

# ผลของการได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน ที่มีต่อระดับน้ำตาล แลกลูเตต และครีเอทีนไคเนสในเลือด ระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย

กรณทิพย์ ลัมบรรณรัตน์<sup>1</sup> บวรลักษณ์ ทองทวี<sup>2</sup> และ ณภัทรวรรณ ธนาพงษ์อนันต์<sup>3</sup>

<sup>1</sup>คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชัยภูมิ

<sup>2</sup>คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

<sup>3</sup>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน ที่มีต่อระดับน้ำตาล แลกลูเตต และครีเอทีนไคเนสในเลือดระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย อาสาสมัครที่เข้าร่วมการทดลองเป็นนักกีฬาฟุตบอลชาย จำนวน 30 คน อายุระหว่าง 18-25 ปี อาสาสมัครทำการทดลอง 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มต้องมีระยะเวลาพักห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ซึ่งในแต่ละกลุ่มของการทดลองอาสาสมัครปั่นจักรยานที่ความหนัก 75 เปอร์เซ็นต์ ของความสามารถใช้ออกซิเจนสูงสุด 90 นาที โดยอาสาสมัครได้รับเครื่องดื่มที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต และเครื่องดื่มหลอก ก่อนปั่นจักรยาน 15 นาที และนาฬิกาที่ 30 ของการปั่นจักรยาน ทำการเก็บตัวอย่างเลือดที่ช่วงเวลา ก่อนการออกกำลังกาย 15 นาที ออกกำลังกายนาฬิกาที่ 30, 75 หลังออกกำลังกายนาฬิกาที่ 1, 10, 20, 30 และ 24 ชั่วโมง

ผลการศึกษาพบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน และกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต มีค่ามากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ที่ช่วงเวลาการออกกำลังกายนาฬิกาที่ 75 และหลังออกกำลังกายนาฬิกาที่ 1 และ 30 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ระดับแลกลูเตตในเลือดไม่มีความแตกต่างกันภายหลังออกกำลังกายทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง อย่างไรก็ตาม ระดับครีเอทีนไคเนสในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน มีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต และกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ที่ช่วงเวลาหลังออกกำลังกายนาฬิกาที่ 1, 30 และ 24 ชั่วโมง

Corresponding Author : ดร.ณภัทรวรรณ ธนาพงษ์อนันต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

E-mail : napatsawan.t@msu.ac.th



สรุปผลการศึกษาได้ว่า การได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างและระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายไม่ส่งผลต่อระดับแลกเตตในเลือด แต่สามารถลดค่าความเสียหายของกล้ามเนื้อในระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายแสดงโดยค่าครีเอทีนไคเนสหลังการออกกำลังกาย

**คำสำคัญ:** เครื่องตีคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน / น้ำตาลในเลือด / แลกเตต / ครีเอทีนไคเนส / ระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย



## Effect of Carbohydrate-Protein Supplement on Blood Glucose, Blood Lactate and Creatine Kinase Levels Recovery Period after Exercise

Kornthip Limnararat<sup>1</sup> Borwarnluck Thongthawee<sup>2</sup> and  
Napatsawan Thanaponganan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Sports and Health Science, Institute of  
Physical Education Chaiyaphum Campus

<sup>2</sup>Faculty of Nursing, Thammasat University

<sup>3</sup>Faculty of Education, Mahasarakham University

### Abstract

This study aimed to examine the effects of carbohydrate-protein supplementation on blood glucose, blood lactate and creatine kinase levels at the period of recovery after exercise. Participants were 30 football players, aged 18-25 years old. There were 3 experimental groups that each group had a recovery period at least 2 weeks. In each experiment participants were cycling at 75 percent of maximum oxygen consumption for 90 minutes. All participants received three different types of drinks, i.e., carbohydrate-protein (CHO-PROT), carbohydrate (CHO) and placebo (PLA) at the period of 15 minutes before exercise and 45 minutes after exercise. Blood samples were taken at 15, 30, 75 minutes before exercise and at 1, 10, 20, 30 minutes and 24 hours after exercise.

The results showed: Blood glucose level in CHO-PROT and CHO groups were significantly more than that in PLA group ( $p < 0.05$ ). At the period of time around 75 minutes and 1, 30 minutes after exercise were significantly different ( $p < 0.05$ ). Blood lactate levels were not significantly different after exercise among 3 groups. However, Creatine kinase level in CHO-PROT group was significantly, different less than CHO and PLA groups after exercise ( $p < 0.05$ ). In addition, Creatine kinase level in CHO group was significantly different less than the PLA group after exercise ( $p < 0.05$ ) at the period of 1, 30 minutes and 24 hours after exercise.

---

Corresponding Author : Dr.Napatsawan Thanaponganan, Faculty of Education Mahasarakham University  
E-mail : napatsawan.t@msu.ac.th



Conclusion: Receiving the CHO-PROT in drinks to increase blood glucose levels during the period of recovery after exercise, did not affect the blood lactate level. However, the data suggested that CHO-PROT supplementation reduced creatine kinase level hence reduced the muscle damage during recovery after exercise.

**Keyword:** Carbohydrate-Protein / Blood Glucose / Blood Lactate / Creatine Kinase / Recovery Period



## บทนำ

การเล่นกีฬาอย่างหนัก ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อได้ (Jamurtas., 2018; Ra et al., 2017) ความเสียหายหรือการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อซ้ำๆ กันเป็นเวลานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการหดตัวแบบเหยียดยาวออก ส่งผลให้เกิดความตึงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อมากยิ่งขึ้น เกิดความเสียหายฉีกขาด และบาดเจ็บกล้ามเนื้อ (Ra et al., 2017; Gee & Deniel., 2016) จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การออกกำลังกายต่อเนื่องมากกว่า 1 ชั่วโมง (Dong-Hee et al., 2013) การแข่งขันกีฬาที่มีการปะทะเช่น เช่น รักบี้ฟุตบอล (Lacome et al., 2018; Steven et al., 2017) ฟุตบอล (Morten et al., 2018; Ian et al., 2011) หลังการออกกำลังกาย พบการบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากตัวบ่งชี้ครีเอทีนไคเนสในกระแสเลือดที่เพิ่มขึ้น (Riegler et al., 2017) เกิดการสะสมของแลคเตต ซึ่งส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้า ปวดกล้ามเนื้อภายหลังออกกำลังกายเพิ่มขึ้น (Hall et al., 2012)

คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งสร้างพลังงานให้เซลล์ร่างกายเร็วที่สุดและมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ออกกำลังกาย ร่างกายจะเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตที่ได้รับและที่สะสมไว้ในร่างกายในรูปของไกลโคเจนที่กล้ามเนื้อและตับ จะสลายเป็นน้ำตาลกลูโคสและเผาผลาญให้เป็นพลังงานซึ่งขึ้นกับความต้องการใช้พลังงานของร่างกาย (Li et al., 2018; Upton et al., 2018) เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตในนักกีฬาที่เหมาะสมในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬามีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 6-8 (isotonic drinks) เนื่องจากเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานสำหรับ

กล้ามเนื้อที่ทำงาน โดยจะเก็บสะสมไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ และช่วยยืดระยะเวลาในการออกกำลังกายให้ยาวนานขึ้น สอดคล้องกับสมาคมเวชศาสตร์การกีฬาของสหรัฐอเมริกา (The American College of Sport Medicine) แนะนำการให้เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตในการออกกำลังกาย ดังนี้ นักกีฬาคควรได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต 30-60 กรัมต่อชั่วโมง หรือร้อยละ 4-8 ของเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตทุกๆ 15-20 นาทีของการออกกำลังกายเพื่อชดเชยน้ำเกลือแร่และพลังงานที่สูญเสียไประหว่างหรือหลังการแข่งขัน และสามารถนำคาร์โบไฮเดรตมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนโดยการรักษาระดับกลูโคสในเลือด ทำให้ลดปริมาณการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและตับอย่างจำกัด (Li et al., 2018; Upton et al., 2018; Winter., 2016)

โปรตีนจะไม่ได้ทำหน้าที่หลักในการให้พลังงานแก่ร่างกายเหมือนคาร์โบไฮเดรตและไขมัน แต่โปรตีนเป็นแหล่งที่ให้พลังงานบ้างโดยเปลี่ยนเป็นสารตัวกลางในวัฏจักรเครบส์ และนำไปสร้างพลังงานให้ร่างกายหรือสารตัวกลางสามารถนำไปสร้างกลูโคส โดยวิถีกลูโคนีโอเจเนซิส (Gluconeogenesis) กรดอะมิโนจำเป็น และสำคัญต่อการให้พลังงานของร่างกาย เช่น กรดอะมิโนโซ่กิ่ง (Branched chain amino acids) ที่ประกอบด้วย ไอโซลิวซีน (Isoleucine) ลิวซีน (Leucine) และวาลีน (Valine) ซึ่งสามารถสลายให้พลังงานในกล้ามเนื้อได้ประมาณร้อยละ 10-15 ของพลังงานทั้งหมดที่ร่างกายต้องการ (Gannon et al., 2018; Grant et al., 2017) สำหรับนักกีฬาที่ฝึกซ้อมเป็นประจำ นักกีฬาที่ต้องอาศัยความอดทนในการแข่งขันนั้นโดยมีระดับความหนักปานกลางถึงหนักมากนั้นสามารถดื่มเครื่องดื่ม



โปรตีนได้มากถึง 10-20 กรัมต่อชั่วโมง (Gannon et al., 2018; Stokes et al., 2018) จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การได้รับเครื่องดื่มโปรตีนก่อนและระหว่างการวิ่งมาราธอน (Michael et al., 2018) ส่งผลให้ความเข้มข้นของโปรตีนในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นระหว่างและหลังการออกกำลังกาย และกรดอะมิโนโซ่กิ่งสามารถสลายให้พลังงานอย่างรวดเร็วในกล้ามเนื้อ จึงส่งผลให้ลดการสลายเส้นใยกล้ามเนื้อ ลดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ (Sarah et al., 2017) ลดการสะสมของแลคเตต (Ra et al., 2017)

ปัจจุบันการแข่งขันกีฬา มีการใช้เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต หรือเครื่องดื่มโปรตีนก่อนและระหว่างการแข่งขัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการออกกำลังกาย เพิ่มความอดทน (Greer et al., 2014; Shimura et al., 2010) แต่งานวิจัยเกี่ยวกับการได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน มีผลต่อระบบพลังงานการลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อหรือการฟื้นฟูกล้ามเนื้อ ระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายได้เร็วขึ้นหรือไม่ นั้นยังมีไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการฟื้นฟูกล้ามเนื้อระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย หรือการเล่นกีฬาที่มีช่วงระยะเวลาการพักน้อย เพื่อให้ร่างกายสามารถกลับคืนสู่สภาวะปกติได้รวดเร็ว จึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีนที่มีต่อระดับน้ำตาล แลคเตต และครีเอทีนไคเนสในเลือดระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย เพื่อนำผลที่ได้จากการวิจัยใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ออกกำลังกายหรือนักกีฬาที่มีช่วงระยะเวลาพักสั้นๆ เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล เป็นต้น และนำผลของการวิจัยไปใช้แก้ปัญหาและพัฒนางานด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต และเครื่องดื่มหลอก ที่มีต่อระดับน้ำตาล แลคเตต และครีเอทีนไคเนสในเลือด ช่วงระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย

2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างจากการได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต และเครื่องดื่มหลอก ที่มีต่อการลดความเสียหายของกล้ามเนื้อและช่วยฟื้นฟูกล้ามเนื้อ ระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย

## วิธีการดำเนินการวิจัย

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟุตบอล สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชัยภูมิ จำนวน 30 คน ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีแบบจำเพาะเจาะจง โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมโครงการ (Inclusion criteria) คือ มีอายุอยู่ในช่วง 18-25 ปี มีประสบการณ์แข่งขันฟุตบอลในรอบปีที่ผ่านมา ฝึกซ้อมอย่างน้อยสัปดาห์ละ 3 วัน และสมัครใจยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยมีเกณฑ์การแยกกลุ่มตัวอย่างออกจากโครงการ (Exclusion criteria) คือ อยู่ในภาวะที่เจ็บป่วยหรือมีการบาดเจ็บขณะฝึกซ้อมและเป็นอุปสรรคต่อการทดลองวิจัยในครั้งนี้และมีเกณฑ์การให้เลิกจากการศึกษา (Discontinuation criteria) คือ ผู้เข้าร่วมโครงการ วิจัยไม่ได้ดำเนินการทดลองวิจัยตามข้อตกลงการวิจัยที่ทำการตกลงร่วมกันระหว่างผู้วิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการ



### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ส่งโครงการวิจัยเพื่อขออนุญาตการทำวิจัยในมนุษย์ ซึ่งโครงการวิจัยนี้ ผ่านการพิจารณาและรับรองโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ของสถาบันการศึกษา และได้รับเอกสารรับรองโครงการวิจัย หมายเลขหนังสือรับรอง 2529050602003 เห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยได้

2. ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยต้องผ่านการประเมินสุขภาพและผ่านการคัดกรองจากแบบประเมินสุขภาพ ความเจ็บป่วยจากแบบประเมิน PAR-Q โดยผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยที่ผ่านการคัดกรองลงนามในใบยินยอมแล้วจะได้รับการนัดหมายในวันที่ 1 ของการทดลองเพื่อชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง ตรวจระดับกลูโคส แล็กเตต และครีเอตินีนไคเนส

3. ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทำการสุ่มเพื่อรับเครื่องดื่มก่อน-หลัง ในการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองแบบ Randomized, double-blind, crossover design ซึ่งเครื่องดื่มมี 3 ชนิด คือ เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน (CHO-PROT) เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต (CHO) เครื่องดื่มหลอก (PLA) (ตารางที่ 1) อ้างอิงจากการวิจัยของ Greer et al., 2014 เพื่อให้การทดลองแต่ละครั้ง มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน ซึ่งการทดลองแต่ละครั้ง กลุ่มตัวอย่างได้รับเครื่องดื่มที่แตกต่างกัน และไม่ทราบว่าได้รับเครื่องดื่มชนิดใด ซึ่งผู้เข้าร่วมโครงการได้รับเครื่องดื่ม 2 ครั้ง ที่เวลาออกอกำลังกาย 15 นาที และนาทีที่ 30 ของการออกกำลังกาย

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องดื่มแต่ละชนิด

| ส่วนประกอบ                        | CHO-PROT | CHO | PLA |
|-----------------------------------|----------|-----|-----|
| กลูโคส (กรัม)                     | 40       | 50  | -   |
| กรดอะมิโนโซกิง (กรัม)             |          |     |     |
| ไอโซลิวซีน                        | 2        | -   | -   |
| ลิวซีน                            | 5        | -   | -   |
| วาเลีน                            | 3        | -   | -   |
| โซเดียมคลอไรด์ (มิลลิกรัม)        | 50       | 50  | 50  |
| น้ำตาลเทียม (กรัม)                | 4        | -   | 4   |
| สารปรุงแต่งกลิ่นมะนาว (มิลลิลิตร) | 2        | 2   | 2   |
| ปริมาณน้ำ (มิลลิลิตร)             | 848      | 848 | 848 |
| ปริมาณการดื่มต่อครั้ง(มิลลิลิตร)  | 424      | 424 | 424 |



4. ทำการทดสอบหาค่าความสามารถใช้ออกซิเจนสูงสุด ( $VO_{2max}$ ) โดยใช้จักรยาน (Monark 828E) และเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Cortex; Metamax 3B) และหาค่างานสูงสุดที่ทำได้ (Work load) ตาม protocol ของ “Astrand” Per-Olof อ้างอิงจาก Sheldar et al., 2000 โดยผู้วิจัยนำค่าความสามารถในการปั่นจักรยานสูงสุดที่แต่ละคนทำได้ นำมาคำนวณหาค่า 75 เปอร์เซ็นต์  $VO_{2max}$  เพื่อใช้กำหนดความหนักในการทดลอง ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยดกิจกรรมทางกายอย่างหนัก 72 ชั่วโมง และงดอาหาร เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนผสม เช่น ชา กาแฟ น้ำอัดลม ยกเว้นน้ำเปล่าที่สามารถดื่มได้อย่างน้อย 10 ชั่วโมงก่อนเริ่มการทดลอง

5. ผู้เข้าร่วมโครงการเริ่มทำการวิจัยโดยมาที่ห้องทดสอบสมรรถภาพทางกาย เวลา 06.00 น. นั่งพัก 20 นาที ซึ่งผู้วิจัยสอบถามเกี่ยวกับสุขภาพ และทำการชั่งน้ำหนักตัว ส่วนสูง ตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด ระดับแลคเตตในเลือด และระดับครีเอทีนไคเนส ในภาวะปกติ หลังจากนั้นผู้เข้าร่วมโครงการ วิจัยดื่มเครื่องดื่มที่ได้จากการผสมในปริมาณ 424 มิลลิลิตร และนั่งพัก 15 นาที และทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการปั่นจักรยานเป็นเวลา 3-5 นาที ต่อด้วยการปั่นจักรยาน 90 นาที ที่ความหนัก 75 เปอร์เซ็นต์  $VO_{2max}$  และได้รับเครื่องดื่มชนิดเดิมอีกครั้งในปริมาณ 424 มิลลิลิตร นาทีที่ 45 ของการออกกำลังกาย

6. บันทึกผลการวิจัย ดังนี้ คือ ระดับน้ำตาลในเลือด บันทึกก่อนออกกำลังกาย 15 นาที ออกกำลังกายนาทีที่ 30, 75 หลังออกกำลังกาย นาทีที่ 1 และ นาทีที่ 30 ระดับแลคเตตในเลือด บันทึกก่อนการออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย นาทีที่ 1 นาทีที่ 10 นาทีที่ 20 และนาทีที่ 30 ระดับครีเอทีนไคเนส บันทึกก่อนการออกกำลังกาย 15 นาที

หลังออกกำลังกาย นาทีที่ 1 นาทีที่ 30 และหลังออกกำลังกาย 24 ชั่วโมง

7. ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทำการวิจัยซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยมีระยะห่างของแต่ละครั้งเป็นเวลา 14 วัน ตามการปฏิบัติข้อ 5-6 โดยได้รับเครื่องดื่มที่เหลื่อที่แตกต่างกัน และทำการบันทึกผลที่ได้รับ โดยนำผลจากการศึกษาวิจัยมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่อไป

8. การเก็บตัวอย่างเลือดจากการเจาะเลือดด้วยวิธีมาตรฐานซึ่งปลอดภัยต่อการติดเชื้อซึ่งกระทำโดยพยาบาลวิชาชีพที่ได้รับอนุญาตให้เจาะเลือดได้ และนำตัวอย่างเลือดที่ได้มาวิเคราะห์ระดับน้ำตาลในเลือดบรรจุในหลอดสุญญากาศและนำส่งห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยาเพื่อนำเลือดเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ความเร็ว 2,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 นาที เพื่อนำพลาสมาไปวิเคราะห์สารเคมีในเลือดต่อไป นำตัวอย่างเลือดที่ได้มาวิเคราะห์ระดับแลคเตตบรรจุในหลอดสุญญากาศและนำส่งห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยาเพื่อนำเลือดเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ความเร็ว 2,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 นาที เพื่อนำพลาสมาไปวิเคราะห์สารเคมีในเลือดต่อไป นำตัวอย่างเลือดที่ได้มาวิเคราะห์ระดับครีเอทีนไคเนส บรรจุในหลอดสุญญากาศและนำส่งห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยาเพื่อนำเลือดเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที เพื่อนำซีรั่มไปวิเคราะห์สารเคมีในเลือดต่อไป

#### การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนดังนี้ วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard





deviation; S.D.) วิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองวัดซ้ำแบบสองมิติ (Two Way Repeated Measurement) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับน้ำตาลในเลือด ระดับแลคเตตในเลือด และ

ระดับครีเอทีนไคเนส เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธี Tukey กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

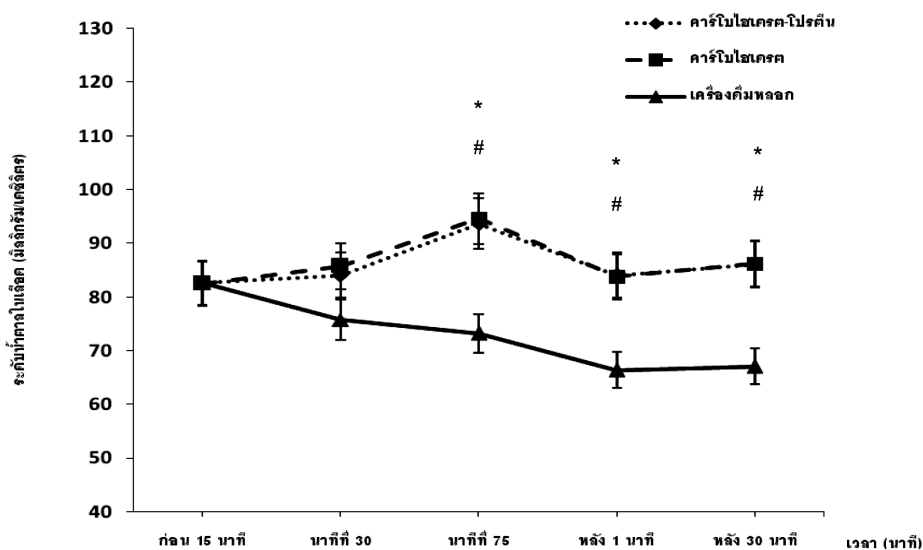
## ผลการวิจัย

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทั่วไปของนักกีฬาฟุตบอลชาย จำนวน 30 คน

| คุณลักษณะทั่วไปของนักกีฬาฟุตบอลชาย                        | ค่าเฉลี่ย+ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|
| อายุ (ปี)                                                 | 20.53 ± 1.50                   |
| ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร <sup>2</sup> )                 | 22.64 ± 1.83                   |
| น้ำหนัก (กิโลกรัม)                                        | 65.94 ± 4.69                   |
| ส่วนสูง (เซนติเมตร)                                       | 171.30 ± 4.83                  |
| ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาทีกิโลกรัม) | 48.82 ± 1.98                   |

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทั่วไปของนักกีฬาฟุตบอล เป็นเพศชาย จำนวน 30 คน มีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ น้ำหนักตัว ส่วนสูงอยู่ในเกณฑ์

มาตรฐาน และมีค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดอยู่ในเกณฑ์ดี



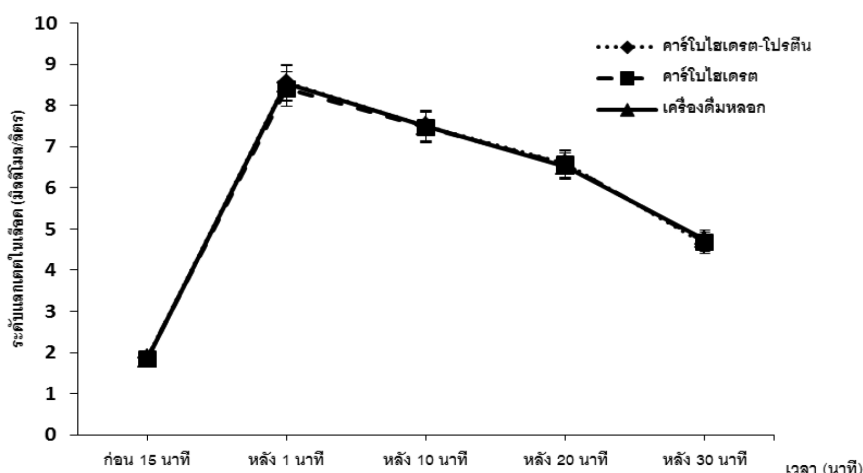
ภาพที่ 1 ความแตกต่างของระดับน้ำตาลในเลือด (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต และเครื่องดื่มหลอก



\* = กลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน และกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต แตกต่างจากกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องตีหกลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

# = กลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต แตกต่างจากกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องตีหกลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

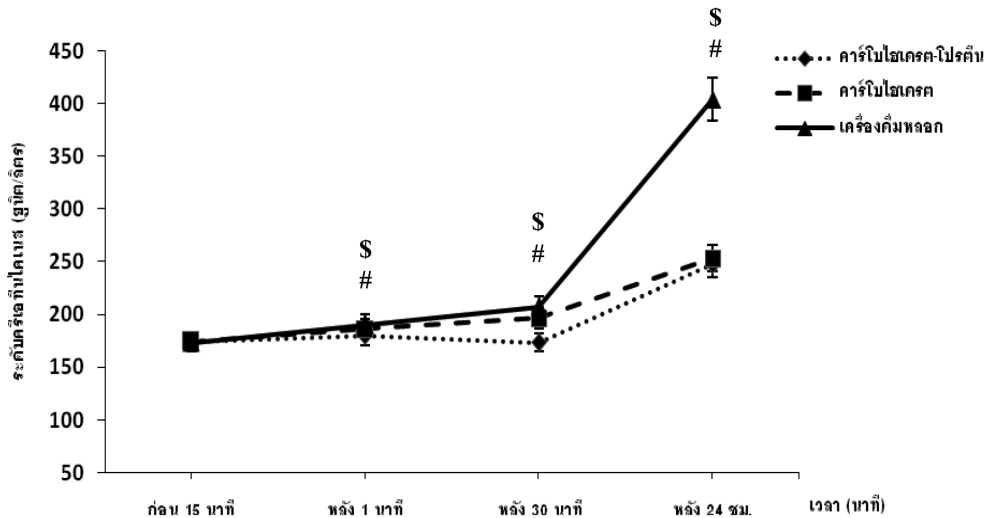
จากการทดลองนี้พบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดก่อนการออกกำลังกายทั้ง 3 กลุ่มนักกีฬาฟุตบอลไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 1) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนักกีฬาฟุตบอล พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน และกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต มีค่าสูงกว่ากลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องตีหกลอก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ที่ช่วงเวลาการออกกำลังกายนาที่ที่ 75 และหลังออกกำลังกายนาที่ที่ 1 และ 30



ภาพที่ 2 ความแตกต่างของระดับแลคเตตในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร) ในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน เครื่องตีคาร์โบไฮเดรต และเครื่องตีหกลอก

จากการทดลองนี้พบว่าระดับแลคเตตในเลือดก่อนการออกกำลังกายทั้ง 3 กลุ่มนักกีฬาฟุตบอลไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 2) และพบว่าระดับแลคเตตในเลือดระหว่าง 3 กลุ่มนักกีฬาฟุตบอลไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอล พบว่า ระดับแลคเตต

ในเลือดเพิ่มขึ้นสูงสุดหลังออกกำลังกายนาที่ที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย 15 นาที และลดลงตลอดช่วงเวลาหลังออกกำลังกายนาที่ที่ 10 20 และ 30 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 3 ความแตกต่างของระดับครีเอทีนไคเนส (ยูนิต/ลิตร) ในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต และเครื่องดื่มหลอก

\$ = กลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน แตกต่างจากกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต และกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

# = กลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต แตกต่างจากกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการทดลองนี้ พบว่า ระดับครีเอทีนไคเนสก่อนการออกกำลังกายทั้ง 3 กลุ่มนักกีฬาฟุตบอลไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 3) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนักกีฬาฟุตบอล พบว่า ระดับครีเอทีนไคเนส กลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน มีค่าต่ำกว่ากลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต และกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และกลุ่ม

นักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต มีค่าต่ำกว่ากลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลพบว่า ระดับครีเอทีนไคเนสเพิ่มขึ้นสูงสุดภายหลังออกกำลังกาย 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกายนาที่ที่ 1 และนาที่ที่ 30 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

### สรุปและอภิปรายผล

ภายหลังการออกกำลังกายกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน และกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตมีระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้น แตกต่างจากกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก ภายหลังการออกกำลังกายนาที่ที่ 75 และระยะฟื้นฟูตัวหลังการออกกำลังกาย การได้รับ



เครื่องตีคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน และเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต ก่อนและระหว่างการปั่นจักรยาน ส่งผลให้มีคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดเพิ่มขึ้นหลังจากตีเครื่องตี 45 นาที ที่ช่วงเวลานาทีที่ 30 และ 75 ของการปั่นจักรยานและระดับน้ำตาลในเลือดลดลง หลังจากออกกำลังกายนาทีที่ 1 เนื่องจากร่างกายมีการสลายกลูโคสเพื่อใช้เป็นพลังงาน (Greer et al., 2014) นอกจากนี้ มีการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน มีคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดเพิ่มขึ้นภายหลังการออกกำลังกายนั้น เนื่องจากร่างกายสามารถสลายกรดอะมิโนโซ่กิ่งและนำไปสร้างเป็นกลูโคสในวัฏจักรกลูโคส-อะลานีน (glucose-alanine cycle) (Rustad et al., 2016; Saunders et al., 2009) ซึ่ง Rustad et al. (2016) ได้ศึกษาวิจัย พบว่า การได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน และเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต ก่อนและระหว่างการปั่นจักรยาน ภายหลังการปั่นจักรยานมีค่าฮอร์โมนอินซูลินลดลงน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องตีหลอด อันน่าจะเกิดจากการลดลงของปริมาณน้ำตาลในเลือด ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากขณะที่ออกกำลังกาย ร่างกายมีขบวนการสลายสารอาหารมากกว่าการสังเคราะห์สารอาหารมีการสลายกลูโคสที่ได้รับจากเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต และสลายกรดอะมิโนโซ่กิ่งร่วมด้วยในกลุ่มที่ได้รับเครื่องตีคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน จึงส่งผลต่อการยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน และลดการนำน้ำตาลในกระแสเลือดเข้าไปสะสมในเซลล์กล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้เป็นพลังงานในกล้ามเนื้อระหว่างการออกกำลังกายนั่นเอง

ระดับแลคเตตในเลือดหลังการออกกำลังกายทันทีที่ระดับแลคเตตสูงสุดและลดลงตลอดระยะฟื้นตัวหลังออกกำลังกาย แต่ยังมากกว่าก่อนการออกกำลังกาย ซึ่ง She et al. (2010) รายงานว่า

ระหว่างเวลาการออกกำลังกายอย่างหนักมากกว่า 1 ชั่วโมงนั้น กล้ามเนื้อมีการทำงานยืด หดตัวซ้ำๆ ต่อเนื่อง มีการลดลงของพลังงานที่สะสม มีการขาดออกซิเจน โดยพบสารตัวกลางในวัฏจักรเครบส์ คือ แอลฟา คีโตกลูตาเรต (Alpha- ketoglutarate) ซิเตรต (Citrate) และซักซินิลโคเอ (Succinyl-Co A) ลดลง ซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของแหล่งพลังงานจากกรดอะมิโนและกลูโคส การผลิตเป็นพลังงานในกระบวนการใช้ออกซิเจนลดลง แสดงออกโดยมีการเพิ่มขึ้นของระดับแลคเตตในเลือดสูงสุดหลังการออกกำลังกายและค่อยๆ ลดลงในช่วงฟื้นตัวหลังออกกำลังกายซึ่ง Rustad et al. (2016) รายงานว่า ระยะฟื้นตัวหลังออกกำลังกาย ร่างกายทำงานหนักลดลงจากขณะออกกำลังกาย ไม่ว่าจะเป็นระบบกล้ามเนื้อ ระบบหายใจ ระบบไหลเวียนเลือด เป็นช่วงที่ระบบต่างๆ ในร่างกายปรับตัวจากการทำงานหนักสู่สภาวะปกติ ประกอบกับช่วงเวลาในการพักในขณะนั้น ไม่ได้ใช้พลังงานจากระบบแอนแอโรบิก เพราะฉะนั้นระดับแลคเตตในเลือดไม่ถูกสร้างเพิ่มขึ้น จะมีเฉพาะการย้ายแลคเตตออกไป มีระดับแลคเตตในเลือดลดลงช่วงฟื้นตัวหลังออกกำลังกาย ซึ่งการฟื้นตัวขึ้นอยู่กับเคลื่อนย้ายของเสียแลคเตตไฮโดรเจน ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ รวมถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ระหว่างการออกกำลังกาย ถ้าระบบออกซิเจนดี หนี้ออกซิเจน (Oxygen Debt) ก็สามารถจ่ายคืนได้เร็วและระบบฟอสเฟตก็จะคืนมาเหมือนเดิม สอดคล้องกับ Francesco et al. (2017) รายงานว่า หลังออกกำลังกายอย่างหนักต้องใช้เวลาน้อย 25-30 นาที สำหรับการฟื้นตัวด้วยการนั่งพัก เพื่อเคลื่อนย้ายแลคเตตที่สะสมอยู่ออกไปได้ครึ่งหนึ่งและต้องใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 15 นาที สำหรับการเคลื่อนย้ายแลคเตตที่สะสมอยู่ออกไปเพื่อ



กลับสู่ภาวะปกติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Dileo et al. (2016); Erich et al. (2015) พบว่า ระดับแลคเตตในเลือดลดลงเร็วยิ่งขึ้นหากมีการยืดกล้ามเนื้อ การวิ่งเหยาะๆ การใช้ความเย็นภายหลังออกกำลังกาย โดยเชื่อว่าในขณะที่พักอย่างมีกิจกรรมเบาๆ นั้น ระบบไหลเวียนเลือดมีการหมุนเวียนเร็วกว่านั่งพักเฉยๆ มีออกซิเจนไปช่วยเผาผลาญแลคเตตมากขึ้น และขนย้ายไปที่ตับและหัวใจ ส่งผลให้ระดับแลคติกในเลือดลดลงสู่ภาวะปกติเร็วขึ้น

ระดับครีเอทีนไคเนสระยะพื้นตัวหลังออกกำลังกายเพิ่มขึ้นทั้ง 3 กลุ่มนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน มีระดับครีเอทีนไคเนสเพิ่มขึ้นน้อยกว่ากลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต และกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก การเพิ่มของระดับครีเอทีนไคเนสในระยะพื้นตัวหลังการออกกำลังกาย เนื่องจากการออกกำลังกายที่ยาวนาน กล้ามเนื้อทำงานซ้ำๆ กัน ส่งผลต่อการเกิดความตึงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อมากเกินไป เกิดการฉีกขาดเสียหายบาดเจ็บของเส้นใยกล้ามเนื้อตามมา โดยมีครีเอทีนไคเนสออกมาสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น (Sean. 2011; Paola & Nicola. 2008) ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในกลุ่มนักจักรยานที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน ก่อนและระหว่างการปั่นจักรยานทางไกล (Rustad. et al., 2016) การวิ่ง (Greer et al. 2014) อาจเป็นไปได้ว่าภายหลังการออกกำลังกายมากกว่า 1 ชั่วโมง พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต และไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อเริ่มลดลง กล้ามเนื้อเกิดการสลายกรดอะมิโนโซ่กิ่งที่ได้รับจากเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีนที่ใช้เป็นพลังงานร้อยละ 30-35 (Shimomura et al. 2010) สอดคล้องกับ Rustad et al. (2016) พบว่าหลัง

การได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน มีระดับกรดอะมิโนวาลีนสูงขึ้นในไมโทคอนเดรียเพื่อเพิ่มการผลิตพลังงานให้เพียงพอต่อการใช้งานนั่นเอง สอดคล้องกับ Sean, F.(2011) ที่พบ เอนไซม์บรานซ์เชนแอลฟาคีโตแอซิกดีไฮโดรจีเนสคอมเพลกซ์เพิ่มขึ้น (Branched chain  $\alpha$ -keto acid dehydrogenase complex; BCKDH) หลังจากได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน แสดงถึงกล้ามเนื้อมีการสลายและใช้พลังงานจากเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของโปรตีน โดยที่ไม่พบการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ดังกล่าวในเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตและเครื่องดื่มหลอก สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Shimomura et al. (2010) ที่พบกรดอะมิโนลิวซีนที่ทำให้เกิดการกระตุ้นร่างกายมีการหลั่งฮอร์โมนอินซูลินเพิ่มมากขึ้น ซึ่งฮอร์โมนดังกล่าวนี้มีหน้าที่ลดการเผาผลาญโปรตีน (Protein degradation) และเพิ่มการสังเคราะห์และสะสมโปรตีนในกล้ามเนื้อ (Protein synthesis) จึงมีผลต่อการลดการฉีกขาดบาดเจ็บของกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย สำหรับการได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตมีการเพิ่มขึ้นของระดับครีเอทีนไคเนสระยะพื้นตัวหลังออกกำลังกายน้อยกว่าเครื่องดื่มหลอกนั้น อาจเป็นไปได้ว่าการได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตส่งผลให้ร่างกายมีการสลายและใช้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตที่ได้รับ

### ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ขอเสนอแนะสำหรับผู้ออกกำลังกาย นักกีฬา ผู้ฝึกสอน ควรแนะนำให้มีการดื่มเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต-โปรตีนเพื่อชดเชยพลังงานระหว่างและระยะพื้นตัวหลังการออกกำลังกาย และเพื่อเร่งฟื้นฟูกำลังกล้ามเนื้อจาก



การบาดเจ็บในระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย และในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มเติมตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงการสันดาปสารอาหาร เช่น ฮอร์โมนอินซูลิน และตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงการ

บาดเจ็บ อักเสบของกล้ามเนื้อในระยะฟื้นตัว หลังการออกกำลังกาย เพื่อเป็นการสนับสนุนผลของการทดลองครั้งนี้

### บรรณานุกรม

- Dileo, T.D., Powel, J. B., Kang, H-K., Roberge, R. J., Coca, A, and Kim, J-H. (2016). Effect of Short Term Heat Acclimation Training on Kinetics of Lactate Removal Following Maximal Exercise. **Journal Sports Medicine and Physical Fitness**. 56(1-2); 70-78.
- Dong-Hee, Kim., Seok-Hwan, Kim., Woo-Seok, Jeong, and Ha-Yan, Lee. (2013). Effect of BCAA Intake during Endurance Exercises on Fatigue Substances and Energy Metabolism Substances. **Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry**. 17(4): 169-180.
- Erich, H., Jam, T., Jean-Pierre, B., Peter, C, and Ron, C. (2015). **The Effect of Post Exercise Cryotherapy on Recovery Characteristics: A Systematic Review and Meta Analysis**. Plos One. 1: 1-22.
- Francesco, L., Marco, G., Giancarlo, D. A., Davide, S., Marco, B. L, and Piero, B. (2017). **Effect of Water based Recivry on Blood Lactate Removal after Hight Intensity Exercise**. Plos One. 1: 1-12.
- Hazar, M., Aynur, O., Ilhan, O., Mehmet, S, and Ozan, S. (2015). Effect of Increasing Maximal Aerobic Exercise on Serum Muscles Enzymes in Field Hockey Players. **Global Journal of Health Science**. 7 (3): 69-74.
- Gannon, N.P., Schnuck J. K, and Vaughan, R. A. (2018) **BCAA Metabolism and Insulin Senility-Dysregulated by Metabolism Status?**. Molecular Nutrition & Food Research. 62: 6-15.
- Gee, T. I, and Deniel, S. (2016). Branched-Chain Amino Acid Supplementation Attenuates a Decrease in Power-Producing Ability Following Acute Strength Training. **Journal Sports Medicine and Physical Fitness**. 56(12); 1511-1517.
- Grant, M. T., Matthew, A. H., Amy, K. H., Austin, G. C. Jose, G. P., Austin, Y. M., Victor, A. U, and Ty, B. P. (2017). Effects of two Pre-Workout Supplements on Concentric and Eccentric Force Production During Lower body Resistance Exercise in Males and Females. **The Journal of International Society of Sports Nutrition**. (14)46: 1-13.



- Greer, B. K., Price, A, and Jones, B. (2014). Timing influence of Carbohydrate protein Ingestion on Muscle Sourness and Next-Day Running Performance. **Journal of Dietary Supplements**. 11(2): 166-174.
- Hall, A. H., Leveritt, M. D. Ahuja, K. D, and Shing C. M. (2012). Coingestion of Carbohydrate and Protein During Training Reduces Training Stress and Enhances Subsequent Exercise Performance. *Appl. Physiol.* **International journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. 38: 597-604.
- Ian, V., Ryan, L., Robery N., Robin, T.T, and Ross, B. (2017).Between Math Activity Variables, Measures of Fatigue and Neuromuscular Performance Capacity Following Elite Competitive Soccer Matches. **Journal of Human Kinetics**. 60: 93-99.
- Jamurtas, A. Z. (2018). **Exercise-Induced Muscle Damage and Oxidative Stress**. *Antioxidants* 28; 7(4): 1-8.
- Lacome, M., Carling, C., Hager, J.P., Dine, G, and Piscione, J. (2018). Workload, Fatigue and Muscle Damage in an u20 Rugby Union Team Over an Intensified International Tournament. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 12: 1-23.
- Li, L., Sun, F. H., Huang, W. Y, and Wong, S. H. (2018). Effects of Whey Protein in Carbohydrate-Electrolyte Drinks on Post- Exercise Rehydration. **European Journal of Sport Science**. 27: 1-9.
- Michael, J. S., Nicholas, D. L., Cash, R. D., Melinda, C. G, and Amanda, D. R. (2018). **Protein Supplementation During or Following a Marathon Run Influences Post- Exercise Recovery**. *Nutrition*. 10: 1-14.
- Morten, K., Oyvind S., Espen, T., Ida, S., Goran P., Elisabeth, E., Irene, N., Kari, R., Anita, R., Vegard, V. I., Knut S., Bent, R. R, and Hilde, G. (2018). **Power Production and Biochemical Markers of Metabolic Stress and Muscle Damage Following a Single Bout of Short-Sprint and Heavy Strength Exercise in Well –Trained Cyclists**. *Frontiers in Physiology*. 9: 155-163.
- Paola, B, and Nicola, M. (2008). **Creatine Kinase Monitoring in Sport Medicine**. *British Medical Bulletin*. 82: 209-230.
- Steven, H. D., Michel, S. B., Silke, J. K, and Koen A P M. Lemmink. (2018). Postmath Recovery of physical Performance and Biochemical Markers in Team Ball Sports: a Systematic Review. **Sport & Exercise Medicine**. 11: 1-10.



- Ra, S. G., Miyazaki, T., Kojima, R., Komine, S., Ishikura, K., Kawanaka, K., Honda, A., Matsuzaki, Y., and Ohmori, H. Effect of BCAA Supplement Timing on Exercise-Induced Muscle Soreness and Damage. **International Journal of Sport Nutrition**. 8 (22): 1120-1129.
- Riegle, M., Stotz, G., Fitzgerald, K., Munoz, C. K., Lewis, J., Ring, S., and Astorino, T.A. (2017). Acute Responses to the 7- minute Workout. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. 31(9): 2572-2578.
- Rustad, P. I., Sailer, M., Cumming, K. T., Jeppesen, P. B., Kolnes, K. J., Sollie, O., Franch, J., Ivy, J. L., Daniel, H., and Jensen, J. (2016). Intake Protein Plus Carbohydrate During the First Two Hours After Exhaustive Cycling Improves Performance the Following Day. **Plos One**. 1: 1-25.
- Sarah, R. J., Oliwrr, C. W., Andrew, P., Gareth, A., W., Keith, B., and Kevin, D. T. (2017). **Branched Chain Amino Acid Ingestion Stimulates Muscle Myofibrillar Protein Synthesis Following Resistance Exercise**. *Frontiers in Physiology*. 8: 1-12.
- Sean, Foster. (2011). **The Effects of 8 Weeks of Heavy Resistance Training and Branched Chain Amino Acid on Muscle Performance and Body Composition: A Study of Student**. Dissertation, Ph. D. (Food, and Exercise Science). Baylor University. Photocopied.
- Shamim, B., Hawley, J. A., and Camera, D. M. (2018). **Protein Availability and Satellite Cell Dynamics in Skeletal Muscle**. *Sports Medicine*. 20: 1-15.
- She, P., Zhou, Y., Zhang, Z., Griffin, K., Gowda, K., and Lynch, C. J. (2010). Distribution of BCAA Metabolism in Mice Impairs Exercise Metabolism and Endurance. **Journal Applied Physiology**. 108: 941-949.
- Shimomura, Y., Inaguma, A., Watanabe, S., Yamamoto, Y., Muramatsu, Y., Bajotto, G., Sato, J., Nobayashi, H., and Mawatari, K. (2010). BCAA before Squat Exercise and Delayed Onset Muscle Soreness. **International Journal of Sport Nutrition**. 20: 236-244.
- Suanders, M. J., Rebecca, W. M., Arie, K. K., Nicholas, D. L., and Cassey, A. P. (2009). Carbohydrate and Protein Hydrolysis Coingestion's Improvement of Late Exercise Time-Trial Performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. 19: 136-149.
- Upton, C. M., Brown, F. C. W., and Hill, J. A. (2017). Efficacy of Compression Garments on Recovery From a Simulated Rugby Protocol. **Journal of Strength & Conditioning Research**. 31(11): 2977-2982.
- Winter. (2016). Mitigating Erectional Heat Illness in Military Personnel: The Science Behind a Rice-Based Electrolyte and Rehydration Drink. **Journal of Special Operations Medicine**. 16(4): 49-53.