สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต ระหว่างพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน

นางสาวกรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4127-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ANAEROBIC PERFORMANCE IN FOOTBALL PLAYERS RECEIVING CARBOHYDRATE SUPPLEMENT DURING HALF-TIME BREAK OF SIMULATED MATCHES

Miss Kornthip Limnararat

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports Medicine
Faculty of Medicine
Chulalongkorn University
Academic Year 2003

ISBN 974-17-4127-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตระหว่างพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน
โดย	นางสาวกรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์
สาขาวิชา	เวชศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไล อโนมะศิริ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะแพทยศาสตร์
(ศาสตราจารย์นายแพทย์ ภิรมย์ กมลรัตนกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์นายแพทย์ประสงค์ ศิริวิริยะกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไล อโนมะศิริ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ สมพล สงวนรังศิริกุล)

..... กรรมการ
(อาจารย์ปนิก อวิรุทธการ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์ : สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตระหว่างพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน. (ANAEROBIC PERFORMANCE IN FOOTBALL PLAYERS RECEIVING CARBOHYDRATE SUPPLEMENT DURING HALF-TIME BREAK OF SIMULATED MATCHES) อ. ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.วิไล อโนมะศิริ, อ.ที่ปรึกษาร่วม: รศ.ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 83 หน้า. ISBN 974-17-4127-8

การวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต และเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลต่อประสิทธิภาพการออกกำลังกายแบบอนากาศนิยมทดสอบโดยวิธีวินเกท และการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดในนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยเป็นนักกีฬาฟุตบอลชาย จำนวน 40 คน อายุระหว่าง 17-25 ปี การออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลโดยแบ่งเป็นสามช่วงเวลา และหยุดพักระหว่างช่วงเวลา 3 วัน ช่วงเวลาแรกนักกีฬาฟุตบอลทำการทดสอบสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกท ช่วงเวลาที่สองทำการสุ่มเพื่อแบ่งกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลในการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตกับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่ง นักกีฬาฟุตบอลออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลใช้เวลา 90 นาที โดยมีเวลาพักครึ่ง 15 นาที เจาะเลือดเพื่อตรวจวัดระดับน้ำตาลในนาทีที่ 0 45 60 และ 105 แล้วทำการทดสอบสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกทหลังจากเจาะเลือดเพื่อตรวจวัดระดับน้ำตาลที่นาทีที่ 105 ช่วงเวลาที่สามนักกีฬาฟุตบอลสลับชนิดเครื่องดื่มที่ได้รับช่วง พักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันจากช่วงเวลาที่สองและทำการทดสอบเช่นเดียวกัน

ผลการศึกษาพบว่า การทดสอบสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกท ค่าสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ค่าความสัมพันธ์ของสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย และค่ากำลังงานที่ได้สูงสุด ในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลมีค่าลดลงน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าระดับน้ำตาลในเลือดครึ่งแรกของแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีค่าลดลงใกล้เคียงกับกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก และระดับน้ำตาลในเลือดครึ่งหลังของแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีค่าลดลงน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน ช่วยให้พลังงานสะสมที่มีอยู่ไม่ถูกใช้ไป ซึ่งแสดงโดยวิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกายโดยวิธีวินเกท

สาขาวิชา.....เวชศาสตร์การกีฬา.....ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา.....2546.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4475201730: MAJOR SPORTS MEDICINE
KEY WORD: CARBOHYDRATE/ HALF-TIME BREAK/ ANAEROBIC PERFORMANCE/ SPORT DRINKS

KORNTHIP LIMNARARAT: ANAEROBIC PERFORMANCE IN FOOTBALL PLAYERS RECEIVING CARBOHYDRATE SUPPLEMENT DURING HALF-TIME BREAK OF SIMULATED MATCHES. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. WILAI ANOMASIRI, Ph.D. THESIS COADVISOR: ASSOC. PROF. THANOMWONG KRITPET, Ph.D. **83 pp.** ISBN. 974-17-4127-8.

The purposes of this study is to compare the effects of receiving carbohydrate supplement and receiving placebo supplement during half-time break of simulated football matches in terms of anaerobic performance by Wingate test and the changes of blood glucose level. Forty football players, aged 17 – 25 years old, were participated in exercise simulated football matches. A randomized cross-over study was designed accordingly. The study was composed of three phases and three days rest between phases. At the first phase; subjects performed anaerobic performance by Wingate test to be used as a baseline data. Second phase; subjects were randomly assigned to received carbohydrate supplement or placebo supplement during half-time break. Subjects performed 90 minutes exercise simulated football matches. They took a 15-min rest half way during 90 minutes of exercise. Blood samples were withdrawn at 0, 45, 60 and 105 minutes. After blood samples were withdrawn at 105 minutes subjects were asked to take the anaerobic performance by Wingate test. Third phase; subjects who received carbohydrate will be given placebo or vice versa at half-time break and then exercise under the same protocol as in second phase.

Results of the anaerobic performance by Wingate test demonstrated that anaerobic capacity, relative anaerobic capacity and peak power output in the carbohydrate supplement group were significantly decrease less than that observed in the placebo group. Furthermore a significant reduction of blood glucose during the second half simulated match was observed in the half-time break carbohydrate supplement group where as a slightly reduction was observed in the placebo supplement group's blood sugar. However, there were no significant changes during the first half simulated match in both groups. The results demonstrated that receiving carbohydrate supplement during the half-time break could spare the glycogen storage hence providing enough energy throughout the matches.

Field of study…..Sports…Medicine……Student's signature…….
Academic year ……2003…….Advisor's signature…….
Co-advisor's signature……..

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี โดยได้รับความกรุณาช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.วิไล อโนมะศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรศ.ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา ข้อแนะนำและข้อคิดเห็น ตลอดจนความเอาใจใส่ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและปัญหาต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่งรวมถึงคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ รศ.นพ.ประสงค์ ศิริวิริยะกุล ผศ.นพ.สมพล สงวนรังศิริกุล อาจารย์ ปนิก อวิรุทธการ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขปรับปรุงและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลอาภากรเกียรติวงศ์ จังหวัดชลบุรี ผู้อำนวยการวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดชลบุรี อาจารย์สมศักดิ์ ศาสตร์สูงเนิน ซึ่งผู้วิจัยได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากบุคลากรประจำหน่วยทดสอบสมรรถภาพทางกาย หน่วยพยาธิวิทยา สำคัญที่สุดขอขอบคุณนักกีฬาฟุตบอลสังกัดทีมโรงเรียนพลเปลพยาบาล และ สังกัดทีมวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดชลบุรี ที่เข้าร่วมในโครงการทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณพี่ เพื่อนและน้องๆ นิสิตเวชศาสตร์การกีฬาทุกท่าน โดยเฉพาะ นาวาตรีบัณฑูร สุวรรณเนตร นางมาเรียม นิ่มนวล นางสาวนันทวัน โหละบุตร นางสาวบวรลักษณ์ ทองทวี นางสาวสุกัญญา เอกสกุลกล้า นางสาวปวีณา อินตารักษา นางสาวปาริฉัตร ริเริ่มกุล ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา และบัณฑิตวิทยาลัย ที่มอบทุนอุดหนุนแก่การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณย่ากุหลาบ ลิ่มนรรัตน์ คุณพ่อ สานิตย์ ลิ่มนรรัตน์ คุณแม่ ศิริวรรณ ลิ่มนรรัตน์ คุณพรหมธรณ์ ลิ่มนรรัตน์ ตลอดจนญาติ พี่และน้องทุกคนที่เป็นขวัญและกำลังใจรวมทั้งการให้ความสนับสนุนช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ผู้วิจัยซาบซึ้งในความเมตตา กรุณา ปราณีของทุกท่านดังที่ได้กล่าวมาแล้ว และผู้ที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……จ
กิตติกรรมประกาศ……ฉ
สารบัญ……ช
สารบัญตาราง……ฌ
สารบัญภาพ……ญ
บทที่
1. บทนำ……1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……1
คำถามการวิจัย……4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย……4
สมมุติฐานของการวิจัย……4
ขอบเขตการวิจัย……4
ข้อตกลงเบื้องต้น……5
ข้อจำกัดของการวิจัย……5
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย……5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……6
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……7
กีฬาฟุตบอล……7
ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเล่นกีฬาฟุตบอล……8
น้ำในร่างกาย……9
โซเดียมในร่างกาย……9
การสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย……10
ความจำเป็นในการดื่มเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาในช่วงการออกกำลังกาย……11
เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาเพื่อทดแทนการสูญเสียน้ำและเกลือแร่……12
ชนิดของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตสำหรับนักกีฬา……13
เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและน้ำเปล่าสำหรับนักกีฬา……15
ระบบพลังงานและการทำงานของกล้ามเนื้อ……16

บทที่ **หน้า**

การทำงานของกล้ามเนื้อ 24
ความสำคัญของสมรรถภาพอนากาศนิยม.....25
การทดสอบระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน 26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28
3. วิธีการดำเนินการวิจัย 32
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....32
เกณฑ์การคัดเข้า 32
เกณฑ์การคัดออก 32
การคำนวณขนาดตัวอย่าง 33
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 34
การเก็บรวบรวมข้อมูล 34
วิธีดำเนินการวิจัย 34
การทดสอบวินเกท 36
ขั้นตอนการวิจัย 37
การวิเคราะห์ข้อมูล 38
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 39
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 48
สรุปผลการวิจัย 48
อภิปรายผลการวิจัย 49
รายการอ้างอิง 55
ภาคผนวก 60
ก. เอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำผู้เข้าร่วมโครงการ 61
ข. ใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย 65
ค. แบบบันทึกข้อมูลส่วนตัว 66
ง. การประเมินสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน 70
จ. การทดสอบความน่าเชื่อถือ
ของข้อมูลแบบ cross over research design 75
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.. 83

บทที่ หน้า

บทที่ 2

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของนักกีฬาฟุตบอล 7
ตารางที่ 2.2 แสดงการได้รับและการเสียน้ำออกจากร่างกาย 9
ตารางที่ 2.3 แสดงความเข้มข้นของอิเล็คโตรไลท์ในพลาสมาและเหงื่อ..... 10
ตารางที่ 2.4 แสดงผลกระทบที่ได้รับจากการขาดน้ำต่อการออกกำลังกาย 11
ตารางที่ 2.5 แสดงชนิดของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตสำหรับนักกีฬาแต่ละชนิด 13
ตารางที่ 2.6 แสดงความแตกต่างระหว่างเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและน้ำเปล่า.....15

บทที่ 4

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะทั่วไปของประชากรตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการวิจัย.....40
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือด ณ เวลาต่าง ๆ 40
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าผลต่างเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือด แต่ละช่วงของ
การออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล.....41
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยความแตกต่างสมรรถภาพการใช้กำลังงาน
แบบอนากาศนิยม (นาทีที่ 105-นาทีที่ 0) 45

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ **หน้า**

บทที่ 2

ภาพที่ 2.1 ลักษณะการเคลื่อนไหวหนักสลับเบาระหว่างเกม
การแข่งขันฟุตบอล 90 นาที 8

ภาพที่ 2.2 พลังงานที่ใช้ในนักกีฬาประเภทต่าง ๆ และระยะเวลาต่าง ๆ ของนักกีฬา...17

ภาพที่ 2.3 การใช้พลังงานของระบบต่างๆ ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ 18

ภาพที่ 2.4 ระบบพลังงานแบบฉับพลัน..... 18

ภาพที่ 2.5 ระบบพลังงานระยะสั้น 21

ภาพที่ 2.6 ระบบพลังงานระยะยาวเมื่อใช้กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานหลัก 22

ภาพที่ 2.7 ระบบพลังงานระยะยาวเมื่อใช้ไตรกลีเซอร์ไรด์เป็นแหล่ง
พลังงานหลัก 23

บทที่ 4

ภาพที่ 4.1.1 ค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน 43

ภาพที่ 4.1.2 ค่าความสัมพัทธ์ของสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน
ต่อมวลของร่างกาย 43

ภาพที่ 4.1.3 ค่ากำลังงานที่ทำได้สูงสุด 43

ภาพที่ 4.1.4 ค่าความสัมพันธ์ของกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย 43

ภาพที่ 4.1.5 ค่าเปอร์เซ็นต์บ่งชี้ความเหนื่อย.....43

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การทำงานของกล้ามเนื้อแบบอนากาศนิยม (anaerobic system) สามารถให้พลังงานปริมาณสูงในระยะเวลาที่รวดเร็ว แต่จะก่อให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย เนื่องจากเกิดการคั่งของกรดแลคติคในกล้ามเนื้อ อาการเหนื่อยเมื่อยล้าที่เกิดกับกล้ามเนื้อจากการทำงานแบบอนากาศนิยมของกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจำกัดความเร็ว หรือ ทำให้ความเร็วในการวิ่งระยะสั้นลดลง กีฬาหลายประเภทไม่ว่าจะเป็นฟุตบอล บาสเกตบอล เทนนิส แบดมินตัน เบสบอล สควอท ส่วนใหญ่เกือบร้อยละ 80 ของพลังงานที่ถูกนำมาใช้ในการเคลื่อนไหวทั้งหมดได้มาจากการทำงานแบบอนากาศนิยมทั้งสิ้น[1]

ปัจจุบันกีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย อาจนับได้ว่าเป็นกีฬาที่มีผู้ให้ความสนใจสูงสุดก็ย่อมได้ ดังจะเห็นได้จากการจัดการแข่งขันครั้งสำคัญ ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ อาทิ ไทยแลนด์คัพ คิงส์คัพ ยูลีกด์ ไทยเกอร์คัพ ลีกอาชีพ เวิลด์คัพ หรือแม้แต่ในการจัดการแข่งขันในระดับนานาชาติรายการต่าง ๆ ก็ได้บรรจุกีฬาฟุตบอลไว้เป็นกีฬาหลักในการจัดการแข่งขัน เช่น ซีเกมส์ เอเชี่ยนเกมส์ โอลิมปิคเกมส์ เป็นต้น ในการแข่งขันที่จะประสบความสำเร็จได้นั้น ย่อมขึ้นอยู่กับความสามารถเฉพาะตัวของผู้เล่น การประสานงานภายในทีม และการฝึกซ้อมที่มีขั้นตอนที่เหมาะสมถูกต้องเท่านั้น ด้วยความต้องการที่จะเป็นผู้ชนะหรือความต้องการความเป็นเลิศในเชิงกีฬาฟุตบอลนั้น ได้มีการพัฒนารูปแบบการเล่นควบคู่กับทักษะ เทคนิคต่าง ๆ เรื่อยมา ดังจะสังเกตได้จากรูปแบบการเล่นในระยะเริ่มแรกการเล่นจะเป็นเฉพาะตำแหน่งเท่านั้น แต่ปัจจุบันเกมการเล่นจะมีการเปลี่ยนรูปแบบเกมการเล่น ซึ่งผู้เล่นทุกตำแหน่งสามารถทดแทนตำแหน่งการเล่นกันได้ตลอดเวลา นอกจากความสามารถทางทักษะฟุตบอลแล้ว ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือสมรรถภาพทางกายที่สมบูรณ์ของนักกีฬา[2,3] จากการวิเคราะห์เกมฟุตบอลสมัยใหม่อย่างละเอียด พบว่าผู้เล่นจะมีระยะ เดิน,จ๊อกกิ้ง, สปริ๊นต์, เดินถอยหลัง, จ๊อกกิ้งถอยหลัง, เคลื่อนไหวไปกับบอล, กระโดด, ยิงประตู และการสกัดบอล งานทั้งหมดจะมีองค์ประกอบของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดซ้ำ ๆ อยู่ตลอดเวลาประกอบอยู่ด้วยจึงจำเป็นต้องอาศัยพละกำลังและความอดทนของร่างกาย ซึ่งความเร็วเป็นความสามารถทางร่างกายที่สำคัญและจำเป็นที่สุดในเกมการเล่นฟุตบอลสมัยใหม่[4,5] นอกจากนี้ตลอดเกมการแข่งขันผู้เล่นจะต้องมีพลัง ความทนทานเพื่อรักษาอัตราความเร็วตลอดระยะเวลา 90 นาที จะมีระยะทางการเคลื่อนไหว โดยเฉลี่ย 10 – 13 กิโลเมตร ร่างกายจะใช้พลังงานจากการสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ (muscle glycogen) และกรดไขมันอิสระในเลือดเป็นหลัก ในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน การวิ่งด้วยความเร็วเต็มที่ระยะทาง

สั้น ๆ 1 – 10 หลา (high – intensity exercise) ร่างกายจะใช้พลังงานจาก ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเป็นหลัก ฉะนั้นการทำงานของกล้ามเนื้อต้องอาศัยการเผาผลาญสารอาหารเพื่อให้พลังงานที่นำมาใช้ในการเคลื่อนไหวแบบผสมผสาน กล่าวคือ บางครั้งต้องใช้สมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแบบใช้ออกซิเจน (aerobic system) เช่นการเผาผลาญ กรดไขมันอิสระและบางครั้งต้องใช้สมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือ อนากาศนิยม (anaerobic system) เช่น การเผาผลาญไกลโคเจนในกล้ามเนื้อด้วยวิถีไกลโคไลซิสและได้พลังงานออกมาในเวลาสั้น[6] อัตราการใช้พลังงานในกีฬาฟุตบอล ร้อยละ 70 เป็นการใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบอนากาศนิยม และร้อยละ 30 เป็นการใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบใช้ออกซิเจน[7,8] จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบอนากาศนิยมมีความจำเป็นต่อนักกีฬาฟุตบอลอย่างยิ่งเพราะต้องการพลังงานจำนวนมากในระยะสั้นหรือในช่วงท้ายของเกมการแข่งขัน แต่การใช้พลังงานดังกล่าวจะส่งผลให้ไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อถูกนำ ไปใช้และมีปริมาณลดลง[9] การบริโภคคาร์โบไฮเดรตเพื่อช่วยรักษาปริมาณไกลโคเจนสำรองไว้มากที่สุดและเก็บไว้ใช้ในยามจำเป็น หรือ ช่วงท้ายของการแข่งขันจึงมักจะเป็นข้อเสนอแนะในการสะสมพลังงานของนักกีฬาฟุตบอล[10]

น้ำมีความสำคัญและจำเป็นต่อการออกกำลังกาย และเป็นส่วนประกอบที่มากที่สุดในร่างกาย ปริมาณน้ำที่ได้รับต้องสมดุลกับปริมาณน้ำที่เสียในแต่ละวัน[11, 12] ส่วนประสิทธิภาพของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในร่างกาย ดังนั้นการได้รับน้ำดื่มเพื่อทดแทนน้ำที่สูญเสียไปจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก [13,14] เมื่อออกกำลังกายมีการสูญเสียเหงื่อออกมามากทำให้น้ำในร่างกายลดลง หากเสียน้ำไปถึงระดับหนึ่งอาจจะเกิดอาการช็อกได้ ส่วนการดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตจะมีผลดีต่อนักกีฬาที่ออกกำลังกายระยะยาว แต่ความเข้มข้นของกลูโคสต้องมีความเข้มข้นประมาณ 4-8% เนื่องจากความเข้มข้นมากการเคลื่อนตัวจากกระเพาะเข้าสู่ลำไส้เป็นไปได้ช้าจึงค้างอยู่ในกระเพาะนานทำให้รู้สึกอิ่มและอืดอัด ทั้งยังทำให้การดูดซึมช้าจึงดูเหมือนว่าเกิดผลเสียมากกว่าผลดี[15] เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่ถูกจัดว่าดีที่สุด คือ น้ำ แต่หลายครั้งที่นักกีฬามีความจำเป็นต้องชดเชยน้ำ เกลือแร่ และพลังงานที่สูญเสียไประหว่าง หรือหลังการแข่งขัน[16] จึงทำให้นักกีฬาส่วนมากนิยมบริโภคคาร์โบไฮเดรตระหว่างการแข่งขันโดยอยู่ในรูปแบบของเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา (sport drinks) ที่เป็นลักษณะของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพต่อการออกกำลังกาย ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำ ช่วยทดแทนอิเลคโตรไลต์ ที่สูญเสียไปจากการขับเหงื่อ และ สามารถนำคาร์โบไฮเดรตมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนโดยการรักษาระดับกลูโคสในเลือดทำให้ปริมาณการใช้ไกลโคเจนที่มีอยู่อย่างจำกัดในกล้ามเนื้อ และตับลดช้าลง

ชนิดของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในนักกีฬาแบ่งเป็น 3 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดประกอบด้วยน้ำ และคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังนี้ เครื่องดื่มไอโซโทนิค (isotonic drinks) คือ เครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรต 6-8% เครื่องดื่มไฮโปโทนิค (hypotonic drinks) คือ เครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่า 6% เครื่องดื่มไฮเปอร์โทนิค (hypertonic drink) คือเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตมากกว่า 8%[14, 17, 18] เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานสำหรับกล้ามเนื้อที่ทำงาน โดยจะเก็บสะสมไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ และช่วยยืดระยะเวลาในการออกกำลังกายให้ยาวนานขึ้นซึ่งแตกต่างอย่างชัดเจนกับน้ำเปล่าที่ไม่มีพลังงานทดแทนสำหรับกล้ามเนื้อที่ทำงาน [14]

สำหรับการได้รับเครื่องดื่ม และ น้ำสำหรับนักกีฬาช่วงก่อน ระหว่าง และ หลังการออกกำลังกาย เพื่อป้องกันการขาดน้ำที่อาจเกิดขึ้นได้ในขณะออกกำลังกาย โดยวิธีการดังต่อไปนี้ [8]

1. ก่อนการออกกำลังกาย โดยแบ่งจากระยะเวลาในการออกกำลังกาย คือ

1.1 ออกกำลังกายน้อยกว่า 1 ชั่วโมง ก่อนการออกกำลังกาย 30 – 60 นาที ควรดื่มน้ำเย็นประมาณ 300 – 500 มิลลิลิตร ผสมกลูโคส 30-50 กรัม

1.2 ออกกำลังกายมากกว่า 1 ชั่วโมง ก่อนการออกกำลังกาย 30 – 60 นาที ควรดื่มน้ำเย็นประมาณ 300 – 500 มิลลิลิตร และ ดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตระหว่างช่วงการออกกำลังกาย

2. ระหว่างออกกำลังกาย นักกีฬาที่ออกกำลังกายระยะยาว มักรับประทานเครื่องดื่มที่มีคาร์โบไฮเดรตผสมอยู่ เป็นที่ยอมรับว่าการดื่มเครื่องดื่มที่มีคาร์โบไฮเดรตผสมอยู่ในน้ำ ในขณะออกกำลังกายระยะยาว จะช่วยให้มีไกลโคเจนสำรองอยู่ในกล้ามเนื้อ ทั้งช่วยป้องกันระดับน้ำตาลในเลือดไม่ให้ลดต่ำลง

2.1 ออกกำลังกายน้อยกว่า 1 ชั่วโมง ให้ดื่มน้ำเย็นประมาณ 500 – 1000 มิลลิลิตร ทุก ๆ 15 – 20 นาที

2.2 ออกกำลังกายมากกว่า 1 ชั่วโมง ให้ดื่มน้ำเย็นประมาณ 500 – 1,000 มิลลิลิตร ที่ผสมกลูโคส 6 – 8 % โซเดียม 10 – 20 มิลลิอิควิวาเลนท์ โดยแบ่งให้ 100 – 200 มิลลิลิตร ทุก 15 – 20 นาที

3. หลังการออกกำลังกาย ให้ดื่มน้ำได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องรอจนรู้สึกกระหายน้ำ เพราะจะหมายถึงภาวะขาดน้ำของร่างกาย จึงต้องดื่มน้ำให้เพียงพอที่จะทดแทนน้ำที่สูญเสียไป

The American Collage of Sport Medicine ให้คำแนะนำการให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในการออกกำลังกายมากกว่า 60 นาที ดังนี้ นักกีฬาควรได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต 30 – 60 กรัมต่อชั่วโมง หรือ 4 – 8 % ของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต ทุก ๆ 15 – 20 นาที ของการออกกำลังกาย [19] การศึกษาเกี่ยวกับการให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตใน

นักกีฬาฟุตบอลหลายรูปแบบ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับผลการดื่มสารละลายคาร์โบไฮเดรตต่อ ความสามารถในการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนสูงสุด (sprint performance) เมื่อมีการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาเปรียบเทียบกับแบบต่อเนื่อง[20] การดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตระหว่างการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา[21] เป็นต้น

การให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในนักกีฬาระหว่างการแข่งขันกีฬาฟุตบอลของสโมสรอาชีพในประเทศอังกฤษ พบว่าจะเพิ่มประสิทธิภาพความสามารถในการส่งบอล และครอบครองบอลในครึ่งเวลาหลัง ทำให้มีการใช้ ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อลดลง 39 % ทำให้ระยะทางในการวิ่งเร็วเพิ่มขึ้น 30 % ในครึ่งหลัง ทำให้นักกีฬาทำประตูในครึ่งหลังได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต[22,23] จะเห็นได้ว่าการดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วยสนับสนุนกล้ามเนื้อให้มีกำลังในการทำงานหรือออกกำลังกาย ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเล่นมีความคงเส้นคงวาในการแสดงทักษะ แต่ไม่พบรายงานเกี่ยวกับทดสอบสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอล ภายหลังจากการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในช่วงพักครึ่งของการแข่งขันต่อสมรรถภาพของนักกีฬาในช่วงหลัง เมื่อเทียบกับสมรรถภาพในช่วงแรก

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งการแข่งขันว่า สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลแตกต่างจากการได้รับเครื่องดื่มหลอกหรือไม่

คำถามการวิจัย

การให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงเวลาพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันทำให้สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับสารหลอกหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงเวลาพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันต่อสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอล

สมมติฐานการวิจัย

การให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน ช่วยเพิ่มสมรรถภาพแบบอนากาศนิยมในนักกีฬาฟุตบอล

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการวิจัยแบบ crossover experimental randomized control trial ในนักกีฬาฟุตบอลซึ่งมีคุณลักษณะทั่วไปดังต่อไปนี้

1. ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัย มีอายุอยู่ในช่วง 17 – 25 ปี
2. ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยมีประสบการณ์เล่นฟุตบอลในรอบปีที่ผ่านมา
3. ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยได้รับการฝึกซ้อมฟุตบอล สัปดาห์ละ 3 วัน
4. ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยสมัครใจยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เนื่องจากเป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคน ดังนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับทราบถึงวัตถุประสงค์ของโครงการ และประโยชน์ที่จะได้รับ โดยผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยลงนามยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร และ สามารถยกเลิกการเข้าร่วมโครงการในช่วงใดก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นด้วยเหตุผลใดก็ตาม

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเป็นเครื่องมือที่ผ่านการทดสอบความเที่ยงตรง และความแม่นยำตามมาตรฐานการทดสอบของเครื่องมือของสถาบันวิทยาศาสตร์วินเกทของประเทศอิสราเอล
2. ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยให้ความร่วมมือด้วยความเต็มใจตลอดการศึกษาวิจัย
3. ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยเป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย
4. ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัย งดการออกกำลังกายอย่างหนักก่อนวันทำการทดสอบ 48 ชั่วโมง เช่นการวิ่งเร็ว การฝึกร่างกายโดยการยกน้ำหนัก
5. ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยรับประทานอาหาร หรือดื่มเครื่องดื่มที่ให้พลังงานก่อนเข้ารับการทดสอบมาแล้วไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. ผลการศึกษาในครั้งนี้ไม่สามารถกระจายผลไปยังช่วงอายุอื่นได้
2. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมสภาพจิตใจและการพักผ่อนของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยได้

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

Carbohydrate supplement คือ เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต ความเข้มข้น 5.9 % ปริมาณ 500 มิลลิลิตร ที่มีส่วนประกอบของ ซูโครส 5.4% กลูโคส 0.5 % และโซเดียม 0.06 %

Half – time break คือ ช่วงเวลาพักครึ่งหลังจากออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลครึ่งแรกสิ้นสุดลง จนถึงการเริ่มออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลของครึ่งเวลาหลัง

Anaerobic performance คือ ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ โดยใช้พลังงานที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อเป็นหลัก ทดสอบโดยวิธีวินเกท (Wingate test) วัดการทำงานของกล้ามเนื้อขาที่ทำได้มากที่สุด เพื่อบอกถึงค่าสมรรถภาพอนากาศนิยม (anaerobic capacity) คือ ค่าของการงานที่ทำได้สูงสุด ที่คำนวณจาก แรง คูณด้วย ระยะทางทั้งหมดในเวลา 30 วินาที หน่วยเป็นวัตต์

Placebo สารหลอก คือ น้ำเปล่าผสมน้ำตาลเทียม (แอสปาแทม) ชื่อการค้า อิควล (equal) และโซเดียมคลอไรด์ 0.06 % ปริมาณ 500 มิลลิลิตร ที่มีสีและรสใกล้เคียงกับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต แต่ไม่มีผลต่อการให้พลังงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบถึงสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลภายหลังจากได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในช่วงพักครึ่งการแข่งขันที่มีต่อประสิทธิภาพการแข่งขันในช่วงหลังของนักกีฬาฟุตบอล
2. เป็นแนวทางในการศึกษาเกี่ยวกับการให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต ช่วงพักครึ่งการแข่งขันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการออกกำลังกายในนักกีฬาฟุตบอลต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

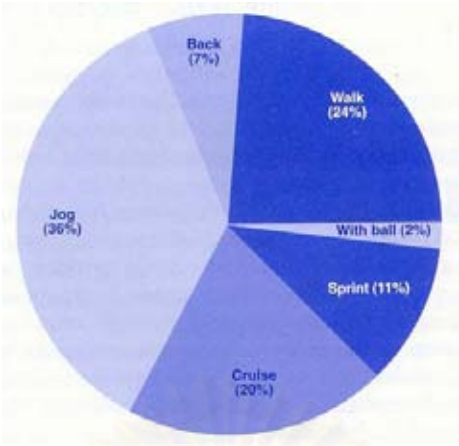
บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฟุตบอล เป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ผู้เล่นจะต้องมีพละกำลัง ความเร็ว และความอดทน ผู้เล่นที่มีสภาพร่างกายดีจะเล่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนถึงปลายเกมการแข่งขัน เนื่องจากรูปแบบการเคลื่อนไหวในกีฬาฟุตบอลจะมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลาแต่เป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่สม่ำเสมอ เช่นการเดินหรือการวิ่งเหยาะๆ การวิ่งระยะทาง 30 – 40 หลา หลาย ๆ รอบ ลักษณะการเคลื่อนไหวแต่ละประเภท คิดเป็นร้อยละ [4] ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ลักษณะการเคลื่อนไหว	ร้อยละ	เวลา (นาที)
การเคลื่อนไหวไปกับบอล (with ball)	2	1.8
การเดิน (walking)	24	21.6
การเคลื่อนไหวไปด้านหลัง (backing)	7	6.3
การวิ่งเหยาะ ๆ (jogging)	36	32.4
การวิ่งอย่างมีเป้าหมายแต่ไม่เร่งสุดขีด (cruise)	20	18
การวิ่งเต็มที่เร่งสุดขีด (sprint)	11	9.9

ตารางที่ 2.1 ลักษณะการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของนักกีฬาฟุตบอล คิดเป็นร้อยละ และเวลาที่ใช้

จากการแบ่งลักษณะการเคลื่อนไหวดังกล่าว ถึงแม้ว่าการวิ่งด้วยความเร็วที่เร่งสุดขีด (sprint) จะมีร้อยละ 11 หรือระยะเวลาเพียง 9.9 นาที แต่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้เล่น เพราะผู้เล่นจะต้องวิ่งเต็มที่เร่งสุดขีด (sprint) เพื่อหนีการประกบตัวของคู่ต่อสู้ เข้าแย่งบอลจากคู่ต่อสู้ เข้าสกัดกั้นบอลจากคู่ต่อสู้ การวิ่งด้วยความเร็วที่เร่งสุดขีด ระยะสั้น ๆ เพื่อยึดพื้นที่หาตำแหน่งรับบอล สร้างพื้นที่ให้เพื่อนวิ่งไปรับบอล ตลอดจนการวิ่งเร็วเต็มที่เพื่อเข้าทำประตู โดยผู้เล่นกองหน้าจะมีการวิ่งเต็มที่เร่งสุดขีดมากกว่ากองหลังและกองกลาง โดยจำนวนการวิ่งเต็มที่เร่งสุดขีดระยะสั้น ๆ 1 – 10 หลา กองกลางจะวิ่งเต็มที่เร่งสุดขีดระยะทางที่ไกลขึ้น 30 – 40 หลาหรือมากกว่านั้น [2] (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะการเคลื่อนไหวหนักสลับเบาระหว่างเกมการแข่งขัน ตลอด 90 นาที[4]

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเล่นกีฬาฟุตบอล

1. ทักษะ (skill) เป็นความสามารถของนักกีฬาซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้และการฝึกหัด ส่วนการฝึกซ้อมด้านเทคนิคเฉพาะประเภทกีฬา เป็นการฝึกซ้อมที่ต้องอาศัยสมาธิ ความตั้งใจตลอดจนความสามารถในการรับรู้เรียนรู้ของนักกีฬาเป็นสำคัญโดยมุ่งเน้นให้เกิดทักษะความสามารถเฉพาะด้าน ซึ่งประกอบด้วยการฝึกเทคนิคขั้นพื้นฐาน เช่น การฝึกท่าทางการเคลื่อนไหว เพื่อนำไปสู่การฝึกเทคนิคขั้นสูงให้เกิดความชำนาญ จนกลายเป็นความสามารถ ที่เชี่ยวชาญและเป็นอัตโนมัติ [24]

2. สมรรถภาพร่างกาย (physical fitness) เป็นดัชนีที่จะบ่งชี้ให้เห็นว่านักกีฬาจะนำเอาความสามารถทางด้านร่างกายที่มีอยู่มาใช้ได้ดีมากน้อยเพียงใด นักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดีก็จะนำเอาความสามารถที่มีอยู่มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนสมรรถภาพทางจิตใจ (mental fitness) เป็นดัชนีที่จะชี้ให้เห็นถึงความสามารถทางจิตใจซึ่งจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสามารถทางกายที่จะแสดงพฤติกรรมทางการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพ เช่นการฝึกลดความวิตกกังวล การลดความเครียด เป็นต้น [24, 25]

3. โภชนาการ (nutrition) การที่ร่างกายจะมีพลังงานอย่างเพียงพอ จำเป็นต้องกินอาหารให้เพียงพอ เพราะอาหารที่กินจะถูกย่อยเป็นน้ำตาลกลูโคสในเลือดและถูกดูดซึมไปใช้เป็นพลังงาน รวมทั้งเก็บสะสมพลังงานไว้ในรูปของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและตับไว้ในยามจำเป็น การได้รับพลังงานเพียงพอจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อสมรรถภาพของนักกีฬา โดยที่คาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในรูปของแป้งหรือน้ำตาล ซึ่งเมื่อย่อยแล้วจะถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสได้มากที่สุด กล้ามเนื้อใช้พลังงานในรูปของน้ำตาลกลูโคส ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกเก็บสะสมเป็นไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อระหว่างการแข่งขันและการฝึกซ้อม ไกลโคเจนจะเปลี่ยนเป็นพลังงานในกล้ามเนื้อ ซึ่งไกลโคเจนจะถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสทั้งในขบวนการใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบใช้ออกซิเจน (aerobic energy system) และ

แบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy system) ในการออกกำลังกายอย่างหนักแต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมงไกลโคเจนจะถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานหลัก ช่วงที่มีการออกกำลังกายหรือฝึกซ้อมนาน ระดับน้ำตาลในเลือดจะมีความสำคัญ การดึงน้ำตาลในเลือดมาใช้เป็นแหล่งพลังงานหลักจะช่วยสงวนไกลโคเจนในกล้ามเนื้อไว้ได้ในช่วงท้ายของการแข่งขัน[26]

น้ำในร่างกาย

น้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตส่วนประกอบที่มีมากที่สุดในร่างกาย ประมาณ 40–70 % ของน้ำหนักตัว ซึ่งในแต่ละบุคคลมีปริมาณน้ำแตกต่างกันตาม อายุ เพศ และรูปร่างของร่างกาย น้ำในร่างกายจะหมุนเวียนเข้าและออกจากร่างกายตลอดเวลาโดยต้องอยู่ในสมดุล คือปริมาณน้ำที่ได้รับต้องสมดุลกับปริมาณน้ำที่เสียในแต่ละวัน[11,12] ดังตารางที่ 2.2

การได้รับน้ำ		**การเสียน้ำ**	
แหล่งที่มาของน้ำ	**มิลลิลิตร**	**แหล่งที่เสียน้ำ**	**มิลลิลิตร**
น้ำดื่ม	1,000	ผิวหนัง(เหงื่อ)	850
อาหาร	1,200	ปัสสาวะ	1,250
การเผาผลาญอาหาร	350	อุจจาระ	100
รวมทั้งหมด	2,550	การหายใจ	350
		รวมทั้งหมด	2,550

ตารางที่ 2.2 การได้รับและการเสียน้ำจากร่างกายในแต่ละวัน

โซเดียมในร่างกาย

โซเดียม (Sodium, Na^+) ในร่างกายมีอยู่ประมาณ 60 มิลลิอิควิวาเลนท์ ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โซเดียมเป็นอิเล็คโตรไลท์ที่มีมากในน้ำนอกเซลล์ และสามารถดึงน้ำมาไว้รอบ ๆ โมเลกุลในร่างกาย จึงต้องรักษาปริมาณโซเดียมให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม โดยมีไตเป็นตัวควบคุมปริมาณของโซเดียม โดยโซเดียมที่ผ่านการกรองของไตจะถูกดูดกลับประมาณ 99 %

หน้าที่ของโซเดียมในร่างกาย [11,12]

1. ช่วยในการรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย
2. ช่วยดูดซึมสารอาหารพวกโมโนแซคคาไรด์ และกรดอะมิโนในระบบทางเดินอาหาร

การสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย

ร่างกายมีการสูญเสียน้ำไปได้หลายทาง คือ[11,12]

1. ทางปัสสาวะ จากการกรองของไตเป็นน้ำปัสสาวะประมาณ 1,250 มิลลิลิตรต่อวัน ซึ่งจะขึ้นกับปริมาณน้ำที่ได้รับ ร่างกายต้องขับปัสสาวะออก อย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 400 – 600 มิลลิลิตรต่อวัน มิฉะนั้นจะเกิดการคั่งของของเสีย ถ้าร่างกายเสียน้ำไปทางอื่นมาก เช่น เหงื่อออกมาก อาเจียน ท้องเสีย ปัสสาวะจะน้อยลง ในทางกลับกัน ถ้าร่างกายได้รับน้ำมาก เช่น อากาศเย็น เสียเหงื่อน้อย ปัสสาวะจะมาก

2. ทางลมหายใจออก เป็นการสูญเสียน้ำโดยไม่รู้สึกตัว ประมาณ 350 มิลลิลิตรต่อวัน

3. ทางเดินอาหาร โดยสูญเสียน้ำประมาณ 100 มิลลิลิตรต่อวัน

4. ทางเหงื่อ ร่างกายสร้างเหงื่อเพื่อช่วยในการระบายความร้อน ประมาณ 850 มิลลิลิตรต่อวันโดยต่อมเหงื่อจะถูกกระตุ้นให้สร้างเหงื่อมากขึ้นเมื่อร่างกายต้องการระบายความร้อนออกมาก เช่น ออกกำลังกายอยู่ในที่อากาศร้อน พบว่ามีการหลั่งเหงื่อมากระหว่างการออกกำลังกายจะมีความร้อนเกิดขึ้น ซึ่งร่างกายจะต้องลดความร้อนที่เกิดขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดภาวะที่ร่างกายเกิดความร้อนสูงเกิน (overheating) และ พบว่า 80 % ของความร้อนที่เกิดขึ้นจะระบายออกจากร่างกายผ่านทางเหงื่อซึ่งเป็นกลไกที่มีความสำคัญมากในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย โดยในการระบายความร้อน 580-600 กิโลแคลอรี ต้องเสียเหงื่อประมาณ 1 ลิตร ปัจจัยที่ทำให้เสียน้ำออกจากร่างกายระหว่างการออกกำลังกายแล้วยังมีผลจากอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม และ ปริมาณความชื้นในบริเวณดังกล่าว โดยพบว่าถ้าออกกำลังกายในอากาศที่ร้อนและ อบอ้าวจะมีการสูญเสียเหงื่อออกจากร่างกายได้มากถึง 3-5 ลิตร และ พบว่าในเหงื่อจะมีส่วนประกอบคือ น้ำ และอิเลคโตรไลท์ต่างๆด้วย

Substance	Na^+ (mEq/L)	K^+ (mEq/L)	Mg^+ (mEq/L)	Cl^- (mEq/L)	Osmolality (mosmol/L)
Blood plasma	140	4	1.5 – 2.1	110	300
Sweat	40 – 45	3.9	3.5	39	170 - 220

ตารางที่ 2.3 ความเข้มข้นของอิเล็คโตรไลท์ในพลาสมาและเหงื่อ

จากตารางที่ 2.3 แสดงความเข้มข้นของเหงื่อพบว่า เหงื่อมีคุณสมบัติเป็นไฮโปโทนิค (hypotonic) เมื่อเปรียบเทียบกับพลาสมา เนื่องจากของเหลวก่อนที่จะถูกขับออกมาเป็นเหงื่อนั้น ร่างกายจะมีการดูดกลับของอิเลคโตรไลท์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโซเดียม ทำให้เหงื่อมีความเข้มข้นน้อย มีลักษณะเป็นน้ำใส ไม่มีสี ซึ่งส่วนประกอบของเหงื่อจะคล้ายกับพลาสมา แต่แตกต่างกันตรงที่ไม่มี

พลาสมาโปรตีน จากการที่เหงื่อที่หลั่งออกมาเป็นสารละลายที่เป็นไฮโปโทนิค แสดงว่าความเข้มข้นของเหงื่อน้อยกว่าของเหลวในร่างกาย และพบว่าโซเดียมและคลอไรด์เป็นส่วนประกอบหลักในเหงื่อ ซึ่งมีความเข้มข้นประมาณ 1/3 ของพลาสมา [11]

การสูญเสียเหงื่อจะเสียโซเดียมที่สะสมในร่างกายออกไปมากกว่าอิเลคโตรไลท์อื่น นักกีฬาที่ได้รับการฝึกฝนอย่างดีการขับเหงื่อจะเกิดขึ้นได้เร็วและมีประสิทธิภาพ และยังพบว่ามีการสูญเสียโซเดียมไปกับเหงื่อน้อยกว่าคนปกติ การเสียเหงื่อในนักกีฬาส่วนใหญ่จะเป็นการสูญเสียน้ำมากกว่าโซเดียม นอกจากนี้ขณะออกกำลังกายไตยังกักเก็บโซเดียมได้มาก ร่างกายจึงไม่ขาดโซเดียม โดยประสิทธิภาพของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในร่ายกาย ดังนั้นการให้น้ำเพื่อทดแทนน้ำที่สูญเสียไปจึงเป็นสิ่งสำคัญมาก ผลกระทบที่เกิดจากการขาดน้ำ[13, 14] ดังตารางที่ 2.4

%ของน้ำหนักที่ลดลง	ผลต่อการเปลี่ยนแปลงและสมรรถภาพของร่างกาย
1 – 2 %	อุณหภูมิของร่างกายเพิ่มขึ้น, กระหายน้ำ
3 %	การรับความรู้สึกลดลง, ปากแห้ง, ความหนืดของเลือดเพิ่มขึ้น, ปัสสาวะสีเข้ม
4 – 5 %	ตอบสนองทางกายลดลง มีความรู้สึกเหนื่อยอ่อนจากการเสียน้ำ, มึนงง, ปวดศีรษะ, สมรรถภาพทางกายลดลง 20 - 30 %
6 – 10 %	เกิดความบกพร่องของระบบ ควบคุมอุณหภูมิในร่างกาย อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นมาก, เกิดความผิดปกติของระบบทางเดินอาหารและลำไส้ คลื่นไส้ อาเจียน, ปวดศีรษะรุนแรงขึ้น, แขนขาเคลื่อนไหวไม่ได้
> 10%	ช็อก, หมดสติ และอาจเกิดอันตรายถึงชีวิตได้

ตารางที่ 2.4 ผลกระทบที่ได้รับจากการขาดน้ำต่อการออกกำลังกาย

ความจำเป็นในการดื่มเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาในช่วงการออกกำลังกาย

เมื่อออกกำลังกายและมีเหงื่อออกมามากทำให้น้ำในร่างกายลดลง หากเสียน้ำไปถึงระดับหนึ่งอาจเกิดอาการช็อกได้ ดังนั้นจึงควรดื่มน้ำทดแทนเพื่อให้ปริมาณน้ำในร่างกายกลับสู่ปกติ การที่ร่างกายจะฟื้นตัวกลับมาจึงต้องใช้เวลาระยะหนึ่งเนื่องจากการดื่มน้ำเพื่อให้น้ำหนักร่างกายเท่าเดิมไม่ได้ช่วยแก้ปัญหาภาวะการขาดน้ำของร่างกายเพราะน้ำในเซลล์มีระดับต่ำอยู่ ร่างกายมีการสูญเสียน้ำมากกว่าโซเดียม ทำให้ความเข้มข้นโซเดียมในเลือดสูงดังนั้นจึงควรดื่มน้ำทดแทนการขาดน้ำ แต่การดื่มน้ำทดแทนควรทำอย่างค่อยเป็นค่อยไป และการสูญเสียเหงื่อส่วนใหญ่เป็นการสูญเสียน้ำ ในขณะที่การสูญเสียโซเดียมไปน้อยมากในระหว่างการออกกำลังกาย อุณหภูมิของน้ำยังมีผลช่วยในการดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย การดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตจะมีผลดีต่อนักกีฬาที่

ออกกำลังกายระยะยาว แต่ความเข้มข้นของกลูโคส ต้องมีค่าประมาณ 4 – 8 % เนื่องจากเครื่องดื่มที่มีความเข้มข้นมากจะเคลื่อนตัวจากกระเพาะอาหารสู่ลำไส้ได้ช้าจึงค้างอยู่ในกระเพาะนาน ทำให้รู้สึกอิ่มนาน และ อึดอัด ทั้งยังทำให้การดูดซึมช้าจึงดูเหมือนจะเกิดผลเสียมากกว่าผลดี เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในนักกีฬาที่ขายในท้องตลาด มีความเข้มข้นของกลูโคสมากกว่า 10 % จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ดื่มเพื่อทดแทนการเสียเหงื่อและพลังงาน[15] และ หลายครั้งที่นักกีฬามีความจำเป็นต้องชดเชยน้ำ เกลือแร่ และ พลังงานที่สูญเสียไประหว่าง หรือหลังการแข่งขัน [16]

สำหรับกีฬาฟุตบอล กฎ กติกาฟุตบอลทำให้ผู้เล่นยากต่อการบริโภคเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตขณะแข่งขัน เกมฟุตบอลจะหยุดตามธรรมชาติเท่านั้น ขณะแข่งขันผู้เล่นจะต้องไม่นำเครื่องดื่มเข้าไปในสนามและไม่อนุญาตให้ออกมานอกสนามเพื่อดื่มเครื่องดื่ม ถึงแม้จะมีกฎ กติกาแบบนี้แต่ผู้เล่นก็มีโอกาสดื่มเครื่องดื่มระหว่างพักครึ่งการแข่งขัน และ มีข้อเสนอแนะว่าถ้าผู้เล่นได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตจะถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกายได้เร็ว ทำให้แหล่งพลังงานหลักของกล้ามเนื้อยืดเวลาการเปลี่ยนแปลงแหล่งพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตออกไปอีก [2]

The American Collage of Sport Medicine ให้คำแนะนำการให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในการออกกำลังกายมากกว่า 60 นาที ดังนี้ นักกีฬาควรได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต 30 – 60 กรัมต่อชั่วโมง หรือ 4 – 8 % ของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต ทุก ๆ 15 – 20 นาที ของการออกกำลังกาย [19]

เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาเพื่อทดแทนการสูญเสียน้ำและเกลือแร่

การได้รับเครื่องดื่มในปริมาณที่เพียงพอใน ช่วงก่อน ระหว่างและหลังการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการขาดน้ำที่อาจเกิดขึ้นได้ในขณะออกกำลังกาย โดยวิธีการดังต่อไปนี้ [8]

1. **ก่อนการออกกำลังกาย** โดยแบ่งจากระยะเวลาในการออกกำลังกาย คือ

1.1 ออกกำลังกายน้อยกว่า 1 ชั่วโมง ที่ความหนัก 80 – 130 % VO_{2max} ก่อนการออกกำลังกาย 30 – 60 นาที ควรดื่มน้ำเย็นประมาณ 300 – 500 มิลลิลิตร ผสมกลูโคส 30-50 กรัม ซึ่งการเติมกลูโคสจะเป็นการช่วยเพิ่มสมรรถภาพในการออกกำลังกาย

1.2 ออกกำลังกายมากกว่า 1 ชั่วโมง ที่ความหนัก 30 – 90 % VO_{2max} ก่อนการออกกำลังกาย 30 – 60 นาที ควรดื่มน้ำเย็นประมาณ 300 – 500 มิลลิลิตร ซึ่งจะช่วยในการป้องกันการเกิดภาวะขาดน้ำระหว่างการออกกำลังกาย

ซึ่งการดื่มน้ำจะทำการผ่านจากกระเพาะสู่ลำไส้เล็กประมาณ 30 นาทีจึงไม่ทำให้เกิดอาการจุกและอึดอัดขณะออกกำลังกาย แต่ไม่ควรดื่มน้ำมาก ๆ ทันทีก่อนการออกกำลังกายเพราะร่างกายจะดูดซึมไม่ทันและมีปริมาณน้ำค้างในกระเพาะมากและเกิดอาการจุกและอึดอัดได้ทำให้ประสิทธิภาพการออกกำลังกายลดลง

2. **ระหว่างออกกำลังกาย** นักกีฬาที่ออกกำลังกายระยะยาว มักรับประทานเครื่องดื่มที่มีคาร์โบไฮเดรตผสมอยู่ เป็นที่ยอมรับว่าการดื่มเครื่องดื่มที่มีคาร์โบไฮเดรตผสมอยู่ในน้ำ ในขณะออกกำลังกายระยะยาวจะช่วยให้มีไกลโคเจนสำรองอยู่ในกล้ามเนื้อ ทั้งช่วยเพิ่มระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด แล้วจะทำให้การเมื่อยล้าน้อยลง โดยเฉพาะช่วงท้ายของการแข่งขัน ถ้าการออกกำลังกายน้อยกว่า 30 นาที ไม่จำเป็นต้องดื่มน้ำระหว่างการออกกำลังกายแต่ให้ดื่มทันทีหลังจากสิ้นสุดการออกกำลังกายทันที แต่ถ้าออกกำลังกายมากกว่า 30 นาทีจะแบ่งเป็น

2.1 **ออกกำลังกายน้อยกว่า 1 ชั่วโมง** ที่ความหนัก 80 – 130 % VO_{2max} ให้ดื่มน้ำเย็นประมาณ 500 – 1000 มิลลิลิตร ทุก 15 – 20 นาที เพื่อทดแทนเหงื่อที่เสียไป

2.2 **ออกกำลังกายมากกว่า 1 ชั่วโมง** 30 – 90 % VO_{2max} ให้ดื่มน้ำเย็นประมาณ 500 – 1,000 มิลลิลิตร ที่ผสมกลูโคส 6 – 8 % โซเดียม 10 – 20 มิลลิอิควิวาเลนท์ โดยแบ่งให้ 100 – 200 มิลลิลิตร ทุก 15 – 20 นาที

3. **หลังการออกกำลังกาย** ให้ดื่มน้ำได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องรอจนรู้สึกกระหายน้ำ เพราะจะหมายถึงภาวะขาดน้ำของร่างกายจึงต้องดื่มน้ำให้เพียงพอที่จะทดแทนน้ำที่สูญเสียไป

ชนิดของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในนักกีฬา (Sports drink)

เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในนักกีฬาแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดประกอบด้วย น้ำ อิเลคโตรไลท์ และคาร์โบไฮเดรตที่แตกต่างกัน [14, 17, 18] ดังตารางที่ 2.5

ชนิด	ส่วนประกอบ
Isotonic	น้ำ อิเลคโตรไลท์ และคาร์โบไฮเดรต 6-8 เปอร์เซ็นต์
Hypotonic	น้ำ อิเลคโตรไลท์ และคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์
Hypertonic	น้ำ อิเลคโตรไลท์ และคาร์โบไฮเดรตมากกว่า 8 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2.5 ชนิดของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตสำหรับนักกีฬาแต่ละชนิด

Isotonic drinks คือเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรต 6 – 8% เป็นเครื่องดื่มที่สามารถทดแทนน้ำที่สูญเสียไปกับเหงื่อและช่วยในการเพิ่มพลังงานให้กับกล้ามเนื้อ นักกีฬาส่วนใหญ่นิยมดื่มเครื่องดื่มชนิดนี้และเหมาะสมมากที่สุด สำหรับกีฬาที่ต้องการน้ำและพลังงานทดแทนส่วนที่เสียไป เช่น กีฬาฟุตบอล อเมริกันฟุตบอล ฮอกกี้ วิ่งมาราธอน

Hypotonic drinks คือเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรต น้อยกว่า 6 % สามารถทดแทนน้ำที่สูญเสียไปแต่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบน้อยมาก จึงเหมาะกับนักกีฬาที่ต้องการน้ำทดแทนโดยไม่ต้องการแคลอรีเพิ่มเติม เช่นนักกีฬาจ๊อกกิ้ ยิมนาสติก และบัลเล่ย์ ซึ่งนักกีฬากลุ่มนี้ต้องการน้ำทดแทนเหงื่อที่เสียไป และต้องการที่จะควบคุมน้ำหนักของร่ายกายด้วย

Hypertonic drinks คือเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรต มากกว่า 8 % โดยทั่วไปจะใช้ในการช่วยเพิ่มการจัดเก็บไกลโคเจนไว้ในกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายเนื่องจากเครื่องดื่มชนิดนี้มีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบมาก ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ระหว่างการออกกำลังกาย ยกเว้นในกีฬาที่ต้องแข่งขันเป็นระยะเวลาหลายวันติดต่อกัน ซึ่งต้องการคาร์โบไฮเดรตสูงจะใช้เครื่องดื่มชนิดนี้ร่วมกับisotonic drinksเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการพลังงานของร่างกาย

ออสโมลาลิตี้ของน้ำจะเป็นตัววัดจำนวนอนุภาคในสารละลาย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต อิเลคโตรไลท์ สารให้ความหวาน และวัตถุกันเสีย แต่ในพลาสมาจะประกอบด้วยอนุภาคต่างๆ ได้แก่ อิเลคโตรไลท์ โปรตีน และกลูโคส ซึ่งพลาสมาจะมีออสโมลาลิตี้ประมาณ 280-300 มิลลิโมลต่อลิตร ดังนั้นเครื่องดื่มที่มีออสโมลาลิตี้เท่ากับพลาสมาถือว่าสมดุลกับปริมาณน้ำในร่างกาย จะเรียกว่า ไอโซโทนิค (isotonic) ส่วนไฮโปโทนิค (hypotonic) จะมีอนุภาคต่างๆน้อยกว่าในเลือดในขณะที่ไฮเปอร์โทนิค (hypertonic) จะมีอนุภาคต่างๆมากกว่าเลือด และพบว่าในการดื่มเครื่องดื่มที่มีค่าออสโมลาลิตี้ต่ำ เช่น น้ำจะช่วยลดค่าออสโมลาลิตี้ในเลือดและลดอาการกระหายน้ำได้ส่วนเครื่องดื่ม isotonic drinks ซึ่งเป็นเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของน้ำ อิเลคโตรไลต์และคาร์โบไฮเดรตที่มีความเข้มข้น 6% – 8% เป็นเครื่องดื่มที่สามารถผ่านกระเพาะอาหารได้ในอัตราที่เทียบเท่ากับน้ำเปล่า โดยมีค่าออสโมลาลิตี้ (osmolality) 270-330 mOsm /kg เท่ากับ ค่าออสโมลาลิตี้ของเลือด ความสามารถในการผ่านกระเพาะอาหารนี้จะส่งเสริมให้มีการดูดซึมจากลำไส้เล็ก เพื่อจ่ายเป็นพลังงานให้กล้ามเนื้อที่ทำงานได้อย่างเหมาะสม [14, 17, 18, 31, 32] isotonic drinks ที่มีการทำวิจัยในนักกีฬา และเป็นที่นิยมดื่มในเกมการแข่งขัน ได้แก่ Gatorade [33, 34, 35, 36, 37, 38, 39]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและน้ำเปล่าสำหรับนักกีฬา

ความแตกต่างระหว่างเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและน้ำเปล่าสำหรับนักกีฬา [27] ดังตารางที่ 2.6

น้ำเปล่า	เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต
1. ไม่มีพลังงานทดแทนสำหรับกล้ามเนื้อที่ทำงาน	1. มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานสำหรับกล้ามเนื้อที่ทำงาน โดยเก็บสะสมไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ และช่วยยืดระยะเวลาในการออกกำลังกายให้ยาวนานขึ้น
2. ไม่มีส่วนประกอบของอิเล็คโตรไลท์ (โซเดียมและโปแทสเซียม) โดยส่งผลให้มีการกระตุ้นการขับปัสสาวะมากกว่าการดูดกลับน้ำ	2. มีส่วนประกอบของอิเล็คโตรไลท์ที่เพียงพอ (โซเดียมและโปแทสเซียม) กระตุ้นให้มีการดูดซึมที่ลำไส้เล็กมากขึ้น, เก็บกักน้ำโดยลดการขับปัสสาวะให้น้อยลง
3. ไม่ทดแทนอิเล็คโตรไลท์ที่สูญเสียจากการออกกำลังกาย	3. ทดแทนอิเล็คโตรไลท์ที่สูญเสียจากการออกกำลังกาย
4. รสชาดจืด ไม่มีการกระตุ้นให้มีการดื่มน้ำมากขึ้น	4. รสชาดดีกระตุ้นให้มีการดื่มมากขึ้น เพิ่มความกระปรี้กระเปล่า

ตารางที่ 2.6 ความแตกต่างระหว่างเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและน้ำเปล่าสำหรับนักกีฬา

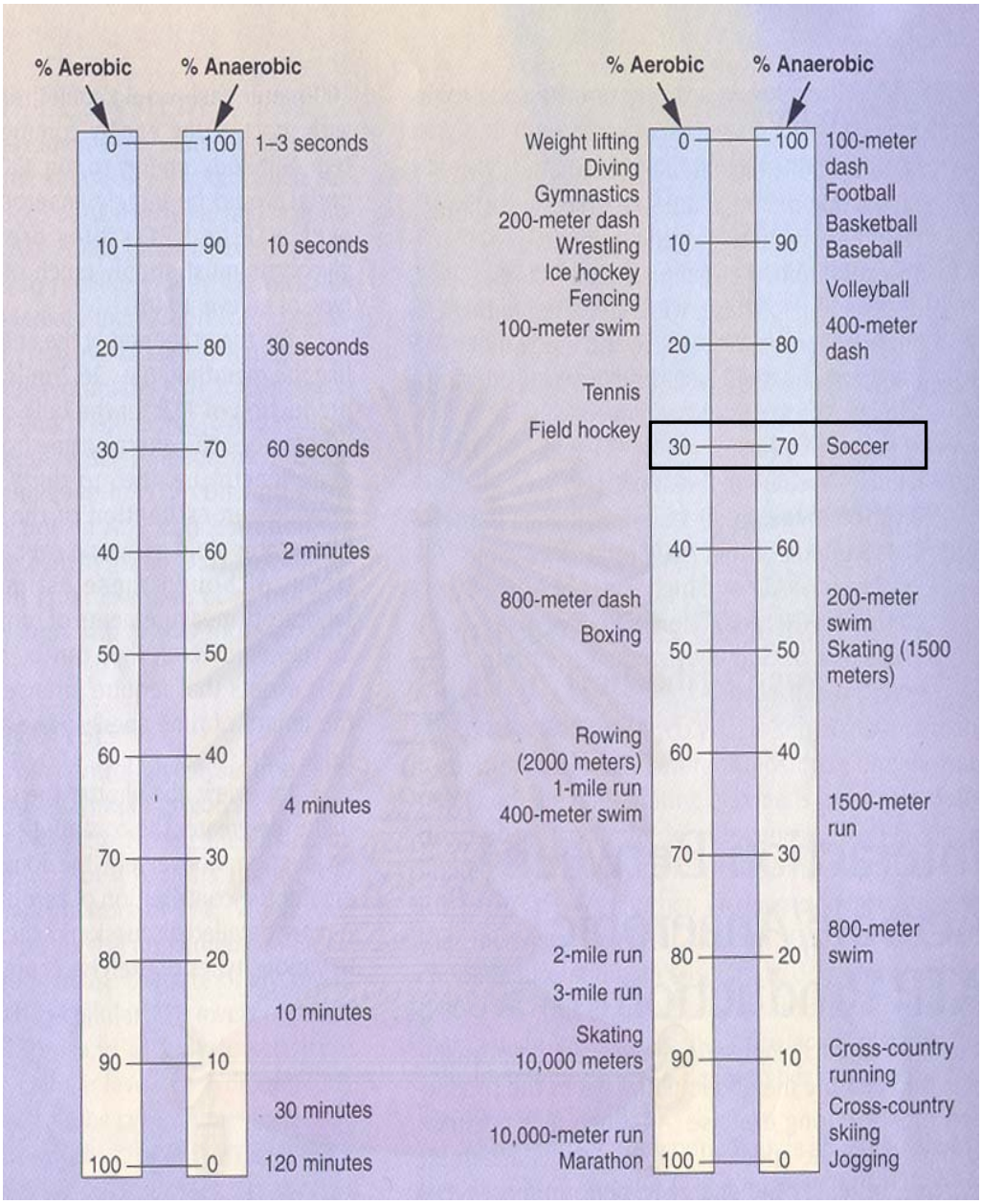
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบพลังงานและการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อ

พลังงานนับเป็นปัจจัยหลักในการออกกำลังกาย หรือการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานสำหรับนักกีฬาถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการปฏิบัติทักษะต่างๆและพลังงานนั้นจะแสดงออกมาในรูปต่าง ๆ เช่น กำลัง ความแข็งแรง ความเร็ว ความอดทน ดังนั้น นักกีฬาและผู้ฝึกสอนที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้พลังงานในกีฬาแต่ละประเภทจะทำให้การแข่งขันตรงตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในกีฬาแต่ละประเภทนั้นมีความต้องการในการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน เช่น นักกีฬายกน้ำหนัก จะใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งแตกต่างจากนักกีฬาฟุตบอลจะเป็นการใช้พลังงานแบบผสมผสานทั้งการใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบใช้ออกซิเจน (aerobic energy system) และแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy system) ซึ่งการใช้พลังงานทั้งสองระบบนี้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่แตกต่างกันออกไป เช่น ความหนักของงาน ระยะเวลาในการออกกำลังกาย เป็นต้น[7]

ปริมาณพลังงาน ชนิด aerobic กับชนิด anaerobic คิดเป็นร้อยละพลังงาน ที่ใช้ในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาชนิดต่าง ๆ [8] (ภาพที่ 2.2)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.2 แสดงพลังงานที่ใช้ในนักกีฬาประเภทต่าง ๆ[8]

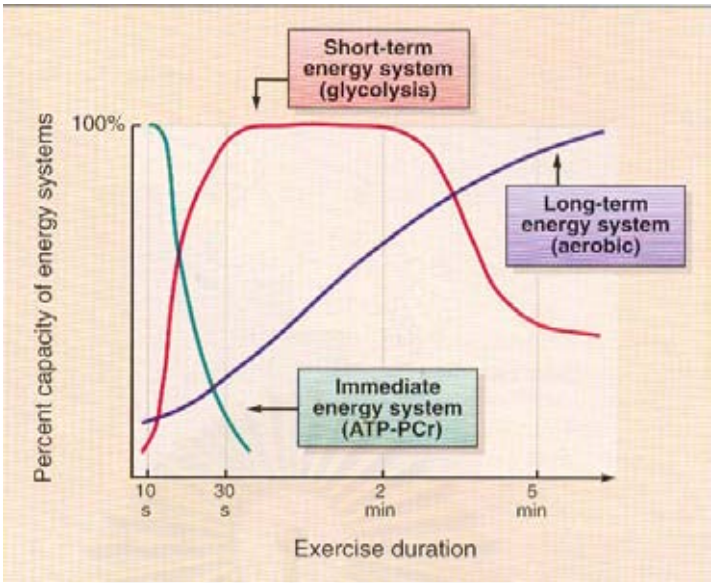
การออกกำลังกายในกิจกรรมต่าง ๆ จะมีการเลือกใช้พลังงานแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับความหนักเบาของการออกกำลังกาย และ ระยะเวลาที่ต้องการใช้พลังงานของกิจกรรมแต่ละประเภท[27]

ยกน้ำหนัก ใช้พลังงาน แบบใช้ออกซิเจน 0 % ใช้พลังงาน แบบไม่ใช้ออกซิเจน 100 %

ฟุตบอล ใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน 30% ใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน 70 %

วิ่ง 1,500 เมตร ใช้พลังงาน แบบใช้ออกซิเจน 70 % ใช้พลังงาน แบบไม่ใช้ออกซิเจน 30 %

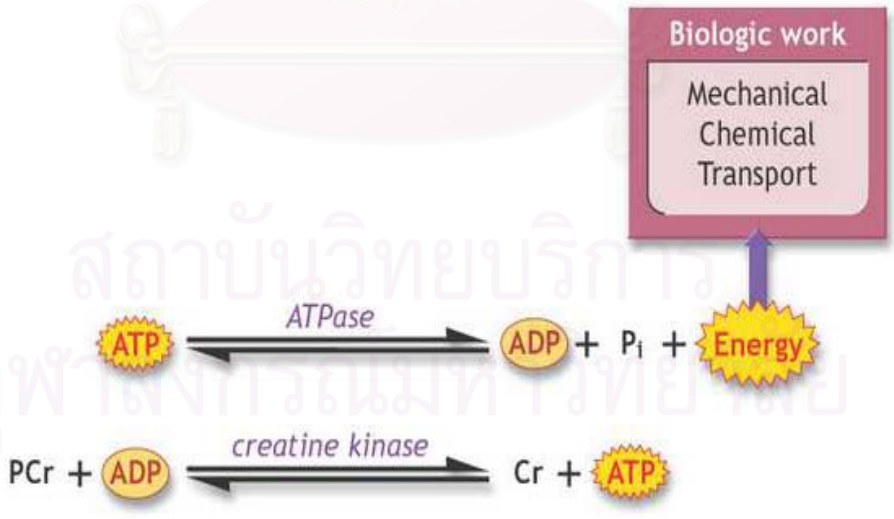
วิ่งมาราธอน ใช้พลังงาน แบบใช้ออกซิเจน 100 % ใช้พลังงาน แบบไม่ใช้ออกซิเจน 0 %



ภาพที่ 2.3 การใช้พลังงานระบบต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ [21]

ระบบพลังงานสำหรับการออกกำลังกาย

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานในการเคลื่อนไหวในกีฬาทุกประเภทและส่งเสริมให้นักกีฬามีความสามารถมากยิ่งขึ้นกีฬาแต่ละประเภทจะต้องมีการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะฟุตบอลที่มีการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดซ้ำๆอยู่ตลอดเวลาและต้องอาศัยความทนทานร่วมด้วย ดังนั้นการสลายพลังงานที่รวดเร็วจึงมีความสำคัญและจำเป็นตลอดระยะเวลา 90 นาทีของการแข่งขัน [3]



ATP and PCr provide anaerobic sources of phosphate-bond energy. The energy liberated from hydrolysis (splitting) of PCr rebonds ADP and P_i to form ATP.

ภาพที่ 2.4 ระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate Energy System) [27]

1. **ระบบพลังงานแบบฉับพลัน** (Immediate Energy System) (ภาพที่ 2.4) ให้พลังงานเพียงพอสำหรับในช่วงระยะเวลา 10 วินาทีแรกของการออกกำลังกาย โดยใช้ เอทีพี(Adenosine Triphosphate) ที่สะสมในกล้ามเนื้อ และการสังเคราะห์ขึ้นใหม่จาก ครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine Phosphate: CP) ที่ถูกเก็บสะสมในกล้ามเนื้อ เอทีพี ที่ถูกเก็บไว้ในกล้ามเนื้อ สลายตัวให้พลังงานซึ่งกล้ามเนื้อนำไปใช้ใน การหดตัวและกลายเป็นเอดีพี (Adenosine Diphosphate: ADP) เมื่อ เอทีพี ถูกใช้หมดไปกล้ามเนื้อมัดนั้นจะหมดสภาพการทำงานหรือหมดแรงหดตัวต่อไปไม่ได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างสารเอทีพีขึ้นมาใหม่ กล้ามเนื้อจึงจะสามารถทำงานได้ต่อไปอีก โดยสร้างจากระบบ phosphagen โดยใช้พลังงานจากสาร ฟอตเฟต (Creatine Phosphate: CP) กระบวนการนี้เกิดจากการมีปฏิกริยาสองครั้ง ติดต่อกันคือ CP แตกตัวก่อน ให้phosphate แล้วจึงทำให้เอดีพี รวมตัวกับฟอสเฟต(phosphate) กลายเป็น เอทีพี (ATP) [27]

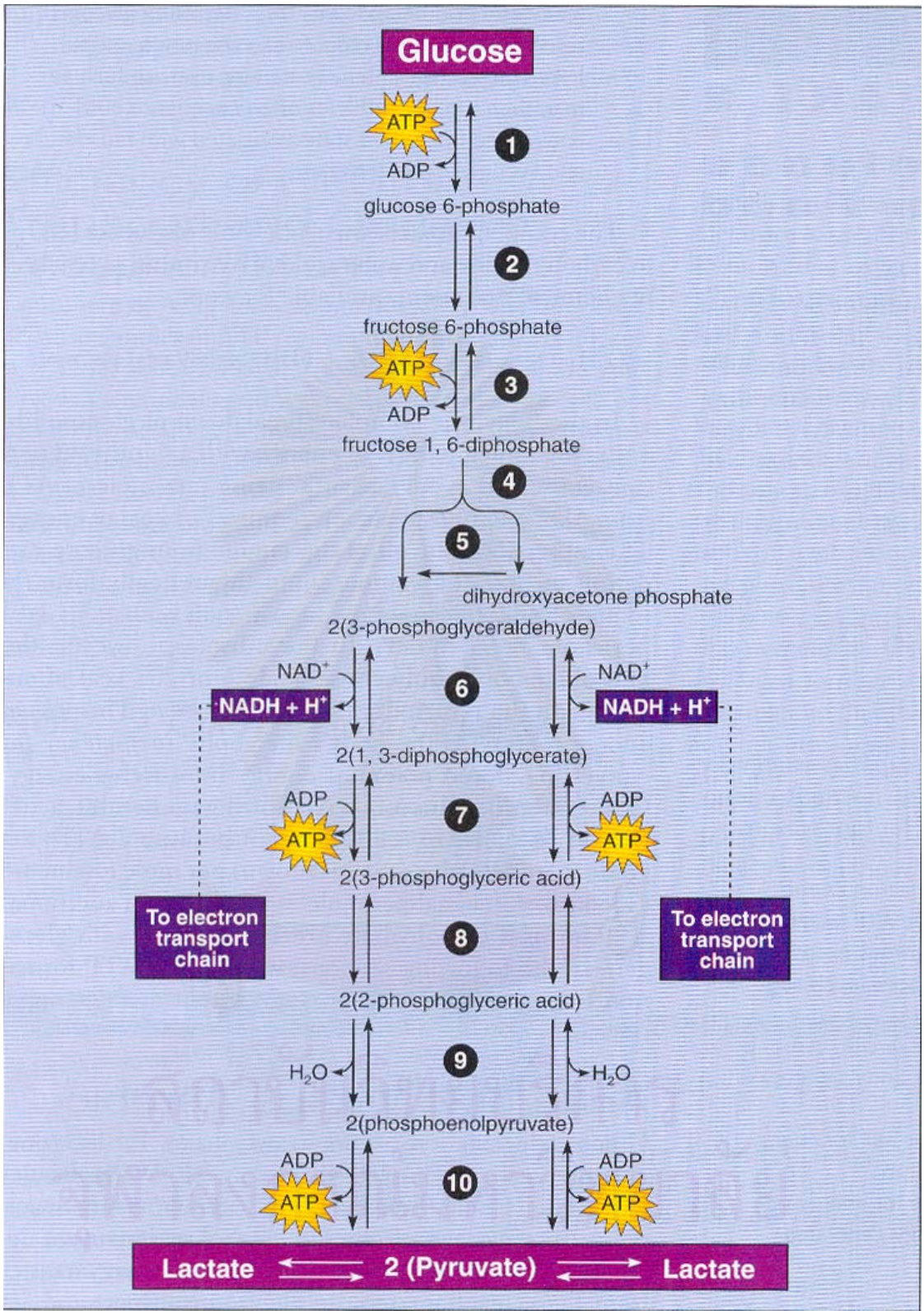
2. **ระบบพลังงานแบบระยะสั้น** (Short - term Energy System) จะทำงาน 10 – 15 วินาที หลังจากออกกำลังกายอย่างหนัก และสร้างพลังงานจาก anaerobic glycolysis ทำให้เกิดเอทีพี ใหม่อย่างรวดเร็วจากกลูโคส (glucose) และไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ (muscle glycogen) พลังงานแบบระยะสั้น (Short term Energy System) สามารถที่จะสร้าง เอทีพี ในอัตราสูงซึ่งไม่ จำเป็นต้องใช้ออกซิเจน (ภาพที่ 2.5) สำหรับระยะเวลา 2 ถึง 3 นาที และจะไม่สามารถสร้าง เอทีพี ในอัตราที่สูง นานเกินกว่า 2-3 นาที เพราะปริมาณความเข้มข้นของกรดแลตติค (lactic acid) ที่เพิ่มขึ้นภายในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นผลผลิตที่สำคัญของกระบวนการนี้ จะก่อให้ pH ลดลง ทำให้โปรตีนต่าง ๆ ทำงานได้น้อยลง และเกิดภาวะกล้ามเนื้อล้า (muscle fatigue) [27] ถ้ามีการสะสมของกรดแลตติคในปริมาณสูง พลังงานระบบนี้จะลดต่ำลงเรื่อย ๆ ยิ่งถ้ากล้ามเนื้อต้องทำงานนาน ๆ ความสามารถในการผลิตพลังงานนี้ก็จะยิ่งลดลงน้อยลงตามลำดับจนกระทั่งผลิตได้ต่ำกว่า 10 % ของพลังงานที่ต้องการใช้ในขณะนั้น เมื่อกล้ามเนื้อต้องทำงานต่อเนื่องออกไปอีก ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนจะเข้ามามีบทบาทสำคัญแทน [1]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

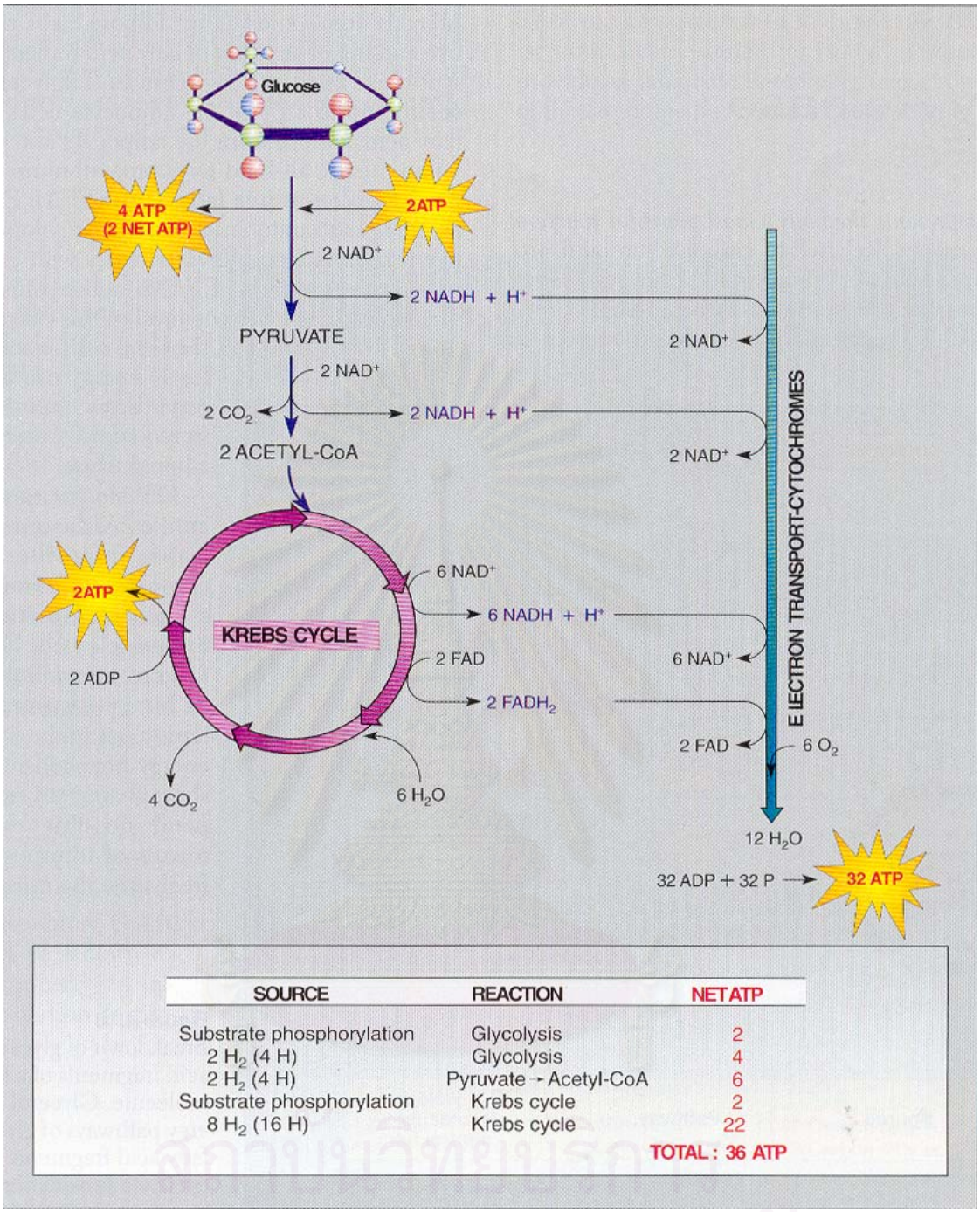
3. **ระบบพลังงานแบบระยะยาว** (Long - term Energy System)

เป็นการใช้พลังงาน เอทีพี จากการเผาผลาญ กลูโคส, กลัยโคเจน, กรดไขมัน, และไตรกลีเซอร์ไรด์ โดยอาศัยออกซิเจน (O_2) การให้พลังงานในระบบนี้ จะได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถูกกำจัดออกทางปอดและผิวหนัง ไม่มีการสะสมของสารเหล่านี้ไว้ในเซลล์ ดังนั้นเซลล์จะสามารถเผาผลาญสารอาหารโดยผ่านวิถีเมตตาบอลิซึมไกลโคไลซีสและวัฏจักรเครบส์ (KREBS CYCLE) ในระบบนี้จะให้พลังงานในรูปของ เอทีพี ได้สูงสุด 36 เอทีพี ต่อหนึ่งโมเลกุลของกลูโคส (ภาพที่2.6) หรือ 460 เอทีพี ต่อหนึ่งโมเลกุลของไตรกลีเซอร์ไรด์ที่มีกรดไขมันประกอบด้วยคาร์บอน 18 ตัว (ภาพที่2.7) การออกกำลังกายที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอ และไม่หนักมากเกินไปจะใช้ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนเป็นแหล่งพลังงานหลักโดยไม่เกิดกรดแลตติคขึ้นในระหว่างออกกำลังกาย ข้อจำกัดของระบบพลังงานระยะยาว คือการขนส่ง O_2 ไปสู่กล้ามเนื้อที่ต้องการใช้พลังงานในระยะเวลาสั้นอาจมีไม่เพียงพอ ทำให้เซลล์ต้องกลับไปใช้ระบบพลังงานแบบฉับพลันและระยะสั้นแทนในช่วงสุดท้ายของการแข่งขันหรือในกรณีที่ต้องการพลังงานจำนวนมากในระยะสั้น [27]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

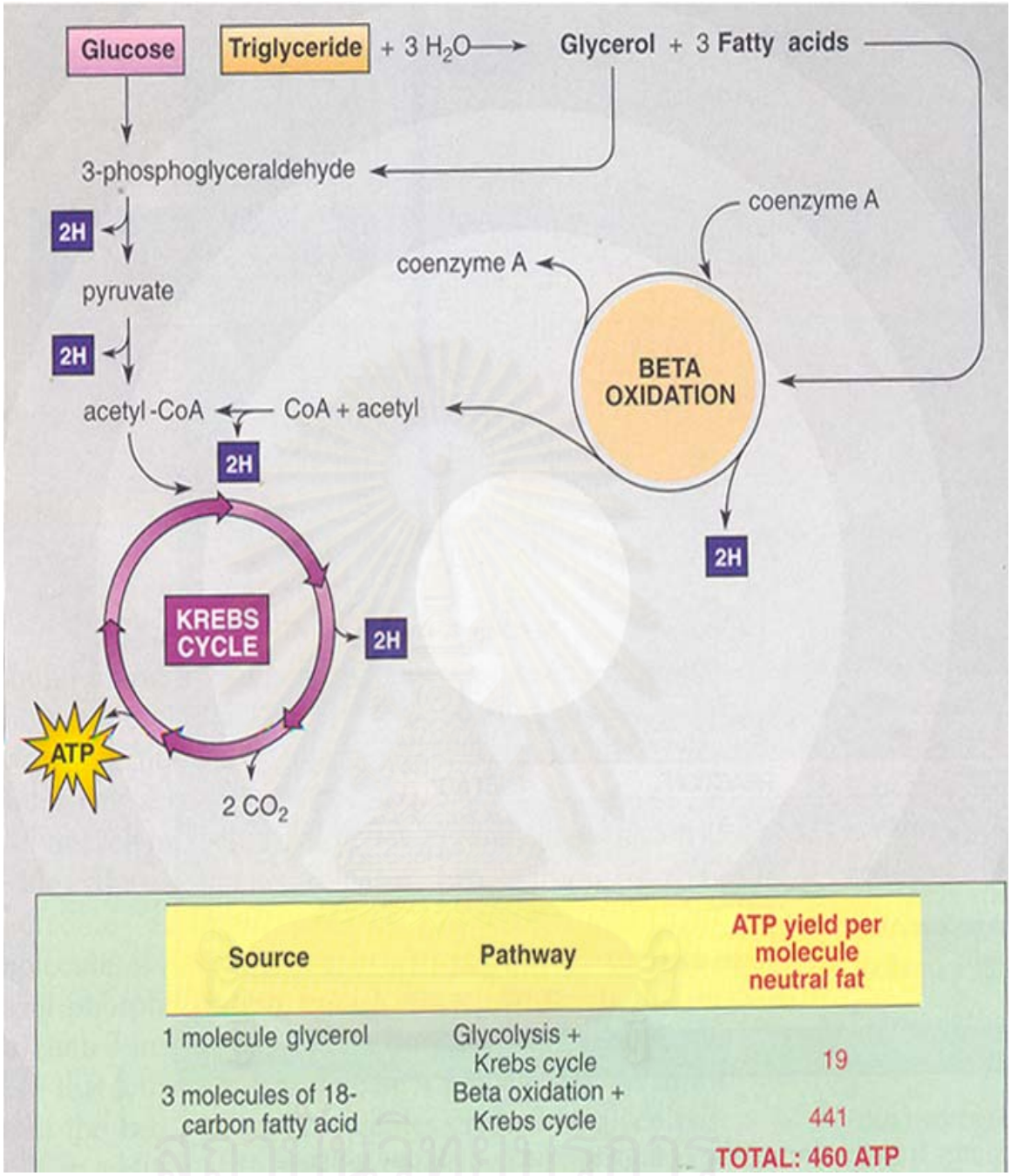


ภาพที่ 2.5 ระบบพลังงานระยะสั้น (Short – term Energy System) [27]



SOURCE	REACTION	NET ATP
Substrate phosphorylation	Glycolysis	2
2 H_2 (4 H)	Glycolysis	4
2 H_2 (4 H)	Pyruvate → Acetyl-CoA	6
Substrate phosphorylation	Krebs cycle	2
8 H_2 (16 H)	Krebs cycle	22
		TOTAL : 36 ATP

ภาพที่ 2.6 ระบบพลังงานระยะยาว (Long - term Energy System)
เมื่อใช้กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานหลัก [27]



Source	Pathway	ATP yield per molecule neutral fat
1 molecule glycerol	Glycolysis + Krebs cycle	19
3 molecules of 18-carbon fatty acid	Beta oxidation + Krebs cycle	441
		TOTAL: 460 ATP

ภาพที่ 2.7 ระบบพลังงานระยะยาว (Long - term energy system)
เมื่อใช้ไตรกลีเซอร์ไรด์เป็นแหล่งพลังงานหลัก [27]

การทำงานของกล้ามเนื้อ

เมื่อกล่าวถึงการออกกำลังกาย อวัยวะที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ ระบบกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อลายเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย เมื่อมีการออกกำลังกายอย่างหนักนั้นหมายถึงจะต้องมีการทำงานอย่างหนักของกล้ามเนื้อลายและมีการเผาผลาญสารอาหารต่าง ๆ เพื่อให้ได้พลังงานมาให้แก่เซลล์กล้ามเนื้อนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในการหดตัวเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวต่อไป การทำงานที่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้อวัยวะอื่น ๆ ปรับตัวและทำงานมากขึ้นตามไปด้วย ไม่ว่าจะเป็นการทำงานของระบบหายใจและการไหลเวียนโลหิตล้วนปรับตัวเพื่อส่งออกซิเจนและสารอาหารต่างๆ ให้เกิดความเพียงพอต่อความต้องกาของกล้ามเนื้อ ระบบกล้ามเนื้อถือเป็นระบบที่สำคัญที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนไหวของร่างกายนั้นต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อลายและเส้นใยกล้ามเนื้อลายยังสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้าง หน้าที่ และคุณสมบัติ ลักษณะของความแตกต่างนี้จะเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว ดังที่ได้แบ่งชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อออกเป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. Type I (slow – oxidative or slow - twitch fibers) คุณสมบัติของใยกล้ามเนื้อมีสีแดง (red muscle) มีไมโตคอนเดรียมาก มีหลอดเลือดฝอยมาก มีไมโอโกลบินมาก มีสีแดง และสลายพลังงานได้ช้า จึงทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อช้าไปด้วย ทำให้กล้ามเนื้อมีความทนทานต่อการล้า (Fatigue Resistance) พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบใช้ออกซิเจน (aerobic energy system) ซึ่งทั้งหมดเป็นการใช้พลังงานแบบ ระยะยาว (Long - term Energy System) พบมากในนักกีฬาประเภทใช้ความอดทน เช่นการวิ่งระยะไกล มาราธอน ไตรกีฬา เป็นต้น

2. Type II A (intermediate fibers or fast – oxidative glycolytic fibers) คุณสมบัติของใยกล้ามเนื้อมีไมโตคอนเดรียมาก มีหลอดเลือดฝอยมาก มีไมโอโกลบินมาก มีสีแดง และสลายพลังงานได้เร็ว จึงทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อเร็วตามไปด้วย และจะมีความอดทนต่อความเมื่อยล้าได้ แต่ไม่ทนเท่ากับเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดแรก ใยกล้ามเนื้อมีคุณสมบัติและลักษณะ Type I และ Type II B รวมกัน เป็นการใช้พลังงานของทั้งสามระบบร่วมกันคือระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate Energy System) ระบบพลังงานแบบระยะสั้น (Short - term Energy System) และระบบพลังงานแบบระยะยาว (Long - term Energy System) พบมากในนักกีฬาประเภทวิ่งระยะกลาง และนักกีฬาประเภททีมที่ใช้ความเร็ว

3. Type II B (fast – fibers or fast – glycolytic fibers) ใยกล้ามเนื้อมีความแตกต่างจากใยกล้ามเนื้อ Type I อย่างเห็นได้ชัดเจน มีสีซีด (white muscle) มีไมโตคอนเดรียน้อย มีหลอดเลือดฝอยน้อย และสามารถสลายพลังงานได้รวดเร็ว จึงทำให้การหดตัวเร็วตามไปด้วย แต่ไม่ทนทานเท่ากับเส้นใยกล้ามเนื้อสองชนิดแรก พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy system) ซึ่งทั้งหมดเป็นการใช้พลังงานแบบฉับพลัน (immediate energy

system) และ ระยะสั้น (short - term energy system) พบมากในนักกีฬาประเภทวิ่งระยะสั้น นักกีฬาประเภทลานและนักกีฬาประเภททีมที่ใช้กำลังความเร็วสูงสุดในระยะเวลาสั้น ๆ เป็นต้น

กล้ามเนื้อในแต่ละมัดมีลักษณะผสมของเซลล์กล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิด ถ้าเซลล์กล้ามเนื้อชนิดใดมีมาก กล้ามเนื้อก็จะมีคุณสมบัติของเซลล์กล้ามเนื้อชนิดนั้น ๆ เด่นออกมา [3, 8,28]

ความสำคัญของสมรรถภาพอนากาศนิยม

ความสามารถสูงสุดของร่างกายในการออกกำลังกายโดยใช้ระบบการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน นั้นมีองค์ประกอบอยู่ 2 ส่วน คือ

1. พลังงานแบบแอนแอโรบิค (anaerobic power) หมายถึง ความสามารถสูงสุดที่กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้ระบบพลังงานแบบฉับพลัน (immediate energy system) เป็นหลัก หรือเป็นค่าปริมาณงานสูงสุดที่ทำได้ในช่วง 3 – 5 วินาทีแรกของการทดสอบ เรียกว่า peak power output มีหน่วยเป็นวัตต์ watts

2. สมรรถภาพอนากาศนิยม (anaerobic capacity) หมายถึง ปริมาณงานสูงสุดในการที่จะรักษาระดับการทำงานของกล้ามเนื้อให้คงอยู่ เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้สูงสุด โดยใช้พลังงานจากระบบพลังงานแบบฉับพลัน (immediate energy system) และใช้พลังงานแบบระยะสั้น (short - term energy system) ที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ (ไกลโคเจน) เป็นหลัก ขณะที่ปราศจากการใช้ออกซิเจนมีหน่วยเป็นวัตต์ watts [29] ซึ่งมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งในเกือบทุกประเภทกีฬา โดยเฉพาะกีฬาที่ต้องใช้กำลังความเร็วสูงสุดซ้ำ ๆ เป็นระยะเวลานาน ๆ เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล เทนนิส เป็นต้น สมรรถภาพอนากาศนิยมนับเป็นสมรรถภาพที่สำคัญอีกประการหนึ่งในกีฬาฟุตบอล

เนื่องจากกีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวที่หลากหลายรูปแบบและต้องใช้กำลังความเร็วสูงสุดซ้ำ ๆ ตลอดเกมการแข่งขัน[1] การเคลื่อนไหวในเกมฟุตบอลนั้นจะต้องมีการเคลื่อนไหวที่หลากหลายรูปแบบ เช่นการกระโดด การพุ่ง การวิ่งเหยาะ ๆ การกลับตัว การวิ่งไปวิ่งกลับ การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดระยะสั้น ๆ ซึ่งจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ตำแหน่งการเล่น กิจกรรมส่วนมากในเกมฟุตบอลจะมีความหนักเบาผสมผสานกันไป เช่น การวิ่งด้วยความเร็วทุก ๆ 30 วินาที และมีการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดเพียงอย่างเดียวทุก ๆ 90 วินาที ซึ่งในช่วงนี้จะเป็นการใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน[2,4,9] ดังนั้นนักกีฬาจึงต้องการสมรรถภาพการทำงานแบบใช้ออกซิเจน และแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อไปพร้อม ๆ กัน [30]

วิธีที่เหมาะสมและน่าเชื่อถือต่อการทดสอบระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Test)

ในห้องปฏิบัติการ การทดสอบสมรรถภาพของร่างกายในการผลิตพลังงานจากระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีวิธีการที่นิยม คือ [27]

1. The Margaria-Kalmen Power test
2. Vertical Jump Power test
3. Wingate Anaerobic Test

The Margaria-Kalmen Power test

เป็นวิธีการทดสอบหาความสามารถในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน การทดสอบนี้ผู้รับการทดสอบจะต้องวิ่งขึ้นบันไดช่วงสั้น ๆ ด้วยความเร็วคงที่ โดยแบ่งขั้นบันได 9 ขั้นเป็น 3 ช่วง คือ 1 - 3, 4 – 6 และ 7 - 9 แล้วจับเวลาในการวิ่งในช่วงดังกล่าวนำมาคำนวณหาค่ากำลังงานที่เกิดจากการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน

Vertical Jump Power test

เป็นวิธีการทดสอบหาความสามารถในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้วัดจากการให้ผู้เข้ารับการทดสอบกระโดดให้สูงที่สุดแล้วนำค่ามาคำนวณหาค่ากำลังงานที่เกิดจากการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การทดสอบวินเกต แอนแอโรบิค เทสต์ (Wingate Anaerobic Test = WanT)

เป็นการทดสอบพลังและสมรรถภาพอนากาศนิยม ของการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนของสถาบันวิทยาศาสตร์วินเกตในประเทศ อิสราเอล ที่มีชื่อว่า “Wingate Anaerobic Test” ชื่อย่อว่า WanT ซึ่งพัฒนามาจากแบบทดสอบการทำงานที่ระดับสูงสุด ในระยะเวลาสั้น ๆ คือ โดยทำการทดสอบขณะที่ปั่นจักรยาน (pedelling หรือ arm cranking) เร่งเต็มที่ (All - out) ในเวลา 30 วินาที โดยตั้งน้ำหนักถ่วงให้สัมพันธ์กับน้ำหนักตัวของผู้เข้ารับการทดสอบและวัดระยะทางจากจำนวนรอบถีบ ซึ่งบันทึกทุก ๆ 5 วินาที นำมาคำนวณหาค่าสูงสุด (anaerobic power) และค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยม (anaerobic capacity) การทดสอบ WanT มีความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ทำนาย พลังและสมรรถภาพอนากาศนิยม เพราะมีความสัมพันธ์กันระหว่าง power และ capacity ของ ATP และ glycolysis systemในกล้ามเนื้อ [29] โดยจะสามารถวัดค่าต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้ [27]

1. **กำลังงานที่ทำได้สูงสุด** (Peak Power Output :PP) **หน่วยคือวัตต์**
เป็นพลังงานสูงสุดที่ทำได้วัดจาก ช่วง 5 วินาทีแรก ของการออกกำลังกาย บ่งชี้ความสามารถในการสร้างกำลังงานของระบบพลังงานแบบฉับพลัน (พลังงานแบบเอทีพี และ ครีเอทีนฟอสเฟตสูงสุดที่อยู่ในกล้ามเนื้อ)

$$PP = \frac{\text{แรง X ระยะทาง (จำนวนรอบ X 6 เมตร)}}{\text{เวลา เป็น นาที (5 วินาที = 0.0833 นาที)}}$$

2. **ค่าสัมพัทธ์ของกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย** (Relative Peak Power Output: RPP) **หน่วยคือวัตต์/กิโลกรัม**

$$RPP = \frac{\text{กำลังงานที่ทำได้สูงสุด}}{\text{มวลของร่างกาย (กิโลกรัม)}}$$

3. **ร้อยละดัชนีบ่งชี้ความเหนื่อย** (% Fatigue Index) **หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์**
คือเปอร์เซ็นต์ของการลดลงของ กำลังงานในระหว่างการทดสอบ เป็นการบ่งชี้ถึงปริมาณพลังงานที่มีสำหรับระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ระบบพลังงานแบบฉับพลันและระบบพลังงานระยะสั้น) แสดงถึงความสามารถสูงสุดในการผลิต ATP จากระบบพลังงานดังกล่าว

$$\%\ \text{Fatigue Index} = \frac{\text{(กำลังงานสูงสุด – กำลังงานต่ำสุด) X 100}}{\text{กำลังงานสูงสุด}}$$

4. **ค่าสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน** (Anaerobic Capacity) **หน่วยเป็น วัตต์** คือ ค่าของงานที่ทำได้สำเร็จในระยะเวลา 30 วินาที

$$\text{Anaerobic Capacity} = \text{แรง X ระยะทางรวมทั้งหมดภายในเวลา 30 วินาที}$$

5. **ค่าสัมพัทธ์ของสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย** (Relative Anaerobic Capacity) **หน่วยเป็นวัตต์/กิโลกรัม**

$$\text{Relative Anaerobic Capacity} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของกำลังงานที่ทำได้ในช่วง 30 วินาที}}{\text{มวลของร่างกาย (กิโลกรัม)}}$$

การดื่มเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลต์ จะลดการใช้ ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ

Leatt, PB และคณะ ในปี ค.ศ.1989 ศึกษาผลของการดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต 0.5 ลิตร (7% ของกลูโคสโพลิเมอร์) ก่อนและระหว่างพักครึ่งการแข่งขัน ในการแข่งขันฟุตบอล พบว่า กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีการใช้ไกลโคเจนที่กล้ามเนื้อลดลงหลังจากจบการแข่งขัน เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารหลอก [40]

Tsintzas OK และคณะ ในปี ค.ศ.1996 ศึกษาผลของเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลต์ (5.5 %) ระหว่างการออกกำลังกายทุก ๆ 20 นาทีของการทดลอง ในนักวิ่งระยะไกลโดยวิ่งบนเครื่องวิ่ง ลู่กล (treadmill) ที่ระดับความหนัก 70 % VO_2 max จนหมดแรง พบว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและอิเลคโตรไลต์ สามารถปั่นจักรยานได้นานกว่ากลุ่มที่ได้รับสารหลอก และปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (vastus lateralis) ที่จุดหมดแรง (exhaustion) ของกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลทต์จะมีมากกว่ากลุ่มที่ได้รับสารหลอกประมาณ 24 % [41]

Nicholas CW และคณะในปี ค.ศ.1999 ศึกษาผลของเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตความเข้มข้น 6.9% เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารหลอก ระหว่างการออกกำลังกายหนักสลับเบา (intermittent high-intensity exercise) 90 นาทีของการทดลอง การออกกำลังกายเป็นช่วงๆ หนักสลับเบาช่วงละ 15 นาที พัก 3 นาที ทำซ้ำทั้งหมด 6 รอบ โดยช่วงพัก 3 นาทีจะได้รับเครื่องดื่ม ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักกีฬาฟุตบอล รักบี้ ฮ๊อกกี้ พบว่ากลุ่มที่ได้รับ เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อลดลง 22 % เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารหลอก [21]

การดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลต์ สามารถยืดระยะเวลาการออกกำลังกายให้ยาวนานขึ้น

การรักษาระดับเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตโดยการเพิ่มกลูโคสให้กับกล้ามเนื้อที่ทำงาน ลดการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ โดย Coyle EF และคณะ ในปี ค.ศ. 1983 ศึกษาผลของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลท์ความเข้มข้น 6 % เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารหลอก ระหว่างการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง (continuous exercise) โดยได้รับเครื่องดื่มเป็นช่วง ๆ ในนาทีที่ 20, 60, 90 และ 120 ของการทดลอง ในนักจักรยาน ทดลองโดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 74 $\pm$ 2 % VO_2max จนกว่าจะเมื่อยล้า ผลการทดลอง พบว่า กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต มีระยะเวลาของการออกกำลังกายยาวนานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารหลอก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [42]

Nicholas CW และคณะในปี ค.ศ.1995 ศึกษาผลของเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตความเข้มข้น 6.9% เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารหลอก ที่มีต่อความทนทานในการวิ่ง ระหว่างการออกกำลังกายหนักสลับเบา (intermittent high-intensity exercise) ของการทดลองการออกกำลังกายเป็นช่วงๆ หนักสลับเบาช่วงละ 15 นาที พัก 3 นาที ทำซ้ำทั้งหมด 5 รอบ และต่อด้วยการวิ่งหนักสลับเบาจนหมดแรง โดยช่วงพัก 3 นาทีจะได้รับเครื่องดื่ม ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักกีฬาฟุตบอล รักบี้ ฮ๊อกกี้ พบว่ากลุ่มที่ได้รับ เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีความทนทานต่อการวิ่งได้ระยะเวลานานกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารหลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [43]

Mark FJ และคณะ ในปี ค.ศ. 1997 ได้ศึกษา เกี่ยวกับการ ออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (intermittent exercise) ด้วยวิธีการปั่นจักรยาน 60 นาที ที่ระดับความหนัก 120 – 130 % VO_2 max และ ตามด้วยปั่นจักรยานสุดความสามารถจนหมดแรง (exhaustion) โดยมีการดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต 6 % คาร์โบไฮเดรต เปรียบเทียบกับสารหลอก โดยได้รับเครื่องดื่ม ทุก ๆ 20 นาทีของการทดลอง พบว่า การดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต อิเลคโตรไลท์ สามารถทำการทดลองปั่นจักรยานได้นานกว่า เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารหลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [44]

McConell G และคณะ ในปี ค.ศ. 1999 ได้ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อระหว่างการออกกำลังกายที่ยาวนานที่เป็นผลจากการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลท์ 8% โดยได้รับเครื่องดื่มก่อนและทุก ๆ 15 นาทีของการทดลอง ผู้เข้ารับการทดลองเป็นเพศชายที่มีสุขภาพดีโดย ออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง 69 $\pm$ 1 % VO_2 peak ผลการทดลอง พบว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลต์สามารถเพิ่มระยะเวลาการออกกำลังกายได้ 30% เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารหลอก[45]

การได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต สามารถเพิ่มสมรรถภาพการทำงานช่วงสุดท้ายของการออกกำลังกาย

Murray R และคณะในปี ค.ศ.1989 ได้ทำการศึกษาผลของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต อิเลคโตรไลต์ที่ความเข้มข้น 6 %, 8%, 10 % ต่อการออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 65 % VO_2 max โดยได้รับเครื่องดื่มก่อนและทุก ๆ 20 นาทีของการทดลอง พบว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลท์ 6 % มีความสามารถในการปั่นจักรยานได้ระยะทางที่มากกว่า (performance time cycling test) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารหลอก ส่วนกลุ่มที่ได้รับ 8 % และ10 % คาร์โบไฮเดรต ไม่มีความแตกต่างทางค่าสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารหลอก [46]

El-Sayed MS และคณะในปี ค.ศ. 1995 ได้ทำการศึกษาผลของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลต์ที่ความเข้มข้น 8% ต่อความสามารถในการเร่งความเร็วสูงสุดในช่วงท้าย (sprint performance) โดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 70 % VO_2 max 60 นาที และตามด้วยการปั่นจักรยานเร่งความเร็วสูงสุด 10 นาที และ ได้รับเครื่องดื่มก่อนและทุก ๆ 20 นาทีของการทดลอง พบว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลท์ มีความสามารถในการปั่นจักรยานได้ระยะทางมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่รับสารหลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [47]

Ball TC ในปี ค.ศ.1995 ศึกษาผลของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลต์ 7 % โดยได้รับเครื่องดื่มในนาทีที่ 10, 20, 30 และ 40 ของการทดลอง ต่อความสามารถในการเร่งความเร็วสูงสุดในช่วงท้าย (sprint performance) หลังจากครบการทดลอง 50 นาที โดยปั่นจักรยานด้วยความหนัก 85 % VO_2 max ผู้เข้ารับการทดลองได้รับการวัดสมรรถภาพอนากาศนิยม ด้วยวิธี วินเกท (wingate test) พบว่า กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลท์ มีความสามารถปฏิบัติทักษะแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำเปล่า [48]

Zeederberg C. และคณะ ในปี ค.ศ. 1996 ได้ศึกษาผลของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลต์ ต่อทักษะการเล่นกีฬาฟุตบอล ในการทดลอง 90 นาที ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มทดลองได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลต์ 6.9% ระหว่างพักครึ่งการทดลอง ในการทดลองให้ปฏิบัติทักษะ การส่งบอล (passes) , การควบคุมบอล (ball control) , การสกัดกั้น (tackle) และการโหม่งบอล , เลี้ยงบอล (headers , dribbles) ผลการทดลอง พบว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต จะมีทักษะการส่งบอล และควบคุมบอลของครึ่งหลังได้ดีเทียบเท่ากับครึ่งแรกของการทดลองและได้ดีกว่า กลุ่มที่ได้รับสารหลอก[30]

Sugiura K และคณะ ในปี ค.ศ. 1998 ศึกษาผลของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตอิเลคโตรไลท์ ภายหลังจากที่มีการออกกำลังกายหนักสลับเบา เปรียบเทียบกับ การออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง โดยกลุ่มผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักกีฬาฟุตบอล ผู้เข้ารับการทดลองจะได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต 20 % กลูโคส ,ฟรุกโทส เปรียบเทียบกับน้ำเปล่า และ หลังจากจบการทดลอง 90 นาที ผู้เข้ารับการทดลองได้รับการวัดสมรรถภาพอนากาศนิยมด้วยวิธีวินเกท (wingate test) พบว่า กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มกลูโคสมีความสามารถปฏิบัติทักษะแบบไม่ใช้ออกซิเจน ได้ดีกว่ากลุ่มอื่น [20]

รูปแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล

แบบจำลองการเล่นฟุตบอลจากงานวิจัยของ Sugiura K และคณะในปี ค.ศ.1998 ได้ทำการศึกษาผลของการดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตต่อการแสดงความสามารถเร่งความเร็วหลังจากมี

การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาเทียบกับการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องซึ่งจำลอง มาจากรูปแบบการเล่นฟุตบอล รูปแบบการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ครึ่งโดยในครึ่งแรกให้ออกกำลังกายด้วยความหนัก 100 %VO_2 max 30 วินาที สลับกับ 65 %VO_2 max 150 วินาที ฝึกสลับเช่นนี้ตลอดจนครบ 45 นาที แล้วพักครึ่งการทดลอง 15 นาที ในช่วงพักให้ดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต หลังจากพักครบ 15 นาที ทดลองครึ่งหลังเหมือนกับครึ่งแรกจนครบ 45 นาที แล้วทำการวัดสมรรถภาพอนากาศนิยมเพื่อเปรียบเทียบการดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตชนิดกลูโคสและฟรุกโทส ที่มีต่อสมรรถภาพการทำงาน จากการจำลองรูปแบบการทดลอง ดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่า รูปแบบการทดลองของ Sugiura K และคณะในปี ค.ศ. 1998 เป็นรูปแบบที่มีสภาพความเป็นจริงของการแข่งขันฟุตบอลมากที่สุด [20]

ส่วนแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า รูปแบบการศึกษาทดลองของแต่ละงานวิจัยมีรูปแบบที่หลากหลาย เช่น งานวิจัยของ Nicholas CW และคณะในปี ค.ศ. 1999 ได้ทำการศึกษาผลของเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต ระหว่างการออกกำลังกายหนักสลับเบาด้วยการวิ่ง ซึ่งจำลองมาจากรูปแบบการเล่นฟุตบอล รูปแบบการทดลองจะให้ทำการฝึก 15 นาที พัก 3 นาที จนครบระยะเวลา 90 นาที ช่วงที่พัก 3 นาที ให้ดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต การทดลองนี้ต้องการศึกษาผลของการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ[21] Davis JM และคณะในปีค.ศ. 2000 ได้ทำการศึกษา ผลของการดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตผสมโครเมี่ยม ระหว่างการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาจนถึงจุดเมื่อยล้า ซึ่งได้จำลองรูปแบบการเล่นฟุตบอลโดยให้ทดลองทำการฝึกแบบหนักสลับเบา 15 นาที พัก 3 นาที จนกระทั่งฝึกครบ 75 นาที หลังจากนั้นให้กลุ่มทดลอง วิ่งเร็ว สลับกับการ วิ่งเหยาะๆจนกระทั่งหมดแรง ช่วงที่พัก 3 นาที ให้ดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตผสมโครเมี่ยม การทดลองนี้ต้องการศึกษาผลของฮอร์โมนอินซูลินต่อความสามารถในการวิ่ง[49]เป็นรูปแบบที่ไม่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของการแข่งขันฟุตบอล เนื่องด้วยนักกีฬาไม่สามารถที่จะพักนอกสนามครั้งละ 3 นาทีในทุก ๆ 15 นาทีของการแข่งขันได้

จากการทบทวนวรรณกรรมในข้างต้นจะเห็นว่ามีการกล่าวถึงรูปแบบจำลองการแข่งขันกีฬาฟุตบอลที่มีการเคลื่อนไหวที่หลากหลายรูปแบบและต้องใช้กำลังความเร็วสูงสุดซ้ำๆตลอดเวลาการให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตเสริมเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ร่างกายมีพลังงานไว้ใช้ได้ตลอด แต่มีการศึกษาน้อยมากเกี่ยวกับการวัดสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอล ภายหลังจากการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตว่าเครื่องดื่มที่ได้เข้าไปนั้นช่วยรักษาสมรรถภาพให้กับนักกีฬาได้เท่ากับสมรรถภาพในช่วงแรกหรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะทำการศึกษาโดยใช้รูปแบบการทดลองเหมือนรูปแบบจำลองของ Sugiura K และคณะในปีค.ศ. 1998 การวิจัยครั้งนี้ โดยเฉพาะประเทศไทย ยังไม่มีผู้ทำการศึกษาในหัวข้อนี้ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าผลที่ได้น่าจะมีประโยชน์ในกีฬาฟุตบอลของเทศไทยต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ศึกษาแบบ cross over design เปรียบเทียบผลของการให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงเวลาพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลต่อสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬา เพื่อศึกษาผลของการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและสารหลอกในช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน การศึกษานี้ใช้วิธีทดสอบวินเกท ในการประเมินสมรรถภาพอนากาศนิยมใน นักกีฬาฟุตบอล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟุตบอล และ กลุ่มตัวอย่าง คือนักกีฬาฟุตบอลสังกัดทีมพลเปลพยาบาล โรงพยาบาลอาภากรเกียรติวงศ์ ฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี จำนวน 20 คนและนักกีฬาฟุตบอลสังกัดทีมวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดชลบุรี จำนวน 20 คน รวม ทั้งหมด 40 คน นักกีฬาที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัด ดังต่อไปนี้ มาเป็นกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria)

ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

1. มีอายุอยู่ในช่วง 17 – 25 ปี
2. มีประสบการณ์แข่งขันฟุตบอลในรอบปีที่ผ่านมา
3. ได้รับการฝึกซ้อมฟุตบอล สัปดาห์ละ 3 วัน
4. สมัครใจยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัย

เกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria)

1. อยู่ในสภาวะที่เจ็บป่วยที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย
2. ได้รับบาดเจ็บขณะฝึกซ้อมและเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้
3. มีโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคหรืออาจมีผลกระทบต่อผลการทดลอง เช่น โรคเบาหวาน โรคตับ โรคหัวใจ

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การกำหนดกลุ่มประชากรตัวอย่างได้จากการคำนวณหากลุ่มประชากรตัวอย่างจากงานวิจัยที่ผ่านมาของ Sugiura K. ในปี ค.ศ. 1998[10] ได้ศึกษาในนักกีฬา 8 คน ทดสอบสมรรถภาพโดยวิธี wingate test พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของค่า mean power (w) ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย = 574.0 วัตต์ SD = 64.6 หลังการทดลองมีค่าเฉลี่ย = 629.5 วัตต์ SD = 77.8 ตามลำดับ สามารถคำนวณจำนวนประชากรตัวอย่างได้จากสูตร sample size for crossover trials

สูตร n pair = $((Z_\alpha + Z_\beta)\ \delta)^2 / \triangle^2$

กำหนดให้ α = 0.05 $Z_\alpha = Z_{0.05/2}$ 1.96 (two tail)

β = 0.10 $Z_\beta = Z_{0.10} = 1.28$

δ = SD of the within pair difference

$\triangle$ = the value of the mean difference (anaerobic capacity) that is clinically important to detect

$\delta^2 = (SD_1)^2 + (SD_2)^2$

$\delta^2 = (64.0)^2 + (77.8)^2 = 10148.8$

$\triangle^2 = (\overline{X}_1 - \overline{X}_2)^2$

$\triangle^2 = (574.0 - 629.5)^2 = 3080.25$

จากสูตร n pair $= ((Z_\alpha + Z_\beta)\delta)^2 / \triangle^2$

แทนค่า n pair $= (1.96+1.28)^2\ 10148.8/3080.25 = 34.6$ ประมาณ 35 คน

เพราะฉะนั้นจะต้องใช้จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม 35 คน แต่เพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่าง ขณะทำการศึกษาวิจัย และเพื่อให้ผลการศึกษาเป็นที่น่าเชื่อถือ ในขณะทำการวิจัยนี้จึงเพิ่มจำนวนตัวอย่างอีก ร้อยละ 10 การศึกษาครั้งนี้ใช้จำนวนทั้งสิ้น 40 คน

กลุ่มตัวอย่าง

การเลือกประชากรตัวอย่างจะใช้วิธีเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) สุ่มเลือกวิธีการศึกษาแบบ Restric randomization เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและได้รับเครื่องดื่มหลอก มีจำนวนเท่า ๆ กัน โดยวิธีการ Block of four แบ่งเป็น

กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในครั้งแรกก่อน (A) = 20 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกในครั้งแรกก่อน (B) = 20 คน

รวม = 40 คน

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. หูฟัง (Stethoscope)
2. จักรยานวัดงาน (bicycle ergometer; monark 818)
3. จักรยานวัดงาน (bicycle ergometer; Lode) เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมคำนวณ
4. นาฬิกาจับเวลาที่มีความละเอียด 1/100
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Tanita TBF – 531 A)
6. เครื่องวัดส่วนสูง
7. การตรวจระดับน้ำตาลในเลือด โดยห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยา
โรงพยาบาลอาภากรเกียรติวงศ์ ฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ประกาศรับสมัครผู้สนใจเข้าร่วมศึกษาวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัย จะได้รับการอธิบายให้ทราบถึงวัตถุประสงค์รายละเอียดของโครงการวิจัยอย่างละเอียด
3. ให้ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยลงนามในใบยินยอมในการเข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัย
4. ผู้วิจัยทำการซักประวัติและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการพิจารณาตามเกณฑ์
5. การเก็บเลือดจะทำโดยพยาบาลหรือเทคนิคการแพทย์ที่ผ่านการฝึกอบรม
6. หลังจากมีการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและหยุดพักระหว่างคาบ 3 วัน มีการประเมินสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกทในครั้งที่ 1 ส่วนการประเมินสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกทกระทำทันทีหลังจากออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลเสร็จสิ้นลงในครั้งที่ 2 และ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยที่ผ่านการคัดกรองและได้ลงนามในใบยินยอมแล้ว จะได้รับการนัดหมายในวันที่ 1 ของการทดลองให้มาชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง ประเมินสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) ซึ่งจะใช้จักรยานในการทดสอบและให้ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยปั่นจักรยานวัดงานจนกระทั่งล้าหรือ ไม่สามารถปั่นจักรยานต่อไปได้ ตาม protocol ของ “Astrand” เพื่อดูความสามารถของการใช้ออกซิเจนในแต่ละบุคคลหลังจากนั้นนำค่า VO_{2max} ได้มาคำนวณหาค่าที่ 100%และ 65 % VO_{2max} ของแต่ละบุคคล

2. ผู้วิจัยจะทำการสุ่มด้วยวิธีสุ่มแบบ block of four เพื่อให้ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยมีโอกาสได้รับเครื่องดื่มทั้งสองชนิดเท่า ๆ กัน โดยจะแบ่งเครื่องดื่มเป็นชนิด A และ B ซึ่งถ้าครั้งแรกได้รับเครื่องดื่มชนิด A ครั้งที่สองจะได้รับเครื่องดื่มชนิด B หรือถ้าครั้งแรกได้รับเครื่องดื่มชนิด B ครั้งที่สองจะได้รับเครื่องดื่มชนิด A ในการได้รับเครื่องดื่มแต่ละครั้งจะได้รับหลังจากปั่นจักรยาน 45 นาทีของครึ่งแรก และจะได้รับเครื่องดื่มอีกชนิดหนึ่งในการทดลองครั้งต่อไปโดยเว้นระยะเวลาห่างกันอย่างน้อย 3 วัน

เครื่องดื่มทั้งสองชนิด ประกอบด้วย

- <u>เครื่องดื่มชนิด A</u> คือ เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต ความเข้มข้น 5.9 % ปริมาณ 500 มิลลิลิตร ที่มีส่วนประกอบของซูโครส 5.4 % กลูโคส 0.5 %และโซเดียม 0.06 %
- <u>เครื่องดื่มชนิด B</u> คือ น้ำเปล่าผสม น้ำตาลเทียมและโซเดียม 0.06 % ปริมาณ 500 มิลลิลิตร ที่มีสีและรสใกล้เคียงกับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต แต่ไม่มีผลต่อการให้พลังงาน

3. ในวันที่ 5 ของการทดลอง ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัย เข้าร่วมการทดลองโดยทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการปั่นจักรยานวัดงานเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นเจาะวัดระดับน้ำตาลในเลือด และทำการทดสอบสมรรถภาพอนากาศนิยม (anaerobic capacity) ด้วยวิธีวินเกท ทันที

4. ในวันที่ 9 ของการทดลองผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัย เข้าร่วมการทดลองโดยทำการอบอุ่นร่างกายโดยการปั่นจักรยานวัดงานเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นเจาะวัดระดับน้ำตาลในเลือด และทำการทดลองปั่นจักรยานที่ความหนัก 65 % $VO_{2\ max}$ เป็นเวลา 2 นาที 30 วินาทีสลับกับ 100 % $VO_{2\ max}$ เป็นเวลา 30 วินาที ของแต่ละบุคคล ตลอด 45 นาที หลังจากนั้นเจาะวัดระดับน้ำตาลในเลือด และพัก 15 นาที โดยให้ดื่มเครื่องดื่มที่เตรียมไว้เมื่อครบ 15 นาที ทำการเจาะเลือดวัดระดับน้ำตาลในเลือด และทำการปั่นจักรยานด้วยความหนัก 65 % $VO_{2\ max}$ เป็นเวลา 2 นาที 30 วินาที สลับกับ 100 % $VO_{2\ max}$ เป็นเวลา 30 วินาที ของแต่ละบุคคลต่อไปอีก 45 นาที หลังจากนั้นเจาะเลือดวัดระดับน้ำตาลในเลือด และทำการทดสอบสมรรถภาพอนากาศ นิยม (anaerobic capacity) ด้วยวิธีวินเกท ทันที

5. ในวันที่ 13 ของการทดลองผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัย เข้าร่วมการทดลองโดยทำการอบอุ่นร่างกายโดยการปั่นจักรยานวัดงานเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นเจาะวัดระดับน้ำตาลในเลือด และทำการทดลองปั่นจักรยานที่ความหนัก 65 % $VO_{2\ max}$ เป็นเวลา 2 นาที 30 วินาทีสลับกับ 100 %$VO_{2\ max}$ เป็นเวลา 30 วินาที ของแต่ละบุคคล ตลอด 45 นาที หลังจากนั้นเจาะวัดระดับน้ำตาลในเลือด และพัก 15 นาที โดยให้ดื่มเครื่องดื่มที่เตรียมไว้ เมื่อครบ 15 นาที ทำการ เจาะเลือดวัดระดับน้ำตาลในเลือด และทำการปั่นจักรยานด้วยความหนัก 65 % $VO_{2\ max}$ เป็นเวลา 2 นาที 30 วินาที สลับกับ 100 % $VO_{2\ max}$ เป็นเวลา 30 วินาที ของแต่ละบุคคล ต่อไปอีก

45 นาที หลังจากนั้นเจาะเลือดวัดระดับน้ำตาลในเลือดและทำการทดสอบสมรรถภาพอนากาศนิยม (anaerobic capacity) ด้วยวิธีวินเกท ทันที

หมายเหตุ การวัดระดับน้ำตาลในเลือดจะทำการคาเข็มเจาะเลือดไว้ที่เส้นเลือดดำบริเวณท้องแขนเพื่อสะดวกในการเก็บตัวอย่างเลือด และการเจาะเลือดจะทำในนาทีที่ 0, 45, 60และ 105

6. นำข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพ อนากาศนิยม (anaerobic capacity) ซึ่งทดสอบด้วยวิธีวินเกท (wingate test) และระดับน้ำตาลในเลือดที่เวลาต่างๆ มาทำการวิเคราะห์

การทดสอบวินเกท เทส (Wingate test)

เป็นการทดสอบสมรรถภาพการทำงานโดยใช้พลังงานจากขบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Exercise) การทดสอบนี้จะใช้เวลาในการทดสอบ 30 วินาที โดยมีอุปกรณ์ ขั้นตอนและวิธีการทดสอบ ดังนี้

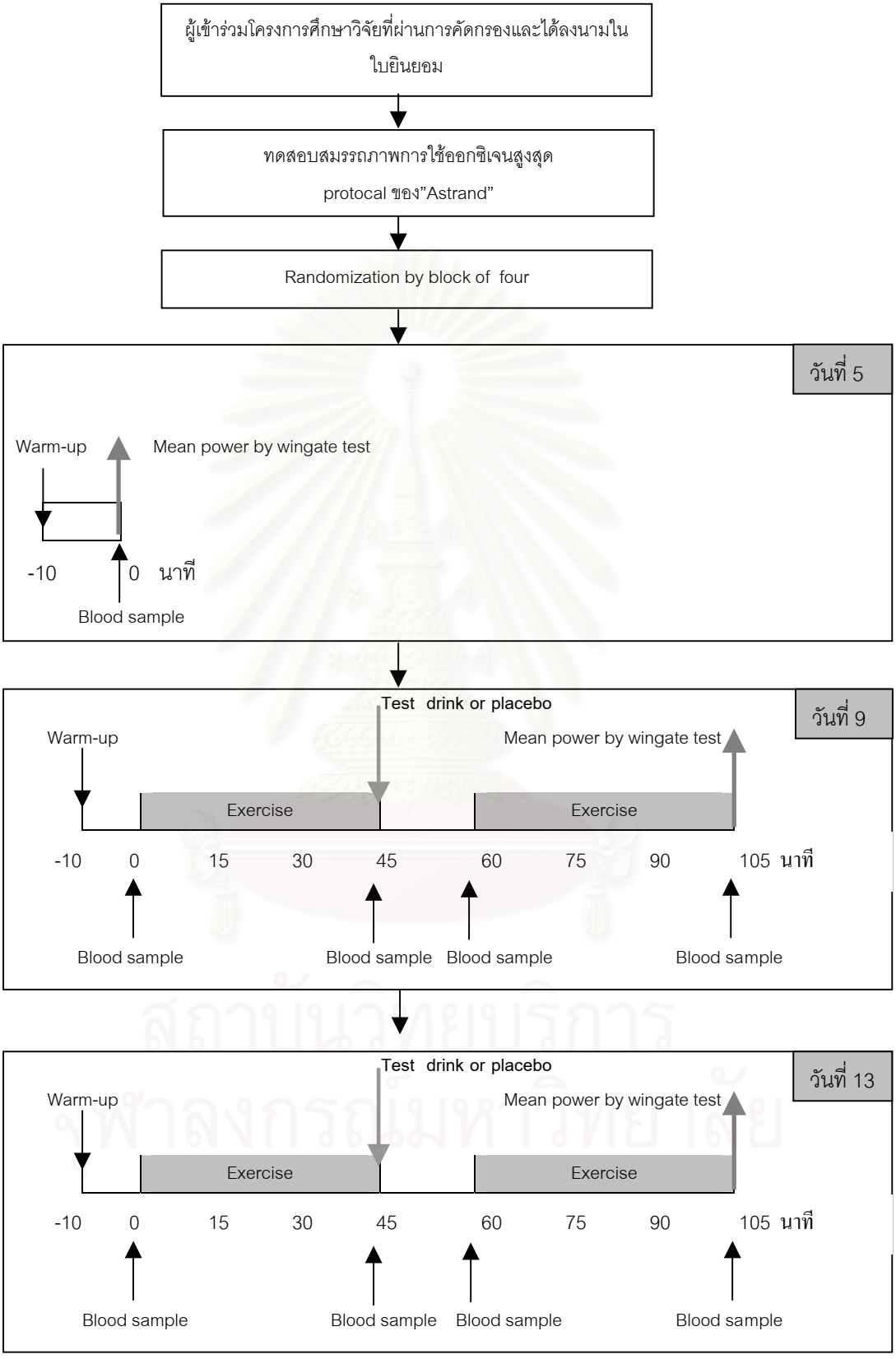
อุปกรณ์

1. จักรยานวัดงาน
2. เครื่องคอมพิวเตอร์
3. โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดสอบ

วิธีการทดสอบ

1. ให้ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัย ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และอบอุ่นร่างกาย จนกระทั่งชีพจรเต้นประมาณ 120 ครั้ง/นาที
2. ใส่ข้อมูลเพื่อหาน้ำหนักถ่วงที่ใช้ในการทดสอบด้วยขา ซึ่งได้จาก น้ำหนักตัว X 0.067
3. ให้ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยปั่นจักรยานเร็วขึ้นเรื่อย ๆ ขณะเดียวกับผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยต้องพยายามเร่งความเร็วให้ถึงรอบที่ต้องการ
4. ผู้ทดสอบบอก “เริ่ม” ให้ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยปั่นจักรยานด้วยความเร็วเต็มที่พร้อมผู้ทดสอบกดสัญญาณเริ่มการทดสอบที่เครื่องคอมพิวเตอร์
5. เมื่อปั่นจักรยานครบ 30 วินาทีแล้ว ต้องรีบลดน้ำหนักถ่วงอย่างรวดเร็ว และให้ผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยปั่นต่อไปเรื่อย ๆ ช้า ๆ ประมาณ 2 – 3 นาทีก่อนหยุด

ขั้นตอนการวิจัย



การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลครบ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูลในเบื้องต้นแสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน standard deviation (SD.) บันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window version 11.5 โดยวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบอนากาศนิยม (mean power) ระหว่างเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและสารหลอก โดยใช้สถิติ paired t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p< 0.05$)

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณกลูโคสในเลือดก่อนและหลังการออกกำลังกาย 45 นาทีในช่วงครึ่งแรกระหว่างเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและสารหลอก โดยใช้สถิติ paired t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p< 0.05$)

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณกลูโคสในเลือดก่อนและหลังการออกกำลังกาย 45 นาทีในช่วงครึ่งหลังระหว่างเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและสารหลอก โดยใช้สถิติ paired t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p< 0.05$)

การเปรียบเทียบข้อมูลกลุ่มเดียวกันทดสอบการกระจายของข้อมูลถ้าเป็นโค้งปกติ (normal distribution) วิเคราะห์ข้อมูลด้วย paired t-test ถ้าทดสอบการกระจายของข้อมูลเป็นโค้งไม่ปกติ (non-normal distribution) วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Wilcoxon Signed-Ranks test

การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่มทดสอบการกระจายของข้อมูลถ้าเป็นโค้งปกติ (normal distribution) วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ใช้ unpaired t-test ถ้าทดสอบการกระจายของข้อมูลเป็นโค้งไม่ปกติ (non-normal distribution) วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Mann-Whitney test

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มระหว่างพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันกีฬาฟุตบอล เปรียบเทียบระหว่างการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและเครื่องดื่มหลอก ช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน

นักกีฬาได้รับการทดสอบซ้ำสองครั้ง จากวิธีการจัดสรรแบบบล็อค (block randomization) เพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างให้มีขนาดพอ ๆ กันและมีโอกาสได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและเครื่องดื่มหลอกระหว่างพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลให้มีจำนวนเท่าๆ กัน และเข้ารับการทดสอบตามลำดับจนครบ 40 คน จากวิธีการสุ่มแต่ละครั้งจากกลุ่มละสี่ (block of four) คือ AABB, ABAB, ABBA, BBAA, BABA และ BAAB (A คือกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอลก่อนในครั้งแรก B คือกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอลก่อนในครั้งแรก)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เนื่องจากเป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคน ดังนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับทราบถึงวัตถุประสงค์ของโครงการ และประโยชน์ที่จะได้รับ โดยผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยลงนามยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร และ สามารถยกเลิกการเข้าร่วมโครงการในช่วงใดก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นด้วยเหตุผลใดก็ตาม

ข้อมูลที่รวบรวมได้นำมาวิเคราะห์ ด้วยสถิติ paired t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบอนากาศนิยม (mean power) ระหว่างเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและสารหลอก เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณกลูโคสในเลือดก่อนและหลังการออกกำลังกาย 45 นาทีในช่วงครึ่งแรก และ ครึ่งหลัง ระหว่างเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและสารหลอก เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างชุดของข้อมูล เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างสองกลุ่มการทดสอบโดยใช้สถิติ unpaired t-test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Window version 11.5 นำเสนอข้อมูลด้วย ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

คุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

นักกีฬาฟุตบอลเพศชายทั้งหมด 40 คน มีอายุเฉลี่ย 21.0 (1.8) ปี น้ำหนักเฉลี่ย 60.0 (5.5) กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 168.9 (3.7) เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.9 (1.6) กิโลกรัมต่อเมตร^2 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ย 41.8 (4.7) ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกิโลกรัมต่อนาที (ตารางที่ 4.1)

คุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	Mean (SD.)	Range
อายุ (ปี)	21.0 (1.8)	18.0 – 25.0
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	60.0 (5.5)	50.0 – 74.4
ส่วนสูง(เซนติเมตร)	168.9 (3.7)	162.0 – 177.0
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อเมตร^2)	20.9 (1.6)	18.6-24.9
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด* (ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)	41.7 (4.7)	31.7 - 51.6

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะทั่วไปของประชากรตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการ (N= 40)

* ประเมินสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนตามprotocolของ“Astrand” (ภาคผนวกง)

ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษาระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มตัวอย่างที่เวลาต่าง ๆ กัน (ตารางที่ 4.2) ได้ผลการศึกษา ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือด ณ เวลาต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลเปรียบเทียบนาทีที่ 0, นาทีที่45, นาทีที่ 60 และ นาทีที่ 105 (N=40)

เวลา (นาที)	ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพัก(mg/dl)	ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพัก (mg/dl)	p-Value
0	88.9 (10.8)	88.2 (12.5)	0.98
45	83.2 (10.5)	83.3 (9.3)	0.65
60	106.6 (18.1)	82.2 (9.0)	0.00*
105	85.3 (12.4)	80.6 (12.7)	0.12

*$p<0.05$ คือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นาทีที่ 0: ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับ 88.9 (10.8) mg/dl และค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก มีค่าเท่ากับ 88.2 (12.5) mg/dl เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกด้วยสถิติ paired t-test พบว่า $p = 0.98$

นาทีที่ 45: ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับ 83.2 (10.5) mg/dl และค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก มีค่าเท่ากับ 83.3 (9.3) mg/dl เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกด้วยสถิติ paired t-test พบว่า p=0.65

นาทีที่ 60: ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับ 106.6 (18.1) mg/dl และค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก มีค่าเท่ากับ 82.2 (9.0) mg/dl เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกด้วยสถิติ paired t-test พบว่า p=0.00

นาทีที่ 105: ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับ 85.3 (12.4) mg/dl และค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก มีค่าเท่ากับ 80.6 (12.7) mg/dl เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกด้วย paired t-test พบว่า p=0.12

ระดับน้ำตาลในเลือดที่นาทีที่ 105 ทั้งสองกลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามถ้าเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือดในแต่ละช่วงของการออกกำลังกาย จะพบว่าในช่วงครึ่งหลังของการออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล มีการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดมากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือด (mg/dl) แต่ละช่วงของการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและเครื่องดื่มหลอกเปรียบเทียบ นาทีที่ 45-นาทีที่ 0 (ครึ่งแรกของการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล), นาทีที่ 60-นาทีที่ 45 (ช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล 15 นาที หลังจากจบครึ่งแรก) และนาทีที่ 105-นาทีที่ 60 (ครึ่งหลังของการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล) (N=40)

เวลา (นาที)	ค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต (mg/dl)	ค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก (mg/dl)	p-Value
0-45	-5.0 (11.1)	-5.0 (9.4)	1.00
45-60	23.4 (15.2)	-1.0 (6.7)	0.00*
60-105	-21.4 (18.6)	-1.7 (12.4)	0.00*

*p<0.05 คือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต นาทีที่ 0-นาทีที่ 45 มีค่าลดลงเท่ากับ 5.0 (11.1) mg/dl และค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือด กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกมีค่าลดลงเท่ากับ 5.0 (9.4) mg/dl เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกด้วยสถิติ paired t-test พบว่า p = 1.00

ค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต นาทีที่ 45-นาทีที่ 60 มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 23.4 (15.2) mg/dl และค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก มีค่าลดลงเท่ากับ 1.0 (6.7) mg/dl เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกด้วยสถิติ paired t-test พบว่า p = 0.00

ค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต นาทีที่ 60-นาทีที่ 105มีค่าลดลงเท่ากับ 21.4 (18.6) mg/dl และค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก มีค่าลดลงเท่ากับ 1.7(12.4) mg/dl เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกด้วยสถิติ paired t-test พบว่า p=0.00

การทดสอบสมรรถภาพร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยวิธีวินเกท (Wingate test)

การทดสอบโดยวินเกท เป็นการศึกษาการใช้พลังงานของร่างกายจากแหล่งพลังงานในระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate Energy System) และระบบพลังงานแบบระยะสั้น (Short - term Energy System) และในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบอนากาศนิยมก่อนการออกกำลังกาย และ หลังการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการใช้พลังงานสำรองที่สะสมในกล้ามเนื้อ ของกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน และ กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน ผลที่ได้จากการศึกษาแสดงด้านล่าง (ในภาพที่ 4.1.1 ถึง 4.1.5)

ภาพที่ 4.1 แสดงค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบอนากาศนิยมจากการทดสอบโดยวิธีวินเกท (Wingate test) (N = 40) 3 ครั้ง ประกอบด้วย

ครั้งแรกนาทีที่ 0 ก่อนการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล (NO)

ครั้งที่สองนาทีที่ 105 ของกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล (CHO)

ครั้งที่สามนาทีที่ 105 ของกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล (PLACEBO)

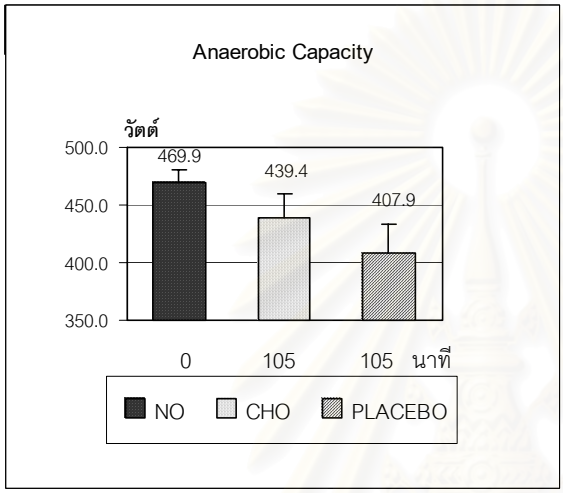
ภาพที่ 4.1.1 คือค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic capacity)

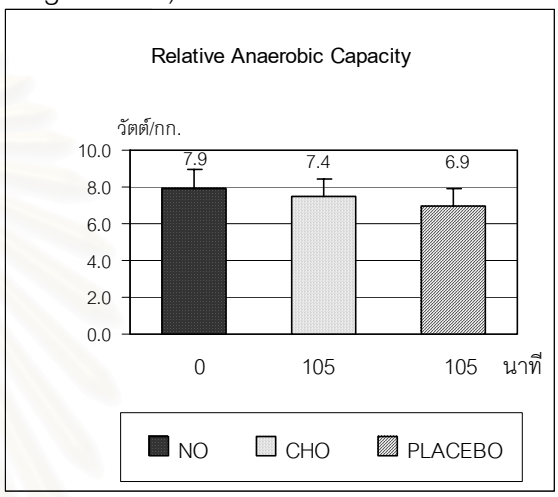
ภาพที่ 4.1.2 คือค่าความสัมพัทธ์ของสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย (relative anaerobic capacity)

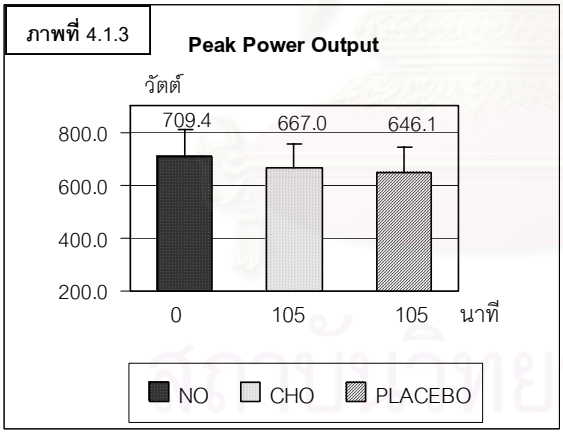
ภาพที่ 4.1.3 คือค่ากำลังงานที่ทำได้สูงสุด(peak power output)

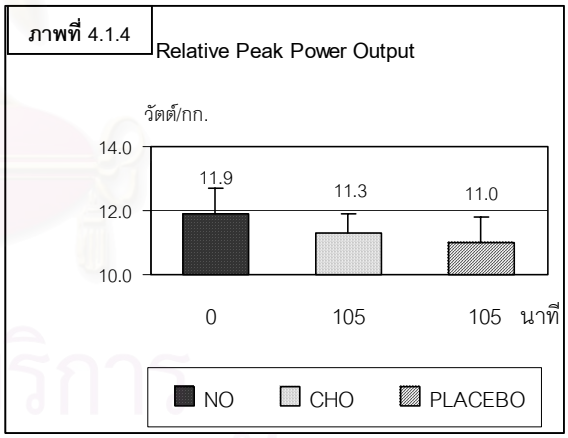
ภาพที่ 4.1.4 คือค่าความสัมพัทธ์ของกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย (relativepeak power output)

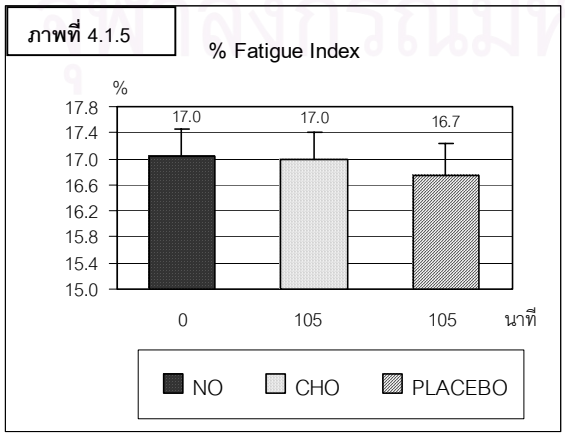
ภาพที่ 4.1.5 คือค่าเปอร์เซ็นต์บ่งชี้ความเหนื่อย (% fatigue index)











เปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยวิธีวินเกท (Wingate test) ที่นาทีที่ 105 ของกลุ่มตัวอย่าง

จากภาพที่ 4.1.1 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic capacity) เมื่อเปรียบเทียบนาทีที่ 105 กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอลมีเท่ากับ 439.4 (62.3) วัตต์ และกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันมีค่าเท่ากับ 407.9 (72.0) วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้วยสถิติ paired t-test ได้ค่า p = 0.00

จากภาพที่ 4.1.2 ค่าเฉลี่ยของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย (relative anaerobic capacity) เมื่อเปรียบเทียบนาทีที่ 105 ของกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอลมีค่าเท่ากับ 7.4 (0.8) วัตต์/กก. และกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันมีค่าเท่ากับ 6.9 (1.0) วัตต์/กก. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้วยสถิติ paired t-test ได้ค่า p = 0.00

จากภาพที่ 4.1.3 ค่าเฉลี่ยของกำลังงานที่ทำได้สูงสุด (peak power output) เมื่อเปรียบเทียบนาทีที่ 105 ของกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอล มีค่าเท่ากับ 667.0 (97.9) วัตต์ และกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน มีค่าเท่ากับ 646.1 (100.2) วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้วยสถิติ paired t-test ได้ค่า p = 0.50

จากภาพที่ 4.1.4 ค่าเฉลี่ยของกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย (relative peak power output) เมื่อเปรียบเทียบนาทีที่ 105 ของกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอลมีค่าเท่ากับ 11.3 (1.3) วัตต์/กก. และกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันมีค่าเท่ากับ 11.0 (1.5) วัตต์/กก. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้วยสถิติ paired t-test ได้ค่า p = 0.65

จากภาพที่ 4.1.5 เปอร์เซ็นต์ดัชนีบ่งชี้ความเหนื่อย (% fatigue index) เมื่อเปรียบเทียบนาทีที่ 105 ของกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอลมีค่าเท่ากับ 17.0 (4.8) % และกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันมีค่าเท่ากับ 16.7 (5.0) % เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้วยสถิติ paired t-test ได้ค่า p = 0.78

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล จะมีสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ((anaerobic capacity) สมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย (relative anaerobic capacity) และ กำลังงานที่ทำได้สูงสุด (peak power output) มากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก แต่ข้อมูลอื่นคือ กำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย (relative peak power output) และ ดัชนีบ่งชี้ความเหนื่อย (% fatigue index) มีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาเปรียบเทียบผลต่างของสมรรถภาพอนากาศนิยมในกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของการให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลต่อการใช้พลังงานสำรองของกล้ามเนื้อในการออกกำลังกายแบบอนากาศนิยม (anaerobic exercise) เพื่อเปรียบเทียบอัตราการลดลงของการใช้พลังงานสำรองทดสอบโดยวิธีวินเกท ที่นาทีที่ 105 และนาทีที่ 0 ของกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบอนากาศนิยม (นาทีที่ 105-นาทีที่ 0) จากการทดสอบโดยวินเกท (Wingate test) ระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน (N = 40)

ผลการทดสอบ สมรรถภาพร่างกายแบบอนากาศนิยม จากการทดสอบโดยวิธี wingate test	ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน	ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน	p-Value
anaerobic capacity (W)	-30.5 (26.8)	-62.0 (40.7)	0.00*
relative anaerobic capacity (W/kg)	-0.5 (0.5)	-1.0 (0.7)	0.00*
peak power output (W)	-42.4 (103.3)	-63.3 (111.4)	0.05*
relative peak power output (W/kg)	-0.6 (1.7)	-0.9 (1.8)	0.09
% fatigue index (%)	-0.1 (5.2)	-0.3 (6.8)	0.78

*p< 0.05 คือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 4.4 พบว่าค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic capacity) ภายหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน มีค่าลดลงเท่ากับ 30.5 (26.8) วัตต์ และในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกมีค่าลดลง เท่ากับ 62.0 (40.7) วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ภายหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก ด้วยสถิติ paired t-test พบว่า $p = 0.00$

ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าความสัมพัทธ์ของสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย (relative anaerobic capacity) ภายหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน มีค่าลดลงเท่ากับ 0.5 (0.5) วัตต์/กก. และในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกมีค่าลดลงเท่ากับ 1.0 (0.7) วัตต์/กก. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าความสัมพัทธ์ของกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย ภายหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก ด้วยสถิติ paired t-test พบว่า $p = 0.00$

ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างกำลังงานที่ทำได้สูงสุด (peak power output) ภายหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน มีค่าลดลงเท่ากับ 42.4 (103.3) วัตต์ และกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกมีค่าลดลงเท่ากับ 63.3 (111.4) วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างกำลังงานที่ทำได้สูงสุดภายหลังการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ระหว่างกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก ด้วยสถิติ paired t-test พบว่า $p = 0.05$

ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย (relative peak power output) ภายหลังการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน มีค่าลดลงเท่ากับ 0.6 (1.7) วัตต์/กก. และกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกมีค่าลดลงเท่ากับ 0.9 (1.8) วัตต์/กก. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย ภายหลังการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลระหว่างกลุ่มที่รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก ด้วยสถิติ paired t-test พบว่า $p = 0.09$

ค่าเฉลี่ยของความแตกต่าง ค่าผลต่างเปอร์เซ็นต์ดัชนีบ่งชี้ความเหนื่อย (% fatigue index) ภายหลังการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน มีค่าเท่ากับ 0.1 (5.2) % และกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกมีค่าเท่ากับ 0.3 (6.8) % เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างค่าเปอร์เซ็นต์ดัชนีบ่งชี้ความเหนื่อยภายหลังการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลระหว่างกลุ่มที่รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก ด้วยสถิติ paired t-test พบว่า $p = 0.78$

ผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายโดยวิธีวินเกท (Wingate test) แสดงให้เห็นว่าการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล ส่งผลให้ร่างกายมีสมรรถภาพทางกายแบบอนากาศนิยมมากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก หลังจากการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ซึ่งผลที่ได้น่าจะมาจากขณะที่กล้ามเนื้อมีการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลนั้น ในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีการดึงพลังงานที่ได้จากเครื่องดื่มมาใช้ในกล้ามเนื้อ และสำรองไกลโคเจนในกล้ามเนื้อไม่ถูกดึงมาใช้ในขณะออกกำลังกาย ส่วนกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกไม่มีพลังงานสำรองมาจากเครื่องดื่มจึงส่งผลให้กล้ามเนื้อมีการใช้พลังงานมาจากไกลโคเจน จึงทำให้ค่าสมรรถภาพทางกายจากการทดสอบวินเกทของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตระหว่างพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน เปรียบเทียบระหว่างการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตและเครื่องดื่มหลอกระหว่างพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน

การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทุกคนที่แผนกทดสอบสมรรถภาพทางกาย โรงพยาบาลอาภากรเกียรติวงศ์ ฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทุกคนหลังจากได้รับคำแนะนำเรื่องอาหารการพักระหว่างช่วงการทดสอบ อธิบายขั้นตอนการเข้าร่วมโครงการวิจัยอย่างละเอียด หลังจากนั้นกลุ่มตัวอย่างได้รับการนัดหมายให้มาออกกำลังกายตามรูปแบบการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ที่ห้องทดสอบสมรรถภาพทางกายดังกล่าว

สรุปผลการวิจัย

1. การได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลมีผลในการส่งเสริมประสิทธิภาพการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทดสอบโดยวิธี Wingate test แสดงโดยค่าสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic capacity) ค่าความสัมพัทธ์สมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย (relative anaerobic capacity) กำลังงานที่ทำได้สูงสุด (peak power output) ของนักกีฬาฟุตบอลระหว่างการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.00$)

2. ผลต่างค่าเฉลี่ยของปริมาณกลูโคสในเลือดก่อนและหลังจากออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขัน 45 นาที ในช่วงครึ่งแรก ระหว่างการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต และเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=1.00$)

3. ผลต่างค่าเฉลี่ยของปริมาณกลูโคสในเลือดก่อนและหลังจากออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขัน 45 นาที ในช่วงครึ่งหลังระหว่างการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต และ เครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.00$) ดังนั้น การได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันเพียงพอสำหรับการสำรองไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ และ นำออกมาใช้ช่วงสุดท้ายหลังจากจบแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลแสดงโดยค่าสมรรถภาพอนากาศนิยม (anaerobic capacity) จากการทดสอบโดยวิธีวินเกท (Wingate test)

อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยอาศัยเกณฑ์การคัดเลือกเข้าและออกเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนมีความใกล้เคียงกันและมีความเป็นตัวแทนได้ดีที่สุด จากผลการทดลองที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพอนากาศนิยมทดสอบโดยวิธีวินเกท (Wingate test) ของนักกีฬาฟุตบอลหลังจากการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลระหว่างสองช่วงเวลาของการออกกำลังกาย คือ กลุ่มที่ออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลและได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล หยุดพัก 3 วันแล้วตามด้วยออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล (โปรแกรม A) และกลุ่มที่ออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลและได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล (โปรแกรม B) หยุดพัก 3 วันแล้วตามด้วยออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 40 คน สามารถเข้าร่วมตลอดจนเสร็จสิ้นโครงการจนครบระยะเวลาที่ศึกษารวมเวลาที่อยู่ในโครงการทั้งสิ้น 13 วัน ไม่มีกลุ่มตัวอย่างถูกคัดออกจากการศึกษาระหว่างเข้าร่วมโครงการ ซึ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้นั้น เมื่อนำมาสุ่มเลือกวิธีการศึกษาแล้ว มีจำนวนที่เท่ากันทั้งสองวิธีการออกกำลังกาย คือ กลุ่มละ 20 คน เป็นไปตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเริ่มทำการศึกษาซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบ cross over design โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับวิธีการศึกษาทั้งสองวิธี ได้แก่ การได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล และ การได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน ดังนั้นการเก็บข้อมูลจากขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมจะทำให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น เนื่องจากขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีความสำคัญอย่างยิ่งโดยเฉพาะในการวิจัยเชิงทดลองซึ่งต้องอาศัยการพิสูจน์สมมติฐาน หากขนาดของกลุ่มตัวอย่างน้อยเกินไปอาจไม่สามารถบอกความแตกต่างของข้อมูลได้ ทั้งที่ความเป็นจริงมีความแตกต่างกัน

การศึกษาถึงสมรรถภาพทางกายถือว่ามีความสำคัญกับนักกีฬาทุกประเภทแต่จะมีความเฉพาะเจาะจงแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการเคลื่อนไหว หรือลักษณะของเกมในกีฬานั้นๆ ในกีฬาฟุตบอล สมรรถภาพอนากาศนิยมถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังที่มีการศึกษาของ Reilly T [4] ในปีค.ศ. 1998 พบว่า เกมการแข่งขันฟุตบอล 90 นาทีนั้น มีการเคลื่อนไหวหลายรูปแบบ ถึงแม้ว่าการวิ่งด้วยความเร็วสุดขีด จะมีร้อยละ 11 ใช้ระยะเวลาเพียง 9.9 นาที แต่ก็มีความสำคัญ และ จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้เล่นเพราะผู้เล่นจะต้องวิ่งเต็มที่เร็วสุดขีด เพื่อหนีการประกบตัวของคู่ต่อสู้เข้าแย่งบอลจากคู่ต่อสู้ สกัดกั้นบอลจากคู่ต่อสู้ ตลอดจนการวิ่งเต็มที่เพื่อเข้าทำประตูเพื่อให้มีชัยชนะ Bower R[7] และคณะในปีค.ศ. 1992 พบว่าฟุตบอลไม่ได้เป็นกีฬาที่ใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบใช้ออกซิเจนเพียงอย่างเดียวแต่ประกอบด้วยการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนด้วย Power S [8] และ คณะในปี

ค.ศ. 2001 พบว่าการใช้พลังงานในนักกีฬาฟุตบอลนั้น ร้อยละ 30 เป็นการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน และร้อยละ 70 เป็นการใช้พลังงานที่ได้มาจากการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกายโดยวิธีวินเกท (Wingate test) เนื่องด้วยการทดสอบสมรรถภาพทางกายโดยวิธีนี้สามารถทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้สูงสุด โดยใช้พลังงานจากระบบแบบฉับพลัน (immediate energy system) และใช้พลังงานแบบระยะสั้น (short-term energy system) ที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ (ไกลโคเจน) ซึ่งเป็นการใช้พลังงานแบบไม่ใช้อกซิเจนของกล้ามเนื้อ โดยวิธีการทดสอบนี้ได้รับรองมาตรฐานความเที่ยงตรง ความแม่นยำ สามารถนำไปใช้ทำนายพลังงานและสมรรถภาพอนากาศนิยมได้อย่างถูกต้อง

การศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตที่มี ความเข้มข้น 5.9 % ที่มีส่วนประกอบของซูโครส 5.4 % กลูโคส 0.5 %และโซเดียม 0.06 % ปริมาณ 500 มิลลลิลิตร ที่ผลิตในประเทศไทย และจำหน่ายในประเทศไทย ที่นักกีฬาอาชีพ และ นักกีฬาสมัครเล่นนิยมดื่มในขณะออกกำลังกาย และ ฝึกซ้อม เนื่องด้วยมีคำแนะนำของ The American Collage of Sport Medicine[19] ในปีค.ศ.1996 ได้ให้คำแนะนำในการดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในการออกกำลังกายมากกว่า 60 นาที ว่าควรดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต 30-60 กรัมหรือมีความเข้มข้น 4-8 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการศึกษาของ Crill P[14] และคณะในปีค.ศ. 2002 พบว่าเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์เป็นเครื่องดื่มที่สามารถผ่านกระเพาะอาหารได้ในอัตราที่เทียบเท่ากับน้ำเปล่าและเมื่อนักกีฬาดื่มเข้าไปแล้ว ไม่ส่งผลให้เกิดอาการจุกเสียดในขณะออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา

สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาเปรียบเทียบระหว่างนาทีที่ 0 และ นาทีที่ 105

สมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic capacity)

กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล ลดลง 30.5 วัตต์ คิดเป็น 6.5 % ส่วนกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันลดลง 62 วัตต์ คิดเป็น 13.2 % ซึ่งค่าสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นค่าของกำลังงานที่ทำสำเร็จในเวลา 30 วินาที หรือค่าเฉลี่ยของพลังงานแบบอนากาศนิยม ผลต่างค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน แสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีการนำไกลโคเจนสำรองมาใช้น้อยกว่าการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งเป็นการใช้พลังงานแบบฉับพลันร่วมกับการใช้พลังงานแบบระยะสั้น

ค่าความสัมพันธ์สมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย (relative anaerobic capacity)

ในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล ลดลง 0.5 วัตต์ต่อกิโลกรัม คิดเป็น 5.9 % ส่วนกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันลดลง 1.6 วัตต์ต่อกิโลกรัม คิดเป็น 20.6 % ผลต่างค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกายเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.00) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก ช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันแสดงให้เห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังงานแบบอนากาศนิยมของสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกายในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีการนำพลังงานที่ได้จากไกลโคเจนสำรองมาใช้น้อยกว่าการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ได้จากระบบพลังงานแบบฉับพลันกับการใช้พลังงานแบบระยะสั้น

ค่ากำลังงานที่ทำได้สูงสุด (peak power output)

ในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล ลดลง 42.4 วัตต์ คิดเป็น 6.0 % กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันลดลง 63.3 วัตต์ คิดเป็น 9.0 % ซึ่งค่ากำลังงานที่ทำได้สูงสุดบ่งชี้ถึงความสามารถในการทำงานของระบบฉับพลัน (เอทีพีและ ครีเอทีนฟอสเฟต) ที่สะสมในกล้ามเนื้อ ผลต่างค่าเฉลี่ยกำลังงานที่ทำได้สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน แสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีการใช้พลังงานในระบบเอทีพี ครีเอทีนฟอสเฟต ที่มากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกอาจเนื่องจากในขณะที่ออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลนั้น มีการนำเอาเอทีพี ครีเอทีนฟอสเฟต และ ไกลโคเจนสำรองมาใช้น้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับสารหลอก

ค่ากำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย (relative peak power output)

เป็นค่าของกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อน้ำหนักตัวในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล ลดลง 0.6 วัตต์ต่อกิโลกรัม คิดเป็น 5.2 % ส่วนกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันลดลง 0.9 วัตต์ต่อกิโลกรัม คิดเป็น 7.7 % ผลต่างค่าเฉลี่ยกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกายเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลไม่แตกต่างกันอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.09) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน

ค่าบ่งชี้ความเหนื่อย (% fatigue index)

ในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล ลดลง 0.05 % คิดเป็น 0.3 % ส่วนกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันลดลง 0.35 % คิดเป็น 2.1 % ส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยดัชนีบ่งชี้ความเหนื่อยเมื่อเปรียบเทียบก่อน และ หลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.78) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน ซึ่งค่าดัชนีบ่งชี้ความเหนื่อยเป็นค่าการใช้พลังงานระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ระบบพลังงานแบบฉับพลัน และระบบพลังงานระยะสั้น)

การออกกำลังกายของนักกีฬาฟุตบอลจะเห็นได้ว่าไกลโคเจนในกล้ามเนื้อมีความสำคัญต่อนักกีฬาฟุตบอลเนื่องด้วยผู้เล่นจะต้องวิ่งเพื่อหนีการประกบตัว เข้าแย่งบอล สกัดกั้นบอล ตลอดจนการวิ่งเต็มที่เพื่อเข้าทำประตูเพื่อให้มีชัยชนะ และต้องมีการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อทั้งชนิดที่หดตัวช้า (fast twitch fiber) และ ชนิดที่หดตัวเร็ว (slow twitch fiber) ซึ่งการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีการลดการใช้ไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อ[10] เนื่องจากการออกกำลังกายระดับหนักต้องอาศัยแหล่งพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก ออกกำลังกายระดับปานกลางอาศัยพลังงานจากไขมันเป็นหลัก ในขณะที่การดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต กลูโคสที่ได้จากเครื่องดื่มจะถูกนำไปให้กล้ามเนื้อที่ทำงานส่งผลให้มีการชลอการใช้ไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อ และ ระหว่างที่มีการออกกำลังกายระดับ ปานกลาง (65 $\%VO_{2MAX}$) จะมีการสังเคราะห์ไกลโคเจน (glycogen resynthesis) ในกล้ามเนื้อชนิด หดตัวเร็ว (type II muscle fibers) [22,48] และ ส่งผลให้เมื่อมีการทดสอบสมรรถภาพการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต มีค่าสมรรถภาพทางกายมากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ball TC [48] และคณะในปี ค.ศ. 1995 ซึ่งได้ศึกษา ผลของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตต่อความสามารถในการในการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทดสอบโดยวิธีวินเกทหลังจากออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา 50 นาที พบว่าสมรรถภาพการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic capacity) ของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก 7 เปอร์เซ็นต์ Sugiura K [22] และคณะ ในปี ค.ศ. 1998 ได้ศึกษาผลของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตต่อความสามารถในการออกกำลังกายหนักสลับเบาเปรียบเทียบกับการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง พบว่าสมรรถภาพการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic capacity) การทดสอบวินเกทของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก 7 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่ม ฟรุคโทส 5 เปอร์เซ็นต์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nicolus CW [23] และคณะในปีค.ศ. 1999 ได้ศึกษาผลของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตระหว่างการออกกำลังกายหนักสลับเบา พบว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีอัตราการใช้ของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก 22 เปอร์เซ็นต์

สำหรับนักกีฬาฟุตบอลการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันถือว่ามีความสำคัญเนื่องด้วยการใช้พลังงานขณะออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาพลังงานที่ได้จากคาร์โบไฮเดรตและไกลโคเจนนำมาใช้เป็นพลังงานอันดับแรกของการออกกำลังกาย[5,7,18]และจากการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลในครึ่งแรกในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต และ เครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันเปรียบเทียบระหว่างนาทีที่ 0 - นาทีที่ 45 ของการออกกำลังกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=1.00) เนื่องด้วยขณะที่ออกกำลังกายนั้นมีการดึงพลังงานจากกลูโคสจากกระแสเลือดไปใช้ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง ไกลโคเจนถูกนำมาใช้ ส่งผลให้เมื่อจบครึ่งแรกของการออกกำลังกายมีความจำเป็นต้องได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต เพื่อป้องกันไม่ให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดต่ำลง และสำรองพลังงานไว้สำหรับกล้ามเนื้อที่ทำงาน โดยเฉพาะช่วงสุดท้ายของการออกกำลังกาย[7,9,48] ส่วนก่อนการออกกำลังกายไม่ได้ให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตแก่นักกีฬา เนื่องจากนักกีฬามีการเตรียมพร้อมโดยมีการรับประทานอาหารเน้นอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต 2-3 ชั่วโมงก่อนการออกกำลังกาย เพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในช่วงปกติ (70-110 มิลิกรัมต่อเดซิลิตร) และ สำรองพลังงานสำหรับการออกกำลังกาย[15,17,18]และ การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลในครึ่งหลังในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันเปรียบเทียบระหว่างนาทีที่ 60 - นาทีที่ 105 ของการออกกำลังกาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.00) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน Sugiura K[22] และคณะในปี ค.ศ. 1998 ได้ศึกษาผลของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตต่อความสามารถในการออกกำลังกายหนักสลับเบาเปรียบเทียบกับการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง พบว่ามีอัตราการใช้คาร์โบไฮเดรตออกซิเดชั่น (carbohydrate oxidation) และ ระดับน้ำตาลในเลือดช่วงครึ่งหลังในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกตลอดช่วงการออกกำลังกาย เนื่องจากการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งส่งผลให้มีการสำรองไกลโคเจนไว้และสามารถดึงออกมาใช้ช่วงที่ออกกำลังกายที่ระดับหนัก ส่วนกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกมีการใช้พลังงานจากไขมันเป็นหลัก ส่งผลให้ ระดับ free fatty acid และ glycerol เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ที่ได้รับสารหลอกโดยเฉพาะช่วงครึ่งหลังที่มากกว่าครึ่งแรกของการออกกำลังกาย เนื่องด้วยไกลโคเจนที่สำรองไว้ในกล้ามเนื้อถูกดึงออกมาใช้ตลอดช่วงการออกกำลังกายที่หนักสลับเบา เช่นเดียวกับ Nicolus CW[23] และคณะใน ปีค.ศ. 1999 และ Davis JM[49] และคณะในปีค.ศ. 2000 ได้ศึกษาผลของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตพบว่าระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกตลอดช่วงการออกกำลังกาย เพราะว่าขณะที่ออกกำลังกายมีการลดการใช้ไกลโคเจนที่กล้ามเนื้อ เพราะได้รับพลังงานจากเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตซึ่งส่งผลให้ลดการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวเร็ว (muscle type II) เนื่องจากหลังจากได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตจะกระตุ้นให้มีการเก็บกลูโคสเข้าสู่เซลล์ มากขึ้น

โดยมีการหลั่งของฮอร์โมนอินซูลินส่งผลให้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อถูกดึงออกมาใช้น้อยลง และกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก กระตุ้นให้มีการสลายไขมันเพิ่มขึ้น (lypolysis) โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่มีการออกกำลังกายระดับปานกลาง ส่งผลให้มีการเพิ่มการเก็บพลังงานสำรองในรูปของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ (glycogen synthesis) เพิ่มขึ้น

กล่าวโดยสรุป การวิจัยครั้งนี้พบว่าการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลส่งผลต่อการสำรองไกลโคเจนในกล้ามเนื้อได้มากกว่าการได้รับเครื่องดื่มหลอก (เครื่องดื่มที่ไม่ให้พลังงาน) ดังนั้นการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งการแข่งขันฟุตบอลส่งผลให้สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลมีมากกว่าการได้รับเครื่องดื่มหลอก โดยเฉพาะนักกีฬาตำแหน่งกองกลางและกองหน้า เพราะในตำแหน่งดังกล่าวนี้นักกีฬามีการวิ่งเร็วเต็มที่ซ้ำๆ หลาย ๆรอบตลอดระยะเวลา 90 นาทีของการแข่งขัน ในเกมการแข่งขันที่หนักและรุนแรง (รุกหรือบุกหนักเข้าทำประตูเพื่อหวังชัยชนะอย่างเดียว) ซึ่งเหมาะกับนักกีฬาฟุตบอลอาชีพ หรือสมัครเล่นที่มีการฝึกซ้อมเป็นประจำสม่ำเสมอ ผู้ฝึกสอนกีฬาส่วนมากที่นิยมให้นักกีฬาดื่มเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน ควรคำนึงถึงความเข้มข้นของน้ำตาลในเครื่องดื่มควรมีค่าประมาณ 30-60 กรัมในน้ำ 500-1,000 มิลลิลิตรหรือ ความเข้มข้นของน้ำตาล 6-8% เพราะว่าถ้าความเข้มข้นมากกว่านี้จะค้างในกระเพาะอาหารนานขัดขวางการดูดซึมและส่งผลให้เกิดอาการจุกเสียดขณะ ออกกำลังกายหรือขณะแข่งขันได้ อย่างไรก็ตามยังมีความจำเป็นที่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการประเมินสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยทางตรงจากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ (Gas Analyzer) เพื่อประเมินสมรรถภาพอากาศนิยมของนักกีฬาว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือไม่
2. ควรมีการติดเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate monitor) ตลอดช่วงการออกกำลังกาย เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจให้เหมือนการแข่งขันจริงมากที่สุด
3. ควรมีการวัดเปอร์เซ็นต์ความเมื่อยล้า (% fatigue index) จากการตรวจระดับกรดแลคติคในเลือด (blood lactic) ควบคู่กับการออกกำกายด้วย

รายการอ้างอิง

1. เจริญ กระบวนรัตน์. **เทคนิคการฝึกความเร็ว**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538: 47 - 62.
2. วิทยา เลาหกุล. ปริมาณการฝึกสำหรับนักกีฬา. **การฝึกสมรรถภาพสำหรับนักกีฬาฟุตบอล**. กรุงเทพมหานคร: กิเลนการพิมพ์, 2545: 1 - 41.
3. นิกร สีแล. "ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกความเร็วระยะสั้นต่อสมรรถภาพอนากาศนิยมในนักกีฬาฟุตบอล," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542: 1 – 13.
4. Reilly, T. **The physiological society** . London : England company, 1998: 33 – 34.
5. Nicholas, C. Physiological Demands & Match Performance Analysis.[Online]. Available from: http:// www. Soccer performance. Org/player/sports soccer.htm [2002, December 3].
6. Kirkendall, D. C.; **Physiology of Soccer**. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000: 875 – 884.
7. Bower, R. W.; Fox, E. L. **Sports Physiology**. (n.p.): Wm. C. Brown, 1992: 449.
8. Power, S. K.; Howley, W. T. **Exercise Physiology**. 4th ed. New York: The Mc Graw-Hill, 2001: 44 - 49.
9. Kirkendall, D. T. Effects of nutrition on performance in soccer. **Med Sci Sport Exerc** 25(1993): 1370-1374.
10. วิทยา เลาหกุล. โภชนาการกับนักกีฬาฟุตบอล. **การฝึกสมรรถภาพสำหรับนักกีฬาฟุตบอล**. กรุงเทพมหานคร: กิเลนการพิมพ์, 2545: 265 - 294.
11. ลักษณา อินทร์กลับ. วิตามิน เกลือแร่ น้ำและใยอาหาร. **โภชนศาสตร์เชิงเคมี**. พระนคร: มีเดียการพิมพ์, 2543: 108 – 161.
12. วรนุช ฉัตรสุทธิพงษ์. น้ำในร่างกายชนิดต่าง ๆ และการหาปริมาตรของน้ำเหล่านั้น. สรีรวิทยา. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2537: 259 – 268.
13. Braithwaite, K. Hydration Status Crucial for Athletes [Online]. (nd.). Available from: http:// www.usask.ca/sportmedsci/nutr/fluid.htm [2003,June 5]

14. Crill,P. Sports Drink [Online] (nd.). Available from:http:// www.ast – ss. Com/research/ _ rib/research – reviews/rr – full – text. Asp [2002, December 17].

15. ชูศักดิ์ เวชแพทย์. โภชนาการกับสมรรถภาพของการออกกำลังกาย. **สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย**. เอกสารประกอบการสอน. กรุงเทพมหานคร: ธรรกมลการพิมพ์, 2536: 325 – 335.

16. ปราณี ใจอาจ. เครื่องดื่มที่ใช้ในการกีฬา. **สารวิทยาศาสตร์การกีฬา**. กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดี, 2545: 70 – 88.

17. Kirkendall, D. Increasing Energy with New Sports Drinks [Online]. Available from:http:// www. Gotsportsdoctor.com/nutrition/drink.asp [2002, December 3]

18. Jacqueline, R. Nutrition & Soccer Performance – Fluid Intake [Online] . Available from: http:// www. soccerperformance. Org/ specialtopics/ fluidintake. htm [2002, December 17]

19. American Collage of Sports Medicine. Position Stand on exercise and fluid replacement. **Med Sci Sport Exerc**28(1996):1 - 7.

20. Sugiura, K.; Kobayachi, K. Effect of carbohydrate ingestion on sprint performance Following continuous and intermittent exercise. **Med Sci Sport Exer** 31(1998): 1624 – 1630.

21. Nicholas, C.W.; Tsintzas, K.; Boobis, L.; Williams, C. Carbohydrate-electrolyte ingestion during intermittance hight-intensity running. **Med Sci Sport Exer** 31(1999): 1280 - 1286.

22. Zeederberg, C.; Leach, L.; Lambert, E.V.; Noakes, T.D.; Dennis, S.C.; Hawley, J.A. The effect of carbohydrate ingestion on motor skill proficiency of Soccer player. **Int J Sports Nutr** 6(1996): 348-355.

23. Hawley, J.A.; Dennis, S.C.; Noakes, T.D. Carbohydrate, fluid and electrolyte requirement of the soccer player. **Int J Sport Nurt** 4(1996): 221-236.

24. เจริญ กระบวนรัตน์. การฝึกทางด้านจิตวิทยาก่อนการแข่งขัน. **หลักการและทคนิคการฝึกกรีฑา** พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545: 119 - 126.

25. สมบัติ กาญจนกิจ. ความวิตกกังวลในการกีฬา. **จิตวิทยาการกีฬา เทคนิค ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์. 2542: 69 – 76.

26. ศัลยา คงสมบูรณ์เวช. นักกีฬาควรกินอย่างไร. **สารวิทยาศาสตร์การกีฬา**. กรุงเทพมหานคร: 2546: 6-9.

27. Mc Ardle, W.D.; Kotch, F.I.; Katch, V.L. **Essentials of Exercise Physiology** 2nd ed. Philadephia USA: William & Wilkins a waverly company, 2000:44 – 449.

28. กัลยพงษ์ จตุรพานิชย์. ระบบกล้ามเนื้อ. **สรีรวิทยา**. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2537: 95 – 117.

29. Inbar, O.; Bar – Or, O.; Skinner, J. S. **The Wingate Anaerobic Test**. USA: Human Kinatic , 1996: 8 – 23.

30. Matkovic, B,R.; Jankovic, S.;Heimer,S. **Physiological profile of top croalia soccer players** 2 nd ed. London : E & FN Spon, 1991: 37 – 39.

31. Fitzergald, P. Sports Drinks [Online]. Available from: http:// www. Schenectadyregionalorthopedics. Com/ Newsletters/ sports – drinks. Htm [2002, December 17]

32. Ellis, D. Football Coach Guide to Heat Illness and Hydration[Online]. Available from: http:// www. Gatorate. Com/ gssilarticle4athletes. htm [2002, December 28]

33. Below, P. R.; Gonzalez-Alonso, M. J.; Coyle, E. F.Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. **Med Sci Sport Exer** 2(1995): 200-210.

34. Stafford, M.M.; Rosskopf, L.B.; Snow, T.K.; Hinson, B.T. Water versus carbohydrate-electrolyte ingestion before and during a 15-km run in the heat. **Int J Sports Nutr** 7(1997): 26-38.

35. Utter, A.; Kang, J.; Nieman, D.; Warran, B. Effect of carbohydrate substrate availability on ratings of perceived exertion during plolong running. **Int J Sports Nutr** 7(1997): 274-285.

36. Haub, M. D.; Potteiger, J. A.; Jacobson, D. J.; Nau, K. L.; Magee, L. A.; Comeau, M. J. Glycogen replenishment and repleated maximul effect exercise: effect of liquid carbohydrate. **Int J Sports Nutr** 9(1999): 406-415.

37. Murray, R.; Bartoli, W.; Stufan, J.; Horn, M.; Eddy, D. A comparison of the gastric emptying characteristics of selected sports drinks. **Int J Sports Nutr** 9(1999): 263 - 274.

38. Haff, G.G.; Koch , A. J.; Potteiger, J. A.; Kuphal, K.E.; Magee, L.M.; Green, S. B.; Jakicic, J. J. Carbohydrate supplementation attenuates muscle glycogen loss during acute bouts of resistance exercise. **Int J Sports Nutr** 10(2000): 326 - 339.

39. Meby, C. L.; Osterberg, K. L.; Resch, A.; Davy, B.; Johnson, S.; Davy, K. Effect of carbohydrate ingestion during exercise on post-exercise substrate oxidation and energy intake. **Int J Sports Nutr** 12(2002): 2002 - 2006.

40. Leatt, P. B.; Jacobs, I. J. Effect of glucose polymer ingestion on glycogen depletion during a soccer match. **Can J Sports Sci** 14(1989): 112-116.

41. Tsintzas, O. K.; Williams, C.; Boobis, L.; Greenhalf, P. Carbohydrate ingestion and singer muscle fiber glycogen metabolism during prolong running in men. **J Appl Physiol** 81(1996): 801- 809.

42. Coyle, E. F.; Hagberg, M. J.; Hurley, B. .; Martin, W. H.; Ehsan, A. A.; Holloszy, J. O. Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. **J Apply Physio** 55(1983): 230 - 235.

43. Nicholas, C.W.; Williams, C.; Lakomy, H. K. Influence of ingestion a Carbohydrate-electrolyte ingestion on aendurance capacity during intermittance, hight-intensity shuttlerunning. **Med Sci Sport Exer** 13(March 1995): 883 - 290.

44. Mark, F.J.; Jackson, D.A.; Broadwell, M. S.; Queary, J. L.; Lambert, C. L. Carbohydrate drinks delay fatigue during intermittent, high-intensity cycling in active men and woman. **Int J Sports Nutr** 7(1997): 261-273.

45. McConell, G.; Show, R. J.; Proietto, J.; Hargreaver, M. Muscle metabolism during prolonged exercise in human: influence of carbohydrate availabity. **J Appl Physiol** 87(1999): 1083 - 1086.

46. Murry, R.; Seifert, J. G.; Eddy, D. E.; Paul, G.I.; Halaby, G.A. Carbohydrate feeding and exercise : ffect of beverage carbohydrate content. **Eur J Apply Physio** 56(1989): 152 - 158.

47. El – Sayed, M. S.; Rattu, A. J.; Roberts, L. Effect of carbohydrate feeding before and during prolong exercise on subsequent maximal exercise performance capacity .**Int J Sports Nutr** 5(1995): 215 – 224.

48. Ball, T. C.; Headley, S. A.; Vanderburgh, P. M.; Smith, J.C. Periodic carbohydrate during 50 min of high-intensity cycling improves subsequent sprint performance.**Int J Sports Nutr** 5(1995): 151 -158.

49. Davis, J. M.; Welsh, R. S.; Alderson, N. A. Effect of carbohydrate and chromium ingestion during intermittent high-intensity exercise to fatigue. **Int J Sports Nutr** 10(2000): 476 – 485.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

เอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำแก่ผู้เข้าร่วมโครงการ
(Patient Information Sheet)

ชื่อโครงการ สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตระหว่างพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน

ชื่อผู้ทำการวิจัย นส. กรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์
นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเวชศาสตร์การกีฬา

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไล อโนมะศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์

ผู้ดูแลที่ติดต่อได้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไล อโนมะศิริ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 02- 256-4482 (ที่ทำงาน)
2. รองศาสตราจารย์ ดร. ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 02- 218-1012 (ที่ทำงาน)
3. นส. กรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์ ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 02 – 256-4267 ต่อ 127, 02-241-8685

สถานที่วิจัย

1. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ห้องทดสอบสมรรถภาพทางกาย วิทยาลัยพลศึกษา
4. ห้องทดสอบสมรรถภาพทางกายฐานทัพเรือสัตหีบ รพ.อาภากรเกียรติวงศ์ จ. ชลบุรี

ความเป็นมาของโครงการ

ฟุตบอล เป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายผู้เล่นจะต้องมีพละกำลัง ความเร็วและความอดทน ผู้เล่นที่มีสภาพร่างกายดี จะเล่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนถึงปลายเกมการแข่งขัน เนื่องจากรูปแบบการเคลื่อนไหวในกีฬาฟุตบอลจะมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลาแต่เป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่สม่ำเสมอ

การทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรืออนากาศนิยม (anaerobic system) สามารถให้พลังงานปริมาณสูงในระยะเวลาที่รวดเร็ว แต่จะก่อให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย เนื่องจากเกิดการคั่งของกรดแลคติคในกล้ามเนื้อ อาการเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าที่เกิดกับกล้ามเนื้อจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกกซิเจนของกล้ามเนื้อเป็น องค์ประกอบสำคัญ ในการจำกัดความเร็วหรือทำให้ความเร็วในการวิ่งระยะสั้นลดลง อัตราการใช้พลังงานในกีฬาฟุตบอล ร้อยละ 70 เป็นการใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และร้อยละ 30 เป็นการใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบใช้ออกซิเจน จะเห็นได้ว่า การใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีความจำเป็นต่อนักกีฬาฟุตบอลอย่างยิ่ง โดยเฉพาะ ในช่วงท้ายของเกมการแข่งขันหรือในกรณีที่ต้องการพลังงานจำนวนมากในระยะสั้น แต่การใช้พลังงานดังกล่าว จะส่งผลให้ไกลโคเจนที่สะสมใน กล้ามเนื้อถูกนำไปใช้ และมีปริมาณลดลง ดังนั้น จึงต้องมีการบริโภคคาร์โบไฮเดรตเพื่อช่วยให้รักษาปริมาณไกลโคเจนสำรองไว้มากที่สุด และเก็บไว้ใช้ในยามจำเป็นหรือช่วงสุดท้ายของการแข่งขัน

การบริโภคคาร์โบไฮเดรตระหว่างการแข่งขัน นิยมกระทำในรูปแบบของเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา (sport drinks) ที่เป็นลักษณะของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพต่อการออกกำลังกาย ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำ ช่วยในการทดแทนอิเลคโตรไลท์ที่สูญเสียไปจากการขับเหงื่อและสามารถนำคาร์โบไฮเดรตมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน โดยการรักษาระดับกลูโคสในเลือด ทำให้ปริมาณการใช้ไกลโคเจนที่มีอยู่อย่างจำกัดในกล้ามเนื้อและตับลดลง การใช้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในนักกีฬาฟุตบอล ระหว่างการออกกำลังกาย พบว่าความสามารถในการส่งบอล และครอบครองบอลในครึ่งเวลาหลังมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ทำให้มีการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อลดลง39 % ทำให้ระยะทางในการวิ่งเร็วเพิ่มขึ้น 30 % ในครึ่งหลัง ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในนักกีฬาฟุตบอล หลายรูปแบบ เช่น การศึกษา เกี่ยวกับผลการดื่มสารละลายคาร์โบไฮเดรตต่อ sprint performance หลังจากมีการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาและแบบต่อเนื่อง เป็นต้น แต่ยังไม่มีผู้ใดศึกษาเกี่ยวกับการวัดสมรรถภาพ อนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลภายหลังจากการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตว่าเครื่องดื่มที่ดื่มเข้าไปนั้นจะช่วยเพิ่มสมรรถภาพให้นักกีฬาได้เท่ากับสมรรถภาพช่วงแรก หรือไม่ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการวัดสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตในช่วงพักครึ่งการแข่งขัน ว่าสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลจะเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลการให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงเวลาพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันต่อสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอล

รายละเอียดที่จะปฏิบัติต่อผู้เข้าร่วมโครงการ

1. ท่านจะได้รับสัมภาษณ์โดยผู้ทำการวิจัยเพื่อถามข้อมูลทั่วไป ประวัติการบาดเจ็บในอดีต ปัจจุบัน ประวัติการรักษาที่เคยได้รับ

2. ท่านจะได้รับการขอร้องให้มาทำการทดสอบและประเมินร่างกายรวมสี่ครั้ง ประกอบด้วยการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด การวัดสมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน(สมรรถภาพอนากาศนิยม) ด้วยวิธี wingate test และเก็บตัวอย่างเลือดระหว่างการศึกษาวิจัยโดยท่านจะได้รับการเจาะเลือดระหว่างการทำการทดสอบจำนวน 9 ครั้ง ครั้งละ 3 มิลลิลิตร (รวม 27 มิลลิลิตร ประมาณ 6 ช้อนชา) เพื่อตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งปริมาณเลือดนี้ไม่ทำให้ท่านเกิดภาวะโลหิตจางแต่อย่างไร

3. ขั้นตอนการวิจัยในวันแรกของการทดสอบจะได้รับการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด วันที่สองของการทดสอบจะได้รับการวัดระดับน้ำตาลในเลือดและทดสอบสมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (สมรรถภาพอนากาศนิยม) ด้วยวิธี wingate test วันที่สามของการทดสอบจะได้รับการออกกำลังกาย 90 นาที และดื่มเครื่องดื่มระหว่างพักครึ่งการทดลองตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด และทดสอบสมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (สมรรถภาพอนากาศนิยม) ด้วยวิธี wingate test วันที่สี่ของการทดสอบจะได้รับการออกกำลังกาย 90 นาที และดื่มเครื่องดื่มระหว่างพักครึ่งการทดลองตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด และทดสอบสมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (สมรรถภาพอนากาศนิยม) ด้วยวิธี wingate test โดยการทดสอบภายใต้ความดูแลของผู้ทำวิจัยและจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายใดๆแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ประโยชน์และผลข้างเคียงที่จะเกิดแก่ผู้เข้าร่วมโครงการ

1. ท่านจะได้รับทราบถึงผลการทดสอบสมรรถภาพการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (อนากาศนิยม)สูงสุด

2. ท่านจะมีอาการปวดเมื่อยบ้างหลังการทดสอบ โดยผู้วิจัยแนะนำหรืออธิบายการอบอุ่นร่างกายให้กระจ่างให้ชัดเจนและอยู่ภายใต้การดูแลจากผู้ทำการวิจัยอย่างใกล้ชิด

การเก็บข้อมูลเป็นความลับ

ผู้วิจัยขอยืนยันว่า ข้อมูลเกี่ยวกับตัวท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ และจะใช้สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้นและชื่อของท่านจะไม่ปรากฏในแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลและในฐานข้อมูลทั่วไป ผู้วิจัยจะใช้ฐานข้อมูลลับที่มีชื่อของท่านไว้ต่างหาก โดยมีผู้วิจัยเพียงท่านเดียวเท่านั้นที่ทราบรายละเอียดของข้อมูลนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านที่ให้ความร่วมมือมาเข้าโครงการวิจัย ท่านสามารถขอถอนตัวออกจากโครงการได้ทุกเวลาและสามารถร้องเรียนเกี่ยวกับความไม่ถูกต้องในการวิจัย ได้ที่ฝ่ายวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 4 เขตประทุมวัน กรุงเทพ ฯ 10330 โดยทางคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของคณะ ฯ พร้อมให้คำชี้แจงและความยุติธรรมแก่ท่าน หากท่านมีข้อสงสัยประการใดเกี่ยวกับ การวิจัยนี้ กรุณาติดต่อมาที่นางสาวกรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์ ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 01-759-7730

ผู้วิจัยขอยืนยันว่า ข้อมูลเกี่ยวกับตัวท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ และจะใช้สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้นและชื่อของท่านจะไม่ปรากฏในแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลและในฐานข้อมูลทั่วไป ผู้วิจัยจะใช้ฐานข้อมูลลับที่มีชื่อของท่านไว้ต่างหาก โดยมีผู้วิจัยเพียงท่านเดียวเท่านั้นที่ทราบรายละเอียดของข้อมูลนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านที่ให้ความร่วมมือมาเข้าโครงการวิจัย ท่านสามารถขอถอนตัวออกจากโครงการได้ทุกเวลาและสามารถร้องเรียนเกี่ยวกับความไม่ถูกต้องในการวิจัย ได้ที่ฝ่ายวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 4 เขตประทุมวัน กรุงเทพ ฯ 10330 โดยทางคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของคณะ ฯ พร้อมให้คำชี้แจงและความยุติธรรมแก่ท่าน หากท่านมีข้อสงสัยประการใดเกี่ยวกับ การวิจัยนี้ กรุณาติดต่อมาที่ นางสาวกรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์ ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 01-759-7730, 02-2564267 ต่อ 127

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent form)

การวิจัยเรื่อง สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตระหว่างพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน

วันให้คำยินยอม วันที่ ..... เดือน.....พ.ศ.....

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมให้ทำการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย หรือจากยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด และมีความเข้าใจดีแล้ว

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ และเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ โดยสมัครใจ และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลต่อการรักษาโรคที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่เป็นสรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกระทำได้เฉพาะกรณีจำเป็น ด้วยเหตุผลทางวิชาการเท่านั้น

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....ผู้ทำวิจัย

(.....)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล

โครงการโครงการศึกษาสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตระหว่างพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

เลขที่……

ชื่อ – สกุล ..... อายุ .....ปี
น้ำหนัก ..... กิโลกรัม ส่วนสูง ..... เซนติเมตร
ที่อยู่ปัจจุบัน .....
.....
..... เบอร์โทรศัพท์ .....
บุคคลที่สามารถติดต่อได้กรณีฉุกเฉิน .....
เบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้กรณีฉุกเฉิน .....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ข้อมูลการทดสอบ

วัน/เดือน/ปีที่ทำการทดสอบ ..... การทดสอบครั้งที่ .....1.....

น้ำหนักตัวก่อนทำการทดสอบ ..... กิโลกรัม หลังทำการทดสอบ .....กิโลกรัม

อาหารที่รับประทาน

☐ โรงครัว ☐ ซื้อกินเอง

รับประทานอาหารมื้อสุดท้าย

☐ มื้อเช้า เวลา .....

☐ มื้อกลางวัน เวลา .....

☐ มื้อเย็น เวลา .....

☐ อื่น ๆ เวลา .....

เวลาที่เริ่มทำการทดสอบ .....

หมายเหตุ .....

ข้อมูลการทดสอบ Wingate test

Wingate test	**ผลการทดสอบ**
Peak Power Output	
Relative Peak Power Output	
% Fatigue Index	
Anaerobic Capacity	
Relative Anaerobic Capacity	

ข้อมูลระดับน้ำตาลของกลุ่มตัวอย่าง

Time (min)	**ระดับน้ำตาลในเลือด** (mg/dl)
0	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัน/เดือน/ปีที่ทำการทดสอบ ..... การทดสอบครั้งที่ **2 และ 3**

เครื่องดื่มชนิด ☐ A ☐ B

น้ำหนักตัวก่อนทำการทดสอบ ..... กิโลกรัม หลังทำการทดสอบ .....กิโลกรัม

อาหารที่รับประทาน

☐ โรงครัว ☐ ซื้อกินเอง

รับประทานอาหารมื้อสุดท้าย

☐ มื้อเช้า เวลา .....

☐ มื้อกลางวัน เวลา .....

☐ มื้อเย็น เวลา .....

☐ อื่น ๆ เวลา .....

เวลาที่เริ่มทำการทดสอบ .....

หมายเหตุ .....

ข้อมูลการทดสอบ Wingate test

Wingate test	**ผลการทดสอบ**
Peak Power Output	
Relative Peak Power Output	
% Fatigue Index	
Anaerobic Capacity	
Relative Anaerobic Capacity	

ข้อมูลระดับน้ำตาลของกลุ่มตัวอย่าง

Time (min)	**ระดับน้ำตาลในเลือด** (mg/dl)
0	
45	
60	
105	

ตอนที่ 2 เกณฑ์ในการคัดเข้า

หากท่านอยู่ในเกณฑ์ของแต่ละข้อให้ เช็คถูก(✓)ในช่องใช่ และหากท่านไม่ได้อยู่ในเกณฑ์ให้ เช็คถูก(✓) ในช่องไม่ใช่

	ใช่	ไม่ใช่
1. ท่านมีอายุอยู่ในช่วง 17-25 ปี	☐	☐
2. ท่านมีประสบการณ์เล่นฟุตบอลในรอบปีที่ผ่านมา	☐	☐
3. ท่านได้รับการฝึกซ้อมสัปดาห์ละ 3 วัน	☐	☐
4. ท่านสมัครใจเข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัย	☐	☐

เกณฑ์ในการคัดออก

	ใช่	ไม่ใช่
1. ท่านอยู่ในสภาวะที่เจ็บป่วยที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย	☐	☐
2. ท่านได้รับบาดเจ็บขณะทำการฝึกซ้อมและเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินการวิจัย	☐	☐
3. มีโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคหรืออาจมีผลกระทบต่อผลการทดลอง เช่น		
โรคตับ	☐	☐
โรคหัวใจ	☐	☐

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

การประเมินสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) โดยวิธีของ 'Astrand' Per – Olof Astrand มาจาก http:/www.sportsci.org/resource/stats/ssdetermine.html

อุปกรณ์

1. จักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer ; Monark 818)
2. หูฟัง (Stethoscope)
3. นาฬิกาจับเวลา (ความละเอียด 1/100)

วิธีปฏิบัติ

1. ให้ผู้ถูกวัดขึ้นนั่งบนอานจักรยาน จัดระดับอานให้พอเหมาะ (ขณะที่ถีบขายืดสุดแล้วเข่าจะงอเล็กน้อย)
2. ตั้งจังหวะ 50 รอบ/นาที ให้ผู้ทดสอบรักษาความเร็วให้คงที่
3. การเลือกน้ำหนักถ่วง ขึ้นอยู่กับเพศ อายุ และสภาวะที่เหมาะสม
4. เริ่มจับเวลาเมื่อผู้ถูกทดสอบรักษาความเร็วได้คงที่ตามน้ำหนักถ่วงที่กำหนดไว้
5. นับอัตราการเต้นของหัวใจทุก 1 นาที โดยนับอัตราการเต้นของหัวใจ 30 ครั้ง และจับเวลาว่าได้เวลาเท่าใด นำมาเปรียบเทียบในตาราง **(ตารางที่ 1.1)**
6. บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทุกครั้ง จนครบ 6 นาที ถ้านาทีที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจยังไม่ถึง 120 ให้เพิ่มน้ำหนักถ่วงอีก 0.5 kp และเพิ่มเวลาอีก 1 นาที

การแปรผล

โดยนำค่าเฉลี่ยของนาทีที่ 5 – 6 (ค่าอัตราการเต้นของหัวใจนาทีที่ 5 และ 6 ไม่ควรต่างกันเกิน 5 ครั้ง/นาที) มาเปิดตารางเปรียบเทียบ **(ตารางที่ 1.2)** ตามน้ำหนักถ่วงที่ให้เพื่อคำนวณหาปริมาณความสามารถของการใช้ออกซิเจนสูงสุดขณะออกกำลังกาย

หมายเหตุ

ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจนาทีที่ 5 และ 6 ต่างกันเกิน 5 ครั้ง/นาที แสดงว่าร่างกายยังไม่ถึงจุดที่เรียกว่า "Steady State"ควรเพิ่มระยะเวลาการทดสอบไปถึงนาทีที่ 7 และนำค่าอัตราการเต้นของหัวใจนาทีที่ 6 และ 7 มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปเปิดตารางเทียบ (ตารางที่1.2) โดยใช้น้ำหนักถ่วงครั้งสุดท้ายที่เพิ่มให้

ตารางที่ 1.1 ตารางแปลงเวลา การนับอัตราการเต้นของหัวใจจำนวน 30 ครั้ง (จำนวนครั้ง/นาที)

วินาที	ครั้ง		วินาที	ครั้ง		วินาที	ครั้ง
16.0	113		14.0	129		12.0	150
15.9	113		13.9	129		11.9	151
15.8	114		13.8	130		11.8	153
15.7	115		13.7	131		11.7	154
15.6	115		13.6	132		11.6	155
15.5	116		13.5	133		11.5	157
15.4	117		13.4	134		11.4	158
15.3	118		13.3	135		11.3	159
15.2	118		13.2	136		11.2	161
15.1	119		13.1	137		11.1	162
15.0	120		13.0	138		11.0	164
14.9	121		12.9	140		10.9	165
14.8	122		12.8	141		10.8	167
14.7	122		12.7	142		10.7	168
14.6	123		12.6	143		10.6	170
14.5	124		12.5	144		10.5	171
14.4	125		12.4	145		10.4	173
14.3	126		12.3	146		10.3	175
14.2	127		12.2	148		10.2	176
14.1	128		12.1	149		10.1	178

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 ตารางคำนวณค่าการทดสอบ $VO_{2\,max}$ เพศชาย

Working pulse	Maximum oxygen uptake Liter/minute								
	1.0 kp, 300 kpm/min	1.5 kp, 450 kpm/min	2.0 kp, 600 kpm/min	2.5 kp, 750 kpm/min	3.0 kp, 900 kpm/min	3.5 kp, 1050 kpm/min	4.0 kp, 1200 kpm/min	4.5 kp, 1350 kpm/min	5.0 kp, 1500 kpm/min
120	2.20	2.85	3.50	4.15	4.80	5.45	6.10	6.55	7.00
121	2.20	2.80	3.40	4.05	4.70	5.40	6.10	6.50	6.90
122	2.20	2.80	3.40	4.00	4.60	5.35	6.10	6.50	6.90
123	2.10	2.75	3.40	4.00	4.60	5.35	6.10	6.45	6.80
124	2.10	2.70	3.30	3.90	4.50	5.25	6.00	6.40	6.80
125	2.00	2.60	3.20	3.80	4.40	5.15	5.90	6.30	6.70
126	2.00	2.60	3.20	3.80	4.40	5.10	5.80	6.25	6.70
127	2.00	2.55	3.10	3.70	4.30	5.00	5.70	6.15	6.60
128	2.00	2.55	3.10	3.65	4.20	4.90	5.60	6.10	6.60
129	1.90	2.45	3.00	3.60	4.20	4.90	5.60	6.05	6.50
130	1.90	2.45	3.00	3.55	4.10	4.80	5.50	6.00	6.50
131	1.90	2.40	2.90	3.45	4.00	4.70	5.40	5.90	6.40
132	1.80	2.35	2.90	3.45	4.00	4.65	5.30	5.85	6.40
133	1.80	2.30	2.80	3.35	3.90	4.60	5.30	5.80	6.30
134	1.80	2.30	2.80	3.35	3.90	4.55	5.20	5.75	6.30
135	1.70	2.25	2.80	3.30	3.80	4.45	5.10	5.65	6.20
136	1.70	2.20	2.70	3.25	3.80	4.40	5.00	5.60	6.20
137	1.70	2.20	2.70	3.20	3.70	4.35	5.00	5.55	6.10
138	1.60	2.15	2.70	3.20	3.70	4.30	4.90	5.50	6.10
139	1.60	2.10	2.60	3.10	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00
140	1.60	2.10	2.60	3.10	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00
141	1.50	2.05	2.60	3.05	3.50	4.10	4.70	5.30	5.90
142	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.05	4.60	5.20	5.80
143	1.50	2.00	2.50	2.95	3.40	4.00	4.60	5.15	5.70
144	1.40	1.95	2.50	2.95	3.40	3.95	4.50	5.10	5.70
145	1.40	1.90	2.40	2.90	3.40	3.95	4.50	5.05	5.60
146	1.40	1.90	2.40	2.85	3.30	3.85	4.40	5.00	5.60
147	1.30	1.85	2.40	2.85	3.30	3.85	4.40	5.95	5.50

ตารางที่ 1.2 ตารางคำนวณค่าการทดสอบ $VO_{2\,max}$ เพศชาย **(ต่อ)**

Working pulse	Maximum oxygen uptake Liter/minute								
	1 kp, 300 kpm/min	1.5 kp, 450 kpm/min	2.0 kp, 600 kpm/min	2.5 kp, 750 kpm/min	3.0 kp, 900 kpm/min	3.5 kp, 1050 kpm/min	4.0 kp, 1200 kpm/min	4.5 kp, 1350 kpm/min	5.0 kp, 1500 kpm/min
148	1.30	1.85	2.40	2.80	3.20	3.75	4.30	4.85	5.40
149	1.30	1.80	2.30	2.75	3.20	3.75	4.30	4.85	5.40
150	1.20	1.75	2.30	2.75	3.20	3.70	4.20	4.75	5.30
151	1.20	1.75	2.30	2.70	3.10	3.65	4.20	4.70	5.20
152	1.20	1.75	2.30	2.70	3.10	3.60	4.10	4.65	5.20
153	1.10	1.65	2.20	2.60	3.00	3.55	4.10	4.60	5.10
154	1.10	1.65	2.20	2.60	3.00	3.50	4.00	4.55	5.10
155	1.10	1.65	2.20	2.60	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
156	1.00	1.60	2.20	2.55	2.90	3.45	4.00	4.50	5.00
157	1.00	1.55	2.10	2.50	2.90	3.40	3.90	4.40	4.90
158	1.00	1.55	2.10	2.50	2.90	3.40	3.90	4.40	4.90
159	0.90	1.50	2.10	2.45	2.80	3.30	3.80	4.30	4.80
160	0.90	1.50	2.10	2.45	2.80	3.30	3.80	4.30	4.80
161	0.90	1.45	2.00	2.40	2.80	3.25	3.70	4.20	4.70
162	0.80	1.40	2.00	2.40	2.80	3.25	3.70	4.15	4.60
163	0.80	1.40	2.00	2.40	2.80	3.25	3.70	4.15	4.60
164	0.80	1.40	2.00	2.35	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50
165	0.70	1.35	2.00	2.35	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50
166	0.70	1.30	1.90	2.30	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50
167	0.70	1.30	1.90	2.25	2.60	3.05	3.50	3.95	4.40
168	0.60	1.25	1.90	2.25	2.60	3.05	3.50	3.95	4.40
169	0.60	1.25	1.90	2.25	2.60	3.05	3.50	3.90	4.30
170	0.60	1.20	1.80	2.20	2.60	3.00	3.40	3.85	4.30

วิธีหาความเร็วรอบในการปั่นจักรยานที่ความหนัก 100 % และ 65 % ของ VO_{2max}

จากสูตร การหาค่า จากการปั่นจักรยานของ ACSM (American Collage of Sports Medicine)

Leg Ergometer (ml/min) = 3.5 ml.kg $^{-1}$.min $^{-1}$ x BW (kg) + kgm/min x 2

หมายเหตุ

1. kgm/min = kg x m /rev x rev/min
2. Monark^{TM} = 6 m/rev

ตัวอย่าง

นายมานะ เพียรชอบ อายุ 20 ปี น้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม ประเมินสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) โดยวิธีของ “Astrand “เท่ากับ 50 ml/kg/min

100 % VO_{2max} = 50.0 ml/kg/min

= 3,000 ml/min

65 % VO_{2max} = 32.5 ml/kg/min

= 1,950 ml/min

หาความเร็วรอบในการปั่นจักรยานที่ระดับความหนัก 100 % VO_{2max}

Leg Ergometer (ml/min) = 3.5 ml.kg $^{-1}$.min $^{-1}$ x BW (kg) + kgm/min x 2

3,000 ml/min = 3.5 ml.kg $^{-1}$.min $^{-1}$ x 60 (kg) + kgm/min x 2

kgm/min = 1395

กำหนดการปั่นจักรยานที่ความหนัก 2.0 kg

จาก . kgm/min = kg x m /rev x rev/min

1395 = 2.0 x 6 x rev/min

rev/min = 116.25

ประมาณ = **117 รอบ/นาที**

หาความเร็วรอบในการปั่นจักรยานที่ระดับความหนัก 65 % VO_{2max}

Leg Ergometer (ml/min) = 3.5 ml.kg $^{-1}$.min $^{-1}$ x BW (kg) + kgm/min x 2

1,950 ml/min = 3.5 ml.kg $^{-1}$.min $^{-1}$ x 60 (kg) + kgm/min x 2

kgm/min = 870

กำหนดการปั่นจักรยานที่ความหนัก 2.0 kg

จาก . kgm/min = kg x m /rev x rev/min

870 = 2.0 x 6 x rev/min

rev/min = 72.5

ประมาณ = **73 รอบ/นาที**

ภาคผนวก จ
การทดสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบ cross over research design

ในการศึกษานี้ เป็นการศึกษาซ้ำในคน ๆ เดียวกันแบบ cross over research design ดังนั้นเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล และ ไม่ให้มีผลกระทบที่อาจเกิดจากการพักระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง (period effect) รวมทั้งทดสอบว่าไม่ว่าจะได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตหรือเครื่องดื่มหลอกก่อนกันไม่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพตามความเป็นจริงได้ (treatment period interaction) ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. period effect คือการทดสอบระยะเวลาของการพัก 3 วัน ระหว่างการทดสอบแต่ละครั้งว่าไม่ส่งผลกระทบต่อการออกกำลังกายครั้งต่อไป จากการให้ออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลทดสอบข้อมูลโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างสมรรถภาพทางกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนของทั้งสองกลุ่มตัวอย่าง (ตารางที่ 1.3.1, 1.3.2)

2. treatment period interaction คือ การทดสอบการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตก่อนหรือหลังการได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันว่าไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน จากการทดสอบ วินเกท (wingate test) และไม่ส่งผลกระทบต่อการออกกำลังกายครั้งต่อไปหลังจากการให้ออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลทดสอบข้อมูลโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนของทั้งสองกลุ่มตัวอย่าง (ตารางที่ 1.4.1, 1.4.2)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.3.1 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกท (Wingate test) ในกลุ่มที่เข้าโปรแกรม A* เพื่อทดสอบระยะเวลาของการพัก 3 วัน (period effect) (N=20)

	anaerobic capacity			relative anaerobic capacity			peak power output			relative peak power output			% fatigue index		
คนที่	△C	△P	△C - △P	△C	△P	△C- △P	△C	△P	△C- △P	△C	△P	△C- △P	△C	△P	△C- △P
1	3	46	-43	0.1	0.7	-0.6	25	-63	88	0.4	-0.8	1.2	4.7	-3.2	7.9
4	6	-62	68	0.1	-0.9	1	-26	28	-54	-0.6	0.4	-1	-1.2	1	-2.2
6	-71	-132	61	-1.3	-2.5	1.2	-20	-17	-3	-0.4	-0.4	0	-1.3	0.8	-2.1
7	-4	-20	16	0.1	-0.2	0.3	-52	-47	-5	-0.6	-0.5	-0.1	-1.3	0.2	-1.5
10	-45	-118	73	-0.4	-1.7	1.3	33	20	13	1.1	0.9	0.2	3.8	4.3	-0.5
12	-28	-58	30	-0.6	-1.2	0.6	-32	-20	-12	-0.8	-0.5	-0.3	0.7	1.7	-1
13	-50	-62	12	-1	-1.2	0.2	-19	-81	62	-0.2	-1.4	1.2	-1.4	-4	2.6
16	-22	-63	41	-0.6	-1.3	0.7	39	-11	50	0.3	-0.5	0.8	0.2	0	0.2
19	-53	-79	26	-0.6	-0.9	0.3	-159	-248	89	-2	-3.2	1.2	-2.6	-11.5	8.9
20	-24	-30	6	-0.5	-0.6	0.1	21	-120	141	0.2	-2	2.2	0.8	-4.7	5.5
22	-52	-81	29	-0.7	-1.2	0.5	-99	-113	14	-1.3	-1.5	0.2	0.9	-4.6	5.5
23	-62	-9	-53	-1.2	-0.2	-1	102	136	-34	1.5	2.3	-0.8	7.2	5.3	1.9
27	-12	-15	3	-0.2	-0.3	0.1	64	75	-11	1.1	1.3	-0.2	-2.9	-1.9	-1
28	-6	-59	53	0.1	-0.7	0.8	-103	-52	-51	-1.6	-0.4	-1.2	-3.1	8.1	-11.2
29	-3	-10	7	0	-0.2	0.2	-58	-120	62	-1	-2	1	-1	6	-7
30	-25	-36	11	-0.5	-0.7	0.2	-98	-110	12	-1.9	-2.1	0.2	1.3	-1.4	2.7
33	-37	-46	9	-0.4	-0.6	0.2	-206	-238	32	-3	-3.5	0.5	4.2	1.6	2.6
35	-7	-56	49	0	-0.9	0.9	-2	-97	95	0.2	-1.4	1.6	6.9	-3.9	10.8
38	-37	-39	2	0.1	0.1	0	45	-79	124	1.8	-0.3	2.1	5.9	-5.9	11.8
39	-86	-187	101	-1.3	-2.8	1.5	-209	-93	-116	-3.1	-1.3	-1.8	-12.9	-6.3	-6.6
X	-30.7	-55.8	25.0	-0.4	-0.8	0.4	-37.7	-62.5	24.8	-0.5	-0.8	0.3	0.4	-0.9	1.3
SD	26.0	49.8	36.9	0.4	0.8	0.6	86.3	91.6	64.8	1.3	1.4	1.0	4.5	4.7	5.9

A* = <u>โปรแกรม A</u> คือ การออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน จากนั้นงดออกกำลังกาย 3 วันแล้วตามด้วยออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน (N=20)

△ C = ผลต่างสมรรถภาพางกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในคนที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล นาทีที่ 105-นาทีที่ 0

△ p = ผลต่างสมรรถภาพทางกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในคนเดียวกันที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล นาทีที่ 105-นาทีที่ 0

ตารางที่ 1.3.2 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกท (Wingate test) ในกลุ่มที่เข้าโปรแกรม B** เพื่อทดสอบระยะเวลาของการพัก 3 วัน (period effect) (N=20)

	anaerobic capacity			relative anaerobic capacity			peak power output			relative peak power output			% fatigue index		
คนที่	△P	△C	△C - △P	△P	△C	△C- △P	△P	△C	△C- △P	△P	△C	△C- △P	△P	△C	△C- △P
2	-50	10	60	-0.8	0.2	1	-150	-54	96	-2.2	-0.7	1.5	-2.8	5.4	8.2
3	-44	-22	22	-1	-0.7	0.3	-27	63	90	-0.7	0.9	1.6	1.7	5.4	3.7
5	-61	-16	45	-1	-0.3	0.7	176	199	23	3	3.3	0.3	10.4	9.5	-0.9
8	-46	2	48	-0.9	0	0.9	12	69	57	0.3	1.3	1	5.9	6.1	0.2
9	-91	-59	32	-1.1	-0.4	0.7	-28	-105	-77	0.5	-0.9	-1.4	0.8	-2.6	-3.4
11	-83	-51	32	-1.7	-1.3	0.4	74	1	-73	0.6	-0.6	-1.2	5.6	-0.4	-6
14	-64	-11	53	-0.9	-0.1	0.8	-66	-229	-163	-0.9	-3.6	-2.7	3.7	-7.4	-11.1
15	-138	-94	44	-2.2	-1.4	0.8	-129	-134	-5	-1.8	-1.9	-0.1	-3	-3.2	-0.2
17	-41	-32	9	-0.9	-0.7	0.2	-63	-51	12	-1.5	-1.1	0.4	0.4	0.3	-0.1
18	-78	-27	51	-1.2	-0.4	0.8	-159	-108	51	-2.6	-1.8	0.8	-4.9	-4.7	0.2
21	-66	-42	24	-1.1	-0.6	0.5	-121	-13	108	-2	0	2	-5	2.6	7.6
24	-65	-58	7	-0.6	-0.6	0	114	100	-14	2.6	2.3	-0.3	16.5	6.1	-10.4
25	-47	-10	37	-0.8	-0.2	0.6	-337	-275	62	-5.4	-4.4	1	-24.9	-13.8	11.1
26	-101	-47	54	-1.9	-0.9	1	-121	-83	38	-2.1	-1.4	0.7	0.2	2.5	2.3
31	-24	-8	16	-0.5	-0.3	0.2	134	124	-10	2.2	1.9	-0.3	2.2	0.2	-2
32	-109	-85	24	-1.7	-1.4	0.3	-283	-149	134	-4.6	-2.5	2.1	6.5	-0.2	-6.7
34	-37	-11	26	-0.6	-0.1	0.5	-156	-170	-14	-2.9	-3.2	-0.3	-9.2	-7.3	1.9
36	-104	-16	88	-1.7	-0.3	1.4	-132	-103	29	-2.3	-1.9	0.4	-5.2	-9.7	-4.5
37	-49	-24	25	-0.9	-0.5	0.4	-22	3	25	-0.4	0	0.4	0.3	0.5	0.2
40	-66	-4	62	-1	0	1	1	-25	-26	0.2	-0.4	-0.6	6.7	-0.1	-6.8
X	-68.2	-30.2	37.9	-1.1	-0.5	0.6	-64.1	-47.0	17.1	-1.0	-0.7	0.2	0.3	-0.5	-0.8
SD	28.7	28.1	20.1	0.4	0.4	0.3	130.7	119.9	70.0	2.2	2.0	1.1	8.4	5.9	5.8

** = <u>โปรแกรม B</u> คือ การออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน จากนั้นงดออกกำลังกาย 3 วันแล้วตามด้วยออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน (N=20)

△ p = ผลต่างสมรรถภาพทางกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในคนที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล นาทีที่ 105-นาทีที่ 0

△ C = ผลต่างสมรรถภาพางกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในคนเดียวกันที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล นาทีที่ 105-นาทีที่ 0

ตารางที่ 1.3.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่าง (△C-△P) ที่ได้จากตารางที่ 1.3.1 และ 1.3.2 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกท (Wingate test) ในกลุ่มที่เข้าโปรแกรม A และกลุ่มที่เข้าโปรแกรม B เพื่อทดสอบระยะเวลาของการพัก 3 วัน (period effect) (N=20)

ผลการทดสอบ สมรรถภาพร่างกาย จากการทดสอบโดยวิธีวินเกท(wingate test)	กลุ่มที่เข้า โปรแกรม A	กลุ่มที่เข้า โปรแกรม B	*p-Value
anaerobic capacity (W)	25.0 (36.9)	37.9 (28.1)	0.16
relative anaerobic capacity (W/kg)	0.3 (1.0)	0.6 (0.3)	0.18
peak power output (W)	1.3 (5.9)	17.1 (70.0)	0.82
relative peak power output (W/kg)	0.4 (0.6)	0.2 (1.1)	0.85
% fatigue index (%)	24.8 (64.8)	-0.8 (5.8)	0.30

* $P < 0.05$ คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เพื่อแสดงให้เห็นว่า ไม่มีผลกระทบจาก period effect การศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างจากการทดสอบสมรรถภาพร่างกาย โดยวิธีวินเกท (Wingate test) ของทั้งสองกลุ่มตัวอย่าง พบว่าหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic capacity) ระหว่างโปรแกรม A คือค่า 25.0 (36.9) วัตต์ และโปรแกรม B คือค่า 37.9 (28.1) วัตต์ ด้วยสถิติ unpaired t-test ได้ค่า $p = 0.16$

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าความสัมพันธ์ของสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย (relative anaerobic capacity) ระหว่างโปรแกรม A คือค่า 0.3 (1.0) วัตต์/กก.และโปรแกรม B คือค่า 0.6 (0.3) วัตต์/กก. ด้วยสถิติ unpaired t-test ได้ค่า $p = 0.18$

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของกำลังงานที่ทำได้สูงสุด (peak power output) ระหว่างโปรแกรม A คือค่า 1.3 (5.9) วัตต์ และโปรแกรม B คือค่า 17.1 (70.0) วัตต์ ด้วยสถิติ unpaired t-test ได้ค่า $p = 0.82$

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่ากำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย (relative peak power output) ระหว่างโปรแกรม A คือค่า 0.4 (0.6) วัตต์/กก. และโปรแกรม B คือค่า 0.2 (1.1) วัตต์/กก. ด้วยสถิติ unpaired t-test ได้ค่า $p = 0.85$

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างเปอร์เซ็นต์ดัชนีบ่งชี้ความเหนื่อย (% fatigue index) ระหว่างโปรแกรม A คือค่า 24.8 (64.8) เปอร์เซ็นต์ และโปรแกรม B คือค่า -0.8 (5.8) เปอร์เซ็นต์ ด้วยสถิติ unpaired t-test ได้ค่า $p = 0.30$

จากการทดสอบข้อมูลทุกตัว ชี้ให้เห็นว่า period effect ไม่มีผลกระทบกับข้อมูลที่ที่นำเสนอในบทที่ 4

ตารางที่ 1.4.1 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกท (Wingate test) ในกลุ่มที่เข้าโปรแกรม A* เพื่อทดสอบเครื่องดื่มที่ได้รับว่าไม่ส่งผลกระทบต่อการออกกำลังกายครั้งต่อไป (treatment-period interaction) (N=20)

คนที่	anaerobic capacity			relative anaerobic capacity			peak power output			relative peak power output			% fatigue index		
	△C	△p	△C+△p/2	△C	△p	△C+△p/2	△C	△p	△C+△p/2	△C	△p	△C+△p/2	△C	△p	△C+△p/2
1	3	46	24.5	0.1	0.7	0.4	25	-63	-19	0.4	-0.8	-0.2	4.7	-3.2	0.75
4	6	-62	-28	0.1	-0.9	-0.4	-26	28	1	-0.6	0.4	-0.1	-1.2	1	-0.1
6	-71	-132	-101.5	-1.3	-2.5	-1.9	-20	-17	-18.5	-0.4	-0.4	-0.4	-1.3	0.8	-0.25
7	-4	-20	-12	0.1	-0.2	-0.05	-52	-47	-49.5	-0.6	-0.5	-0.5	-1.3	0.2	-0.55
10	-45	-118	-81.5	-0.4	-1.7	-1.05	33	20	26.5	1.1	0.9	1	3.8	4.3	4.05
12	-28	-58	-43	-0.6	-1.2	-0.9	-32	-20	-26	-0.8	-0.5	-0.6	0.7	1.7	1.2
13	-50	-62	-56	-1	-1.2	-1.1	-19	-81	-50	-0.2	-1.4	-0.8	-1.4	-4	-2.7
16	-22	-63	-42.5	-0.6	-1.3	-0.95	39	-11	14	0.3	-0.5	-0.1	0.2	0	0.1
19	-53	-79	-66	-0.6	-0.9	-0.75	-159	-248	-203.5	-2	-3.2	-2.6	-2.6	11.5	-7.05
20	-24	-30	-27	-0.5	-0.6	-0.55	21	-120	-49.5	0.2	-2	-0.9	0.8	-4.7	-1.95
22	-52	-81	-66.5	-0.7	-1.2	-0.95	-99	-113	-106	-1.3	-1.5	-1.4	0.9	-4.6	-1.85
23	-62	-9	-35.5	-1.2	-0.2	-0.7	102	136	119	1.5	2.3	1.9	7.2	5.3	6.25
27	-12	-15	-13.5	-0.2	-0.3	-0.25	64	75	69.5	1.1	1.3	1.2	-2.9	-1.9	-2.4
28	-6	-59	-32.5	0.1	-0.7	-0.3	-103	-52	-77.5	-1.6	-0.4	-1	-3.1	8.1	2.5
29	-3	-10	-6.5	0	-0.2	-0.1	-58	-120	-89	-1	-2	-1.5	-1	6	2.5
30	-25	-36	-30.5	-0.5	-0.7	-0.6	-98	-110	-104	-1.9	-2.1	-2	1.3	-1.4	-0.05
33	-37	-46	-41.5	-0.4	-0.6	-0.5	-206	-238	-222	-3	-3.5	-3.2	4.2	1.6	2.9
35	-7	-56	-31.5	0	-0.9	-0.45	-2	-97	-49.5	0.2	-1.4	-0.6	6.9	-3.9	1.5
38	-37	-39	-38	0.1	0.1	0.1	45	-79	-17	1.8	-0.3	0.7	5.9	-5.9	0
39	-86	-187	-136.5	-1.3	-2.8	-2.05	-209	-93	-151	-3.1	-1.3	-2.2	-12.9	-6.3	-9.6
X	-30.7	-55.8	-43.2	-0.4	-0.8	-0.6	-37.7	-62.5	-50.1	-0.5	-0.8	-0.6	0.4	-0.9	-0.3
SD	26.0	49.8	35.2	0.4	0.8	0.6	86.3	91.6	82.9	1.3	1.4	1.2	4.5	4.7	3.6

A* = <u>โปรแกรม A</u> คือ การออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน จากนั้นงดออกกำลังกาย 3 วันแล้วตามด้วยออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน (N=20)

△ C = ผลต่างสมรรถภาพางกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในคนที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล นาทีที่ 105-นาทีที่ 0 ;△ p = ผลต่างสมรรถภาพทางกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในคนเดียวกันที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล นาทีที่ 105-นาทีที่ 0

ตารางที่ 1.4.2 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกท (Wingate test) ในกลุ่มที่เข้าโปรแกรม B** เพื่อทดสอบเครื่องดื่มที่ได้รับว่าไม่ส่งผลกระทบต่อการออกกำลังกายครั้งต่อไป (treatment-period interaction) (N=20)

คนที่	anaerobic capacity			relative anaerobic capacity			peak power output			relative peak power output			% fatigue index		
	△p	△C	△C+ △p /2	△p	△C	△C+ △p /2	△p	△C	△C+ △p /2	△p	△C	△C+ △p /2	△p	△C	△C+ △p /2
2	-50	10	-20	-0.8	0.2	-0.3	-150	-54	-102	-2.2	-0.7	-1.45	-2.8	5.4	1.3
3	-44	-22	-33	-1	-0.7	-0.9	-27	63	18	-0.7	0.9	0.1	1.7	5.4	3.55
5	-61	-16	-38.5	-1	-0.3	-0.7	176	199	187.5	3	3.3	3.15	10.4	9.5	9.95
8	-46	2	-22	-0.9	0	-0.5	12	69	40.5	0.3	1.3	0.8	5.9	6.1	6
9	-91	-59	-75	-1.1	-0.4	-0.8	-28	-105	-66.5	0.5	-0.9	-0.2	0.8	-2.6	-0.9
11	-83	-51	-67	-1.7	-1.3	-1.5	74	1	37.5	0.6	-0.6	0	5.6	-0.4	2.6
14	-64	-11	-37.5	-0.9	-0.1	-0.5	-66	-229	-147.5	-0.9	-3.6	-2.25	3.7	-7.4	-1.85
15	-138	-94	-116	-2.2	-1.4	-1.8	-129	-134	-131.5	-1.8	-1.9	-1.85	-3	-3.2	-3.1
17	-41	-32	-36.5	-0.9	-0.7	-0.8	-63	-51	-57	-1.5	-1.1	-1.3	0.4	0.3	0.35
18	-78	-27	-52.5	-1.2	-0.4	-0.8	-159	-108	-133.5	-2.6	-1.8	-2.2	-4.9	-4.7	-4.8
21	-66	-42	-54	-1.1	-0.6	-0.9	-121	-13	-67	-2	0	-1	-5	2.6	-1.2
24	-65	-58	-61.5	-0.6	-0.6	-0.6	114	100	107	2.6	2.3	2.45	16.5	6.1	11.3
25	-47	-10	-28.5	-0.8	-0.2	-0.5	-337	-275	-306	-5.4	-4.4	-4.9	-24.9	-13.8	19.35
26	-101	-47	-74	-1.9	-0.9	-1.4	-121	-83	-102	-2.1	-1.4	-1.75	0.2	2.5	1.35
31	-24	-8	-16	-0.5	-0.3	-0.4	134	124	129	2.2	1.9	2.05	2.2	0.2	1.2
32	-109	-85	-97	-1.7	-1.4	-1.6	-283	-149	-216	-4.6	-2.5	-3.55	6.5	-0.2	3.15
34	-37	-11	-24	-0.6	-0.1	-0.4	-156	-170	-163	-2.9	-3.2	-3.05	-9.2	-7.3	-8.25
36	-104	-16	-60	-1.7	-0.3	-1.0	-132	-103	-117.5	-2.3	-1.9	-2.1	-5.2	-9.7	-7.45
37	-49	-24	-36.5	-0.9	-0.5	-0.7	-22	3	-9.5	-0.4	0	-0.2	0.3	0.5	0.4
40	-66	-4	-35	-1	0	-0.5	1	-25	-12	0.2	-0.4	-0.1	6.7	-0.1	3.3
X	-68.2	-30.2	-49.2	-1.1	-0.5	-0.8	-64.1	-47.0	-55.5	-1.0	-0.7	-0.8	0.3	-0.5	-0.1
SD	28.7	28.1	26.6	0.4	0.4	0.4	130.7	119.9	120.4	2.2	2.0	2.0	8.4	5.9	6.6

B** = โปรแกรม B คือ การออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน จากนั้นงดออกกำลังกาย 3 วันแล้วตามด้วยออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน (N=20)

△ p = ผลต่างสมรรถภาพทางกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในคนที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล นาทีที่ 105-นาทีที่ 0 ; △ C = ผลต่างสมรรถภาพางกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในคนเดียวกันที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล นาทีที่ 105-นาทีที่ 0

ตารางที่ 1.4.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ย (△C+ △P/2) ที่ได้จากตารางที่ 1.4.1 และ 1.4.2 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกท (Wingate test) ในกลุ่มที่เข้าโปรแกรม A และกลุ่มที่เข้าโปรแกรม B เพื่อทดสอบเครื่องดื่มที่ได้รับว่าไม่ส่งผลกระทบต่อการออกกำลังกายครั้งต่อไป (treatment-period interaction) (N=20)

ผลการทดสอบ สมรรถภาพร่างกาย จากการทดสอบโดยวิธีวินเกท(wingate test)	กลุ่มที่เข้าโปรแกรม A	กลุ่มที่เข้าโปรแกรม B	*p-Value
anaerobic capacity (W)	-43.2 (35.2)	-49.2 (26.6)	0.46
relative anaerobic capacity (W/kg)	-0.6 (0.6)	-0.8 (0.4)	0.32
peak power output (W)	-50.1 (82.9)	-55.5 (120.4)	0.74
relative peak power output (W/kg)	-0.6 (1.2)	-0.8 (2.0)	0.68
% fatigue index (%)	-0.3 (3.6)	-0.1 (6.6)	0.60

* $P < 0.05$ คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เพื่อแสดงให้เห็นว่า ไม่มีผลกระทบจาก treatment-period interaction การศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากการทดสอบสมรรถภาพร่างกาย โดยวิธีวินเกท (Wingate test) ของทั้งสองกลุ่มตัวอย่างพบว่าหลังออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสมรรถภาพการใช้กำลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic capacity) ระหว่างโปรแกรม A คือค่า-43.2 (35.2) วัตต์ และโปรแกรม B คือค่า 49.2 (26.6) วัตต์ด้วยสถิติ unpaired t-testได้ค่า$p = 0.46$

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าความสัมพันธ์ของสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย (relative anaerobic capacity) ระหว่างโปรแกรม A คือค่า -0.6 (0.6) วัตต์/กก.และโปรแกรม B คือค่า -0.8 (0.4) วัตต์/กก.ด้วยสถิติ unpaired t-test ได้ค่า$p = 0.32$

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของกำลังงานที่ทำได้สูงสุด (peak power output) ระหว่างโปรแกรม A คือค่า -50.1 (82.9) วัตต์ และโปรแกรม B คือค่า -55.5 (120.4) วัตต์ ด้วยสถิติ unpaired t-test ได้ค่า $p = 0.74$

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่ากำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย (relative peak power output) ระหว่างโปรแกรม A คือค่า -0.6 (1.2) วัตต์/กก. และโปรแกรม B คือค่า 0.8 (2.0) วัตต์/กก. ด้วยสถิติ unpaired t-test ได้ค่า $p = 0.68$

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างเปอร์เซ็นต์ดัชนีบ่งชี้ความเหนื่อย (% fatigue index) ระหว่างโปรแกรม A คือค่า -0.3 (3.6) เปอร์เซ็นต์ และโปรแกรม B คือค่า -0.1 (6.6) เปอร์เซ็นต์ ด้วยสถิติ unpaired t-test ได้ค่า $p = 0.60$

จากการทดสอบข้อมูลทุกตัว ชี้ให้เห็นว่า treatment-period interaction ไม่มีผลกระทบกับข้อมูล ที่นำเสนอในบทที่ 4

การศึกษานี้มีการให้วิธีการออกกำลังกายทั้งสองวิธีในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน ดังนั้นเพื่อทดสอบ period effect และ treatment-period interaction ระหว่างสองกลุ่มวิธีการ คือ กลุ่มที่เริ่มด้วยการออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล หยุดพัก 3 วัน ตามด้วยออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล (โปรแกรม A) และกลุ่มที่ออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล หยุดพัก 3 วัน ตามด้วยออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล (โปรแกรม B) ทดสอบการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพอนากาศนิยม โดยวิธีวินเกท (Wingate test) ประกอบด้วย ค่าสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic capacity) ค่าความสัมพันธ์ของสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย (relative anaerobic capacity) กำลังงานที่ทำได้สูงสุด (peak power output) ความสัมพันธ์ของกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย (relative peak power output) เปอร์เซ็นต์ ดัชนีบ่งชี้ความเหนื่อย (% fatigue index) พบว่า ตารางที่ 1.3.3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หมายถึงการที่ให้วิธีการออกกำลังกาย ทั้งสองวิธีกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีช่วงเว้นการออกกำลังกาย 3 วันนั้น ผลที่เกิดขึ้นจากวิธีดังกล่าวเป็นอิสระต่อกันในตารางที่ 1.4.3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของกลุ่มข้อมูลดังกล่าวแสดงถึงการจัดลำดับ treatment ก่อน หรือ หลังไม่ส่งผลกระทบถึงกัน การวิจัยจึงเป็นไปตามระเบียบการวิจัยแบบ cross over design

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์ เกิดวันที่ 29 มิถุนายน 2518 จังหวัดสระบุรี สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2541 และเข้าศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเวชศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2544

ปัจจุบันปฏิบัติงาน ตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดชัยภูมิ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย