วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์
ปีที่ 2 ฉบับที่ 2เดือนกรกฎาคม– ธันวาคม 2561

Journal of Education and Human Development Sciences
Vol. 2 No. 2 July– December 2518

ISSN 2539-7249

# ผลแบบฉับพลันของการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจน

# The Acute Effects of Protease Supplementation on Sport Performance after Aerobic and Anaerobic Exercise

นภากร บุญเส็ง[1]

Napakorn Boonseng[1]

**บทคัดย่อ**

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาผลแบบฉับพลันของการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย การฟื้นสภาพร่างกายหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก และการทำงานของตับหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก หลังการออกกำลังกายอย่างหนักแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจนเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายหาด ทีมชาติไทย เพศชายที่มีสุขภาพแข็งแรงและไม่มีอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อขาที่เป็นอุปสรรคต่อการทำวิจัย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน มีอายุเฉลี่ย 28 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 171 เซนติเมตร น้ำหนักตัวเฉลี่ย 66.60 กิโลกรัม ดัชนีมวลกาย 22.56 กก./ม.$^2$ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างศึกษาแบบ Double-blinded เข้าสู่กลุ่มทดลองที่ได้รับเอนไซม์กับกลุ่มที่ได้รับยาหลอก

เก็บข้อมูลโดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ช่วง ช่วงที่ 1 ไม่มีการเสริมเอนไซม์ ช่วงที่ 2 เสริมเอนไซม์ก่อนการทดสอบออกกำลังกาย ช่วงที่ 3 เสริมเอนไซม์หลังการทดสอบออกกำลังกาย แต่ละช่วงมีระยะเวลาห่างกัน 7 วัน เอนไซม์โปรตีเอส มาจากเครื่องดื่มพืช ผัก ผลไม้ผสม ยี่ห้อหนึ่งที่ได้รับอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ผ่านการตรวจหาค่าเอนไซม์จากศูนย์พันธุวิศวกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ พบปริมาณเอนไซม์โปรติเอส ≤ 0.53 หน่วยต่อกรัม ทำการทดสอบหาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย ค่าของงานที่ทำได้สูงสุด และค่าสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ความเข้มข้นของแลคติคในเลือด คลีเอทีนไคเนส แลคแตดดีไฮโดรจิเนส อะลานิน อะมิโนทรานเฟอเลส และ แอสปาเตต อะมิโนทรายเฟอเลส

ผลการศึกษา การเสริมเอนไซม์โปรตีเอสมีผลทำให้ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย ค่าของงานที่ทำได้สูงสุด และค่าสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มข้นของแลคติคในเลือด คลีเอทีนไคเนส แลคแตดดีไฮโดรจิเนส แอสปาเตต อะมิโนทรายเฟอเลสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่าการเสริมเอนไซม์โปรติเอส ช่วยทำให้ความสามารถในการออกกำลังกายทั้งแบบการใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจนดีขึ้น ช่วยลดการอักเสบของกล้ามเนื้อ ช่วยให้ตับทำงานดีขึ้น ช่วยให้สภาพร่างกายฟื้นตัวได้เร็วขึ้น

**คำสำคัญ**: การเสริมเอนไซม์โปรตีเอส, ประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย, การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน, การออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

[1]สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี

[1]Institute of Physical Education Supan Buri Campus

ISSN 2539-7249

**Abstract**

This investigation examined effects of a protease supplement on the acute effectiveness of protease supplementation on sport performance, recovery liver function after aerobic and anaerobic exercise. The study used a double-blinded, placebo-controlled, crossover design. 10 Beach Soccer Thai nation players were randomly assigned to either a supplement group (SUPP) or a placebo group (PLAC).

All subjects were tested for Multistage fitness test, Wingate test, blood lactic, creatine kinase, lactate dehydrogenase, Alanine aminotransferase (ALT), Aspartate aminotransferase (AST). The testing occurred before (TIME1), immediately after (TIME2), and 24 (TIME3) after a bout of exercise testing. During these tests, the subjects in the SUPP group ingested a protease supplement. The subjects in the PLAC group took juice. After testing at TIME3 and 1 weeks of rest, the subjects were crossed over into the opposite group and performed the same tests as during visits 1-3, but with the opposite limb.

Overall, exercise testing was greater for the SUPP group than for the PLAC and plasma creatine kinase, blood lactic, creatine kinase, lactate dehydrogenase and Aspartate aminotransferase (AST). These results provided initial evidence that the protease supplement may be useful for physical performance, and for reducing muscle inflammation and liver function in short-term recovery.

**Keywords**: Protease supplement, physical performance, aerobic exercise, anaerobic exercise

**บทนำ (Introduction)**

การปวดกล้ามเนื้อมักเกิดขึ้นหลังการออกกำลังกาย โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ค่อยออกกำลังกาย ผู้ที่เริ่มออกกำลังกายใหม่ๆ ผู้ที่กลับมาออกกำลังกายอีกครั้งหลังจากที่ไม่ได้ออกกำลังกายมานาน ผู้ที่มีการเปลี่ยนท่าและวิธีออกกำลังกาย รวมถึงผู้ที่มีการเพิ่มความหนักหรือปริมาณการออกกำลังกายมากขึ้นกว่าที่เคยทำ ทั้งในผู้ที่ออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน และแบบไม่ใช้ออกซิเจน แม้ว่ากระบวนการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นหลังการออกกำลังกายไม่เป็นที่เข้าใจชัดเจน แต่ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลาย คือ การเกิดอาการปวดนี้ขึ้นอยู่กับความตึงตัวกล้ามเนื้อมากของกล้ามเนื้อโครงร่าง นำไปสู่ความเสียหายของโปรตีนโครงสร้างภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีผลในการรับรู้ความเจ็บปวด (Appell, Soares, and Duarte, 1992, pp. 108-115; Hasson, Daniels, and Divine, 1993, pp. 9-17) ซึ่งการอักเสบของกล้ามเนื้อมีสาเหตุจากการบาดเจ็บกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก ซึ่งการอักเสบของกล้ามเนื้อมีผลให้การฟื้นตัวของกล้ามเนื้อช้าลง มีการศึกษาวิจัยรายงานว่าการเสริมเอนไซม์โปรตีเอส สามารถลดระยะเวลาการฟื้นตัวหลังการได้รับบาดเจ็บ ซึ่งเชื่อว่าช่วยยับยั้งกรดอะราคิโดนิค (Arachidonic Acid) ทำให้การรักษาได้เร็วขึ้น (Donaho & Rylander, 1962, pp. 168-170; Deitrick, 1965, pp. 35-37; Woolf, Snow, Walker, and Broadbent, 1965, pp. 491-493; Smyth, Moss, Brennan, Harris, and Martin, 1967, pp. 229-235; Seligman, 1969, pp. 22-26; Taussig & Batkin, 1988, pp. 191-203; Bucci, 1995, pp. 167-173; Burke, 1997, pp. 19-23; Petry, 1997, pp. 1117–1121) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนว่าเอนไซม์โปรตีเอสช่วยยับยั้งการสังเคราะห์ทางชีววิทยาหลังการอักเสบ และกระตุ้นการผลิตของสารต้านการอักเสบ (Woolf, Snow, Walker, and Broadbent, 1965, pp. 491-493; Taussig & Batkin, 1988, pp. 191-203) กระบวนการนี้มีลักษณะคล้ายกับการทำงานของ

ISSN 2539-7249

เอนไซม์ที่มีฤทธิ์โปรตีเอสที่ชื่อว่า พลาสมิน (Plasmin) (Cirelli, 1964, pp. 919–922; Seligman, 1969, pp. 22-26; Taussig & Batkin, 1988, pp. 191-203) แต่การทำงานของเอนไซม์โปรตีเอสอาจเกิดขึ้นเป็นลำดับขั้น

การต้านการอักเสบของเอนไซม์โปรตีเอสยังเกี่ยวข้องกับการเพิ่มของการซึมผ่านเนื้อเยื่อ ช่วยกระตุ้นในการสลายของอาการบวมน้ำ และเร่งการปรับโครงสร้างของเนื้อเยื่อที่เสียหาย (Cirelli, 1964, pp. 919–922; Smyth, Moss, Brennan, Harris, and Martin, 1967, pp. 229-235) ที่น่าสนใจ คือ ไม่พบผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการใช้เอนไซม์โปรตีเอส เหมือนกับการใช้ยาต้านการอักเสบที่ไม่ใช่ สเตียรอยด์ (NSAIDs) เช่น ยาแอสไพริน (เช่น มีการรบกวนระบบทางเดินอาหาร) มีการศึกษาพบว่า การเสริมเอนไซม์โปรตีเอสนั้น มีผลในเชิงบวกทางคลินิกที่หลากหลาย เช่น การสกัดต้อกระจก (Stauber, Clarkson, Fritz, and Evans, 1990, pp. 868–874) หลอดเลือดดำอักเสบแบบมีลิ่มเลือด (Thrombophlebitis) (Seligman, 1969, pp. 22-26) การเสริมเอนไซม์โปรตีเอสมีประสิทธิภาพในการผ่าตัดนำเนื้อตาย และสิ่งแปลกปลอมออกของเนื้อที่ถูกไหม้ระดับสาม ยังเพิ่มการดูดซึมของยาปฏิชีวนะ และรบกวนการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง (Taussig & Batkin, 1988, pp. 191-203) อาการห้อเลือด (Cirelli, 1964, pp. 919–922; Woolf, Snow, Walker, and Broadbent, 1965, pp. 491-493; Petry, 1997, pp. 1117–1121) การบาดเจ็บทางการกีฬา (Donaho & Rylander, 1962, pp. 168–170; Deitrick, 1965, pp. 35-37) และการฟกช้ำ แผลถลอก เคล็ดขัดยอก และกระดูกหัก (Cirelli, 1964, pp. 919–922)

นอกจากนี้ ยังพบว่าการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสมีส่วนช่วยในการฟื้นตัวของการทำงานของกล้ามเนื้อและลดอาการปวดกล้ามเนื้อการออกกำลังกายแบบวิ่งลงเนิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเสริมเอนไซม์โปรตีเอสอาจช่วยในการรักษาและฟื้นตัวของกล้ามเนื้อ (Miller, Bailey, Barnes, Derr, and Hall, 2004, pp. 365-372) ยังพบว่าการเสริมโพรทีโอไลติก (Proteolytic Supplement) หลังการวิ่งลงเนิน เป็นเวลา 45 นาที ช่วยลดการอักเสบของกล้ามเนื้อ โดยการเพิ่มจำนวนเม็ดเลือดขาวอีโอซิโนฟิล และเบโซฟิล และลดการเกิด Cyclooxygenase-2 และ Cytokines Interleukin (IL)-6 and IL-1 2 (Buford, Cooke, Redd, Hudson, Shelmadine, and Willoughby, 2009, pp. 1908–1914). นอกจากนี้ ยังช่วยลดการสูญเสียความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทันที หลังการทำงานของกล้ามเนื้อแบบเอคเซนทริค และไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อท่อนแขนหลังการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสแบบทันที (Beck et al., 2007, pp. 661-667) แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงผลแบบฉับพลันของการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสในการออกกำลังกายอย่างหนักในระยะเวลาสั้นๆ ทั้งการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช่ออกซิเจน งานวิจัยนี้ จึงต้องการศึกษาผลแบบฉับพลันของการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย หลังการออกกำลังกายอย่างหนักแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจน

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives)**

1. เพื่อศึกษาผลแบบฉับพลันของการเสริมเอนไซม์โปรตีเอส ต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจน
2. เพื่อศึกษาผลแบบฉับพลันของการเสริมเอนไซม์โปรตีเอส ต่อการฟื้นสภาพร่างกายหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก ทั้งแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจน
3. เพื่อศึกษาผลแบบฉับพลันของการเสริมเอนไซม์โปรตีเอส ต่อการทำงานของตับหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก ทั้งแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจน

ISSN 2539-7249

**ขอบเขตของการวิจัย (Scope of Research)**

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลแบบฉับพลันของการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสจะมีผลดีต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย หลังการออกกำลังกายทั้งแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจน การฟื้นตัวที่เกิดขึ้นหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก และผลกระทบต่อการทำงานของตับ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟุตบอลชายหาด ทีมชาติไทย จำนวน 10 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) คือ การเสริมเอนไซม์โปรตีเอสก่อน และหลังการออกกำลังกายอย่างหนักแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจน

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ประกอบด้วย

3.2.1 องค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ น้ำหนักตัว ส่วนสูง น้ำหนักและดัชนีมวลกาย

3.2.2 ตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ ความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน (ค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_{2max}$) ความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ค่าพลังกล้ามเนื้อเฉลี่ย ค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ค่ารอบในการปั่นสูงสุด และค่าความเร็วในการปั่นถึงรอบสูงสุด) ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด ค่าแอสพาเทท อะมิโนทรานสเฟอเรส ค่าอะลานีน ทรานสไมเนส ค่าครีเอทีน ฟอสโฟ ไคเนส และค่าแลคเตท ดีไฮโดรจีเนส

**คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย**

การเสริมเอนไซม์โปรตีเอส (Protease Supplement) หมายถึง การเสริมเอนไซม์โปรตีเอส โดยการรับประทานเอนไซม์โปรตีเอส จำนวน 10 กรัม

ความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Capacity) หมายถึง ความสามารถในการใช้ออกซิเจน (Oxygen Consumption หรือ Oxygen Uptake: $VO_2$) หรือความสามารถของร่างกายในการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจน ซึ่งร่างกายต้องใช้เวลาในการปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาที่ใช้ออกซิเจน หรือขบวนการแอโรบิคอย่างน้อย 3-4 นาทีขึ้นไป ซึ่งก็คือ การวัดความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular Endurance)

การทดสอบแบบ Multistage Shuttle Run Test หมายถึง การทดสอบสมรรถภาพแบบแอโรบิค โดยผู้ถูกทดสอบวิ่งไป-กลับ ตามระยะ 20 เมตร วิ่งต่อเนื่องตามเสียง สัญญาณที่ได้ยิน จนไม่สามารถวิ่งได้ทันตามเสียงสัญญาณ ความเร็วในการวิ่งเพิ่มขึ้น ทุก 1 นาที บันทึกระดับและจำนวนเที่ยวที่วิ่งได้ นำมาคำนวณค่า $VO_{2max}$ โดยเทียบกับตาราง

ความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Capacity) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ทำงานด้วยความหนักได้เป็นระยะเวลานานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งก็คือความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance)

การทดสอบแบบวินเกต หมายถึง การทดสอบสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิค ในเวลา 30 วินาที คือการให้ผู้ถูกทดสอบปั่นจักรยานด้วยความหนักที่สูง วิธีการทดสอบจะให้ผู้ถูกทดสอบปั่นจักรยานวอร์มประมาณ 3–5 นาที ด้วยความเร็วสูงโดยที่ไม่มีแรงต้าน หลังจากนั้นจะปรับแรงต้านเพิ่มขึ้น (0.067 x น้ำหนักตัว) ให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงปั่นให้เร็วที่สุด พร้อมกับการนับจำนวนรอบปั่นทุกๆ 5 วินาที จนครบ 30 วินาที แล้วจึงนำค่าที่ได้มาเข้าสูตรการคำนวณตามวิธีของวินเกต แบบทดสอบของวินเกตจึงเป็นแบบทดสอบที่ง่ายและมีความเที่ยงตรง ในการวัด

ISSN 2539-7249

ประสิทธิภาพการทำงานในเชิงแอนแอโรบิคและสามารถนำไปใช้ทำนายประสิทธิภาพการทำงานในเชิงแอนแอโรบิคได้

**วิธีการดำเนินการวิจัย (Methodology)**

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) แบบ Cross over Design ใช้วิธีการ Randomized Controlled Trial แบบ Double-blind Randomized Trial เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลแบบฉับพลันของการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย หลังการออกกำลังกายอย่างหนักแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจน โดยมีรายละเอียดในการดำ เนินการวิจัยดังนี้

**ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักกีฬาฟุตบอลชายหาดทีมชาติไทย

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายหาด ทีมชาติไทย เพศชายที่มีสุขภาพแข็งแรงและไม่มีอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อขาที่เป็นอุปสรรคต่อการทำวิจัย มีอายุระหว่าง 18-40 ปี ที่สมัครใจเข้าร่วมการทดลอง จำนวน 10 คน

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. จักรยานทดสอบพลังกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้แอโรบิคด้วยวิธีวินเกต ด้วยเครื่อง POWERMAX-VIII โดย Combi Wellness Corporation ประเทศญี่ปุ่น

2. เครื่องวัดกรดแลคติกในเลือด (The Lactate Plus Analyze) โดย Nova Biomedical Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา

3. เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง

4. สำลี แอลกอฮอล์ และถุงมือยางสำหรับเจาะเลือด

5. กรวยยาง หรือมาร์คเกอร์ และนาฬิกาจับเวลา

6. เครื่องคอมพิวเตอร์ ลำโพง พร้อมแผ่นซีดีให้จังหวะการวิ่ง (Beep Test)

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการ เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

2. จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์การทดสอบ และใบบันทึกผล เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จัดเตรียมเอนไซม์โปรตีเอส และ Placebo

3. ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เฉพาะผู้ที่สมัครใจ จำนวน 10 คน

4. ชี้แจง ขั้นตอน วิธีการปฏิบัติให้กับผู้เข้าร่วมวิจัยโดยละเอียด ให้กับนักกีฬาที่สมัครใจ ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยลงลายมือชื่อเป็นลายลักษณ์อักษร

5. นำนักกีฬาที่สมัครใจทั้งหมดทำการวัดองค์ประกอบของร่างกาย ซึ่งประกอบด้วยน้ำหนักตัว และวัดส่วนสูง จากนั้นวัดกรดแลคติก ในเลือด (Blood Lactate) โดยการเจาะปลายนิ้วโดยใช้เครื่อง The Lactate Plus Analyze และเจาะเลือดครั้งที่ 1 ที่เส้นเลือดดำบริเวณข้อพับศอกด้านหน้าในปริมาณ 5 มิลลิลิตร เพื่อตรวจค่า Creatine Kinase (CK) ค่า Lactate Dehydrogenase (LDH) Alanine Aminotransferase (ALT) และ Aspartate Aminotransferase (AST) ในขณะพัก การเจาะเลือดกระทำโดยพยาบาลวิชาชีพ

6. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจำนวน 10 คนจะได้รับการสุ่มทดลอง รับประทานอาหารเสริม และยาหลอก และทดสอบการทำงานของร่างกายแตกต่างกัน ดังนี้

ISSN 2539-7249

6.1 การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน โดย**ไม่ได้รับ**การเสริมเอนไซม์(Aerobic Exercise with no Supplement: AeNS) แต่ได้รับยาหลอก (Placebo) เป็นเครื่องดื่มธัญญาหารที่มีขายตามท้องตลาดยี่ห้อหนึ่ง ปริมาณ 10 กรัม ก่อนออกกำลังกาย 15 นาที และหลังการออกกำลังกายทันที ใช้การออกกำลังกายอย่างหนักแบบใช้ออกซิเจนด้วยวิธีที่เรียกว่า Beep Test เป็นการทดสอบวิ่งซ้ำต่อเนื่องระยะ 20 เมตร โดยผู้ถูกทดสอบยืนที่จุดเริ่มต้น เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณที่ 1 ออกวิ่งตามระยะ 20 เมตร ไปยังจุด สิ้นสุดก่อนที่เสียงสัญญาณที่ 2 จะดังขึ้น เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณที่ 2 ให้วิ่งกลับไปยังจุดเริ่มต้น วิ่งต่อเนื่องตามเสียงสัญญาณที่ได้ยิน จนไม่สามารถวิ่งได้ทันตามเสียง 2 ครั้ง ภายในระยะ 1.5 เมตร ความเร็วในการวิ่งเพิ่มขึ้น ทุก 1 นาที บันทึกระดับและจำนวนเที่ยวที่วิ่งได้ นำมาคำนวณค่า $VO_2max$

6.2 การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน โดย**ได้รับ**การเสริมเอนไซม์โปรตีเอสก่อนการออกกำลังกาย (Aerobic Exercise with Pre Exercise Protease Supplement: AePS) โดยก่อนออกกำลังกาย 15 นาที ได้รับเอนไซม์โปรตีเอสจากเครื่องดื่มพืช ผักผลไม้ผสมยี่ห้อหนึ่ง ปริมาณ 10 กรัม ที่ประกอบด้วยเอนไซม์โปรติเอส ซึ่งได้รับการตรวจพิสูจน์จากห้องปฏิบัติการ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติโดยการชงร่วมกับน้ำต้มสุกและรอให้อุ่นก่อนดื่ม และหลังออกกำลังกายทันทีได้รับยาหลอก ใช้วิธีการออกกำลังกายอย่างหนักแบบใช้ออกซิเจนด้วยวิธีการทดสอบวิ่งซ้ำต่อเนื่องระยะ 20 เมตร

6.3 การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน โดยได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสหลังการออกกำลังกายทันที (Aerobic Exercise with Post Exercise Protease Supplement: AePPS) โดยก่อนออกกำลังกาย 15 นาที ได้รับยาหลอก และหลังออกกำลังกายทันทีได้รับเอนไซม์โปรตีเอสจาก เครื่องดื่มพืช ผักผลไม้ผสมยี่ห้อหนึ่ง ปริมาณ 10 กรัม ใช้วิธีการออกกำลังกายอย่างหนักแบบใช้ออกซิเจนด้วยวิธีการทดสอบวิ่งซ้ำต่อเนื่องระยะ 20 เมตร

6.4 การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์ (Anaerobic Exercise with no Supplement: AnNS) แต่ได้รับยาหลอก (Placebo) ก่อนออกกำลังกาย 15 นาที และหลังการออกกำลังกายทันที ให้ออกกำลังกายอย่างหนักแบบไม่ใช้ออกซิเจนด้วยวิธีการทดสอบแบบวินเกต โดยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยปั่นจักรยานวอร์มประมาณ 3 – 5 นาที ด้วยความเร็วสูงโดยที่ไม่มีแรงต้าน หลังจากนั้นจะปรับแรงต้านเพิ่มขึ้น (0.067 x น้ำหนักตัว) ให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงปั่นให้เร็วที่สุด พร้อมกับการนับจำนวนรอบปั่นทุก ๆ 5 วินาที จนครบ 30 วินาที แล้วจึงนำค่าที่ได้มาเข้าสูตรการคำนวณตามวิธีของวินเกต

6.5 การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสก่อนการออกกำลังกาย (Anaerobic Exercise with Pre Exercise Protease Supplement: AnPS) โดยก่อนออกกำลังกาย 15 นาที ได้รับเอนไซม์โปรตีเอสจากเครื่องดื่มพืช ผักผลไม้ผสมยี่ห้อหนึ่ง ปริมาณ 10 กรัม และหลังออกกำลังกายทันทีได้รับยาหลอก ใช้วิธีออกกำลังกายอย่างหนักแบบไม่ใช้ออกซิเจนด้วยวิธีการทดสอบแบบวินเกต

6.6 การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน โดยได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสหลังการออกกำลังกายทันที (Anaerobic Exercise with Post Exercise Protease Supplement: AnPPS) โดยก่อนออกกำลังกาย 15 นาที ได้รับยาหลอก และหลังออกกำลังกายทันทีได้รับเอนไซม์โปรตีเอสจากเครื่องดื่มพืช ผักผลไม้ผสมยี่ห้อหนึ่ง ปริมาณ 10 กรัม ใช้วิธีการออกกำลังกายอย่างหนักแบบใช้ออกซิเจนด้วยวิธีการทดสอบแบบวินเกต

6.7 การเสริมเอนไซม์โปรตินเอส คณะผู้วิจัยได้นำเอนไซม์มาจากเครื่องดื่มพืช ผัก ผลไม้ผสม ตราเจนิฟู้ด เป็นสินค้าได้รับอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขและนำไป

ISSN 2539-7249

ตรวจหาเอนไซม์ ณ ศูนย์พันธุวิศวกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (National Science and Technology Development Agency) ซึ่งเป็นหน่วยงานราชการ ผลการตรวจพบปริมาณเอนไซม์โปรติเอส ≤ 0.53 Unit per gram (μmole/g x min)

7. หลังการทดสอบทันที ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนเข้ามาวัดกรดแลคติกในเลือดโดยการเจาะปลายนิ้วโดยใช้เครื่อง The Lactate Plus Analyze

8. โดยในช่วงหลังจากนี้ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนต้องไม่มีการเที่ยวกลางคืนหรือนอนดึกจนทำให้พักผ่อนไม่เพียงพอ ไม่ดื่มสุราหรือสิ่งเสพติดและจะมีการโทรศัพท์เพื่อสอบถามอาการข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น ปวดท้อง ท้องอืด วิงเวียน เป็นต้น และมีการสัมภาษณ์การใช้เอนไซม์โปรตีเอส

9. หลังการครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนเข้ามาวัดกรดแลคติกในเลือดโดยการเจาะปลายนิ้วโดยใช้เครื่อง The Lactate Plus Analyze และเจาะเลือดครั้งที่ 2 ที่เส้นเลือดดำบริเวณข้อพับศอกด้านหน้าในปริมาณ 5 มิลลิลิตร

10. จากนั้นผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนต้องเข้ารับการออกกำลังกายด้วยการทดสอบแบบเดิมอีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของร่างกายก่อน และหลังได้รับและไม่ได้รับเอนไซม์เสริม

11. โดยการออกกำลังกายแต่ละครั้งห่างกันประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้อาสาสมัครมีการฟื้นตัวอย่างเต็มที่และไม่มีกระทบจากการออกกำลังกายครั้งก่อน

12. ทั้งนี้ ในระหว่างการวิจัยจะมีผู้ช่วยวิจัยที่มีความรู้ความเข้าใจขั้นตอนการวิจัย และมีประสบการณ์ในการทำวิจัยมาก่อนในการช่วยดูแลและควบคุมอาสาสมัคร และมีพยาบาลวิชาชีพในการดูแลกรณีการเกิดการบาดเจ็บ รวมถึงมีรถพยาบาลกู้ชีพเตรียมพร้อมสำหรับกรณีฉุกเฉินต่างๆ ตลอดการวิจัย

**ตารางลำดับวิธีการทดลอง 6 วิธีของอาสาสมัครด้วยวิธีการสุ่ม**

| อาสาสมัคร | วิธีการ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 | ครั้งที่ 6 |
| 001 | AeNS | AePPS | AnPS | AePS | AnPPS | AnNS |
| 002 | AePS | AeNS | AnNS | AePPS | AnPS | AnPPS |
| 003 | AePPS | AnPS | AePS | AnNS | AeNS | AnPPS |
| 004 | AnNS | AePS | AeNS | AePPS | AnPPS | AnPS |
| 005 | AePS | AnPPS | AePPS | AnNS | AnPS | AeNS |
| 006 | AnNS | AnPS | AePS | AeNS | AePPS | AnPPS |
| 007 | AnPS | AeNS | AePPS | AnPPS | AePS | AnNS |
| 008 | AeNS | AePS | AnNS | AePPS | AnPPS | AnPS |
| 009 | AnPPS | AnNS | AePPS | AeNS | AnPS | AePS |
| 010 | AePS | AePPS | AnPS | AnNS | AnPPS | AeNS |

AeNS: การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน โดยไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์(Aerobic Exercise with no Supplement)

AePS: การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน โดยได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสก่อนการออกกำลังกายทันที (Aerobic Exercise with Pre Exercise Protease Supplement)

ISSN 2539-7249

AePPS: การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน โดยได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสหลังการออกกำลังกาย (Aerobic Exercise with Post Exercise Protease Supplement)

AnNS: การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์(Anaerobic Exercise with no Supplement)

AnPS: การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสก่อน การออกกำลังกาย (Anaerobic Exercise with Pre Exercise Protease Supplement)

AnPPS: การทดสอบการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน โดยได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสหลังการออกกำลังกายทันที (Anaerobic Exercise with Post Exercise Protease Supplement)

**การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้xd

1. ทดสอบความถูกต้องของทฤษฎี (Testing Goodness of Fit) ว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นโค้งปกติหรือไม่ โดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov One Sample Test

2. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมวิจัย ซึ่งได้แก่ น้ำหนักตัว ส่วนสูง และดัชนีมวลกาย

3. ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way Analysis of Variance with Repeated Measures) เพื่อทดสอบหาค่าความแตกต่างของค่าทางสรีรวิทยาต่างๆ ได้แก่ ความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน (ค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2max$)) ความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ค่าพลังกล้ามเนื้อเฉลี่ย ค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ค่ารอบในการปั่นสูงสุด และค่าความเร็วในการปั่นถึงรอบสูงสุด) ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด หากพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ ด้วยวิธีของ Bonferroni

4. ใช้การวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการทดสอบผลของการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสต่อการฟื้นตัวของร่างกาย หลังการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน และแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยการทดสอบค่าทีแบบวัดซ้ำ (Paired Samples t–test) ของค่าแอสพาเทท อะมิโนทรานสเฟอเรส ค่าอะลานีนทรานสไมเนส ค่าครีเอทีน ฟอสโฟ ไคเนส และค่าแลคเตท ดีไฮโดรจีเนส

5. กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ผลการวิเคราะห์**

**ตารางที่ 1** การเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน ($VO_2max$) จากการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย ในการทดสอบการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way Analysis of Variance with Repeated Measures)

| รายการ | ไม่มีการเสริมเอนไซม์ | | เสริมเอนไซม์ก่อนการทดสอบ | | เสริมเอนไซม์หลังการทดสอบ | | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean | S.D. | Mean | S.D. | Mean | S.D. | | |
| ความสามารถในการใช้ออกซิเจน ($VO_2max$) | 50.97 | 2.81 | 52.67[t] | 1.83 | 52.29 | 3.35 | 4.51 | 0.02* |

ISSN 2539-7249

l/kg/min)

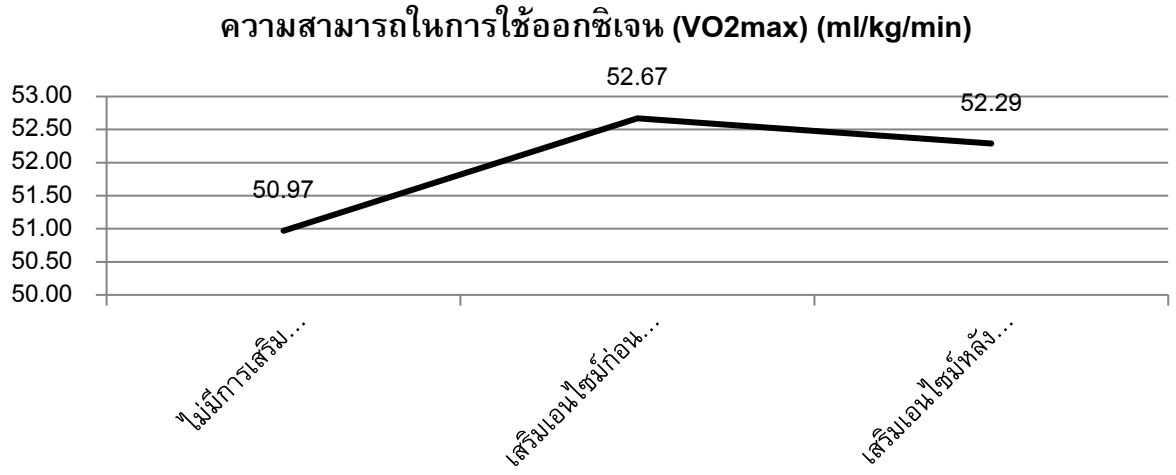
* p < .05

[t] แตกต่างกับการทดสอบโดยไม่มีการเสริมเอนไซม์ (p < .05)

จากตารางที่ 1 พบว่า การทดสอบออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนโดยได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสก่อนการทดสอบ (52.67 ± 1.83) และการทดสอบการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนโดยที่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสหลังการทดสอบการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (52.29 ± 3.35) จะมีค่าความสามารถในการทำงานแบบแอโรบิคมากกว่าการทดสอบการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนโดยที่ไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอส (50.97 ± 2.81)

การทดสอบการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนโดยที่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสก่อนการทดสอบการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนจะมีค่าความสามารถในการทำงานแบบแอโรบิคมากกว่าการทดสอบการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนโดยที่ไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < .05)

**แผนภูมิที่ 1** เปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน ($VO_2max$) (ml/kg/mim)




[t] แตกต่างกับการทดสอบโดยไม่มีการเสริมเอนไซม์ (p < .05)

t

**ตารางที่ 2** การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแลคติคในเลือด ด้วยการทดสอบการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน

| รายการ | ไม่เสริมเอนไซม์ | | เสริมก่อนการทดสอบ | | เสริมหลังการทดสอบ | | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean | S.D. | Mean | S.D. | Mean | S.D. | | |
| ก่อนการทดสอบ | **1.51** | 0.62 | **1.28** | 0.61 | **1.22** | 0.58 | 1.52 | 0.25 |
| หลังการทดสอบทันที | **11.52** | 1.88 | **10.16** | 2.65 | **9.79** [t] | 1.63 | 4.24 | 0.03* |

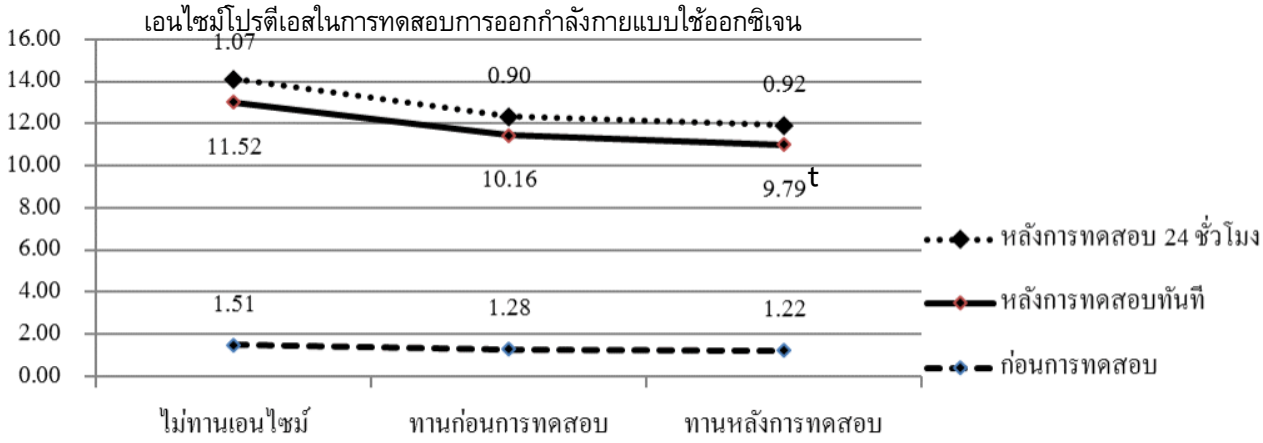
ISSN 2539-7249

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| หลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง | **1.07** | 0.38 | **0.90** | 0.47 | **0.92** | 0.42 | 1.47 | 0.26 |

[t] แตกต่างกับการทดสอบโดยไม่มีการเสริมเอนไซม์ ($p < .05$)

จากตารางที่ 2 พบว่า ไม่พบความแตกต่างของค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือด ก่อนการทดสอบการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (1.51 mmol/L 1.28 mmol/L และ 1.22 mmol/L) และหลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง (1.07 mmol/L 0.90 mmol/L และ 0.92 mmol/L ) การเสริมเอนไซม์โปรติเอส หลังการทดสอบออกกำลังกายแบบแอโรบิค พบว่า มีค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือด ต่ำกว่าการไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์ (9.79 mmol/L : 11.52 mmol/L) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

**แผนภูมิที่ 2** กราฟการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด (mmol/L) จากการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสในการทดสอบการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน




[t] แตกต่างกับการทดสอบโดยไม่มีการเสริมเอนไซม์ ($p < .05$)

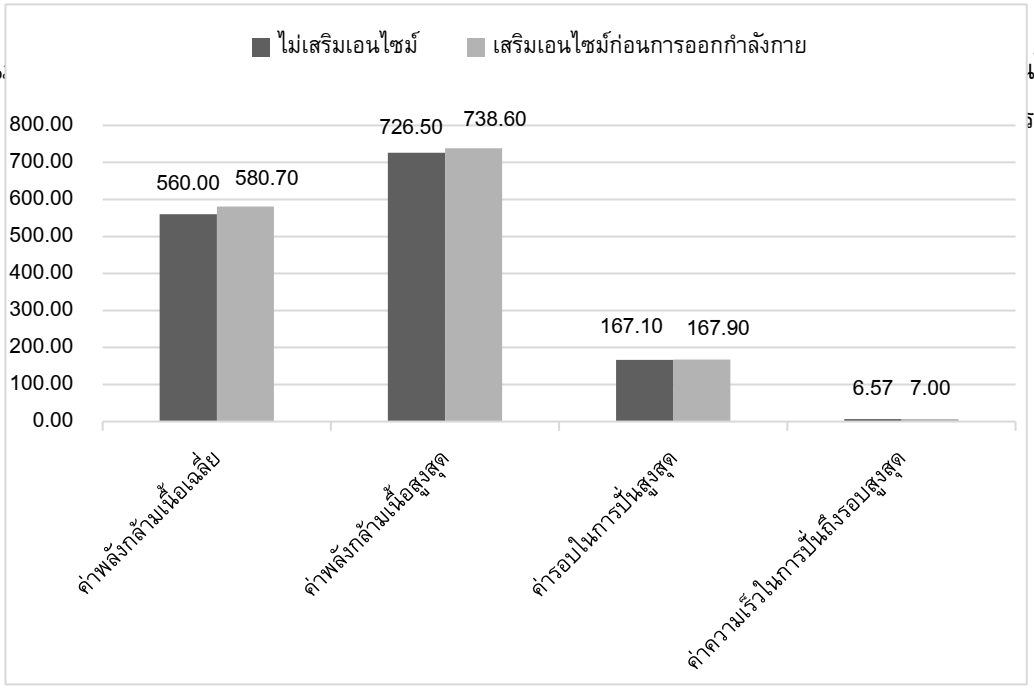
**ตารางที่ 3** การเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Wingate's Test) ระหว่างการเสริมเอนไซม์**ก่อน**การทดสอบกับไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์ โดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย แบบสัมพันธ์กัน (Paired Samples t-test)

| รายการ | ไม่เสริมเอนไซม์ | | เสริมเอนไซม์**ก่อน**การออกกำลังกาย | | t | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean | S.D. | Mean | S.D. | | |
| ค่าพลังกล้ามเนื้อเฉลี่ย | **560.00** | 55.30 | **580.70** | 63.01 | -1.276 | 0.23 |
| ค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด | **726.50** | 88.29 | **738.60** | 94.43 | 0.051 | 0.96 |
| ค่ารอบในการปั่นสูงสุด | **167.10** | 13.99 | **167.90** | 9.60 | 0.473 | 0.65 |
| ค่าความเร็วในการปั่นถึงรอบสูงสุด | **6.57** | 1.46 | **7.00** | 1.68 | -1.080 | 0.31 |

จากตารางที่ 3 พบว่า ภาวะที่ไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์ก่อนการออกกำลังกายมีค่าความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่ำกว่าภาวะที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ก่อนการออกกำลังกาย

ISSN 2539-7249

**แผน** ...ไซม์ ...รออก



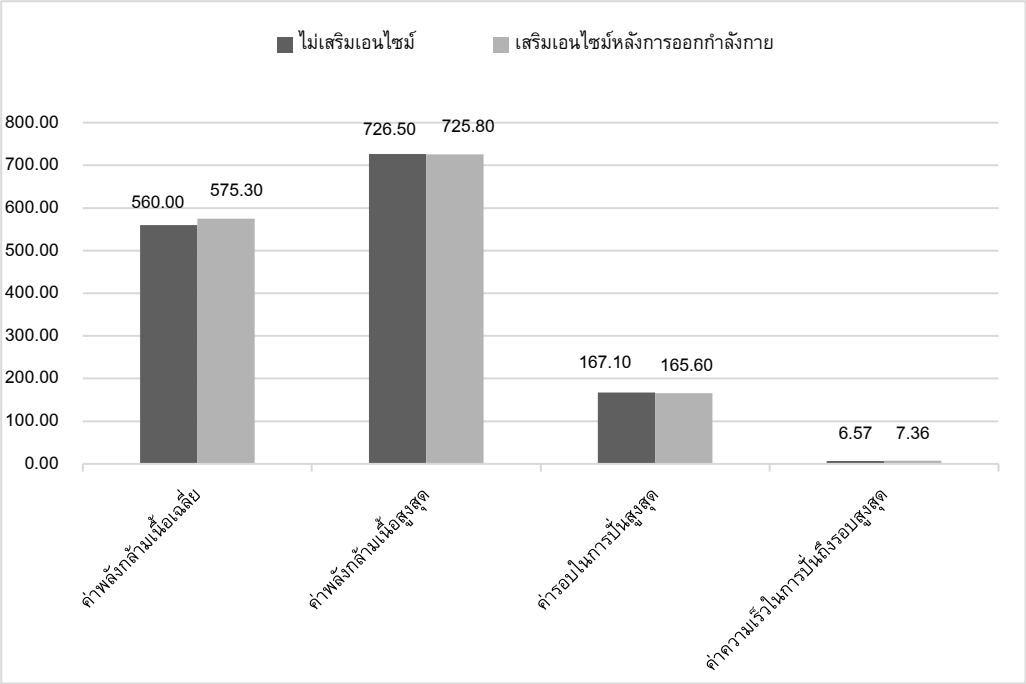

**ตารางที่ 4** การเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Wingate's Test) ระหว่างการเสริมเอนไซม์**หลัง**การทดสอบกับไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์ โดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย แบบสัมพันธ์กัน (Paired Samples t-test) โดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย แบบสัมพันธ์กัน (Paired Samples t-test)

| รายการ | ไม่เสริมเอนไซม์ | | เสริมเอนไซม์หลังการออกกำลังกาย | | t | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean | S.D. | Mean | S.D. | | |
| ค่าพลังกล้ามเนื้อเฉลี่ย | 560.00 | 55.30 | 575.30 | 52.80 | -1.575 | 0.15 |
| ค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด | 726.50 | 88.29 | 725.80 | 77.02 | -0.803 | 0.44 |
| ค่ารอบในการปั่นสูงสุด | 167.10 | 13.99 | 165.60 | 11.23 | -0.212 | 0.84 |
| ค่าความเร็วในการปั่นถึงรอบสูงสุด | 6.57 | 1.46 | 7.36 | 1.91 | -0.589 | 0.57 |

ISSN 2539-7249

จากตารางที่ 4 พบว่า ภาวะที่ไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์หลังการออกกำลังกายมีความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ค่าพลังกล้ามเนื้อเฉลี่ย ค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ค่ารอบในการปั่นสูงสุด และค่าความเร็วในการปั่นถึงรอบสูงสุด) ต่ำกว่าภาวะที่ได้รับการเสริมเอนไซม์หลังการออกกำลังกาย แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**แผนภูมิที่ 4** การเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน จากการเสริมเอนไซม์โปรตีเอส **หลัง**การออกกำลังกายต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย จากการทดสอบการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Wingate's Test)




**ผลการวิจัยพบว่า**

1. กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 28.90 ± 5.92 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 171.60 ± 5.34 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 66.60 ± 8.25 กิโลกรัม ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.56 ± 1.93 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

2. การเสริมเอนไซม์โปรติเอส มีผลทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_{2max}$) มีค่ามากกว่า การไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) โดยเฉพาะการเสริมเอนไซม์ก่อนการทดสอบออกกำลังกาย

3. การเสริมเอนไซม์โปรติเอสต่อการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน มีผลทำให้ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือด ต่ำกว่าการที่ไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) โดยเฉพาะการเสริมเอนไซม์โปรติเอส หลังการทดสอบออกกำลังกาย

4. การเสริมเอนไซม์โปรติเอส และการไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส ต่อการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน ไม่มีผลต่อค่า Alanine Aminotransferase (ALT)

5. การเสริมเอนไซม์โปรติเอสก่อนและหลังการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน มีผลทำให้ค่า Aspartate Transaminase (AST) ลดลงหลัง 24 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ขณะที่การไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส หลัง 24 ชั่วโมง พบว่าค่า Aspartate Transaminase (AST) เพิ่มขึ้น

ISSN 2539-7249

6. การเสริมเอนไซม์โปรติเอสก่อนและหลังการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน มีผลทำให้ค่า Creatinine Kinase (CK) ลดลงหลัง 24 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ขณะที่การไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส หลัง 24 ชั่วโมง พบว่าค่า Creatinine Kinase (CK) เพิ่มขึ้น

7. การเสริมเอนไซม์โปรติเอสหลังการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน มีผลทำให้ค่า Lactate Dehydrogenase (LDH) ลดลงหลัง 24 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

8. การเสริมเอนไซม์โปรติเอส มีผลทำให้ความสามารถในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยขามีค่ามากกว่า การไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

9. การเสริมเอนไซม์โปรติเอสต่อการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยขา มีผลทำให้ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดหลังการทดสอบออกกำลังกาย มีค่าต่ำกว่าการที่ไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

10. การเสริมเอนไซม์โปรติเอส และการไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส ต่อการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยขา พบว่ามีค่า Alanine Aminotransferase (ALT) เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

11. การเสริมเอนไซม์โปรติเอสก่อนและหลังการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยขา มีผลทำให้ค่า Aspartate Transaminase (AST) ลดลงหลัง 24 ชั่วโมง แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่การไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส หลัง 24 ชั่วโมง พบว่าค่า Aspartate Transaminase (AST) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

12. การเสริมเอนไซม์โปรติเอสก่อนและหลังการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยขา มีผลทำให้ค่า Creatinine Kinase (CK) ลดลงหลัง 24 ชั่วโมง แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่การไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส หลัง 24 ชั่วโมง พบว่าค่า Creatinine Kinase (CK) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

13. การเสริมเอนไซม์โปรติเอสก่อนและหลังการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยขา มีผลทำให้ค่า ค่า Lactate Dehydrogenase (LDH) ลดลงหลัง 24 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ขณะที่การไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส หลัง 24 ชั่วโมง พบว่าค่า ค่า Lactate Dehydrogenase (LDH) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

## อภิปรายผล

### ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_{2max}$)

การศึกษาในครั้งนี้ พบว่า การเสริมเอนไซม์โปรติเอส มีผลทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_{2max}$) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ค่าการทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้ ไม่ได้รับการเสริม 50.97 mL/min/kg การเสริมเอนไซม์ก่อนการทดสอบ มีค่า 52.67 mL/min/kg การเสริมเอนไซม์หลังการทดสอบ มีค่า 52.29 mL/min/kg

ค่าที่เพิ่มขึ้นมีผลมาจากการสร้าง ATP ผ่านวัฏจักร Krebs Cycle หรือ Citric Acid Cycle เป็นวัฏจักรของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นใน Mitochondria กระบวนที่เกี่ยวข้อง คือ Transamination & Deamination เป็นปฏิกิริยาที่ต้องอาศัยเอนไซม์ ชื่อ Transaminase ในการเปลี่ยนสารประกอบจำพวก amino acid ให้กลายเป็นสารประกอบที่ผ่านเข้า Citric Acid Cycle ได้ เราพบว่า เมื่อร่างกายมีการออกกำลังกาย เซลล์ตับจะผลิตเอนไซม์ AST ขึ้นมา เอนไซม์ดังกล่าวเนื้อมีผลเสียต่อตับ แต่เมื่อร่างกายได้รับการเสริมเอนไซม์โปรติเอส เอนไซม์โปรติเอสจะไปเร่งปฏิกิริยาทางเคมีของ AST ให้เข้าสู่กระบวน Citric Acid Cycle ให้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ISSN 2539-7249

**ความสามารถในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน**

การเสริมเอนไซม์โปรติเอสมีค่าพลังกล้ามเนื้อเฉลี่ย พลังกล้ามเนื้อสูงสุด ค่ารอบการปั่นสูงสุด ค่าความเร็วในการปั่นถึงรอบสูงสุด มีค่าสูงกว่าการไม่ได้รับการเสริมเอนไซม์

การวิเคราะห์ดังนี้ การเสริมเอนไซม์โปรติเอส เพื่อลดระดับของ CK ในเลือดให้ลดลงซึ่งพบว่า หลัง 24 ชั่วโมง การได้รับการเสริมเอนไซม์มีค่า CK ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งการทดสอบแบบใช้ออกซิเจนหรือแบบไม่ใช้ออกซิเจน การที่ค่า CK ลดลง เป็นผลมาจากการเสริมเอนไซมโปรติเอส อธิบายได้ 2 กลไก คือ 1. ความสามารถในการดูดกลับของน้ำระหว่างเซลล์ (Interstitial Fluid) และเซลล์ในกระแสเลือดดีขึ้น ทำให้ลดการบวม (Swelling) หรือการบวมน้ำ (Edema) 2. ลดการผลิตสารที่นำให้เกิดอักเสบมีชื่อว่า Prostaglandins และ Leukotrienes สารทั้งสองชนิด (Prostaglandins และ Leukotrienes) เรียกรวมว่า Eicosanoids ทำให้ลดการอักเสบ (Miller, Bailey, Barnes, Derr, and Hall, 2004, pp. 365-372; Beck et al., 2007, pp. 661-667)

**ข้อเสนอแนะ**

จากการศึกษาผลแบบฉับพลันของการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนในครั้งนี้ พบว่าการเสริมเอนไซม์โปรตีเอสเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ร่างกายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน และการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน เอนไซม์โปรติเอสเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาทางเคมีในการเพิ่มการสร้างพลังงานเพื่อให้ร่างกายสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังลดปัจจัยการเกิดการอักเสบของกล้ามเนื้อและตับ มีผลทำให้ร่างกายฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็ว

**เอกสารอ้างอิง**

Appell, HJ, Soares JMC, Duarte JAR. Exercise, muscle damage and fatigue. Sports Medicine. 1992;13: 108–115.

Beck, TW., Housh, TJ., Johnson, GO., Schmidt, RJ., Housh, DJ., Coburn, JW., Mielke, M. Effects of a protease supplement on eccentric exercise-induced markers of delayed-onset muscle soreness and muscle damage. Journal of Strength and Conditioning Research, 21, 2007; 661–667.

Bucci LR. Normal cellular components: proteases, nucleic acids, and antioxidant enzymes. Nutrition Applied to Injury Rehabilitation and Sports Medicine. 1995; pp.167–173.Boca Raton, FL: CRC Press.

Buford, TW., Cooke, MB., Redd, LL., Hudson, GM., Shelmadine, BD., & Willoughby, DS. Protease supplementation improves muscle function after eccentric exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2009; 41, 1908–1914.

Burke ER. Nutrients that accelerate healing. Strength and Conditioning, 1997; 19: 19–23.

Cirelli MG. Clinical experience with bromelains in proteolytic enzyme therapy of inflammation and edema. Medical Times. 1964; 92(9): 919–922.

Deitrick RE. Oral proteolytic enzymes in the treatment of athletic injuries: a double-blind study. Pennsylvania Medical Journal. 1965; 68: 35–37.

Donaho C. and Rylander C. Proteolytic enzymes in athletic injuries: a double blind study of a new

ISSN 2539-7249

anti-inflammatory agent. Delaware Medical Journal. 1962; 34: 168–170.

Hasson SM, Daniels JC, Divine JG, et al. Effect of ibuprofen use on muscle soreness, damage, and performance: a preliminary investigation. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1993; 25: 9–17.

Miller PC, Bailey SP, Barnes ME, Derr SJ, Hall EE. The effects of protease supplementation on skeletal muscle function and DOMS following downhill running. Journal of Sports Science. 2004; 22(4): 365-372

Petry JJ. Practical innovations: nutritional supplements and surgical patients. AORN Journal, 1997; 65(6), 1117–1121.

Seligman B. Oral bromelains as adjuncts in the treatment of acute thrombophlebitis. Angiology 1969; 20: 22–26.

Smyth RD, Moss JN, Brennan R, Harris JC, Martin GJ. Biochemical studies on the resolution of experimental inflammations in animals treated with bromelain. Experimental Medical Surgeries. 1967; 25: 229–235.

Stauber WT, Clarkson PM, Fritz VK, Evans WJ. Extracellular matrix disruption and pain after eccentric muscle action. Journal of Applied Physiology. 1990; 69, 868–874.

Taussig SJ. and Batkin S. Bromelain, the enzyme complex of pineapple and its clinical application. Journal of Ethnopharmacology. 1988; 22: 191–203.

Woolf RM, Snow JW, Walker JH, Broadbent T. Resolution of an artificially induced hematoma and the influence of a proteolytic enzyme. Journal of Trauma. 1965; 5: 491–493.