ผลของเครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ

นายชัยพฤกษ์ สุวรรณจักร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF HYPOTONIC AND ISOTONIC SPORT DRINKS ON AEROBIC CAPACITY AND TOTAL BODY WATER STATUS IN HABITUALLY ACTIVE SUBJECTS

Mr. Chaipauk Suwannachak

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports and Exercise Science
FACULTY OF SPORTS SCIENCE
Chulalongkorn University
Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของเครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ
โดย	นายชัยพฤกษ์ สุวรรณจักร์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.คุณัญญา มาสดใส

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร.คุณัญญา มาสดใส)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.พ.ต.รุ่งชัย ชวนไชยะกูล)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชัยพฤกษ์ สุวรรณจักร์ : ผลของเครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ. (EFFECTS OF HYPOTONIC AND ISOTONIC SPORT DRINKS ON AEROBIC CAPACITY AND TOTAL BODY WATER STATUS IN HABITUALLY ACTIVE SUBJECTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ดร.คุณัญญา มาสดใส

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อเปรียบเทียบผลของเครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเพศชายที่ออกกำลังกายเป็นประจำ จำนวน 17 คน อายุระหว่าง 18-25 ปี โดยแบ่งการออกกำลังกายออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา จากนั้นผู้เข้าร่วมจะได้รับเครื่องดื่มแบบสุ่มในปริมาณ 1.5 เท่าของน้ำหนักตัวที่หายไปหลังการออกกำลังกายที่ 1 และพักเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นจะทำการทดสอบการออกกำลังกายระดับสูงสุด โดยจะแบ่งเครื่องดื่มออกเป็นทั้งหมด 3 ชนิดได้แก่ เครื่องดื่มหลอก เครื่องดื่มไอโซโทนิก และเครื่องดื่มไฮโปโทนิก โดยที่ผู้เข้าร่วมจะต้องเข้ารับการออกกำลังกายทั้งหมด 3 ครั้ง แต่ละครั้งมีระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ ทำการทดสอบตัวแปรหลังออกกำลังกายได้แก่ ตัวแปรด้านสรีรวิทยาและข้อมูลพื้นฐาน ตัวแปรด้านการหายใจและใช้พลังงาน ตัวแปรด้านการทำงานของหัวใจ ตัวแปรด้านสมรรถภาพความทนทาน ตัวแปรกลุ่มชีวเคมีในเลือด นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรของการทดลองในแต่ละครั้งโดยทดสอบการเปรียบเทียบแบบรายคู่โดยใช้ Fisher's Least Significant Difference Test (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ($p<0.05$)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิดที่ส่งผลความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกาย พบว่าค่าความเข้มข้นภายในเลือด (Plasma Osmolality) ในช่วงที่ได้รับเครื่องดื่มก่อนเริ่มการออกกำลังกายที่ 2 ความเข้มข้นของเลือดในเครื่องดื่มไอโซโทนิกมีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มหลอก และเครื่องดื่มไฮโปโทนิกมีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเทียบกับเครื่องดื่มไอโซโทนิก ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันของความเข้มข้นของเลือดระหว่างเครื่องดื่มหลอกและเครื่องดื่มไอโปโทนิก ปริมาณน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อดื่มเครื่องดื่มไอโซโทนิก เมื่อเทียบกับเครื่องดื่มหลอกและเครื่องดื่มไฮโปโทนิกในช่วงการก่อนการออกกำลังกายที่ 2 ค่าระดับโซเดียมและคลอไรด์ในเลือดในระหว่างการดื่มเครื่องดื่มไอโซโทนิกมีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก่อนและหลังการออกกำลังกายที่ 2 เมื่อเทียบกับเครื่องดื่มอีก 2 ชนิด ปริมาณการเปลี่ยนแปลงของค่าไตรกลีเซอร์ไรด์ของเครื่องดื่มไฮโปโทนิกในช่วงก่อนและหลังการออกกำลังกายที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับเครื่องดื่มหลอกและเครื่องดื่มไอโซโทนิก ($P<.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างเครื่องดื่มหลอกและเครื่องดื่มไอโซโทนิก

จากผลการศึกษาวิจัยนั้นพบว่าเครื่องดื่มไฮโปโทนิกนั้นทำหน้าที่ทดแทนน้ำได้ดีโดยจะเน้นไปที่การทดแทนสารน้ำให้กับร่างกายหลังจากการออกกำลังกาย สามารถออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงซ้ำได้โดยที่ไม่ส่งผลให้หัวใจและปอดทำงานหนักขึ้นกว่าปกติ อีกทั้งยังคงรักษาระดับอิเล็กโทรไลท์รวมถึงสารชีวเคมีในเลือดต่างๆให้อยู่ในระดับปกติโดยที่ไม่ต้องดื่มเครื่องดื่มที่มีปริมาณน้ำตาลและแคลอรี่สูง

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2564	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6270002039 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE
KEYWORD: Hypotonic drink, Plasma osmolality, endurance, high intensity interval training
Chaipauk Suwannachak : EFFECTS OF HYPOTONIC AND ISOTONIC SPORT DRINKS ON AEROBIC CAPACITY AND TOTAL BODY WATER STATUS IN HABITUALLY ACTIVE SUBJECTS. Advisor: KUNANYA MASODSAI, Ph.D.

Effects of isotonic and hypotonic drinks in between repeated endurance exercises on fluid balance, blood glucose, lactate levels and performance in young healthy subjects. Seventeen healthy young active males, aged between 18-25 years old, participated in two subsequent cycling exercises. Following the first high intensity intermittent cycling (Ex1), the 1-hour recovery duration was allowed. The three solutions of placebo (Placebo), ID (Isotonic drink), and HD (Hypotonic drink) were then randomly assigned in the 1.5 folds of weight reduction from exercise 1. The progressive load up to exhaustion cycling (EX2) was tested.

The results of this study demonstrated that when compared between the three solution drinks, Plasma osmolality increase significantly when resting after EX1. Plasma osmolality in ID had increased significantly compared with Placebo, and HD had decreased significantly compared with ID but no different between HD and Placebo, blood glucose has increased significantly in ID compared with placebo and HD, sodium and chloride in ID has increased significantly campared with Placebo and HD before and after EX2, triglyceride before and after EX2 in HD had differents compared with ID and placebo

In conclusion, Hydration status and changes in blood-related metabolites were determined using urine specific gravity and plasma osmolality, blood glucose and lactate concentrations. Physical performance was determined from time-to-exhaustion during EX2. HD and ID provided the similar euhydration status, without any difference in performance. During the subsequent exhaustive exercise, neither HD nor ID exerts any distinction of fluid balance, blood glucose, lactate, and performance

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Sports and Exercise Science	Student's Signature .....
Academic Year:	2021	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยมี อาจารย์ ดร.คุณัญญา มาสดใส เป็นอาจารย์ให้คำปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่สละเวลาให้คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขปัญหาต่างๆ ตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุดการวิจัย จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรรณพร ทองตะโก กรรมการ และ รศ.พ.ต.ดร. รุ่งชัย ชวนไชยะกูล กรรมการภายนอกที่ให้คำแนะนำและแก้ไขปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้อง และสมบูรณ์มา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกท่านที่ยอมสละเวลา มาเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุกจาก บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ที่ให้ทุนการศึกษา และเครื่องดื่มที่ใช้ในการวิจัย โดยทางบริษัทมิได้มีส่วนร่วมในขั้นตอนใดของการศึกษาวิจัย

ชัยพฤกษ์ สุวรรณจักร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ในงานวิจัย 3

คำถามในการวิจัย 3

สมมุติฐานของการวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 3

คำจำกัดความของการวิจัย 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 7

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 7

1. ระบบพลังงาน (Energy systems) 8

2. ภาวะน้ำในร่างกายและการชดเชยน้ำระหว่างออกกำลังกาย 8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตระหว่างออกกำลังกาย (Effect of exercise on carbohydrate metabolism) 13
4. สารที่มีผลต่อสมรรถภาพทาง (Substances on physical performance) 13
5. เครื่องดื่มกีฬาประเภทต่างๆ 18
6. การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) 19
7. ความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Uptake; VO_2max) 20
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ 21
กรอบแนวคิดการวิจัย 24
บทที่ 3 26
ระเบียบวิธีวิจัย 26
วิธีดำเนินการวิจัย 26
ประชากร 26
กลุ่มตัวอย่าง 26
ขั้นตอนดำเนินการวิจัย 27
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 36
การเก็บรวบรวมข้อมูล 36
การวิเคราะห์ข้อมูล 37
บทที่ 4 38
ผลวิเคราะห์ข้อมูล 38
บทที่ 5 60
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ 60
สรุปผลการวิจัย 60
ผลการวิจัยพบว่า 60
อภิปรายผล 62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้ 65
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 65
บรรณานุกรม 66
ภาคผนวก 72
ภาคผนวก ก 73
ภาคผนวก ข 74
ภาคผนวก ค 77
ภาคผนวก ง 78
ภาคผนวก จ 83
ภาคผนวก ฉ 86
ภาคผนวก ช 88
ภาคผนวก ซ 89
ภาคผนวก ญ 94
ภาคผนวก ฎ 100
ภาคผนวก ฏ 101
ประวัติผู้เขียน 103

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการออกกำลังกายกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากทั้งการออกกำลังกายในร่มและกลางแจ้ง ในระหว่างการออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดอาการเหนื่อยล้าของร่างกายซึ่งเป็นผลมาจากการลดลงของสารพลังงานและอุณหภูมิร่างกายที่สูงขึ้นทำให้ร่างกายต้องระบายความร้อนออกโดยการหลั่งเหงื่อเพิ่มขึ้น และเมื่อออกกำลังกายต่อเนื่องอย่างหนักและนานขึ้นจึงส่งผลให้ปริมาณของเหลวและน้ำในร่างกายลดลง ทำให้ความสามารถในการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนหรือความสามารถทางแอโรบิก (Aerobic capacity) ลดลงในที่สุด (Hill et al., 2008) การเสียเหงื่อในขณะออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาเป็นการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่สำคัญเพื่อปรับสมดุลของการทำงาน (Homeostasis) ให้อยู่ในระดับที่คงที่เพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายจากกระบวนการเมตาบอลิซึม รักษาระดับของน้ำและแร่ธาตุต่างๆในร่างกายให้อยู่ในระดับสมดุลเพื่อให้อวัยวะในร่างกายสามารถทำงานต่อไปได้อย่างปกติ และดำรงสภาพการทำงานหรือการออกกำลังกายให้มีประสิทธิภาพให้คงอยู่ได้นานที่สุด (Nuccio et al., 2017) ด้วยเหตุนี้ในระหว่างการออกกำลังกายจึงเกิดการเสียน้ำและเกลือแร่ออกทางเหงื่อเป็นจำนวนมากและอาจนำไปสู่สภาวะขาดน้ำ (Dehydration) ดังนั้นการชดเชยโดยการดื่มน้ำและสารเกลือแร่ที่เพียงพอจึงเป็นคำแนะนำและจำเป็นอย่างมากในผู้ที่ต้องออกแรงอย่างหนักและนานในสถานที่มีอากาศร้อนเช่นในประเทศไทย

การสูญเสียน้ำจากการขับเหงื่อของร่างกายเป็นกลไกในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายในขณะที่มีการออกกำลังกายเป็นเวลานานในสภาพอากาศที่ร้อน เมื่อมีการสูญเสียน้ำรวมถึงเกลือแร่ก็จะเข้าสู่สภาวะการขาดน้ำ (Dehydration) การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการสูญเสียน้ำประมาณ 2% ของร่างกาย จะทำให้สมรรถภาพด้านความทนทานลดลง (Endurance performance) โดยทั่วไปในนักกีฬาจะมีการสูญเสียน้ำประมาณ 1-3% ระหว่างการฝึกซ้อม และมากถึง 6% ขณะทำการแข่งขัน ประสิทธิภาพความทนทานมีแนวโน้มที่จะลดลงจากอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมและภาวะการขาดน้ำส่งผลให้ความสามารถทางแอโรบิกลดลงไปด้วย (Aerobic fitness) โดยเมื่อร่างกายสูญเสียน้ำ 2.5% จะทำให้ระยะเวลาของการออกกำลังกายที่ระดับล้าลดลงถึง 6% หรือมากกว่าในผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายระดับปานกลาง (Merry et al., 2010) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความหนักที่ใช้ในการออกกำลังกาย กล่าวคือความหนักของการออกกำลังกายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในร่างกาย และปริมาณการสูญเสียเหงื่อ ส่งผลให้ร่างกายมีปริมาณเลือดและการไหลเวียนบริเวณชั้นผิวหนังเพิ่มมากขึ้น ปริมาณของเหลวภายนอกเซลล์ลดลง ความเข้มข้นของเลือดเพิ่มขึ้น (Plasma osmolarity) (Yoshida et al., 1995) ดังนั้นการได้รับการชดเชยน้ำที่เพียงพอจึงเป็นแนวทางที่ได้รับการแนะนำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างแพร่หลายในผู้ทีออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาเป็นประจำ นอกจากการชดเชยสารน้ำข้างต้นแล้ว ยังมีสารให้พลังงานที่จำเป็นจะต้องได้รับการชดเชยเช่นกัน จึงเป็นที่มาของเครื่องดื่มกีฬา (Sports drinks) ที่มีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) และสารอิเล็กโทรไลท์ (Electrolytes) ที่ใช้ในระหว่างการออกกำลังกายซึ่งเป็นที่นิยม และส่งผลดีต่อความสามารถทางแอโรบิก ความทนทานในการออกกำลังกาย (Maughan et al., 1996)

เครื่องดื่มกีฬาถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องดื่มทดแทนหรือชดเชยการขาดน้ำ (Water replacement) เกลือแร่ (Electrolytes replacements) และสารให้พลังงาน (Energy substrates) ในระหว่างออกกำลังกาย มีส่วนช่วยเร่งการฟื้นตัวและทำให้ดำรงสมรรถภาพทางกายโดยเฉพาะความสามารถทางแอโรบิกได้ยาวนานยิ่งขึ้น (Orrù et al., 2018) และยังถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในวงการกีฬาและมีความสำคัญอย่างมากในการแข่งขันระดับอาชีพโดยมีเป้าหมายหลักในการกระตุ้นการดูดซึมของเหลวและสารต่างๆ กระตุ้นกระบวนการชดเชยน้ำให้ร่างกาย ลดความเครียดทางกาย (Physical stress) และช่วยในการฟื้นฟูหลังจากการออกกำลังกาย (Shirreffs & Maughan, 1998) เครื่องดื่มกีฬาสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทตามความเข้มข้นของเครื่องดื่มเมื่อเทียบกับค่าความเข้มข้นของเลือดที่มีค่าความเข้มข้นปกติที่ประมาณ 275-295 มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม (mOsm/kg) (Rasouli, 2016) ได้แก่ เครื่องดื่มกีฬาประเภทไฮโปโทนิก (Hypotonic sports drinks) มีค่าความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตและสารอิเล็กโทรไลท์น้อยกว่าภายในเซลล์หรือน้อยกว่า 275 มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม เหมาะกับผู้ที่ต้องการการชดเชยน้ำมากและรวดเร็วแต่ต้องการคาร์โบไฮเดรตปริมาณน้อยเนื่องจากมีความเข้มข้นต่ำร่างกายจึงสามารถดูดซึมได้เร็ว ในขณะที่เครื่องดื่มกีฬาประเภทไอโซโทนิก (Isotonic sports drinks) มีค่าความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตและสารอิเล็กโทรไลท์เท่ากับภายในร่างกายที่ประมาณ 275-300 มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม ประกอบไปด้วยสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประมาณ 8% มีเป้าหมายในการดื่มเพื่อชดเชยทั้งน้ำ คาร์โบไฮเดรตและเกลือแร่จากการออกกำลังกาย และเครื่องดื่มกีฬาประเภทไฮเปอร์โทนิก (Hypertonic sports drinks) มีค่าความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตและสารอิเล็กโทรไลท์มากกว่า 300 มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัมขึ้นไป มีปริมาณของสารคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด (Chatterjee & Abraham, 2019) (Rowlands et al., 2022) จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่าเครื่องดื่มกีฬาประเภทไฮโปโทนิกที่มีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรตและอิเล็กโทรไลท์และมีค่าความเข้มข้นต่ำกว่าภายในเซลล์ของร่างกาย จึงสามารถเพิ่มความทนทานในการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางได้ดีขึ้นเมื่อเทียบกับการดื่มน้ำเปล่าเพียงอย่างเดียว (Bonetti et al., 2010) อีกทั้งยังช่วยรักษาระดับน้ำตาลในเลือดซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียน้ำและการอักเสบที่เกิดจากการออกกำลังกายได้อีกด้วย (Suzuki et al., 2013) นอกจากนี้การศึกษาวิจัยบางส่วนยังพบว่าเครื่องดื่มที่มีความเข้มข้นต่ำจะสามารถดูดซึมในระบบย่อยอาหารเข้าสู่กระแสเลือดได้รวดเร็วกว่าเครื่องดื่มที่มีความเข้มข้นสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากที่กล่าวมาข้างต้น ในปัจจุบันเครื่องดื่มกีฬาชนิดไฮโปโทนิกกำลังได้รับความสนใจมากขึ้นในกลุ่มบุคคลทั่วไปที่ออกกำลังกายเป็นประจำเนื่องจากมีส่วนประกอบสารน้ำ คาร์โบไฮเดรตและอิเล็กโตรไลท์ ซึ่งความเข้มข้นต่ำกว่าเครื่องดื่มกีฬาประเภทไอโซโทนิก อาจมีส่วนช่วยในการชดเชยสารน้ำและพลังงานเข้าสู่กระแสเลือดได้รวดเร็วแต่ให้พลังงานน้อยกว่า เหมาะสำหรับคนที่ออกกำลังกายที่ใช้ระยะเวลาน้อยกว่า 60 นาที (Hornsby, 2011) หรือมีเป้าหมายเพื่อการควบคุม/ลดน้ำหนัก อย่างไรก็ตามแม้ว่าเครื่องดื่มกีฬาประเภทไฮโปโทนิกจะมีผลในเชิงบวกต่อการทำงานของร่างกายในระหว่างการออกกำลังกาย แต่ปัจจุบันรายงานวิจัยหรือการศึกษาในเชิงลึกทางวิทยาศาสตร์การกีฬาถึงผลของการดื่มเครื่องดื่มกีฬาชนิดไฮโปโทนิกต่อการรักษาสภาวะน้ำในร่างกายรวมไปถึงสมรรถภาพทางแอโรบิกในระหว่างการออกกำลังกายยังมีอยู่จำกัดและไม่เพียงพอที่จะใช้สรุปผลจึงนำมาสู่การศึกษาวิจัยครั้งนี้

วัตถุประสงค์ในงานวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลของเครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ

คำถามในการวิจัย

เครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกจะส่งผลต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำอย่างไร

สมมุติฐานของการวิจัย

เครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกจะส่งผลต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำเพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 17 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

<u>ตัวแปรต้น</u> ได้แก่ เครื่องดื่มไฮโปโทนิก (Hypotonic drinks) และเครื่องดื่มไอโซโทนิก (Isotonic drinks)

<u>ตัวแปรตาม</u> ได้แก่

1. ตัวแปรด้านสรีรวิทยาและข้อมูลพื้นฐาน
   - องค์ประกอบร่างกาย (Body composition)
   - ชีพจร (Heart rate)

-ปริมาณเครื่องดื่มที่ได้รับ

2. ตัวแปรด้านการหายใจ และใช้พลังงาน ได้แก่

- อัตราการใช้ก๊าซออกซิเจน (Oxygen consumption; VO2)
- อัตราการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide production; VCO2)
- อัตราส่วน (Respiratory Exchange Ratio; RER)
- ปริมาตรอากาศหายใจต่อครั้ง (Tidal Volume; VT)
- ปริมาตรอากาศหายใจต่อนาที (Minute Ventilation; VE)
- อัตราการหายใจใน 1 นาที (Respiratory Rate; RR)

3. ตัวแปรด้านการทำงานของหัวใจ

- ชีพจรขณะพัก (Resting Heart Rate; RHR)
- ปริมาณเลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจต่อครั้ง (Stroke Volume; SV)
- ปริมาณเลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจต่อนาที (Cardiac Output; CO)
- ความต้านทานการไหลเวียนเลือด (Systemic Vascular Resistance; SVR)

4. ตัวแปรด้านสมรรถภาพความทนทาน

- ระยะเวลาการล้า (Time to Exhaustion; TTE)
- ระดับชีพจรขณะล้า (Heart rate at exhaustion)

5. ตัวแปรกลุ่มชีวเคมีในเลือด โดยเจาะเลือดปริมาณ 5 มิลลิลิตรและตรวจวิเคราะห์โดยนักเทคนิคการแพทย์จากคณะสหเวชศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (Urine specific gravity)
- ระดับน้ำตาลในเลือด (Blood sugar)
- ระดับสารแลคเตทในเลือด (Blood lactate)
- ระดับเกลือแร่ของเลือด (Blood electrolyte)
- ค่าความเข้มข้นของเลือด (Plasma osmolality)

3. ขอบเขตด้านสถานที่

ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ชั้น 10 อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประมาณ 4 เดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำจำกัดความของการวิจัย

เครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิก (Hypotonic sports drinks) หมายถึง เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของสารให้พลังงานในระดับต่ำประมาณ 2-4 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร และมีโซเดียมน้อยกว่า 50 มิลลิกรัม และมีความเข้มข้นของสารละลายน้อยกว่า 275 มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม

เครื่องดื่มกีฬาไอโซโทนิก (Isotonic sports drinks) หมายถึง เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของสารให้พลังงานประมาณ 6-8 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร และมีโซเดียม 46-69 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และมีแรงดันตามความเข้มข้นของสารละลายอยู่ที่ 275-300 มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม

ความสามารถทางแอโรบิก (Aerobic capacity) หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่ทนต่อการทำงานได้เป็นระยะเวลานาน โดยมีการนำออกซิเจนมาใช้ในกระบวนการสันดาปเป็นพลังงานให้ร่างกาย ในงานวิจัยนี้วัดจาก สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen uptake) หรือ VO_2max

ภาวะน้ำในร่างกาย หมายถึง ปริมาณน้ำในร่างกายซึ่งประเมินได้หลายวิธี เช่น การวัดด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบร่างกายอัตโนมัติ (Body composition analyzer) การวัดค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (Urine specific gravity; USG) หรือการวัดค่าความเข้มข้นของพลาสมาในเลือด (Plasma osmolarity ในงานวิจัยนี้ต้องการวัดปริมาณน้ำรวมทั้งหมดในร่างกายโดยการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบร่างกายก่อนและหลังออกกำลังกายในแต่ละครั้ง รวมไปถึงวัดค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะและค่าความเข้มข้นของพลาสมา

การฝึกแบบหนักสลับเบา (High Intensity Interval Training; HIIT) หมายถึง การฝึกออกกำลังกายที่มีช่วงความหนักระดับสูงเป็นระยะเวลาสั้นๆ สลับกับการออกกำลังกายที่ความหนักระดับเบา โดยงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการออกกำลังกายด้วยจักรยาน โดยมีช่วงที่ออกกำลังกายด้วยความหนัก 85% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดที่ความเร็ว 60-70 รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที และช่วงเบาที่ความหนัก 50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดที่ความเร็ง 60-70 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที ทั้งหมด 5 เซ็ต โดยสาเหตุที่นำการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบามาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเป็นการฝึกที่มีเข้มข้นสูง ใช้เวลาน้อย และถูกนำมาใช้เป็นการฝึกในงานวิจัยก่อนหน้าที่เกี่ยวข้องและพบว่ามีการใช้พลังงานและมีการเสียเหงื่อในระดับสูง

การทดสอบการออกกำลังกายที่ระดับสูงสุด (Maximal exercise test) หมายถึง การทดสอบด้วยการออกกำลังกายโดยการเพิ่มความหนักของงานไปเรื่อยๆจนกระทั่งผู้เข้าร่วมการทดสอบไม่สามารถออกกำลังกายต่อไปได้อีก โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้อุปกรณ์การทดสอบเป็นจักรยานงาน

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) หมายถึง ปริมาณก๊าซออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายใช้ในขณะออกกำลังกาย มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรของออกซิเจนต่อน้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัมต่อนาที

(ml/kg/min) โดยในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการทดสอบโดยการปั่นจักรยาน (YMCA submaximal cycle test)

ผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ หมายถึง ผู้ที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ติดต่อกันอย่างน้อย 3 เดือน และมีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดอยู่ที่ 35.8 – 50.5 โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ผู้เข้าร่วมอายุระหว่าง 18-25 ปี โดยสาเหตุที่เลือกกลุ่มผู้เข้าร่วมเป็นผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำเนื่องจากเครื่องดื่มกีฬานั้นจะถูกบริโภคและได้รับความสนใจในกลุ่มผู้ที่ออกกำลังกายมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกาย และความสามารถทางแอโรบิกก็อยู่ในระดับปานกลางซึ่งพบได้ในมากบุคคลทั่วไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อได้ทราบผลของเครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ
2. ได้งานวิจัยที่เป็นฐานข้อมูลในการศึกษาเกี่ยวกับผลของเครื่องดื่มกีฬาต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายที่มีรูปแบบแปลกใหม่ต่อไป
3. เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจในการศึกษาค้นคว้างานวิจัยและการทดลองเกี่ยวกับเครื่องดื่มกีฬา ความสามารถทางแอโรบิก และภาวะน้ำในร่างกายต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่างๆ จากหนังสือ วารสาร เอกสารและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศโดยนำเสนอตามหัวข้อ ดังนี้

1. ระบบพลังงาน (Energy systems)

1.1 ระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen system)

1.2 ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic glycolysis)

1.3 ระบบแอโรบิก (Aerobic systems)

7. ภาวะน้ำในร่างกายและการชดเชยน้ำระหว่างออกกำลังกาย

3. การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตระหว่างออกกำลังกาย (Effect of exercise on carbohydrate metabolism)

4. สารที่มีผลต่อสมรรถภาพทาง (Substances on physical performance)

4.1 สารที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายระยะสั้น (Substances on short-term physical performance)

4.2 สารที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายระยะยาว (Substances on long-term physical performance)

4.2.1 เกลือแร่

4.2.2 สารคาร์โบไฮเดรต

4.2.3 วิตามิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. เครื่องดื่มกีฬาประเภทต่างๆ

5.1 เครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิก (Hypotonic sports drinks)

5.2 เครื่องดื่มกีฬาไอโซโทนิก (Isotonic sports drinks)

6. การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise)

6.1 ความหมายของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

6.2 การประเมินสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Assessment of cardiorespiratory fitness)

6.3 ประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

6.4. การฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบา (High intensity interval training)

7. ความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Uptake; VO2max)

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ

8.1 งานวิจัยในประเทศ

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. ระบบพลังงาน (Energy systems)

โดยปกติแล้วในการเคลื่อนไหวร่างกายจำเป็นต้องใช้พลังงานที่ได้แก่ อะดิโนซีน ไตรฟอสเฟท (Adenosine triphosphates; ATP) โดยที่เซลล์และอวัยวะภายในร่างกายจำเป็นต้องใช้ ATP จำนวนมากเพื่อให้ร่างกายสามารถทำงานได้ตามปกติ ในขณะเดียวกันหากมีการออกกำลังกายส่งผลให้ร่างกายต้องการใช้ ATP มากขึ้น แต่การสร้างนั้นมีอย่างจำกัด ขึ้นอยู่กับ ความหนัก ระยะเวลา เวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย โดยมี 3 ระบบพลังงานหลักที่จะช่วยสร้างพลังงานให้เพียงพอต่อการใช้งานดังนี้ (Plowman & Smith, 2013)

1.1 ระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen system; ATP-PC) เป็นระบบพลังงานพื้นฐานของร่างกาย ถูกใช้ในขณะที่มีกิจกรรมทางกายหรือการออกกำลังกาย โดยมี ครีเอทีนฟอสเฟท (Creatine phosphate; CrP) เป็นสารพลังงานที่สูงที่สุดโดยมี ฟอสเฟท (Phosphate) ที่เกิดจากการสลายตัวของ CrP จะไปจับตัวกับ อะดิโนซีน ไดฟอสเฟท (Adenosine Diphosphate; ADP) เพื่อสร้างเป็นพลังงานในรูปแบบของ ATP ระบบนี้จะมีอัตราการสร้างพลังงานที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ

1.2 ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic glycolysis) จะเกิดขึ้นเมื่อ CrP-ATP มีจำนวนน้อยลง โดยจะเป็นการใช้เผาผลาญพลังงานจากกลูโคสโดยที่ไม่ใช้ออกซิเจน โดยมีไกลโคเจน (Glycogen) ที่ถูกเก็บสะสมไว้ในตับและเซลล์กล้ามเนื้อจะถูกเปลี่ยนให้กลายเป็นกลูโคส ซึ่ง 1 โมเลกุลของกลูโคสจะสามารถผลิตเป็นพลังงานได้ 2 ATP ระบบพลังงานนี้จะถูกใช้ในกิจกรรมที่มีระยะเวลาสั้นๆ น้อยกว่า 3 นาที

1.3 ระบบแอโรบิก (Aerobic systems) เป็นระบบพลังงานที่ใช้คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ร่วมกับออกซิเจนเพื่อเผาผลาญเป็นพลังงาน ใน 1 โมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต และไขมันสามารถผลิตพลังงานได้มากถึง 38 และ 44 ATPs เป็นพลังงานที่ถูกใช้มากที่สุดในชีวิตประจำวัน และการเล่นกีฬาหรืออกกำลังกายที่มีระยะเวลานาน (Plowman & Smith, 2013)

2. ภาวะน้ำในร่างกายและการชดเชยน้ำระหว่างออกกำลังกาย

การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายมีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากน้ำมีหน้าที่ต่างๆ ได้แก่

1 เป็นส่วนประกอบของโพรโทพลาสซึม (Protoplasm) ของเซลล์

2 เป็นส่วนประกอบของน้ำเลือด (Plasma) ในระบบไหลเวียนโลหิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3 ช่วยในการลำเลียงสารต่างๆ เช่น แก๊ส ฮอร์โมน และของเสีย เป็นต้น

4 เป็นส่วนประกอบของน้ำตา น้ำลาย น้ำย่อย เป็นต้น

5 เป็นตัวร่วมในปฏิกิริยาเคมีต่างๆ

6 ช่วยในการขับถ่ายของเสีย

7 ช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกาย

8 เป็นส่วนประกอบของของเหลวที่อยู่รอบๆเซลล์

ปริมาณน้ำที่เข้าและออกในร่างกายของมนุษย์

ปริมาณน้ำที่ร่างกายรับเข้า ได้แก่

1. อาหาร 1,000 cm^3
2. น้ำดื่ม 1,200 cm^3
3. กระบวนการหายใจภายในเซลล์ 300 cm^3

รวม 2,500 cm^3

ปริมาณน้ำที่ร่างกายขับออก ได้แก่

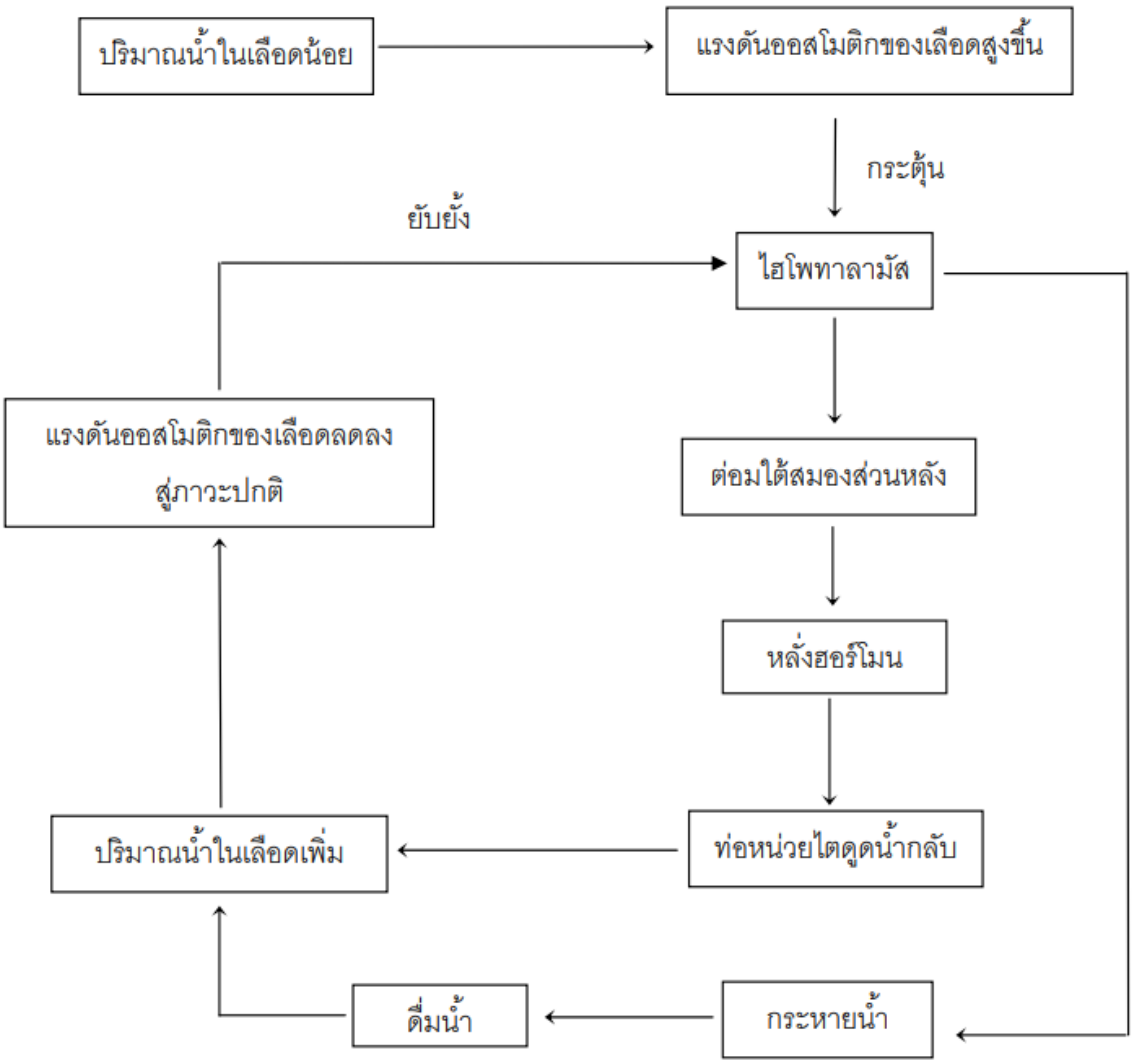
1. หายใจออก 350 cm^3
2. ขับเหงื่อ 500 cm^3
3. ปัสสาวะ 1,500 cm^3
4. อุจจาระ 150 cm^3

รวม 2500 cm^3

กลไกการรักษาสมดุลน้ำ

เมื่อร่างกายสูญเสียน้ำจนปริมาณน้ำในเลือดน้อยลงแรงดันออสโมติกในเลือดจะเพิ่มสูงขึ้น ร่างกายจะกระตุ้นสมองส่วนไฮโพทาลามัสให้เกิดความรู้สึกกระหายน้ำ และกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหลังหลั่งฮอร์โมน Antidiuretic hormone (ADH) ไปกระตุ้นท่อหน่วยไตให้ทำการดูดน้ำกลับไปสู่กระแสเลือด เมื่อปริมาณน้ำในเลือดกลับสู่ภาวะปกติ และแรงดันออสโมติกในเลือดจะลดลงสู่ภาวะปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 1 กลไกการรักษาสมดุลของน้ำเมื่อปริมาณน้ำในเลือดน้อย
ที่มา : http://curadio.chula.ac.th

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

น้ำเป็นส่วนประกอบมากกว่าครึ่งหนึ่งของร่างกายมนุษย์ และเป็นส่วนสำคัญในการทำงานของระบบต่างๆภายในเซลล์ ดังนั้นภาวะน้ำในร่างกายนั้นจึงเป็นส่วนสำคัญต่อสุขภาพและการใช้ชีวิตประจำวันอย่างมาก เมื่อมีการออกกำลังกาย ร่างกายจะนำพลังงาน เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ออกมาใช้เป็นพลังงานในการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งจะทำให้อุณหภูมิในร่างกายเพิ่มสูงขึ้น เพื่อป้องกันอันตรายจากอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นร่างกายจะเพิ่มอัตราการไหลเวียนของเลือด รวมถึงการหลั่งเหงื่อเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวหนังและสภาพแวดล้อมภายนอกผ่านการระเหยของเหงื่อ และจะมีการสูญเสียน้ำในร่างกายและสารอิเล็กโทรไลท์ออกไปด้วย

ความหนัก ระยะเวลา และสภาพแวดล้อมระหว่างออกกำลังกายจะส่งผลต่ออัตราการเสียเหงื่อ การสูญเสียน้ำ และความสามารถในการควบคุมอุณภูมิ ในสภาพอากาศที่ร้อนที่มีความแตกต่าง

กันระหว่างอุณหภูมิของผิวหนังและสภาพแวดล้อมน้อยจะเพิ่มความยากในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวหนังกับสภาพแวดล้อมภายนอก อีกทั้งยังปัจจัยอื่นๆ เช่น การเคลื่อนไหว น้ำหนักตัว พันธุกรรม เสื้อผ้า เป็นต้น ที่จะส่งผลต่ออัตราการเสียเหงื่อและอุณหภูมิร่างกาย การเสียเหงื่อจะเกิดมากขึ้นเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสภาพอากาศที่ร้อนดังนั้นการได้รับน้ำทดแทนระหว่างออกกำลังกายหรือหลังการออกกำลังกายจึงมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากการสูญเสียน้ำจนเกิดภาวะขาดน้ำอาจจะนำปสู่อันตรายถึงขั้นเสียชีวิตได้ (Roy, 2013)

รูปที่ 2 ปัจจัยการสูญเสียน้ำระหว่างการออกกำลังกาย

ที่มา : https://linkpop.com/humankinetics, (Kenney et al., 2021)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าภาวะขาดน้ำสามารถวัดได้จากการสูญเสียน้ำหนักตัวจากการออกกำลังกายประมาณ 2% หรือมากกว่า ซึ่งจะส่งผลให้สมรรถภาพลดลง ดังนั้น ACSM จึงมีคำแนะนำในการดื่มน้ำในผู้ที่ออกกำลังกาย ดังนี้

1. ก่อนออกกำลังกายให้ตรวจสอบว่าร่างกายมีการขาดน้ำหรือไม่

1.1 การรับประทานอาหารสามารถช่วยเพิ่มสารน้ำในร่างกาย

1.2 ช่วงระหว่างการฟื้นฟูหลังออกกำลังกาย 8 ถึง 12 ชั่วโมง เพื่อทดแทนการขาดน้ำ

1.3 จดบันทึกน้ำหนักทุกวันสามารถช่วยประเมินภาวะขาดน้ำเนื่องจากก่อนออกกำลังกายหรือกิจกรรมระหว่างวันจะมีการสูญเสียน้ำได้

1.4 ดื่มน้ำ 16 ถึง 20 ออนซ์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ก่อนออกกำลังกาย

2. ในระหว่างออกกำลังกายให้ดื่มน้ำทันทีเมื่อรู้สึกกระหายน้ำ

2.1 ไม่แนะนำให้ดื่มน้ำมากกว่า 800 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง เนื่องจากจะส่งผลให้เกิดภาวะโซเดียมในเลือดเจือจาง (Dilutional hyponatremia)

2.2 ปริมาณน้ำที่ควรจะได้รับจะแตกต่างไปตามสภาพอากาศระหว่างออกกำลังกาย

2.3 ในการออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานเครื่องดื่มที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรต 8%- 6% จะส่งผลดีและมีประโยชน์ต่อร่างกาย

3. หลังจากออกกำลังกาย

3.1 ดื่มน้ำ 16 ถึง 24 ออนซ์ ต่อน้ำหนักตัว 1 ปอนด์ที่ลดลง

3.2 อาหารหลังการออกกำลังกายควรมีการเพิ่มสารน้ำมากขึ้น (Roy, 2013)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความต้องการน้ำขึ้นอยู่กับที่ถูกใช้ไป (Basal metabolism) เนื่องจากเมตาบอลิซึมของร่างกายทำให้เกิดความร้อน ซึ่งความร้อนออกจากร่างกายทางผิวหนังและทางเดินหายใจโดยอาศัยน้ำเป็นตัวพาให้ระเหยออกจากร่างกายซึ่งไม่มีอิเล็กโทรไลท์ คิดเป็น 45 มล./100 kcal ส่วนที่ถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะมีปริมาณ 50 มล./100 kcal อิเล็กโทรไลท์เกือบทั้งหมดที่ถูกขับจากร่างกายจะออกทางปัสสาวะ ถ้าไตทำงานปกติปริมาณน้ำที่เสียไปประมาณ 100-150 มล./100 kcal

ความรุนแรงของการขาดน้ำ (Degree of dehydration) แบ่งเป็น 3 ระดับ โดยคิดปริมาณการขาดน้ำเป็นร้อยละของน้ำหนักตัวซึ่งลดลง น้ำหนักตัวที่ลดลงอย่างเฉียบพลันเกิดจากการสูญเสียน้ำ และอิเล็กโทรไลท์มากกว่าจากการที่มวลกล้ามเนื้อลดลง

1. ขาดน้ำน้อย (Mild dehydration) คือขาดน้ำร้อยละ 3-5 ของน้ำหนักตัวหรือ 30-50 มล./กก. อาการทั่วไปเป็นปกติ มีเพียงปากแห้ง

2. ขาดน้ำปานกลาง (Moderate dehydration) คือขาดน้ำร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักตัวหรือ 50-100 มล./กก. ผู้ป่วยมีอาการแสดงของการขาดน้ำชัดเจน ดูป่วย ระบบไหลเวียนโลหิตเป็นปกติ

3. ขาดน้ำมาก (Severe dehydration) คือขาดน้ำมากกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวหรือมากกว่า 100 มล./กก. ผู้ป่วยมีอาการแสดงของการขาดน้ำชัดเจนมาก ระบบไหลเวียนโลหิตล้มเหลว และมีอาการช็อก (พรศักดิ์ ดิสนีเวทย์, 2017)

3. การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตระหว่างออกกำลังกาย (Effect of exercise on carbohydrate metabolism)

การออกกำลังกายส่งผลให้เกิดการเผาผลาญพลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นเพื่อผลิตพลังงานสำหรับใช้ขยับกล้ามเนื้อ อัตราการเผาผลาญนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของการออกกำลังกาย ความหนัก และระยะเวลา โดยมีคาร์โบไฮเดรต และไขมันเป็นสารหลักในการผลิตพลังงาน รวมไปถึงฮอร์โมนต่างๆ การออกกำลังกายที่ส่งต่อการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตโดยปกติแล้วเมื่อกลูโคสเข้าสู่ร่างกายจะถูกเปลี่ยนไปเป็นไกลโคเจนและเก็บสะสมไว้ในตับและเซลล์กล้ามเนื้อ เมื่อร่างกายต้องการพลังงานมากขึ้นกลูโคสจะถูกขนส่งผ่านทางระบบไหลเวียนโลหิตและใช้ออกซิเจนเป็นสารหลักในกากสร้างพลังงาน อย่างไรก็ตามในการออกกำลังกายที่มีความหนักเพิ่มขึ้นจนไม่มีออกซิเจนเพียงพอร่างกายจะใช้แลคเตทมาใช้ในการเผาผลาญได้เช่นกัน หากไกลโคเจนภายในตับและเซลล์กล้ามเนื้อมีจำนวนลดลง ปริมาณกลูโคสในเลือดก็จะต่ำลงส่งผลให้ความสามารถในการออกกำลังกายนั้นลดลงตามไปด้วย รวมไปถึงฮอร์โมนต่างๆ เช่น อิพิเนฟริน (Epinephrine) กลูคากอน (Glucagon) และอินซูลิน (Insulin) ที่ส่งผลต่อการผลิตกลูโคส เมื่อเกิดการสลายไกลโคเจนที่ตับและกล้ามเนื้อจะส่งผลให้ร่างกายหลั่งอิพิเนฟรินและกลูคากอนเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มการสร้างกลูโคสและขนส่งผ่านทางระบบไหลเวียนโลหิต และอินซูลินที่จะทำหน้าที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างการออกกำลังกาย (Mougios, 2019)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. สารที่มีผลต่อสมรรถภาพทาง (Substances on physical performance)

4.1 สารที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายระยะสั้น (Substances on short-term physical performance) เป็นสารที่เป็นแหล่งพลังงานโดยตรงให้กับกล้ามเนื้อหรือเป็นสารที่ส่งผลต่อระบบไหลเวียนโลหิต แต่เนื่องจากมีการเก็บสะสมสารเหล่านี้ในกล้ามเนื้อเป็นปริมาณมากจึงทำให้ต้องมีการดื่มหรือรับประทานเพิ่มเติมเข้าไป เช่น ครีเอทีน (Creatine) คาเฟอีน (Caffeine) ไกลโคเจน (Glycogen) เป็นต้น (Gribok et al., 2016) โดยสารต่างๆเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่างๆดังนี้ เช่น การยกของหนัก การสร้างแรงระเบิด (Explosive power) การออกตัวจากจุดเริ่มต้นในนักวิ่งระยะสั้น นักว่ายน้ำ และการยกน้ำหนัก

ตารางที่ 1 ชนิดและปริมาณสารให้พลังงานที่ต้องการในการออกกำลังกายอย่างหนักในระยะเวลาสั้น

	ATP utilization (mmol/kg)		
	At start	After race	Used ATP
ATP	5	4	1
Creatine phosphate	25	7	18
Glycogen	56	42	42

ที่มา: (Felig & Wahren, 1975), (Hargreaves & Spriet, 2020)

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณสารพลังงานที่ต้องการในการออกกำลังกายอย่างหนักในระยะเวลานาน

Running time (min)	% Contribution to O_2 uptake		
	Glucose	Fatty acids	Muscle glycogen
40	27	37	36
90	41	37	22
180	36	50	14
240	30	62	8

ที่มา: (Felig & Wahren, 1975)

4.2 สารที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายระยะยาว (Substances on long-term physical performance) สารพลังงานเหล่านี้จำเป็นจะต้องได้รับการเติมเสริมในผู้ที่ต้องทำงานเป็นระยะเวลานานอย่างต่อเนื่อง เช่น นักวิ่งมาราธอน จักรยานทางไกล ซึ่งจำเป็นต้องได้รับในปริมาณที่เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดผลข้างเคียง (ตารางที่ 2) เช่น แป้ง ไขมัน และกรดอะมิโนเชิงเดี่ยวบางชนิดซึ่งรวมถึงสารหลัก เช่น Taurine, Glutamine, Arginine และ Tyrosine และกรดอะมิโนในกลุ่มของ Branched Chain Amino Acids (BCAA) รวมไปถึงสารอิเล็คโทรไลท์ที่มีผลต่อการทำงานและหากบกพร่องจะนำไปสู่การล้าของกล้ามเนื้อได้ จากการศึกษาพบว่าการเสียเหงื่อเพียง 1% ของน้ำหนักตัวก็ทำให้ระบบไหลเวียนต้องทำงานหนักขึ้น และเริ่มมีผลบั่นทอนสมรรถภาพทางกาย (Gonzalez-Alonso et al., 2000) และยังพบอีกว่าในสภาวะที่มีการออกกำลังกายหนักๆ จะมีอัตราการใช้ออกซิเจนลดลงประมาณ 2.9% ต่อทุกๆ 1% ของน้ำหนักตัวที่ลดลงจากการหลั่งเหงื่อ (Gigou et al., 2010) แสดงให้เห็นว่าการเสียน้ำและสารเหลือแร่ในระหว่างที่ออกกำลังกายระยะยาวมีผลต่อกล้ามเนื้อ หัวใจ ระบบไหลเวียนโลหิต และการใช้ออกซิเจนด้วย

การให้สารเสริมสมรรถภาพ (Performance supplements) ต้องพิจารณาปัจจัยหลายด้าน เช่น เพศ น้ำหนัก รูปร่าง และช่วงเวลาที่ใช้ออกกำลังกาย (Ayotte & Corcoran, 2018) ความ

เข้มข้น (Osmolarity) และส่วนประกอบสารชนิดต่างๆ ที่เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่มต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์เฉพาะที่ต้องการเสริมสร้างด้วย (Hornsby, 2011) ดังนั้นการใช้สารสร้างเสริมสมรรถภาพใดๆก็ตาม ต้องพิจารณาถึงปริมาณและช่วงเวลาในการดื่มด้วย โดย สมาคมเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (American College of Sports Medicine; ACSM) เน้นว่าหากต้องการออกกำลังกายเป็นเวลานานควรจะได้รับของเหลวผสมเกลือแร่บางชนิดก่อนออกกำลังกาย เช่น โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม และการสูญเสียเหงื่อจากการออกกำลังกายต้องไม่เกินกว่า 2% ของน้ำหนักตัว การสูญเสียน้ำเกินกว่าระดับนี้จะเริ่มมีผลต่อสติสัมปชัญญะและการรับรู้ ประสิทธิภาพของร่างกาย และถ้าหากสูญเสียน้ำมากกว่า 7% ของน้ำหนักตัวจะเกิดความเสี่ยงสูงมากที่จะเกิดอันตรายถึงชีวิต จำเป็นต้องได้รับการรักษาโดยด่วน (Donnelly et al., 2009) จึงมีความจำเป็นที่ภายหลังการออกกำลังกายต้องได้รับการชดเชยอย่างเหมาะสมด้วยของเหลวและเกลือแร่ที่สูญเสียไประหว่างการออกกำลังกาย และยังพบอีกว่าสารเกลือแร่หลายชนิดมีผลต่อการชะลอการล้า (Delayed Fatigue) และควรชดเชยในระหว่างการออกกำลังกาย ทั้งนี้เพราะการออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานจะมีการใช้ไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อปริมาณมาก ผนวกกับการเสียเกลือแร่ผ่านทางเหงื่อ ด้วยกลไกเหล่านี้จึงส่งผลให้สมรรถภาพทางกายลดลง (Tanko et al., 2013) การวิจัยในกลุ่มนักวิ่งที่ได้รับคาร์โบไฮเดรตก่อนการแข่งขัน พบว่าจะมีการป้องกันการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการออกกำลังกายที่มีระยะเวลามากกว่า 60 นาที สำหรับการได้รับเกลือแร่นั้น ปี 2003 คณะกรรมการโอลิมปิกสากล (International Olympic Committee; IOC) ได้มีมติในที่ประชุมว่านักกีฬาจะต้องได้รับเกลือแร่ที่เหมาะสม (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ชนิด ปริมาณและหน้าที่ของเกลือแร่ (อิเล็กโทรไลท์) ที่จำเป็นในการทำงาน และการออกกำลังกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Electrolyte	Primary roles	Target Dose per 250 ml of fluid	Performance Daily Intake (PDI)
Sodium	Muscle contraction Nerve transmission	150-250 mg	1,500-4,500 mg
Chloride	Peak muscle function	45-75 mg	
Potassium	Muscle contraction Nerve transmission Glycogen formation	50-80 mg	2,500-4,000 mg
Magnesium	Muscle relaxation	20-30 mg	400-800 mg

	ATP production		
Calcium	Bone health Muscle contraction Nerve transmission	10-15 mg	1,200-1,600 mg

ที่มา; (Sircus, 2011)

ส่วนผสมหลักในเครื่องดื่มกีฬา ประกอบไปด้วย

4.2.1 เกลือแร่ มีหน้าที่ในการชดเชยเกลือแร่ที่สูญเสียไปหลังจากการออกกำลังกายมีความสำคัญในการช่วยการดูดกลับของน้ำ ทำให้ลดการสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย (Orrù et al., 2018) แม้ว่าร่างกายจะต้องการเกลือแร่ในปริมาณน้อย แต่ถ้าหากขาดมากเกินไปก็จะส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายได้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกลือแร่ที่จำเป็นต่อการทำงาน และอาการแสดงจากผลของการขาดเกลือแร่

	Functions	Deficiency sign or symptom
Magnesium	Energy metabolism Nerve conduction Muscle contraction	Muscle weakness Nausea Irritability
Iron	Hemoglobin synthesis	Anemia Cognitive impairment Immune abnormalities
Zinc	Nucleic acid synthesis Glycolysis Carbon dioxide removal	Loss of appetite Growth retardation Immune abnormalities
Chromium	Glucose metabolism	Glucose intolerance

ที่มา; (Henry C Lukaski, 2004)

4.2.2 สารคาร์โบไฮเดรต ในผู้ที่ออกกำลังกายระยะเวลามากกว่า 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง ร่างกายจะใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงานหลัก ดังนั้นร่างกายจึงจำเป็นต้องได้รับคาร์โบไฮเดรตที่ดูดซึมได้ง่าย เป็นการ ชดเชยโดยการผสมลงในเครื่องดื่มเพื่อทดแทนสารพลังงานที่ลดลง (Khanna & Manna, 2005) ในนักกีฬาที่ออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานควรจะได้รับคาร์โบไฮเดรต 20-60 กรัมต่อชั่วโมง จากการศึกษาพบว่าน้ำ เกลือแร่และสารใดๆที่ได้รับควรอยู่ในปริมาณที่มีความดันออสโมติคเท่ากับภายในเซลล์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(Isotonicity) ของร่างกาย และมีการแนะนำให้ใช้คาร์โบไฮเดรตประมาณ 20-309 กรัม/ลิตร (0.02-30 กรัมเปอร์เซ็นต์) (Maughan, 1991) ซึ่งประโยชน์ของการใช้เครื่องดื่มกีฬาที่มีคาร์โบไฮเดรตที่ความเข้มข้นเปอร์เซ็นต์ต่างๆได้ถูกแนะนำในเครื่องดื่มเกลือแร่ผสมคาร์โบไฮเดรตจึงถูกผลิตขึ้น เพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือดทดแทนการสูญเสียเกลือแร่ และเพื่อป้องกันภาวการณ์ขาดน้ำ (Dehydration) จนขยายตัวในเชิงพาณิชย์ไปทั่วโลก ซึ่งเป็นที่นิยมดื่มทั้งในคนทั่วไปและคนที่เป็นนักกีฬา หากเป็นเครื่องดื่มชนิด Isotonic drink จะมีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรตประมาณ 6-7% (Hornsby, 2011) ในอีกด้านหนึ่งงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการได้รับเครื่องดื่มที่มีคาร์โบไฮเดรตมากกว่า 8% แต่กลับไม่แสดงผลของการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพทางกาย (Wagenmakers et al., 1993) แต่ทำให้เกิดอาการไม่สบายท้องได้ (Van Nieuwenhoven et al., 2005) ในปัจจุบันมีการให้เครื่องดื่มเกลือแร่และสารพลังงานชดเชยทั้งที่เป็น Isotonic และ Hypotonic solutions สำหรับนักกีฬา (Bonetti et al., 2010) ซึ่งยังมีผลขัดแย้งกันอยู่ แต่สิ่งที่เป็นประเด็นตรงกันคือการดื่มเครื่องดื่มกีฬานั้นจะส่งผลเชิงบวกต่อร่างกายดีกว่าการดื่มน้ำเปล่า

4.2.3 วิตามิน โดยเฉพาะกลุ่มวิตามิน B ที่จะช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้เพราะทำหน้าที่เป็น Coenzymes ในการช่วยเร่งให้เกิดปฏิกิริยาทางชีวะเคมีและจำเป็นจะต้องได้รับในปริมาณหนึ่งเท่านั้น เช่น ส่วนผสมของวิตามิน B3 ต้องการเพียง 6.6 mg/1,000 kcal (Wolinsky & Driskell, 2005) วิตามิน B5 ที่ทำหน้าที่เป็น Coenzyme ที่เสริมการสร้างสารตัวกลางในการสร้างพลังงาน (Acetyl CoA) วิตามิน B6 ช่วยในการสลายกรดอะมิโนให้เป็นพลังงาน วิตามิน B12 จำเป็นต่อการเติบโต การขยายตัวของเซลล์ (Hornsby, 2011)

วิตามินกับสุขภาพได้ถูกพิสูจน์แล้วว่ามีผลต่อสมรรถภาพทางกาย โดยเฉพาะในนักกีฬาที่ได้รับวิตามินไม่เพียงพออาจจะทำให้เกิดสมรรถภาพทางกายบกพร่องได้ ตามตารางที่ 5 นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าวิตามินทำให้การทำงานของหัวใจมีความมั่นคง (Antiarrhythmic activity) จากงานวิจัยในปี 2015 พบว่าแนวโน้มเชิงบวกจากการเปลี่ยนแปลงของสารต้านอนุมูลอิสระจากการปรับส่วนผสมของเครื่องดื่มทางกีฬาอาจจะเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีผลต่อสุขภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5 วิตามินที่จำเป็นในการทำงาน และผลที่เกิดขึ้นจากการขาดวิตามิน

	Functions	Deficiency sign of symptom
Water soluble		
Thiamin (Vitamin B1)	Carbohydrate and amino acid metabolism	Weakness Decreased endurance Muscle wasting Weight loss

Riboflavin (Vitamin B2)	Oxidative metabolism, electron transport system	Altered skin and mucous membrane and nervous system function
Niacin (Vitamin B3)	Oxidative metabolism, electron transport system	Irritability Diarrhea
Pyridoxine (Vitamin B6)	Gluconeogenesis	Dermatitis Convulsions
Cyanocobalamin (B12)	Hemoglobin formation	Anemia Neurologic symptoms
Folic acid	Hemoglobin and nucleic acid formation	Nerve and muscle damage
Ascorbic acid (Vitamin C)	Antioxidant	Fatigue Loss of appetite
Fat soluble		
Retinol (Vitamin A)	Antioxidant	Appetite loss Prone to infections
Tocopherol (Vitamin E)	Antioxidant	Nerve and muscle damage

ที่มา; (H. C. Lukaski, 2004)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. เครื่องดื่มกีฬาประเภทต่างๆ

5.1 เครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิก (Hypotonic sports drinks)

มีส่วนผสมของสารให้พลังงาน 2-4 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร และโซเดียมน้อยกว่า 50 มิลลิกรัม มีค่าความเข้มข้น 50-270 มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม (Hill et al., 2008) มีคุณสมบัติในการขนส่งสารน้ำและคาร์โบไฮเดรตเข้าสู่กระแสเลือด เหมาะสำหรับคนที่ออกกำลังกายในฟิตเนสเพื่อควบคุมน้ำหนัก และการวิ่งหรือเล่นฟุตบอลที่ใช้ระยะเวลาน้อยกว่า 60 นาทีมีรายงานว่าการได้รับเครื่องดื่มไฮโปโทนิกมีผลดีในการเร่งการดูดซึมน้ำและคาร์โบไฮเดรตเข้าสู่กระแสเลือด ส่งผลให้ร่างกายได้รับสารอาหารอย่างเต็มที่ (Hornsby, 2011) ในทางทฤษฎีแม้ว่า Hypotonic solution จะมีผลในเชิงบวกต่อการทำงานของร่างกาย แต่ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาใดที่ระบุว่าความเข้มข้นของ Hypotonic solution สูงหรือต่ำจึงจะมีผลที่ชัดเจนกว่ากัน

5.2 เครื่องดื่มกีฬาไอโซโทนิก (Isotonic sports drinks)

มีส่วนผสมของสารให้พลังงาน 6-8 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร และโซเดียม 46-69 มิลลิกรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 275-300 มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม มีคุณสมบัติในการขนส่งสารน้ำและคาร์โบไฮเดรตเข้าสู่เลือด เหมาะสำหรับการออกกำลังกายที่มีความหนักระดับสูง ในระยะเวลามากกว่าหรือเท่ากับ 30 นาทีหรือการออกกำลังกายที่มีความหนักระดับต่ำถึงปานกลาง ในระยะเวลามากกว่า หรือเท่ากับ 60 นาทีมีรายงานว่าการได้รับ Isotonic drink มีผลต่อการดูดซึมน้ำไม่ต่างจากการให้ดื่มน้ำเปล่า (Hill et al., 2008)

6. การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise)

6.1 ความหมายของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นกิจกรรมที่มีการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ของร่างกายเคลื่อนไหวออกแรงเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาทีต่อเนื่องกัน เป็นการออกกำลังกายที่ใช้ออกซิเจนเพื่อให้มีการสร้างพลังงานได้มากขึ้น ใช้เสริมสร้างสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ ในขณะออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่างกายจะมีการหายใจรับออกซิเจนเข้าไปในถุงลมที่ปอด แล้วผ่านถุงลมเข้าไปจับกับฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงแล้วถูกส่งผ่านทางหลอดเลือดเพื่อเข้าสู่หัวใจ และบีบตัวเพื่อนำเลือดไปยังอวัยวะและเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย โดยที่ระหว่างการออกกำลังกายแบบแอโรบิกนั้นร่างกายจะต้องการเอทีพี (ATP) จำนวนมากขึ้นเพื่อให้กิจกรรมนั้นคงอยู่ ในขณะที่ร่างกายมีการเพิ่มการสร้างพลังงานเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย จะส่งผลให้เกิดการกระตุ้นของหัวใจ ปอด และหลอดเลือดให้ทำงานมากขึ้นเพื่อนำออกซิเจนไปยังเซลล์กล้ามเนื้อที่ต้องการพลังงาน แหล่งพลังงานของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกได้แก่ คาร์โบไฮเดรต และไขมัน (ไตรกลีเซอไรด์) ร่างกายจะใช้แหล่งพลังงานจากไขมันในการออกกำลังกายที่ระดับเบา เช่น การเดิน หากมีความหนักเพิ่มขึ้นร่างกายจะเปลี่ยนมาใช้คาร์โบไฮเดรต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2 การประเมินสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Assessment of cardiorespiratory fitness)

สมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory fitness) หรือความสามารถทางแอโรบิก (Aerobic capacity) ประเมินได้โดยการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที (ml/kg/min) หรือลิตรต่อนาที (L/min) หากนำค่าไปเปรียบเทียบกันผู้ที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่าจะถือว่ามีสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจดีกว่า โดยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดขึ้นอยู่กับอัตราการเต้นของหัวใจ ปริมาณเลือดที่หัวใจบีบออกแต่ละครั้ง ความแตกต่างของออกซิเจนระหว่างหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ พันธุกรรม การฝึกซ้อม เพศ อายุ และองค์ประกอบของร่างกาย โดยการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีผลทำให้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น โดยที่เพศชายจะมีค่ามากกว่าเพศหญิง 15-30 % และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะลดลง 1% ต่อปีหลังจากอายุ 25 ปี

อย่างไรก็ตามผู้ที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะมีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดลดลงที่ต่ำกว่าคือประมาณ 0.5% ต่อปี โดย ACSM แนะนำให้เพศชายที่มีอายุ 45 ปีขึ้นไป และเพศหญิงที่มีอายุ 55 ปีขึ้นไป ทดสอบการออกกำลังกายสูงสุด (Maximal exercise test) ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถที่จะออกกำลังกายได้อย่างปลอดภัย

6.3 ประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

6.3.1 เสริมสร้างสมรรถภาพของหัวใจและปอด

6.3.2 ลดความเสี่ยงในการเกิดปัญหาทางสุขภาพ

6.3.3 ควบคุมน้ำหนัก

6.3.4 สร้างเสริมสุขภาพของกระดูกและกล้ามเนื้อ

6.3.5 ประโยชน์ทางสังคม (ดรุณวรรณ สุขสม, 2561)

6.4 การฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบา (High intensity interval training)

การฝึกเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบา (High intensity interval training) ถูกนำมาใช้เป็นทางเลือกในการฝึกความอดทนเพื่อพัฒนาระบบหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต และการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยหากทำการฝึกเป็นเวลา 2-6 สัปดาห์โดยใช้ระยะเวลาเพียงช่วงสั้นๆ 10-30 วินาที สามารถช่วยพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) และความสามารถด้านแอโรบิก (Aerobic capacity) ได้ การฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบามีหลักการฝึกคือ มีช่วงการออกกำลังกายที่หนักสลับกับเวลาพัก มีระยะเวลาในการทำค่อนข้างสั้นประมาณ 30 วินาที ถึง 5 นาที มีความหนักประมาณ 90-95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดและทำการพักประมาณ 15-120 วินาที โดยจะเป็นการพักแบบ Passive หรือ Active ก็ได้ (Acevedo & Goldfarb, 1989)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Uptake; VO_2max)

7.1 ความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Uptake)

คือปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายต้องใช้ในการออกกำลังกาย โดยที่มักใช้ในการทดสอบสมรรถภาพว่าบุคคลนั้นมีสมรรถภาพทางกายด้านแอโรบิกดีเพียงใด โดยปกติระหว่างที่มีการนั่งนิ่งๆ ร่างกายจะมีการใช้ออกซิเจนประมาณ 200-300 มิลลิลิตร/นาที หรือ 3.5 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที การทดสอบค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้น สามารถทำได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม ปกติแล้วในการฝึกซ้อมนั้นจะใช้ค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดในการกำหนดความหนัก โดยที่บุคคลทั่วไปจะมีการใช้ออกซิเจนเพิ่มเป็น 3 (2-3 ลิตร/นาที) เท่าจากปกติเมื่อออกกำลังกายที่ความหนักระดับเบา และสามารถเพิ่มได้มากถึง 8-12 เท่า ส่วนในนักกีฬาจะมีค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สูงกว่าบุคคลทั่วไปถึง 4-5 ลิตร/นาที โดยที่แต่ละบุคคลจะมีค่า ความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อายุ เพศ พันธุกรรม กิจกรรมต่างๆของร่างกาย การออกกำลังกาย โรคประจำตัว เป็นต้น หากได้รับการฝึกฝนที่เหมาะสมจะสามารถส่งผลให้

ค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดของบุคคลนั้นๆเกิดการเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้นได้ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร & สิทธา พงษ์พิบูลย์, 2554)

ความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

$$VO_2max = (max\ CO) \times (max\ a - vO_2\ difference)$$

กล่าวคือ VO_2max คือ ความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด, max CO คือ ค่าปริมาณเลือดสูงสุดที่หัวใจบีบตัวในระยะเวลา 1 นาทีและ max a – vO_2 difference คือค่าความแตกต่างของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำตามลำดับ

7.2 การวัดค่าสมรรถภาพทางกายสูงสุด

การประเมินค่าสมรรถภาพของหัวใจและหลอดเลือด หรือความสามารถทางแอโรบิก มักจะใช้ค่า VO_2max ด้วยการออกกำลังกายแบบใช้ความสามารถสูงสุด (Maximal exercise test) เพื่อคำนวณหาค่า VO_2max และประเมินความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งสามารถดูได้จากระดับดังที่แสดงในตารางที่ 6 โดยในงานวิจัยนี้จะใช้จักรยานงานในการทดสอบสมรรถภาพทางกายสูงสุด

ตารางที่ 6 เกณฑ์เทียบค่า VO_2max ของชายไทย

Fitness	Age (Year)					
Level	17-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-72
Excellent	≥ 55.5	≥ 51.6	≥ 43.3	≥ 37.4	≥ 33.9	≥ 30.7
Good	50-6-55.4	47.1-51.5	39.4-43.2	34.1-37.3	30.7-33.8	27.9-30.6
Average	40.7-50.5	38.0-47.0	31.5-39.3	27.4-34.0	24.2-30.6	22.2-27.8
Below average	35.8-40.6	33.5-37.9	27.6-31.4	24.1-27.3	21.0-24.1	19.4-22.1
Poor	≤ 35.7	≤ 33.4	≤ 27.5	≤ 24.0	≤ 20.9	≤ 19.3

ที่มา : (Nantakool et al., 2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ

8.1 งานวิจัยในประเทศ

โศธิดา นันตะกูลและคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาผลของเครื่องดื่มทางการกีฬาที่มีต่อสุขภาพทางกายแบบทนทานร่วมกับการเปลี่ยนแปลงตัวแปรของระบบหัวใจและหายใจในชายไทยสุขภาพดี โดยได้คัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยเพศชาย ช่วงอายุ 18-25 ปี จำนวน 14 คนเพื่อเข้าร่วมการศึกษาทั้งหมด 3 ครั้ง และมีระยะห่างกันอย่างน้อย 1 สัปดาห์ โดยแต่ละครั้งจะประกอบด้วยการทดสอบ 3 ช่วงของการทำให้เกิดสารไกลโคเจนในร่างกายลดลงอย่างมาก ช่วงพักฟื้นร่างกาย และช่วงการออกกำลังกายที่ระดับความหนัก 70% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย จากนั้นในช่วง

พักฟื้น 2 ชั่วโมง ผู้เข้าร่วมจะได้รับการสุ่มดื่มเครื่องดื่ม 3 ชนิด ได้แก่ เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต 10%, อิเล็กโทรไลท์ 0.16%, เครื่องดื่มหลอก ตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้แก่ ตัวแปรเกี่ยวกับระบบหัวใจและหายใจรวมไปถึงระยะเวลาการออกกำลังกายจนล้า (TTE) และงานที่ทำได้ ที่ถูกวัดระหว่างการออกกำลังกาย ผลการศึกษาพบว่า ระยะเวลาการออกกำลังกายในผู้ที่ได้รับเครื่องดื่มทางการกีฬากับน้ำเปล่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบอีกว่างานที่ทำได้ในเครื่องดื่มกีฬาและเครื่องดื่มหลอกมีค่าสูงกว่างานที่ทำได้เมื่อได้รับน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยิ่งไปกว่านั้นพบว่าค่าความสามารถของหัวใจในการบีบเลือดออกจากหัวใจ (%EF) ของกลุ่มเครื่องดื่มทางกีฬามีมากกว่ากลุ่มอื่นๆ สรุปผลการศึกษา แม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างทางสถิติระยะเวลาในการออกกำลังกายจนล้าระหว่างเครื่องดื่มนักกีฬาและเครื่องดื่มหลอก กลุ่มเครื่องดื่มนักกีฬามีแนวโน้มในการออกกำลังกายได้นานกว่าเครื่องดื่มหลอก อีกทั้งในกลุ่มเครื่องดื่มกีฬา ปริมาณเลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจได้ดีกว่านั้น อาจจะช่วยส่งเสริมการทำงานของร่างกายขณะออกกำลังกาย (Nantakool et al., 2017)

กรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์ (2546) ได้ทำการศึกษาผลของการได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต และเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลต่อประสิทธิภาพการออกกำลังกายแบบอนากาศนิยมทดสอบโดยวิธีวินเกท และการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดในนักกีฬาฟุตบอล ใช้กลุ่มผู้เข้าร่วมเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายจำนวน 40 คน อายุระหว่าง 17-25 ปี โดยออกกำลังกายจำลองการแข่งฟุตบอลโดยแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลาและหยุดพักระหว่างช่วงเวลา 3 วัน วันแรกทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยวิธี
วินเกทช่วงเวลาที่สองทำการสุ่มเพื่อแบ่งกลุ่มนักกีฬาที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตกับเครื่องดื่มหลอกช่วงพักครึ่ง โดยแต่ละการแข่งขันจะใช้เวลา 90 นาที พักครึ่ง 15 นาที เจาะเลือดเพื่อวัดระดับน้ำตาลในเลือดนาทีที่ 0 45 60 และ 105 แล้วทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยวิธีวินเกท หลังจากเจาะเลือดนาทีที่ 105 ช่วงเวลาที่สามนักกีฬาฟุตบอลจะสลับชนิดเครื่องดื่มที่ได้รับช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันจากช่วงเวลาที่สองและทำการทดสอบเช่นเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่า การทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยวิธีวินเกทค่าสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ค่าความสัมพันธ์ของสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย และค่ากำลังงานที่ได้สูงสุด ในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งมีค่าลดน้อยลงกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าระดับน้ำตาลในเลือดครึ่งแรกของแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มได้รับเครื่องดื่มหลอก และระดับน้ำตาลในช่วงครึ่งหลังของกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตมีค่าลดลงน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสรุปได้ว่าการให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งช่วยให้พลังงานสะสมที่มีอยู่ไม่ถูกใช้ไป ซึ่งแสดงโดยวิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกายโดยวิธีวินเกท (กรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์, 2546)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภัทรพร พันธุ์ทิพย์แพทย์ (2558) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการดื่มเครื่องดื่มที่มีกรดอะมิโนโซ่กิ่งสูง นมวัว หรือเครื่องดื่มเกลือแร่สำหรับนักกีฬา ในปริมาตร 250 มล. ต่อสมรรถภาพการเล่นกีฬาในนักฟุตบอลชายจำนวน 49 คน โดยนักกีฬาจะได้รับเครื่องดื่มหลังสิ้นสุดการซ้อมทุกวันเป็นเวลา 10 วัน และมีช่วงพัก 1 สัปดาห์ก่อนที่จะเปลี่ยนกลุ่ม พบว่าปริมาณไขมันใต้ผิวหนังเพิ่มขึ้นในกลุ่มเครื่องดื่มที่มีกรดอะมิโนโซ่กิ่ง เมื่อเทียบกับกลุ่มนมวัว ในขณะที่กลุ่มเครื่องดื่มเกลือแร่มีปริมาณไขมันใต้ผิวหนังลดลง นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มนมวัวและกลุ่มเครื่องดื่มที่มีกรดอะมิโนมีความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น แต่ลดลงในกลุ่มเครื่องดื่มเกลือแร่ ในการทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อด้วยท่าวิดพื้นพบว่ากลุ่มเครื่องดื่มเกลือแร่และกลุ่มเครื่องดื่มที่มีกรดอะมิโนเพิ่มสูงขึ้น แต่ลดลงในกลุ่มนมวัว นอกจากนั้นเครื่องดื่มที่สามชนิดไม่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อ การทดสอบความเร็วในนักกีฬาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระยะ 5 เมตร 10 เมตร และ 20 เมตร จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มเกลือแร่และนมวัวลดลง หรับการประเมินอาการบาดเจ็บพบว่าลดลงในกลุ่มนมวัวเมื่อเปรียบเทียบแบบก่อนและหลัง และไม่พบความแตกต่างของเครื่องดื่มกีฬาและเครื่องดื่มที่มีกรดอะมิโนโซ่กิ่งสูง สรุปได้ว่าเครื่องดื่มทั้งสามชนิดมีผลต่อสมรรถภาพการเล่นกีฬาในนักฟุตบอลที่แตกต่างกันทั้งในด้านที่เพิ่มสมรรถภาพและลดสมรรถภาพการเล่นกีฬา (Panpitpate, 2015)

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Bonnetti et al. (2010) ได้ทำการศึกษาผลของเครื่องดื่มไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกที่ส่งผลต่อความทนทานและสรีรวิทยา โดยใช้ผู้เข้าร่วม 16 คน มาทำการปั่นจักรยานและทำการดื่มเครื่องที่แตกต่างกัน 4 ชนิด ที่ปริมาณ 250 มิลลิลิตร ทุกๆ 15 นาที ระหว่างการออกกำลังกาย 2 ชั่วโมง ปรากฏว่าค่า Peak power ของเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรตและอิเล็กโทรไลท์มีค่าสูงกว่าน้ำเปล่าและเครื่องดื่มชนิดอื่นๆ และยังมีค่าความเข้มข้นของปัสสาวะต่ำแต่ปริมาณมาก จึงสรุปได้ว่าเครื่องชนิดไฮโปโทนิกจะมุ่งเป้าไปที่การดูดซึมและส่งผลต่อการออกกำลังกายที่ต้องการความทนทาน

Hornsby (2011) ได้ทำการทดลองในผู้เข้าร่วมเพศชายจำนวน 15 คน มาทำการออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานระยะทาง 8 กิโลเมตรและทำการให้สารน้ำ 3 ชนิดได้แก่ เครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรต 8%, 5% และเครื่องดื่มหลอกตามลำดับที่อุณหภูมิห้อง 18-22 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างเครื่องทั้งสามชนิดของเวลาในการใช้ปั่นจักรยาน รวมถึงอัตราการเต้นของหัวใจ, รอบการปั่น, RPE, น้ำหนักตัว, และความดัน จึงสรุปได้ว่าสมรรถภาพการออกกำลังกายที่ความหนักสูงสุดด้วยจักรยานเป็นเวลา 10 นาที (ระยะทาง 8 กิโลเมตร) ไม่ได้ถูกเพิ่มหรือจำกัดด้วยสารน้ำหรือสารให้พลังงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Suzuki et al. (2013) ได้ทำการศึกษาผลของคาร์โบไฮเดรต 2 ชนิดที่อยู่ในเครื่องดื่มที่ส่งผลต่อการปั่นจักรยาน โดยใช้ผู้เข้าร่วมเพศชาย 6 คน มาทำการปั่นจักรยานที่ความหนัก 60% ของค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่เวลา 90 นาทีในสภาวะที่อุณหภูมิร้อน โดยในระหว่างนั้นผู้เข้าร่วมจะดได้รับเครื่องชนิดไอโซโทนิก ไฮโปโทนิก และน้ำเปล่า ปรากฏว่าหากได้รับน้ำเปล่าน้ำหนักตัวจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับเครื่องดื่มไฮโปโทนิก ระดับน้ำตาลในเลือดของเครื่องดื่มทั้งสองชนิดเมื่อจบการทดสอบมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำเปล่า สรุปได้ว่าเครื่องดื่มไฮโปโทนิกมีความน่าสนใจในการแนะนำให้นักกีฬาดื่มระหว่างการออกกำลังกายซึ่งจะช่วยในเรื่องของน้ำในร่างกายที่สูญเสียไปและลดอาการอักเสบที่เกิดจากการออกกำลังกาย

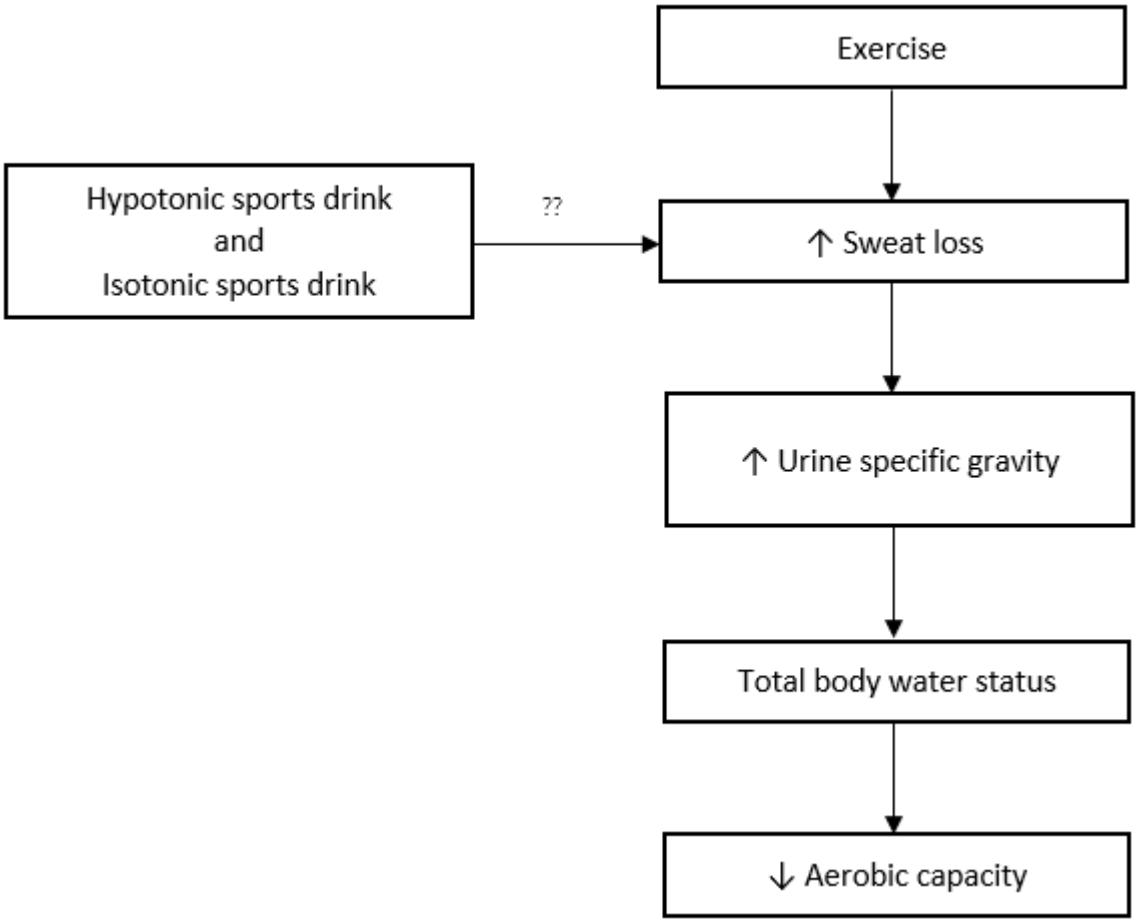
Peltier et al. (2013)ได้ทำการศึกษาผลของเครื่องดื่มกีฬาที่ส่งผลต่อความทนทานก่อนแข่ง ระหว่างแข่ง และการฟื้นตัวในนักกีฬาเทนนิสในขณะแข่งขัน โดยใช้นักเทนนิสเพศชายจำนวน 8 คน มาจำลองการแข่งขันเทนนิสจากนั้นนักกีฬาจะได้รับเครื่องดื่มกีฬา หรือยาหลอกอย่างใดอย่างหนึ่ง ก่อนแข่ง ระหว่างแข่ง และหลังแข่งขันเสร็จ โดยจะทำการควบคุมปริมาณสารอาหารและปริมาณน้ำที่ได้รับ ปรากฏว่าเครื่องดื่มกีฬาสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับสูงกว่ายาหลอกในระหว่างเกมที่ 2 และ 3 อีกทั้งอัตราการเต้นของหัวใจยังสูงกว่าแต่ค่า RPE ระหว่างแข่งนั้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่าการดื่มเครื่องดื่มกีฬานั้นแม้จะมีอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงแต่สามารถช่วยลดค่า RPE ในระหว่างแข่งหรือช่วยให้การรับรู้ความรู้สึกเหนื่อยนั้นลดลง (Peltier et al., 2013)

McCartney et al. (2019) ได้ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างการดื่มน้ำเปล่าและเครื่องดื่มกีฬาร่วมกับการทานอาหารในช่วงหลังออกกำลังกาย 4 ชั่วโมง ในการฟื้นตัวการชดเชยน้ำ สารอาหาร ความทนทานของการปั่นจักรยานหลังจากนั้น โดยใช้ผู้เข้าร่วมวิจัย 16 คน แบ่งเป็นเพศชาย 8 คน เพศหญิง 8 คน มาทำการปั่นจักรยาน ในช่วง 1 ชั่วโมงระหว่างการปั่นผู้เข้าร่วมจะได้รับน้ำเปล่าหรือเครื่องดื่มกีฬา พร้อมกับอาหารในช่วง 195 นาทีของช่วงการฟื้นตัวทั้งหมด 4 ชั่วโมง พบว่าเครื่องดื่มกีฬาสามารถเพิ่มพลังงานหลังการออกกำลังกายได้ แต่ไม่ช่วยในเรื่องความทนทานหลังการออกกำลังกาย จึงสรุปได้ว่าการให้เครื่องดื่มระหว่างการฟื้นฟูควบพิจารณาจากปัจจัยช่วงเวลาหลังออกกำลังกาย เช่น อาหาร ในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกาย (McCartney et al., 2019)

กรอบแนวคิดการวิจัย

การออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานร่างกายจะเกิดการตอบสนองทางสรีรวิทยาเพื่อปรับสมดุลการทำงาน เช่น การขับเหงื่อเพื่อระบายความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายจากกระบวนการเมตาบอลิซึมเพื่อให้เซลล์และอวัยวะต่างๆ ยังสามารถทำงานได้ตามปกติ เมื่อร่างกายเกิดการเสียเหงื่อเพิ่มมากขึ้นจะเกิดสภาวะขาดน้ำ (Dehydration) ซึ่งดูได้จากความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของของพลาสมา (Plasma osmolality) และ ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (Urine specific gravity) ส่งผลให้การ

ทำงานของระบบหัวใจและหายใจลดลง จึงทำให้ความสามารถทางแอโรบิกนั้นแย่ลงตามไปด้วย ผู้วิจัยจึงออกแบบงานวิจัยโดยให้กลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบการออกกำลังกายพร้อมทั้งดื่มเครื่องดื่มกีฬาอย่างใดอย่างหนึ่งจากทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่เครื่องดื่มไฮโปโทนิก เครื่องดื่มไอโซโทนิก และเครื่องดื่มหลอก เพื่อศึกษาว่าเครื่องดื่มกีฬาชนิดไฮโปโทนิกและเครื่องดื่มไอโซโทนิก จะส่งผลต่อต่อการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพทางกายด้านความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายในระหว่างการออกกำลังกายอย่างไร



รูปที่ 3 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของเครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำโดยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการประชุมครั้งที่ 009/2564 วันที่ 14 มกราคม 2564 เลขที่โครงการวิจัย 191.2/63 (ภาคผนวก ฎ) โดยมีระเบียบวิจัย ดังนี้

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ออกกำลังกายเป็นประจำเพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 17 คน โดยคำนวณกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) โดยอ้างอิงจากงานวิจัยก่อนหน้า (Nantakool et al., 2017) โดยค่าที่นำมาใช้คำนวณได้แก่ค่าชีพจร (Heart Rate; HR) โดยใช้สถิติ ANOVA Repeated Measures, within factors โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 กำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ 80% (1-β = 0.8) และค่าขนาดอิทธิพล (effect size) เท่ากับ 0.45 ซึ่งได้จากงานวิจัยของ Nantakool ได้กลุ่มตัวอย่าง 9 คน โดยมีเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีก 20% เพื่อป้องกันการสูญหาย (Dropout) รวมทั้งสิ้น 17 คน (ภาคผนวก ก)

<u>เกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria)</u>

1. เพศชายอายุระหว่าง 18-25 ปี
2. มีสุขภาพดีไม่มีข้อห้ามในการออกกำลังกาย
3. ไม่มีการบาดเจ็บ การเจ็บป่วย และการผ่าตัดในช่วง 3 เดือนก่อนการทดลอง
4. ไม่เป็นโรคร้ายแรงทางระบบหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด
5. ไม่ได้รับยาหรือทานอาหารเสริมที่มีผลต่อระบบหัวใจและหายใจ (Cardiorespiratory system), ระบบการเผาผลาญ (Metabolic system)
6. ออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลาอย่างน้อยวันละ 30 นาที ต่อเนื่องกันอย่างน้อย 3 เดือนก่อนเข้าร่วมการวิจัย
7. ไม่มีการดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ คาเฟอีนหรือสารกระตุ้นอื่นๆ ก่อนเข้าร่วมการทดลองเป็นเวลาอย่างน้อย 3 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยสาเหตุที่เลือกเพศชายในงานวิจัยเนื่องจากว่าเพศหญิงจะมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในร่างกายและฮอร์โมนในร่างกายในช่วงที่มีประจำเดือนแตกต่างไปจากปกติ (Tomazo-Ravnik & Jakopič, 2006) จึงเป็นการยากที่จะทำการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนหรือรอให้ผ่านระยะช่วงที่มีประจำเดือนไปก่อนเนื่องจากงานวิจัยต้องทำการทดสอบติดต่อกันทุกสัปดาห์

<u>เกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย (Exclusion criteria)</u>

1. มีภาวะแทรกซ้อนของโรคหัวใจ หลอดเลือด หรือโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ

2. มีอุบัติเหตุ ภาวะแทรกซ้อนโรคเกี่ยวกับกระดูกและข้อในช่วงระยะเวลาการทดลอง

3. มีการดื่มเครื่องดื่มชูกำลัง แอลกอฮอล์หรืออาหารเสริมที่ส่งผลต่อระบบหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิตก่อนที่จะเข้ารับการทดสอบอย่างน้อย 3 วัน

4. ไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้ตลอดจนครบทั้ง 3 ครั้ง

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2. ออกแบบโปรแกรมออกกำลังกายและความหนักที่ใช้ในการทดสอบ

3. ทำการศึกษานำร่องก่อนการวิจัยด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบ HIIT และ Maximal exercise test และทำการทดสอบเครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรต่างๆ กับกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในงานวิจัย

4. ดำเนินการหากลุ่มตัวอย่างจากการประชาสัมพันธ์ผ่านทางโซเชียลมีเดีย ได้แก่ เฟสบุ๊ค ไลน์ โดยผู้ที่สนใจสามารถติดต่อเพื่อขอเข้าร่วมงานวิจัยได้ตามเบอร์โทรศัพท์ของผู้วิจัยที่ระบุในเอกสารประชาสัมพันธ์ (ภาคผนวก ฏ) จากนั้นนัดวันเวลาเพื่อคัดกรองกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์การคัดเข้าโดยผู้วิจัยทำหน้าที่ประสานงานกับผู้เข้าร่วมการวิจัยรวมทั้งการแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบรายละเอียดขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติตัวในการทดสอบและการเก็บข้อมูล และลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างกรอกข้อมูลในแบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไปและทำแบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire Plus 2019; PAR-Q plus 2019) (ภาคผนวก ซ) และแบบสอบถามระดับกิจกรรมทางกาย (Global Physical Activity Questionnaire; GPAQ) (ภาคผนวก ญ) ทั้งนี้ผู้วิจัยจะชี้แจงคำแนะนำในการเตรียมตัวก่อนเข้ารับการทดสอบ ได้แก่ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยควรมีการนอนพักผ่อนก่อนมาทำการทดสอบอย่างน้อย 6-8 ชั่วโมง ควรทานอาหารมาก่อนการทดสอบไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง งดเครื่องดื่มกาเฟอีนและแอลกอฮอล์ โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องทำการบันทึกรายการอาหารที่ทานใน 3 วัน เพื่อให้ผู้วิจัยเห็นว่าจะไม่มีอาหารเสริมหรือยาชนิดใดๆที่จะไปส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายให้ผลการวิจัยคลาดเคลื่อน รวมทั้งการแต่งกายสวมเสื้อผ้า รองเท้า สำหรับออกกำลังกายที่เหมาะสมและเคลื่อนไหว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ได้สะดวก โดยจะทำการเก็บข้อมูลโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ณ ห้องปฏิบัติการทาง สรีรวิทยาการออกกำลังกาย ชั้น 10 อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลโดยผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัย 2 คน ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดสอบและอบรมวิธีการทดสอบค่าตัวแปรต่างๆ อีกครั้ง รวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจนเพื่อให้การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกัน ทั้งนี้การทดสอบทั้งหมดอยู่ภายใต้การดูแลของ อาจารย์ ดร.คุณัญญา มาสดใส อาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ก่อนหน้าที่จะเริ่มการทดสอบเครื่องดื่ม 1 สัปดาห์ จะมีการทดสอบค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับการทดสอบการออกกำลังกายและเครื่องดื่มแต่ละชนิด และเพื่อเป็นการคัดกรองว่าผู้เข้าร่วมวิจัยมีระดับความสามารถทางแอโรบิกที่ใกล้เคียงกัน วัดโดยการใช้จักรยานด้วยวิธีการวัดด้วย YMCA Cycle Ergometer test มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที หรือ ลิตร/นาที ที่อุณหภูมิห้อง 20-22 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 60% โดยอ้างอิงจากงานวิจัยก่อนหน้าของ Nantakool จากนั้นนำค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดมาเปรียบเทียบให้อยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกันโดยแบ่งตามอายุ 17-19 ปี มีค่าระหว่าง 40-7-50.5 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที และ อายุ 20-25 ปี มีค่าระหว่าง 38.0-47.0 มิลลิลิตรกิโลกรัม/นาที โดยมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

1. อบอุ่น และยืดเหยียดร่างกายของผู้เข้าร่วมก่อนจะขึ้นจักรยาน

2. ปรับระดับความสูงของจักรยานให้เหมาะสมกับสรีรของผู้เข้าร่วม

3. ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง สวมอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจใส่หน้ากากวัดแก๊ส และเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์แก๊ส

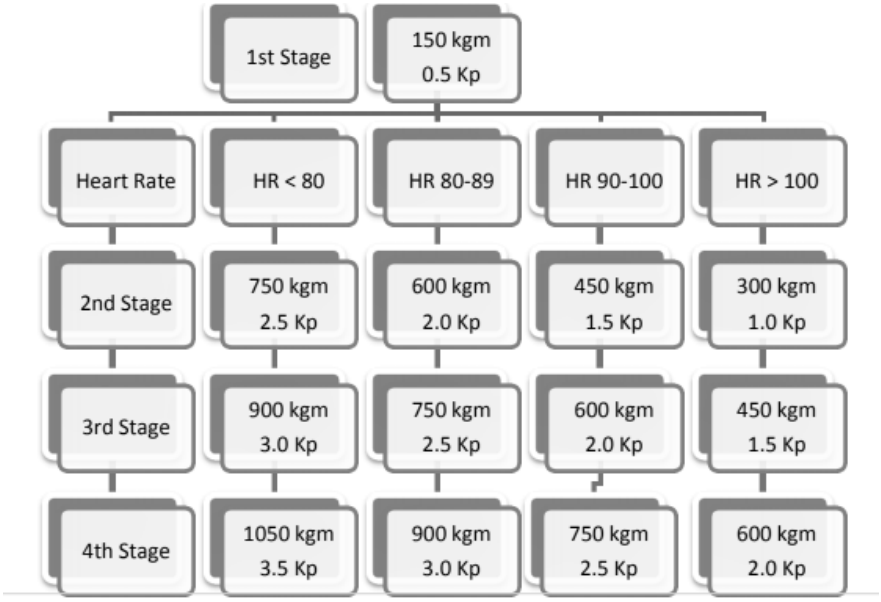
4. วัดความดัน อัตราการเต้นของหัวใจ และระดับความเหนื่อย (Rating of Perceived Exertion ;RPE)

5. คำนวณหาค่าอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HRmax) ของผู้เข้าร่วม โดยใช้สูตร 220-อายุ (Benson & Connolly, 2019)

6. ให้ผู้เข้าร่วมเริ่มปั่นจักรยานที่ความเร็ว 50 RPM ความหนัก 0.5 กิโลกรัม เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นให้บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจใน 30 วินาทีสุดท้าย

7. เมื่อได้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจใน stage 1 แล้วให้นำค่าที่ได้ไปเทียบกับตารางเพื่อหา protocol ที่เหมาะสม ดังรูปที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4 ตารางเทียบการเลือกใช้ความหนักในการทดสอบ VO_2max

ที่มา : https://reclique-core-lacrosse.s3.amazonaws.com/wp-content/previously_uploaded/numbered/2813/7510/8072/YMCA_Cycle_Ergometer.pdf

8. ทำการวัดใน stage ที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ โดยแต่ละขั้นจะใช้เวลาขั้นตอนละ 3 นาที และทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจก่อนหมดเวลา 30 วินาที ในทุกๆ ขั้น

9. เมื่อได้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจครบทั้ง 4 ขั้นแล้วให้นำมาเทียบกราฟและคำนวณออกมาเป็นค่า VO_2max โดยใช้การเทียบกับตาราง ดังตารางที่ 6 โดยผู้วิจัยจะเลือกใช้เกณฑ์ในช่วงอายุ 17-19 ปี เนื่องจากผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่มีอายุไม่เกิน 21 ปี

เมื่อทำแบบสอบถามด้านสุขภาพเบื้องต้น และทดสอบสมรรถภาพทางกายตามเกณฑ์การคัดเข้าแล้วผู้วิจัยจะแจ้งผลการทดสอบและนัดหมายให้ผู้เข้าร่วมมาทำการเก็บผลวิจัยในสัปดาห์ต่อไป

หลังจากนั้นเป็นเวลา 1 สัปดาห์ผู้เข้าร่วมจะได้เข้ารับการทดสอบออกกำลังกายพร้อมทั้งดื่มเครื่องดื่มกีฬาอย่างใดอย่างหนึ่งจากทั้งหมด 3 ชนิดโดยไม่ทราบชนิดของเครื่องดื่มที่ได้รับซึ่งจะทำการสุ่มโดยระบบคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะทำการออกกำลังกายในรูปแบบ HIIT และมีการปิดบังมิให้ผู้วิจัยและทีมงานผู้ช่วยทราบเช่นกัน (Randomized cross-over double-blind design) โดยเว้นระยะห่างระหว่างการทดสอบเครื่องดื่มแต่ละชนิดเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

เครื่องดื่มมี 3 ชนิดได้แก่

1. เครื่องดื่มกีฬาชนิดไฮโปโทนิก (Hypotonic drink)
2. เครื่องดื่มกีฬาชนิดไอโซโทนิก (Isotonic drink)

3. เครื่องดื่มหลอก (Placebo)

เครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด จะมีลักษณะของสี กลิ่น และรสชาติเหมือนกัน ซึ่งเครื่องดื่มหลอกคือน้ำเปล่าที่มีการแต่งสีกลิ่น รสชาติโดยไม่ผสมเกลือแร่ อีกทั้งเครื่องดื่มทั้งหมดจะได้รับการผลิตภายใต้มาตรฐานสากลจากโรงงานและผ่านการรับรองจากคณะกรรมการอาหารและยาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และจะทำการวัดค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่

1. ตัวแปรด้านสรีรวิทยาและข้อมูลพื้นฐาน

- องค์ประกอบร่างกาย (Body composition) ด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย (Bioelectrical Impedance Analysis; BIA) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยถอดรองเท้าและถุงเท้าก่อน ที่จะทำการชั่งน้ำหนัก ยืนตัวตรงและแขนแนบลำตัว หน้ามองตรงใช้เวลาประมาณ 5 นาที โดยจะทำการวัดทั้งหมด 4 ครั้งได้แก่ ก่อนการออกกำลังกายที่ 1, หลังการออกกำลังกายที่ 1 ทันที, ก่อนเริ่มการออกกำลังกายที่ 2 และ หลังการออกกำลังกายที่ 2 ทันที

- ชีพจร (Heart rate) และความดันโลหิต (Blood pressure) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งพัก 5 นาที และวัดในท่านั่งโดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอลขณะพัก โดยจะทำการวัดทั้งหมด 4 ครั้ง ได้แก่ ก่อนการออกกำลังกายที่ 1, หลังการออกกำลังกายที่ 1 ทันที, ก่อนเริ่มการออกกำลังกายที่ 2 และ หลังการออกกำลังกายที่ 2 ทันที

- ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (Urine specific gravity) โดยใช้เครื่องวัดค่าความถ่วงจำเพาะในปัสสาวะ (Urine specific gravity refractometer) โดยจะทำการวัดทั้งหมด 4 ครั้ง ได้แก่ ก่อนการออกกำลังกายที่ 1, หลังการออกกำลังกายที่ 1 ทันที, ก่อนเริ่มการออกกำลังกายที่ 2 และ หลังการออกกำลังกายที่ 2 ทันที

2. ตัวแปรด้านการหายใจ และใช้พลังงาน โดยใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas analyzer; Vmax) โดยทำการวัดระหว่างการออกกำลังกายที่ 1 และ 2 ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- อัตราการใช้ก๊าซออกซิเจน (Oxygen consumption; VO2)
- อัตราการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide production; VCO2)
- อัตราส่วน Respiratory Exchange Ratio (RER)
- ปริมาตรอากาศหายใจต่อครั้ง (Tidal volume; VT)
- ปริมาตรอากาศหายใจต่อนาที (Minute ventilation; VE)
- อัตราการหายใจใน 1 นาที (Respiratory rate; RR)

3. ตัวแปรด้านการทำงานของหัวใจ โดยใช้เครื่องวัดค่าการทำงานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด (Physioflow) โดยทำการวัดระหว่างการออกกำลังกายที่ 1 และ 2 ได้แก่

- ชีพจรขณะพัก (Resting heart rate; RHR)

- ปริมาณเลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจต่อครั้ง (Stroke volume; SV)
- ปริมาณเลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจต่อนาที (Cardiac output; CO)
- ความต้านทานการไหลเวียนเลือด (Systemic Vascular Resistance; SVR)

4. ตัวแปรด้านสมรรถภาพความทนทาน โดยใช้จักยานวัดงาน ได้แก่

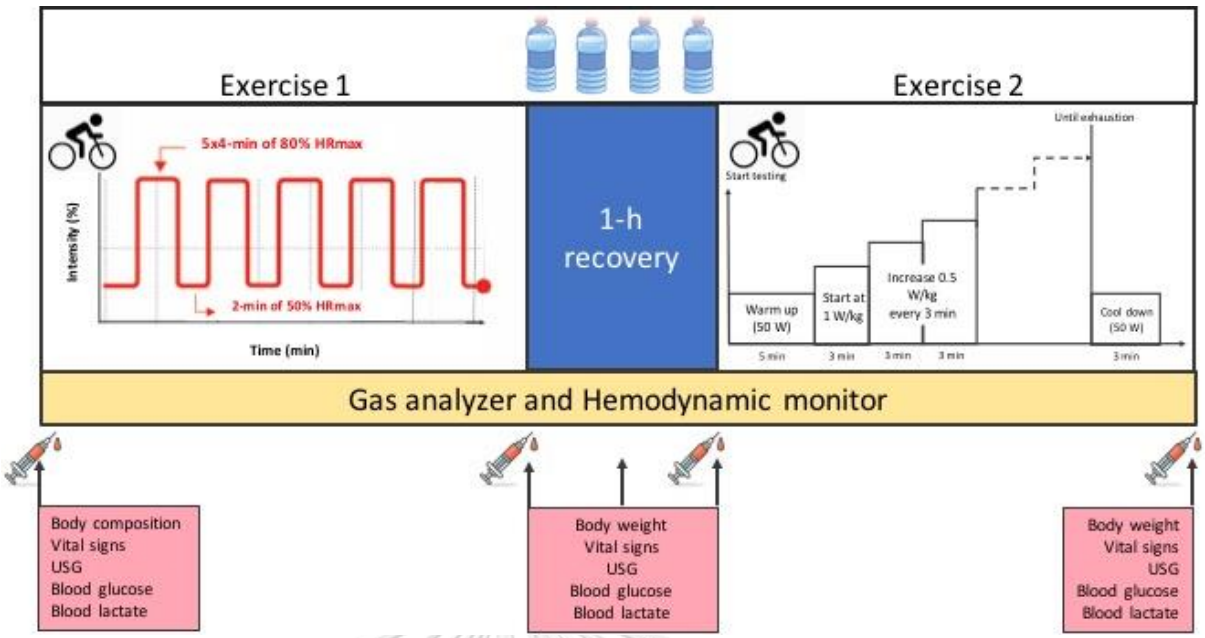
- ระยะเวลาการล้า (Time to exhaustion; TTE)
- ระดับความหนักสูงสุดของการออกกำลังกายขณะล้า (Maximum Workload at exhaustion)
- ระดับชีพจรขณะล้า (Heart rate at exhaustion)

5. ตัวแปรกลุ่มชีวเคมีในเลือด โดยเจาะเลือดปริมาณ 5 มิลลิลิตรและตรวจวิเคราะห์โดยนักเทคนิคการแพทย์จากคณะสหเวชศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ระดับน้ำตาลในเลือด (Blood sugar)
- ระดับสารแลคเตทในเลือด (Blood lactate)
- ระดับเกลือแร่ของเลือด (Blood electrolyte)
- ค่าความเข้มข้นของเลือด (Plasma osmolality)

6. ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะใช้เวลาในการทดสอบตั้งแต่เริ่มออกกำลังกายจนสิ้นสุดการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมงต่อครั้ง จำนวนทั้งสิ้น 4 ครั้ง (การทดสอบการใช้ออกซิเจนสูงสุด , เครื่องดื่มไฮโปโทนิก, เครื่องดื่มไอโซโทนิก และเครื่องดื่มหลอก) ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ใช้สถานที่ ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ชั้น 10 อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ในวันจันทร์ - ศุกร์ เวลา 09.00 - 18.00 น. โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 2 คนช่วยดำเนินการทดสอบในห้องควบคุมอุณหภูมิ 20-22 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 60% โดยมีโปรแกรมการออกกำลังกายในระหว่างการทดสอบเครื่องดื่มดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบ High intensity interval training และ Maximal exercise test

ในการทดลองแต่ละครั้งผู้วิจัยจะทำการสุ่มเครื่องดื่มที่ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับ 1 ชนิด จากทั้งหมด 3 ชนิดก่อนที่จะทำการเริ่มการออกกำลังกายที่ 1 (Exercise1) จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (High intensity interval training; HIIT) ด้วยการปั่นจักรยาน จากนั้นจึงจะให้พักทำการฟื้นตัว (Recovery) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยระหว่างที่พักจะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยดื่มเครื่องดื่มกีฬาอย่างใดอย่างหนึ่งจากทั้ง 3 ชนิดที่ทำการสุ่มก่อนเริ่มออกกำลังกายในปริมาณ 150% ของปริมาณน้ำที่เสียไปจากการออกกำลังกายโดยหาจากการเปรียบเทียบน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัยก่อนและหลังการออกกำลังกายที่ 1 โดยดื่มให้หมดภายในระยะเวลาการพัก 1 ชั่วโมง หลังจากที่ทำการพักครบ 1 ชั่วโมง ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องกลับมาออกกำลังกายแบบเพิ่มความหนักจนถึงระดับล้าจนไม่สามารถออกกำลังกายต่อไปได้ (Exercise 2) โดยที่ผู้วิจัยจะทำการสุ่มหาลำดับของเครื่องดื่มด้วยระบบคอมพิวเตอร์และมีการปิดบังมิให้ผู้เข้าร่วมวิจัยและผู้ดำเนินการวิจัยทราบชนิดของเครื่องดื่มที่ทดสอบในแต่ละครั้ง โดยมีระยะเวลาการทดสอบแต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์เพื่อป้องกันผลที่เกิดจากการทดสอบครั้งก่อนและเพื่อความปลอดภัยจะมีการตรวจสภาพร่างกายทุกครั้งเพื่อหลีกเลี่ยงโอกาสในการเกิดอาการบาดเจ็บ

การออกกำลังกายที่ 1 (Exercise 1) เป็นการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (High intensity interval training; HIIT) ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. อบอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั่วร่างกาย จากนั้นทำการปั่นจักรยานที่สภาวะไร้ความหนัก (Free load) จากนั้นจึงค่อยๆเพิ่มความหนักขึ้นไปเรื่อยๆจนอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 65-75 % เป็นเวลา 10 นาที

2. เพิ่มความหนักของการปั่นจักรยานขึ้นโดยให้ผู้เข้าร่วมรักษารอบของการปั่นอยู่ที่ 60-70 รอบต่อนาทีจนกระทั่งหัวใจเต้นถึง 85% ของชีพจรสูงสุด (Maximal heart rate; HRmax) และปั่นต่อจนครบ 4 นาที

3. ลดความหนักของการปั่นจักรยานลงจนกระทั่งหัวใจเต้นที่ 50% HRmax แต่ยังคงรักษารอบของการปั่นอยู่ที่ 60-70 รอบต่อนาที ปั่นจนครบ 2 นาที

4. ทำซ้ำในข้อ 2 และ 3 อีกทั้งหมด 4 รอบ

5. คลายอุ่นโดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยปั่นจักรยานที่สภาวะไร้ความหนัก (Free load) เป็นเวลา 10 นาที

โดยการออกกำลังกายที่ 1 นี้มีเป้าหมายเพื่อให้ร่างกายมีการสูญเสียน้ำในระหว่างการออกกำลังกาย

ช่วงพัก (Recovery phase)

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับอนุญาตให้พักการออกกำลังกายเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ภายในห้องควบคุมอุณหภูมิ 20-22 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ น้อยกว่า 60%

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับเครื่องดื่ม 1 จากทั้งหมด 3 ชนิด ที่ได้ทำการสุ่มตั้งแต่ก่อนเริ่มการออกกำลังกายที่ 1 โดยคำนวณปริมาณด้วย 1.5 เท่าของน้ำหนักตัวที่หายไป เช่น ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการชั่งน้ำหนักก่อนเริ่มออกกำลังกายที่ 1 ได้ 70 กิโลกรัม เมื่อออกกำลังกายที่ 1 แล้วน้ำหนักลดลงเหลือ 69.5 กิโลกรัม ผู้เข้าร่วมจะได้รับเครื่องดื่มปริมาณ 0.5 กิโลกรัม * 1.5 มิลลิลิตร ได้เท่ากับ 0.75 ลิตร และจะต้องดื่มให้หมดภายในเวลาพัก 1 ชั่วโมง โดยที่เครื่องดื่มแต่ละชนิดจะมีส่วนผสมต่างๆ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบของเครื่องดื่มแต่ละชนิด

Hypotonic drink (%)		Isotonic drink (%)		**เครื่องดื่มหลอก**
น้ำ	98.5983	น้ำ	88	เป็นน้ำเปล่าที่แต่งสีและกลิ่นให้เหมือนเครื่องดื่มกีฬาทั้ง 2 ชนิด
โซเดียมซิเตรท	0.7597	คาร์โบไฮเดรต	5	
กรดซิตริก	0.2	โซเดียม	5	
กลิ่นส้ม	0.14	โพแทสเซียม	1	
แอล-คาร์นีทีน	0.085	น้ำผลไม้ซิตรัส	1	
แมกนิเซียมซิเตรท	0.0606	โซเดียมซิเตรท	0.1	
ถั่วขาวสกัด	0.058	โพแทสเซียมคลอไรด์	0.035	

โพแทสเซียมซิเตรท	0.0395	แคลเซียมแลคเตท	0.02	
วิตามิน ซี	0.026	แมกนีเซียมคาร์บอเนท	0.005	
แคลเซียมแลคเตรท	0.0249	พลังงาน (แคลอรี่)	120	
สารให้ความหวาน	0.008			
พลังงาน (แคลอรี่)	0			

การออกกำลังกายที่ 2 (Exercise 2) การทดสอบการออกกำลังกายที่ระดับล้า (Maximal exercise test) ที่อุณหภูมิห้อง 20 องศาเซลเซียส ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

1. อบอุ่นร่างกายด้วยการปั่นจักรยานที่ 50 วัตต์นาน 5 นาที

2. เพิ่มความหนักของจักรยานในอัตรา 1 วัตต์ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ปั่นนาน 3 นาทีโดยรักษารอบการปั่นที่ 60 รอบต่อนาที

3. เพิ่มความหนักของจักรยานในอัตรา 0.5 วัตต์ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ทุกๆ 3 นาทีและรักษารอบ การปั่นที่ 60 รอบต่อนาทีจนกระทั่งผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถปั่นต่อไปได้หรือมีเกณฑ์ข้อหนึ่งข้อใดตามเกณฑ์การยุติการออกกำลังกายที่ระดับล้า (Exercise exhaustion criteria)

4. คลายอุ่นโดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยปั่นจักรยานที่สภาวะไร้ความหนัก (Free load) นาน 5 นาที

ในการออกกำลังกายที่ 2 มีเป้าหมายเพื่อวัดผลและเปรียบเทียบผลของเครื่องดื่มกีฬาชนิดต่างๆที่ส่งผลต่อตัวแปรตามต่างๆที่ระบุไว้ใน ขอบเขตเนื้อด้านเนื้อหาในหน้าที่ 4

เกณฑ์ในการยุติการออกกำลังกายที่ระดับล้า (Exercise exhaustion criteria)

ผู้เข้าร่วมการทดลองสามารถยุติการออกกำลังกายเมื่อมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ผู้เข้าร่วมประสงค์ที่จะยุติการทดลองเอง

2. ค่าการใช้ออกซิเจน (VO_2) คงที่ (เปลี่ยนแปลง <150 ml/min) แม้จะมีการเพิ่มความหนักของการออกกำลังกาย

3. ค่า Respiratory Exchange Ratio (RER) มากกว่า 1.15

4. ค่าสารแลคเตทในเลือดมากกว่า 8 mmol/L

5. ค่า Rate Perceived Exertion (RPE) มากกว่า 17 (6-20 Borg's RPE scale)

เกณฑ์การยุติการออกกำลังกายเพื่อความปลอดภัย (Safety termination criteria)

ผู้วิจัยจะให้ผู้เข้าร่วมการทดลองยุติการออกกำลังกายทันทีเมื่อมีลักษณะเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ผู้เข้าร่วมประสงค์ที่จะยุติการทดลองเอง

2. มีอาการเจ็บแน่นหน้าอก หน้าซีด หน้ามืด หรือหายใจสั้น ถี่ มีเสียงวี๊ด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. อัตราการเต้นของชีพจร (Heart rate; HR) เกินกว่า 220 ครั้งต่อนาที

4. ความดันโลหิตขณะบีบตัว (Systolic blood pressure; SBP) > 260 มิลลิเมตรปรอท และ/หรือ ความดันโลหิตขณะคลายตัว (Diastolic blood pressure; DBP) > 115 มิลลิเมตรปรอท

5. มีการลดลงของความดันโลหิตขณะบีบตัว > 10 มิลลิเมตรปรอท แม้จะมีการเพิ่มความหนักของการออกกำลังกาย

6. เป็นตะคริวระหว่างทำการทดสอบ

โดยหากผู้เข้าร่วมวิจัยยุติการทดลองโดยเกณฑ์นี้ผู้วิจัยและทีมผู้ช่วยจะเข้าช่วยเหลือทันทีตามหลักการปฐม พยาบาลเบื้องต้น (CPR-basic life support) และผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องยุติการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ทันทีเนื่องจากอาการข้างต้นเป็นสิ่งที่แสดงถึงความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายในระหว่างการออกกำลังกาย เช่น ภาวะหัวใจขาดเลือดหรือภาวะการบาดเจ็บจากการเกิดตะคริวเป็นต้น อีกทั้งผู้เข้าร่วมการวิจัยจะไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้ครบทุกครั้ง

มาตรการการป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ในระหว่างทำการวิจัย

ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนจะทำการเก็บผลการทดลองต้องปฏิบัติตามมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และผู้เข้าร่วมวิจัย ต้องคัดกรองประวัติความเสี่ยง ตรวจวัดอุณหภูมิ (อุณหภูมิไม่เกิน 37.5 องศา) และล้างมือด้วยเจลแอลกอฮอล์ก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ

2. ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และผู้เข้าร่วมวิจัยต้องรับกวนตรวจ ATK เพื่อดูว่ามีการติดไวรัสโควิก-19 หรือไม่ก่อนที่จะเข้าห้องปฏิบัติการทุกครั้ง

2. หากผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย หรือผู้เข้าร่วมวิจัย มีผลตรวจ ATK เป็นบวก มีอุณหภูมิสูงกว่า 37.5 องศาเซลเซียส หรือมีอาการที่ไม่ปกติ เช่น ไอ จาม มีน้ำมูก มีเสมหะ เจ็บคอ ปวดเมื่อยตามตัว หรือหายใจลำบากให้ปฏิเสธการเข้าห้องปฏิบัติการ โดยแนะนำให้พบแพทย์เพื่อตรวจหาโรคจากอาการที่สุ่มเสี่ยงพร้อมเฝ้าระวังตามมาตรการที่ราชการกำหนด

3. ผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัยต้องสวมอุปกรณ์ป้องกัน ได้แก่ หน้ากากอนามัย (Masks) แผ่นบังหน้า (Face shields) ถุงมือยาง (Gloves) หรือชุด PPE หรือเทียบเท่าตามความเหมาะสม

4. ผู้วิจัยต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ (Clean and disinfect) อุปกรณ์และบริเวณที่ทำการทดลองด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อหลังเก็บข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคนแล้วเสร็จ

5. จดบันทึกรายชื่อและเบอร์โทรศัพท์ของผู้ช่วยวิจัยและผู้เข้าร่วมวิจัยตามเวลาที่เข้าปฏิบัติการและลงลายมือเป็นลายลักษณ์อักษรไว้เป็นหลักฐานทุกคน

6. อนุญาตให้มีจำนวนคนในห้องปฏิบัติการไม่เกิน 5 คน ในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง (นับรวมผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และผู้เข้าร่วมวิจัย)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

7. ไม่อนุญาตให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องกับการเก็บข้อมูลเข้ามาในห้องปฏิบัติการ หากมีให้จัดสถานที่พักให้เหมาะสม โดยเว้นระยะห่างเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อ

8. ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน ให้นิสิตรายงานอาจารย์ที่ปรึกษาและแจ้งหัวหน้าส่วนงานรองคณบดีกำกับดูแลงานบริการวิชาการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไป (ภาคผนวก ข)

2. เครื่องมือวัดตัวแปรด้านสรีรวิทยาทั่วไป ประกอบไปด้วย (ภาคผนวก ง)

-เครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย ยี่ห้อจาวอน รุ่นไอโอไอ 353 (Jawon medical, ioi 353, Korea)

-เครื่องวัดชีพจร ยี่ห้อโพลาร์ ประเทศเยอรมัน (Telemetry heart rate monitor; Polar, Germany)

-เครื่องวัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ ยี่ห้อออมรอน ประเทศญี่ปุ่น (Auto-sphygmomanometer; Omrom, Japan)

-เครื่องวัดค่าความถ่วงจำเพาะในปัสสาวะ (Urine specific gravity refractometer)

3. เครื่องมือวิเคราะห์แก๊ส ยี่ห้อวีแม็กซ์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (Gas analyzer; Vmax, USA)

4. เครื่องมือวัดการทำงานของหัวใจและไหลเวียนเลือด โดยใช้เครื่องมือวัดความต้านทานหัวใจ ยี่ห้อฟิซิโอโฟลว ประเทศฝรั่งเศส (Physioflow, France)

5. เครื่องมือวัดสมรรถภาพความทนทาน โดยใช้จักรยานวัดงาน ยี่ห้อโมนาร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา (Cycle Ergometer; Monark, USA)

6. เครื่องมือวัดสารชีวเคมีในเลือด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

สถานที่ในการเก็บข้อมูลคือ ห้องปฏิบัติทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ชั้น 10 อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองโดยมีผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตระดับปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจำนวน 2 คน ทำหน้าที่ช่วยดูแลความเรียบร้อยขณะทำการทดสอบการเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดสอบและอบรมวิธีการทดสอบ ค่าตัวแปรต่างๆ รวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจนเพื่อให้การทดสอบและการเก็บรวบรวม ข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกัน ทั้งนี้โดยความดูแลของ อาจารย์ ดร.คุณัญญา มาสดใส อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำค่าตัวแปรต่างๆมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชั่น 22 โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. วิเคราะห์การกระจายขอข้อมูลโดยเลือกใช้สถิติ Shapiro-Wilk test

2.1 กรณีนำผลที่ได้มาทดสอบแจกแจงของข้อมูลพบว่ามีการแจกแจงแบบโค้งปกติตามข้อตกลงของสถิติพาราเมตริกในการวิเคราะห์ความแตกต่างเลือกใช้การทดสอบ Repeated Measure ANOVA

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรของการทดลองในแต่ละครั้งโดยทดสอบการเปรียบเทียบแบบรายคู่โดยใช้ Fisher's Least Significant Difference Test (LSD)

4. วิเคราะห์ข้อมูลโดยกำหนดค่าทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ($p<0.05$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของเครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำทั้งหมด 17 คน โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรต่างๆ ในการทดสอบออกกำลังกายพร้อมดื่มเครื่องดื่มแต่ละชนิด ได้แก่ เครื่องดื่มชนิดไฮโปโทนิก เครื่องชนิดไอโซโทนิก และเครื่องดื่มหลอกที่ส่งผลต่อตัวแปรทางสรีรวิทยาองค์ประกอบร่างกาย ระบบการทำงานของหัวใจและไหลเวียนเลือด การหายใจและกายใช้พลังงานสมรรถภาพทางกายสูงสุด และสารชีวเคมีในเลือด แล้วนำมาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติแล้วจึงนำผลการวิเคราะห์มาเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง และแผนภูมิ โดยแบ่งการนำเสนอดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ด้านความสามารถทางแอโรบิก

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ด้านภาวะน้ำในร่างกาย

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ด้านการทำงานของหัวใจและไหลเวียนเลือด

ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ด้านสมรรถภาพความทนทาน

ตอนที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ด้านกลุ่มชีวเคมีในเลือด

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา	$\overline{X}$ (n = 17)	S.D.
อายุ (ปี)	19.41	1.06
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	174.24	7.93
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	72.87	11.37
ดัชนีมวลกาย	23.78	2.33
อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	77	13.65
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวก่อนออกกำลังกาย	124.47	9.12
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวก่อนออกกำลังกาย	67.47	13.65
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)	34.13	6.33

จากตารางที่ 8 พบว่าค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาพื้นฐานของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 17 คน มีอายุ 19.41±1.06 ปี ส่วนสูง 174.24±7.93 เซนติเมตร น้ำหนักตัว 72.87±11.37 กิโลกรัม ดัชนีมวลกาย 23.78±2. อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก 77±13.65 ครั้งต่อนาที ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวก่อนออกกำลังกาย 124.47±9.12 ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวก่อนออกกำลังกาย 67.47±13.65 และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 34.13±6.33 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ด้านความสามารถทางแอโรบิก การหายใจและใช้พลังงาน

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจน (Oxygen consumption; VO2)

VO2 (L/min)	$\bar{X}$ (n = 17)												
	Rest	High1	Low1	High2	Low2	High3	Low3	High4	Low4	High5	Low5	Pre-max	Post-Max
Placebo	0.31±0.05	2.13±0.52	1.00±0.22	2.13±0.53	1.05±0.32	2.16±0.57	1.01±0.25	2.07±0.49	0.95±0.21	2.06±0.50	0.98±0.25	0.31±0.04	2.76±0.48
Isotonic	0.32±0.08	2.12±0.40	0.94±0.22	2.09±0.43	0.96±0.27	2.06±0.41	0.97±0.26	1.99±0.47	0.95±0.23	2.05±0.45	0.96±0.19	0.32±0.07	2.69±0.40
Hypotonic	0.29±0.07	2.11±0.52	1.02±0.28	1.97±0.40	1.02±0.28	2.04±0.45	0.97±0.22	2.05±0.47	0.97±0.21	2.20±0.50	20.94±0.27	0.36±0.15	2.69±0.55

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide production; VCO2)

VCO2 (L/min)	$\bar{X}$ (n = 17)												
	Rest	High1	Low1	High2	Low2	High3	Low3	High4	Low4	High5	Low5	Pre-max	Post-Max
Placebo	0.31±0.07	2.66±0.70	1.49±0.33	2.53±0.7	1.44±0.44	2.37±0.64	1.33±0.35	2.31±0.63	1.25±0.31	2.26±0.59	1.26±0.36	0.30±0.06	3.27±0.84
Isotonic	0.32±0.09	2.75±0.48	1.48±0.29	2.45±0.61	1.37±0.31	2.35±0.47	1.34±0.32	2.23±0.51	1.29±0.27	2.33±0.53	1.29±0.24	0.34±0.10	3.49±0.58
Hypotonic	0.29±0.08	2.65±0.67	1.53±0.29	2.37±0.59	1.38±0.27	2.25±0.56	1.34±0.27	2.21±0.53	1.29±0.26	2.17±0.61	1.27±0.34	0.34±0.17	3.36±0.61

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption; VO2)

VO2 (ml/kg/min)	$\bar{X}$ (n = 17)												
	Rest	High1	Low1	High2	Low2	High3	Low3	High4	Low4	High5	Low5	Pre-max	Post-Max
Placebo	4.21±0.70	28.68±4.95	13.75±2.04	29.66±6.01	14.30±2.87	29.06±5.33	13.62±1.83	27.97±5.28	13.16±1.60	27.86±5.04	13.23±2.04	4.26±0.60	37.73±5.79
Isotonic	4.34±0.95	28.52±3.03	12.60±1.77	28.15±3.86	12.85±2.14	27.79±4.23	12.98±2.22	26.77±4.73	12.77±2.15	27.54±4.01	12.94±1.88	4.35±0.92	36.46±4.42
Hypotonic	3.96±0.91	28.23±4.62	13.77±2.87	28.15±6.63	13.29±2.84	27.53±6.71	13.25±2.97	28.62±6.89	13.18±2.72	26.88±6.50	12.63±3.34	4.78±1.40	35.79±6.17

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านอัตราการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ต่อออกซิเจน (Respiratory exchange ratio; RER)

RER	$\bar{X}$ (n = 17)												
	Rest	High1	Low1	High2	Low2	High3	Low3	High4	Low4	High5	Low5	Pre-max	Post-Max
Placebo	1.01±0.14	1.25±0.06	1.49±0.16	1.16±0.08	1.37±0.18	1.10±0.07	1.33±0.13	1.12±0.08	1.32±0.12	1.10±0.08	1.29±0.11	0.97±0.16	1.29±0.12
Isotonic	1.00±0.12	1.33±0.10	1.60±0.16	1.17±0.09	1.45±0.14	1.15±0.08	1.41±0.10	1.13±0.08	1.39±0.13	1.14±0.09	1.37±0.15	1.07±0.14	1.31±0.09
Hypotonic	0.99±0.11	1.25±0.11	1.53±0.16	1.15±0.07	1.43±0.14	1.11±0.06	1.40±0.15	1.10±0.07	1.35±0.12	1.09±0.06	1.37±0.14	0.93±0.12	1.28±0.12

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรอากาศที่หายใจในแต่ละนาที (Minute ventilation; VE)

VE (L/min)	$\bar{X}$ (n = 17)												
	Rest	High1	Low1	High2	Low2	High3	Low3	High4	Low4	High5	Low5	Pre-max	Post-Max
Placebo	11.02±3.18	67.22±14.94	40.69±7.35	69.06±15.03	39.85±8.70	65.16±13.82	38.23±7.86	64.24±13.15	36.08±7.59	63.54±12.76	37.19±8.75	11.72±3.84	96.33±15.19
Isotonic	10.79±2.81	68.05±8.94	39.69±5.93	65.80±13.51	38.84±6.82	64.14±11.04	39.04±7.32	62.94±13.17	38.08±7.08	65.77±13.24	38.57±60.9	12.22±3.36	99.88±13.66
Hypotonic	10.79±2.81	68.05±8.94	39.69±5.93	65.80±13.51	38.84±6.82	64.14±11.04	39.04±7.32	62.94±13.17	38.08±7.08	65.77±13.24	38.57±60.9	12.22±3.36	99.88±13.66

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านปริมาตรอากาศหายใจต่อครั้ง (Tidal volume; VT)

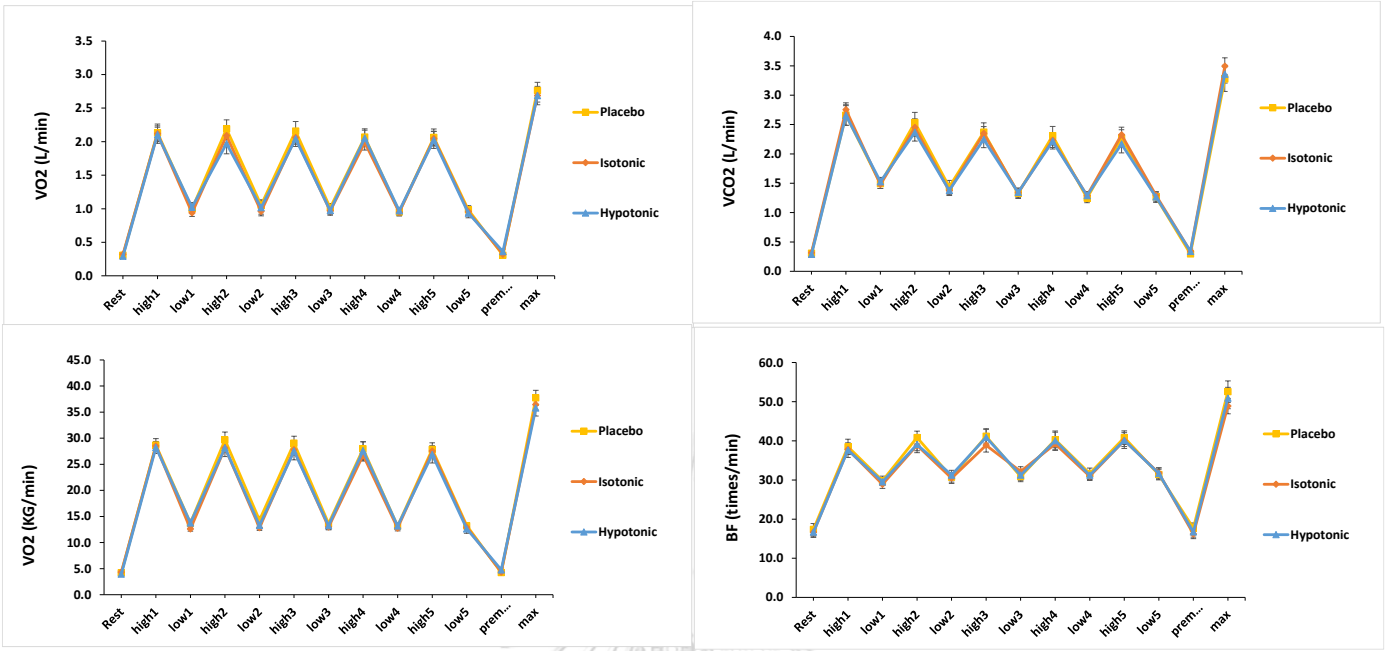
VT (L/time)	$\bar{X}$ (n = 17)												
	Rest	High1	Low1	High2	Low2	High3	Low3	High4	Low4	High5	Low5	Pre-max	Post-Max
Placebo	0.70±0.27	1.78±0.37	1.39±0.24	1.72±0.34	1.33±0.28	1.61±0.30	1.27±0.24	1.62±0.32	1.20±0.25	1.58±0.32	1.21±0.30	0.71±0.27	2.00±0.28
Isotonic	0.71±0.20	1.83±0.26	1.41±0.22	1.72±0.31	1.31±0.22	1.69±0.29	1.25±0.23	1.63±0.32	1.26±0.20	1.67±0.34	1.26±0.22	0.87±0.36	2.08±0.30
Hypotonic	0.67±0.16	1.79±0.37	1.43±0.19	1.68±0.32	1.30±0.23	1.58±0.35	1.30±0.29	1.62±0.36	1.24±0.24	1.57±0.37	1.26±0.32	0.70±0.20	1.97±0.34

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านอัตราการหายใจใน 1 นาที (Breathing frequency; BF)

BF (times/min)	$\bar{X}$ (n = 17)												
	Rest	High1	Low1	High2	Low2	High3	Low3	High4	Low4	High5	Low5	Pre-max	Post-Max
Placebo	38.49±7.79	38.49±7.79	29.83±4.54	40.84±6.59	30.71±4.98	41.18±7.00	30.88±5.29	40.30±7.71	31.64±5.54	40.82±6.89	31.39±5.37	17.72±5.26	52.56±11.03
Isotonic	16.67±5.46	37.81±5.35	28.89±4.24	28.86±5.69	30.48±5.69	38.88±7.20	32.21±4.96	39.23±5.60	30.97±4.43	40.11±6.43	31.77±5.38	16.22±5.02	48.88±8.13
Hypotonic	37.64±7.52	29.54±3.68	39.08±8.38	31.27±4.82	40.91±8.77	31.25±5.40	40.04±9.91	31.25±4.56	40.12±8.28	32.66±5.91	31.66±5.91	16.72±5.28	50.94±10.93

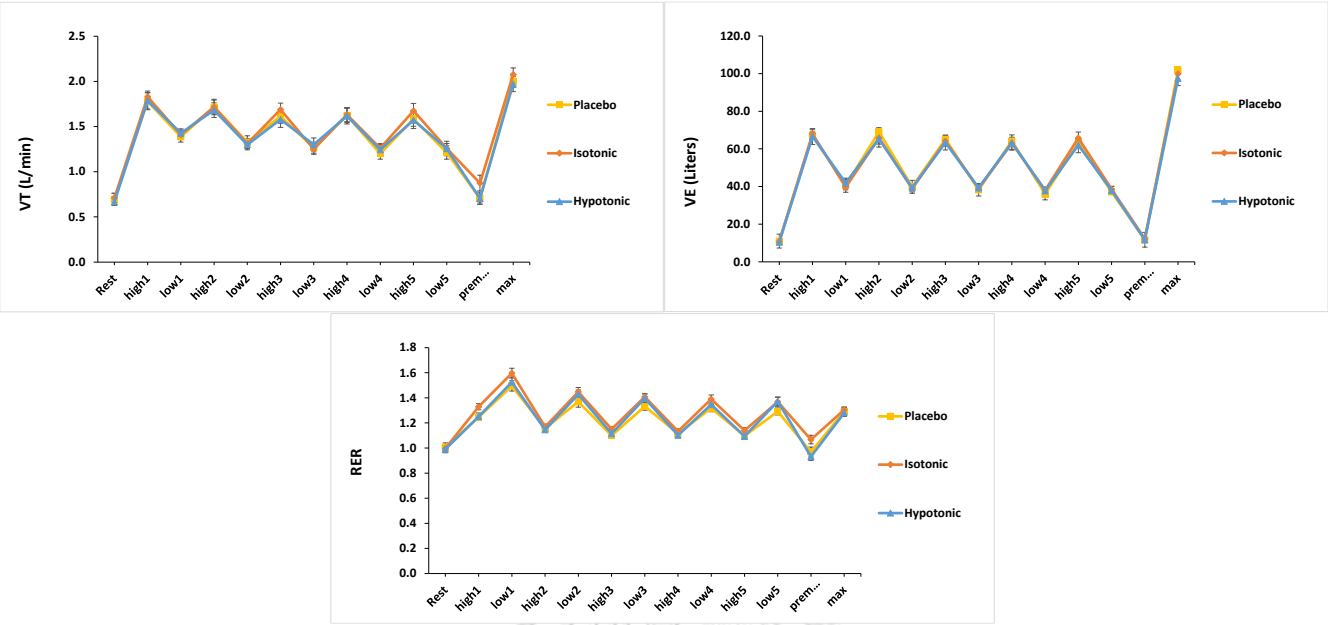
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิกและการใช้พลังงาน การเปลี่ยนแปลงของค่าการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย (VO_2, A) ค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดขณะออกกำลังกาย (VO_2/KG, C) ค่าการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ขณะออกกำลังกาย (VCO_2, B) และจำนวนครั้งในการหายใจใน 1 นาที (BF, D) ในช่วงการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในเซทที่ 1 ถึง 5 (REST-SET5) และการออกกำลังกายที่ระดับล้า (Pre-Ex2, Pre-Ex2) ของการดื่มเครื่องดื่มหลอก (Placebo) เครื่องดื่มไอโซโทนิก (Isotonic) และเครื่องดื่มไอโปโทนิก (Hypotonic)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 6 ไม่พบแตกต่างของตัวแปรต่างๆอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5 ในทุกตัวแปร นอกจากนี้ค่าการใช้ออกซิเจนที่ระดับล้า (VO_2 at exhaustion, E) ของการทดสอบดื่มเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิดยังไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านการหายใจ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรอากาศที่หายใจในแต่ละนาที (VE, B) ปริมาตรอากาศที่หายใจในแต่ละครั้ง (VT, A) และค่าอัตราส่วนการใช้ออกซิเจนต่อคาร์บอนไดออกไซด์ (Respiratory exchange ratio; RER, C) ในช่วงการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในเซทที่ 1 ถึง 5 (REST-SET5) และการออกกำลังกายจนถึงระดับล้า (Pre-Ex2, Pre-Ex2) จากการดื่มเครื่องดื่มหลอก (Placebo) เครื่องดื่มไอโซโทนิก (Isotonic) และเครื่องดื่มไอโปโทนิก (Hypotonic)

จากกราฟไม่พบความแตกต่างของตัวแปรข้างต้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ด้านภาวะน้ำในร่างกาย

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ

USG	$\overline{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	1.03±0.02	1.03±0.01	1.02±0.01	1.01±0.01
Isotonic	1.02±0.02	1.03±0.01	1.02±0.02	1.01±0.01
Hypotonic	1.03±0.02	1.03±0.01	1.03±0.01	1.02±0.03

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าความเข้มข้นในเลือด

Plasma osmolality (mOsm/kg)	$\overline{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	287.82±4.94	286.19±2.64	284.0±2.32	287.85±3.31
Isotonic	287.59±3.74	288.50±4.40	288.44±3.24 *	289.70±2.21
Hypotonic	287.35±4.26	287.44±3.52	284.63±3.16 #	287.0±2.0

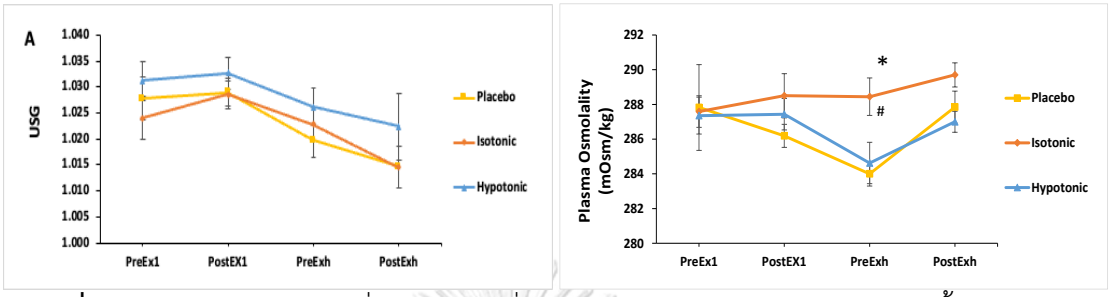
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

* p<.05 แตกต่างกับเครื่องดื่มหลอก, # p<.05 แตกต่างกับเครื่องดื่มไอโซโทนิก

จากรูปที่ 8 ไม่พบความแตกต่างของตัวแปรความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (USG. A) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5 ในช่วงการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในเซทที่ 1 ถึง 5 (REST-SET5) และการออกกำลังกายที่ระดับ ล้า (Pre-Ex2, Pre-Ex2) เปรียบเทียบระหว่างการดื่มเครื่องดื่มหลอก (Placebo) เครื่องดื่มไอโซโทนิก (Isotonic) และเครื่องดื่มไอโปโทนิก (Hypotonic)

ส่วนค่าความเข้มข้นภายในเลือด (Plasma Osmolality, B) พบว่าในช่วงที่ได้รับเครื่องดื่มก่อนเริ่มการออกกำลังกายที่ 2 ความเข้มข้นของเลือดในเครื่องดื่มไอโซโทนิกมีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มหลอก และเครื่องดื่มไฮโปโทนิกมีค่าต่ำกว่าอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับเครื่องดื่มไอโซโทนิก ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันของความเข้มข้นของเลือดระหว่างเครื่องดื่มหลอกและเครื่องดื่มไอโปโทนิก



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านภาวะน้ำในร่างกาย
* p<.05 แตกต่างกับเครื่องดื่มหลอก, # p<.05 แตกต่างกับเครื่องดื่มไอโซโทนิก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ด้านการทำงานของหัวใจและไหลเวียนเลือด

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านอัตราการเต้นของหัวใจ

HR (times/min)	$\bar{X}$ (n = 17)												
	Rest	High1	Low1	High2	Low2	High3	Low3	High4	Low4	High5	Low5	Pre-max	Post-Max
Placebo	77.69 ± 11.69	161.65 ± 8.87	136.13 ± 12.30	164.33 ± 9.42	140 ± 10.70	160.22 ± 11.64	137.69 ± 11.53	165.80 ± 9.80	137.5 ± 15.12	161.56 ± 17.18	138.13 ± 10.91	81.94 ± 14.42	184.50 ± 11.14
Isotonic	73.13 ± 9.36	157.90 ± 10.46	131.63 ± 12.01	160.50 ± 13.04	134.13 ± 11.90	162.47 ± 12.94	134.31 ± 12.68	162.01 ± 8.24	139.31 ± 17.40	160.47 ± 25.70	137.19 ± 13.66	81.06 ± 8.91	182.71 ± 13.93
Hypotonic	74.18 ± 12.56	156.16 ± 21.83	135.36 ± 12.18	161.12 ± 11.84	134.60 ± 13.79	160.91 ± 12.34	136.53 ± 12.37	160.15 ± 13.59	136.13 ± 12.82	160.20 ± 13.85	134.07 ± 11.92	78.78 ± 11.39	178.51 ± 12.64

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านปริมาณเลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจต่อครั้ง

SV (ml)	$\bar{X}$ (n = 17)												
	Rest	High1	Low1	High2	Low2	High3	Low3	High4	Low4	High5	Low5	Pre-max	Post-Max
Placebo	68 ± 22.03	101.41 ± 36.34	108.01 ± 32.93	105.14 ± 27.76	101.57 ± 31.33	99.87 ± 25.95	101.40 ± 25.83	97.97 ± 29.77	97.29 ± 29.04	115.67 ± 26.67	106.01 ± 32.33	74.51 ± 18.05	104.71 ± 34.05
Isotonic	80.31 ± 28.30	105.66 ± 29.07	99.92 ± 31.83	97.12 ± 29.03	96.02 ± 32.06	97.15 ± 30.55	94.04 ± 33.68	105.10 ± 31.14	100.51 ± 32.79	101.92 ± 24.33	96.03 ± 27.25	77.15 ± 12.87	105.26 ± 16.88
Hypotonic	82.11 ± 26.31	107.71 ± 30.19	105.35 ± 35.97	109.93 ± 36.41	108.59 ± 33.67	108.79 ± 31.50	108.28 ± 34.31	112.16 ± 31.87	107.47 ± 33.59	111.75 ± 35.85	106.29 ± 35.58	72.88 ± 17.24	100.73 ± 40.68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านปริมาณเลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจต่อนาที

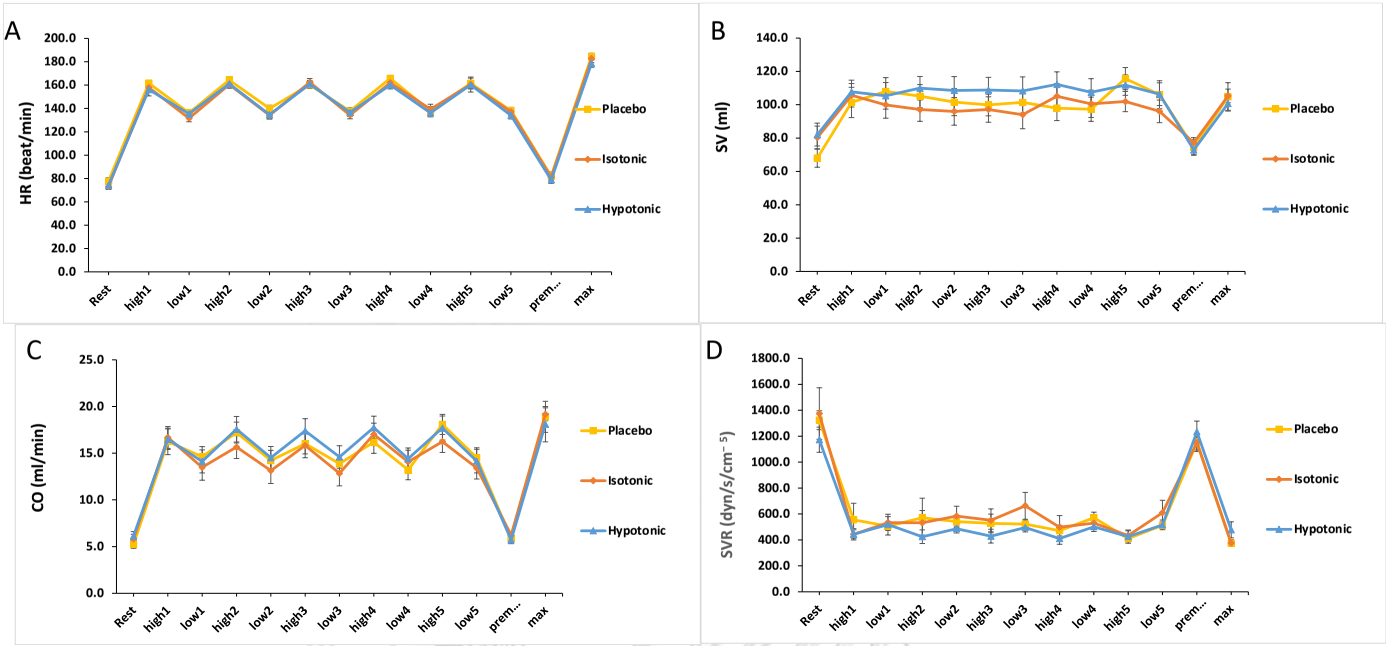
CO (L/min)	$\bar{X}$ (n = 17)												
	Rest	High1	Low1	High2	Low2	High3	Low3	High4	Low4	High5	Low5	Pre-max	Post-Max
Placebo	5.23±1.64	16.26±5.66	14.62±4.37	17.21±4.44	14.21±4.26	16.02±4.39	13.88±3.47	16.20±4.86	13.21±4.25	18.09±4.30	14.52±4.07	5.86±1.57	18.89±6.64
Isotonic	5.82±2.02	16.69±4.84	20.64±29.09	15.66±5.06	20.93±30.58	15.83±5.30	20.23±29.97	17.02±4.95	21.51±30.09	16.24±4.64	21.08±30.96	6.22±1.09	19.17±2.85
Hypotonic	8.14±1.83	16.50±4.41	14.12±4.46	17.57±5.45	14.52±4.50	17.40±5.20	14.60±4.49	17.76±4.85	14.41±4.29	17.70±5.16	14.16±4.73	5.71±1.60	18.11±7.55

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านความต้านทานการไหลเวียนเลือด

SVR (dyn/s/cm^{-5})	$\bar{X}$ (n = 17)												
	Rest	High1	Low1	High2	Low2	High3	Low3	High4	Low4	High5	Low5	Pre-max	Post-Max
Placebo	1738 ± 1686.08	554.76 ± 510.52	506 ± 128.96	571.36 ± 602.51	541 ± 178.11	527.18 ± 287.25	522.06 ± 121.55	471.48 ± 163.78	571.25 ± 170.84	410.58 ± 101.05	512.47 ± 100.84	1154.56 ± 245.93	374.94 ± 102.48
Isotonic	1374.40 ± 141.03	443.13 ± 182.71	533.69 ± 390.89	531.86 ± 390.89	583.27 ± 298.15	551.23 ± 353.40	662.94 ± 413.87	498.27 ± 371.09	529.63 ± 193.73	433.68 ± 145.10	610.06 ± 385.02	1151.12 ± 284.55	376.18 ± 94.42
Hypotonic	1172.69 ± 338.0	443.74 ± 174.78	518.08 ± 288.31	424.90 ± 211.92	486.0 ± 114.21	429.0 ± 214.56	495.29 ± 126.26	410.48 ± 176.48	501.50 ± 134.94	425.88 ± 203.38	516.29 ± 139.47	1233.85 ± 322.20	477.51 ± 248.04

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



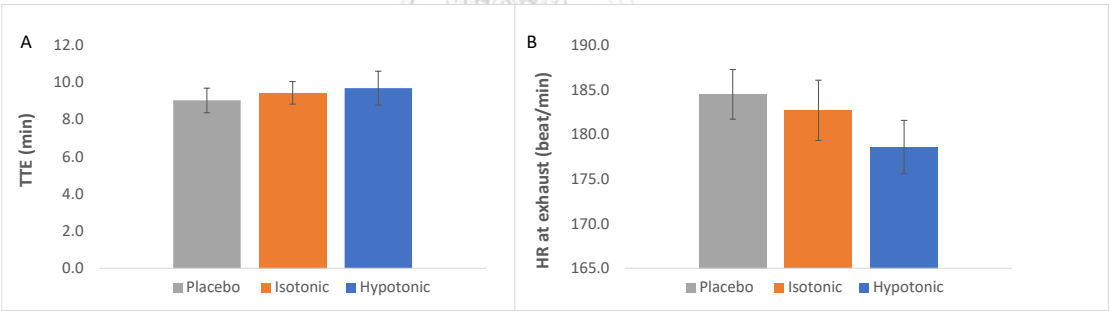
รูปที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านการทำงานของหัวใจ ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (HR, A) ปริมาณเลือดที่ไหลออกจากหัวใจ 1 ครั้ง (SV, B), ปริมาณเลือดที่ไหลออกจากหัวใจใน 1 นาที (CO, C) และค่าความต้านทานในหลอดเลือด (SVR, D) ในช่วงการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในเซทที่ 1 ถึง 5 (REST-SET5) และการออกกำลังกายที่ระดับล้า (Pre-Ex2, Pre-Ex2)

จากการดื่มเครื่องดื่มหลอก (Placebo) เครื่องดื่มไอโซโทนิก (Isotonic) และเครื่องดื่มไอโปโทนิก (Hypotonic) จากรูปที่ 9 ไม่พบความแตกต่างของตัวแปรข้างต้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ด้านสมรรถภาพความทนทาน

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสมรรถภาพความทนทาน

สมรรถภาพความทนทาน	$\overline{X}$ (n = 17)	
	Time to exhaustion (min)	HR at exhaustion (beat/min)
Placebo	9.03±2.64	184.50±11.14
Isotonic	9.44±2.43	172.71±13.93
Hypotonic	9.69±3.64	178.51±12.64



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสมรรถภาพความทนทาน

ระยะเวลาที่ออกกำลังกายจนถึงระดับล้าในการออกกำลังกายครั้งที่ 2 (Time to exhaustion; TTE, A) และอัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับล้า (HR at exhaustion, B) จากการดื่มเครื่องดื่มหลอก (Placebo) เครื่องดื่มไอโซโทนิก (Isotonic) และเครื่องดื่มไฮโปโทนิก (Hypotonic) จากรูปที่ 10 ไม่พบความแตกต่างของทั้ง 2 ตัวแปรอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด

ตอนที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ด้านกลุ่มชีวเคมีในเลือด

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าระดับน้ำตาลในเลือด

Blood glucose (mg/dL)	$\bar{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	93.21±31.30	81.51±17.44	79.72±12.13	89.20±19.05
Isotonic	92.46±18.71	84.51±13.84	107.16±22.59 *	79.79±12.68
Hypotonic	86.64±24.67	73.25±11.96	71.86±11.47 #	83.94±14.41

* p<.05 แตกต่างกับเครื่องดื่มหลอก, # p<.05 แตกต่างกับเครื่องดื่มไอโซโทนิก

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าระดับแลคเตทในเลือด

Blood lactate (mmol/L)	$\bar{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	0.99±0.37	4.15±1.58	1.39±0.64	6.24±2.23
Isotonic	0.93±0.32	4.26±1.34	1.62±0.47	6.05±1.67
Hypotonic	0.92±0.28	3.53±1.04	1.24±0.50	5.83±2.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าระดับโซเดียมในเลือด

Sodium (mmol/L)	$\overline{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	139.12±1.41	138.31±1.85	136.94±1.48	137.41±1.84
Isotonic	139.18±1.33	138.76±1.75	137.94±1.39	138.59±1.62
Hypotonic	139.06±2.05	138.31±1.58	136.93±2.31	137.71±1.89

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าระดับโพแทสเซียมในเลือด

Potassium (mmol/L)	$\overline{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	4.04±0.43	4.33±0.28	4.23±0.35	4.04±0.19
Isotonic	3.92±0.33	4.28±0.29	4.20±0.42	4.09±0.41
Hypotonic	3.97±0.33	4.14±0.24	4.17±0.37	4.02±0.23

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าระดับคลอไรด์ในเลือด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Chloride (mmol/L)	$\overline{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	102.29±1.61	100.88±2.09	100.88±2.39	99.24±2.41
Isotonic	102.71±0.99	101.76±1.25	102.12±1.11	101.24±1.09
Hypotonic	102.05±2.63	101.12±2.09	100.93±2.93	99.706±2.25

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าระดับคลอเรสเตอรอลในเลือด

Cholesterols (mg/dL)	$\overline{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	188.21±32.40	195.29±35.65	182.07±34.41	196.43±34.90
Isotonic	189±35.76	198.33±35.20	179.53±199.80	199.80±34.03
Hypotonic	187.79±44.02	201.08±49.30	182.92±49.48	197.50±48.94

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด

Triglyceride (mmol/L)	$\overline{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	124.13±40.49	123.50±45.97	119.50±37.75	120.38±33.89
Isotonic	110.50±35.68	121.90±40.76	122.20±34.99	122.0±33.38
Hypotonic	104.60±33.47	108±45.66	90.90±37.49 * #	88.33±27.19 * #

* p<.05 แตกต่างกับเครื่องดื่มหลอก, # p<.05 แตกต่างกับเครื่องดื่มไอโซโทนิก

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าระดับ HDL ในเลือด

HDL (mg/dL)	$\overline{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	54.36±9.48	56.07±10.25	52.21±8.63	112.29±27.45
Isotonic	52.60±10.12	55.73±9.79	50.33±8.48	56.07±9.13
Hypotonic	53.33±10.08	56.57±11.24	51.21±10.98	56.40±10.04

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าระดับ LDL ในเลือด

LDL (mg/dL)	$\overline{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	112.29±27.45	116.71±29.25	106.50±28.49	115.79±24.02
Isotonic	112.73±31.22	119.0±28.27	106.07±22.59	119.87±25.95
Hypotonic	112.80±33.39	121.14±37.65	111.29±37.46	122.27±34.50

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรค่าระดับ CPK ในเลือด

CPK (mcg/L)	$\overline{X}$ (n = 17)			
	Rest	Post-HIIT	Pre-Max	Post-Max
Placebo	202.64±127.68	222.36±146.21	204.91±126.56	229.82±143.85
Isotonic	210.55±121.56	228.55±109.34	209.09±110.19	239.82±119.99
Hypotonic	119.36±98.73	218.62±111.45	183.0±99.19	210.50±96.90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเปลี่ยนแปลงของระดับแลคเตทในเลือด (Blood lactate, A), การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด (Blood glucose, B), การเปลี่ยนแปลงของระดับโซเดียมในเลือด (Sodium, C), การเปลี่ยนแปลงของระดับคลอไรด์ในเลือด (Chloride, D), การเปลี่ยนแปลงของระดับโพแทสเซียมในเลือด (Potassium, E) การเปลี่ยนแปลงของระดับคลอเรสเตอรอลในเลือด (Total Cholesterols, F), การเปลี่ยนแปลงของระดับ LDL ในเลือด (G), การเปลี่ยนแปลงของระดับ HDL ในเลือด (H), การเปลี่ยนแปลงของระดับไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride, I), และการเปลี่ยนแปลงของครีเอทีนไคเนสในเลือด (Creatine kinase; CK, J) ก่อน-หลังการออกกำลังกายอย่างหนักครั้งที่ 1 (Pre-Ex1, Post-Ex1) และก่อน-หลังการออกกำลังกายจนล้าครั้งที่ 2 (Pre-Exh, Post-Exh) จากการดื่มเครื่องดื่มหลอก (Placebo) เครื่องดื่มไอโซโทนิก (Isotonic) และเครื่องดื่มไฮโปโทนิก (Hypotonic) แสดงในรูปที่ 11

ปริมาณน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อดื่มเครื่องดื่มไอโซโทนิก เมื่อเทียบกับเครื่องดื่มหลอกและเครื่องดื่มไฮโปโทนิกในช่วงการก่อนการออกกำลังกายที่ 2 อย่างไรก็ตามหลังจากออกกำลังกายที่ 2 พบว่าปริมาณน้ำตาลในเลือดของผู้เข้าร่วมวิจัยมีค่าลดลงและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด (P>.05)

ส่วนระดับแลคเตทในเลือดมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากออกกำลังกายที่ 1 ลดลงเมื่อได้รับการพักเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากอีกหลังจากจบการออกกำลังกายที่ 2 จนถึงระดับล้า อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับแลคเตทในเลือดในระหว่างการดื่มเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด (P>.05)

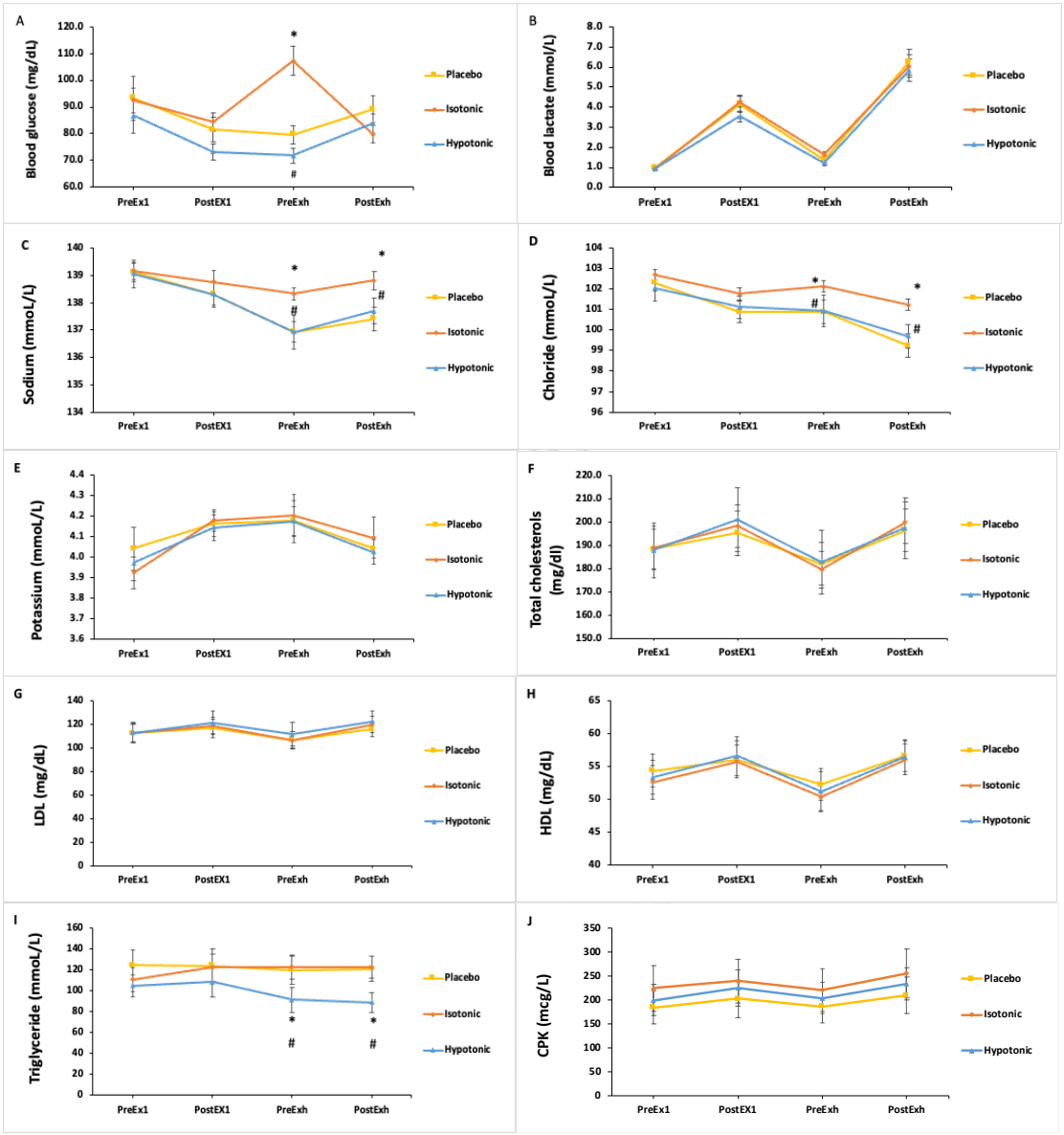
ค่าระดับโซเดียมและคลอไรด์ในเลือด (รูปที่ 11 C และ D) ในระหว่างการดื่มเครื่องดื่มไอโซโทนิกมีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก่อนและหลังการออกกำลังกายที่ 2 เมื่อเทียบกับเครื่องดื่มอีก 2 ชนิด (P<.05)

ในขณะที่ระดับโพแทสเซียม, คลอเรสเตอรอล, LDL, และ HDL ในเลือดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบการดื่มเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด ตลอดการทดลองออกกำลังกายทั้ง 2 ครั้ง (รูปที่ 11 E, F, G และ H)

ปริมาณการเปลี่ยนแปลงของค่าไตรกลีเซอร์ไรด์ของเครื่องดื่มไฮโปโทนิกในช่วงก่อนและหลังการออกกำลังกายที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับเครื่องดื่มหลอกและเครื่องดื่มไอโซโทนิก (P<.05) แต่ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างเครื่องดื่มหลอกและเครื่องดื่มไอโซโทนิก

นอกจากนี้รูปที่ 11 J แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของครีเอทีนไคเนสในเลือดของผู้ร่วมการวิจัยพบว่าไม่ไม่ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการดื่มเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด (P>.05)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสารชีวเคมีในเลือด

* p<.05 แตกต่างกับเครื่องดื่มหลอก, # p<.05 แตกต่างกับเครื่องดื่มไอโซโทนิก

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของเครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกายในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ โดยมีประชากรคือกลุ่มผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ และกลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำเพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 17 คน ผู้วิจัยจะทำการสุ่มเครื่องดื่มที่ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับ 1 ชนิด จากทั้งหมด 3 ชนิดก่อนที่จะทำการเริ่มการออกกำลังกายที่ 1 (Exercise1) จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (High intensity interval training; HIIT) ด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด จากนั้นจึงจะให้พักทำการฟื้นตัว (Recovery) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยระหว่างที่พักจะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยดื่มเครื่องดื่มกีฬาอย่างใดอย่างหนึ่งจากทั้ง 3 ชนิดที่ทำการสุ่มก่อนเริ่มออกกำลังกายในปริมาณ 150% ของปริมาณน้ำที่เสียไปจากการออกกำลังกายโดยหาจากการเปรียบเทียบน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัยก่อนและหลังการออกกำลังกายที่ 1 โดยดื่มให้หมดภายในระยะเวลาการพัก 1 ชั่วโมง หลังจากที่ทำการพักครบ 1 ชั่วโมง ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องกลับมาออกกำลังกายแบบเพิ่มความหนักจนถึงระดับล้าจนไม่สามารถออกกำลังกายต่อไปได้ (Exercise 2) โดยที่ผู้วิจัยจะทำการสุ่มหาลำดับของเครื่องดื่มด้วยระบบคอมพิวเตอร์และมีการปิดบังมิให้ผู้เข้าร่วมวิจัยและผู้ดำเนินการวิจัยทราบชนิดของเครื่องดื่มที่ทดสอบในแต่ละครั้ง โดยมีตัวแปรที่วัด ได้แก่ ตัวแปรด้านสรีรวิทยาและข้อมูลพื้นฐาน ตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก การหายใจและใช้พลังงาน ตัวแปรด้านภาวะน้ำในร่างกาย ตัวแปรด้านการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด ตัวแปรด้านสมรรถภาพความทนทาน และตัวแปรกลุ่มสารชีวเคมีในเลือด ในระหว่างการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ระยะเวลาประมาณ 3 เดือน พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลองค์ประกอบร่างกายในช่วงระหว่างที่กำลังทำการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถอนุมานได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอื่นที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการใช้เครื่องดื่มโดยตรง ไม่ได้เป็นผลมาจากน้ำหนักตัวหรือปริมาณไขมันและกล้ามเนื้อที่สูญเสียไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มตัวอย่างผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำเพศชาย มีค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาพื้นฐาน ได้แก่ มีอายุ 19.41±1.06 ปี ส่วนสูง 174.24±7.93 เซนติเมตร น้ำหนักตัว 72.87±11.37 กิโลกรัม ดัชนีมวลกาย 23.78±2.33 กิโลกรัมต่อเมตร^2 อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก 77±13.65 ครั้งต่อนาที ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวก่อนออกกำลังกาย 124.47±9.12 ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว

ก่อนออกกำลังกาย 67.47±13.65 และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 34.13±6.33 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที หลังจากที่ดื่มเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิดหลังการออกกำลังกายได้แก่ เครื่องดื่มหลอก เครื่องดื่มไอโซโทนิก และเครื่องดื่มไฮโปโทนิกพบว่าไม่พบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัว ก่อนการดื่มเครื่องดื่มและหลังดื่มเครื่องดื่ม

2. การเปลี่ยนแปลงตัวแปรทางด้านสรีรวิทยา ได้แก่ องค์ประกอบร่างกาย ชีพจร ความดันโลหิต และความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะภายหลังจากการดื่มเครื่องดื่ม 3 ชนิดได้แก่ เครื่องดื่มหลอก เครื่องดื่มไอโซโทนิก และเครื่องไฮโปโทนิก ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางด้านตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก การหายใจ การใช้พลังงาน การทำงานของหัวใจและหลอดเลือด และตัวแปรด้านสมรรถภาพความทนทาน ก็ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

3. การเปลี่ยนแปลงของภาวะน้ำในร่างกาย โดยที่ระดับของความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (USG) ช่วงก่อนออกกำลังกายที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วงปกติ หลังจากที่ผ่านการออกกำลังกายที่ 1 พบว่าปัสสาวะมีค่าความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อได้รับเครื่องดื่มและเข้ารับการออกกำลังกายที่ 2 ค่า USG ก็กลับสู่ค่าปกติโดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิด นอกจากนี้ค่าความเข้มข้นของเลือด (Plasma Osmolality) พบว่าในช่วงที่ได้รับเครื่องดื่มก่อนเริ่มการออกกำลังกายที่ 2 ความเข้มข้นของเลือดในเครื่องดื่มไอโซโทนิกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มหลอก และเครื่องดื่มไฮโปโทนิกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) เมื่อเทียบกับเครื่องดื่มไอโซโทนิก แต่ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างเครื่องดื่มหลอกและเครื่องดื่มไฮโปโทนิก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ปริมาณน้ำตาลในเลือดของเครื่องดื่มไอโซโทนิกในช่วงการก่อนการออกกำลังกายที่ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<.05$) กับเครื่องดื่มหลอก และยังพบว่าปริมาณน้ำตาลในเลือดของเครื่องดื่มไฮโปโทนิกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเครื่องดื่มไอโซโทนิก ($p<.05$)

5. ปริมาณการเปลี่ยนแปลงของค่าโซเดียมและคลอไรด์ในเลือดเมื่อดื่มเครื่องดื่มไอโซโทนิกเทียบกับเครื่องดื่มหลอกในช่วงหลังการออกกำลังกายที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<.05$) และค่าคลอไรด์ในเลือดของเครื่องดื่มไฮโปโทนิกนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) เมื่อเทียบกับเครื่องดื่มไอโซโทนิกในช่วงหลังการออกกำลังกายที่ 2 แต่ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างเครื่องดื่มหลอก และเครื่องดื่มไฮโปโทนิก

6. ปริมาณการเปลี่ยนแปลงของค่าไตรกลีเซอร์ไรด์ของเครื่องดื่มไฮโปโทนิกในช่วงก่อนและหลังการออกกำลังกายที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<.05$) เมื่อเทียบกับเครื่องดื่มหลอกและเครื่องดื่มไอโซโทนิก แต่ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างเครื่องดื่มหลอกและเครื่องดื่มไอโซโทนิก

อภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกาย ในผู้ออกกำลังกายเป็นประจำ อายุ 18-25 ปี โดยให้ออกกำลังกายเพื่อทดสอบสมรรถภาพความทนทาน พร้อมกับได้รับเครื่องดื่มไอโซโทนิก เครื่องดื่มไฮโปโทนิก และเครื่องดื่มหลอกจด้วยวิธีการการสุ่ม โดยที่เครื่องดื่มไฮโปโทนิกจะมีความเข้มข้นอยู่ที่ 55-75 มิลลิอสสโมล/กิโลกรัม และเครื่องดื่มไอโซโทนิกจะมีความเข้มข้นอยู่ที่ 290 มิลลิออสโมล/กิโลกรัม พบว่าความเข้มข้นของเครื่องดื่มไฮโปโทนิกขณะพักนั้นมีค่าน้อยกว่าเครื่องไอโซโทนิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเครื่องดื่มไอโซโทนิกมีค่าน้ำตาลในเลือดสูงกว่าเครื่องดื่มไฮโปโทนิกซึ่งอาจจะส่งผลต่อปริมาณแคลอรี่ที่ได้รับหลังจากดื่มเครื่องดื่ม

ด้านความสามารถทางแอโรบิก

จากการศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลของเครื่องดื่มกีฬาไฮโปโทนิกและไอโซโทนิกต่อความสามารถทางแอโรบิกและภาวะน้ำในร่างกาย เป็นเวลาประมาณ 4 เดือนพบว่า ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาทั่วไป อันได้แก่ น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ปริมาณกล้ามเนื้อ ปริมาณไขมัน ความดันโลหิต และอัตราการเต้นหัวใจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทั้ง 3 เครื่องดื่ม ได้แก่ เครื่องดื่มหลอก เครื่องดื่มไอโซโทนิก และเครื่องดื่มไฮโปโทนิก เครื่องดื่มทั้ง 3 ชนิดนั้นจะไม่มีส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางสรีรวิทยาพื้นฐานดังกล่าวข้างต้นจึงสามารถอนุมานได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอื่นที่เกิดขึ้นเป็นผลจากเครื่องดื่มที่ใช้โดยตรง มิได้เป็นผลมากจากน้ำหนักตัวหรือปริมาณไขมันและกล้ามเนื้อที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโศธิดา (Nantakool et al., 2017) โดยที่เครื่องดื่มไฮโซโทนิกจะมุ่งเน้นไปที่การดูดซึมสารน้ำเข้าสู่ร่างกายที่เร็วเร็วมากกว่าเพื่อรักษาภาวะน้ำในร่างกายให้อยู่ในระดับปกติ ซึ่งอาจส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพทางแอโรบิก

จากการศึกษาวิจัยไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ของตัวแปรด้านสมรรถภาพความทนทานได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ออกกำลังกายจนถึงระดับล้า และอัตราการเต้นหัวใจขณะล้า โดยที่การศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการดื่มเครื่องดื่มกีฬานั้นจะมุ่งเน้นไปที่การดูดซึมสารน้ำเข้าสู่ร่างกายมากกว่าที่จะช่วยในเรื่องของสมรรถภาพความทนทาน (McCartney et al., 2019) และเมื่อดูจากอัตราการเต้นหัวใจที่ระดับล้า (รูปที่ 10B) พบว่าเครื่องดื่มไฮโปโทนิกนั้นมีอัตราการเต้นหัวใจที่ระดับล้าต่ำกว่าเครื่องดื่มชนิดอื่น ซึ่งอาจอนุมานได้ว่าอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายที่ระดับล้ายังสามารถเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายขึ้นไปได้อีก และอาจจะส่งผลให้ระยะเวลาในการออกกำลังกายที่ระดับล้าสามารถสูงขึ้นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาวิจัยไม่พบความแตกต่างระหว่างเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจและการพลังงานระหว่างออกกำลังกาย จากกราฟในรูปที่ 7 พบว่าปริมาตรของอากาศที่หายใจใน 1 นาที (VE) และจำนวนครั้งในการหายใจใน 1 นาที (BF) นั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกันในแต่ละช่วงการทดลอง แสดงให้เห็นว่าเครื่องดื่มแต่ละชนิดไม่ได้ส่งผลต่อหารทำงานของระบบหายใจในขณะการออกกำลังกาย

ด้านภาวะน้ำในร่างกาย

จากการศึกษาวิจัยพบว่าการทดแทนน้ำในช่วงพัก 1 ชั่วโมงหลังจากการออกกำลังกายที่ 1 และได้รับเครื่องดื่มแบบสุ่มในปริมาณ 1.5 เท่าของน้ำหนักตัวที่หายไปจากการออกกำลังกาย ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าร่างกายสามารถรักษาภาวะน้ำในร่างกายไว้ได้โดยวัดจากตัวชี้วัดในปัสสาวะและเลือด ซึ่งจะไปสอดคล้องกับงานวิจัยของฮอร์นสบี้ (Hornsby, 2011) การลดลงของความเข้มข้นของเลือดในการออกกำลังกายซ้ำอาจเกิดจากการเสียน้ำและเกลือแร่ทางเหงื่อในระหว่าง ออกกำลังกาย ร่วมกับการไม่ได้รับน้ำหรืออาหารในระหว่างการออกกำลังกาย แต่จะไม่ได้ส่งผลให้เกิดความแตกต่างในด้านสมรรถภาพทางกาย อัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเหนื่อย (Rate perceived exertion; RPE) และสมรรถภาพทางกายสูงสุด แต่งานวิจัยของซอว์ก้า (Sawka et al., 2007) นั้นได้แสดงให้เห็นว่าหากร่างกายสูญเสียน้ำหนักตัวเพียง 3% จากการออกกำลังกายทางเหงื่ออาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการออกกำลังกาย การระบายความร้อน และการทำงานของหัวใจ ดังนั้นหากต้องการการออกกำลังกายซ้ำจึงจำเป็นต้องได้รับการเพิ่มปริมาณน้ำดื่มเพิ่มเติมเพื่อรักษาระดับการออกกำลังกาย และควรได้รับการดื่มน้ำเพื่อทดแทนต่อเนื่องเป็นเวลา 21 ชั่วโมง (Armstrong et al., 1998) การทดแทนของเหลวในช่วง 1 ชั่วโมงของการพักตามปริมาณ 1.5 เท่าของน้ำหนักตัวที่ลดลงจากการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (exercise 1) สามารถรักษาสมดุลของเหลวในร่างกายได้โดยดูจากตัวชี้วัดในปัสสาวะและเลือด การลดลงของความเข้มข้นของเลือดในการออกกำลังกายซ้ำอาจเกิดจากการเสียน้ำและเกลือแร่มากขึ้นจากการเสียเหงื่อในระหว่างการออกกำลังกายอย่างหนักร่วมกับการไม่ได้รับน้ำทดแทนในระหว่างการออกกำลังกาย ดังนั้นหากต้องการออกกำลังกายซ้ำจึงจำเป็นต้องได้รับการเพิ่มปริมาณน้ำดื่ม

ความจำเป็นที่ภายหลังการออกกำลังกายร่างต้องได้รับการชดเชยอย่างเหมาะสมด้วยของเหลวและเกลือแร่ที่สูญเสียไประหว่างการออกกำลังกาย และยังพบอีกว่าสารเกลือแร่หลายชนิดมีผลต่อการชะลอการล้า (Delayed Fatigue) และควรชดเชยในระหว่างการออกกำลังกาย ทั้งนี้เพราะการออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานจะมีการใช้ไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อปริมาณมาก ผนวกกับการเสียเกลือแร่ผ่านทางเหงื่อ ด้วยกลไกเหล่านี้จึงส่งผลให้สมรรถภาพทางกายลดลง (Tanko et al., 2013) การวิจัยในกลุ่มนักวิ่งที่ได้รับคาร์โบไฮเดรตก่อนการแข่งขันพบว่าจะมีการป้องกันการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการ ออกกำลังกายที่มีระยะเวลามากกว่า 60 นาที สำหรับการได้รับเกลือแร่นั้นมีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณเกลือแร่ที่นักกีฬาจำเป็นจะต้องได้รับในปริมาณที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เหมาะสม ได้แก่ โซเดียม คลอไรด์ โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม (Sircus, 2011) เมื่อนำมาเปรียบเทียบผลการวิจัยแล้วพบว่าเครื่องดื่มไอโซโทนิกนั้นสามารถรักษาระดับของเกลือแร่ต่างๆในร่างกายไว้ได้ และพบว่าระดับความเข้มข้นของเลือดในผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มไอโซโทนิกนั้นสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง เครื่องดื่มไฮโปโทนิกและเครื่องดื่มหลอก ดังกราฟในรูปที่ 11A หมายความว่าในระหว่างที่ผู้เข้าร่วมทำการพักและได้รับเครื่องดื่มนั้น เครื่องดื่มไฮโปโทนิกจะมีการดื่มซึมสารน้ำเข้าสู่ร่างกายได้ดีกว่า ส่งผลให้ความเข้มข้นของเลือดนั้นลดลงและพร้อมที่จะออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องได้

การรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในภาวะปกติเป็นสิ่งที่พบในคนที่แข็งแรงและสุขภาพดี แม้ในภาวะที่ต้องออกกำลังกาย การรักษาระดับน้ำตาลให้คงที่ทำได้โดยการทำงานของตับ การแปลงสารพลังงานอื่นๆมาใช้ จากการทดลองพบว่าเครื่องดื่มไอโซโทนิกมีส่วนประกอบของน้ำตาลสูง (รูปที่ 11A) ที่สุด ดังนั้นจึงเห็นค่าน้ำตาลในเลือดสูงกว่ากลุ่มอื่นๆในทุกช่วงการทดลอง อย่างไรก็ตามการให้ดื่มเครื่องดื่มผสมน้ำตาลมีข้อควรระวังในเรื่องการไปกระตุ้นระดับฮอร์โมนอินสุลินจากตับอ่อนซึ่งอาจคงค้างอยู่นานและมีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อได้ ซึ่งอาจเหมาะสมกับการออกกำลังกายที่หนักและยาวนานมากๆ หรือในผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก และควบคุมปริมาณแคลอรี่ที่ได้รับในแต่ละวัน

โดยปกติระดับแลคเตทในเลือดในระยะพักมีค่าประมาณ 2 mmol/L และจะเพิ่มตามระยะเวลาและความหนักในการออกกำลังกาย ค่าสูงสุด ณ ตำแหน่งที่เกิด Lactate threshold อยู่ที่ 12 mmol/L ในการทดลองครั้งนี้ค่าแลคเตทสูงสุด ณ จุดล้า ประมาณ 6 mmol/L ทั้งที่ชีพจรขึ้นไปถึง 80% ของอัตราชีพจรสูงสุดตามเกณฑ์อายุ แสดงว่าแม้จะออกกำลังกายอย่างหนักซ้ำๆแต่สารแลคเตทที่เกิดขึ้นจะถูกทำลายให้ลดลงโดยหน้าที่ของตับ หัวใจและไต ทำให้ความเข้มข้นของสารแลคเตทไม่เพิ่มขึ้นมาก ระดับเกลือแร่โซเดียมและคลอไรด์จะอยู่นอกเซลล์และในเลือด แต่โปแตสเซียมจะอยู่ในเซลล์จึงมีค่าต่ำกว่า การขาดคลอไรด์อาจมีผลต่อการล้าเนื่องจากคลอไรด์มีสถานะเป็นเบสซึ่งจะช่วยลดกรดที่เกิดขึ้นระหว่างการออกกำลังกายที่ระดับสูง จากการสืบค้นในภายหลังเมื่อสิ้นสุดการทดลองไปแล้ว พบว่าเครื่องดื่มไอโซโทนิก มีส่วนผสมของเกลือแร่สูงที่สุด ผลการทดลองยืนยันว่าไม่มีความจำเป็นต้องใส่เกลือแร่เหล่านี้ในปริมาณที่มากเกินไป และร่างกายสามารถปรับ (Regulate) เกลือแร่เหล่านี้ได้อย่างเหมาะสม และหากดื่มเป็นจำนวนหลายขวดในเวลาหนึ่งวัน อาจส่งผลให้ได้รับระดับโซเดียมเกินกว่าปริมาณที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวัน

จากผลการทดลองทั้งหมดนั้นพบว่าเครื่องดื่มไฮโปโทนิกนั้นทำหน้าที่ทดแทนน้ำได้ดี สามารถออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงซ้ำได้โดยที่ไม่ส่งผลให้หัวใจและปอดทำงานหนักขึ้นกว่าปกติ อีกทั้งยังคงรักษาระดับอิเล็กโทรไลท์รวมถึงสารชีวเคมีในเลือดต่างๆให้อยู่ในระดับปกติโดยที่ไม่ต้องดื่มเครื่องดื่มที่มีปริมาณน้ำตาลและแคลอรี่สูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้

1. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมกิจวัตรประจำวัน และการรับประทานอาหารของผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยบางคนมีอาการกลัวเข็ม หรือระหว่างออกกำลังกายมีอาการหน้ามืด เป็นลม ขึ้นอยู่กับความพร้อมของผู้เข้าร่วมวิจัย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรมีการควบคุมอาหารและเครื่องดื่มทุกชนิดที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยบริโภคในระหว่างเข้าร่วมการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

Acevedo, E. O., & Goldfarb, A. H. (1989). Increased training intensity effects on plasma lactate, ventilatory threshold, and endurance. *Medicine and science in sports and exercise,* 21(5), 563-568.

Armstrong, L. E., Soto, J. A., Hacker, F. T., Jr., Casa, D. J., Kavouras, S. A., & Maresh, C. M. (1998, Dec). Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. *Int J Sport Nutr,* 8(4), 345-355. https://doi.org/10.1123/ijsn.8.4.345

Ayotte, D., & Corcoran, M. P. (2018). Individualized hydration plans improve performance outcomes for collegiate athletes engaging in in-season training. *Journal of the International Society of Sports Nutrition,* 15(1), 1-10.

Benson, R. T., & Connolly, D. (2019). *Heart Rate Training*. Human Kinetics. https://books.google.co.th/books?id=U1TADwAAQBAJ

Bonetti, D. L., Hopkins, W. G., & Jeukendrup, A. (2010). Effects of Hypotonic and Isotonic Sports Drinks on Endurance Performance and Physiology. *Sportscience,* 14.

Chatterjee, A., & Abraham, J. (2019). 15 - A Comprehensive Study on Sports and Energy Drinks. In A. M. Grumezescu & A. M. Holban (Eds.), *Sports and Energy Drinks* (pp. 515-537). Woodhead Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815851-7.00015-2

Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., & Smith, B. K. (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise,* 41(2), 459-471.

Felig, P., & Wahren, J. (1975). Fuel homeostasis in exercise. *New England Journal of*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Medicine, 293(21), 1078-1084.

Gigou, P.-Y., Lamontagne-Lacasse, M., & Goulet, E. D. (2010). Meta-Analysis Of The Effects Of Pre-Exercise Hypohydration On Endurance Performance, Lactate Threshold And Vo2max: 1679Board# 116 June 2 3: 30 PM-5: 00 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise,* 42(5), 361-362.

Gonzalez-Alonso, J., Mora-Rodríguez, R., & Coyle, E. F. (2000). Stroke volume during exercise: interaction of environment and hydration. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology,* 278(2), H321-H330.

Gribok, A., Leger, J. L., Stevens, M., Hoyt, R., Buller, M., & Rumpler, W. (2016). Measuring the short‐term substrate utilization response to high‐carbohydrate and high‐fat meals in the whole‐body indirect calorimeter. *Physiological reports,* 4(12), e12835.

Hargreaves, M., & Spriet, L. L. (2020, 2020/09/01). Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism,* 2(9), 817-828. https://doi.org/10.1038/s42255-020-0251-4

Hill, R. J., Bluck, L. J., & Davies, P. S. (2008). The hydration ability of three commercially available sports drinks and water. *Journal of Science and Medicine in Sport,* 11(2), 116-123.

Hornsby, J. (2011). The effects of carbohydrate-electrolyte sports drinks on performance and physiological function during an 8km cycle time trial.

Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2021). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics. https://books.google.co.th/books?id=XoZGEAAAQBAJ

Khanna, G., & Manna, I. (2005). Supplementary effect of carbohydrate-electrolyte drink on sports performance, lactate removal & cardiovascular response of athletes.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Indian Journal of Medical Research, 121(5), 665.

Lukaski, H. C. (2004, Jul-Aug). Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition,* 20(7-8), 632-644. https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.04.001

Lukaski, H. C. (2004). Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition,* 20(7-8), 632-644.

Maughan, R., Bethell, L., & Leiper, J. (1996). Effects of ingested fluids on exercise capacity and on cardiovascular and metabolic responses to prolonged exercise in man. *Experimental Physiology: Translation and Integration,* 81(5), 847-859.

Maughan, R. J. (1991). Fluid and electrolyte loss and replacement in exercise. *Journal of Sports Sciences,* 9(S1), 117-142.

McCartney, D., Irwin, C., Cox, G. R., & Desbrow, B. (2019, 2019/03/15/). The effect of different post-exercise beverages with food on ad libitum fluid recovery, nutrient provision, and subsequent athletic performance. *Physiology & Behavior,* 201, 22-30. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.12.013

Merry, T. L., Ainslie, P. N., & Cotter, J. D. (2010). Effects of aerobic fitness on hypohydration-induced physiological strain and exercise impairment. *Acta Physiologica,* 198(2), 179-190. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2009.02051.x

Mougios, V. (2019). *Exercise biochemistry*. Human Kinetics Publishers.

Nantakool, S., CHAUNCHAIYAKUL, R., PINTHONG, M., & KONGKUM, S. (2017). EFFECT OF SPORTS DRINK ON REPEATED PERFORMANCE IN HEALTHY THAI MALES AFTER GLYCOGEN DEPLETION. *Journal of Sports Science and Technology,* 17(1), 83-93.

Nuccio, R. P., Barnes, K. A., Carter, J. M., & Baker, L. B. (2017). Fluid Balance in Team

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Sport Athletes and the Effect of Hypohydration on Cognitive, Technical, and Physical Performance. *Sports medicine (Auckland, N.Z.),* 47(10), 1951-1982. https://doi.org/10.1007/s40279-017-0738-7

Orrù, S., Imperlini, E., Nigro, E., Alfieri, A., Cevenini, A., Polito, R., Daniele, A., Buono, P., & Mancini, A. (2018). Role of functional beverages on sport performance and recovery. *Nutrients,* 10(10), 1470.

Panpitpate, P. (2015). *Comparative Efeects of High Branched-Chain Amino Acid Drink, Cow milk, or Sports Drink on Performance in Male Football Player* Chulalongkorn University]. Chulalongkorn University.

Peltier, S. L., Leprêtre, P.-M., Metz, L., Ennequin, G., Aubineau, N., Lescuyer, J.-F., Duclos, M., Brink, T., & Sirvent, P. (2013). Effects of Pre-exercise, Endurance, and Recovery Designer Sports Drinks on Performance During Tennis Tournament Simulation. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 27(11), 3076-3083. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828a4745

Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2013). *Exercise physiology for health fitness and performance*. Lippincott Williams & Wilkins.

Rasouli, M. (2016, Aug). Basic concepts and practical equations on osmolality: Biochemical approach. *Clin Biochem,* 49(12), 936-941. https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2016.06.001

Rowlands, D. S., Kopetschny, B. H., & Badenhorst, C. E. (2022, 2022/02/01). The Hydrating Effects of Hypertonic, Isotonic and Hypotonic Sports Drinks and Waters on Central Hydration During Continuous Exercise: A Systematic Meta-Analysis and Perspective. *Sports Medicine,* 52(2), 349-375. https://doi.org/10.1007/s40279-021-01558-y

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Roy, B. A. (2013). Exercise and Fluid Replacement: Brought to you by the American College of Sports Medicine www.acsm.org. *ACSM's Health & Fitness Journal,* 17(4), 3. https://doi.org/10.1249/FIT.0b013e318296bc4b

Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007, Feb). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc,* 39(2), 377-390. https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597

Shirreffs, S. M., & Maughan, R. J. (1998). Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *American Journal of Physiology-Renal Physiology,* 274(5), F868-F875.

Sircus, M. (2011). *Transdermal Magnesium Therapy: A New Modality for the Maintenance of Health*. iUniverse. https://books.google.co.th/books?id=p0KriJuFl1IC

Suzuki, K., Hashimoto, H., Oh, T., Ishijima, T., Mitsuda, H., Peake, J. M., Sakamoto, S., Muraoka, I., & Higuchi, M. (2013). The effects of sports drink osmolality on fluid intake and immunoendocrine responses to cycling in hot conditions. *Journal of nutritional science and vitaminology,* 59(3), 206-212.

Tanko, Y., Ismail, A., Mohammed, K., Eze, E., Jimoh, A., Sada, N., Muhammad, A., & Mohammed, A. (2013). Ameliorative effects of magnesium and copper sulphates on blood glucose and serum electrolytes levels in fructose-induced diabetic wistar rats. *J Appl Pharmaceut Sci,* 3(7), 160-163.

Tomazo-Ravnik, T., & Jakopič, V. (2006, 2006/10/01). Changes in Total Body Water and Body Fat in Young Women in the Course of Menstrual Cycle. *International Journal of Anthropology,* 21(1), 55-60. https://doi.org/10.1007/s11599-006-9007-0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Van Nieuwenhoven, M., Brouns, F., & Kovacs, E. (2005). The effect of two sports drinks and water on GI complaints and performance during an 18-km run. *International journal of sports medicine,* 26(04), 281-285.

Wagenmakers, A., Brouns, F., Saris, W., & Halliday, D. (1993). Oxidation rates of orally ingested carbohydrates during prolonged exercise in men. *Journal of Applied Physiology,* 75(6), 2774-2780.

Wolinsky, I., & Driskell, J. A. (2005). *Sports nutrition: vitamins and trace elements*. CRC Press.

Yoshida, T., Nakai, S., Yorimoto, A., Kawabata, T., & Morimoto, T. (1995). Effect of aerobic capacity on sweat rate and fluid intake during outdoor exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol,* 71(2-3), 235-239. https://doi.org/10.1007/bf00854984

กรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์. (2546). สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตระหว่างพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดรุณวรรณ สุขสม. (2561). การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ (1 ed., Vol. 2561). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, & สิทธา พงษ์พิบูลย์. (2554). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. โรงพิมพ์บริษัทตีรณสาร จำกัด.

พรศักดิ์ ดิสนีเวทย์. (2017). การให้สารน้ำและเกลือแร่ *Fluid and electrolyte therapy*. https://meded.psu.ac.th/binla/class05/388_551/Fluid/index1.html.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

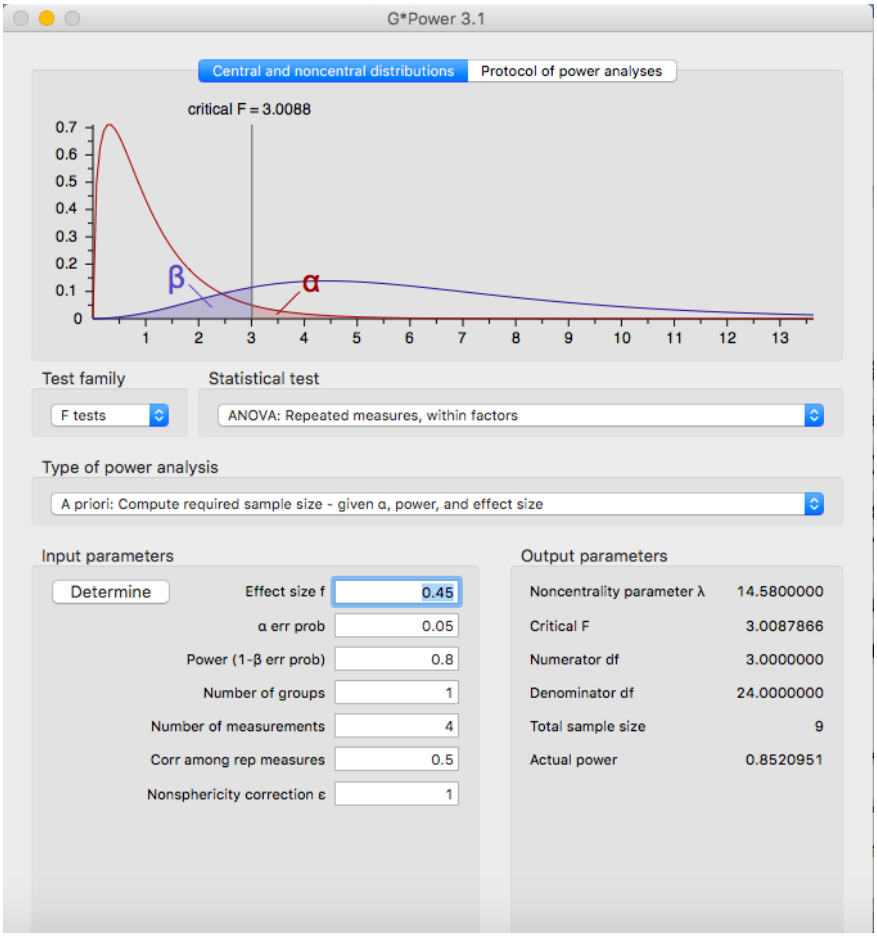
ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power)

โดยคำนวณจากโปรแกรม G*Power (ภาคผนวก ก) อ้างอิงจากบทความวิจัยก่อนหน้า (Nantakool et al., 2017) โดยนำค่าชีพจร (Heart rate; HR) มาคำนวณด้วยสถิติ ANOVA Repeated Measures, within factors ซึ่งกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 กำหนด Power ของการทดสอบที่ 80% (1-β = 0.8) และกำหนดค่า effect size เท่ากับ 0.45 ซึ่งจากงานวิจัยของ Nantakool และคณะ ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ 9 คน โดยมีการเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีก 20% เพื่อป้องกันการสูญหาย (Dropout) รวมทั้งสิ้น 17 คน ดังรูป



รูปที่ 12 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามกิจกรรมทางกาย

วันที่.....รหัส.....

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งในการคัดกรองเบื้องต้นจากข้อมูลสุขภาพและการออกกำลังกายของท่าน โปรดกรอกข้อมูลและตอบคำถามต่อไปนี้ตามความเป็นจริง ข้อมูลทั้งหมดในแบบสอบถามนี้จะถูกเก็บเป็นความลับและใช้ในงานวิจัยนี้เท่านั้น

1. น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

2. วัน/เดือน/ปีเกิด.....เพศ..... อายุ..... ปี .....เดือน

3. โรคประจำตัวแต่กำเนิด ☐ ไม่มี ☐ มี ระบุ.....

ยาที่ใช้ ☐ ไม่มี ☐ มี ระบุ.....(ถ้าตอบได้)

4. ประวัติการเจ็บป่วยและโรคประจำตัว

โรคหลอดเลือดและโรคหัวใจ ☐ ไม่มี ☐มี ร ะ บุ .....

โรคความดันโลหิต ☐ ไม่มี ☐มี ร ะ บุ .....

โรคเกี่ยวกับสมองและระบบประสาท ☐ ไม่มี ☐มี ร ะ บุ .....

โรคลมชัก ลมบ้าหมู ☐ ไม่มี ☐มี ร ะ บุ .....

ปัญหาเกี่ยวกับกระดูกและข้อ ☐ ไม่มี ☐มี ร ะ บุ .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โรคเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อ ☐ ไม่มี ☐มี ร ะ บุ

.....

โรคติดเชื้อหรือโรคติดต่อ ☐ ไม่มี ☐มี ร ะ บุ

.....

ปัญหาสุขภาพอื่นๆ ☐ ไม่มี ☐มี ร ะ บุ

.....

ประวัติการผ่าตัด (ภายใน 1 ปีที่ผ่านมา) ☐ ไม่มี ☐มี ร ะ บุ

.....

5. ประวัติกิจกรรมและการออกกำลังกายในระยะเวลา 3 เดือนที่ผ่านมา

☐ ไม่ออกกำลังกายเลย (ข้ามไปตอบ ข้อ 9) ☐ ออกกำลังกายเป็นครั้งคราว ☐ออกกำลังกายเป็นประจำ

6. รายละเอียดกิจกรรม และการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา (จากข้อ 5)

☐ กิจกรรมเนือยนิ่ง (ดูหนัง ฟังเพลงเป็นส่วนใหญ่) ☐ กิจกรรมเบาๆในชีวิตประจำวัน-ทำงาน

☐ ออกกำลัง 1-2 วัน/สัปดาห์ ☐ 3-5 วัน/สัปดาห์ ☐ 6-7 วัน/สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

7. รายละเอียดเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาใน 1 วัน (จากข้อ 5)

☐ น้อยกว่า 10 นาที ☐ น้อยกว่า 20 นาที ☐ น้อยกว่า 30 นาที (20-30 นาที)

☐ มากกว่า 30 นาที ☐ มากกว่า 60 นาที

8. รายละเอียดความหนักของการออกกำลังกายหรือชนิดกีฬาที่ท่านปฏิบัติอยู่ (จากข้อ 5)

☐ ไม่เหนื่อยเลย ☐ เหนื่อยเล็กน้อย ☐ เหนื่อยแต่พูดคุยต่อเนื่อง-ร้องเพลงได้

☐ เหนื่อยมากแต่ทนได้ ☐ เหนื่อยมากจนต้องหยุดทันที

9. ท่านเคยได้รับบาดเจ็บจากการออกกำลังกายหรือการเล่นกีฬาหรือไม่

☐ ไม่มี ☐มี ระบุ (☐ กล้ามเนื้อ ☐ ข้อต่อ ☐ เอ็น ☐ กระดูก, ตำแหน่ง .....)

10. ท่านยังมีปัญหาอื่นๆ อีกหรือไม่ซึ่งทำให้ท่านไม่สามารถออกกำลังกายได้

☐ ไม่มี ☐มี ระบุ.....

(modified from INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE http://www.sdp.univ.fvg.it/sites/default/files/IPAQ_English_self-admin_long.pdf) and

The Global ***Physical Activity Questionnaire*** was developed by WHO https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/resources/GPAQ_Analysis_Guide.pdf)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

Rate of Percieved Exersion scale (RPE)

คะแนน	ความรู้สึกเหนื่อย	
6		
7	very very light	รู้สึกสบาย
8		
9	very light	ไม่เหนื่อย
10		
11	light	เริ่มรู้สึกเหนื่อย
12		
13	some what hard	ค่อนข้างเหนื่อย
14		
15	hard	เหนื่อย
16		
17	very hard	เหนื่อยมาก
18		
19	very very hard	เหนื่อยที่สุด
20		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 13 ตารางการวัดค่า Rate of Percieved Exersion scale (RPE)

ภาคผนวก ง

การทดสอบตัวแปรและเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. การวัดตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกายด้วยด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกายยี่ห้อจาวอน (Jawon) รุ่นไอโอไอ 353 (ioi 353) ประเทศเกาหลี

รูปที่ 14 เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเตรียมพร้อมก่อนโดยการปัสสาวะทิ้งให้หมด ถอดรองเท้าและถุงเท้า รวมทั้งเช็ดเท้าให้สะอาด

2. ผู้วิจัยทำการกรอกข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย อันได้แก่ เพศ อายุ และส่วนสูงลงบนหน้าจอของเครื่อง

3. ผู้เข้าร่วมวิจัยขึ้นยืนตรงบนเครื่อง มือจับเครื่องเหยียดแขนตรง หน้ามองตรง รอจนเครื่องทำการวัดเสร็จสิ้นใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 5 นาที

2. การวัดตัวแปรอัตราการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องวัดชีพจร (Telemetry heart rate monitor) ยี่ห้อโพล่าร์ (Polar) ประเทศเยอรมันนี

รูปที่ 15 เครื่องวัดชีพจร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการทดสอบ

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเตรียมพร้อมก่อนโดยการเช็ดทำความสะอาดผิวบริเวณกลางหน้าอกด้วยผ้าสะอาด

2. ติดเครื่องมือโดยคาดสายรัดที่บริเวณกลางหน้าอก

3. ตรวจสอบสัญญาณชีพจรที่ปรากฏและบันทึกผล

3. การวัดตัวแปรด้านความดันโลหิตเครื่องวัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ (Auto-sphygmomanometer) ยี่ห้อออมรอน (Omrom) ประเทศญี่ปุ่น

รูปที่ 16 เครื่องวัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ

วิธีการทดสอบ

1. สวมปลอกแขนที่บริเวณแขนขวาให้ตรงตำแหน่งที่ถูกต้องให้พอดี

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที

3. เริ่มทำการวัดจากนั้นรอจนเครื่องทำงานจนเสร็จและบันทึกผล

4. การวัดตัวแปรด้านความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะด้วยเครื่องวัดค่าความถ่วงจำเพาะในปัสสาวะ (Urine specific gravity refractometer) ยี่ห้อเอ็น.โอ.ดับเบิ้ลยู. (N.O.W.) รุ่น No.503 HANDY TYPE ประเทศญี่ปุ่น

รูปที่ 17 เครื่องวัดค่าความถ่วงจำเพาะในปัสสาวะ

วิธีการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ทำความสะอาดบริเวณแผ่นกระจกที่จะหยดปัสสาวะด้วยน้ำกลั่นแล้วเช็ดให้แห้ง
2. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยไปเก็บปัสสาวะใส่กระบอกเก็บ
3. ผู้วิจัยทำการหยดปัสสาวะลงบนแผ่นกระจกจากนั้นปิดแผ่นพลาสติกทับ
4. ส่องดูผลทางช่องด้านปลายฝั่งสีดำจากนั้นอ่านค่าและบันทึกผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. การวัดตัวแปรด้านการใช้พลังงานและการหายใจด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas analyzer) ยี่ห้อวีแม็กซ์ (Vmax) ประเทศสหรัฐอเมริกา

รูปที่ 18 เครื่องวิเคราะห์แก๊ส

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. เปิดเครื่องเตรียมความพร้อม และทำการสอบเทียบการวัดปริมาณอากาศและแก๊สตามคำแนะนำในคู่มือ

2. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทดลองหาขนาดหน้ากากที่จะใช้สวมใส่ (รูปขวา)

3. กรอกข้อมูลพื้นฐานและให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเตรียมพร้อมบนจักรยานวัดงาน

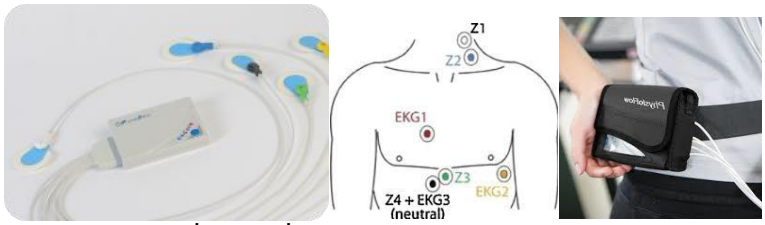
4. สวมหน้ากาก ต่อท่อพร้อมตัววัดแก๊สเข้ากับหน้ากาก กดเริ่มการทำงานของเครื่อง

5. ติดตามดูข้อมูลตัวแปรทุกตัวที่ต้องการแล้วเริ่มออกกำลังกาย

6. เมื่อเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย กดหยุดเครื่องแล้วรีบถอดหน้ากากออก

7. บันทึกและนำข้อมูลออก

6. การวัดตัวแปรด้านการไหลเวียนเลือดและหัวใจด้วยเครื่องวัดความต้านทานหัวใจ ยี่ห้อฟิซิโอโฟลว (Physio flow) ประเทศฝรั่งเศส



รูปที่ 19 เครื่องวัดค่าความต้านทานหัวใจ

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. เปิดเครื่องเตรียมความพร้อม และกรอกข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

2. ทำความสะอาดผิวหนังและติดอิเล็กโทรดให้ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 6 ตัว ตามตำแหน่ง (รูปกลาง)

3. ติดกล่องรับสัญญาณพร้อมสายคาดเอว (รูปขวา)

4. ตรวจสอบสัญญาณการเชื่อต่อของเครื่องแล้วเริ่มทำการวัดพร้อมบันทึกผลและติดตามดูข้อมูลตัวแปรทุกตัวที่ต้องการ

5. กดหยุดเครื่องเมื่อเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย

6. แกะอิเล็กโทรดออกพร้อมทำความสะอาดผิวหนังให้ผู้เข้าร่วมวิจัย

7. บันทึกและนำข้อมูลออก

7. การวัดตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิกด้วยจักรยานวัดงาน (Cycle Ergometer) ยี่ห้อโมนาร์ก (Monark) ประเทศสหรัฐอเมริกา

รูปที่ 20 จักรยานงาน

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. เตรียมความพร้อมของจักรยาน ปรับเบาะที่นั่ง และตีนถีบให้เหมาะสมกับความสูงของผู้ร่วมวิจัย

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยขึ้นนั่งบนจักรยาน เตรียมพร้อมในการอบอุ่นร่างกายและออกกำลังกาย

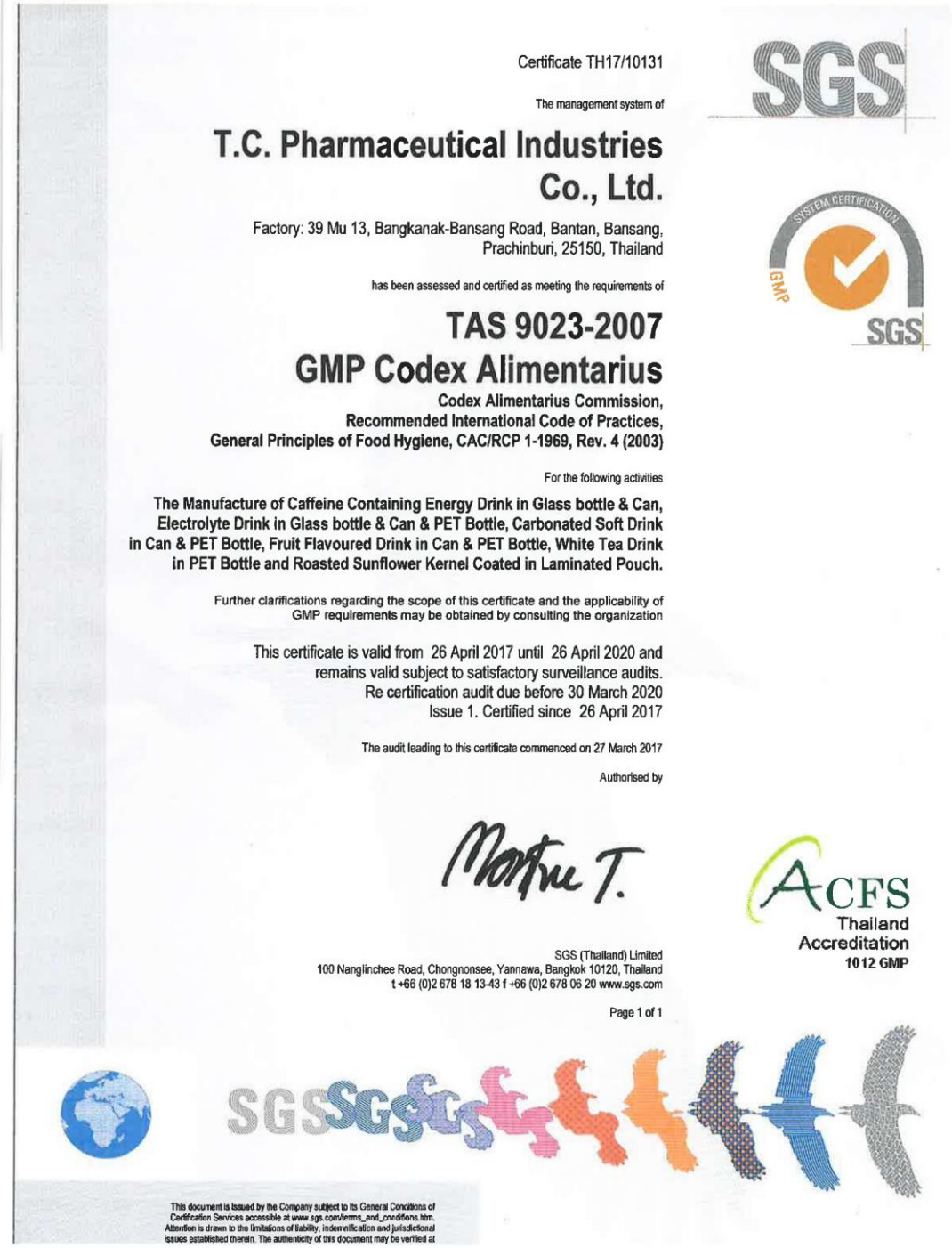
3. เริ่มอบอุ่นร่างกาย และปรับความหนักของจักรยานโดยหมุนที่ปรับด้านบน

4. เมื่ออบอุ่นร่างกายแล้วให้ปรับความหนักของจักรยานไปยังค่าที่ต้องการและเริ่มทำการเก็บผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

เอกสารมาตรฐาน GMP และ องค์การอาหารและยาของเครื่องดื่มที่ใช้ในการวิจัย



Certificate TH17/10131

The management system of

T.C. Pharmaceutical Industries Co., Ltd.

Factory: 39 Mu 13, Bangkanak-Bansang Road, Bantan, Bansang, Prachinburi, 25150, Thailand

has been assessed and certified as meeting the requirements of

TAS 9023-2007

GMP Codex Alimentarius

Codex Alimentarius Commission, Recommended International Code of Practices, General Principles of Food Hygiene, CAC/RCP 1-1969, Rev. 4 (2003)

For the following activities

The Manufacture of Caffeine Containing Energy Drink in Glass bottle & Can, Electrolyte Drink in Glass bottle & Can & PET Bottle, Carbonated Soft Drink in Can & PET Bottle, Fruit Flavoured Drink in Can & PET Bottle, White Tea Drink in PET Bottle and Roasted Sunflower Kernel Coated in Laminated Pouch.

Further clarifications regarding the scope of this certificate and the applicability of GMP requirements may be obtained by consulting the organization

This certificate is valid from 26 April 2017 until 26 April 2020 and remains valid subject to satisfactory surveillance audits.
Re certification audit due before 30 March 2020
Issue 1. Certified since 26 April 2017

The audit leading to this certificate commenced on 27 March 2017

Authorised by

SGS (Thailand) Limited
100 Nanglinchee Road, Chongnonsee, Yannawa, Bangkok 10120, Thailand
t +66 (0)2 678 18 13-43 f +66 (0)2 678 06 20 www.sgs.com

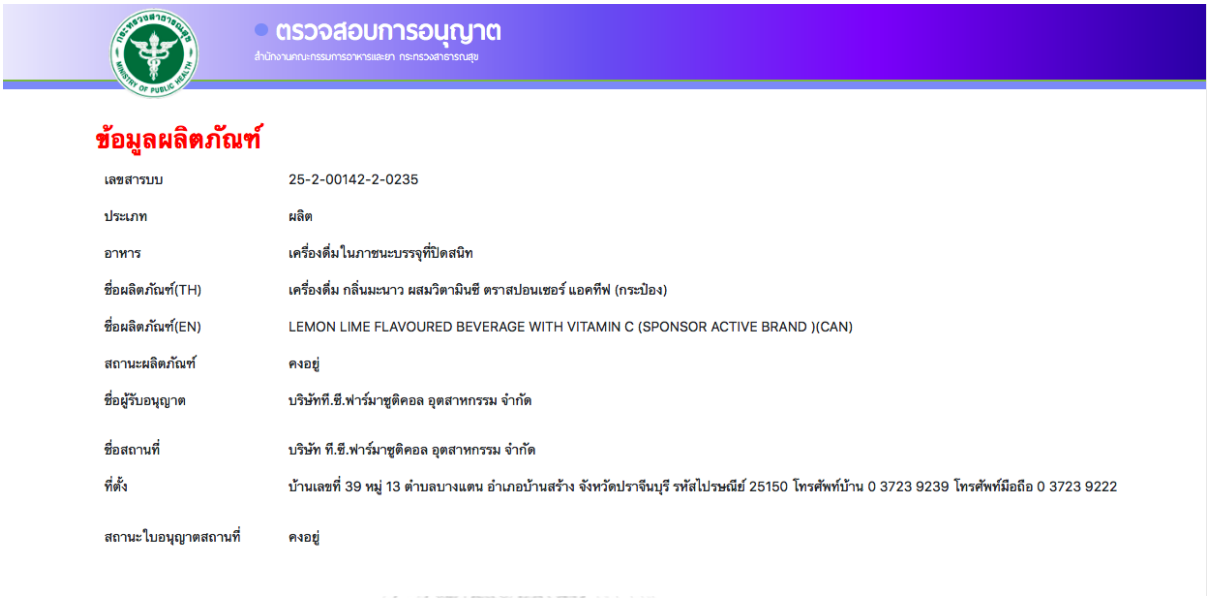
Page 1 of 1

ACFS Thailand Accreditation 1012 GMP

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Certification Services accessible at www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues established therein. The authenticity of this document may be verified at

รูปที่ 21 เอกสารมาตรฐาน GMP และ องค์การอาหารและยาของเครื่องดื่ม

เครื่องดื่มไอโซโทนิก

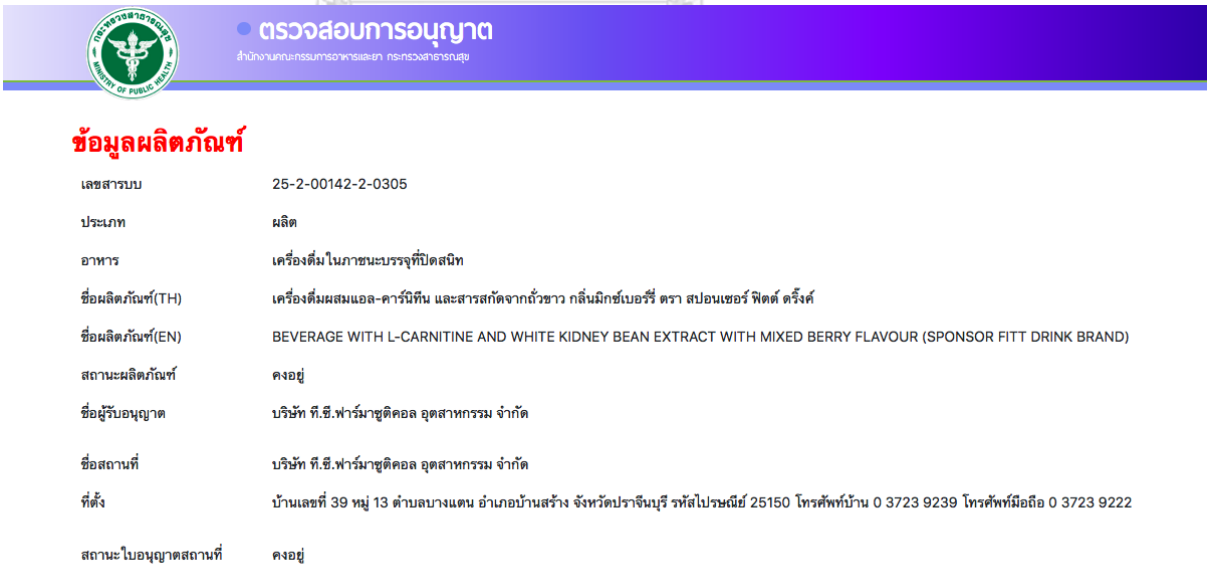

ตรวจสอบการอนุญาต
สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

ข้อมูลผลิตภัณฑ์

เลขสารบบ	25-2-00142-2-0235
ประเภท	ผลิต
อาหาร	เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
ชื่อผลิตภัณฑ์(TH)	เครื่องดื่ม กลิ่นมะนาว ผสมวิตามินซี ตราสปอนเซอร์ แอคทีฟ (กระป๋อง)
ชื่อผลิตภัณฑ์(EN)	LEMON LIME FLAVOURED BEVERAGE WITH VITAMIN C (SPONSOR ACTIVE BRAND)(CAN)
สถานะผลิตภัณฑ์	คงอยู่
ชื่อผู้รับอนุญาต	บริษัทที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด
ชื่อสถานที่	บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด
ที่ตั้ง	บ้านเลขที่ 39 หมู่ 13 ตำบลบางแตน อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี รหัสไปรษณีย์ 25150 โทรศัพท์บ้าน 0 3723 9239 โทรศัพท์มือถือ 0 3723 9222
สถานะใบอนุญาตสถานที่	คงอยู่

รูปที่ 22 เอกสารมาตรฐาน GMP และ องค์การอาหารและยาของเครื่องดื่มไอโซโทนิก

เครื่องดื่มไฮโปโทนิก A


ตรวจสอบการอนุญาต
สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

ข้อมูลผลิตภัณฑ์

เลขสารบบ	25-2-00142-2-0305
ประเภท	ผลิต
อาหาร	เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
ชื่อผลิตภัณฑ์(TH)	เครื่องดื่มผสมแอล-คาร์นิทีน และสารสกัดจากถั่วขาว กลิ่นมิกซ์เบอร์รี่ ตรา สปอนเซอร์ ฟิตต์ ดริ้งค์
ชื่อผลิตภัณฑ์(EN)	BEVERAGE WITH L-CARNITINE AND WHITE KIDNEY BEAN EXTRACT WITH MIXED BERRY FLAVOUR (SPONSOR FITT DRINK BRAND)
สถานะผลิตภัณฑ์	คงอยู่
ชื่อผู้รับอนุญาต	บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด
ชื่อสถานที่	บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด
ที่ตั้ง	บ้านเลขที่ 39 หมู่ 13 ตำบลบางแตน อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี รหัสไปรษณีย์ 25150 โทรศัพท์บ้าน 0 3723 9239 โทรศัพท์มือถือ 0 3723 9222
สถานะใบอนุญาตสถานที่	คงอยู่

รูปที่ 23 เอกสารมาตรฐาน GMP และ องค์การอาหารและยาของเครื่องดื่มไฮโปโทนิก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฉ

แบบบันทึกผลการทดสอบ

รหัส _____ **เครื่องดื่ม** _____ **วันที่ทดสอบ** _____

HIIT: 50% HRmax _____

80% HRmax

	ขณะพัก	**หลัง HIIT**	**30-min recovery**	**ก่อน exhaustion**	**หลัง exhaustion**
BW					
HR					
SBP					
DBP					
%fat					
%FFM					
Body water					
USG					
Glucose					
Lactate					
VO2					
VCO2					
RER					
VT					
VE					
RR					
SV					
CO					
SVR					

Exhaustive exercise:

Workload at exhaustion _____ watt Heart rate at exhaustion _____ bpm

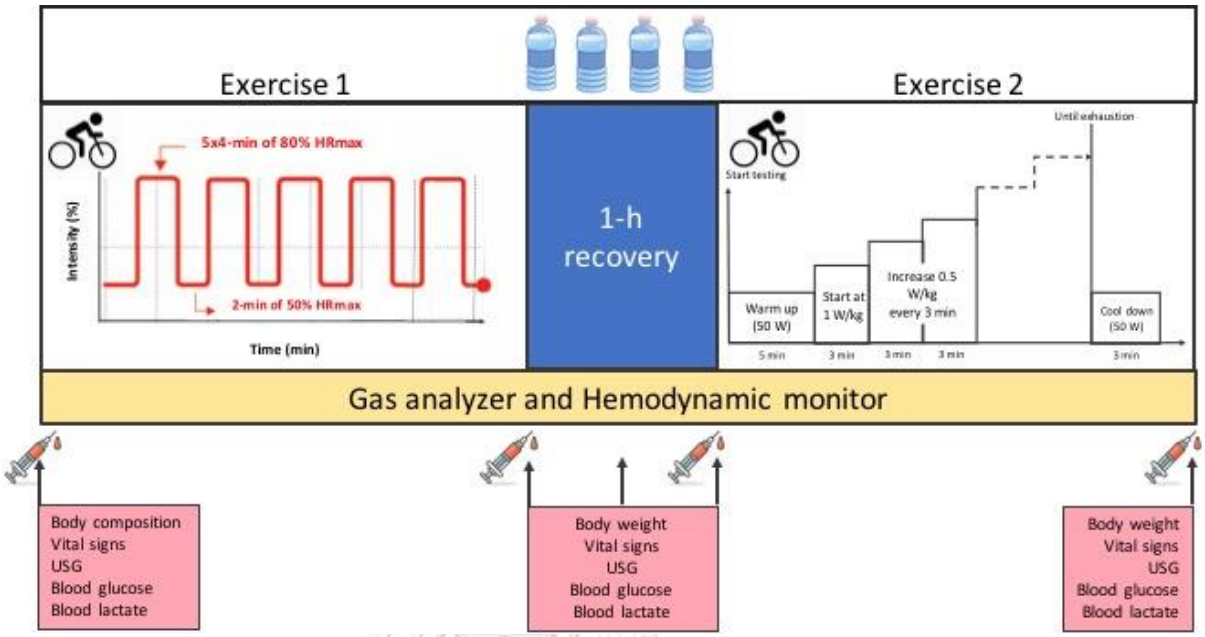
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

TTE _____ minutes Fatigue index _____%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ช

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบ High intensity interval training และ Exhaustive exercise



รูปที่ 24 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบ High intensity interval training และ Exhaustive exercise

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ซ

แบบสอบถามความพร้อมกิจกรรมทางกาย (PAR-Q plus 2019)

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก **2019-PAR-Q +**

ส่วนของคำถามทั่วไป

การออกกำลังกาย หรือ กิจกรรมทางกาย มีหลักฐานที่ชัดเจนแล้วว่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพ คนส่วนใหญ่ควรมีกิจกรรมทางกายในทุกวันของสัปดาห์ การมีกิจกรรมทางกายมีความปลอดภัยสำหรับประชาชนส่วนใหญ่ แบบสอบถามนี้จะบอกได้ว่า มีความจำเป็นที่จะขอคำแนะนำเพิ่มเติมจากแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกกำลังกายก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายที่หนักขึ้นจากเดิมที่เคยมีกิจกรรมทางกาย หรือไม่

โปรดอ่านคำถาม 7 ข้อด้านล่างอย่างถี่ถ้วนและตอบด้วยความสัตย์จริงว่า ใช่ หรือไม่ใช่	ใช่	ไม่ใช่
1. คุณเคยได้รับทราบจากแพทย์ว่า เป็นโรคเกี่ยวกับ ☐ โรคหัวใจ หรือ ☐ ความดันโลหิตสูง	☐	☐
2. คุณรู้สึกเจ็บที่หน้าอกในขณะพัก หรือระหว่างมีกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือระหว่างออกกำลังกาย	☐	☐
3. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยวิงเวียนศีรษะจนเสียการทรงตัว หรือเป็นลมไม่รู้สึกตัว หรือไม่ (ในกรณีที่ออกกำลังกายอย่างหนักจนทำให้หายใจเร็ว แล้วตามด้วยการเวียนศีรษะ ให้ตอบว่าไม่ใช่)	☐	☐
4. คุณได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเรื้อรังนอกเหนือจากโรคหัวใจหรือโรคความดันโลหิตสูง หรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ ให้ระบุว่าเป็นโรคเรื้อรังอะไร	☐	☐
5. ปัจจุบันคุณได้รับประทานยาเพื่อรักษาโรคเรื้อรัง หรือไม่ โปรดระบุเงื่อนไขและยาที่ได้รับ	☐	☐
6. ปัจจุบัน หรือ ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาเรื่องกระดูกและข้อหรือกล้ามเนื้อเส้นเอ็น ซึ่งอาการจะแย่ลงเมื่อมีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น (ในกรณีที่คุณมีปัญหาโรคกระดูก ข้อ กล้ามเนื้อหรือเส้นเอ็นในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา แต่ปัจจุบันภาวะดังกล่าวได้หายไปแล้ว และไม่มีผลต่อความสามารถต่อการออกกำลังกายหรือกิจกรรมทางกายในปัจจุบัน ให้ตอบไม่ใช่)	☐	☐
7. แพทย์เคยบอกคุณว่า คุณควรได้รับคำแนะนำก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือออกกำลังกาย	☐	☐

ถ้าตอบว่าไม่ใช่ทุกข้อ คุณสามารถที่จะออกกำลังกายได้ และให้ลงนามในคำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย โดยไม่ต้องตอบคำถามในหน้า 2-3

- ให้เริ่มการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น โดยค่อยๆเพิ่มความแรงของการมีกิจกรรมทางกาย
- ให้คุณออกกำลังกายให้สอดคล้องกับอายุตามแนวทางของ International Physical activity guideline (www.who.int/dietphysicalactivity/en/).
- คุณควรที่จะได้รับการประเมินสมรรถภาพทางกาย (fitness) และประเมินสุขภาพ/ตรวจสุขภาพประจำปี (health)
- ถ้าคุณอายุมากกว่า 45 ปี และไม่ได้ฝึกข้อมออกกำลังกายความหนักมาก่อน ให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายก่อนไปร่วมกิจกรรมทางกายที่มีความหนัก
- ถ้าคุณมีปัญหาเกี่ยวกับกิจกรรมทางกาย ให้สอบถามแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย

Participant Declaration (คำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย)

ข้าพเจ้า ผู้ซึ่งลงนามในคำประกาศนี้ ได้อ่าน เข้าใจ โดยตอบคำถามทั้งหมดอย่างเต็มใจ และตระหนักเป็นอย่างดีว่า คำประกาศนี้จะใช้ได้ภายใน 12 เดือนนับจากวันที่ได้ตอบแบบสอบถาม และจะไม่มีผลในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไข ข้าพเจ้ายินยอมที่จะให้ผู้จัด/ศูนย์ฝึก กิจกรรมทางกายได้สำเนาเอกสารนี้เก็บไว้อีกฉบับ โดยผู้จัด/ศูนย์ฝึกกิจกรรมทางกายต้องไม่นำข้อมูลไปเปิดเผยและปฏิบัติตามการรักษาความลับตามที่กฎหมายกำหนด

ให้ชะลอการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่

- ✓ คุณกำลังป่วยเป็นโรคปัจจุบันที่ไม่ใช่โรคเรื้อรัง เช่น เป็นหวัด หรือมีไข้ ให้หายจากหวัดหรือไข้ก่อนจนกว่าอาการดีขึ้นถึงจะเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย
- ✓ คุณกำลังตั้งครรภ์ ให้ปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย หรือให้ตอบคำถามใน ePAR-X+ www.eparmedx.com ก่อนเพื่อที่จะให้คำแนะนำการมีกิจกรรมทางกายที่เหมาะสมก่อนจะเพิ่มระดับของกิจกรรมทางกายจากเดิม
- ✓ คุณมีการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพ ให้ตอบคำถามในหน้า 2-3 หรือปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายตามโปรแกรมที่เคยได้รับ

ชื่อ-นามสกุล.....รหัส.....

วันที่.....

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก **2019-PAR-Q +**

ส่วนของคำถามต่อเนื่อง เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์

	ใช่	ไม่ใช่
1. คุณมีอาการข้ออักเสบ กระดูกพรุน หรือมีปัญหาปวดหลัง ใช่หรือไม่ (ถ้าใช่ ตอบข้อ 1a-1c) ☐ ไม่ใช่ข้ามไปตอบข้อ 2		
a. คุณมีปัญหาในเรื่องความปวด โดยการใช้ยาหรือการรักษาด้วยวิธีอื่นนอกจากยาเพื่อควบคุมอาการ (ตอบไม่ใช่ กรณีที่ปัจจุบันคุณไม่ได้รับประทานยาหรือการรักษาด้วยวิธีการอื่นที่ไม่ใช้ยา)	☐	☐
b. ในปัจจุบันหรือที่ผ่านมา คุณมีอาการปวดที่เกิดจากข้อ , กระดูกหักเนื่องจากกระดูกพรุนหรือเป็นมะเร็ง ,กระดูกสันหลังเคลื่อน (spondylolisthesis) ,กระดูกสันหลังเสื่อม (spondylosis) หรือกระดูกสันหลังยุบ	☐	☐
c. ฉีดยาหรือรับประทานยาในกลุ่มสเตียรอยด์ติดต่อกันเป็นเวลามากกว่า 3 เดือน	☐	☐
2. คุณเป็นมะเร็งชนิดใดชนิดหนึ่ง ใช่หรือไม่ (ถ้าใช่ให้ตอบ ข้อ 2a -2b) ☐ ไม่ใช่ ข้ามไปตอบข้อ 3		
a. ประเภทของมะเร็งที่เป็นได้แก่ มะเร็งปอดหรือหลอดลม มะเร็งของระบบ ศีรษะ หู คอ จมูก ,multiple myeloma ใช่หรือไม่	☐	☐
b. ท่านกำลังรักษามะเร็งด้วย เคมีบำบัดหรือรังสีบำบัดอยู่ ใช่หรือไม่	☐	☐
3. คุณป่วยเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งรวมถึงโรคหลอดเลือดหัวใจ หัวใจล้มเหลว หรือจังหวะการเต้นของหัวใจผิดปกติของหรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ ให้ตอบข้อ 3a-3b ☐ ไม่ใช่ ข้ามไปข้อ 4		
a. คุณต้องใช้ยาหรือวิธีการรักษาอย่างอื่นที่ไม่ใช่ยาเพื่อควบคุมอาการของโรคอยู่ (ถ้าเคยรับประทานยาแต่ตอนนี้ไม่ต้องรับประทานยาหรือการรักษาอื่นที่ไม่ใช่ยาแล้ว ให้ตอบว่าไม่ใช่)	☐	☐
b. คุณเคยต้องใช้ยาเพื่อรักษาภาวะการเต้นของหัวใจผิดจังหวะ เช่น การเต้นผิดจังหวะเช่น AF หรือ PVC	☐	☐
c. คุณเป็นโรคหัวใจล้มเหลวแบบเรื้อรัง	☐	☐
d. คุณได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ และไม่ได้ออกกำลังกายในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา	☐	☐
4. คุณเป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 4a-4b ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 5		
a. คุณต้องควบคุมความดันโลหิตโดยใช้ยาหรือการรักษาอื่นๆที่ไม่ใช่ยาหรือไม่ (ถ้าเคยได้รับแต่ปัจจุบันไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่ไม่ใช่ยาแล้วให้ตอบข้อนี้ว่า ไม่ใช่)	☐	☐
b. ขณะนี้ คุณมีความดันโลหิตขณะพัก มากกว่าหรือเท่ากับ 160/90 ไม่ว่าจะรับประทานยาหรือไม่ได้รับประทานยา หรือไม่ (ถ้าไม่ทราบค่าความดันโลหิตขณะพักของคุณ ให้ตอบว่าใช่)	☐	☐
5. คุณเป็นโรคเบาหวานหรือมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงที่เรียกว่าภาวะก่อนเบาหวานหรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ให้ไปตอบคำถามข้อ 5a-5e ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 6		
a. คุณต้องควบคุมเบาหวานด้วยยา และการรักษาอื่นๆที่ไม่ใช่ยาหรือไม่	☐	☐
b. คุณประสบปัญหาภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำหลังจากการออกกำลังกายหรือมีกิจกรรมประจำวันเป็นประจำ ใช่หรือไม่ (อาการของการมีน้ำตาลต่ำในเลือดได้แก่ มือสั่น ใจสั่น กระวนกระวาย เหงื่อออกมาก เวียนศีรษะ ปวดศีรษะเล็กน้อย สับสน พูดไม่รู้เรื่องหรือพูดลำบาก อ่อนเพลียหรือ ซึม)	☐	☐
c. คุณมีอาการหรืออาการแสดงของผลแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน ได้แก่ผลแทรกซ้อนของระบบหัวใจหรือหลอดเลือด หรือผลแทรกซ้อนทางตา ไต หรือมีอาการชาที่เท้าและนิ้วเท้า หรือไม่	☐	☐
d. คุณมีผลแทรกซ้อนอื่นๆหรือไม่ เช่น เป็นเบาหวานที่เกิดจากการตั้งครรภ์ หรือโรคไตวายเรื้อรัง หรือโรคตับ ใช่หรือไม่	☐	☐
e. คุณมีโปรแกรมที่จะออกกำลังกายที่หนักขึ้นกว่าที่เคยออกกำลังกายปกติ ในอนาคตอันใกล้ ใช่หรือไม่	☐	☐
6. คุณมีปัญหาสุขภาพจิต เช่นความจำเสื่อม โรคซึมเศร้า โรควิตกกังวล ความผิดปกติของการกิน โรคจิต โรคที่มีผลต่อเชาว์ปัญญา เช่น กลุ่มอาการดาวน์ ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 6a-6c ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 7		
a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรคเหล่านั้นอยู่ ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่)	☐	☐
b. คุณเป็นโรคกลุ่มอาการดาวน์ (Down syndrome) และมีปัญหาปวดหลังอยู่ใช่หรือไม่	☐	☐

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

7. คุณมีโรคของระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ โรคอุดกลั้นทางเดินหายใจแบบเรื้อรัง โรคหอบหืด โรคความดันของเส้นเลือดในปอดสูง (Pulmonary high blood pressure) ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 7a-7d ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปข้อ 8
   a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นตามที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรคเหล่านั้นอยู่ ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่) ☐ ☐
   b. แพทย์เคยบอกกับคุณว่า คุณมีปริมาณออกซิเจนในเลือดอยู่ในระดับต่ำทั้งในขณะพักหรือขณะออกกำลังกาย และจำเป็นต้องให้ออกซิเจนเพิ่มเติมเนื่องจากออกซิเจนในอากาศไม่เพียงพอ ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   c. ในกรณีที่คุณเป็นโรคหอบหืด ขณะนี้คุณมีอาการ แน่นหน้าอก หายใจได้ยินเสียงวี๊ดๆ หายใจลำบาก ไอเป็นประจำ (มากกว่า 2 วันต่อสัปดาห์) หรือต้องได้รับการรักษาแบบฉุกเฉินมากกว่า 2 ครั้งในช่วงสัปดาห์ที่ผ่านมา ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   d. แพทย์เคยบอกคุณว่า คุณมีความดันในเส้นเลือดที่ปอดสูง ใช่หรือไม่ ☐ ☐

8. คุณได้รับบาดเจ็บที่ไขสันหลัง และเป็นอัมพาตทั้งตัว หรือครึ่งซีก ถ้าใช่ให้ตอบข้อ 8a-8c ☐ ไม่ใช่ ข้ามไปตอบข้อ 9
   a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรค ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่) ☐ ☐
   b. คุณประสบปัญหาความดันโลหิตขณะพักต่ำจนทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ ปวดศีรษะเล็กน้อย หรือเป็นลมไม่รู้สึกตัว ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   c. แพทย์เคยบอกกับคุณว่า คุณมีภาวะความดันโลหิตสูงขึ้นอย่างฉับพลัน ที่เรียกในทางการแพทย์ว่า Autonomic dysreflexia ใช่หรือไม่ ☐ ☐

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9. คุณป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) ซึ่งรวมถึง โรคที่หลอดเลือดสมองหดตัวชั่วคราว ทำให้เกิดอาการชั่วคราว แล้วกลับมาปกติภายใน 24 ชั่วโมง ที่ทางการแพทย์เรียกว่า ว่า Transient Ischemia Attack (TIA) หรือเป็น อัมพาต/อัมพฤกษ์ ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ ให้ตอบคำถามข้อ 9a-9c ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 10
   a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรค ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่) ☐ ☐
   b. คุณมีปัญหาในด้านการเดินหรือการเคลื่อนที่ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   c. คุณเคยป่วยด้วยโรคเส้นเลือดสมองหรือมีปัญหาของระบบประสาทหรือกล้ามเนื้อในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา ใช่หรือไม่ ☐ ☐
10. คุณมีปัญหาด้านสุขภาพนอกเหนือจาก 9 ข้อด้านบนหรือไม่ หรือมีโรค มากกว่าหรือเท่ากับ 2 โรค ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 10a-10c ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปอ่านข้อเสนอแนะในหน้า 4
   a. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยประสบอุบัติเหตุที่ศีรษะ จน หน้ามืด เป็นลมหมดสติ หรือสลบ หรือได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่า Cerebral concussion ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   b. คุณมีโรคอื่นนอกจากที่โรคที่ได้กล่าวมาแล้ว เช่น โรคลมชัก (ลมบ้าหมู) โรคของระบบประสาท หรือโรคไต ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   c. ปัจจุบันคุณมีโรคหรือภาวะทางการแพทย์ มากกว่าหรือเท่ากับ 2 โรค/ภาวะ ใช่หรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ โปรดระบุ โรคหรือภาวะที่ท่านเป็นอยู่ในปัจจุบัน ..... และชื่อยาหรือการรักษาอื่น ที่ใช้ ☐ ☐
   .....

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

ถ้าคุณตอบไม่ใช่ในทุกข้อ ของคำถามที่เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ คุณมีความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือการออกกำลังกายที่เพิ่มมากขึ้น ให้คุณลงชื่อใน คำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย (Participant Declaration)

- แนะนำให้คุณปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกกำลังกายเพื่อแนะนำวิธีการออกกำลังกายที่ปลอดภัยและโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับปัญหาสุขภาพของคุณ
- แนะนำให้เริ่มออกกำลังกายแบบเบาๆก่อนแล้วค่อยๆเพิ่มความหนักอย่างช้าๆ โดยออกกำลังแบบแอโรบิคที่ความหนักระดับเบาหรือปานกลาง 20-50 นาทีต่อครั้ง อาทิตย์ละ 3-5 วัน รวมถึงการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วย
- ถ้าคุณมีความก้าวหน้าของการออกกำลังกาย คุณควรมีเป้าหมายในการออกกำลังกายด้วยความหนักขนาดปานกลาง สะสมให้ได้ 150 นาทีหรือมากกว่า ต่อสัปดาห์
- ถ้าคุณอายุมากกว่า 45 ปี และไม่ได้ฝึกฝนในการออกกำลังกายที่มีความหนักเป็นประจำ คุณควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายก่อนที่จะสมัครเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายต้องใช้ความหนักที่เพิ่มขึ้น

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ถ้าท่านตอบว่าใช่ 1 หรือมากกว่า 1 ข้อ ของคำถามที่เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ คุณต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมก่อนที่จะไปร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีหนักเพิ่มขึ้น คุณควรที่จะตอบแบบสอบถามเฉพาะ คือ ePARmed-X+ ที่ web site www.eparmedx.com และ/หรือ ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายที่ผ่านการรับรอง เพื่อช่วยคุณทำแบบสอบถามใน ePARmed-X+ หรือการค้นหาข้อมูลข่าวสารอื่นๆ

ให้ชะลอการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่

- ✓ คุณกำลังป่วยเป็นโรคปัจจุบันที่ไม่ใช่โรคเรื้อรัง เช่น เป็นหวัด หรือมีไข้ โดยให้หายจากหวัดหรือไข้ก่อนจนกว่าอาการดีขึ้น
- ✓ ถ้าคุณกำลังตั้งครรภ์ ให้ปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย หรือให้ตอบคำถามใน ePAR-X+ www.eparmedx.com ก่อนเพื่อที่จะให้คำแนะนำการมีกิจกรรมทางกายที่เหมาะสมก่อนจะเพิ่มกิจกรรมทางกาย
- ✓ ถ้าคุณมีการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพ ให้ตอบคำถามในหน้า 3-4 หรือปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายตามโปรแกรมที่เคยได้รับ

คุณควรถ่ายรูป PAR-Q ทั้ง 4 หน้า และไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงคำตอบที่ได้ตอบก่อนหน้า ถ้ามีข้อสงสัยในการใช้ PAR-Q+ หรือ ePARMed-X ภายหลังที่คุณได้ตอบแบบสอบถาม ให้ปรึกษาแพทย์ ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกาย/ออกกำลังกาย

คำประกาศของผู้เข้าร่วมกิจกรรมทางกาย (Participant Declaration)

- ทุกท่านที่ได้ตอบแบบสอบถาม PAR-Q+ จนครบทุกข้อ โปรดลงนามในคำประกาศด้านล่าง
- ผู้ที่ยังไม่บรรลุนิติภาวะตามกฎหมาย ต้องได้รับคำยินยามจาก พ่อแม่ ผู้ปกครอง และร่วมลงนามในประกาศนี้ด้วย

ข้าพเจ้า ผู้ซึ่งลงนามในคำประกาศนี้ ได้อ่าน เข้าใจ และได้ตอบคำถามทั้งหมดอย่างเต็มใจ และตระหนักเป็นอย่างดีว่า คำประกาศนี้สามารถใช้ได้ภายใน 12 เดือนนับจากวันที่ได้ทำแบบสอบถาม และจะไม่มีผลในกรณีที่มีการเปลียนแปลงของเงื่อนไข ข้าพเจ้ายินยอมที่จะให้ ผู้จัด/ ศูนย์ฝึกกิจกรรมทางกาย ได้สำเนาเอกสารนี้เก็บไว้อีกฉบับ โดยผู้จัด/ศูนย์ฝึก ต้องไม่นำข้อมูลไปเปิดเผยและรักษาความลับตามที่กฎหมายกำหนด

ชื่อ-นามสกุล.....รหัส.....

วันที่.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ญ

แบบสอบถามกิจกรรมทางกายระดับโลก (GPAQ)

แบบสอบถามกิจกรรมทางกายระดับโลก

(Global Physical Activity Questionnaire: GPAQ)

คำแนะนำการใช้แบบสอบถามกิจกรรมทางกายระดับโลก (GPAQ)

ในการใช้แบบสอบถามนี้ ผู้สัมภาษณ์ต้องถามทุกคำถาม การถามหรือไม่ถามในบางองค์ประกอบจะทำให้ไม่สามารถคำนวณผลลัพธ์ได้ทุกองค์ประกอบ ดังนั้น ก่อนที่จะใช้ GPAQ เจ้าหน้าที่เก็บข้อมูลจะต้องทบทวนคำถาม ข้อแนะนำในแต่ละตอนจะช่วยให้เจ้าหน้าที่สอบถามและบันทึกคำตอบได้อย่างถูกต้อง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

รหัส.....

อายุ..... **น้ำหนัก**..... **ส่วนสูง**.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลกิจกรรมทางกาย พฤติกรรมนั่งนาน และการนอน

คำชี้แจง

เพื่อสอบถามกิจกรรมทางกายของแต่ละบุคคลใน 7 วันที่ผ่านมา ในการตอบคำถามโปรดนึกถึงการทำกิจกรรมทางกาย ทั้งในที่ทำงาน ที่บ้าน การเดินทาง หรือในยามว่าง เช่น การออกกำลังกาย และการเล่นกีฬา

กิจกรรมทางกาย หมายถึง การเคลื่อนไหวร่างกายทุกรูปแบบที่ไม่ใช่การนั่งและการนอน

กิจกรรมทางกายที่ระดับปานกลาง หมายถึง กิจกรรมที่ร่างกายต้องออกแรงและค่อนข้างที่จะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นกว่าระดับปกติ หรือรู้สึกเหนื่อยมากกว่าระดับปกติ แต่ยังสามารถพูดคุยกับผู้อื่นขณะทำกิจกรรมได้

กิจกรรมทางกายที่ระดับหนัก หมายถึง กิจกรรมที่ร่างกายต้องออกแรงมากและทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นกว่าระดับปกติ หรือรู้สึกเหนื่อยมากกว่าปกติ โดยที่ในขณะทำกิจกรรมไม่สามารถพูดคุยกับผู้อื่นได้

คำถาม		คำตอบ	รหัส
1) กิจกรรมทางกายในการทำงาน			
1.	ท่านมีกิจกรรมทางกายระดับหนัก ซึ่งทำให้หายใจ แรงและเร็วกว่าปกติมากหรือหอบ ติดต่อกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 10 นาที เช่น การยกหรือแบกของหนักๆ การขุดดิน งานก่อสร้าง เป็นต้น	☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ถ้าตอบว่า **ไม่ใช่** ให้ ข้ามไปตอบ P4)	P1
2.	โดยปกติ**ท่านมีกิจกรรมทางกายระดับหนัก** ในแต่ละสัปดาห์เป็นจำนวนกี่วัน	จำนวนวัน ..... วัน ต่อสัปดาห์	P2
3.	โดยปกติ**ท่านมีกิจกรรมทางกายระดับหนักนั้น** ในแต่ละวันท่านทำเป็นระยะเวลานานเท่าไร นึกถึงเฉพาะงานที่ติดต่อกัน 10 นาทีขึ้นไป	☐☐ : ☐☐ ชั่วโมง : นาที	P3 (a-b)
4.	**ท่านมีกิจกรรมทางกายระดับปานกลาง ซึ่งทำให้หายใจเร็วขึ้นพอควรไม่ถึงกับหอบติดต่อกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 10 นาที** เช่น การก้าวเดินเร็วๆ หรือการยกถือของเบาๆ เป็นต้น	☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ถ้าตอบว่า **ไม่ใช่** ให้ ข้ามไปตอบ P7)	P4
5.	โดยปกติ**ท่านมีกิจกรรมทางกายระดับปานกลาง** ในแต่ละสัปดาห์เป็นจำนวนกี่วัน	จำนวนวัน ..... วัน ต่อสัปดาห์	P5
6.	โดยปกติ**ท่านมีกิจกรรมทางกายระดับปานกลางนั้น** ในแต่ละวันท่านทำเป็นระยะเวลานานเท่าไร นึกถึงเฉพาะงานที่ติดต่อกัน 10 นาทีขึ้นไป	☐☐ : ☐☐ ชั่วโมง : นาที	P6

2) กิจกรรมทางกายในการเดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง			
คำถามต่อไปนี้ไม่รวมถึงกิจกรรมทางกายในการทำงานที่กล่าวมาแล้วในตอนที่ผ่านมา ต่อไปนี้อยากจะถามถึงการเดินทางที่ทำโดยปกติในที่ต่างๆ เช่น การเดินทางไปทำงาน ไปตลาด ไปซื้อข้าว-ของ ไปวัด-โบสถ์ เป็นต้น [ให้ยกตัวอย่างกิจกรรมการเดินทางไป-กลับอื่น ๆ]			
7.	**ท่านเดินหรือถีบจักรยานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ติดต่อกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 10 นาที** ใช่หรือไม่	☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ถ้าตอบว่า **ไม่ใช่** ให้ข้ามไปตอบ P10)	P7

	คำถาม	คำตอบ	รหัส
8.	โดยปกติ**ท่านเดินหรือถีบจักรยานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ติดต่อกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 10 นาที** ในแต่ละสัปดาห์เป็นจำนวนกี่วัน	จำนวนวัน ..... วันต่อสัปดาห์	P8
9.	โดยปกติ**ท่านเดินหรือถีบจักรยานนั้น** ในแต่ละวันท่านทำเป็นระยะเวลานานเท่าไร	.....:..... ชั่วโมง : นาที	P9 (a-b)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) กิจกรรมทางกายที่ทำในเวลาว่างเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ/นันทนาการ			
คำถามต่อไปนี้ไม่รวมถึงกิจกรรมที่ใช้ในการทำงาน และการเดินทางที่ได้กล่าวมาแล้วใน 2 ตอนข้างต้น ต่อไปนี้อยากจะถามเกี่ยวกับการเล่นกีฬา การเล่นฟิตเนส และกิจกรรมสันทนาการ ที่คุณปฏิบัติในเวลาที่ว่างจากการทำงาน [ให้ยกตัวอย่าง]			
10.	**ท่านเล่นกีฬา ออกกำลังกายหรือทำกิจกรรม นันทนาการระดับหนัก ซึ่งทำให้หายใจแรงและเร็วกว่าปกติมาก หรือหอบติดต่อกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 10 นาที** เช่น วิ่งหรือเล่นฟุตบอล ใช่หรือไม่	☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ถ้าตอบว่า **ไม่ใช่** ให้ข้ามไปตอบ P13)	P10
11.	โดยปกติ**ท่านเล่นกีฬา ออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมนันทนาการระดับหนัก** ในแต่ละสัปดาห์เป็นจำนวนกี่วัน	จำนวนวัน ..... วัน ต่อสัปดาห์	P11
12.	โดยปกติ**ท่านเล่นกีฬา ออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมนันทนาการระดับหนักนั้น** ในแต่ละวันท่านทำเป็นระยะเวลานานเท่าไร	.....:..... ชั่วโมง : นาที	P12 (a-b)
13.	**ท่านเล่นกีฬา ออกกำลังกายหรือทำกิจกรรม นันทนาการระดับปานกลาง ซึ่งทำให้หายใจเร็วขึ้น พอควรไม่ถึงกับหอบติดต่อกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 10 นาที** เช่น การก้าวเดิน ถีบจักรยาน ว่ายน้ำ เล่นวอลเล่ย์บอล	☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ถ้าตอบว่า **ไม่ใช่** ให้ข้ามไปตอบ P13)	P13
14.	โดยปกติ**ท่านเล่นกีฬา ออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมนันทนาการระดับปานกลาง** ในแต่ละสัปดาห์เป็นจำนวนกี่วัน	จำนวนวัน	P14
15.	โดยปกติ**ท่านเล่นกีฬา ออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมนันทนาการระดับปานกลางนั้น** ในแต่ละวันท่านทำเป็นระยะเวลานานเท่าไร	.....:..... ชั่วโมง : นาที	P15 (a-b)

คำถาม		คำตอบ	รหัส
4) พฤติกรรมนั่งๆ นอน ๆ			
คำถามต่อไปนี้เป็นคำถามเกี่ยวกับการนั่งๆ นอนๆ ที่บ้าน หรือ ณ ที่ใดๆ จะเป็นการนั่งเพื่อเดินทางไปในที่ต่างๆ หรือ การนั่งพูดคุยกับเพื่อน นั่งทำงาน นั่งดูโทรทัศน์ **แต่ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการนอนหลับ**			
16.	ท่านนั่ง หรือเอนกาย**เฉยๆ ติดต่อกันนานเกิน 2 ชั่วโมง หรือไม่** อย่างไร	☐ 1. นั่งหรือเอนกายเฉยๆ นานเกิน 2 ชั่วโมงทุกวัน ☐ 2. นั่งหรือเอนกายเฉยๆ นานเกิน 2 ชั่วโมงบางวัน ☐ 3. ไม่นั่งหรือเอนกายเฉยๆ นานเกิน 2 ชั่วโมงทุกวัน	P16 P17 P18

หมายเหตุ : ในแบบสอบถามข้อที่ 10 การออกกำลังกายหรือกิจกรรม นันทนาการระดับหนัก อาจหมายถึงกีฬาและกิจกรรมในหลายประเภทที่มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว และใช้พละกำลังติดต่อกันเป็นระยะเวลาหนึ่ง ไม่เพียงแต่กีฬาฟุตบอล แต่รวมถึง แบดมินตัน เทนนิส บาสเกตบอล การวิ่งเร็ว หรือการออกกำลังกายในฟิตเนส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การประเมินผล

คำนวณประเภทกิจกรรม ระดับความหนักกิจกรรมและการใช้พลังงาน เพื่อบ่งบอกระดับกิจกรรมทางกาย

จากสูตร กิจกรรมทางกายทั้งหมดต่อสัปดาห์ (Total physical activity MET-minutes/week) = ปริมาณรวมของค่าปริมาณความต้องการออกซิเจนในแต่ละกิจกรรม (The sum of the total MET minutes of activity computed for each setting) = [(P2 * P3 * 8) + (P5 * P6 * 4) + (P8 * P9 * 4) + (P11 * P12 * 8) + (P14 * P15* 4)]

โดเมน	ค่าปริมาณความต้องการออกซิเจน (MET)
การทำงาน (Work) : ข้อ P1 - P6	- ค่า MET ปานกลาง = 4.0 - ค่า MET สูง = 8.0
การเคลื่อนที่ (Transport) : ข้อ P7 - P9	ค่า MET สำหรับการปั่นจักรยานหรือเดิน = 4.0

กิจกรรม (Recreation) : ข้อ P10 – P16	- ค่า MET ปานกลาง = 4.0 - ค่า MET สูง = 8.0

ตารางแสดงการประเมินระดับกิจกรรมทางกาย

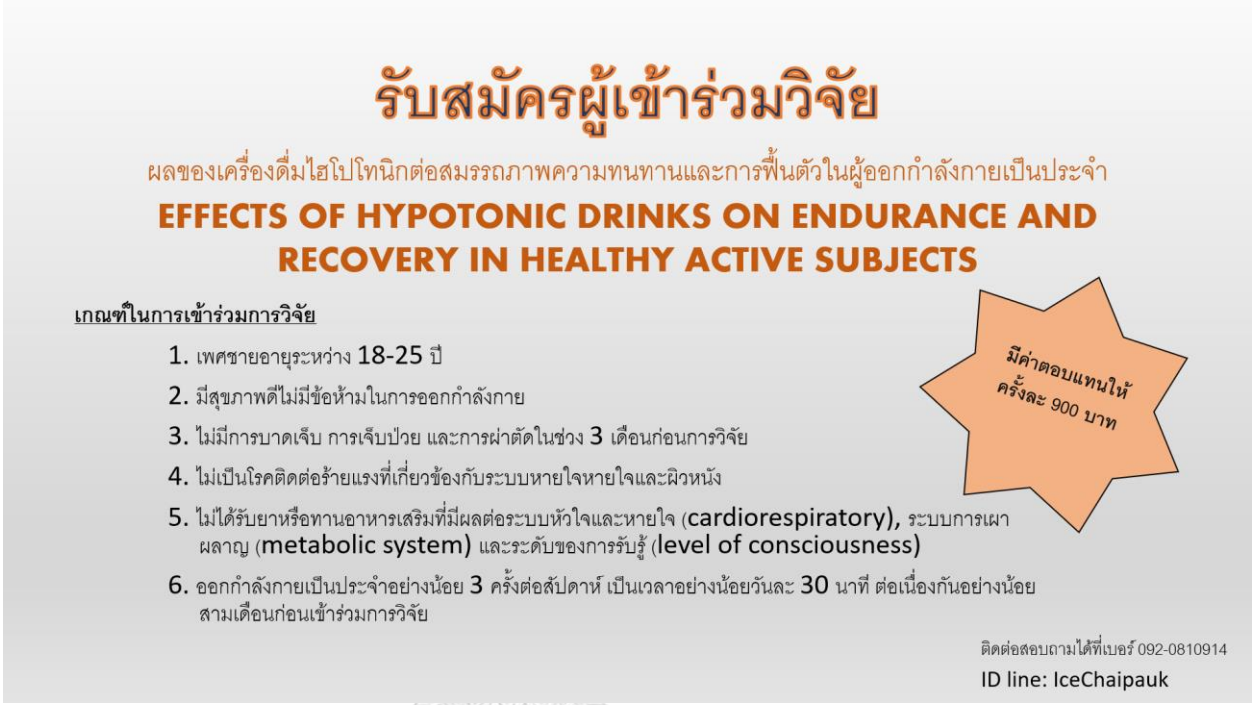
Level of total physical activity	Physical activity cutoff value
High	• IF:(P2 + P11) >= 3 days AND Total physical activity MET minutes per week is >= 1500 **OR** • IF: (P2 + P5 + P8 + P11 + P14) >= 7 days AND total physical activity MET minutes per week is >= 3000
Moderate	• IF: (P2 + P11) >= 3 days AND ((P2 * P3) + (P11 * P12)) >= 60 minutes **OR** • IF: (P5 + P8 + P14) >= 5 days AND ((P5 * P6) + (P8 * P9) + (P14 * P15)>= 150 minutes **OR** • IF: (P2 + P5 + P8 + P11 + P14)>= 5 days AND Total physical activity MET minutes per week >= 600
Low	F: the value does not reach the criteria for either high or moderate levels of physical activity

โดยจากการคำนวณ หากค่า MET ต่อสัปดาห์ต่ำกว่า 600 จะถือว่าเป็นผู้มีกิจกรรมทางกายน้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฎ

ใบประชาสัมพันธ์



รูปที่ 25 ใบประชาสัมพันธ์โครงการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฏ
หลักฐานการผ่านการพิจารณาจริยธรรม

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-3202
ที่ จว 009 /2564 **วันที่** 11 มกราคม 2564
เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

ตามที่นิสิต/บุคลากรในสังกัดของท่านได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น ในการนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลักได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ ดังนี้

โครงการวิจัยที่ 191.1/63 เรื่อง **ผลของเครื่องดื่มไฮโปโทนิกต่อสมรรถภาพความทนทานและการฟื้นตัวในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ** (EFFECTS OF HYPOTONIC DRINKS ON END URANCE AND RECOVERY IN HEALTHY ACTIVE SUBJECTS) **ของ อาจารย์ ดร.คุณัญญา มาสดใส** อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ระวีนันท์ มิ่งภัคนีย์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระวีนันท์ มิ่งภัคนีย์)
กรรมการและเลขานุการ
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AF 02-12

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 004/2564

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 191.2/63 : ผลของเครื่องดื่มไฮโปโทนิกต่อสมรรถภาพความทนทานและการฟื้นตัวในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ

ผู้วิจัยหลัก : อาจารย์.ดร.คุณัญญา มาสดใส

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ Belmont Report 1979, Declaration of Helsinki 2013, Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOM) 2016, มาตรฐานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน (มคจค.) 2560, นโยบายแห่งชาติและแนวทางปฏิบัติการวิจัยในมนุษย์ 2558 อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม .... (signature)
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ)
ประธาน

ลงนาม .... (signature)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระวีนันท์ มิ่งภัคนีย์)
กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 8 มกราคม 2564 **วันหมดอายุ** : 7 มกราคม 2565

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย
4) แบบสอบถาม

เลขที่โครงการวิจัย 191.2/63
วันที่รับรอง -8 ม.ค. 2564
วันหมดอายุ -7 ม.ค. 2565

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) ***เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น***
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. หากยุติโครงการวิจัยก่อนกำหนดต้องแจ้งคณะกรรมการฯ ภายใน 2 สัปดาห์พร้อมคำชี้แจง
8. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 01-15) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น
9. โครงการวิจัยที่มีหลายระยะ จะรับรองโครงการเป็นระยะ เมื่อดำเนินการวิจัยในระยะแรกเสร็จสิ้นแล้ว ให้ดำเนินการส่งรายงานความก้าวหน้า พร้อมโครงการวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องในระยะถัดไป
10. คณะกรรมการฯ สงวนสิทธิ์ในการตรวจเยี่ยมเพื่อติดตามการดำเนินการวิจัย
11. สำหรับโครงการวิจัยจากภายนอก ผู้บริหารส่วนงาน กำกับการดำเนินการวิจัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ชัยพฤกษ์ สุวรรณจักร์
วัน เดือน ปี เกิด	29 มกราคม 2537
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	17/4 ซอยวิภาวดี 3 แยก 5 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงจอมพล เขตจตุจักร 10900
ผลงานตีพิมพ์	Journal of Exercise Physiology

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University