145	76	2340	7.8	2.5
17	กองหลัง	156	72	2560	9.2	2.5
18	กองหลัง	147	80	2280	7.7	2.9
19	กองหลัง	156	72	2560	8.4	2.7
20	กองกลาง	145	75	2340	8.3	2.7
21	กองหลัง	161	74	2620	10.2	2.5
22	กองหน้า	162	75	2600	9.7	2.5
23	ผู้รักษาประตู	143	75	2200	7.2	3.0
24	Staff	142	78	2400	7.0	2.9

ใบบันทึกข้อมูล ระยะทาง อัตราการเต้นชีพจร และปริมาณกรดแลคติก

ครั้งที่ 3 Jogging + hot / cold

ทีม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รอบที่ 2

หมายเลข	ตำแหน่ง	heart rate (before) (ครั้งที่ 1)	heart rate (after) (ครั้งที่ 2)	Distance (ครั้งที่ 1) m	Lactic acid (before) (ครั้งที่ 1) มิลลิโมล	Lactic acid (after) (ครั้งที่ 2) มิลลิโมล
1	ผู้รักษาประตู	153	80	2240	7.9	2.8
2	กองหลัง	148	75	2280	8.4	2.8
3	กองหลัง	138	75	2300	10.4	3.0
4	กองกลาง	148	78	2320	9.5	2.8
5	กองหลัง	158	74	2300	8.9	3.2
6	กองหลัง	156	72	2240	7.5	2.6
7	กองหน้า	155	72	2200	8.7	2.9
8	กองหลัง	160	74	2400	8.5	2.7
9	กองหน้า	160	76	2200	7.6	2.5
10	กองหน้า	146	80	2240	7.5	3.0
11	กองกลาง	158	78	2280	8.9	2.4
12	กองกลาง	152	70	2520	10.1	2.6
13	กองหน้า	154	72	2520	10.2	2.5
14	กองหน้า	154	76	2560	9.8	2.8
15	กองกลาง	148	74	2380	7.8	3.1
16	ผู้รักษาประตู	148	76	2300	7.6	2.6
17	กองหลัง	158	75	2520	9.7	2.4
18	กองหลัง	144	79	2320	7.8	2.5
19	กองหลัง	157	70	2520	8.2	3.0
20	กองกลาง	143	74	2380	8.0	2.9
21	กองหลัง	158	72	2620	9.5	2.4
22	กองหน้า	162	70	2560	9.2	2.5
23	ผู้รักษาประตู	142	70	2240	7.2	3.0
24	Staff	145	72	2440	7.6	2.8



ภาคผนวก จ
วิธีดำเนินการตรวจสอบระดับปริมาณความเข้มข้นกรดแลคติก



ภาพผนวกที่ 7 เครื่องมือวัดระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก และ เข็มที่ใช้เจาะบริเวณที่ปลายนิ้ว



ภาพผนวกที่ 8 กลุ่มตัวอย่างเตรียมเข้ารับการทดสอบวิ่ง Yo-Yo Intermittent Recovery test



ภาพผนวกที่ 9 ผู้วิจัยตรวจสอบระดับปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก



ภาพผนวกที่ 10 กลุ่มตัวอย่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ



ภาพผนวกที่ 11 กลุ่มตัวอย่างทำการแช่น้ำเย็น



ภาพผนวกที่ 12 กลุ่มตัวอย่างทำการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น



ภาพผนวกที่ 13 กลุ่มตัวอย่างทำการแช่น้ำร้อนสลับน้ำเย็น



ที่ สธ 0327/ 0063

กระทรวงสาธารณสุข
ถนนติวานนท์ จังหวัดนนทบุรี 11000

19 มกราคม 2553

เรื่อง อนุมัติให้ดำเนินการวิจัย

เรียน คณะบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. หนังสืออนุมัติ ฉบับภาษาไทย จำนวน 1 ฉบับ
2. หนังสืออนุมัติ ฉบับภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ฉบับ
3. รายชื่อคณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในคน กระทรวงสาธารณสุข จำนวน 1 ฉบับ

ตามที่ นายโกวิท ชังพุก ซึ่งเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง "ผลของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล (Ref.no. 82/2552)" ได้เสนอโครงการดังกล่าวให้คณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในคน กระทรวงสาธารณสุข พิจารณาอนุมัติ นั้น

ในการนี้ กระทรวงสาธารณสุข โดยคณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในคน กระทรวงสาธารณสุข อนุมัติให้ดำเนินการตามโครงการดังกล่าวได้ อนึ่งคณะกรรมการฯ ขอแจ้งเกี่ยวกับหน้าที่ และความรับผิดชอบของผู้วิจัย ภายหลังจากได้รับการอนุมัติ โดยต้องดำเนินการตามหลักเกณฑ์ของคณะกรรมการฯ และจะต้องแจ้งหรือรายงานสถานะ(status) ให้คณะกรรมการฯ ทราบทุกปีและเมื่อเกิดเหตุการณ์ ต่อไปนี้ทุกครั้ง ได้แก่

1. เมื่อโครงการวิจัยยุติลง ซึ่งอาจจะเป็นการดำเนินการวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์ หรืออาจจะไม่สามารถดำเนินการวิจัยต่อไปได้ พร้อมทั้งแจ้งสาเหตุของายุติโครงการวิจัยให้ทราบด้วย
2. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในโครงการวิจัยต้องระบุให้ชัดเจนว่า มีการเปลี่ยนแปลงอะไร อย่างไร พร้อมเหตุผลที่ต้องเปลี่ยนแปลง
3. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหัวหน้าโครงการวิจัยหรือเพิ่มเติมคณะผู้วิจัย ต้องส่งประวัติของคนที่เปลี่ยนแปลงพร้อมเหตุผลให้คณะกรรมการฯ ทราบด้วย
4. เมื่อมีอาการไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นในโครงการวิจัย ขอให้ผู้วิจัยวิเคราะห์สถานการณ์การเกิดอาการ ไม่พึงประสงค์ที่ร้ายแรง relate, possible/likely, probably related, fatal กับโครงการวิจัยที่ท่านรับผิดชอบอย่างไร รวมทั้งขอทราบมาตรการในการดูแลป้องกันอาสาศัมครในประเทศไทยด้วย ภายใน 10 วันหลังจากรับทราบข้อมูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายทรงธรรม สุธาธรรม)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในคน

กรมการแพทย์

สำนักงานเลขานุการคณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในคน

โทรศัพท์ 02-590-6171-2 โทรสาร 02-591-8251

เอกสารเลขที่^{๙๙}...../2552

**คณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในคน
กระทรวงสาธารณสุข**

โครงการวิจัย : ผลของรูปแบบการฟื้นฟูสภาพภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตบอล

รหัสโครงการ : Ref.no. 82/2552

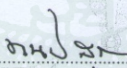
ผู้ดำเนินการวิจัย : นายโกวิท ชังทุก


สถานที่ดำเนินการวิจัย : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารที่อนุมัติ :

1. โครงร่างการวิจัยฉบับภาษาไทย ลงวันที่ 19 ตุลาคม 2552
2. เอกสารคำแนะนำสำหรับอาสาสมัคร ฉบับลงวันที่ 19 ตุลาคม 2552
3. ใบนยินยอม ฉบับลงวันที่ 19 ตุลาคม 2552


คณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในคน กระทรวงสาธารณสุข ได้พิจารณาโครงการแล้ว คณะกรรมการฯ พิจารณาอนุมัติในแจ้งวิทยกรรมการให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้ ทั้งนี้โดยยึดตามเอกสารฉบับภาษาไทยเป็นหลัก อนึ่ง ท่านต้องรายงานสถานะของโครงการให้คณะกรรมการฯ ทราบทุกปี เพื่อขออนุมัติดำเนินโครงการต่อจนกว่าจะหมดอายุโครงการ


 ประธานกรรมการ
 (นายทองสรรค์ สุธารธรรม)


 กรรมการและเลขานุการ
 (นายปรกรณ์ ศิริยง)

รับรองตั้งแต่วันที่ 9 ธันวาคม 2552 ถึงวันที่ 8 ธันวาคม 2553

Document No. 99 / 2009


 The Ethical Review Committee for Research in Human Subjects
 Ministry of Public Health, Thailand

Title of Project : Effect of Recovery Type after Exercise upon Lactic Acid Concentration Level and Heart Rate in Soccer Players.

Protocol Number : Ref.no. 82/2552

Principle Investigator : Mr. Kovit Sungpook

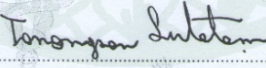
Place of proposed study : Kasetsart University

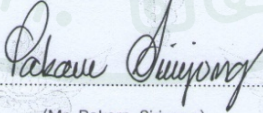
Document Approved :

1. Thai Protocol version date 19 October 2009
2. Information Sheet Form version date 19 October 2009
3. Consent Form version date 19 October 2009

We also confirm that we are an ethics committee constituted in agreement and in accordance with the ICH-GCP.

The Ethical Review Committee for Research in Human Subjects Ministry of Public Health, Thailand had reviewed protocol. In ethical concern, the committee has reviewed and approved for implementation of the research study as above mention, therefore the Thai protocol will be mainly conduct. The protocol must be approved by continuation review for the duration of one year until expired.


 Chairman
 (Mr. Tanongsan Sutatam)


 Secretary
 (Mr. Pakorn Siriyong)

Date of Approval 9 December 2009 Date of Expired 8 December 2010

ERC MOPH

Document No. 99 / 2009

The Ethical Review Committee for Research in Human Subjects
Ministry of Public Health, Thailand
20 November 2009 – Present

Member Title and Name	Occupation (Position)	Qualification (If applicable)	Male/Female (M/F)	Yes/No
Chairman Mr. Pakorn Siriyong	Retail	MD., M.P.H.	M	✓
Member Prof. Chomchark Chungrasakul	Professor Emeritus, Faculty of Medicine Siriraj Hospital	M.D., FACS., fics(Hon.), frest.	M	✓
Asst. Prof. Sivalee Sirilai	Retail	M.A. (Philosophy)	F	-
Mrs. Suboonya Hutantkabodee	Retail	B.Sc. in Pharmacy, M.P.H	F	✓
Mr. Kasem Tantiphlachiva	Senior Psychiatrist Somdet Chaopraya Hospital	M.D., B.Sc., FRCP sychT.	M	✓
Mr. Supachai Rerkhngarm	Senior Expert in Preventive Medicine, Department of Communication Disease Control	M.D.	M	-
Mrs. Yaowapa Pongsuwanna	Senior technical advisor	D.V.M., Ph.D. (in medicine)	F	✓
Mr. Khrieng Ausavarungnirun	Senior neurologist, Prasat Institute	MD., Neurology	M	✓
Mrs. Auengpha Singtipphun	Senior Nursing, Health Technical Office	B.Sc. in Nurse & Midwife., Ph.D. (Medical and Health Social Sciences)	F	-
Mr. Korakot Chutasmit	Physician, Department of Medical Services	M.D., M.P.H.	M	✓
Mrs. Supaporn Chokchalermwong	Senior Policy and planning analyze	B.Sc., M.Sc. (horticulture)	F	✓
Mr. Panya Buitong	Lawyer, Office of the Permanent Secretary	Bachelor LL.b	M	✓
Mr. Suchart Chongprasert	Senior Pharmacist, The Food and Drug Administration	B.Sc in Pharm., Ph.D.	M	✓

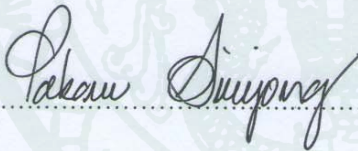
Document No.....⁹⁹ / 2009

Member Title and Name	Occupation (Position)	Qualification (If applicable)	Male/Female (M/F)	Yes/No
<u>Member & Secretary</u> Mrs. Porntiva Chaloemvipaht	Senior Health Technical Officer, Department of Medical Services	B.Sc. in Nurse & Midwife., M.P.H.	F	✓
<u>Member & assistant Secretary</u> <u>Mrs. Panida Pimthong</u>	Officer, Department of medical services	B.B.A	F	✓

Date of Approval : 9 December 2009

For Protocol : Effect of Recovery Type after Exercise upon Lactic Acid Concentration Level and Heart Rate in Soccer Players.

Protocol Number : Ref.no 82/2552

Signed :..... (Secretary of Ethics Committee)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – สกุล	นายณัฐชนนท์ ชังพุก
วัน เดือน ปี เกิด	25 พฤศจิกายน 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2536-2539 ระดับปริญญาตรี ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ.2540-2543 ระดับปริญญาโท ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	พ.ศ.2541-2543 อาจารย์พิเศษ สาขาวิชาพลศึกษา ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ.2543-2547 อาจารย์ประจำโปรแกรม สาขาวิชาพลศึกษา วิทยาศาสตร์การกีฬา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร พ.ศ.2548 อาจารย์ประจำสาขาวิชาพลศึกษา ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์