



วิทยานิพนธ์

ผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอล

**THE EFFECTS OF ROYAL JELLY ON THE AEROBIC
PERFORMANCE OF FOOTBALL PLAYERS**

นางสาวสุมนา วรวงษ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๑



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การกีฬา

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอล

The Effects of Royal Jelly on the Aerobic Performance of Football Players

นามผู้วิจัย นางสาวสุมนา วรวงษ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(อาจารย์อภัสรา อัครพันธุ์, ปร.ด.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สาวิตรี มาลัยพันธุ์, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิสิทธิ์ เทียนทอง, วท.ม.)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิมนทกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอล

The Effects of Royal Jelly on the Aerobic Performance of Football Players

โดย

นางสาวสุมนา วรรณษ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรจารย์การกีฬา)

พ.ศ. 2551

สุมนา วรวงษ์ 2551: ผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอล ปรินญา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา โครงการสหวิทยาการ
ระดับบัณฑิตศึกษา ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: อาจารย์อภัสรา อัครพันธุ์, ปร.ค. 138 หน้า

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนของนักกีฬา
ฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟุตบอลโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี อายุ 13-14 ปี
เพศชาย จำนวน 24 คน ที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย แล้วทำการสุ่มเพื่อจัดเข้ากลุ่ม 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน โดย
กลุ่ม PLACEBO ฝึกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทาน Placebo กลุ่ม RJ500 ฝึกโปรแกรมฟุตบอล
ร่วมกับการรับประทานนมผึ้ง 500 มิลลิกรัมต่อวัน กลุ่ม RJ1000 ฝึกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทาน
นมผึ้ง 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน โดยแบ่งให้สิ่งทดลอง ในช่วงหลังอาหารเช้า และหลังอาหารเย็น เป็นเวลา 8
สัปดาห์ การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการทดลอง randomized, triple blind, placebo-controlled design
จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลของความสามารถในการใช้ออกซิเจน ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการใช้
ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ การ
วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และการเปรียบเทียบความ
แตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธี Tukey กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์
ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นกว่าก่อนได้รับสิ่งทดลอง
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบแนวโน้มว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้
ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ของกลุ่ม RJ1000 สูงกว่ากลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ500 มีค่าสูงกว่า
กลุ่ม PLACEBO โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสิ่งทดลองที่ให้กับ $\dot{V}O_{2max}$ และ AT แบบสัมพันธ์ตาม
กัน และยังพบว่าเมื่อได้รับสิ่งทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอ-
โรบิกเทรสโพลด์ที่แสดงค่าต่อน้ำหนักตัว มีแนวโน้มที่จะมีค่าแตกต่างกันระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม
($p=0.08$ และ $p=0.06$ ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำหนักตัวและมวลปราศจากไขมันของกลุ่ม RJ1000 มีการ
เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ของการได้รับนมผึ้ง

Sumana Worawong, 2008: The Effects of Royal Jelly on the Aerobic Performance of Football Players. Master of Science (Sports Science), Major Field: Sports Science, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Miss Apasara Arkarapanthu, Ph.D. 138 pages.

The objective of this research was to study the effects of royal jelly on the aerobic performance of football players. The sample population was 24 male volunteers aged from 13 to 14 years who were football players at Suphanburee sports school. The volunteers were randomly assigned into three experimental groups. The PLACEBO group practised using a football training program and received polyethylene glycol 4000 as a placebo. The RJ500 group received royal jelly (500 mg per day) and practised using the football training program. The RJ1000 group received royal jelly (1,000 mg per day) and practised using the football training program. Either the placebo or the royal jelly was taken after breakfast and dinner for eight weeks. The study was conducted using a randomized, triple blind, placebo-controlled design. The differences between groups and the changes within groups of the maximal oxygen consumption ($\dot{V}O_{2max}$) and anaerobic threshold (AT) were analysed using both a two-way and one-way ANOVA with repeated measures and also a one-way ANOVA. Multiple comparisons were performed using the Tukey method at the 0.05 level of significance.

The major findings were: 1) after both the 4 and 8 week treatment periods regardless of whether the treatment was the placebo or royal jelly, $\dot{V}O_{2max}$ and AT for all three groups were significantly higher than before receiving the treatment; 2) between groups, $\dot{V}O_{2max}$ and AT of the RJ1000 group tended to be higher than for the RJ500 group and the RJ500 group tended to be higher than for the PLACEBO group, indicating a dose-response relationship; 3) moreover, after receiving the treatment for four weeks, there was almost a significant difference between the three groups ($p=0.08$ and 0.06 respectively) when $\dot{V}O_{2max}$ and AT were expressed per kg of body weight; 4) in addition, the body weight and fat-free mass of the RJ1000 group showed a significant increase from the base line after receiving 1,000 mg/d of royal jelly for four weeks.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ดร.อาทิตย์ อัครพันธุ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สาทิตรี มาลัยพันธุ์ กรรมการที่ปรึกษา วิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิรักษ์ เทียนทอง กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก และรองศาสตราจารย์ สบสันต์ มหานิยม ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาของท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดความสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ฤกษ์อร่าม วงศ์ทะเล อาจารย์อาคม พรหมवास และอาจารย์โรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรีทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือทำให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปได้อย่างราบรื่นและขอขอบคุณนักกีฬาฟุตบอลของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรีทุกคนที่เสียสละเวลาและให้ความร่วมมือในการวิจัย รวมทั้งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาและถ่ายทอดความรู้พร้อมทั้งอบรมสั่งสอน และช่วยเหลือในการศึกษาด้วยดีมาโดยตลอด ขอขอบคุณบริษัทเชียงใหม่เฮลตี้โปรดักส์ จำกัด และบริษัท 3 เอ็ม ประเทศไทย จำกัด ที่ให้การสนับสนุนนมผึ้งและอิเล็กโทรดในการทดสอบ รวมทั้งนิสิตปริญญาโทคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ นายสุรชัย วรวงษ์ บิดา และญาติ พี่น้อง ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและให้โอกาสทางการศึกษาแก่ผู้วิจัย คุณค่า ประโยชน์และสิ่งที่ดีงามใดๆ ที่เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ตามที่ได้กล่าวมา

สุมนา วรวงษ์

พฤษภาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(9)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	25
อุปกรณ์	25
วิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	72
สรุป	72
ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	76
ภาคผนวก	82
ภาคผนวก ก แบบบันทึกผลการทดลอง	83
ภาคผนวก ข รูปภาพ Placebo และนมผึ้ง	85
ภาคผนวก ค เอกสารชี้แจงข้อมูล	87
ภาคผนวก ง แบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ	91
ภาคผนวก จ เกณฑ์การให้คะแนนของการตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ	94
ภาคผนวก ฉ วิธีการประเมินร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย	101
ภาคผนวก ช วิธีการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ	104
ภาคผนวก ซ วิธีการหาคำนวนความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด	109

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ฉ วิธีการหาแอนแอโรบิคเทรสโฮลด์	113
ภาคผนวก ฉ ค่าสถิติของน้ำหนักตัว ร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย มวลปราศจากไขมันในร่างกาย ความสามารถในการใช้ออกซิเจน สูงสุดและแอนแอโรบิคเทรสโฮลด์	115
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	138

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) อายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	32
2	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของน้ำหนักตัว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	33
3	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	34
4	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของมวลปราศจากไขมันในร่างกาย ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	35
5	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	37
6	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	41
7	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	43
8	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	47
10	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	49
11	การเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เปรียบเทียบกับก่อนได้รับสิ่งทดลอง	50
12	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของแอนแอโรบิกเทรสโสมด์ ภายในกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	54
13	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโสมด์ ภายใน กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และ เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	57
14	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโสมด์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	59
15	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของแอนแอโรบิกเทรสโสมด์ต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	60
16	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโสมด์ต่อน้ำหนักตัว ภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโสมด์ต่อน้ำหนักตัวระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	65
18	การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโสมด์ เปรียบเทียบกับก่อนได้รับสิ่งทดลอง	65
19	การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโสมด์ เปรียบเทียบกับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด	67
ตารางผนวกที่		
จ1	เกณฑ์การให้คะแนนของการตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ	95
จ2	ตารางแสดงค่าความแตกต่างของการตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ ก่อนได้รับสิ่งทดลองและภายหลังการได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	96
ช1	vapor pressure water at different temperatures	112
ญ1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ก่อนได้รับสิ่งทดลอง ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000	116
ญ2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	117
ญ3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ญ4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ก่อนได้รับ สิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000	119
ญ5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของร้อยละของ ไขมันสะสมในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	120
ญ6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของร้อยละของ ไขมันสะสมในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	121
ญ7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของร้อยละของไขมัน สะสมในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และ เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และ กลุ่ม RJ1000	122
ญ8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของ มวลปราศจากไขมันในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	123
ญ9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของ มวลปราศจากไขมันในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	124
ญ10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของร้อยละของ มวลปราศจากไขมันในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000	125

สารบัญญัตราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
<p>ญ11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์</p>	126
<p>ญ12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม</p>	127
<p>ญ13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000</p>	128
<p>ญ14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์</p>	129
<p>ญ15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม</p>	130
<p>ญ16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000</p>	131
<p>ญ17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสไฮลด์ ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์</p>	132

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
<p>ญ18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของแอนแอโรบิกเทรสไฮลด์ ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม</p>	133
<p>ญ19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสไฮลด์ ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000</p>	134
<p>ญ20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสไฮลด์ต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์</p>	135
<p>ญ21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของแอนแอโรบิกเทรสไฮลด์ต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม</p>	136
<p>ญ22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสไฮลด์ต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000</p>	137

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	38
2	ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	45
3	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	50
4	แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	55
5	แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	61
6	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	66
7	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เปรียบเทียบกับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	67
ภาพผนวกที่		
ข1	แสดงรูปภาพของ Placebo คือ Polyethylene Glycol 4000 (PEG 4000) และตัวอย่างที่บรรจุแคปซูล สำหรับกลุ่ม PLACEBO	86
ข2	แสดงรูปภาพของ Placebo และนมผง พร้อมตัวอย่างที่บรรจุแคปซูล สำหรับกลุ่ม RJ500	86
ข3	แสดงรูปภาพของนมผง และตัวอย่างที่บรรจุแคปซูล สำหรับกลุ่ม RJ1000	86

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
จ1	กราฟแสดงค่าความแตกต่างของการตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ ก่อนได้รับสิ่งทดลองและภายหลังจากได้รับสิ่งทดลอง สัปดาห์
ช1	เครื่องวิเคราะห์ก๊าซและตู้กล
ช2	อุปกรณ์สำหรับขั้นตอนการ Calibrate Flow
ช3	ป้อนข้อมูลผู้เข้ารับการทดสอบ
ช4	แสดงการติดอิเล็กโทรด เพื่อติดตามคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
ช5	ผู้ทดสอบสวมหน้ากากที่ใช้หายใจ
ช6	แสดงการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ
ฉ1	แสดงแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ ที่เกิดขึ้นจากจุดตัดระหว่าง $\dot{V}O_2$ และ $\dot{V}CO_2$

ผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอล

The Effects of Royal Jelly on the Aerobic Performance of Football Players

คำนำ

ในระหว่างการเล่นหรือแข่งขันฟุตบอลมักมีการวิ่งเร็วเกิดขึ้นทุกๆ 90 วินาที ตลอดช่วงเวลา 90 นาที โดยที่ระยะทางที่วิ่งด้วยความเร็วในแต่ละครั้งจะอยู่ในช่วง 15-40 เมตร (Reilly, 1993) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดอาการล้าที่เกิดจากการสะสมของกรดแลคติกจากขบวนการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนแล้วก่อให้เกิดกรดแลคติก ถ้าเกิดกรดนี้มากขึ้นเท่าใด ก็จะทำให้มีความล้ามากขึ้นเท่านั้น และอาจจะส่งผลถึงประสิทธิภาพในการเล่นครั้งต่อไปด้วย ดังนั้นจึงควรหาวิธีการทำให้เกิดความเมื่อยล้าที่น้อยที่สุดหรือทำให้ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นนั้นลดน้อยลงจนร่างกายคืนสู่สภาพปกติให้ได้เร็วที่สุด ซึ่งสมรรถภาพทางกายที่มีบทบาทสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและบรรเทาอาการล้า ได้แก่ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ในการที่จะนำออกซิเจนมาใช้ในขบวนการสร้างพลังงาน เพื่อที่จะประกอบกิจกรรมที่หนักเป็นเวลานานได้โดยไม่เกิดความเมื่อยล้า และสามารถฟื้นตัวจากความเมื่อยล้าได้อย่างรวดเร็ว หากระบบหายใจและไหลเวียนเลือดทำงานไม่มีประสิทธิภาพ การขนส่งออกซิเจนก็จะทำได้ไม่เพียงพอกับความต้องการสำหรับใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ และหากเกิดร่วมกับความสามารถของระบบกล้ามเนื้อในการสร้างพลังงานแบบแอโรบิกที่ไม่สูงด้วยแล้วจะเป็นสาเหตุทำให้นักกีฬาเกิดความเมื่อยล้าจากการสะสมของกรดแลคติกที่มากขึ้น และการฟื้นตัวจะเป็นไปอย่างเชื่องช้า

นอกจากนี้ในขณะที่ออกกำลังกาย ร่างกายจะมีการใช้ออกซิเจนสูงขึ้นมาก โดยออกซิเจนส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนเป็นอนุมูลอิสระในระหว่างการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ในลูกโซ่ขนส่งอิเล็กตรอน (electron transport chain) ดังนั้นยิ่งมีการใช้ออกซิเจนในมากขึ้นเท่าใด ก็จะส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระมากขึ้นเท่านั้น (Ji, 1995; Urso and Clarkson, 2003) อีกทั้งในขณะที่ออกกำลังกายร่างกายจะมีการหลั่ง catecholamines ซึ่งจะก่อให้เกิดอนุมูลอิสระเช่นเดียวกัน (Urso and Clarkson, 2003) โดยอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะมีความไวสูงในการเข้าทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่น ทำให้โมเลกุลนั้นเกิดเป็นอนุมูลอิสระและทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นๆ ต่อไป ซึ่งถึงแม้ว่าในร่างกายของมนุษย์จะมีระบบการต้านอนุมูลอิสระและรับประทานอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ เพื่อลดการทำลายเซลล์ในร่างกายแล้ว แต่ก็ยังพบว่าการออกกำลังกายนั้น ทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างระดับของอนุมูลอิสระและ

สารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายซึ่งจะส่งผลให้เกิดภาวะ oxidative stress ซึ่งภาวะ oxidative stress นี้ทำให้มีการทำลายสมดุลของระบบต่างๆ ภายในร่างกาย เช่น การทำลายหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตายของเซลล์ การทำลายดีเอ็นเอ การทำลายโปรตีน และทำให้โปรตีนไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติ (Moller *et al.*, 1996) ทำให้มีผลต่อความสามารถทางกาย การล้าของกล้ามเนื้อ หรือทำลายกล้ามเนื้อได้ (Urso, 2003; Bonina *et al.*, 2005)

ในอดีตจนถึงปัจจุบันนมผึ้งได้รับความสนใจจากนักวิชาการหลายสาขา ทำให้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับนมผึ้ง ซึ่งพบว่านมผึ้งประกอบด้วยสารอาหารต่างๆ หลากหลาย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุและวิตามินหลายชนิด รวมถึงกรดไขมัน 10 hydroxy-2-decenoic acid ซึ่งเป็นสารที่มีเฉพาะในนมผึ้ง นอกจากนี้ยังมีสารอะเซทิลโคลีน (acetylcholine) ที่มีฤทธิ์ขยายเส้นเลือด และยังมีสารมีฤทธิ์คล้ายอินซูลิน (insulin like peptide) และยังมีรายงานว่านมผึ้งช่วยในการไหลเวียนของเลือดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ (microcirculation) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538) นอกจากนี้จากการศึกษาของสารินี (2544) และสุกัลยา (2541) ที่ผ่านมายังพบว่านมผึ้งมีฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งเป็นหลักฐานสำคัญที่จะสนับสนุนว่า นมผึ้งน่าจะมีประโยชน์ในการป้องกันการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชันที่ถูกเหนี่ยวนำด้วยภาวะ oxidative stress ที่เกิดจากการออกกำลังกายได้

จากข้อมูลต่างๆ ที่ได้กล่าวข้างต้น ทำให้การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเคลื่อนไหวในการแข่งขันฟุตบอลที่อาจก่อให้เกิดความเมื่อยล้า และเกิดอนุมูลอิสระที่มากกว่าปกติ รวมถึงสมรรถภาพทางกายด้านความสามารถในการใช้ออกซิเจนที่นักกีฬาฟุตบอลพึงมีร่วมกับฤทธิ์ของนมผึ้งที่ได้เคยมีการศึกษาวิจัยไว้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximal oxygen consumption, $\dot{V}O_{2max}$) และแอนแอโรบิคเทรชโฮลด์ (anaerobic threshold) ซึ่งเป็นค่าที่สามารถแสดงถึงความสามารถของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด และกล้ามเนื้อในการที่จะขนส่งออกซิเจนและนำออกซิเจนไปใช้ในขบวนการเมตาบอลิซึมของการสร้างพลังงานแบบแอโรบิค (aerobic energy metabolism) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการนำนมผึ้งไปใช้กับนักกีฬาต่อไป เพราะประเทศไทยมีการผลิตนมผึ้งและส่งออกต่างประเทศเป็นปริมาณมาก ถ้านมผึ้งมีประโยชน์จริงต่อตัวนักกีฬา ก็จะเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนการใช้นมผึ้งอย่างถูกต้อง และยังเป็นการส่งเสริมการผลิตนมผึ้งซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของประเทศอีกด้วย

วัตถุประสงค์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิก เทอร์สโพลด์ของนักกีฬาฟุตบอล
2. เพื่อศึกษาความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิก เทอร์สโพลด์ ระหว่างกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่ได้รับ Placebo การได้รับนมผึ้ง 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิก เทอร์สโพลด์ ของนักกีฬาฟุตบอล ภายหลังจากการได้รับ Placebo การได้รับนมผึ้ง 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน เป็นเวลา 4 และ 8 สัปดาห์

สมมติฐานในการวิจัย

การรับประทาน Placebo การรับประทานนมผึ้ง 500 มิลลิกรัมต่อวัน และการรับประทานนมผึ้ง 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน ร่วมกับการฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติมีผลต่อ

1. ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาฟุตบอล ระหว่างกลุ่ม การทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
2. ค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิก เทอร์สโพลด์ของนักกีฬาฟุตบอล ระหว่างกลุ่มการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาฟุตบอล ภายในกลุ่มการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ของนักกีฬาฟุตบอล ภายในกลุ่ม การทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชายของโรงเรียนกีฬา จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2549 อายุระหว่าง 13 -14 ปี

2. การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลของการรับประทานนมผงที่มีต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ของนักกีฬาฟุตบอล

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ (independent variable) คือ การได้รับนมผง

3.1.1 การได้รับ Placebo

3.1.2 การได้รับนมผงปริมาณ 500 มิลลิกรัมต่อวัน

3.1.3 การได้รับนมผงปริมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน

3.2 ตัวแปรตาม (dependent variables) คือ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนของร่างกาย ประกอบด้วย

3.2.1 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

3.2.2 แอนแอโรบิกเทรสโพลด์

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้เข้าร่วมการทดสอบทุกคนมีการดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติและฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกซ้อมปกติ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 8 สัปดาห์

2. ผู้เข้าร่วมการทดสอบทุกคนได้รับประทานอาหารที่โรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรีจัดให้
3. ผู้เข้าร่วมการทดสอบทุกคนได้พักผ่อนตามเวลาที่โรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรีกำหนด
4. ได้รับนมผึ้งหรือ Placebo หลังอาหารเช้าและเย็น ครั้งละ 2 แคปซูล เป็นเวลา 8 สัปดาห์

นิยามศัพท์

1. นมผึ้ง (royal jelly) คือ สิ่งที่ขับออกมาจากต่อมอาหาร (food glands) ของผึ้งงานที่มีอายุ 5-15 วัน สำหรับเลี้ยงตัวอ่อนของผึ้งที่มีอายุไม่เกิน 3 วัน และตลอดชีวิตของผึ้งแม่รัง ในการทดลองครั้งนี้ใช้นมผึ้งที่ผ่านกระบวนการทำให้แห้งด้วยการใช้ความเย็น (freeze drying)

2. ความสามารถในการใช้ออกซิเจน (aerobic performance) หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่จะนำออกซิเจนมาใช้ในการสร้างพลังงาน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ความสามารถในการใช้ออกซิเจน หมายถึง ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์

3. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด หมายถึง ปริมาณสูงสุดของออกซิเจน ที่ร่างกายสามารถนำมาใช้ได้ภายใน 1 นาที โดยมีหน่วยวัดเป็น ลิตรต่อนาที และ มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

4. แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ หมายถึง ระดับของความหนักของการออกกำลังกาย ที่มีการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น หรือทำให้เกิดกรดแลคติกเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนกับความหนักของการออกกำลังกาย แสดงค่าเป็นปริมาณการใช้ออกซิเจนขณะแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ มีหน่วยวัดเป็น ลิตรต่อนาที และ มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

5. นักกีฬาฟุตบอล หมายถึง นักกีฬาฟุตบอลเพศชายของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี ที่ศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2549 อายุระหว่าง 13 - 14 ปี

การตรวจเอกสาร

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ
2. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
3. แอนแอโรบิกเทรสโฮลด์
4. การเกิดกรดแลคติกและผลจากการเกิดกรดแลคติก
6. การฟื้นตัวจากการออกกำลังกาย
7. อนุมูลิสรระ
8. สารต้านอนุมูลิสรระ
10. ผีงและนมผีง
11. ผลทางเภสัชวิทยาของนมผีง
12. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

ระบบไหลเวียนโลหิตกับการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง กลไกการทำงานของร่างกายคนเราขณะออกกำลังกายจะต้องอาศัยพลังงานจากการเผาผลาญสารอาหาร โดยมีระบบไหลเวียนโลหิตเป็นตัวกลาง ในการลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารต่างๆ ไปกับเลือดเข้าสู่เซลล์ และขับถ่ายของเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากขบวนการรวมทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากเซลล์ รวมทั้งการระบายความร้อนและรักษาสมดุล กรด-ด่าง ของร่างกายให้เกิดความสมดุล

วูดพิงษ์ และอารี (2542) กล่าวว่าเมื่อกกล้ามเนื้อมีการเคลื่อนไหวระบบไหลเวียนเลือดจะต้องเพิ่มการทำงานเพื่อสร้างพลังงานที่จะนำมาใช้ให้เพียงพอกับความต้องการของกล้ามเนื้อ

Little (1985) กล่าวว่า ปกติร่างกายจะมีเลือดประมาณ 5,645 มิลลิลิตร โดยอยู่ห้องหัวใจข้างซ้ายโดยประมาณ 1,016 มิลลิลิตร ซึ่งเป็น 18% ของเลือดทั้งหมดในร่างกาย อยู่ในห้องหัวใจข้างขวาประมาณ 677 มิลลิลิตร ซึ่งเป็น 12% ของเลือดทั้งหมดในร่างกายและอยู่ในระบบไหลเวียนประมาณ 3,952 มิลลิลิตร ซึ่งเป็น 70% ของเลือดทั้งหมดในร่างกาย และได้กล่าวไว้อีกว่า ส่วนประกอบของเลือดสามารถแยกได้เป็น 3 ชนิด คือ ชนิดแรกได้แก่เม็ดเลือดแดง (red blood cells) มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) เมื่อรวมตัวกับออกซิเจนจะเรียกว่า ออกซิฮีโมโกลบิน (oxyhemoglobin) ซึ่งจำเป็นต่อการสร้างพลังงานของกล้ามเนื้อ เม็ดเลือดแดงมีอายุประมาณ 90-120 วัน และจะถูกทำลายที่ตับและม้าม นอกจากนี้เม็ดเลือดแดงยังทำหน้าที่ในการขนส่งออกซิเจนซึ่ง ฮีโมโกลบิน 1 กรัม สามารถจับออกซิเจนได้ 1.34 มิลลิลิตร (พีระพงษ์, 2538) ชนิดที่สอง ได้แก่ เม็ดเลือดขาว (white blood cells) จะมีขนาดใหญ่กว่าเม็ดเลือดแดงทำหน้าที่ป้องกันเชื้อโรค และซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่ถูกทำลาย จากนั้นจะถูกทำลายที่ตับ และชนิดสุดท้ายคือเกล็ดเลือด (blood platelets) จะมีขนาดเล็กกว่าเม็ดเลือดแดง ทำหน้าที่ทำให้เลือดแข็งตัว โดยสารไฟบริโนเจน (fibrinogen) แคลเซียม (calcium salt) และโปรทรอมบิน (prothrombin) โดยสารไฟบริโนเจน จะเปลี่ยนเป็นไฟบริน ประกอบกันเป็นร่างแหทำให้โลหิตจับตัวเป็นก้อน

อวัยวะที่สำคัญอย่างหนึ่งของระบบไหลเวียนเลือดก็คือหัวใจ หัวใจเป็นกล้ามเนื้อที่ต่างไปจากกล้ามเนื้อเรียบและกล้ามเนื้อลาย ซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัว หัวใจทำงานอยู่นอกอำนาจจิตใจมีกล้ามเนื้อ เรียกว่า กล้ามเนื้อหัวใจ หรือ มัยโอคาร์เดียม (myocardium) ดังที่เกิ้ลด์แก้ว (2543) กล่าวว่า หัวใจแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ขวาและซ้าย หัวใจห้องบนขวา (the right heart) และห้องล่าง

ซ้าย (the left heart) ทำงานร่วมกันเพื่อนำเลือดจากหลอดเลือดดำใหญ่ไปสู่ระบบไหลเวียนปอด (pulmonary circulation) ขณะที่หัวใจห้องบนซ้าย และห้องล่างซ้าย ทำงานร่วมกันเพื่อส่งเลือดจากปอด ไปสู่ระบบไหลเวียนของร่างกาย (systematic circulation)

หลอดเลือดเป็นส่วนที่ใช้ลำเลียงเลือด จากหัวใจไปสู่อวัยวะต่างๆ และนำเลือดกลับสู่หัวใจ สามารถแบ่งได้สองประเภทคืออาร์เทอริส (arteries) เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดจากหัวใจไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยปลายของเส้นเลือดจะแยกแขนงออกเป็นคาพิลลารีส์ (capillaries) ส่งเลือดเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆ ในร่างกาย และเวนัส (veins) เป็นหลอดเลือดที่รับโลหิตที่ใช้แล้วจากเวนนูลัส (venules) จากเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย ส่งไปยังหัวใจเพื่อส่งให้ปอดฟอกกลับเป็นเลือดที่มีออกซิเจนสูง (พีระพงษ์, 2538)

ระบบหายใจเป็นระบบการทำงานอย่างใกล้ชิด กับระบบไหลเวียนโลหิตเพราะจุดประสงค์ของการหายใจก็คือ การขนส่งออกซิเจนให้ร่างกายเพื่อที่จะนำไปใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม และการถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ และของเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสร้างพลังงานออกจากร่างกาย (วุฒิพงษ์ และอารี, 2542)

วุฒิพงษ์ และอารี (2542) กล่าวว่า ใน 1 นาที จะมีอากาศผ่านปอดประมาณ 6 ลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจด้วย สำหรับอัตราการหายใจของผู้ใหญ่ โดยเฉลี่ยจะอยู่ระหว่าง 16-18 ครั้งต่อนาที และปริมาณอากาศ ที่หายใจจะเปลี่ยนแปลงไปตามกิจกรรมของแต่ละบุคคล เช่น นอน นั่ง เดิน วิ่ง และการออกกำลังกาย

Carola *et al.* (1992) กล่าวว่า ลักษณะการหายใจมี 3 ลักษณะ ได้แก่ การหายใจภายนอก (external respiration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายนอกปอด เป็นการแลกเปลี่ยนก๊าซ ระหว่างเลือดและปอด คือ ออกซิเจนจะเคลื่อนที่จากปอดไปสู่เลือด ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำจะเคลื่อนที่จากเลือดไปสู่ปอด การหายใจลักษณะที่สองได้แก่ การหายใจภายใน (internal respiration) เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซที่เกิดขึ้นภายในเนื้อเยื่อ โดยคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ จะเปลี่ยนกับออกซิเจนจากเลือดและสุดท้ายก็คือ หายใจระดับเซลล์ (cellular respiration) เป็นกระบวนการทางเคมีโดยเป็นการทำปฏิกิริยาเคมีกับอาหารและปล่อยออกมา เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ชูศักดิ์และกันยา (2536) กล่าวว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximal oxygen consumption หรือ $\dot{V}O_{2max}$) เป็นความสามารถของร่างกายที่นำออกซิเจนที่หายใจเข้าไปในปอด เข้าไปใช้สร้างพลังงานในเซลล์ได้มากที่สุด ในระหว่างที่ร่างกายออกกำลังกายอย่างเต็มความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะแตกต่างกันไปตามสถานะด้าน อายุ เพศ ขนาดรูปร่าง และสมรรถภาพทางกาย ซึ่งจะเพิ่มตามอายุ โดยจะสูงเมื่ออายุ 20-25 ปี ในเพศหญิง และ 25-30 ปีในเพศชาย จากนั้นจะค่อยๆ ลดลง โดยทั่วไปเพศชายจะมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดประมาณ 50 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที เพศหญิงมีค่าประมาณ 40 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที หลังจากช่วงอายุดังกล่าวนี้ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะคงระดับ และ ค่อยๆลดลง

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด หมายถึง ปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถสกัดมาใช้ได้ในเวลา 1 นาที ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยมีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ประสิทธิภาพในการใช้ออกซิเจนเพื่อผลิตพลังงานมีความสำคัญอย่างยิ่ง ต่อความสามารถในอันที่จะออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานๆ โดยออกซิเจนจะได้รับการลำเลียงเข้าสู่เนื้อเยื่อบริเวณไมโทคอนเดรียของเซลล์และในกระบวนการเดียวกันนี้ คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกขจัดออกจากร่างกาย ขณะที่ร่างกายออกกำลังกายหนักขึ้น กระบวนการขนถ่ายออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จะทำงานเร็วขึ้น ในที่สุดเซลล์และเนื้อเยื่อไม่สามารถสกัดและรับออกซิเจนได้อีกต่อไป คือไม่สามารถสกัดมาใช้ได้ถึงแม้ว่าความหนักของงานหรือออกกำลังกายจะมีความหนักเพิ่มขึ้น เมื่อนั้นร่างกายได้ออกกำลังกายที่ระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (พีระพงษ์, 2538)

ประทุม (2527) กล่าวว่า ออกซิเจนจะถูกส่งไปให้กล้ามเนื้อได้มากน้อยเท่าไร ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักที่สำคัญ 4 อย่าง คือ

1. ปริมาณของอากาศที่หายใจออกในเวลา 1 นาที (minute ventilation: VE) เมื่ออากาศเข้าสู่ปอดมากในขณะที่ออกกำลังกายหรือมีความจุปอด (vital capacity) เพิ่มขึ้น จะทำให้ความดันของออกซิเจนภายในปอดมากขึ้น การฟุ้งกระจาย การไหลเวียนของก๊าซสู่ระบบการไหลเวียนสะดวกยิ่งขึ้น ออกซิเจนเข้าสู่ภายในเซลล์มากขึ้น

2. ความสามารถของโลหิตที่จะรับเข้าไปได้ ตัวการสำคัญในการรับออกซิเจนเข้าสู่กระแสโลหิต คือ hemoglobin หากมีจำนวนมากก็สามารถพาออกซิเจนไปใช้ได้มาก

3. ความต้องการออกซิเจนของเนื้อเยื่อ หมายถึง ความจำเป็นที่จะต้องสร้างพลังงานโดยใช้ ออกซิเจนในกิจกรรมที่ต้องออกแรงติดต่อกันเป็นเวลานาน ร่างกายใช้ออกซิเจนจึงต้องมีการนำเอา ออกซิเจนจากบรรยากาศมาทดแทนออกซิเจนที่เสียไป

4. ปริมาณเลือดที่ฉีดออกจากหัวใจในเวลา 1 นาที (cardiac output) หากหัวใจฉีดเลือดออกจากหัวใจมากเท่าใด การใช้ออกซิเจนจะมากไปด้วย

แอนแอโรบิกเทรชโฮลด์

ชูศักดิ์และกันยา (2536) กล่าวว่าแอนแอโรบิกเทรชโฮลด์ (anaerobic threshold) หมายถึง ระดับของความหนักของการออกกำลังกาย หรือการใช้ออกซิเจนที่ซึ่งมีการเพิ่ม anaerobic metabolism และเป็นที่ยอมรับกันว่าเมื่อร่างกายมี anaerobic metabolism มากขึ้น ก็จะมีกรดแลคติก เพิ่มขึ้นมาก ดังนั้นแอนแอโรบิกเทรชโฮลด์ จึงเป็นระดับที่พบว่ามีการผลิตกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นในเลือด

1. วิธีตรวจวัดค่าของ anaerobic threshold ก็คือการเจาะเลือดตรวจระดับของแลคติกเป็นระยะในขณะที่มีการออกกำลังกาย และเพิ่มความหนักขึ้น อย่างไรก็ตาม เทคนิคนี้ต้องใช้การเจาะเลือดทำให้เกิดความเจ็บปวดและไม่สะดวก รวมทั้งใช้เวลาวิเคราะห์กรดแลคติก วิธีที่รวดเร็วกว่าคือการใช้การสังเกต minute ventilation รวมทั้งปริมาณคาร์บอนไดร็อกไซด์ที่เกิดขึ้น โดยข้อมูลดังกล่าวนี้จะเพิ่มเป็นเชิงเส้นตรงกับความหนักของการออกกำลังกาย จนกระทั่งถึงจุดจุดหนึ่งที่เป็น anaerobic threshold ที่ซึ่ง minute ventilation และคาร์บอนไดร็อกไซด์เพิ่มมากขึ้นทันทีที่ทำให้สังเกตได้

2. ในการตรวจวัด ventilatory equivalent ซึ่งเป็นอัตราส่วนของ minute ventilation กับ oxygen consumption (V_E/V_{O_2}) พบว่าในคนปกติจะมีค่าประมาณ 25:1 เมื่อมีการออกกำลังกายด้วยความหนัก 55% ของ maximal oxygen uptake ในเด็กจะมีค่ามากกว่านี้ คือในเด็กอายุ 6 ขวบมีค่า 32 :1 อย่างไรก็ตาม ในการออกกำลังกายด้วยการว่ายน้ำ ventilatory equivalent มีค่าต่ำกว่านี้ ทั้งนี้เนื่องจากการหายใจถูกจำกัดจากการว่ายน้ำ ซึ่งอาจเป็นปัญหาได้ว่าผู้ที่ว่ายน้ำและผู้ที่

ออกกำลังกายอย่างเต็มที่อาจได้ออกซิเจนไม่เพียงพอ ในการออกกำลังกายหนักมากขึ้น ค่าของ ventilatory equivalent อาจสูงขึ้นจนถึง 35-40:1

3. Onset of Blood Lactate Accumulation (OBLA) เมื่อออกกำลังกายให้อยู่ในภาวะ steady-rate จะทำให้มีออกซิเจนเพียงพอกับกล้ามเนื้อทำงานจึงไม่มีการคั่งของกรดแลคติกมากขึ้น เมื่อออกกำลังกายหนักขึ้น จะทำให้กรดแลคติกคั่งเพิ่มขึ้น ที่ระดับนี้เรียกว่าเป็น onset of blood lactate accumulation หรืออาจเรียกง่าย ๆ ว่า OBLA ซึ่งเป็นระดับที่ออกกำลังกายอยู่ระหว่าง 55-65% ของ maximal oxygen uptake ในคนที่ไม่ได้รับการฝึก แต่ในคนที่ได้รับการฝึกดีมากจะทำให้ค่า OBLA จะสูงขึ้นมากเกิน 80%

สาเหตุที่แท้จริงของ OBLA ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ อย่างไรก็ตามก็คิดงเนื่องมาจากมีการสร้างกรดแลคติกมากเกินไป หรือมีการระบายออกไปรวมทั้งการทำงานได้น้อย ดังนั้นจึงทำให้สมดุลเปลี่ยนแปลงไป และพบการคั่งของกรดแลคติก อย่างไรก็ตามไม่ใช้การเจาะเลือดเพื่อตรวจหากรดแลคติกอาจใช้จุดของการเปลี่ยนแปลงของ minute ventilation ที่เพิ่มขึ้นไม่เป็นเชิงเส้นก็ได้ (ชูศักดิ์และกันยา, 2536)

การเกิดกรดแลคติกและผลจากการเกิดกรดแลคติก

กรดแลคติกเป็นของเสีย (waste products) ตัวหนึ่งที่ได้จากการสร้างพลังงานของระบบแอนแอโรบิก (anaerobic system) ในการสลายกลัยโคเจนแบบแอนแอโรบิกนี้ กลัยโคเจน 1 โมลหรือ 180 กรัม สามารถสลายให้ เอทีพี 3 โมล และจะทำให้เกิดกรดแลคติก 180 กรัม แต่ร่างกายจะทนกรดแลคติกได้เพียง 60-70 กรัม เท่านั้น ดังนั้นในการสลายกลัยโคเจนแบบแอนแอโรบิก ร่างกายจึงสังเคราะห์ เอทีพี เพื่อใช้งานได้เพียง 1-1.2 โมล อย่างไรก็ตามการใช้พลังงานในระบบกรดแลคติกนี้มีความสำคัญในการออกกำลังกายระยะสั้น 1-3 นาที ซึ่งเทียบได้กับการวิ่ง 400-800 เมตร (ชูศักดิ์ และกันยา, 2536) เมื่อมีกรดแลคติกเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อ ในเซลล์มีสภาวะเป็นกรดมากขึ้น ทำให้การปล่อยแคลเซียม (Ca^{++}) จาก sarcoplasmic reticulum ลดลงและจะเป็นการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ phosphofructokinase ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญของกระบวนการ anaerobic glycolysis ทำให้ขัดขวางการทำงานของกล้ามเนื้อ โดย actin กับ myosin จะจับตัวกันได้ยาก กล้ามเนื้อหดตัวได้ช้า ส่งผลให้เกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ และถ้ามีกรดแลคติกสะสมในเซลล์กล้ามเนื้อในปริมาณที่มาก จะไปกระตุ้นประสาทรับความรู้สึกด้านความเจ็บปวด (pain receptor) ทำให้มีอาการเจ็บระบม

กล้ามเนื้อ (muscle soreness) และยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดตะคริวที่กล้ามเนื้อ (ผกาวัล, 2538) สอดคล้องกับ Carolyn and Lynn (1991) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อที่มีสาเหตุเนื่องมาจากการใช้งานนั้น มีปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ การลดลงของพลังงานที่สะสม การขาดออกซิเจน และที่สำคัญที่สุดคือมีการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อมาก ความล้าของกล้ามเนื้อจะทำให้รู้สึกไม่สบายที่กล้ามเนื้อหรือมีอาการเกร็งกล้ามเนื้อร่วมด้วย เมื่อมีการล้าเกิดขึ้นกล้ามเนื้อจะเคลื่อนไหวลำบาก เคลื่อนไหวได้ช้า ทำงานได้ไม่เต็มที่ หรือเคลื่อนไหวไม่ได้ชั่วขณะหนึ่ง นอกจากนี้แล้วการที่มีกรดแลคติกมากยังส่งผลให้เลือดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลง หรือมีสภาพของความเป็นกรดมากขึ้น ดังนั้นการออกกำลังกายหนักจึงส่งผลให้เกิดภาวะการหายใจที่ตื้นและถี่ผิดปกติ (hyperpnea) และผลสุดท้ายทำให้หายใจลำบาก (dyspnea) ซึ่งเป็นผลมาจากการมีออกซิเจนต่ำมีปริมาณของอากาศที่หายใจออกในเวลา 1 นาที (minute ventilation : VE) เพิ่มขึ้นเนื่องจากศูนย์ควบคุมการหายใจ (pneumotaxic center) ที่ส่วนของพอนส์ (pons) ถูกกระตุ้นและยังส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ทำให้ความดันโลหิตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการออกกำลังกาย แต่เมื่อการออกกำลังกายสิ้นสุดความดันโลหิตจะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 5 – 10 วินาที (ประทุม, 2527)

การฟื้นตัวจากการออกกำลังกาย

การฟื้นตัวของกล้ามเนื้อหลังจากการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนย้ายของเสีย (waste products) ได้แก่ กรดแลคติก ไฮโดรเจนไอออน คาร์บอนไดออกไซด์ และแอมโมเนีย รวมไปถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ในระหว่างการออกกำลังกาย ในรูปของฟอสฟาเจน และสารอื่น ๆ เช่น ไกลโคเจนและไขมัน ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการออกกำลังกาย ความหนักในการออกกำลังกาย และวิธีที่ใช้ในการฟื้นตัว ด้วยการออกกำลังกายเบา ๆ ที่ความหนัก 35-55 % ของ $\dot{V}O_{2max}$ จะใช้เวลาในการฟื้นตัวอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ในผู้ที่มีสุขภาพดีได้รับการฝึกและออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะใช้ความหนักที่ 50% ของ $\dot{V}O_{2max}$ แต่ถ้าออกกำลังกายที่ความหนักมากกว่า 60% ของ $\dot{V}O_{2max}$ อัตราการเคลื่อนย้ายของกรดแลคติกจะน้อยกว่าการให้พักรักษา (rest recovery) นอกจากนี้การฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายยังขึ้นอยู่กับอาหารที่รับประทานด้วย เป็นสิ่งที่สามารถบอกได้ว่าร่างกายมีการฟื้นตัวหรือไม่ สามารถดูได้จากอัตราการเต้นของหัวใจนั้นก็พอในขณะนั้นเทียบกับขณะพัก และระดับกรดแลคติกในเลือด (Robert and Scott, 1997)

ซุคคัลและกันยา (2536) ได้กล่าวว่า จะต้องใช้เวลา 25 นาที สำหรับการฟื้นตัวโดยการพัก (rest recovery) ภายหลังจากออกกำลังกายอย่างเต็มที่เพื่อเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปจากเลือด และกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้น เรียกว่าการฟื้นตัวโดยการออกกำลังกาย (exercise recovery) ความหนักของการออกกำลังกายที่ 30-45 % ของ $\dot{V}O_2\max$ จะมีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดได้เร็วที่สุดและในผู้ที่ได้รับการฝึกมาดีจะใช้ความหนักในการออกกำลังกายที่ 50-65% ของ $\dot{V}O_2\max$ นอกจากนี้กรดแลคติกส่วนหนึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกลูโคสหรือไกลโคเจนและถูกออกซิเดชันเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ กรดแลคติกสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานได้เมื่อมีออกซิเจน คือจะเปลี่ยนเป็นกรดไพรูวิก (pyruvic) แล้วจึงเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

กระบวนการดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ต้องใช้เวลานาน นอกจากนี้ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ยังมีผลต่อการสะสม การขจัด และการเคลื่อนย้ายของกรดแลคติกใน กล้ามเนื้อลายชนิดที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวช้า (slow twist) หรือเส้นใยกล้ามเนื้อสีแดง สามารถออกซิเดชันกรดแลคติกได้ดีกว่ากล้ามเนื้อลายชนิดที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (fast twist) หรือเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาว (สมหมาย, 2545) และ อำพร (2544ก) พบว่าเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำให้เกิดกรดแลคติก โดยมีความแตกต่างกันในกล้ามเนื้อลายที่มี ใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวและใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดง ใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวจะทำให้เกิดกรดแลคติกมาก เนื่องจากได้พลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน ส่วนใยกล้ามเนื้อสีแดงได้พลังงานมาจากการใช้ออกซิเจน จะทำให้เกิดกรดแลคติกน้อย เช่นเดียวกันกับการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ใยกล้ามเนื้อชนิดแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วกว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาว ซึ่งจะเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้ช้า

อนุมูลอิสระ

โอภา (2550) กล่าวว่า อนุมูลอิสระ (free radicals) ในสิ่งมีชีวิตเกิดจากการเผาผลาญของเซลล์โดยการใช้ออกซิเจน ทำให้เกิดโมเลกุลที่มีธาตุที่ไม่มั่นคงเนื่องจากขาด อิเล็กตรอน ไป 1 ตัว ปกติแร่ธาตุทั้งหลายในร่างกายของเราจะมีอิเล็กตรอนอยู่วงรอบเป็นจำนวนคู่ ซึ่งทำให้โมเลกุลนั้นคงตัวในกรณีที่มีการสูญเสียอิเล็กตรอน หรือรับอิเล็กตรอน มาอีกเพียง 1 ตัวจะทำให้โมเลกุลนั้นไม่มั่นคง ทำให้มีความเป็นพิษสูง และมีบทบาทในปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นในเซลล์เป็นอย่างมาก

สาเหตุที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายในร่างกายได้แก่ ไมโทคอนเดรียทำงานผิดปกติ โครงสร้างของไมโทคอนเดรียในระดับโมเลกุลที่ทำหน้าที่ใช้ออกซิเจนสันดาปหรือหายใจโดย

กระบวนการฟอสโฟริเลชันเพื่อให้เกิดพลังงาน ATP (adenine triphosphate) นั้น ทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้นระหว่างการเกิดกระบวนการเผาผลาญ ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่ไมโทคอนเดรีย โดยเฉพาะดีเอ็นเอชนิดเอ็ม mDNA อนุมูลอิสระจะทำให้ mDNA ผิดปกติทำให้มีรหัสที่ผิดไป ส่งผลให้โปรตีนที่สร้างขึ้นจากการถอดรหัสนั้นผิดปกติมีการทำงานบกพร่องไปด้วย หากโปรตีนที่ผิดปกตินี้มีบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์ กรณีที่โปรตีนที่บกพร่องอยู่ในไมโทคอนเดรีย จะทำให้กระบวนการส่งผ่านอิเล็กตรอนในไมโทคอนเดรีย บกพร่องทำงานได้ลดลง มีการรั่วไหลของอิเล็กตรอนมากกว่าปกติ ซึ่งมีผลทำให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นมากกว่าที่สารต้านอนุมูลตามธรรมชาติที่มีอยู่ในเซลล์จะจัดการขจัดได้ นอกจากนี้มีอนุมูลอิสระที่ไม่ถูกกำจัดจำนวนมากแล้วยังมีผลทำให้สารต้านอนุมูลธรรมชาติในเซลล์ เช่น กลูตาไทโอน (GSH) วิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินอี มีปริมาณลดลงหรือหมดไป เกิดภาวะออกซิเดชันในเซลล์ไม่สมดุลโดยมีอนุมูลอิสระมากเกินไป เซลล์จึงตกอยู่ในสภาวะเครียดถูกบีบคั้นจากการถูกออกซิไดส์ (oxidative stress)

สารต้านอนุมูลอิสระ

เมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะ oxidative stress ซึ่งเป็นสภาวะที่ร่างกายไม่สามารถควบคุมและป้องกันปริมาณของอนุมูลอิสระให้อยู่ในระดับที่จะไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์ได้ ร่างกายจึงมีระบบป้องกันอนุมูลอิสระ ที่เรียกว่า antioxidant defense system เป็นระบบที่สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระโดยตรง เพื่อกำจัดอนุมูลอิสระให้หมดไป หรือหยุดปฏิกิริยาถูกโซ่ไม่ให้ดำเนินต่อ สารขจัดอนุมูลอิสระที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น กรดยูริก บิลิรูบิน จะกำจัดอนุมูลอิสระ ส่วนวิตามินซี และวิตามินอี กลูตาไทโอน เบตาแคโรทีน และยูบิควิโนน จะหยุดปฏิกิริยาถูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระประเภทหลังมีบทบาทสำคัญในการทำให้ลิปิดเปอร์ออกซิเดชันสิ้นสุดลง (โอภา, 2550)

ผึ้งและนมผึ้ง

ผึ้งเป็นแมลงสังคมที่มนุษย์รู้จักและคุ้นเคยกันดี ประโยชน์ของผึ้งมีมากมาย นอกจากให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าแล้ว ผึ้งยังช่วยผสมเกสรดอกไม้ (pollination) ทำให้ผลไม้ติดผลมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ของผึ้งมีหลายชนิดเช่น น้ำผึ้ง เกสรผึ้ง (bee pollen) ไขผึ้ง (bee wax) พรอพอลิส (propolis) หนอน ดักแด้ เหล็กไน และผึ้งยังสามารถนำมาปรุงเป็นอาหารได้อีกด้วย ผลิตภัณฑ์จากผึ้งที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่ง คือ นมผึ้ง (royal jelly) นมผึ้งนิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารเสริม และใช้ผสมในเครื่องสำอางในรูปแบบต่างๆ ปัจจุบันมีการโฆษณาเกี่ยวกับนมผึ้งเป็นจำนวนมากอีกทั้งผู้บริโภคยังให้ความสนใจกันอย่างมาก (สิริวัฒน์ และเพ็ญศรี, 2529)

ผึ้งที่นิยมเลี้ยงกันมากที่สุดคือพันธุ์ *Apis mellifera* L. ในรังประกอบด้วยนางพญา 1 ตัว ผึ้งตัวผู้หลายร้อยตัว และผึ้งงานอีกประมาณ 25,000-100,000 ตัว ผึ้งงานเป็นผึ้งตัวเมียที่เป็นลูกของนางพญาแต่ตัวจะสืบพันธุ์ไม่เจริญ และผึ้งงานนี้จะทำหน้าที่ป้อนนมผึ้งให้กับนางพญา ในฤดูวางไข่ ผึ้งนางพญาวางไข่วันละประมาณ 2,000 ใบ แสดงถึงเมตาบอลิซึมที่สูงมาก และอาหารที่ได้รับจะต้องมีคุณค่าทางอาหารสูงมากเช่นกัน ด้วยเหตุนี้นมผึ้งจึงได้รับความสนใจมาก และคิดว่าอาหารมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทางกายวิภาคและทางสรีระของตัวอ่อนเพศเมีย (ภานุพรรณ, 2545)

ไข่ของผึ้งนางพญา มี 2 ชนิด คือ infertile eggs จะเจริญเป็นผึ้งตัวผู้ และ fertile eggs จะเจริญเป็นผึ้งตัวเมียซึ่งอาจเป็นผึ้งงานหรือผึ้งนางพญาที่มีการทดลองว่า ผึ้งตัวอ่อนที่ออกจาก fertile eggs ที่มีอายุ 1 วัน ได้รับนมผึ้งตลอดชีวิตจะมีการพัฒนาทางเพศกลายเป็นผึ้งนางพญาได้ ส่วนตัวอ่อนของผึ้งงานนั้นจะได้รับนมผึ้ง 3 วันแรก และกลายเป็นผึ้งงาน (สิริวัฒน์ และเพ็ญศรี, 2529)

นมผึ้ง

นมผึ้งหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “รอยัล เยลลี่” เป็นสารผลิตโดยผึ้งงานซึ่งมีอายุประมาณ 5 – 15 วัน เป็นช่วงที่อยู่ในระยะผึ้งพยาบาล (nurse bee) หรือผึ้งงานในระยะที่ทำหน้าที่เลี้ยงตัวอ่อน ผึ้งงานวัยนี้จะมีต่อมไฮโปฟาริงจ์ (hypopharyngeal glands) และ (mandibular glands) เจริญเต็มที่ที่สุด ต่อมนี้อยู่ติดกับต่อมน้ำลายบริเวณส่วนหัวของผึ้งงานทำหน้าที่ผลิตนมผึ้ง ผึ้งพยาบาลจะนำนมผึ้งที่สร้างคายนไปในหลอดรวงของตัวอ่อน (brood cells) และป้อนให้แก่ตัวอ่อนของผึ้งงาน และผึ้งตัวผู้ที่มีอายุไม่เกิน 3 วันแรก แต่เลี้ยงผึ้งนางพญาตลอดชีวิต (สิริวัฒน์ และเพ็ญศรี, 2529)

ลักษณะและคุณภาพของนมผึ้ง

นมผึ้งมีลักษณะเป็นครีมสีขาวนวลคล้ายนมข้นหวานมีกลิ่นฉุน รสฝืดเคือง เปรี้ยว และรสเผ็ดเล็กน้อย นมผึ้งที่ผึ้งงานผลิตสำหรับเลี้ยงผึ้งนางพญาและที่ผลิตสำหรับเลี้ยงผึ้งงานจะมีคุณภาพ และส่วนประกอบที่แตกต่างกัน นมผึ้งสำหรับผึ้งงานจะมีคุณภาพต่ำกว่านมผึ้งสำหรับเลี้ยงนางพญา ความแตกต่างนี้เป็นสิ่งสำคัญทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของผึ้งตัวเมียที่แตกต่างกัน และทำหน้าที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้การที่จะผลิตนมผึ้งเพื่อการค้าจึงใช้หลอดรวงของผึ้งนางพญาเทียม ซึ่งมีลักษณะเหมือนหลอดรวงนางพญาธรรมชาติและใส่หนอนผึ้งไว้ข้างในเพื่อเป็นอาหารล่อให้ผึ้งงานเข้าใจผิดคิดว่าเป็นหนอนของผึ้งนางพญา ผึ้งงานก็จะผลิตนมผึ้งคายลงไปในหลอดผึ้งนางพญาเทียมเหล่านั้น นมผึ้งที่ผลิตได้จะมีปริมาณน้อยมาก การผลิตเพื่อการค้าเก็บทุกๆ 3 วัน โดยผึ้ง 1 รัง (มากกว่า 60,000 ตัว) จะเก็บได้ประมาณครั้งละ 5-10 กรัม เท่านั้น ทำให้นมผึ้งมีราคาแพง (สุภาภรณ์, 2539)

คุณภาพของนมผึ้งยังขึ้นกับแหล่งผลิต อายุของผึ้งที่ผลิต วิธีการเก็บ ลักษณะการเก็บรักษา และระยะเวลาที่เก็บรักษา วิธีการเก็บที่ดีที่สุด คือ ถ้าเป็นนมผึ้งสดควรเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ถ้าเก็บในรูปผงแห้งจะเก็บได้นานกว่าแต่จะถูกทำลายได้ง่ายกว่าหากวิธีทำให้แห้งไม่เหมาะสมเพราะสารสำคัญในนมผึ้งจะถูกทำลายได้ง่ายเมื่อถูกความร้อนและแสงสว่าง วิธีทำให้แห้งที่ดีที่สุดคือกระบวนการทำให้แห้งด้วยความเย็น (freeze drying process) คือการทำนมผึ้งสดให้เยือกแข็งและระเหิดไปภายใต้สุญญากาศโดยที่ไม่ต้องใช้ความร้อน อย่างไรก็ตามขั้นตอนในกระบวนการ freeze drying process ก็สำคัญมากเช่นเดียวกัน หากกระบวนการไม่เหมาะสมนมผึ้งแห้งที่ได้ก็จะมีคุณภาพต่ำ การเก็บผลิตภัณฑ์นมผึ้งที่อุณหภูมิห้องจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ จากสีขาวนวลเป็นสีเหลืองอ่อนและเข้มขึ้นสุดท้ายหลังจากหลายสัปดาห์จะกลายเป็นของแข็งเปราะสีอำพัน รสชาติก็เปลี่ยนไป (ชาญชัย และปราณี, 2531)

องค์ประกอบของนมผึ้ง

ผลจากการศึกษาองค์ประกอบของนมผึ้งพบว่าอุดมไปด้วยสารอาหารต่างๆ ดังนี้

คาร์โบไฮเดรต	10 - 12 %
โปรตีน	14 - 15 %

ไขมัน	3 - 5 %
เถ้า หรือธาตุอื่น ๆ	1 - 2 %
น้ำ	67 - 70 %

คาร์โบไฮเดรตที่พบในนมผึ้งได้แก่ D-glucose, fructose และ sucrose นอกจากนี้ยังพบ amino acid หลายชนิดได้แก่ glutamic acid, glycine, aspartic acid, asparagine, cysteine, tyrosine, methionine, histidine, cystine, tryptophan, beta-alanine, phenyl alanine, lysine, arginine, leucine และ glutamine นอกจากนี้ยังพบว่าในนมผึ้งประกอบไปด้วยส่วนประกอบอื่นๆ ที่พบเช่น histamine, acetylcholine สารที่มีฤทธิ์คล้ายอินซูลินตลอดจนฮอร์โมน testosterone, estrogen, progesterone, cortisol เอนไซม์บางชนิด และยังมี free fatty acid บางตัวเช่น 10 trans hydroxyl-2-decenoic acid และมีรายงานพบวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ในนมผึ้ง 1 กรัม ประกอบไปด้วย

1. วิตามินบี 1 (thiamine)	5 ไมโครกรัม
2. วิตามินบี 2 (riboflavin)	9 ไมโครกรัม
3. วิตามินบี 5 (niacin)	100 ไมโครกรัม
4. วิตามินบี 6 (pyridoxine)	3 – 50 ไมโครกรัม
5. ไบโอดีน (biotin)	1.7 ไมโครกรัม
6. กรดโฟลิก (folic acid)	0.2 ไมโครกรัม
7. กรดแพนโทเทนิค (pantothenic acid)	200 ไมโครกรัม
8. อินอสิทอล (inositol)	100 ไมโครกรัม
9. วิตามิน A, C, D, E	
10. แร่ธาตุต่างๆ ได้แก่ โซเดียม โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส (เกรียงศักดิ์ และจิตโสมนัส, 2530)	

ประโยชน์และสรรพคุณของนมผึ้ง

สรรพคุณของนมผึ้งสืบเนื่องมาจากความเชื่อที่ว่ากินนมผึ้งแล้วจะอายุยืนและมีสมรรถภาพทางเพศสูงเช่นเดียวกับผึ้งนางพญาซึ่งได้รับนมผึ้งจำนวนมาก พบว่าบรรดาผู้สูงอายุที่เสื่อมสมรรถภาพทางเพศ เมื่อรับประทานนมผึ้งระยะหนึ่งจะกลับมีสมรรถภาพทางเพศขึ้นมาใหม่

อย่างไรก็ตามยังไม่มีการยืนยันในเรื่องนี้สำหรับมนุษย์ แต่ในสัตว์ทดลองพบว่านมผึ้งมีฤทธิ์กระตุ้นต่อมเพศของหนูทดลองอายุ 21 วัน ให้ตกไข่เพิ่มขึ้น และทำให้ถุงเก็บน้ำเชื้อของหนูทดลองที่ตัดอวัยวะแล้วมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ในนมผึ้งจะมีสารเริ่มต้นในการสร้างฮอร์โมนของต่อมหมวกไตทำให้ต่อมหมวกไตมีการสร้างฮอร์โมนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังอาจใช้นมผึ้งกับผู้ป่วยเบาหวานเพราะในนมผึ้งมีสารคล้ายอินซูลินซึ่งออกฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด นมผึ้งมีสาร 10-transhydroxy-2-decenoic acid ซึ่งเป็นกรดไขมันสามารถต้านการขยายตัวของมะเร็งในเลือดขาว ต่อมน้ำเหลือง และเต้านมในหนูทดลอง อีกทั้งกรดไขมันนี้ยังสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อโรคต่างๆ ได้ ชาวยุโรปใช้นมผึ้งเป็นยาบำรุงในผู้ที่มีร่างกายอ่อนแอ มีโรคเรื้อรัง ช่วยลดความปวดในโรคปวดข้อ (rheumatism) ทำให้รู้สึกสบายขึ้น นมผึ้งช่วยให้รู้สึกสดชื่น ใช้ในคนที่ชอบบ่นว่าไม่มีสมาธิ หลงลืมง่าย โรคประสาทอ่อนๆ คนไข้ที่อ่อนเพลียเมื่อยล้าจากการทำงานหนักหรือจากความเคร่งเครียด ช่วยบรรเทาปวดข้อปวดแนวประสาท และแก้โรคเกี่ยวกับเลือดน้อย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538)

ผลทางเภสัชวิทยาของนมผึ้ง

ได้มีการศึกษาถึงผลทางเภสัชวิทยาในด้านต่างๆ ของนมผึ้ง ดังต่อไปนี้

1. ฤทธิ์ต้านมะเร็ง ได้มีการศึกษาผลต่อมะเร็งเม็ดเลือดขาว และ ascitic tumor ชนิด lymph sarcoma, mammary carcinoma และ Ehrlich carcinoma โดยการผสมเซลล์เหล่านี้กับนมผึ้งแล้วฉีดเข้าไปในหนูถีบจักรปรากฏว่า นมผึ้งสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งได้ นั่นคือหนูไม่เป็นมะเร็ง และกรดไขมันในนมผึ้งคือ 10-transhydroxy-2-decenoic acid เป็นสารสำคัญที่ทำให้ผลนี้ นอกจากนี้ยังพบว่าฤทธิ์ต้านมะเร็งจะพบได้เฉพาะที่ pH ต่ำเท่านั้น หาก pH สูงกว่า 5.6 จะไม่มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง และปฏิกิริยาระหว่างเซลล์มะเร็งกับ 10-transhydroxy-2-decenoic acid จะเกิดขึ้นสมบูรณ์ใน 3-6 นาที มีการศึกษาฤทธิ์ต้านมะเร็งปากมดลูกในหนูโกเรียนพบว่า เมื่อปลูกมะเร็งปากมดลูกของคนในหนูโกเรียนแล้วให้นมผึ้งเป็นเวลา 60 วัน พบว่า หนูที่ได้รับนมผึ้งมีก้อนมะเร็งโตช้าลง (Schmitzova *et al.*, 1998) และเมื่อทดลองกับผู้ป่วยมะเร็งเต้านมในระยะแพร่กระจายที่ได้รับการรักษาทางเคมีบำบัดโดยวิธี double blind randomized controlled study พบว่านมผึ้งช่วยให้ผลการรักษาทางเคมีบำบัดได้ผลดีขึ้น และสภาพทั่วไปของผู้ป่วยดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และการอักเสบแดงรอบก้อนมะเร็งก็ลดลง แสดงว่าการให้นมผึ้งร่วมกับเคมีบำบัดช่วยให้ผลการรักษาและคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยดีกว่าการรักษาทางเคมีบำบัดอย่างเดียว (สุกัญญา และสุนีย์, 2531)

2. ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย เมื่อเก็บนมผึ้งสดที่อุณหภูมิห้องในภาชนะที่ไม่ปราศจากเชื้อ พบว่านมผึ้งไม่เกิดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเชื้อราแต่อย่างใด ในอดีตมีรายงานว่านมผึ้งสามารถต้านจุลชีพหลายชนิดรวมทั้งเชื้อราและ actinomycetes เช่น *Micrococcus pyogenes*, *Escherichia coli* และ *Micro bacterium tuberculosis* สำหรับส่วนที่มีฤทธิ์ต้านวัณโรคพบในส่วน ที่ละลายในน้ำ และแอลกอฮอล์ สำหรับสาร 10-transhydroxy-2-decenoic acid นี้ที่คิดว่าเป็นสารที่จะออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย และเชื้อรานั้น กลับพบว่ามีฤทธิ์อ่อนน่นคือมีฤทธิ์ต้าน *M. pyogenes* เพียง 1/4 ของ penicillin มีฤทธิ์ต้าน *E. coli* ไม่ถึง 1/5 ของ chloramphenical ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของนมผึ้งยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาเก็บรักษา โดยนมผึ้งที่เก็บใหม่ๆ จะมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียเพิ่มขึ้นและฤทธิ์สูงสุดใน 24 ชั่วโมง จากนั้นจะลดลงและคงที่ตลอดระยะเวลาการศึกษานาน 60 วัน ผลการทดลองนี้ตรงกับที่เคยมีรายงานไว้ว่า ฤทธิ์ต้านจุลชีพของนมผึ้งจะพบเฉพาะหลังจากที่ทิ้งนมผึ้งไว้ระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียนี้จะลดลงหากเก็บนมผึ้งไว้ในที่มีอุณหภูมิหรือถูกแสงสว่างเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโปรตีนในนมผึ้ง (Schmitzova *et al.*,1998)

3. ฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด ผลจากการศึกษาในมนุษย์โดยให้นมผึ้งกับผู้ป่วยเบาหวาน ก็ปรากฏว่าระดับกลูโคสและอินซูลินหลังอดอาหาร 1 คืน ในผู้ป่วยลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (สุภาภรณ์, 2539)

4. ฤทธิ์ขยายหลอดเลือด นมผึ้งมีฤทธิ์ในการขยายหลอดเลือดที่แรงกว่าที่พบในน้ำผึ้ง 100-200 เท่า แต่ฤทธิ์นี้มีเพียงชั่วคราวเท่านั้น ฤทธิ์นี้ถูกทำลายโดย protease และ cholinesterase ฤทธิ์ขยายหลอดเลือดเกิดจาก acetylcholine-like substance และออกฤทธิ์ผ่าน ACh-receptor ซึ่งตรงกับรายงานที่พบ acetylcholine ในนมผึ้ง (สุภาภรณ์, 2539)

5. ฤทธิ์ลดความดันโลหิต เมื่อทดลองฉีดนมผึ้งทางหลอดเลือดดำในหนูขาวมีผลให้ความดันโลหิตลดลงชั่วคราว นอกจากนี้ยังพบว่า protein hydrolysate จากนมผึ้งซึ่งออกฤทธิ์เหมือน angiotensin converting enzyme inhibitor (ACEI) สามารถลดความดันโลหิตในหนูขาวอีกด้วย (สุภาภรณ์, 2539)

6. ฤทธิ์ในการชะลอความแก่ นมผึ้งได้รับความสนใจมากในการช่วยชะลอความแก่นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น Kushima ได้ทำการศึกษาโดยทดลองกับสมองของหนูขาว เพศเมียอายุ 700 วัน (เทียบเท่ากับผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน) จะใช้การย้อมเนื้อสมองด้วยสี acridine orange

แล้ววัดความยาวคลื่นของแสงที่เรืองออกมาเพื่อวัดระดับความแก่ ผลก็คือสัตว์ทดลองที่มีอายุมากจะวัดความยาวคลื่นได้ยาวกว่าสัตว์ทดลองที่อายุน้อย วิธีทดลองนี้ในคนก็ให้ผลเช่นเดียวกัน ผลปรากฏว่าหนูขาวอายุ 700 วัน กลุ่มที่ฉีดนมผึ้งวันละ 10 มิลลิกรัมเข้าทางช่องท้องเป็นเวลา 3 สัปดาห์วัดความยาวคลื่นได้สั้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่านมผึ้งมีผลชะลอความแก่ได้ (สุภาพรณ์, 2539)

7. ผลต่อการมีอายุยืน ผลจากการที่ผึ้งนางพญาได้นมผึ้งเป็นอาหารตลอดชีวิตจึงมีอายุยืนกว่าผึ้งงานมากนั้น ทำให้มีความพยายามที่จะสกัด “longevity factor” จากนมผึ้ง มีรายงานการวิจัยทดลองเลี้ยงแมลงวันผลไม้ (*Bactocera SP.*) ด้วยอาหารที่เติมนมผึ้งลงไปด้วย จะช่วยให้มีอายุ (17 วัน) ยืนยาวกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารปกติ (13 วัน) อย่างไรก็ดี หากเติมกรดแพนโทเทนิคเพิ่มเข้าไปในอาหารปกติความแตกต่างนี้จะหายไป แสดงว่าในอาหารปกติขาดวิตามินชนิดนี้ (สุภาพรณ์, 2539)

8. ฤทธิ์กระตุ้นการเจริญเติบโต Saikatsu และคณะได้ทดลองให้นมผึ้งกับหนอนตัวไหม (*Bombyx mori*) พบว่านมผึ้งช่วยให้ตัวไหมมีการเจริญเติบโตและพัฒนาเร็วขึ้น จำนวนไขก็เพิ่มมากขึ้นด้วย ทั้งนี้จะได้ผลเมื่อใช้เฉพาะนมผึ้งสด เนื่องจาก royalisin สามารถกระตุ้นการนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ไขมันของตัวไหม และ royalisin มีโครงสร้างคล้าย mammalian epidermal growth factor จึงอาจช่วยเร่งการเจริญเติบโตได้ (สุภาพรณ์, 2539)

9. ฤทธิ์ต้านอักเสบ นมผึ้งมีฤทธิ์ต้านอักเสบช่วยเร่งให้แผลหายเร็วขึ้นสามารถป้องกันและรักษากระเพาะอาหารอักเสบที่เกิดจากความเครียดจากการทดลองในหนูขาว (สุภาพรณ์, 2539)

10. ฤทธิ์ต้านการทำงานของเกล็ดเลือด นมผึ้งมีผลต่อการลดการทำงานของ (เกาะกลุ่มและอัตราการเกาะกลุ่มกัน) ของเกล็ดเลือดทั้งในคนปกติและผู้ป่วยโรคหลอดเลือดโคโรนารี (รุ่งอรุณ และคณะ, 2538)

11. ฤทธิ์ต้านมลพิษ นมผึ้งสามารถกระตุ้นเอนไซม์ที่ใช้ในการเปลี่ยนสภาพ xenobiotic ได้ ผลจากการทดลองพบว่าหนูขาวที่ได้รับนมผึ้งจะไม่เกิดความผิดปกติจากสารพิษตะกั่วซึ่งเกิดพิษได้ในกลุ่มที่ไม่ได้รับนมผึ้ง สันนิษฐานว่านมผึ้งอาจช่วยป้องกันอันตรายในคนที่ต้องสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมของพิษตะกั่วหรืออาจป้องกันมลพิษอื่นๆ อีกด้วย (สุภาพรณ์, 2539)

12. ผลต่อระบบไร้ท่อ นมผึ้งออกฤทธิ์ต่อต่อมไร้ท่อโดยการกระตุ้นการเจริญของรังไข่ และกระตุ้นการหลั่งเทสโทสเตอโรนในหนูถีบจักร และยังทำให้ต่อมธัยรอยด์สามารถรับไอโอดีน ได้มากขึ้น และมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น หลังจากใช้ methylthiouracil ซึ่งเป็นสาร antithyroid ในการยับยั้ง (สุภาภรณ์, 2539)

13. ฤทธิ์ต้านการสร้างไขมันในเลือด การทดลองทานนมผึ้งและกรดไขมัน 10-transhydroxy-2-decenoic acid ที่ใบหูของหนูแฮมสเตอร์ ทำให้ขนาดของไขมันลดลงและการสร้างไขมันน้อยลง (วิภัตรา และสุชาดา, 2544)

14. ผลต่อเมตาบอลิซึม รายงานการทดลองโดยใช้ไมโทคอนเดรียของตับหนูขาวพบว่า นมผึ้งทำให้ O_2 consumption สูงขึ้น แสดงว่านมผึ้งช่วยให้เซลล์ทำงานมากขึ้น (วิภัตรา และสุชาดา, 2544)

15. ผลทางภูมิคุ้มกันเภสัชวิทยา กรดไขมัน 10-transhydroxy-2-decenoic acid มีบทบาทสำคัญ ในฤทธิ์ทางภูมิคุ้มกันของนมผึ้งช่วยต่อต้านฤทธิ์ของ cortisone ที่ไปลดการกำจัดฝุ่นถ่านที่ เข้าสู่ร่างกาย ต่อต้านผลของ cyclophosphamide ในการยับยั้ง delayed type hypersensitivity reaction (Pongsakorn *et al.*, 1998) และนมผึ้งสามารถลดการสร้าง antigen-specific IgE และสามารถยับยั้ง การหลั่ง histamine จาก mast cell ได้ (Emori *et al.*, 2001)

16. ความเป็นพิษของนมผึ้ง มีรายงานพบว่า นมผึ้งมีพิษน้อยมากแม้จะให้นมผึ้งที่ปริมาณ ขนาด 10 กรัมต่อหนู 1 กิโลกรัมก็ไม่เกิด acute toxic ในหนู mice (Kobayashi *et al.*, 2001) นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นได้ทดลองฉีดนมผึ้งเข้าทางช่องท้องของหนูตะเภาในปริมาณ 300 , 1,000 และ 3,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นเวลาติดต่อกัน 5 สัปดาห์ ไม่ปรากฏผลข้างเคียงใดเกิดขึ้นมี นักวิจัยบางท่านได้เพิ่มปริมาณที่ให้ถึง 16 กรัมต่อกิโลกรัมก็ไม่ปรากฏว่าหนูตาย (Kobayashi *et al.*, 2001)

17. ผลของนมผึ้งที่ทำปฏิกิริยาร่วมกับยาวาฟาริน (wafarin) ซึ่งเป็นยาที่ทำให้ลดการ แข็งตัวของเลือด พบว่า เมื่อใช้ยาฟารินและมีการรับประทานนมผึ้งทำให้เกิดอาการปัสสาวะเป็น เลือด มีเซลล์เม็ดเลือดในปัสสาวะ แต่ไม่มีอาการปัสสาวะขัดหรือเป็นโรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ ดังนั้นจึงควรมีการป้องกันและให้คำแนะนำในการใช้ยาที่เหมาะสมและไม่ควรรับประทานนมผึ้ง ควบคู่ไปกับยาฟาริน (Lee and Fermo, 2006)

นอกจากนี้จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยต่างๆ ยังพบว่านมผึ้งมีฤทธิ์ด้านปฏิกริยาออกซิเดชันซึ่งเป็นกุญแจสำคัญ ในการที่จะบ่งชี้ได้ว่ารอยัลเจลลี่น่าจะมีประโยชน์ในการป้องกันการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชันที่ถูกเหนี่ยวนำด้วยภาวะ oxidative stress ในการออกกำลังกายได้ ซึ่งภาวะ oxidative stress เป็นสภาวะที่ร่างกายไม่สามารถควบคุมและป้องกันปริมาณของอนุมูลอิสระให้อยู่ในระดับที่จะไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์ได้ ทำให้มีการทำลายสมดุลของระบบต่างๆ ภายในร่างกาย โดยการทำลายองค์ประกอบหลักของเซลล์ เช่น การทำลายหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตายของเซลล์ การทำลายดีเอ็นเอ การทำลายโปรตีน ซึ่งส่งผลต่อความสามารถทางกาย การล้างของกล้ามเนื้อ และการทำลายของกล้ามเนื้อ (โอภา, 2550)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รุ่งอรุณ และคณะ (2538) ได้ทำการศึกษาผลของนมผึ้งต่อการทำงานของเกล็ดเลือดของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดโคโรนารีในหลอดเลือด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากผู้มาบริจาคเลือดที่ธนาคารเลือด โรงพยาบาลวชิรพยาบาล อายุตั้งแต่ 17 – 42 ปี ทั้งเพศชายและเพศหญิง ไม่มีประวัติป่วยเป็นโรคประจำตัวใดๆ และไม่ได้รับประทานยาใดๆ ก่อนมาบริจาคเลือด และผู้ป่วยโรค Coronary heart disease จากหน่วยอายุรกรรมโรงพยาบาลวชิรพยาบาล อายุตั้งแต่ 43 – 77 ปี ทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยทำการทดสอบผลของนมผึ้งต่อการทำงานของเกล็ดเลือด พบว่านมผึ้งขนาด 150, 300, 600, 1,000 และ 1500 $\mu\text{g} / \text{ml}$ จะมีผลต่อการทำงานของเกล็ดเลือดทั้งในพลาสมาของคนปกติและผู้ป่วยโรคหลอดเลือดโคโรนารี เนื่องจากนมผึ้งมีส่วนประกอบของ Acetylcholine และ Histamine ซึ่ง Acetylcholine และ Histamine จะมีผลยับยั้งการทำงานของเกล็ดเลือด นอกจากนี้ตัวสารนมผึ้งเองอาจมีฤทธิ์ขัดขวางการเกาะกลุ่มกันของเกล็ดเลือด

สารินี (2544) ทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของนมผึ้งในเซลล์เม็ดเลือดแดงและเซลล์มะเร็งเต้านม โดยการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าที่ระดับความต่างศักย์ 5 โวลต์ เป็นเวลา 15 วินาที การเติมนมผึ้งที่ความเข้มข้นต่างๆ ลงในเซลล์เม็ดเลือดแดงจะกระทำก่อนการเหนี่ยวนำด้วยกระแสไฟฟ้า วัด malondialdehyde (MDA) ซึ่งเป็นครรชนบ่งชี้ของลิปิดเปอร์ออกซิเดชันที่เกิดขึ้นในสารละลายแขวนตะกอนของเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยวิธี thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่านมผึ้ง สามารถยับยั้ง MDA ที่เกิดขึ้นได้ และพบว่านมผึ้งสามารถยับยั้งการเกิด malondialdehyde (MDA) ได้มากที่สุด 43.30% ($p < 0.0005$) ที่ความเข้มข้น 7.5 มิลลิกรัมต่อ

มิลลิลิตร จากผลการทดลองดังกล่าวอาจบ่งชี้ได้ว่านมผึ้งน่าจะมีประโยชน์ในการป้องกันการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชันที่ถูกเหนี่ยวนำด้วยภาวะ oxidative stress ได้

สุกัลยา (2541) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของนมผึ้งต่อการเกิดลิปิดเปอร์ออกไซด์ในกล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อลายขณะออกกำลังกายในหนู การทดลองกระทำโดยการป้อนนมผึ้งกับหนูเพศชายในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ 0.5, 1.0 และ 2.0 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวันโดยใช้หลอดป้อนอาหารผ่านทางหลอดอาหารเข้าสู่กระเพาะอาหาร ติดต่อกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ หลังจากการให้นมผึ้งในครั้งสุดท้าย จะให้หนูว่ายน้ำเป็นเวลา 60 นาที โดยมีน้ำหนักถ่วงที่หางขนาด 3 % ของน้ำหนักตัว การทดลองพบว่าระดับการเกิดลิปิดเปอร์ออกไซด์ในกล้ามเนื้อ gastrocnemius กล้ามเนื้อ vastus lateralis และพลาสมาในหนูกลุ่มที่ให้นมผึ้งร่วมกับการออกกำลังกายมีระดับต่ำกว่าหนูกลุ่มควบคุมที่ออกกำลังกาย แต่ไม่พบความแตกต่างนี้ในกล้ามเนื้อหัวใจ เปอร์เซนต์ของการยับยั้งการเกิดลิปิดเปอร์ออกไซด์จะเพิ่มขึ้นตามขนาดปริมาณที่เพิ่มขึ้นของนมผึ้งที่หนูได้รับ

Avellini *et al.* (1999) ทำการศึกษาผลของโปรแกรมออกกำลังกาย ซิลิเนียม และวิตามินอี ต่อระดับของสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำ โดยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นเวลา 30 นาที สัปดาห์ละ 6 วัน เป็นเวลา 70 วัน พบว่าการออกกำลังกายมีผลเพิ่มของระดับสารต้านอนุมูลอิสระ และทำให้ MDA ลดลง

Bonina *et al.* (2005) ศึกษาภาวะ oxidative stress ในนักกีฬาแฮนด์บอล พบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายตามปกติในช่วงฤดูการแข่งขัน มีผลให้เกิดภาวะ oxidative stress โดยพบว่าขณะพักมีระดับ MDA สูงกว่ากลุ่มควบคุม

Maijer *et al.* (2001) ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายที่มีต่อภาวะ oxidative stress ในผู้สูงอายุ พบว่าการออกกำลังกายในระดับต่ำกว่าสูงสุดเป็นเวลา 45 นาที ทำให้ระดับของผลผลิตที่เกิดจาก antipyrine และมาลอนไดอะดีไฮด์ (MDA) ซึ่งบ่งชี้ภาวะ oxidative stress เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างการออกกำลังกายและหลังการออกกำลังกายทันที

Miyazaki *et al.* (2001) รายงานว่าผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทนทานในระดับความหนักสูง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ มีผลเพิ่มระดับ superoxide dismutase และ glutathione peroxidase และระดับ MDA เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

Kamakura *et al.* (2001) ได้ทำการศึกษาผลของนมผึ้งสดต่อการต่อต้านการเกิดการลำในหนูตัวผู้ที่มีการคุ้นเคยกับการว่ายน้ำเป็นประจำ หนูจะว่ายน้ำ 5 ครั้ง ในระยะเวลา 2 สัปดาห์ ในแต่ละครั้งก็จะต้องว่ายน้ำจนเหนื่อยและหมดแรง โดยที่หนูจะได้รับนมผึ้งสด เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของหนูที่ได้รับนมผึ้งกับกลุ่มควบคุม พบว่าการสะสมของกรดแลคติกลดลง การลดลงของไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อลดลง และจากการวิเคราะห์ส่วนประกอบของนมผึ้งพบว่านมผึ้งประกอบด้วยวิตามินหลายชนิด มีสาร 10-hydroxy-2-decenoic acid และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอื่นๆ ในนมผึ้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. นมผง ขนาด 250 มิลลิกรัม ต่อ 1 แคลปซูล
2. Placebo คือ Polyethylene Glycol 4000 (PEG 4000)
3. เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ (gas analyzer) ยี่ห้อ Sensor Medics รุ่น Vmax 229 Series
4. ลู่วิ่ง (treadmill) ยี่ห้อ Sensor Medics รุ่น 2000 Treadmill
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ Detecto
6. เครื่องวัดส่วนสูง
7. เครื่องวัดไขมันใต้ผิวหนัง ยี่ห้อ Lange Skinfold caliper รุ่น C-130
8. ใบบันทึกผลการทดสอบ

วิธีการ

กลุ่มประชากร

นักกีฬาฟุตบอลเพศชายของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี ที่ศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2549 อายุระหว่าง 13 -14 ปี จำนวน 47 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชายของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี อายุระหว่าง 13 -14 ปี ได้มาโดยการสุ่มเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) ตามความสมัครใจและมีอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ร้อยละของไขมันสะสม ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ใกล้เคียงกัน จำนวน 24 คน แล้วจึงสุ่มหรือจัดเข้ากลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน ด้วยการสุ่มเข้ากลุ่ม (randomly assignment)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

Incremental exercise test ทดสอบโดยการวิ่งบนลู่วิ่ง โดยใช้ความเร็วเริ่มต้นที่ 5 กม/ชม เป็นเวลา 4 นาที เพื่ออบอุ่นร่างกาย หลังจากนั้นเพิ่มความเร็วขึ้นนาทีละ 1 กม/ชม แบบ Ramp protocol จนกระทั่งผู้ทดสอบไม่สามารถที่จะปฏิบัติต่อไปได้ เพื่อทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการ เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ ที่ใช้ในการวิจัย

2. จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์การทดสอบ ไขมันที่กผล (ภาคผนวก ก) เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จัดเตรียมนมผง และ Placebo (ภาคผนวก ข)
3. ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) เฉพาะผู้ที่สมัครใจ ได้นักกีฬาที่สมัครใจทั้งสิ้นจำนวน 26 คน
4. ชี้แจง ขั้นตอน วิธีการปฏิบัติแก่กลุ่มตัวอย่างโดยละเอียด และให้นักกีฬาที่สมัครใจลงนามยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย (ภาคผนวก ค) พร้อมทั้งกรอกตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ (ภาคผนวก ง)
5. นำนักกีฬาที่สมัครใจทั้งหมดทำการวัดลักษณะทางกายภาพ ซึ่งประกอบด้วยน้ำหนักตัว ส่วนสูง ร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย (ภาคผนวก ฉ)
6. นำนักกีฬาที่สมัครใจทั้งหมด 26 คน มาทดสอบเพื่อวัดปริมาณการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย (ภาคผนวก ช) แล้วคำนวณหาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (ภาคผนวก ซ) และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ (ภาคผนวก ฉ) โดยใช้การทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ (ภาคผนวก ซ)
7. คัดเลือกนักกีฬาที่สมัครใจ และมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ใกล้เคียงกัน เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน
8. ภายหลังจากทดสอบและการคำนวณหาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ซึ่งใช้เวลา 3 สัปดาห์ ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม (randomly assignment) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน
9. ทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง
10. กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มปฏิบัติดังต่อไปนี้เป็นเวลา 8 สัปดาห์

- กลุ่ม PLACEBO ฝีกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทาน Placebo คือ Polyethylene Glycol 4000 จำนวนครั้งละ 2 แคปซูล รับประทาน 2 ครั้ง/วัน หลังอาหารเช้าและหลังอาหารเย็น
- กลุ่ม RJ500 ฝีกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทานนมผง 500 มิลลิกรัมต่อวัน แต่ละครั้งที่รับประทานประกอบด้วย นมผงจำนวน 1 แคปซูล และ Polyethylene Glycol 4000 จำนวน 1 แคปซูล รับประทาน 2 ครั้ง/วัน หลังอาหารเช้าและหลังอาหารเย็น
- กลุ่ม RJ1000 ฝีกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทานนมผง 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน แต่ละครั้งที่รับประทานประกอบด้วย นมผง 2 แคปซูล รับประทาน 2 ครั้ง/วัน หลังอาหารเช้าและหลังอาหารเย็น

11. ทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์

12. ตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ ภายหลังจากทดลอง 8 สัปดาห์

13. นำผลการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

14. นำคำตอบที่ได้จากการตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ มาให้คะแนนตามเกณฑ์คะแนน (ภาคผนวก จ) เปรียบเทียบคะแนนที่ได้ก่อนได้รับสิ่งทดลอง และภายหลังจากทดลอง 8 สัปดาห์

15. สรุปผลการวิจัยที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้และข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

หมายเหตุ การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการทดลอง randomized, triple blind, placebo-controlled design

การใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อคำนวณค่าสถิติ ดังต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (mean) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ของอายุน้ำหนัก ส่วนสูง ร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย และผลของการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม

2. วิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (two - way analysis of variance with repeated measures) เพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลองกับระยะเวลาในการทดลองหากพบพบปฏิสัมพันธ์จะแยกทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีดังต่อไปนี้

2.1 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 8 สัปดาห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one- way analysis of variance)

2.2 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way analysis of variance with repeated measures)

3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของ Tukey

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. หาค่าเฉลี่ย (mean) ของคะแนนในการตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

สถานที่และระยะเวลาในการทำวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี

ระยะเวลาทำการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2549 ถึงเดือนมกราคม 2550

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอน นักกีฬา และผู้ที่สนใจสามารถนำไปเป็นแนวทางพัฒนาความสามารถของการใช้ออกซิเจนในนักกีฬาฟุตบอล
2. เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าในการพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนของกีฬาประเภทอื่นๆ

ผลและวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 8 คน ได้แก่ กลุ่ม PLACEBO ฝึกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทาน Placebo กลุ่ม RJ500 ฝึกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทานนมผึ้ง 500 มิลลิกรัมต่อวัน กลุ่ม RJ1000 ฝึกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทานนมผึ้ง 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบเพื่อหาความสามารถในการใช้ออกซิเจน เมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 8 สัปดาห์ ซึ่งหาได้จากค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ ผลการวิจัยและวิจารณ์ที่ได้นำเสนอรูปแบบของตารางประกอบความเรียง โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ตอนที่ 3 แอนแอโรบิกเทรสโฮลด์

ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ได้แก่ กลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 จากข้อมูลพื้นฐานพบว่าค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดังแสดงในตารางที่ 1 และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแล้วไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ($p=0.902$ $p=0.852$ และ $p=0.910$ ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ ญ1) ซึ่งแสดงว่าลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกันส่งผลให้ทราบว่าเป็นผลที่เกิดขึ้นภายหลังจากการทดลองนั้น เนื่องมาจากวิธีการทดลองเป็นหลัก

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) อายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนสูง (ซม.)
กลุ่ม PLACEBO	13.86 ± 0.21^1	52.50 ± 2.06^1	163.00 ± 2.36^1
กลุ่ม RJ500	13.77 ± 0.15^1	51.62 ± 2.66^1	160.87 ± 2.85^1
กลุ่ม RJ1000	13.90 ± 0.22^1	51.25 ± 2.09^1	161.87 ± 2.70^1

หมายเหตุ ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักตัว ภายในกลุ่ม ก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวของกลุ่ม PLACEBO และกลุ่ม RJ500 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.365$ และ $p=0.638$ ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ ญ3) ส่วนในกลุ่ม RJ1000 พบว่ามีน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p<0.01$) (ตารางผนวกที่ ญ3) และจากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละช่วงเวลาได้แก่ ก่อนได้รับนมผง

หรือ Placebo เมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 8 สัปดาห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.962$ $p=0.691$ และ $p=0.940$ ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ ๓) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของน้ำหนักตัว ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่ม	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	(หน่วย: กิโลกรัม)	
		เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (สัปดาห์)	
		4	8
กลุ่ม PLACEBO	52.50 \pm 2.06 ^{a,1}	52.62 \pm 2.93 ^{a,1}	51.30 \pm 2.93 ^{a,1}
กลุ่ม RJ500	51.62 \pm 0.82 ^{a,1}	50.87 \pm 1.59 ^{a,1}	51.10 \pm 1.81 ^{a,1}
กลุ่ม RJ1000	51.25 \pm 1.05 ^{a,1}	53.81 \pm 2.76 ^{b,1}	52.53 \pm 1.01 ^{b,1}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบความแตกต่างของ ร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย ภายในกลุ่มก่อนได้รับนมผึ้งหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของร้อยละของไขมันสะสมในร่างกายทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางผนวกที่ ๓) และจากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของร้อยละของไขมันสะสมในร่างกายระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละช่วงเวลาได้แก่ ก่อนได้รับนมผึ้งหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 8 สัปดาห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความ

แปรปรวนทางเดียว พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.824$ $p=0.760$ และ $p=0.750$ ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ ๗) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

(หน่วย:ร้อยละ)

กลุ่ม	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (สัปดาห์)	
		4	8
กลุ่ม PLACEBO	15.48 \pm 1.15 ^{a,1}	15.16 \pm 0.89 ^{a,1}	14.31 \pm 0.92 ^{a,1}
กลุ่ม RJ500	14.60 \pm 0.82 ^{a,1}	14.23 \pm 1.03 ^{a,1}	13.22 \pm 1.09 ^{a,1}
กลุ่ม RJ1000	14.88 \pm 1.05 ^{a,1}	15.15 \pm 1.09 ^{a,1}	13.86 \pm 1.01 ^{a,1}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบความเปลี่ยนแปลงของมวลปราศจากไขมันในร่างกาย ภายในกลุ่มก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของมวลปราศจากไขมันในร่างกาย ภายในกลุ่ม PLACEBO และกลุ่ม RJ500 ไม่มีความเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.811$ และ $p=0.541$ ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ ๗) แต่พบว่าในกลุ่ม RJ1000 มีความเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.001$) (ตารางผนวกที่ ๗) และจากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของมวลปราศจากไขมันในร่างกาย ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละช่วงเวลาได้แก่ก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผงหรือ

Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.917$ $p=0.801$ และ $p=0.960$ ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ 10) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของมวลปราศจากไขมันในร่างกาย ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่ม	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (สัปดาห์)	
		4	8
กลุ่ม PLACEBO	44.37 \pm 2.52 ^{a,1}	44.64 \pm 2.60 ^{a,1}	43.96 \pm 2.56 ^{a,1}
กลุ่ม RJ500	44.08 \pm 2.12 ^{a,1}	43.63 \pm 1.97 ^{a,1}	44.34 \pm 1.84 ^{a,1}
กลุ่ม RJ1000	43.62 \pm 1.50 ^{a,1}	45.65 \pm 1.69 ^{b,1}	45.24 \pm 1.72 ^{b,1}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการทดลองของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ร้อยละของไขมันสะสมในร่างกายและค่ามวลปราศจากไขมันในร่างกาย ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ร้อยละของไขมันสะสมในร่างกายและค่ามวลปราศจากไขมันในร่างกาย ส่วนเมื่อนำค่ามาวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ทราบว่าในกลุ่ม PLACEBO และกลุ่ม RJ500 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ในกลุ่ม RJ1000 พบการเปลี่ยนแปลงโดยมีค่าของน้ำหนักตัวและมวลปราศจากไขมันเพิ่มมากขึ้น จากก่อนได้รับนมผง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อ

สังเกตจากค่าร้อยละของไขมันสะสมในร่างกายและค่ามวลปราศจากไขมันในร่างกาย ทำให้ทราบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นนั้นเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของมวลที่ปราศจากไขมันในร่างกายจึงทำให้กลุ่ม RJ1000 มีค่าของน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้นและพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ภายหลังจากได้รับนมผง 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับก่อนได้รับนมผง โดยมีค่ามวลปราศจากไขมันในร่างกายเพิ่มมากขึ้นถึง 2.03 กิโลกรัม และเมื่อได้รับนมผง 8 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับก่อนได้รับนมผง มีค่าเพิ่มขึ้น 1.62 กิโลกรัม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการรับประทานนมผงในปริมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งในนมผงมีฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนและเอสโตรเจน (เกรียงศักดิ์ และจิตโสมนัส, 2530) ทำให้ร่างกายได้รับฮอร์โมนเพิ่มขึ้น ซึ่งฮอร์โมนเพศชายเทสโทสเตอโรนเป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ในการพัฒนาโครงสร้างกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อขยายตัวและมีกำลัง ช่วยเผาผลาญไขมันส่วนเกินในร่างกายทุกส่วนผู้ชายที่มีฮอร์โมนเพศชายเทสโทสเตอโรนในระดับสูงๆ จะมีรูปร่างสมส่วนไม่อ้วน (พันธุศักดิ์, 2550) ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างทางด้านร่างกาย และมีการสร้างกล้ามเนื้อมากยิ่งขึ้น น้ำหนักตัวจึงเพิ่มขึ้น

จากผลการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของร้อยละของไขมันสะสมในร่างกายของทุกกลุ่มที่มีแนวโน้มลดลง แสดงให้เห็นว่าเป็นผลของการออกกำลังกายตามโปรแกรมการฝึกฟุตบอลตามปกติของโรงเรียน เพราะการฝึกซ้อมของนักกีฬาฟุตบอลของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรีนั้น เป็นการฝึกซ้อมอย่างหนักและใช้เวลาในการฝึกซ้อมอย่างน้อย 3 ชั่วโมงต่อวัน และทำการฝึกซ้อมอย่างน้อย 5 วันต่อสัปดาห์ ขวัญใจ (2545) กล่าวว่า การออกกำลังกายเพื่อควบคุมน้ำหนักตัวต้องกำหนดการฝึก 5 – 7 วันต่อสัปดาห์ เพราะความถี่ของการฝึกจะเกี่ยวข้องกับการใช้แคลอรีและควรใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที ดังที่ อนันต์ (2527) กล่าวว่า การออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานๆ ร่างกายจะมีการเผาผลาญไขมันและอาหารที่สะสมอยู่ได้มากขึ้น จึงทำให้ช่วยลดไขมันในร่างกายได้ การออกกำลังกายนานต่อเนื่องกันจะทำให้ผลว่าน้ำหนักตัวของร่างกายลดลง เนื่องจากไขมันในกล้ามเนื้อลดลงและไขมันใต้ผิวหนังก็จะลดลงไปด้วย เสก (2534) รายงานว่า ขณะใช้พลังงานแบบแอโรบิกพบว่าเมื่อเริ่มต้นออกกำลังกาย จะเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตประมาณ 60% และเผาผลาญไขมันเพียง 40% อัตรานี้จะค่อยๆ เปลี่ยนตรงข้ามกันคือ จะมีการใช้ไขมันมากขึ้นและใช้คาร์โบไฮเดรตน้อยลงจนถึงนาทีที่ 20 ของการออกกำลังกายจึงต้องใช้สารอาหารทั้งสองเท่าๆ กัน แต่นาทีที่ 20 ขึ้นไปจะเริ่มใช้ไขมันมากกว่าคาร์โบไฮเดรตมากขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่การใช้คาร์โบไฮเดรตจะน้อยลง ดังนั้นเมื่อต้องการที่จะลดไขมันในร่างกายจึงควรออกกำลังกายให้นานติดต่อกันมากกว่า 20 นาที และเนื่องมาจากการฝึกซ้อมที่ยาวนานและมีความหนักสม่ำเสมอทำให้ร่างกาย มีการพัฒนาด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตอีกด้วย

ตอนที่ 2 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

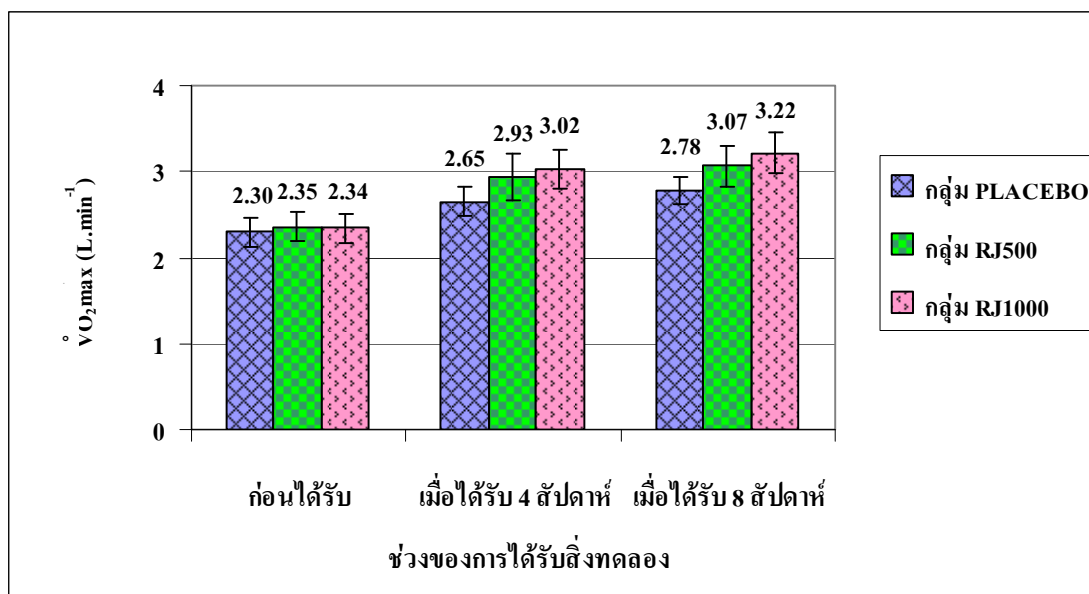
ก่อนเริ่มทำการทดลองตามวิธีการทดลองที่กำหนดให้สำหรับแต่ละกลุ่มทดลองได้ทำการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 แล้ว พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.30 2.35 และ 2.34 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5 เมื่อทำการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแล้วไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ญ13 ($p=0.979$)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

(หน่วย: $L \cdot min^{-1}$)

กลุ่ม	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (สัปดาห์)	
		4	8
กลุ่ม PLACEBO	$2.30 \pm 0.17^{a,1}$	$2.65 \pm 0.17^{b,1}$	$2.78 \pm 0.16^{b,1}$
กลุ่ม RJ500	$2.35 \pm 0.17^{a,1}$	$2.93 \pm 0.27^{b,1}$	$3.07 \pm 0.23^{b,1}$
กลุ่ม RJ1000	$2.34 \pm 0.16^{a,1}$	$3.02 \pm 0.23^{b,1}$	$3.22 \pm 0.24^{b,1}$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาพที่ 1 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

จากตารางที่ 5 และภาพที่ 1 พบว่าการวิเคราะห์ความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มแต่พัฒนาการที่เกิดขึ้นไม่เท่ากัน ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายในกลุ่ม RJ1000 มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม RJ500 และกลุ่ม PLACEBO ตามลำดับ

กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มยังคงเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกซ้อมฟุตบอลของโรงเรียนตามปกติ โดยที่กลุ่ม PLACEBO จะรับประทาน Placebo ในขณะที่กลุ่ม RJ500 รับประทานนมผง 500 มิลลิกรัมต่อวัน และกลุ่ม RJ1000 รับประทานนมผง 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน จากนั้นเริ่มทำการทดลองตามวิธีการทดลองที่กำหนดให้สำหรับแต่ละกลุ่ม เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ครบ 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ครบ 8 สัปดาห์ ได้มีการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 5 และภาพที่ 1 และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลองกับระยะเวลาการทดลองพบว่า การทดลองโดยใช้วิธีการทดลองและระยะเวลาการทดลองที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด อย่างมีปฏิสัมพันธ์กัน ($p = 0.03$) แสดงว่า

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลองกับระยะเวลาการทดลองมีผลกระทบต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ดังแสดงในตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (ตารางผนวกที่ ๑๑) และจากการที่พบปฏิสัมพันธ์นี้ จึงทำให้ต้องแยกดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ที่เป็นผลมาจากการทดลองด้วยวิธีการทดลองที่ต่างกัน ออกจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ที่เป็นผลมาจากระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองที่ต่างกันและใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่เกิดขึ้นหลังจากการทดลองด้วยวิธีการทดลองในระยะเวลาต่างกัน คือ ก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีค่าเพิ่มขึ้น ในกลุ่มPLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายคู่ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า

1. ภายในกลุ่ม PLACEBO ฝึกฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทาน Placebo เมื่อทำการทดลองด้วยระยะเวลาที่ต่างกัน จะส่งผลให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.01$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ ๑๒ และพบความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้น เมื่อได้รับ Placebo 4 สัปดาห์ เท่ากับ 0.345 ลิตรต่อนาที จากก่อนได้รับ Placebo และเมื่อได้รับ Placebo 8 สัปดาห์ พบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.48 ลิตรต่อนาที จากก่อนได้รับ Placebo (ตารางที่ 6)
2. ภายในกลุ่ม RJ500 ภายหลังจากการทดลองตามวิธีการทดลองคือฝึกโปรแกรมฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทานนมผง 500 มิลลิกรัมต่อวัน พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ตลอดช่วงการทดลอง 8 สัปดาห์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.01$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ ๑๒ และพบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับนมผง 4 สัปดาห์ เท่ากับ 0.58 ลิตรต่อนาทีจากก่อนได้รับนมผง และเมื่อได้รับนมผง 8 สัปดาห์ ทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจน สูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ทั้งสิ้น 0.71 ลิตรต่อนาที (ตารางที่ 6)

3. ภายในกลุ่ม RJ1000 ภายหลังจากการทดลองตามวิธีการทดลองคือ ฝึกฟุตบอลตามปกติ ร่วมกับการรับประทานนมผึ้ง 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ตลอดช่วงการทดลอง 8 สัปดาห์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.01$) ดังแสดงใน ตารางผนวกที่ ๑๒ และพบความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นเมื่อ ได้รับนมผึ้ง 4 สัปดาห์ เท่ากับ 0.68 ลิตรต่อนาที จากก่อนได้รับนมผึ้ง และเมื่อได้รับนมผึ้ง 8 สัปดาห์ พบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นทั้งสิ้น 0.88 ลิตรต่อนาที (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง	ช่วงเวลา	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	(หน่วย: L.min ⁻¹)	
			เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (4 สัปดาห์)	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (8 สัปดาห์)
กลุ่ม PLACEBO				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+0.35*	+0.48*
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	+0.14
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0
กลุ่ม RJ500				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+0.58*	+0.71*
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	+0.14
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0
กลุ่ม RJ1000				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+0.68*	+0.88*
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	+0.19
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละช่วงเวลาได้แก่ ก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวจากข้อมูลของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด แสดงในตารางที่ 7 ซึ่งพบว่า

1. เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ตามวิธีการทดลองที่แตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง กลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.382$) ดังแสดงในตารางที่ 7 และตารางผนวกที่ ญ13

2. เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ตามวิธีการทดลองที่แตกต่างกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.377$) แม้ความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กับกลุ่ม RJ1000 จะมีค่าถึง 0.43 ลิตรต่อนาทีก็ตาม ดังแสดงในตารางที่ 7 และตารางผนวกที่ ญ13

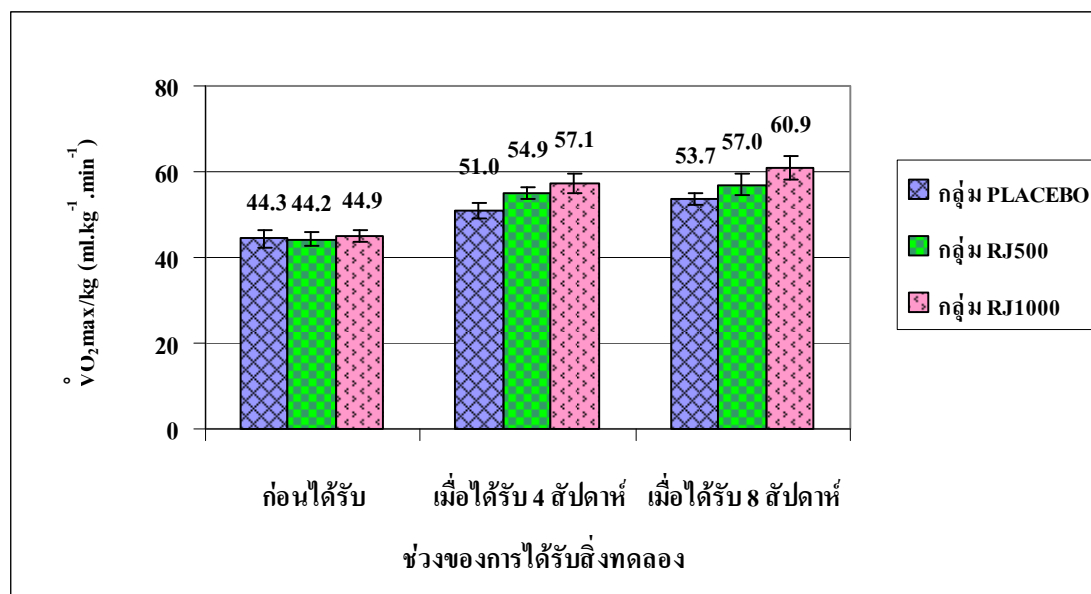
ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

ช่วงเวลา	กลุ่มตัวอย่าง	(หน่วย: L.min ⁻¹)		
		PLACEBO	RJ500	RJ1000
ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	กลุ่ม PLACEBO	0	+0.05	+0.04
	กลุ่ม RJ500		0	-0.01
	กลุ่ม RJ1000			0
เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์	กลุ่ม PLACEBO	0	+0.28	+0.38
	กลุ่ม RJ500		0	+0.09
	กลุ่ม RJ1000			0
เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์	กลุ่ม PLACEBO	0	+0.28	+0.43
	กลุ่ม RJ500		0	+0.15
	กลุ่ม RJ1000			0

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่ม	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	(หน่วย: $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	
		เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (สัปดาห์)	
		4	8
กลุ่ม PLACEBO	$44.34 \pm 1.97^{a,1}$	$50.98 \pm 1.79^{b,1}$	$53.67 \pm 1.21^{b,1}$
กลุ่ม RJ500	$44.18 \pm 1.64^{a,1}$	$54.85 \pm 1.43^{b,1}$	$57.02 \pm 2.49^{b,1}$
กลุ่ม RJ1000	$44.94 \pm 1.24^{a,1}$	$57.10 \pm 2.25^{b,1}$	$60.89 \pm 2.68^{b,1}$

หมายเหตุ ตามตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาพที่ 2 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

ภายหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ได้เริ่มทำการทดลองตามวิธีการทดลองที่กำหนดให้สำหรับแต่ละกลุ่มแล้ว เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ครบ 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ ได้มีการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัวอีกครั้ง ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 8 และภาพที่ 2 และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลองกับระยะเวลาการทดลอง ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลอง กับระยะเวลาการทดลอง ($p=0.080$) (ตารางผนวกที่ ๑๔)

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ในทุกกลุ่มมีพัฒนาการที่ดีขึ้นแต่พัฒนาการนั้นไม่เท่ากัน และเมื่อนำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ภายในกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 มีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ พบว่า ในกลุ่ม RJ1000 มีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo ดัง

แสดงในตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ ๑๕ และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายคู่ภายหลังการวิเคราะห์ ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า

1. ภายในกลุ่ม PLACEBO ฝึกโปรแกรมฟุตบอลตามปกติร่วมกับรับประทาน Placebo เมื่อทำการทดลองด้วยระยะเวลาที่ต่างกัน พบความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อได้รับ Placebo 4 สัปดาห์ เท่ากับ 6.64 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที จากก่อนได้รับ Placebo และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 9.33 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที จากก่อนได้รับ Placebo แต่ในช่วงเมื่อได้รับ Placebo 4 สัปดาห์ ถึงสัปดาห์ที่ 8 ถึงแม้ว่าจะมีเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ ๑๕)

2. ภายในกลุ่ม RJ500 ภายหลังจากการทดลองตามวิธีการทดลองคือฝึกโปรแกรมฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทานนมผึ้ง 500 มิลลิกรัมต่อวัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.01$) ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว เมื่อได้รับนมผึ้ง 4 สัปดาห์ จากก่อนได้รับนมผึ้ง โดยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 10.67 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที และเมื่อได้รับนมผึ้ง 8 สัปดาห์ จากก่อนได้รับนมผึ้ง เพิ่มขึ้นเท่ากับ 12.84 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที แต่ในช่วงเมื่อได้รับนมผึ้ง 4 สัปดาห์ ถึงสัปดาห์ที่ 8 ถึงแม้ว่าจะมีเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ ๑๕)

3. ภายในกลุ่ม RJ1000 ภายหลังจากการทดลองตามวิธีการทดลองคือฝึกโปรแกรมฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทานนมผึ้ง 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ตลอดช่วงการทดลอง 8 สัปดาห์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.01$) และพบความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อได้รับนมผึ้ง 4 สัปดาห์ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นเท่ากับ 12.17 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที จากก่อนได้รับนมผึ้งและเมื่อได้รับนมผึ้ง 8 สัปดาห์ พบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นทั้งสิ้น 15.96 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที และในช่วงเมื่อได้รับนมผึ้ง 4 สัปดาห์ ถึงสัปดาห์ที่ 8 ถึงแม้ว่าจะมีเปลี่ยนแปลง

ในทางที่ดีขึ้นของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัวแต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ 15)

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง	ช่วงเวลา	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	(หน่วย: $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	
			เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (4 สัปดาห์)	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (8 สัปดาห์)
กลุ่ม PLACEBO				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+6.64*	+9.33*
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	+2.69
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0
กลุ่ม RJ500				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+10.67*	+12.84*
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	+2.17
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0
กลุ่ม RJ1000				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+12.17*	+15.96*
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	+3.79
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มในแต่ละช่วงเวลาได้แก่ ก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว จากข้อมูลของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว แสดงในตารางที่ 10 ซึ่งพบว่า

1. เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ตามวิธีการทดลองที่แตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.085$) ดังแสดงในตารางที่ 10 และตารางผนวกที่ ญ16 โดยมีแนวโน้มว่าจะมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ($p=0.085$) (ตารางผนวกที่ ญ16) ในขณะที่ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ มีค่า ($p=0.382$) (ตารางผนวกที่ ญ13) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการหาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว มีการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลทางด้านร่างกาย เพราะนักกีฬาฟุตบอลที่นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างนั้นมีรูปร่างแตกต่างกัน บางคนตัวเล็กบางคนตัวใหญ่ ทำให้มีการกระจายของข้อมูลลดน้อยลงเมื่อคิดหาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ซึ่งพอที่จะแสดงให้เห็นว่านมผงมีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว

2. เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ตามวิธีการทดลองที่แตกต่างกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.377$) แม้ความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่างกลุ่ม PLACEBO กับกลุ่ม RJ1000 จะมีค่าถึง 7.23 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ก็ตาม ดังแสดงในตารางที่ 10 และตารางผนวกที่ ญ16

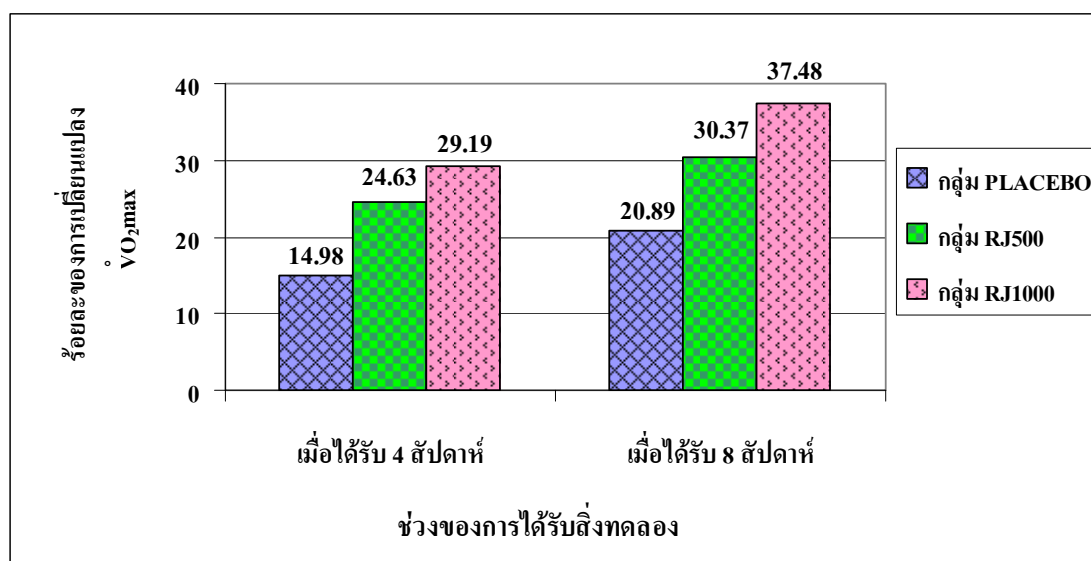
ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

ช่วงเวลา	กลุ่มตัวอย่าง	(หน่วย: ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)		
		PLACEBO	RJ500	RJ1000
ก่อนได้รับสิ่งทดลอง				
	กลุ่ม PLACEBO	0	-0.154	+0.60
	กลุ่ม RJ500		0	+0.75
	กลุ่ม RJ1000			0
เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์				
	กลุ่ม PLACEBO	0	+3.874	+6.12
	กลุ่ม RJ500		0	+2.25
	กลุ่ม RJ1000			0
เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์				
	กลุ่ม PLACEBO	0	+3.35	+7.23
	กลุ่ม RJ500		0	+3.87
	กลุ่ม RJ1000			0

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เปรียบเทียบกับก่อนได้รับสิ่งทดลอง

(หน่วย: ร้อยละ)

กลุ่มตัวอย่าง	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (สัปดาห์)	
	4	8
กลุ่ม PLACEBO	14.98	20.89
กลุ่ม RJ500	24.63	30.37
กลุ่ม RJ1000	29.19	37.48



ภาพที่ 3 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

จากตารางที่ 11 และภาพที่ 3 แสดงร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเปรียบเทียบกับก่อนได้รับนมผึ้งหรือ Placebo พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเพิ่มขึ้น และพบการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากที่สุด

เมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 8 สัปดาห์ ซึ่งกลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 มีค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม PLACEBO และพบว่ากลุ่ม RJ1000 มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 37.48 รองลงมาคือกลุ่ม RJ500 ร้อยละ 30.37 และกลุ่ม PLACEBO ร้อยละ 20.89

จากผลทดลองแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัวมีค่าเฉลี่ยเป็นไปในทางเดียวกัน เมื่อพิจารณาตามค่าเฉลี่ยพบว่า กลุ่ม RJ1000 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากกว่ากลุ่ม RJ500 และกลุ่ม PLACEBO ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า กลุ่ม RJ1000 และกลุ่ม RJ500 มีแนวโน้มในการพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ได้ดีกว่ากลุ่ม PLACEBO ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลุ่ม RJ1000 และกลุ่ม RJ500 มีการเสริมในเรื่องนมผึ้งซึ่งมีส่วนช่วยให้การไหลเวียนของเลือดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ทำงานได้ดีขึ้นสามารถที่จะจับออกซิเจนเพื่อไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและส่วนต่างๆ ของร่างกายได้มากขึ้น เลือดที่ใช้แล้วก็จะถูกแลกเปลี่ยนออกไป และมีเลือดใหม่ที่มีออกซิเจนสูงเข้ามาแทน สอดคล้องกับ สุภภรณ์ (2539) กล่าวว่า นมผึ้งมีฤทธิ์ในการขยายหลอดเลือดที่แรงกว่าที่พบในน้ำผึ้ง 200-100 เท่า แต่ฤทธิ์นี้จะมีเพียงชั่วคราวเท่านั้น ฤทธิ์นี้ถูกทำลายโดย protease และ cholinesterase ฤทธิ์ขยายหลอดเลือดเกิดจาก acetylcholine-like substance และออกฤทธิ์ผ่าน ACh-receptor ดังนั้นเมื่อหลอดเลือดมีการขยายตัวทำให้เพิ่มการไหลเวียนของเลือด เมื่อระบบไหลเวียนดีก็จะมีออกซิเจนเข้ามา ทำให้ร่างกายมีการขับถ่ายของเสียโดยการจับตัวไปกับออกซิเจนในเลือด เกิดความเมื่อยล้าในกล้ามเนื้อน้อยลง เพราะกรดแลคติกส่วนหนึ่งจะมีการจับตัวกับออกซิเจน เกิดขบวนการออกซิเดชัน และมีกรดแลคติกอีกส่วนหนึ่งถูกเคลื่อนย้ายออกไปพร้อมกับเลือดที่ถูกแลกเปลี่ยนไป กรดแลคติกในเลือดจึงลดลง ร่างกายจึงมีการออกกำลังกายได้นานมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ กรมส่งเสริมการเกษตร (2538) กล่าวว่าไว้ว่า ในนมผึ้งจะมีสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง และนมผึ้งประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์มากมายได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุและวิตามินหลายชนิด โดยสารที่นับเป็นสาระสำคัญ คือ กรดไขมัน 10 hydroxy-2-decenoic acid ซึ่งเป็นสารที่มีเฉพาะในนมผึ้ง มีคุณสมบัติในการด้านการเจริญของแบคทีเรียหลายชนิด ด้านกัมมันตรังสี และด้านการเจริญของเซลล์มะเร็ง อะเซทิลโคลีน (acetylcholine) มีฤทธิ์ขยายเส้นเลือดจึงช่วยลดความดันเลือดได้ ทำให้การไหลเวียนของเลือดที่ไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ (microcirculation) ดีขึ้น จึงช่วยให้เซลล์ต่างๆ ทำงานให้ดีขึ้น ซึ่งในขณะที่ออกกำลังกายร่างกายจะมี

การใช้ออกซิเจนสูงมากขึ้น โดยออกซิเจนส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนเป็นอนุมูลอิสระในระหว่างการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในลูกโซ่ขนส่งอิเล็กตรอน (electron transport chain) ดังนั้นยังมีการใช้ออกซิเจนในไมโทคอนเดรียมากขึ้นเท่าใด ก็จะส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระมากขึ้นเท่านั้น (Ji, 1995; Urso and Clarkson, 2003) และยังพบว่าในขณะที่ออกกำลังกายร่างกายจะมาจากการหลั่ง Catecholamines ซึ่งจะก่อให้เกิดอนุมูลอิสระเช่นเดียวกัน โดยอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นนี้มีความไวสูงในการเข้าทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่น ทำให้โมเลกุลๆ นั้นเกิดเป็นอนุมูลอิสระและทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นๆ ต่อไป ซึ่งถึงแม้ว่าในร่างกายของมนุษย์จะมีระบบการต้านอนุมูลอิสระ เพื่อลดการทำลายเซลล์ในร่างกายแล้ว โดยการรับประทานอาหารที่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ เช่น วิตามินซี วิตามินอี วิตามินเอ และ คาร์โรทีนอยด์ เป็นต้น (Urso and Clarkson, 2003) และยังพบอีกว่าการออกกำลังกายนั้นทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างระดับของอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย ซึ่งการออกกำลังกายที่มากเกินไปจะกระตุ้นให้เกิดกระบวนการออกซิเดชัน เพราะการสร้างพลังงานมีส่วนทำให้เกิดอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นระหว่างการเกิดกระบวนการเผาผลาญจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ไมโทคอนเดรีย ส่งผลให้โปรตีนที่สร้างขึ้นจากการถอดรหัสผิดปกติมีการทำงานบกพร่องไปด้วย หากโปรตีนที่ผิดปกตินั้นมีบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์ ซึ่งมีผลทำให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นมากกว่าที่สารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติที่มีอยู่ในเซลล์จะจัดการจัดการได้ ทำให้ร่างกายเกิดภาวะออกซิเดชันในเซลล์ไม่สมดุลโดยมีอนุมูลอิสระมากเกินไป เซลล์จึงตกอยู่ในสภาวะเครียด ถูกบีบคั้นจากการถูกออกซิไดส์ (oxidative stress) ซึ่งมีงานวิจัยของสารินี (2544) และ สุกัลยา (2541) กล่าวคล้ายกันว่า นมผึ้งมีประโยชน์ในการป้องกันการเกิดลิปิดเปอร์ออกไซด์ที่ถูกเหนี่ยวนำด้วยภาวะ oxidative stress ซึ่งภาวะ oxidative stress นี้ทำให้มีการทำลายสมดุลของระบบต่างๆ ภายในร่างกาย โดยการทำลายองค์ประกอบหลักของเซลล์ เช่น การทำลายหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์อาจจะทำให้เซลล์เม็ดเลือดแดงถูกทำลายเหลือจำนวนน้อยลงไปด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตายของเซลล์ การทำลายดีเอ็นเอ และการทำลายโปรตีน ทำให้โปรตีนไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติ (Moller *et al.*, 1996) ทำให้มีผลต่อความสามารถทางกาย การล้าของกล้ามเนื้อ และทำลายกล้ามเนื้อได้ (Urso, 2003; Bonina *et al.*, 2005) การที่กล้ามเนื้อถูกทำลายก็จะทำให้ไมโทคอนเดรียถูกทำลายไปด้วย กระบวนการสร้างพลังงานลดลง นอกจากนี้นมผึ้งยังช่วยให้เนื้อเยื่อที่สึกหรอหรือขาดมีการฟื้นคืนสภาพได้รวดเร็วขึ้น ขจัดเซลล์เก่าที่ตายไปตามวงจรชีวิตและป้องกันการเกิดเซลล์ที่ผิดปกติ จึงน่าจะเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 ซึ่งได้รับประทานนมผึ้ง 500 มิลลิกรัมต่อวัน และ 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน มีค่ามากกว่ากลุ่ม PLACEBO ซึ่งไม่ได้รับประทานนมผึ้ง และจากผลการทดลองยังพบว่าความสัมพันธ์ในลักษณะ dose-response relationship ที่แสดงให้เห็น

เห็นว่า กลุ่มRJ1000 มีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด มากกว่ากลุ่ม RJ500 ในทุกช่วง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่กลุ่ม RJ1000 ได้รับปริมาณนมผึ้งที่มากกว่ากลุ่ม RJ500 อยู่ 500 มิลลิกรัม ต่อวัน ซึ่งอาจจะส่งผลให้ร่างกายได้รับประโยชน์ต่างๆ ที่มาจากการรับประทานนมผึ้งมากกว่ากลุ่ม RJ500 ดังแสดงในตารางที่ 5

ทั้งนี้ผลของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (ตารางผนวกที่ ญ13) และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว (ตารางผนวกที่ ญ15) ในกลุ่ม PLACEBO ที่ทำการฝึกซ้อมฟุตบอลเพียงอย่างเดียวแต่ไม่ได้มีการรับประทานนมผึ้งร่วมด้วย มีค่าเพิ่มมากขึ้นจากก่อนได้รับ Placebo นั้น สาเหตุมาจากการฝึกซ้อมฟุตบอลเพียงอย่างเดียวก็ส่งผลทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นจากก่อนได้รับ Placebo เนื่องจากการฝึกซ้อมฟุตบอลนั้นเป็นการฝึกซ้อมที่มีส่วนพัฒนาระบบหัวใจไหลเวียนเลือด ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยที่นักกีฬาฟุตบอลจะต้องมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา โดยทั่วไปแล้วการเคลื่อนไหวนักกีฬาฟุตบอลทุกๆ 90 วินาที จะเป็นการวิ่งเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเร็วในการเคลื่อนที่ด้วยระยะทาง 15– 40 เมตร เป็นสิ่งสำคัญในการแข่งขัน จากข้อมูลดังกล่าวบ่งชี้ว่าพลังงานที่ใช้ในนั้นจะได้จาก 1) ระบบการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนแล้วไม่ก่อให้เกิดกรดแลคติกเรียกว่าระบบฟอสฟาเจน (anaerobic alactic system) 2) ระบบการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนแล้วก่อให้เกิดกรดแลคติก (anaerobic lactic system) และ 3) ระบบการสร้างพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (aerobic system) ร่วมกัน (Reilly, 1993) ซึ่งมีส่วนทำให้ระบบหัวใจไหลเวียนเลือดมีการพัฒนามากขึ้นเป็นผลให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลอง ถึงแม้ว่าในกลุ่ม PLACEBO จะมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อดูที่ค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 5 แล้ว พบว่า มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด น้อยกว่ากลุ่ม RJ1000 และกลุ่ม RJ500 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 แอนแอโรบิกเทรสโฮลด์

แอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ (anaerobic threshold) บ่งบอกถึงระดับของความหนักของการออกกำลังกาย ที่มีการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น หรือระดับของความหนักของการออกกำลังกายที่ทำให้เกิดกรดแลคติกเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนกับความหนักของการออกกำลังกาย แสดงค่าเป็นปริมาณการใช้ออกซิเจนขณะแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ ก่อนเริ่มทำการทดลองตามวิธีการทดลองที่กำหนดให้สำหรับแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ได้ทำการทดสอบแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ของกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 แล้ว พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.23 1.23 และ 1.26 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 12 เมื่อทำการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแล้วไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ญ19 ($p= 0.964$)

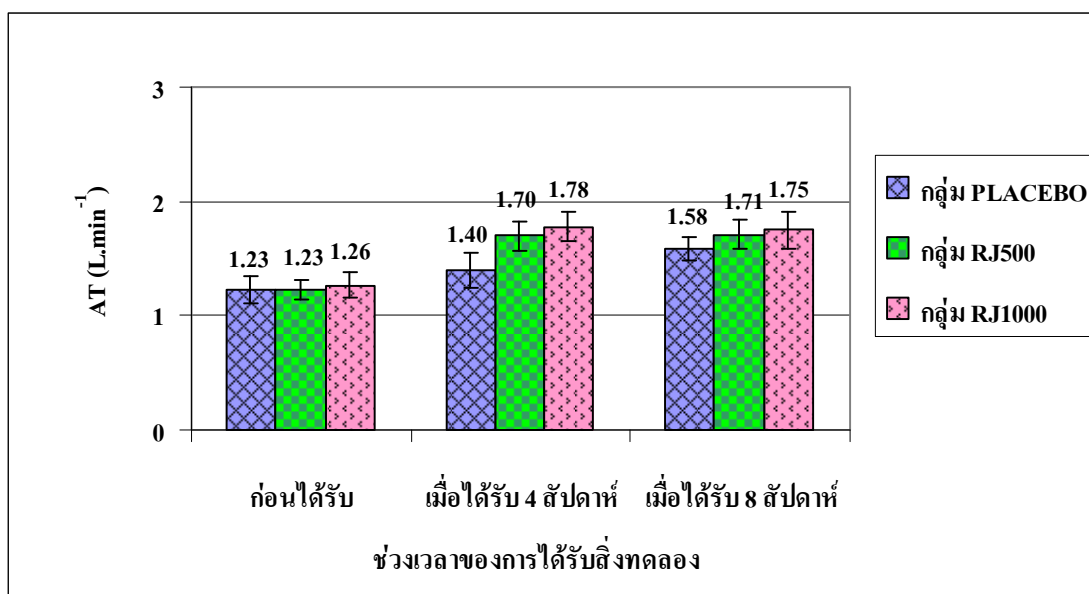
ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ ภายในกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

(หน่วย: $L \cdot min^{-1}$)

กลุ่ม	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (สัปดาห์)	
		4	8
กลุ่ม PLACEBO	$1.23 \pm 0.12^{a,1}$	$1.40 \pm 0.15^{b,1}$	$1.58 \pm 0.10^{b,1}$
กลุ่ม RJ500	$1.23 \pm 0.08^{a,1}$	$1.70 \pm 0.13^{b,1}$	$1.71 \pm 0.13^{b,1}$
กลุ่ม RJ1000	$1.26 \pm 0.11^{a,1}$	$1.78 \pm 0.12^{b,1}$	$1.75 \pm 0.16^{b,1}$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาพที่ 4 แอนแอโรบิกเทรสโอสต์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

จากข้อมูลค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโอสต์ ดังแสดงในตารางที่ 12 และภาพที่ 4 สังเกตเห็นว่าค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโอสต์ ของทุกกลุ่มตัวอย่าง พบแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของแอนแอโรบิกเทรสโอสต์ ในกลุ่ม PLACEBO และกลุ่ม RJ500 เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ครบ 8 สัปดาห์ โดยกลุ่ม PLACEBO มีแอนแอโรบิกเทรสโอสต์ เพิ่มขึ้นจากช่วงก่อนได้รับ Placebo เท่ากับ 1.23 ลิตรต่อนาที เป็น 1.58 ลิตรต่อนาที และเมื่อได้รับนมผง 8 สัปดาห์ ในกลุ่ม RJ500 มีค่าแอนแอโรบิกเทรสโอสต์ เพิ่มขึ้นจาก 1.23 ลิตรต่อนาที ในช่วงก่อนได้รับนมผง เป็น 1.71 ลิตรต่อนาที ในช่วงเมื่อได้รับนมผง 8 สัปดาห์ และกลุ่ม RJ1000 มีค่าแอนแอโรบิกเทรสโอสต์ เพิ่มขึ้นจาก 1.26 ลิตรต่อนาที ในช่วงก่อนได้รับนมผง เป็น 1.78 ลิตรต่อนาที ในช่วงเมื่อได้รับนมผง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผง 8 สัปดาห์ มีค่าแอนแอโรบิกเทรสโอสต์ ลดลงเล็กน้อยเป็น 1.75 ลิตรต่อนาที

ภายหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ได้เริ่มทำการทดลองตามวิธีการทดลองที่กำหนดให้สำหรับแต่ละกลุ่มแล้ว เมื่อครบกำหนดทุก 4 สัปดาห์ ได้มีการทดสอบแอนแอโรบิกเทรสโอสต์ อีกครั้ง เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 12 และภาพที่ 4 และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลองกับระยะเวลาการ

ทดลองไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลอง กับระยะเวลาการทดลอง ($p=0.201$) (ตารางผนวกที่ ญ17)

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ที่เกิดขึ้นหลังจากการทดลองด้วย วิธีการทดลองเป็นระยะเวลาต่างกัน คือ ก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ภายในกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนี้

1. ภายในกลุ่ม PLACEBO ฟีกโปรแกรมฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทาน Placebo เมื่อทำการทดลองด้วยระยะเวลาที่ต่างกัน จะส่งผลให้ค่าแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อได้รับ Placebo 4 สัปดาห์ เท่ากับ 0.18 ลิตรต่อนาที และเมื่อได้รับ Placebo 8 สัปดาห์ เพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.35 ลิตรต่อนาที ส่วนในช่วงเมื่อได้รับ Placebo 4 สัปดาห์ ถึงสัปดาห์ที่ 8 ถึงแม้ว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติไม่มีความแตกต่างของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 13 และตารางผนวกที่ ญ18)

2. ภายในกลุ่ม RJ500 ภายหลังจากการทดลองตามวิธีการทดลองคือฟีกโปรแกรมฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทานนมผง 500 มิลลิกรัมต่อวัน เมื่อได้รับนมผงผ่านไป 4 สัปดาห์ พบความแตกต่างของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ มีค่าเพิ่มขึ้น 0.47 ลิตรต่อนาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.002$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ ญ18 และหลังจากเมื่อได้รับนมผง 4 สัปดาห์ สามารถทำให้แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ทั้งสิ้น 0.48 ลิตรต่อนาที ส่วนในช่วงเมื่อได้รับนมผง 4 สัปดาห์ ถึงสัปดาห์ที่ 8 ถึงแม้ว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติไม่มีความแตกต่างของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 13)

3. ภายในกลุ่ม RJ1000 ภายหลังจากการทดลองตามวิธีการทดลองคือฟีกโปรแกรมฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทานนมผง 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.01$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ ญ18 และเมื่อผ่านการทดลองไป 4 สัปดาห์ พบความแตกต่างของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.52 ลิตรต่อนาที และเมื่อได้รับนมผง 8 สัปดาห์ สามารถทำให้แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เพิ่มขึ้นอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติได้ทั้งสิ้น 0.49 ลิตรต่อนาที ส่วนในช่วงเมื่อได้รับนมผง 4 สัปดาห์ ถึงสัปดาห์ที่ 8 ถึงแม้ว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นแตเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติไม่มีความแตกต่างของแอนแอโรบิคเทรสโสลด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของเฉลี่ยของแอนแอโรบิคเทรสโสลด์ ภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง	ช่วงเวลา	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	(หน่วย: L.min ⁻¹)	
			เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (สัปดาห์)	
			4	8
กลุ่ม PLACEBO				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+0.18*	+0.35*
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	+0.18
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0
กลุ่ม RJ500				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+0.47*	+0.48*
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	+0.01
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0
กลุ่ม RJ1000				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+0.52*	+0.49*
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	-0.03
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแอนเอโรบิคเทรสโสด์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละช่วงเวลาได้แก่ ก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว จากข้อมูลของแอนเอโรบิคเทรสโสด์ แสดงในตารางที่ 14 ซึ่งพบว่า

1. แอนเอโรบิคเทรสโสด์ ที่ทำการทดสอบก่อนเริ่มทำการทดลองด้วยวิธีการทดลองที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.964$) ดังแสดงในตารางที่ 14 และตารางผนวกที่ ๑๙

2. เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ตามวิธีการทดลองที่แตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าแอนเอโรบิคเทรสโสด์ ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.142$) ดังแสดงในตารางที่ 14 และตารางผนวกที่ ๑๙

3. เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ตามวิธีการทดลองที่แตกต่างกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าแอนเอโรบิคเทรสโสด์ ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.661$) ดังแสดงในตารางที่ 14 และตารางผนวกที่ ๑๙

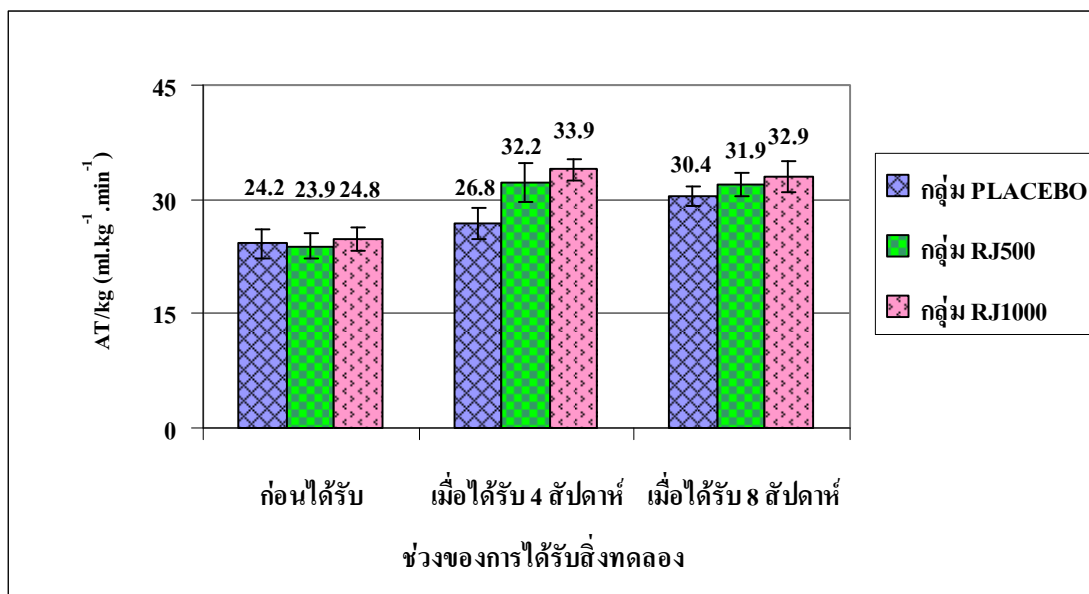
ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

ช่วงเวลา	กลุ่มตัวอย่าง	(หน่วย: L.min ⁻¹)		
		PLACEBO	RJ500	RJ1000
ก่อนได้รับสิ่งทดลอง				
	กลุ่ม PLACEBO	0	+0.00	+0.04
	กลุ่ม RJ500		0	+0.04
	กลุ่ม RJ1000			0
เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์				
	กลุ่ม PLACEBO	0	+0.30	+0.38
	กลุ่ม RJ500		0	+0.08
	กลุ่ม RJ1000			0
เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์				
	กลุ่ม PLACEBO	0	+0.13	+0.17
	กลุ่ม RJ500		0	+0.04
	กลุ่ม RJ1000			0

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่ม	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	(หน่วย: $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	
		เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (สัปดาห์)	
		4	8
กลุ่ม PLACEBO	$24.24 \pm 1.88^{a,1}$	$26.78 \pm 2.05^{a,1}$	$30.43 \pm 1.18^{a,1}$
กลุ่ม RJ500	$23.90 \pm 1.64^{a,1}$	$32.16 \pm 2.57^{b,1}$	$31.95 \pm 1.49^{b,1}$
กลุ่ม RJ1000	$24.79 \pm 1.53^{a,1}$	$33.88 \pm 1.49^{b,1}$	$32.93 \pm 2.09^{b,1}$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาพที่ 5 แอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ดังตารางที่ 15 และภาพที่ 5 พบว่า แอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ต่อน้ำหนักตัว มีค่าเพิ่มมากขึ้นในทุกกลุ่ม ทั้งนี้ พบว่าเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ กลุ่ม PLACEBO ทำการฝึกฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทาน Placebo มีค่าเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ต่อมาเป็นกลุ่ม RJ500 ทำการฝึกฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทานนมผง 500 มิลลิกรัมต่อวัน มีค่าเพิ่มมากขึ้น แต่ยังไม่เพิ่มขึ้นน้อยกว่ากลุ่ม RJ1000 ทำการฝึกฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทานนมผง 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน มีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุด ตามลำดับ แต่เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่ม PLACEBO มีอัตราการเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนที่เท่าเดิม แต่ในกลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลองกับระยะเวลาการทดลองไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลอง กับระยะเวลาการทดลอง ($p=0.221$) (ตารางผนวกที่ ๒๐)

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ต่อน้ำหนักตัวที่เกิดขึ้นหลังจากการทดลองด้วยวิธีการทดลองเป็นระยะเวลาต่างกันคือ ก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์

ต่อน้ำหนักตัว ภายในกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนี้

1. ภายในกลุ่ม PLACEBO ฟีกโปรแกรมฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทาน Placebo เมื่อทำการทดลองด้วยระยะเวลาที่ต่างกันจะส่งผลให้แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว โดยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.058$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ ญ21 ถึงแม้ว่าเมื่อได้รับ Placebo 8 สัปดาห์ เทียบกับก่อนได้รับ Placebo จะทำให้แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นถึง 6.20 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ก็ตาม (ตารางที่ 16)

2. ภายในกลุ่ม RJ500 เมื่อได้รับสิ่งนมผึ้งตามวิธีการทดลองคือฟีกโปรแกรมฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทานนมผึ้ง 500 มิลลิกรัมต่อวัน ผ่านไป 4 สัปดาห์ พบความแตกต่างของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว มีค่าเพิ่มขึ้น 8.27 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.002$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ ญ21 และเมื่อได้รับนมผึ้ง 4 สัปดาห์ สามารถทำให้แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 8.05 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในช่วงเมื่อได้รับนมผึ้ง 4 สัปดาห์ ถึงสัปดาห์ที่ 8 ไม่มีการเพิ่มขึ้นของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัวอีก (ตารางที่ 16)

3. ภายในกลุ่ม RJ1000 เมื่อได้รับนมผึ้ง ตามวิธีการทดลองคือฟีกโปรแกรมฟุตบอลตามปกติร่วมกับการรับประทานนมผึ้ง 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p<0.01$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ ญ21 และเมื่อผ่านการทดลองไป 4 สัปดาห์ พบความแตกต่างของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นเท่ากับ 9.10 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที และเมื่อได้รับนมผึ้ง 8 สัปดาห์ สามารถทำให้แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ทั้งสิ้น 8.14 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ส่วนในช่วงเมื่อได้รับนมผึ้ง 4 สัปดาห์ ถึงสัปดาห์ที่ 8 แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัวไม่มีการเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว
ภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์
และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง	ช่วงเวลา	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	(หน่วย: $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	
			เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (4 สัปดาห์)	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (8 สัปดาห์)
กลุ่ม PLACEBO				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+2.54	+6.20
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	+3.66
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0
กลุ่ม RJ500				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+8.27*	+8.05*
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	-0.21
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0
กลุ่ม RJ1000				
	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	0	+9.10*	+8.14*
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์		0	-0.95
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์			0

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละช่วงเวลาได้แก่ ก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว จากข้อมูลของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว แสดงในตารางที่ 16 ซึ่งพบว่า

1. เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ตามวิธีการทดลองที่แตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าค่าแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.063$) แม้ความแตกต่างของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัวระหว่าง กลุ่ม PLACEBO กับกลุ่ม RJ500 จะมีค่ามากถึง 7.105 มิลลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ก็ตาม ดังแสดงในตารางที่ 17 และตารางผนวกที่ ญ22 โดยมีแนวโน้มว่าจะมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ($p=0.063$) (ตารางผนวกที่ ญ22) ในขณะที่แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 4 สัปดาห์ มีค่า ($p=0.142$) (ตารางผนวกที่ ญ 19) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการหาแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว มีการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลทางด้านร่างกาย เพราะนักกีฬาฟุตบอลที่นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างนั้นมีรูปร่างแตกต่างกัน บางคนตัวเล็กบางคนตัวใหญ่ ทำให้มีการกระจายของข้อมูลค่อนข้างมาก เมื่อค้นหาแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ซึ่งพอที่จะแสดงให้เห็นว่า นมผงมีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว

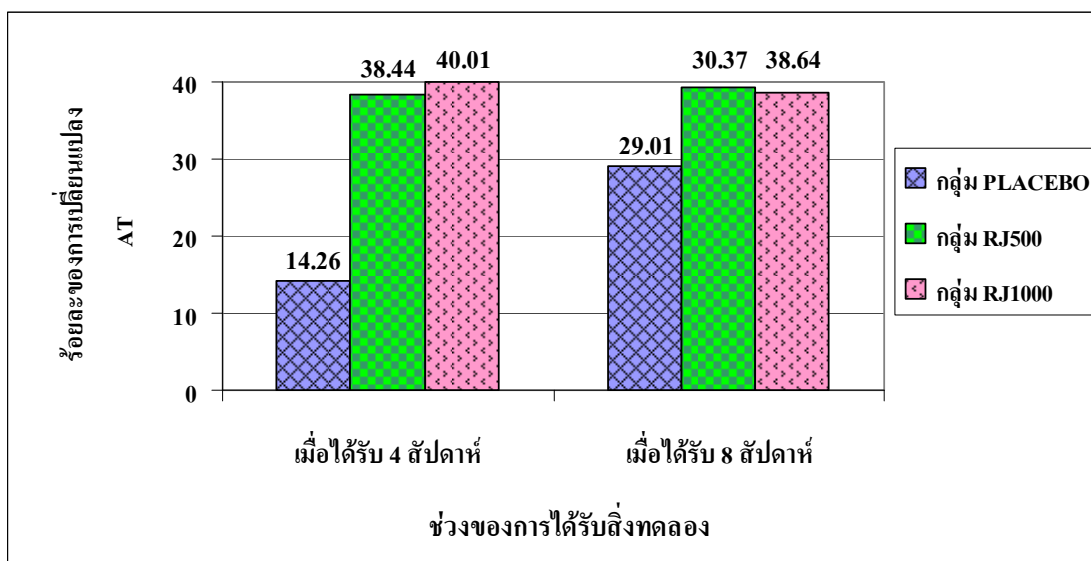
2. เมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo ตามวิธีการทดลองที่แตกต่างกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง กลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.561$) ดังแสดงในตารางที่ 17 และตารางผนวกที่ ญ22

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทอร์สโสลด์ต่อน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

ช่วงเวลา	กลุ่มตัวอย่าง	(หน่วย: ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)		
		PLACEBO	RJ500	RJ1000
ก่อนได้รับสิ่งทดลอง				
	กลุ่ม PLACEBO	0	-0.34	+0.55
	กลุ่ม RJ500		0	+0.89
	กลุ่ม RJ1000			0
เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์				
	กลุ่มPLACEBO	0	+5.38	+7.11
	กลุ่มRJ500		0	+1.72
	กลุ่ม RJ1000			0
เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์				
	กลุ่มPLACEBO	0	+1.52	+2.50
	กลุ่มRJ500		0	+0.98
	กลุ่ม RJ1000			0

ตารางที่ 18 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทอร์สโสลด์ เปรียบเทียบกับก่อนได้รับสิ่งทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	(หน่วย: ร้อยละ)	
	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (สัปดาห์)	
	4	8
กลุ่ม PLACEBO	14.26	29.01
กลุ่ม RJ500	38.44	39.41
กลุ่ม RJ1000	40.01	38.64



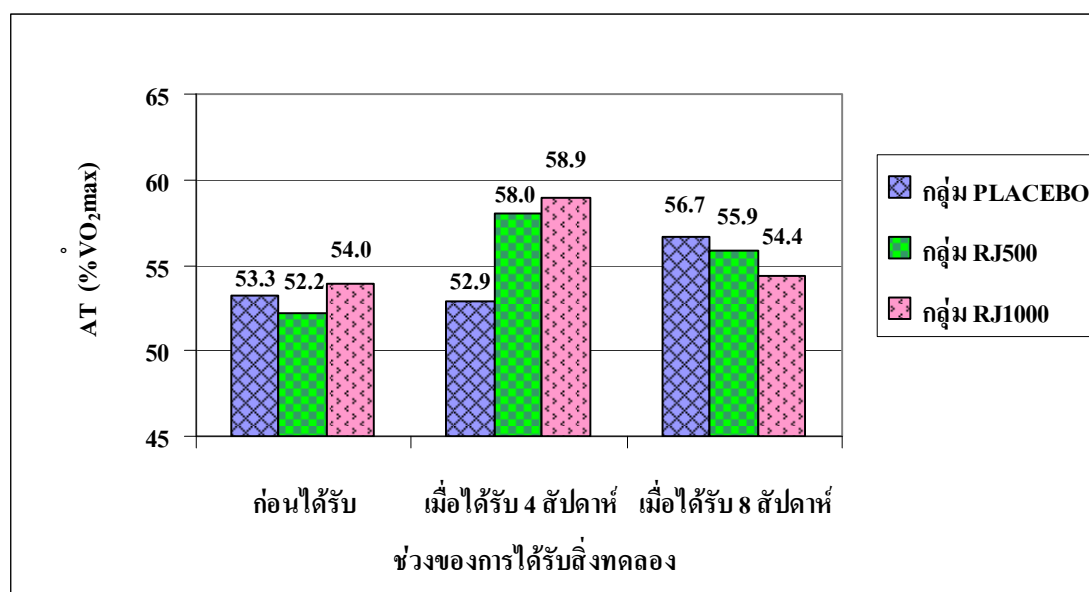
ภาพที่ 6 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

จากตารางที่ 18 และภาพที่ 6 แสดงร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ เปรียบเทียบกับก่อนทดลอง พบว่า แอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเพิ่มมากขึ้น พบการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากที่สุดเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ โดยพบว่า กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 มีค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์ มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม PLACEBO และพบว่ากลุ่ม RJ1000 มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 40.01 ลิตรต่อนาที รองลงมาคือกลุ่ม RJ500 ร้อยละ 39.41 ลิตรต่อนาที และกลุ่ม PLACEBO ร้อยละ 29.01 ลิตรต่อนาที

ตารางที่ 19 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เปรียบเทียบกับ
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

(หน่วย: ร้อยละ)

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนได้รับสิ่งทดลอง	เมื่อได้รับสิ่งทดลอง (สัปดาห์)	
		4	8
กลุ่ม PLACEBO	53.27	52.94	56.71
กลุ่ม RJ500	52.23	58.02	55.85
กลุ่ม RJ1000	53.97	58.91	54.42



ภาพที่ 7 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เปรียบเทียบกับความสามารถ
ในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

จากตารางที่ 19 และภาพที่ 7 แสดงร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เปรียบเทียบกับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด พบว่า แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ของกลุ่ม

ตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเพิ่มมากขึ้น และพบความเปลี่ยนแปลงที่มีความแตกต่างกัน โดยกลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 พบการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากที่สุดเมื่อได้รับนมผึ้ง 4 สัปดาห์ โดยพบว่า กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 มีค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เปรียบเทียบกับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเท่ากับ 58.02 และ 58.91 ตามลำดับ มีค่าเพิ่มจากก่อนได้รับนมผึ้งอย่างเห็นได้ชัด และมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม PLACEBO ที่เมื่อได้รับ Placebo 4 สัปดาห์ ยังไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นแต่จะพบความเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับ Placebo 8 สัปดาห์ และยังคงพบว่าแอนแอโรบิกเทรสโพลด์เปรียบเทียบกับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด กลับมีค่าลดลงในกลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 แต่ในกลุ่ม PLACEBO กลับมีค่าเพิ่มมากขึ้น อาจเนื่องมาจากในนมผึ้งมีสารอาหารต่างๆ มากมาย อีกทั้งยังมีฤทธิ์ในด้านต่างๆ จึงทำให้ไปกระตุ้นการทำงานของการใช้พลังงาน ที่มีบทบาทในกระบวนการสลายกรดแลคติกและยับยั้งการสร้างกรดแลคติก เพราะการเกิดกรดแลคติกขึ้นอยู่กับระบบแอโรบิก ถ้าร่างกายมีระบบแอโรบิกที่ดี ทำให้มีการสร้างพลังงานได้อย่างต่อเนื่องและเกิดกรดแลคติกช้า อีกทั้งนมผึ้งมีผลเพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อได้ดีขึ้นอย่างรวดเร็ว ระบบขนส่งออกซิเจนที่ไปเลี้ยงในส่วนของกล้ามเนื้อ สังเกตได้จากค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ เปรียบเทียบกับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 ในเมื่อได้รับนมผึ้ง 4 สัปดาห์ที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในขณะที่กลุ่ม PLACEBO ที่ไม่ได้รับนมผึ้งจะมีการพัฒนาในส่วนดังกล่าวได้ช้ากว่า และจะมีการเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับ Placebo 4 สัปดาห์ผ่านไปแล้ว ที่มีค่าเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 52.52 เป็นร้อยละ 56.70

ทั้งนี้เนื่องจากแอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าไปในทางเดียวกัน จึงนำผลที่ได้จากการทดลองมาวิจารณ์ผลรวมกัน พบว่าทั้งแอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ภายในกลุ่มการทดลองและระหว่างกลุ่มการทดลอง เมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 4 สัปดาห์ ในกลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 มีค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว มีอัตราเพิ่มมากขึ้นมากอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม PLACEBO แต่ช่วงเมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่ม PLACEBO มีพัฒนาการของอัตราการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 4 สัปดาห์และจะสังเกตเห็นว่าแอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ในกลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 กลับมีค่าที่ใกล้เคียงกับเมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 4 สัปดาห์ ทั้งนี้การที่พบว่ากลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 มีแนวโน้มว่าแอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัวดีกว่าในกลุ่ม PLACEBO นั้น อาจเนื่องมาจาก

ผลของการรับประทานนมผึ้ง ซึ่งในนมผึ้งจะประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์หลายอย่าง โดยสารที่นับ เป็นสาระสำคัญ คือ กรดไขมัน 10 hydroxy-2-decenoic acid ซึ่งเป็นสารที่มีเฉพาะในนมผึ้ง มีคุณสมบัติในการต้านการเจริญของแบคทีเรียหลายชนิด ด้านกัมมันตรังสี และด้านการเจริญของเซลล์มะเร็ง นอกจากนี้ยังมีสารอะเซทิลโคลีน (acetylcholine) ที่มีฤทธิ์ขยายเส้นเลือดจึงช่วยลดความดันเลือดได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538) สอดคล้องกับ ชูศักดิ์และกันยา (2536) ที่กล่าวว่าสารสื่อประสาท คือ อะเซทิลโคลีนถ้ามีปริมาณลดลงจะทำให้เกิดเป็นสาเหตุของการล้ม พบที่ตำแหน่ง neuromuscular junction ส่วนต่อมาเกิดจาก contractile mechanism โดยมีปัจจัยหลายอย่างทางด้านกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการล้ม เช่น มีการดึงของกรดแลคติก การหมดไปของ ATP และ CP ที่สะสมไว้การหมดไปของกลัยโคเจนที่สะสมไว้ หรือจากปัจจัยอื่น เช่น การขาดออกซิเจน การที่กล้ามเนื้อมีเลือดมาเลี้ยงไม่พอและส่วนสุดท้ายจะเกิดการล้มที่ระบบประสาทที่สูงขึ้นไปยังสมองจาก local disturbances ที่เกิดจาก contractile fatigue ดังนั้นการรับประทานนมผึ้งจะส่งผลให้ได้รับสารอะเซทิลโคลีน และมีการขยายตัวของหลอดเลือด ทำให้เลือดมีการหมุนเวียนได้สะดวก และยังมีงานวิจัยเพิ่มเติมของ Kamakura *et al.* (2001) ที่ได้ศึกษาผลของนมผึ้งที่มีต่อการลดการล้มในหนูตัวผู้ พบว่านมผึ้งมีส่วนช่วยให้เกิดการสะสมของกรดแลคติก ลดลง และทำให้การลดลงของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อลดน้อยลงด้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่ได้รับการสนับสนุนว่านมผึ้งช่วยลดการล้มทางด้านร่างกายภายหลังการออกกำลังกายได้ นอกจากนี้ รุ่งอรุณ และคณะ (2537) ที่ได้ทำการศึกษา ผลของนมผึ้งต่อการทำงานของเกล็ดเลือดพบว่านมผึ้งมีส่วนประกอบของสารอะเซทิลโคลีนและสารฮิสตามีน ซึ่งสารอะเซทิลโคลีนและสารฮิสตามีน จะมีผลยับยั้งการทำงานของเกล็ดเลือด นอกจากนี้ตัวสารนมผึ้งเองอาจมีฤทธิ์ขัดขวางการเกาะกลุ่มกันของเกล็ดเลือด

จากการติดตามผลการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง มีการรับประทานนมผึ้งร่วมกับการฝึกซ้อมฟุตบอลตามโปรแกรมฝึกซ้อมของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี และในช่วงระหว่างการทำงานวิจัย เป็นช่วงที่นักกีฬามีการฝึกซ้อมอย่างหนักเพื่อเตรียมเข้าร่วมการแข่งขัน ทำให้นักกีฬามีการฝึกซ้อมอย่างเต็มที่ และในการฝึกซ้อมของนักกีฬาฟุตบอลต้องมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา และการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว เป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งในการแข่งขันฟุตบอลทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกในร่างกาย สอดคล้องกับ เพ็ญพิมล (2537) ที่กล่าวว่า ขณะออกกำลังกายอัตราการใช้ออกซิเจนจะแปรตามความหนักเบาของการออกกำลังกาย โดยอัตราการใช้ออกซิเจนจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นระหว่าง 2-3 นาทีแรกของการออกกำลังกายแล้วจึงถึงระดับคงที่ในช่วงเวลา 3-6 นาที หลังจากนั้นก็จะเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกไปเรื่อยๆ และเมื่อระดับของความหนักของการออกกำลังกายทำให้เกิดกรดแลคติกเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนกับความหนักของการออกกำลังกาย

ที่มีการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น และกลับมาใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกอีกครั้งหนึ่ง จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้เราจะเรียกว่าแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ถ้าเราต้องการให้มีแอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว เพิ่มมากขึ้นร่างกายก็จะต้องมีการออกกำลังกายแบบแอนโรบิก และมีความอดทนของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด เพราะถ้าร่างกายมีความสามารถในการจับออกซิเจนสูงจะส่งผลให้สลายกรดแลคติกและของเสียที่เกิดขึ้นภายหลังจากการออกกำลังกายได้ดีขึ้น ทำให้แอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว มีการพัฒนาตามไปด้วย นอกจากการออกกำลังกายแล้ว การรับประทานนมผึ้งก็ส่งผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม ในรายงานการทดลองโดยใช้ไมโตคอนเดรียของด้บบหนูขาวพบว่า นมผึ้งทำให้ O_2 consumption สูงขึ้น แสดงว่านมผึ้งช่วยให้เซลล์ทำงานมากขึ้น (วิภทรา และสุชาติ, 2544) เพราะไมโตคอนเดรียมีบทบาทในกระบวนการสร้างพลังงาน ทำให้มีการไหลเวียนของออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น เมื่อออกกำลังกายหรือมีการฝึกซ้อมทำให้เกิดกรดแลคติกสะสมอยู่ในร่างกายถ้าร่างกายไม่มีกระบวนการสลายกรดแลคติกด้วยวิธีการต่างๆ ทำให้เกิดการล่าสะสมและเป็นสาเหตุให้ออกกำลังกายได้ระยเวลาน้อยลง เหนื่อยง่าย ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา และจากการศึกษาของ อ่ำพร (2544) พบว่าเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำให้เกิดกรดแลคติก โดยมีความแตกต่างกันในกล้ามเนื้อลายที่มีใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวและใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดง ใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวจะทำให้เกิดกรดแลคติกมาก เนื่องจากได้พลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน ส่วนใยกล้ามเนื้อสีแดงได้พลังงานมาจากการใช้ออกซิเจน จะทำให้เกิดกรดแลคติกน้อย เช่นเดียวกับกับการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ใยกล้ามเนื้อชนิดแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วกว่า ใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวจะเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้ช้า ดังนั้นจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าแอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ในกลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000 มีค่าเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อได้รับนมผึ้งหรือ Placebo 4 สัปดาห์และเมื่อได้รับนมผึ้ง 8 สัปดาห์ แอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว มีค่าอยู่ในระดับคงที่ ไม่มีการเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เมื่อได้รับนมผึ้ง 4 สัปดาห์ แต่ในกลุ่ม PLACEBO ไม่ได้มีการรับประทานนมผึ้ง เมื่อได้รับ Placebo 4 สัปดาห์ จึงมีแอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นในปริมาณน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับนมผึ้งร่วมด้วย และเมื่อได้รับ Placebo 8 สัปดาห์ ปริมาณของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอีก เนื่องมาจากมีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับขวัญใจ (2545) กล่าวว่า ความสามารถในการออกซิเจนสูงสุดพัฒนาได้ถ้าฝึกที่ระดับน้ำหนักเพียงพอ เมื่อเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ คือ ประมาณ 70 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ระยะเวลาในการฝึกควรเป็น 6-8 สัปดาห์ ความบ่อยในการฝึกอย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์

จึงส่งผลให้แอนแอโรบิกเทรสโพลด์และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นจากก่อนได้รับสิ่งทดลอง

ผลการตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ

จากการที่ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ ก่อนได้รับนมผงหรือ Placebo และเมื่อได้รับนมผงหรือ Placebo 8 สัปดาห์ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและจิตใจอย่างไรบ้าง สรุปได้ดังนี้

ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจไม่พบผลข้างเคียงชัดเจนนักในการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ แต่ก็มีแนวโน้มในบางข้อว่าการได้รับนมผงในปริมาณ 500 มิลลิกรัมต่อวัน และ 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน จะมีผลทำให้สิ่วบริเวณใบหน้าและลำตัวลดน้อยลง และความไม่ยอมรับประทานอาหารจะเกิดขึ้นน้อยลง หรือไม่เกิดขึ้นเลย ซึ่งอาจจะเป็นผลที่ทำให้กลุ่ม RJ1000 มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มมากขึ้น เพราะว่ามี ความอยากรับประทานอาหารเพิ่มมากขึ้น ทำให้รับประทานอาหารได้ปริมาณมากขึ้นจากก่อนได้รับนมผง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับข้อการรับประทานอาหารเอรีดอรร้อยทุกมือนั้น พบว่า รับประทานอาหารได้เอรีดอรร้อยน้อยลง อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างรับประทานอาหารของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรีเป็นประจำทุกมื้อ จึงอาจทำให้รับประทานแล้วไม่ความเอรีดอรร้อย และผลจากการตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจนั้น ในด้านของเวลาในตอนกลางคืนมักจะตื่นบ่อยครั้งนั้น ในกลุ่ม RJ1000 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนได้รับนมผง ส่วนกลุ่ม RJ500 และกลุ่ม PLACEBO กลับนอนหลับสบายขึ้น ไม่ตื่นเวลาในตอนกลางคืน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการฝึกซ้อมทำให้เกิดความเมื่อยล้า ทำให้ร่างกายมีความต้องการที่จะพักผ่อนมากกว่ากลุ่มที่รับประทานนมผง ส่วนในข้ออื่นๆ ไม่เห็นผลที่ชัดเจนนักจากการตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ ดังแสดงในภาคผนวก จ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการวิจัยผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนในนักกีฬาฟุตบอล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเพศชายที่มีอายุ 13-14 ปี จำนวน 24 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 8 คน คือ

กลุ่ม PLACEBO ฝึกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทาน Placebo

กลุ่ม RJ500 ฝึกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทานนมผึ้ง 500 มิลลิกรัมต่อวัน

กลุ่ม RJ1000 ฝึกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทานนมผึ้ง 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน

ทำการทดลองเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และทำการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจน ซึ่งได้มาจากค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ สรุปผลการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า อายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. น้ำหนักตัว ภายในกลุ่ม PLACEBO และ กลุ่ม RJ500 ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนในกลุ่ม RJ1000 พบว่ามีน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

3. ร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย ภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

4. มวลปราศจากไขมันในร่างกาย ภายในกลุ่ม PLACEBO และ กลุ่ม RJ500 ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนในกลุ่ม RJ1000 พบว่ามีมวลปราศจากไขมันในร่างกาย เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

ตอนที่ 2 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

5. ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว แอนแอโรบิคเทรสโพลด์และแอนแอโรบิคเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนได้รับสิ่งทดลอง พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ภายในกลุ่มตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นทั้ง 3 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ พบว่ากลุ่ม RJ500 และ กลุ่ม RJ1000 มีการพัฒนาดีขึ้นมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม PLACEBO

7. เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพบว่าในความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว มีแนวโน้มที่จะมีค่าแตกต่างกันระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ($p=0.08$) โดยพบว่ากลุ่ม RJ1000 มีค่าสูงกว่ากลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ500 มีค่าสูงกว่ากลุ่ม PLACEBO

8. เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 3 แอนแอโรบิคเทรสโพลด์

9. แอนแอโรบิคเทรสโพลด์และแอนแอโรบิคเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ภายในกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นทั้ง 3 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ พบว่ากลุ่ม RJ500 และ กลุ่ม RJ1000 มีการพัฒนาดีขึ้นมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม PLACEBO

10. เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยแอนแอโรบิคเทรสโพลด์และแอนแอโรบิคเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพบว่าในแอนแอโรบิคเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว มีแนวโน้มที่จะมีค่าแตกต่างกันระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ($p=0.06$) โดยพบว่ากลุ่ม RJ1000 มีค่าสูงกว่ากลุ่ม RJ500 และ กลุ่ม RJ500 มีค่าสูงกว่ากลุ่ม PLACEBO

11. เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยแอนแอโรบิคเทรสโพลด์และแอนแอโรบิคเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาเปรียบเทียบมากกว่า 8 สัปดาห์ เพราะจะทำให้เห็นผลของการทดลองชัดเจนมากยิ่งขึ้นในเรื่องความสามารถในการใช้ออกซิเจน

2. ควรให้มีการเพิ่มปริมาณของนมผงที่ได้รับในแต่ละวันของนักกีฬาให้มีความแตกต่างกันมากกว่านี้เช่น 500 มิลลิกรัมต่อวัน และ 3,000 มิลลิกรัมต่อวัน เพื่อที่จะได้เห็นความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3. ควรทำการศึกษาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนภายหลังการหยุดรับประทานนมผงว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นหรือกลับมีค่าลดลง

4. การวิจัยครั้งนี้เป็นการวัดในเรื่องของความสามารถในการใช้ออกซิเจนเท่านั้นควรมีการจัดสมรรถภาพทางกายในหลาย ๆ ด้าน

5. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาฟุตบอล เพศชายเท่านั้น ควรมีการศึกษา
เปรียบเทียบในกลุ่มนักกีฬาอื่นๆ หรืออาจจะศึกษาในกลุ่มของนักกีฬาเพศหญิงบ้าง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมพลศึกษา. 2545. การศึกษา สมรรถภาพทางกายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. กลุ่มวิจัย ส่วนส่งเสริมพลศึกษา สุขภาพและนันทนาการ, สำนักพัฒนาการพลศึกษา สุขภาพและนันทนาการ.
- เกตุแก้ว คำนวณวิวัฒน์. 2543. พื้นฐานกายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เกรียงศักดิ์ คู่วัฒนาสุชาติ และ จิตโสมนัส ธีระปัทมภ์. 2530. การตรวจสอบห้วงกระดูก และ ปริมาณของรอยัลเยลลี่: โครงการพิเศษ หลักสูตรเภสัชศาสตร์บัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กรมส่งเสริมการเกษตรร่วมกับสมาคมผู้เลี้ยงผึ้งภาคเหนือ. 2538. นมผึ้ง, น. 14-35. ใน เอกสาร วิชาการสัมมนาการเลี้ยงผึ้งแห่งชาติ ครั้งที่ 4 วันที่ 5-6 กรกฎาคม 2538. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ขวัญใจ ชีวะวุฒิวัฒนวิทย์, 2545. ผลของการออกกำลังกายแบบเก้าอี้ตุ้มน้ำและการก้าวขึ้นลงที่มีต่อ ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. อ้างถึง ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และเฉลิมชัยวัชรภรณ์. 2540. เอกสารประกอบการสอน **Physiology of Exercise 2**. ภาควิชาพลศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- จรูญ มีสิน. 2536. การสร้างสมรรถภาพทางกาย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ชาญชัย ปิยชาติ และ ปราณี่ กองกาย. 2531. ผลิตภัณฑ์นมผึ้ง. โครงการพิเศษ หลักสูตรเภสัชศาสตร์บัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์. 2536. **สตรีวิทยาของการออกกำลังกาย**. พิมพ์ครั้งที่ 4. **ธรรมกมลการพิมพ์**, กรุงเทพฯ.

ประทุม ม่วงมี. 2527. **รากฐานทางสตรีวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา**. บุรพาสาน์, กรุงเทพฯ.

พรรณี หนูชื่อตรง. 2544. **ผลต่อกระบวนการเพอร์ออกซิเดชันของไขมันในหนูที่เป็นโรคเบาหวาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

พิชัย คงพิทักษ์ และ สมนึก บุญเกิด. 2537. **การปรับปรุงการเลี้ยงผึ้งและผลิตภัณฑ์ผึ้ง (037)**. เอกสารวิชาการของโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

พีระพงษ์ บุญศิริ. 2538. **สตรีวิทยาของการออกกำลังกาย**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

พันธ์ศักดิ์ ศุกระฤกษ์. 2550. **ฮอร์โมนเทสโทสเทอโรน**. **เคล็ดลับคงความเป็นหนุ่มจากคอลัมน์ The sexfile**. แหล่งที่มา: <http://www.webboard.playpark.com>, 20 เมษายน 2551.

เพ็ญพิมล ชัมมรัคคิด. 2537. **สตรีวิทยาของการออกกำลังกาย**, น.44 – 77. ใน **วิรุฬ เหล่าภัทรเกษม (ผู้รวบรวม)**. **กีฬาเวชศาสตร์**. พีบี. ฟอเรน บুকส์ เซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.

ภานุวรรณ. 2545. **ผึ้ง**. สำนักพิมพ์น้ำฝน, กรุงเทพฯ.

รุ่งอรุณ ล้วนโกศลชัย, ลัดดาวัลย์ ผิวทองงาม, ปัทมา ลีวนิช, ศรีอัมพร หนูกลับ และเสวต นนทกานันท์. 2538. **การศึกษาผลของนมผึ้งต่อการทำงานของเกร็ดเลือดของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดโคโรนารีในหลอดทดลอง**. ปัญหาพิเศษ. คณะแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิภาทรา ศุภะจินดา และ สุชาดา อาภามงคล. 2544. **ฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระของรอยัลเยลลี่: โครงการพิเศษ หลักสูตรเภสัชศาสตร์บัณฑิต**. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร และ อารี ปรมัตถากร. 2542. วิทยาศาสตร์การกีฬา. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

วรรณิ์ เจิมสุรวงศ์. 2539. ผลของการเดินแอโรบิคแบบกระแทกต่ำและสตีปแอโรบิคต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และเพ็ญศรี ตั้งคณะสิงห์. 2529. ผลิตภัณฑ์ของผึ้ง. ชีววิทยาของผึ้ง. ฝ่ายวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร. ฟันนี้พับบลิชชิง.

เสก อักษรานุเคราะห์. 2534. การออกกำลังกายสายกลางเพื่อสุขภาพและชะลอความแก่. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สมหมาย แดงสกุล. 2545. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สารินี เคนะพันธ์. 2544. ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของรอยัลเยลลีในเซลล์เม็ดเลือดแดงและเซลล์มะเร็งเต้านม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุกัลยา กฤษณเกรียงไกร. 2541. ผลของนมผึ้งต่อการเกิดลิปิดเปอร์ออกไซด์ในกล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อลายขณะออกกำลังกายในหนู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุกัญญา สุขถิ่นไทย และ สุณีย์ เจริญดี. 2531. ฤทธิ์การต้านมะเร็งของนมผึ้งในหนูโกร๋น: โครงการพิเศษ หลักสูตรเภสัชศาสตร์บัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุภาภรณ์ พงศกร. 2539. รอยัลเยลลี. ความก้าวหน้าทางเภสัชวิทยาของยาและอาหารเสริม. นิวไทยมิตรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

อนันต์ อัดชู. 2547. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 2, ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

โอภา วัชรคุปต์. 2550. สารต้านอนุมูลอิสระ. พิมพ์ครั้งที่ 2, นิวไทยมิตรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

- อำพร ศรีขำภัย. 2544. ผลของการพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการชวบน้ำที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ อ้างถึง ผกาวลี ลีวีร์พันธ์. 2538. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาพลศึกษาบ่บัด. คณะกายภาพบ่บัด, มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.
- _____. 2544ก. ผลของการพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการชวบน้ำที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ อ้างถึง Juel, C. 1997. Lactate proton cotransport in Skeletal muscle. **Journal of Physiol. Rev.** 77: 321- 358.
- Apasara Arkarapanthu, 1987. **Anaerobic threshold in short-,middle-and long-distance runners.** M.S. thesis, Mahidal University.
- Appendix, B. n.d. **vapor pressure of water at different temperatures.** Available Source: <http://www.vaxasoftware.com/doc.eduen/qui/puh20.pdf>, May 20, 2008.
- Avellini, L., E. Chiaradia and A. Gaiti, 1999. **Effect of exercise training, selenium and Vitamin E on some free radical scavenger in hourse (Equus caballus).** Com. Biochem. Physio.
- Astrand, P.O. and K.R. Rodahl. 1986. **Texbook of Work Physiology Physiological Bases of Exercise.** McGraw – Hill book Company, Sanfrancisco.
- Bonina, F.P., C. Puglia, F. cimino, D. trombetta, G. traingali, A.M. roccazello, E. Insirello, P. Rapisada and A. Saija. 2005. **Oxidative stress in Handball player.** Nutr. Res. 25:917-924.
- Carola, R., J. P. Harley, C. R. Noback. 1992. **Human anatomy.** New York McGraw-Hill.

- Carolyn, K. and A.C. Lynn. 1991. **Therapeutic exercise: Foundation and Techniques**. 2nd ed., F.A. Davis Company, Singapore.
- Halliwell, R. and J.M.C. Gutteridge. 1989. **Free radicals in biology and medicine**. 2nd ed. Clarendon Press., New York.
- Ji, L.L. 1995. **Oxidative stress during exercise**: Implication of antioxidant nutrients. *Free Radic. Biolo. Med.* 18:1079-1086.
- Kamakura, M., N. Mitani, T. Fukuda, M. Fukushima. 2001. **Antifatigue effect of fresh royal jelly in mice**. Available Source: <http://www.scopus.com>, May 20, 2008.
- Kobayashi, N., S. Unten, H. Kakuta. 2001. Diverse biological activities of healthy food. **In Vivo**. 15 (1): 17-23.
- Lee, N.J., J.D. Fermo. 2006. **Warfarin and royal jelly interaction**. Available Source: <http://www.scopus.com>, May 20, 2008.
- Little, C.R. 1985. **Physiology of the Heart and Circulation**. Chicago: Year Book Medical Publisher, Inc.
- Meijer, E.P., S.A.J. coolen and K.R. Westerterp. 2001. Exercise induced oxidative stress in older adults as measured by antipyrine oxidation. **Metabolism**. 50: 1484-1488.
- Moller, P., H. Wallin and L.E. Knudsen. 1996. Oxidative stress associated with exercise psychological stress and life-style factors. **Chem. Biolo. Interact.** 102:17-36.
- Emori Y., N. Kobayashi, H. Oka, Y. Hayashi and K. Nomoto. 2001. **Suppression of allergic by royal jelly in association with the restoration of macrophage function and the improvement of Th1/Th2 cell responses**. *International Immunopharmacology*. 1:521–532.

- Miyazaki, H., S. Oh-ishi, L.L. Ji. and T. Kizaki. 2001. Strenuous endurance training in human reduces oxidative stress following exhausting exercise. **Eur.J.Appl.physiol.** 84:1-6.
- Pongsakorn S., P. Picha. 1998. Antitumor effect of royal jelly on human cervical cancer transplanted in nude mice. **Mahidal University Journal of Pharmaceutical Sciences.** 25 (2): 14-21.
- Pollock, L. M. 1984. **Exercise in Health and Disease.** Philadelphia, Pennsylvania: W. B. Saunder Company.
- Reilly, T., J. Clarys and A. Stibbe. 1993. **Football II. E & FN spon,** London.
- Robert, A.R. and R. O. Scott. 1997. **Exercise Physiology.** New York: Mosby-Year Book, Inc.
- Schmitzova J., J. Klaading, S. Albert. 1998. A family of major royal jelly proteins of the Hunny bee. **Cell Mol Life Sci.** 54 (9): 1020-1030.
- Slaughter M.H., T.G. Lohman, R.A. Boileau, C.A. Horswill, R.J. Stillman, M.D. Vanloan and D.A. Bemben. 1998. Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth. **Human Biology.** 60: 719.
- Tidus, P.M., J. Pushkarenko and M.E. Houston. 1996. Lack of antioxidant adaption to short term aerobic training in human muscle. **J.Appl. Physiol.** 271:R832-R836.
- Urso, M.L. and P.M. Clarkson. 2003. Oxidative Stress, exercise and antioxidant supplement. **Toxicology.** 189: 41-54.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบบันทึกผลการทดลอง

ภาคผนวก ข
รูปภาพ Placebo และนมผึ้ง



ภาพผนวกที่ ข1 แสดงรูปภาพของ Placebo คือ Polyethylene Glycol 4000 (PEG 4000) และตัวอย่างที่บรรจุแคปซูล สำหรับกลุ่ม PLACEBO



ภาพผนวกที่ ข2 แสดงรูปภาพของ Placebo และนมผง พร้อมตัวอย่างที่บรรจุแคปซูล สำหรับกลุ่ม RJ 500



ภาพผนวกที่ ข3 แสดงรูปภาพของนมผง และตัวอย่างที่บรรจุแคปซูล สำหรับกลุ่ม RJ1000

ภาคผนวก ค
เอกสารชี้แจงข้อมูล

เอกสารชี้แจงข้อมูล

ชื่อโครงการ ผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอล
(The Effects of Royal Jelly on the Aerobic Performance in Football Players)

ผู้วิจัย นางสาวสุนนา วรวงษ์

สถานที่วิจัย โรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี

ความเป็นมาของโครงการ

นมผึ้งจัดว่าเป็นอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์มากมายได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุและวิตามินหลายชนิด โดยสารที่นับเป็นสาระสำคัญ คือ กรดไขมัน 10 hydroxy-2-decenoic acid ซึ่งเป็นสารที่มีเฉพาะในนมผึ้ง มีคุณสมบัติในการต้านการเจริญของแบคทีเรียหลายชนิด ต้านกัมมันตรังสี และต้านการเจริญของเซลล์มะเร็ง อะเซทิลโคลีน (acetylcholine) มีฤทธิ์ขยายเส้นเลือดจึงช่วยลดความดันเลือดได้ นอกจากนี้ยังมีสารมีฤทธิ์คล้ายอินซูลิน (insulin like peptide) จึงช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ สอโรโมนเพศชาย (testosterone) ช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพทางเพศ กรดซีบาสิก (sebacic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันมีฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อราที่ผิวหนัง และไกลโคโปรตีน (glycoprotein) ช่วยทำให้ผิวหนัง สดใส มีสปริง และไร้สิวฝ้า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538) และจากการศึกษาของสารินี (2544) และสุกัลยา (2541) ที่ผ่านมายังพบว่านมผึ้งมีฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งเป็นกุญแจสำคัญที่จะบ่งชี้ได้ว่านมผึ้งน่าจะมีประโยชน์ในการป้องกันการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชันที่ถูกเหนี่ยวนำด้วยภาวะ oxidative stress ที่เกิดจากการออกกำลังกายได้ ผลของนมผึ้งต่อร่างกายเหล่านี้เป็นผลรวมของสารต่างๆ ในนมผึ้งมากกว่าที่จะเป็นผลของสารชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ นอกจากนี้นมผึ้งยังช่วยให้การไหลเวียนของเลือดที่ไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ (microcirculation) ดีขึ้น จึงช่วยให้เซลล์ต่างๆ ทำงานให้ดีขึ้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538)

จากความสำคัญที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงผลของผลิตภัณฑ์นมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximal oxygen consumption, Vo_2max) และแอนแอโรบิกเทรชโฮลด์ (anaerobic threshold) ซึ่งเป็นค่าที่สามารถแสดงถึงความสามารถของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด และกล้ามเนื้อในการที่จะขนส่งออกซิเจนและนำออกซิเจนไปใช้ในขบวนการ เมตาบอลิซึมของระบบการสร้างพลังงานแบบแอโรบิก (aerobic energy metabolism) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการนำไปใช้กับนักกีฬาประเภทอื่นๆ ต่อไป และยังเป็นการส่งเสริมเศรษฐกิจของประเทศอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($\dot{V}O_{2max}$) และแอนแอโรบิก เทรสโกลด์ (anaerobic threshold) ของนักกีฬาฟุตบอล
2. เพื่อศึกษาความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($\dot{V}O_{2max}$) และแอนแอโรบิก เทรสโกลด์ (anaerobic threshold) ของนักกีฬาฟุตบอลทั้ง 3 กลุ่ม

รายละเอียดที่จะปฏิบัติต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. นักกีฬารอกแบบสอบถาม และหนังสือยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัย
2. ทำการบันทึกอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย
3. นักกีฬาทั้งหมด มาทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจน โดยใช้การทดสอบด้วยการวิเคราะห์ก๊าซ (gas analyzer) ณ ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. นักกีฬาฝึกโปรแกรมฟุตบอลร่วมกับการรับประทานนมผึ้ง 2 แคปซูล โดยแบ่งให้ 2 ครั้ง ต่อวัน หลังอาหารเช้า 2 แคปซูล และหลังอาหารเย็น 2 แคปซูล เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์
5. เมื่อครบ 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ นักกีฬาทุกคนจะต้องทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจน โดยใช้การทดสอบด้วยการวิเคราะห์ก๊าซ (gas analyzer) ณ ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบผลของการได้รับนมผึ้งที่มีต่อความสามารถในการออกกำลังกายของนักกีฬา ให้นักกีฬาเล่นกีฬาได้นานขึ้น กล้ามเนื้อทำงานได้นานยิ่งขึ้นและมีอาการล้าของกล้ามเนื้อน้อยลง
2. ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอน นักกีฬา และผู้ที่สนใจ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถของร่างกายที่นำออกซิเจนที่มีอยู่รอบเซลล์หรือเนื้อเยื่อมาใช้ในการสร้างพลังงานและขจัดของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด) ในนักกีฬาฟุตบอล
3. เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาความสามารถของร่างกายที่นำออกซิเจนที่มีอยู่รอบเซลล์หรือเนื้อเยื่อมาใช้ในการสร้างพลังงานและขจัดของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด) ในกีฬาประเภทอื่นๆ

หนังสือยินยอมและเต็มใจเข้าร่วมการวิจัยที่ได้รับทราบรายละเอียดของโครงการอย่างชัดเจน
(Informed Consent Form)

ชื่อโครงการ ผลของนมผึ้งต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอล
(The Effects of Royal Jelly on the Aerobic Performance of Football Players)

ผู้วิจัย นางสาวสุนนา วรวงษ์

ผู้เข้าร่วมการวิจัย.....

คำยินยอมของผู้ถูกทำการวิจัย

ข้าพเจ้า.....ได้รับทราบรายละเอียดของโครงการศึกษาวิจัย จากผู้วิจัยแล้วอย่างชัดเจน และข้าพเจ้ายินยอมให้ทำการศึกษาวิจัยดังกล่าวข้างต้น และข้าพเจ้ารู้ว่าถ้าเกิดปัญหาและข้อสงสัยขึ้น ข้าพเจ้าสามารถสอบถามผู้วิจัยได้ และข้าพเจ้าสามารถไม่เข้าร่วมโครงการเมื่อใดก็ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าไว้เป็นความลับ การเปิดเผยข้อมูลจะกระทำได้เฉพาะกรณีจำเป็นด้วยเหตุผลทางวิชาการเท่านั้น ทั้งนี้โดยทั้งนี้จะไม่ระบุชื่อของข้าพเจ้า

ลงชื่อ.....ผู้เข้าร่วมวิจัย

ลงชื่อ.....พยาน

วันที่...../...../.....

คำอธิบายของผู้วิจัย

ข้าพเจ้าได้อธิบายรายละเอียดของโครงการตลอดจนประโยชน์ของงานวิจัย แก่ผู้เข้าร่วมวิจัยแล้วอย่างชัดเจน

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

วันที่...../...../.....

ภาคผนวก ง
แบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ

แบบสอบถามประกอบการการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ
วันที่.....

ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ-สกุลชั้น.....
วัน/เดือน/ปีเกิด.....อายุ.....ปี
เล่นฟุตบอลมาประมาณ ปี ตำแหน่ง.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความจริงมากที่สุด เพียงข้อเดียวในแต่ละข้อความ

ข้อความ	ระดับความรู้สึกและความคิดเห็น				
	ไม่เคย เกิดขึ้น	นานๆ ครั้ง	เป็นบาง ครั้ง	บ่อย ครั้ง	เป็น ประจำ
1. ปวดศีรษะไม่ทราบสาเหตุ					
2. มีอาการนอนไม่หลับ					
3. เป็นหวัดเรื้อรัง					
4. ไม่อยากรับประทานอาหาร					
5. รับประทานอาหารได้อย่างเอร็ดอร่อยทุกมื้อ					

ข้อความ	ระดับความรู้สึกและความคิดเห็น				
	ไม่เลย	เล็กน้อย	ค่อนข้าง มาก	มาก	มาก ที่สุด
6. ท่านมักจะคิดหรือทำอะไรซ้ำๆ เช่น คิดแล้ว คิดอีก ทำแล้วทำอีก ย้ำคิดย้ำทำ					
7. เมื่อท่านตื่นนอนตอนเช้าท่านรู้สึกสดชื่น อยากที่จะไปออกกำลังกายตอนเช้า					
8. ท่านมีอาการซึมเศร้า และอยากอยู่คนเดียว					
9. ท่านเมื่อท่านเกิดความเครียดมากๆ คิดอยาก ทำร้ายตัวเองหรือผู้อื่น					
10. ท่านเป็นคนนอนหลับง่าย จะหลับภายใน 10-15 นาที					
11. เวลานอนตอนกลางคืน ท่านมักจะตื่น บ่อยครั้ง					
12. ท่านมีอาการอ่อนเพลีย					
13. ท่านมีอาการปวดท้องหรือโรคกระเพาะ อาหาร					
14. ท่านมีวิงเวียนบริเวณใบหน้าและลำตัว					
15. เมื่อท่านโดนยุงหรือมดกัดจะมีอาการแพ้ และเป็นผื่นคัน					
16. ท่านมีอาการแพ้จากสิ่งต่างๆ เช่น แมลง อากาศ ดอกไม้ น้ำ อาหาร จนทำให้เกิดอาการ คัดจมูก น้ำมูกไหล ไอจาม หายใจติดขัด แพ้ รุนแรง					
17. ท่านมีความจำและสมาธิในการอ่าน หนังสือ					

*** ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ ***

ผู้วิจัย

ภาคผนวก จ

เกณฑ์การให้คะแนนของการตอบแบบสอบถามประกอบ
การเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ

ตารางผนวกที่ ๑1 เกณฑ์การให้คะแนนของการตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทาง
ร่างกายและจิตใจ

ข้อความ	ระดับความรู้สึกและความคิดเห็น				
	ไม่เคย เกิดขึ้น	นานๆ ครั้ง	เป็นบาง ครั้ง	บ่อย ครั้ง	เป็น ประจำ
1. ปวดศีรษะไม่ทราบสาเหตุ	4	3	2	1	0
2. มีอาการนอนไม่หลับ	4	3	2	1	0
3. เป็นหวัดเรื้อรัง	4	3	2	1	0
4. ไม่อยากรับประทานอาหาร	4	3	2	1	0
5. รับประทานอาหารได้อย่างเอร็ดอร่อยทุกมื้อ	0	1	2	3	4

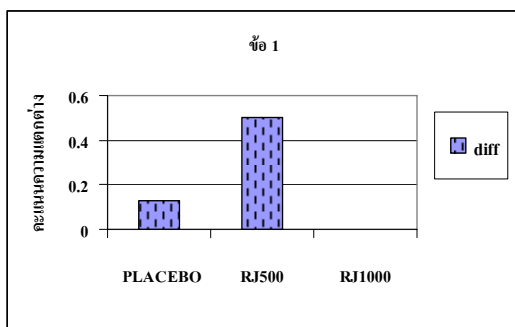
ข้อความ	ระดับความรู้สึกและความคิดเห็น				
	ไม่เคย	เล็กน้อย	ค่อนข้าง มาก	มาก	มาก ที่สุด
6. ท่านมักจะคิดหรือทำอะไรซ้ำๆ	4	3	2	1	0
7. เมื่อท่านตื่นนอนตอนเช้าแล้วรู้สึกสดชื่น	0	1	2	3	4
8. ท่านมีอาการซึมเศร้า และอยากอยู่คนเดียว	4	3	2	1	0
9. ท่านเมื่อท่านเกิดความเครียดมากๆ คิดอยาก ทำร้ายตัวเองหรือผู้อื่น	4	3	2	1	0
10. ท่านเป็นคนนอนหลับง่าย ใน 10-15 นาที	0	1	2	3	4
11. เวลานอนตอนกลางคืน มักจะตื่นบ่อยครั้ง	4	3	2	1	0
12. ท่านมีอาการอ่อนเพลีย	4	3	2	1	0
13. ท่านมีอาการปวดท้องหรือโรคกระเพาะ	4	3	2	1	0
14. ท่านมีตัวขึ้นบริเวณใบหน้าและลำตัว	4	3	2	1	0
15. เมื่อท่านโดนยุงหรือมดกัดจะมีอาการแพ้	4	3	2	1	0
16. ท่านมีอาการแพ้จากสิ่งต่างๆ	4	3	2	1	0
17. ท่านมีความจำและสมาธิในการอ่าน หนังสือ	0	1	2	3	4

ตารางผนวกที่ จ2 ตารางแสดงค่าความแตกต่างของการตอบแบบสอบถามประกอบการ
เปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ ก่อนได้รับสิ่งทดลองและภายหลังจากได้รับ
สิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

ข้อ	กลุ่ม PLACEBO			กลุ่ม RJ500			กลุ่ม RJ1000		
	pre	post	difference	pre	post	difference	pre	post	difference
1	3.38	3.50	0.13	3.00	3.50	0.50	3.38	3.38	0.00
2	3.50	3.50	0.00	3.13	3.75	0.62	3.50	3.50	0.00
3	3.63	4.00	0.37	3.88	3.38	-0.50	3.88	4.00	0.12
4	3.63	3.13	-0.50	3.25	3.38	0.13	3.13	3.63	0.50
5	1.88	2.13	0.25	2.63	2.38	-0.25	2.75	2.25	-0.50
6	3.13	3.13	0.00	3.13	3.38	0.25	2.88	3.13	0.25
7	1.75	2.13	0.38	2.13	2.00	-0.13	2.13	2.25	0.12
8	3.50	3.38	-0.12	3.25	2.88	-0.37	3.25	3.13	-0.12
9	4.00	4.00	0.00	4.00	4.00	0.00	3.88	3.88	0.00
10	2.25	2.25	0.00	2.13	2.75	0.62	2.38	2.50	0.12
11	2.75	3.13	0.38	2.38	2.50	0.12	3.00	3.00	0.00
12	2.75	3.13	0.38	3.13	3.25	0.12	2.88	3.00	0.12
13	3.25	3.38	0.13	3.63	3.88	0.25	3.63	3.75	0.12
14	2.88	2.63	-0.25	2.75	2.88	0.13	2.50	2.75	0.25
15	3.75	3.50	-0.25	3.63	3.88	0.25	3.75	3.75	0.00
16	3.63	3.38	-0.25	3.88	3.63	-0.25	3.63	3.63	0.00
17	1.75	2.00	0.25	2.50	2.00	-0.50	2.00	2.75	0.75

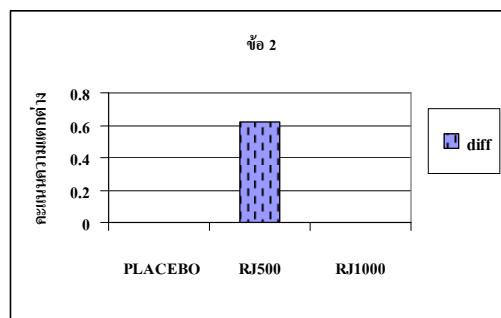
ภาพผนวกที่ จ1 กราฟแสดงค่าความแตกต่างของการตอบแบบสอบถามประกอบการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและจิตใจ ก่อนได้รับสิ่งทดลองและภายหลังการได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

ข้อ 1 ปวดศีรษะไม่ทราบสาเหตุ



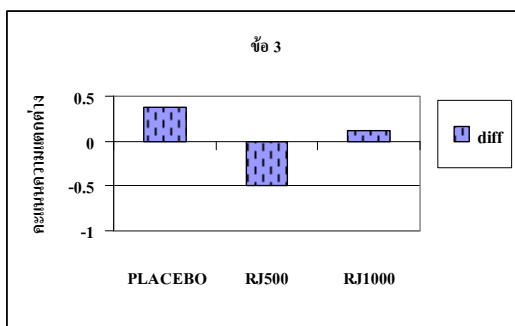
บวก หมายถึง ปวดศีรษะน้อยลง
ลบ หมายถึง ปวดศีรษะมากขึ้น

ข้อ 2 มีอาการนอนไม่หลับ



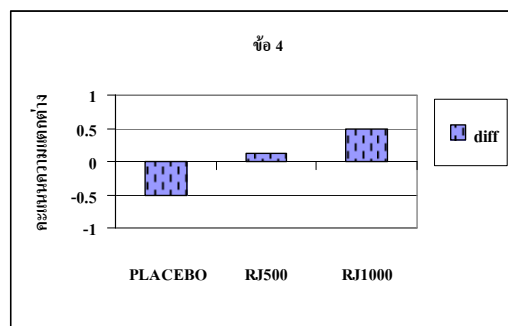
บวก หมายถึง อาการนอนไม่หลับลดลง
ลบ หมายถึง อาการนอนไม่หลับมากขึ้น

ข้อ 3 เป็นหวัดเรื้อรัง



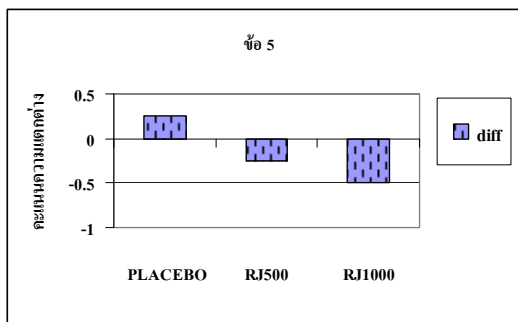
บวก หมายถึง เป็นหวัดเรื้อรังลดลง
ลบ หมายถึง เป็นหวัดเรื้อรังมากขึ้น

ข้อ 4 ไม่อยากรับประทานอาหาร



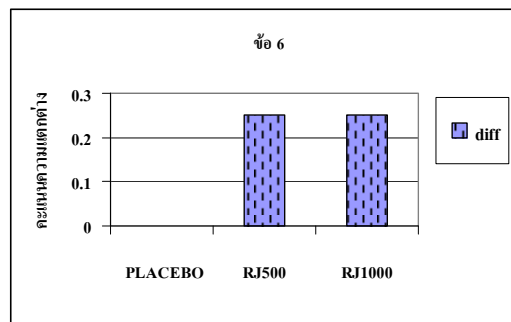
บวก หมายถึง ไม่อยากทานอาหารน้อยครั้งลง
ลบ หมายถึง ไม่อยากทานอาหารบ่อยครั้งขึ้น

ข้อ 5 รับประทานอาหารเอร็ดร่อยทุกมื้อ



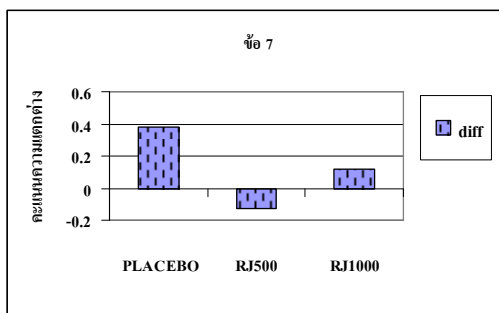
บวก หมายถึง ทานอาหารร่อยมากขึ้น
ลบ หมายถึง ทานอาหารร่อยน้อยลง

ข้อ 6 ท่านมักจะคิดหรือทำอะไรซ้ำๆ



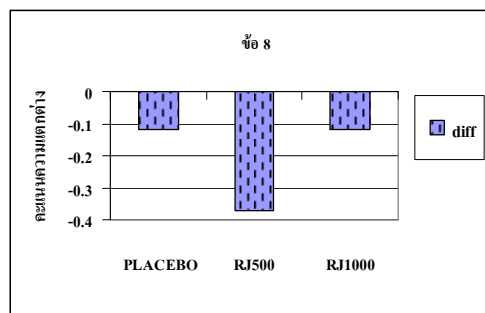
บวก หมายถึง คิดหรือทำอะไรซ้ำๆ น้อยลง
ลบ หมายถึง คิดหรือทำอะไรซ้ำๆ มากขึ้น

ข้อ 7 ท่านตื่นนอนตอนเช้าแล้วรู้สึกสดชื่น



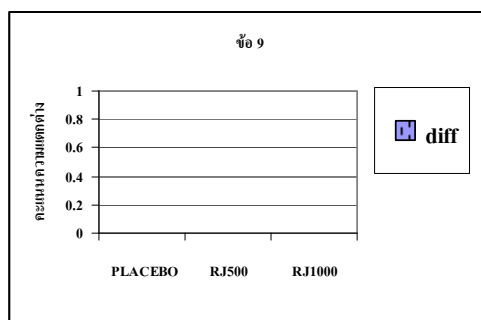
บวก หมายถึง ตื่นนอนแล้วรู้สึกสดชื่นมากขึ้น
ลบ หมายถึง ตื่นนอนแล้วรู้สึกสดชื่นน้อยลง

ข้อ 8 ท่านมีอาการซึมเศร้า อยากอยู่คนเดียว



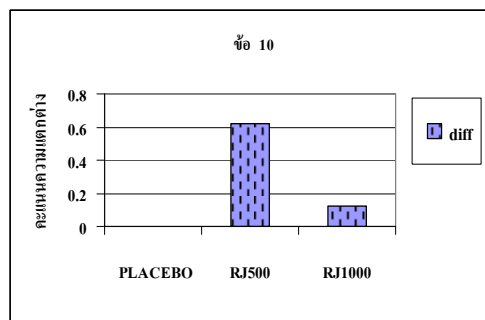
บวก หมายถึง อาการซึมเศร้าน้อยลง
ลบ หมายถึง อาการซึมเศร้ามากขึ้น

ข้อ 9 เมื่อท่านเครียดมากๆ คิดอยากทำร้ายตัวเอง



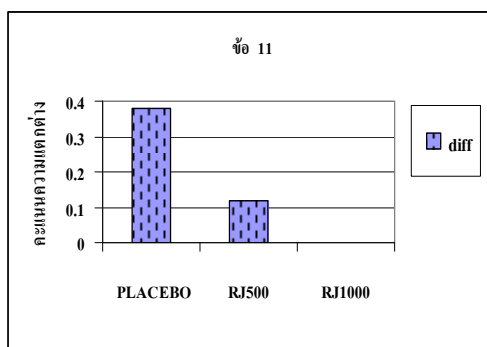
บวก หมายถึง คิดอยากทำร้ายตัวเองหรือผู้อื่น
ลบ หมายถึง ไม่คิดอยากทำร้ายตัวเองหรือผู้อื่น

ข้อ 10 นอนหลับง่าย จะหลับภายใน 10-15 นาที



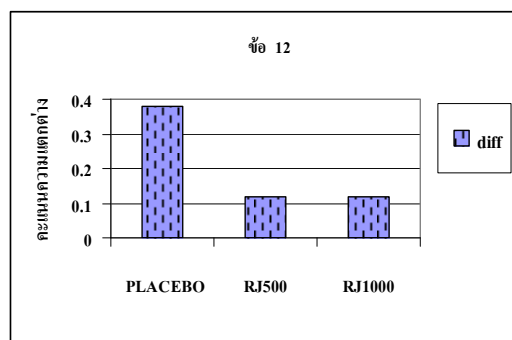
บวก หมายถึง นอนหลับง่ายมากขึ้น
ลบ หมายถึง นอนหลับยาก

ข้อ 11 เวลานอนท่านมักจะตื่นบ่อยครั้ง



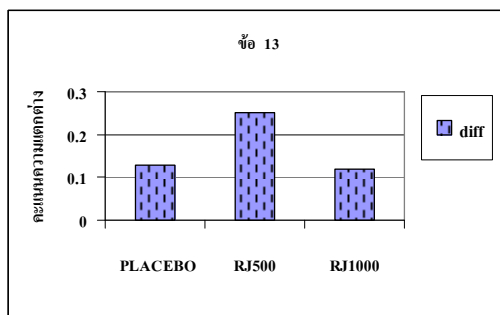
บวก หมายถึง หลับสบาย ไม่ตื่นบ่อย
ลบ หมายถึง นอนไม่หลับ ตื่นบ่อย

ข้อ 12 ท่านมีอาการอ่อนเพลีย



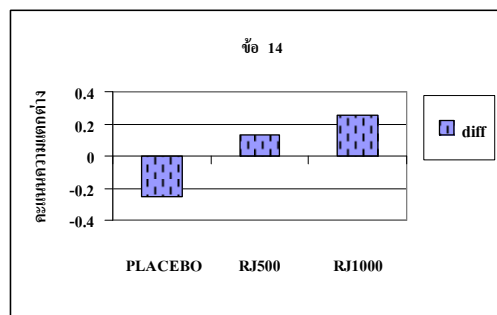
บวก หมายถึง อ่อนเพลียลดลง
ลบ หมายถึง อ่อนเพลียมากขึ้น

ข้อ 13 ท่านมีอาการปวดท้องหรือโรคกระเพาะ



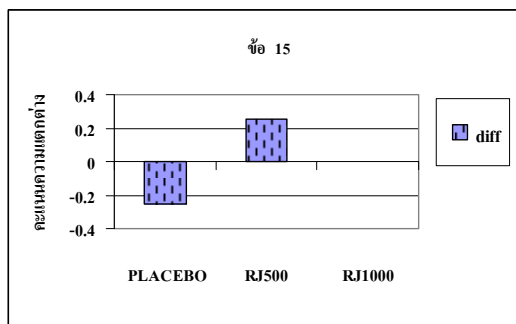
บวก หมายถึง อาการปวดท้องลดลง
ลบ หมายถึง อาการปวดท้องมากขึ้น

ข้อ 14 ท่านมีสีผิวบริเวณใบหน้าและลำตัว



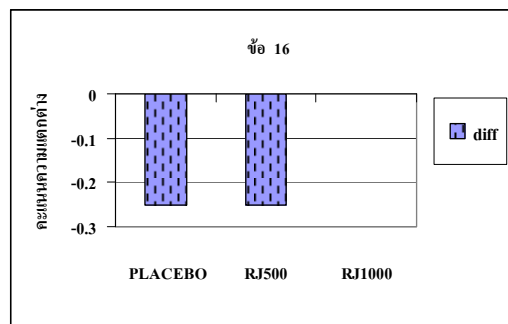
บวก หมายถึง สีผิวคลดน้อยลง
ลบ หมายถึง สีผิวเพิ่มมากขึ้น

ข้อ 15 เมื่อท่านโดนยุงหรือมกัคคจะมีอาการแพ้เป็นผื่นคัน



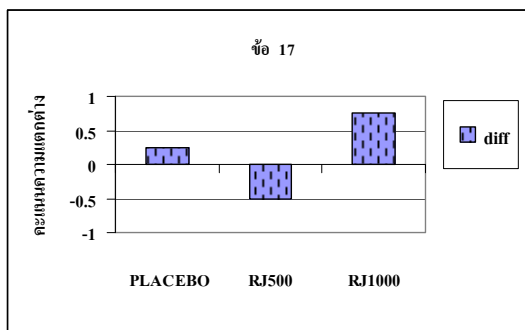
บวก หมายถึง อาการแพ้ลดลง
ลบ หมายถึง อาการแพ้เพิ่มมากขึ้น

ข้อ 16 ท่านมีอาการแพ้จากสิ่งต่างๆ เช่น แมลงอาหาร



บวก หมายถึง อาการแพ้ลดลง
ลบ หมายถึง อาการแพ้เพิ่มมากขึ้น

ข้อ 17 ท่านมีความจำและสมาธิในการอ่าน
หนังสือ



บวก หมายถึง มีความจำและสมาธิมากขึ้น

ลบ หมายถึง มีความจำและสมาธิน้อยลง

ภาคผนวก จ

วิธีการประเมินร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย

วิธีการประเมินร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินองค์ประกอบของร่างกายในส่วนของปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกาย โดยการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง

อุปกรณ์

เครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (skinfold caliper)

วิธีการปฏิบัติ

ขั้นตอนและวิธีการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นแขนด้านหลัง (triceps skinfold)

1. ให้ผู้รับการทดสอบยืนตรง หันหลังให้ผู้ทดสอบ
2. ให้ผู้รับการทดสอบงอข้อศอกข้างที่ถนัดจนท่อนแขนส่วนบน และท่อนแขนส่วนล่างตั้งฉากกัน โดยท่อนแขนส่วนบนแนบกับลำตัว และท่อนแขนส่วนล่างชี้ตรงไปข้างหน้า
3. ให้ผู้ทดสอบใช้สายวัดวัดระยะห่างระหว่างปุ่มกระดูกของกระดูกสะบักที่นูนขึ้นบริเวณหัวไหล่ด้านข้างก่อนมาทางด้านหลังกับปุ่มปลายกระดูกข้อศอก แล้วใช้ปากกาทำเครื่องหมายไว้ที่กึ่งกลางระหว่างระยะห่างดังกล่าว
4. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบปล่อยแขนข้างลำตัวอย่างผ่อนคลาย
5. ให้ผู้ทดสอบใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้ ดึงผิวหนังพร้อมไขมันใต้ผิวหนังในแนวกึ่งกลางด้านหลังของแขนเหนือเครื่องหมายที่ทำไว้ประมาณ 1 ซม. แล้วใช้เครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังหนีบไปที่เนื้อบริเวณเครื่องหมายที่กำหนดไว้ รอประมาณ 1-3 วินาที จนกระทั่งเข็มชี้สเกลนิ่งแล้วจึงอ่านค่าจากสเกล
6. ทำการวัดซ้ำข้อ 5 และข้อ 6 อีกครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยจากการวัดทั้ง 2 ครั้ง แล้วบันทึกค่าเป็นมิลลิเมตร

ขั้นตอนและวิธีการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณน่อง (calf skinfold)

1. ให้ผู้ถูกวัดนั่งบนเก้าอี้สูงประมาณ 70-75 ซม. แล้ววางเท้าขวาราบลงบนกล่องที่จัดระดับความสูงให้ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้าทำมุมฉากซึ่งกันและกัน
2. ให้ผู้ทดสอบใช้สายวัด วัดรอบน่องที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน เพื่อหาระดับที่มีเส้นรอบน่องกว้างที่สุด
3. ใช้ปากกาทำเครื่องหมายดังกล่าว
4. ให้ผู้ทดสอบใช้มือซ้ายดึงผิวหนังพร้อมไขมันใต้ผิวหนังในแนวตั้งของน่องเหนือระดับเครื่องหมายที่ทำไว้ประมาณ 1 ซม. แล้วใช้เครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่ถืออยู่ในมือข้างขวาหนีบไปที่เนื้อใต้บริเวณที่มือซ้ายจับอยู่เล็กน้อย ในระดับเดียวกับเครื่องหมายที่กำหนดไว้
5. รอประมาณ 1-3 วินาที จนกระทั่งเข็มชี้บนสเกลนิ่งแล้วจึงอ่านค่าจากสเกล
6. ทำการวัดซ้ำข้อ 5 และข้อ 6 อีกครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยจากการวัดทั้ง 2 ครั้ง แล้วบันทึกค่าเป็นมิลลิเมตร

การบันทึกคะแนน

นำค่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่วัดได้ทั้ง 2 ตำแหน่งแปลงเป็นร้อยละของไขมันสะสมในร่างกายจากสมการต่อไปนี้

เด็กผู้ชาย

ร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย = $0.735 (\text{triceps} + \text{calf}) + 1.0$ (Slaughter *et al.*, 1998)

ภาคผนวก ข

วิธีการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย
ด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

วิธีการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

1. ทำการเปิดเครื่องก่อนใช้งาน เป็นเวลาอย่างน้อย 30-60 นาที โดยเข้าสู่โปรแกรม Vmax
2. เริ่มต้นการใช้งานโดยการเปิดถังก๊าซที่ใช้ Calibrate (span1 และspan2 ถึงสีเขียว)
3. ทำการ Calibrate flow โดยนำ syringe มาตรฐาน ขนาด 3 ลิตร มาต่อกับ mass flow sensor เสียบสาย BxB เข้าไปที่ flow sensor calibration (F1) บนหน้าจอโปรแกรม Vmax ทำตามขั้นตอนจนเสร็จสิ้น จากนั้นถอด syringe ออก
4. ทำการ Calibrate standard O₂ และ standard CO₂ โดยเข้าไปที่ Metabolic/Exercise Test และกด F1 เพื่อทำการ calibrate standard O₂ และstandard CO₂ เมื่อเสร็จสิ้นแล้วให้กด F3 และถอดสาย BxB เข้าไปเสียบ บริเวณ mass flow sensor ตามเดิม
5. ทำการป้อนข้อมูลผู้ทดสอบ โดยเข้าไปที่ New study หรือไปที่ Find Patient กรณีที่ต้องการหาข้อมูลเก่าที่เคยทดสอบไว้
6. ทำการติดขั้วสัญญาณไฟฟ้า (electrode) เพื่อวัดอัตราการเต้นของหัวใจ พร้อมให้ผู้ทดสอบสวมหน้ากากที่ใช้หายใจ เพื่อให้ผู้ทดสอบหายใจเข้าออกทางเดียวผ่าน mass flow sensor ตรวจสอบอย่าให้ลมเข้าหรือออกจากหน้ากากทางอื่น
7. เข้าไปที่ Exercise /Metabolic Test จากนั้นเลือก protocol ที่ต้องการจะศึกษา โดย protocol ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดเอง ซึ่งเป็นแบบ Incremental exercise test ทดสอบ โดยใช้ความเร็วเริ่มต้นที่ 5 กม/ชม เป็นเวลา 4 นาที เพื่ออบอุ่นร่างกาย หลังจากนั้นเพิ่มความเร็วขึ้นนาทีละ 1 กม/ชม แบบ Ramp protocol จนกระทั่งผู้ทดสอบไม่สามารถที่จะปฏิบัติต่อไปได้ เพื่อทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์

8. นำค่า $F_{I}O_2$ $F_{E}O_2$ $F_{I}CO_2$ และ $F_{E}CO_2$ ที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ มาคำนวณในสมการต่อไปนี

$$\%O_{2I} = F_{I}O_2 * 100$$

$$\%O_{2E.S} = F_{E}O_2 * 100$$

$$\%CO_{2I} = F_{I}CO_2 * 100$$

$$\%CO_{2E.S} = F_{E}CO_2 * 100$$

9. ทำการคำนวณหาปริมาณการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ดังแสดงในภาคผนวก ซ

10. ทำการหาแอนแอโรบิกเทรสโพลต์ ดังแสดงในภาคผนวก ฉ

หมายเหตุ เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบให้ปิดถังก๊าซให้สนิทพร้อมทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเช่น หน้ากาก mass flow sensor และ nose clip กรณีที่ต้องการจะทำการทดสอบคนต่อไป ให้กลับไปทำตามขั้นตอนในข้อ 2 ใหม่อีกครั้ง

อุปกรณ์และกระบวนการทดสอบ แสดงดังภาพต่อไปนี้



ภาพผนวกที่ ข1 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซและตู้กล



ภาพผนวกที่ ข2 อุปกรณ์สำหรับขั้นตอนการ Calibrate Flow



ภาพผนวกที่ ข3 ป้อนข้อมูลผู้เข้ารับการทดสอบ



ภาพผนวกที่ ข4 แสดงการติดอิเล็กโทรด เพื่อติดตามคลื่นไฟฟ้าหัวใจ



ภาพผนวกที่ ข5 ผู้ทดสอบสวมหน้ากากที่ใช้หายใจ



ภาพผนวกที่ ข6 แสดงการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

ภาคผนวก ข

วิธีการกำหนดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

วิธีการคำนวณหาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

1. คำนวณปริมาณการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายโดยวิธีการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซจากสมการดังต่อไปนี้ (Apasara, 1987)

$$V_{E,STPD} = V_{E,ATPS} @ * \frac{273}{(273 + T_A)} * \frac{(P_A - P_{H_2O,TA})}{760}$$

$$\%O_{2E,D} = \%O_{2E,S} * \frac{760}{(P_A - P_{H_2O,TM})}$$

$$\%CO_{2E,D} = \%CO_{2E,S} * \frac{760}{(P_A - P_{H_2O,TM})}$$

$$\%O_{2I,D} = \%O_{2I} * \frac{760}{[P_A - (P_{H_2O,TA} * \%RH_A / 100)]}$$

$$\%CO_{2I,D} = \%CO_{2I} * \frac{760}{[P_A - (P_{H_2O,TA} * \%RH_A / 100)]}$$

$$V_{I,STPD} = V_{E,STPD} * \frac{(100 - \%O_{2E,D} - \%CO_{2E,D})}{(100 - \%O_{2I,D} - \%CO_{2I,D})}$$

$$V_{O_2} = (V_{I,STPD} * \%O_{2I,D} / 100) - (V_{E,STPD} * \%O_{2E,D} / 100)$$

$$V_{CO_2} = (V_{E,STPD} * \%CO_{2E,D} / 100) - (V_{I,STPD} * \%CO_{2I,D} / 100)$$

เมื่อ V_{O_2} = volume of oxygen consumption (L.min⁻¹)

ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ไป (ลิตรต่อนาที)

V_{CO_2} = volume of carbon dioxide production (L.min⁻¹)

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกผลิตขึ้น (ลิตรต่อนาที)

V_I = volume of air inspired (L.min⁻¹) ปริมาณอากาศที่หายใจเข้า

V_E = minute ventilation (L.min⁻¹) การระบายอากาศของปอด ซึ่งเป็นผลคูณระหว่างอัตราการหายใจกับปริมาณอากาศที่หายใจเข้าออกใน 1 นาที

$\%O_{2E}$ = percent of oxygen in expired air

ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนที่หายใจออก

$\%CO_{2E}$ = percent of carbon dioxide in expired air

ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่หายใจออก

$\%O_{2I}$ = percent of oxygen in inspired air

ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนที่หายใจเข้า มีค่าเท่ากับ 20.93%

$\%CO_{2I}$ = percent of carbon dioxide in inspired air

ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่หายใจเข้ามีค่าเท่ากับ 0.03%

ตัวอักษรย่อ

D = dry (0 % RH)

S = saturated with water (100% RH)

E = expired air

I = inspired air

STPD = standard temperature (0 °C) and pressure (760 mmHg), dry

ATPS = ambient temperature (T_A °C) in atmospheric pressure (P_A mmHg) and saturated with water vapor

$\%RH_A$ = percent of ambient relative humidity

T_A = ambient temperature

P_{H_2O} = water vapor pressure at different temperature

P_A = atmospheric pressure

T_M = temperature at sampling site

ตารางผนวกที่ ๑1 vapor pressure of water at different temperatures

°C	PH ₂ O (mmHg)
20	18
21	19
22	20
23	21
24	22
25	24
26	25
27	27
28	28
29	30
30	32
31	34
32	35
33	38
34	40
35	42
36	45
37	47
38	50
39	52
40	55

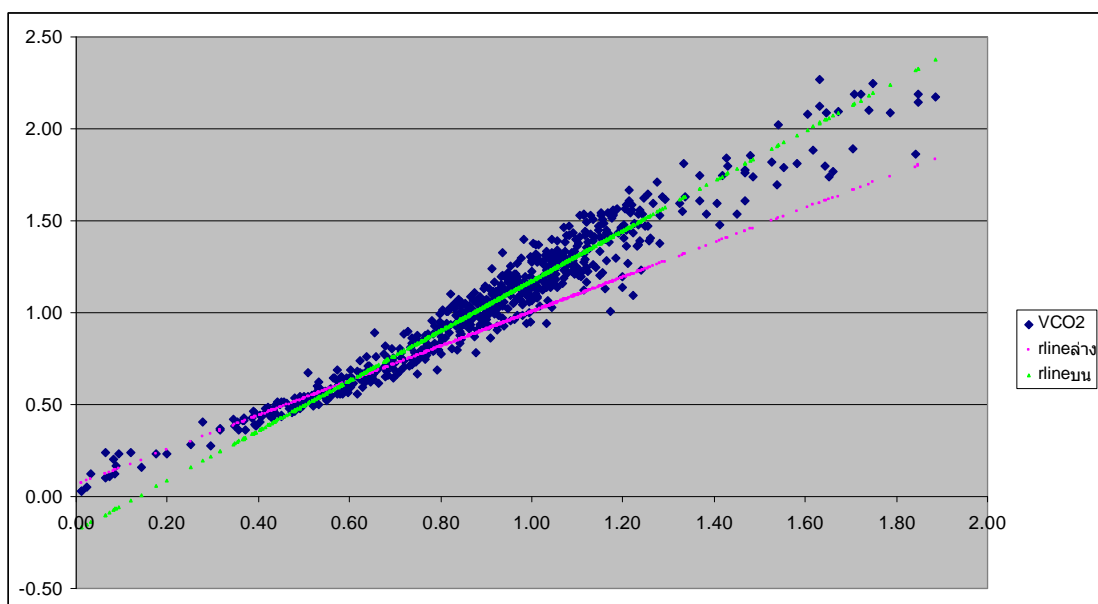
2. นำค่า V_{O₂} จากการทดสอบขณะออกกำลังกายที่มีค่าสูงสุด 10 ค่า มาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นค่าของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Appendix, n.d.)

ภาคผนวก ฉ

วิธีการหาแอนแอโรบิคเทรสโวลต์

วิธีการหาแอนแอโรบิกเทรสโพลด์

1. นำค่า $\dot{V}O_2$ และ $\dot{V}CO_2$ ที่ได้จากการคำนวณมาทำเป็นแผนภูมิกระจายใช้เปรียบเทียบค่าที่เข้าคู่กัน (XY plot)
2. หาสมการเชิงเส้นตรงของข้อมูลช่วงล่างก่อนที่ความสัมพันธ์ของค่าที่เข้าคู่กันจะไม่เป็นเส้นตรง และสมการเชิงเส้นตรงของข้อมูลช่วงบนหลังจากความสัมพันธ์ของค่าที่เข้าคู่กันจะไม่เป็นเส้นตรง
3. เพิ่มเส้นตรงที่ได้จากสมการเชิงเส้นตรงมาแสดงในแผนภูมิกระจายใช้เปรียบเทียบค่าที่เข้าคู่กัน
4. จุดตัดระหว่างเส้นทั้ง 2 เส้น เรียกว่า แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ดังภาพ



ภาพผนวกที่ ๓1 แสดงแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ที่เกิดขึ้นจากจุดตัดระหว่าง $\dot{V}O_2$ และ $\dot{V}CO_2$

ภาคผนวก ญ

ค่าสถิติของน้ำหนักตัว ร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย มวลปราศจากไขมันในร่างกาย
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และแอนแอโรบิกเทรสโฮลด์

ตารางผนวกที่ ๑๑ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ก่อนได้รับสิ่งทดลอง ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>อายุ</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.066	2	0.033		
				0.104	0.902
ภายในกลุ่ม	6.634	21	0.316		
รวม	6.700	23			
<u>น้ำหนักตัว</u>					
ระหว่างกลุ่ม	10.583	2	5.292		
				0.095	0.910
ภายในกลุ่ม	1173.375	21	55.875		
รวม	1183.958	23			
<u>ส่วนสูง</u>					
ระหว่างกลุ่ม	18.083	2	9.042		
				0.161	0.852
ภายในกลุ่ม	1177.750	21	56.083		
รวม	1195.833	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>น้ำหนักตัว</u>					
ระหว่างสมาชิก	3062.093	23	158.051		
วิธีการทดลอง	27.050	2	13.525	0.094	0.911
สมาชิก	3035.043	21	144.526		
ภายในสมาชิก	132.093	48	11.901		
ระยะเวลาการทดลอง	7.340	2	3.670	1.519	0.231
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลอง					
และระยะเวลาการทดลอง	23.255	4	5.814	2.406	0.065
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก					
และระยะเวลาการทดลอง	101.498	42	2.417		
รวม	3194.186	71	169.952		

$P < 0.05$ ($F_{4, 42} = 2.61$)

ตารางผนวกที่ ๓ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
กลุ่ม PLACEBO					
ระหว่างสมาชิก	1339.478	7	21.634		
ภายในสมาชิก	63.92	16	8.236		
ระยะเวลาการทดลอง	8.563	2	4.282	1.083	0.365
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	55.357	14	3.954		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	1403.398	23	29.87		
กลุ่ม RJ500					
ระหว่างสมาชิก	882.600	7	126.086		
ภายในสมาชิก	43.74	16	4.288		
ระยะเวลาการทดลอง	2.716	2	1.358	0.463	0.638
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	41.024	14	2.930		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	926.34	23	130.374		
กลุ่ม RJ1000					
ระหว่างสมาชิก	812.965	7	116.138		
ภายในสมาชิก	24.434	16	10.024		
ระยะเวลาการทดลอง	19.316	2	9.658	26.421	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	5.118	14	0.366		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	837.399	23	126.162		

$P < 0.05$ ($F_{2,14} = 3.74$)

ตารางผนวกที่ ๓๔ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่ง
ทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์
ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>ก่อนได้รับสิ่งทดลอง</u>					
ระหว่างกลุ่ม	4.083	2	2.042		
				0.39	0.962
ภายในกลุ่ม	1109.750	21	52.854		
รวม	1113.833	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	36.521	2	18.260		
				0.377	0.691
ภายในกลุ่ม	1018.313	21	48.491		
รวม	1054.833	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	9.701	2	4.850		
				0.101	0.940
ภายในกลุ่ม	1008.479	21	48.023		
รวม	1018.180	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๕ การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>ร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย</u>					
ระหว่างสมาชิก	473.656	23	27.745		
วิธีการทดลอง	11.472	2	5.736	0.261	0.773
สมาชิก	462.184	21	22.009		
ภายในสมาชิก	78.562	48	13.447		
ระยะเวลาการทดลอง	20.333	2	11.807	7.477	0.002*
<u>ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลอง</u>					
และระยะเวลาการทดลอง	1.119	4	0.280	0.206	0.934
<u>ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก</u>					
และระยะเวลาการทดลอง	57.110	42	1.360		
รวม	552.218	71	41.192		

$P < 0.05$ ($F_{4, 42} = 2.61$)

ตารางผนวกที่ ๖ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของร้อยละของไขมันสะสมในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
กลุ่ม PLACEBO					
ระหว่างสมาชิก	151.436	7	21.634		
ภายในสมาชิก	22.347	16	4.125		
ระยะเวลาการทดลอง	5.901	2	2.950	2.512	0.117
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	16.446	14	1.175		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	173.783	23	25.759		
กลุ่ม RJ500					
ระหว่างสมาชิก	142.145	7	20.306		
ภายในสมาชิก	31.321	16	5.743		
ระยะเวลาการทดลอง	8.180	2	4.090	2.475	0.120
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	23.141	14	1.653		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	173.466	23	26.049		
กลุ่ม RJ1000					
ระหว่างสมาชิก	168.602	7	24.086		
ภายในสมาชิก	24.894	16	4.938		
ระยะเวลาการทดลอง	7.371	2	3.686	2.945	0.086
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	17.523	14	1.252		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	193.496	23	29.024		

$P < 0.05$ ($F_{2,14} = 3.74$)

ตารางผนวกที่ ๗ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของร้อยละของไขมันสะสม
ในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับ
สิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>ก่อนได้รับสิ่งทดลอง</u>					
ระหว่างกลุ่ม	3.251	2	0.162		
				0.195	0.824
ภายในกลุ่ม	174.950	21	8.331		
รวม	178.201	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	4.558	2	2.279		
				0.279	0.760
ภายในกลุ่ม	171.753	21	8.179		
รวม	176.311	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	4.783	2	2.392		
				0.291	0.750
ภายในกลุ่ม	172.590	21	8.219		
รวม	177.373	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๘ การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของมวลปราศจากไขมันในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>มวลปราศจากไขมันในร่างกาย</u>					
ระหว่างสมาชิก	2146.135	23	105.28		
วิธีการทดลอง	6.816	2	3.408	0.033	0.967
สมาชิก	2139.319	21	101.872		
ภายในสมาชิก	106.737	48	8.478		
ระยะเวลาการทดลอง	3.712	2	1.856	0.922	0.406
<u>ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลอง</u>					
และระยะเวลาการทดลอง	18.434	4	4.608	2.288	0.076
<u>ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก</u>					
และระยะเวลาการทดลอง	84.591	42	2.014		
รวม	2252.872	71	113.758		

$P < 0.05$ ($F_{4, 42} = 2.61$)

ตารางผนวกที่ ๙ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของมวลปราศจากไขมันในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
กลุ่ม PLACEBO					
ระหว่างสมาชิก	1055.529	7	150.790		
ภายในสมาชิก	51.411	16	4.32		
ระยะเวลาการทดลอง	1.512	2	0.756	0.212	0.811
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	49.899	14	3.564		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	1106.94	23	155.11		
กลุ่ม RJ500					
ระหว่างสมาชิก	640.361	7	91.480		
ภายในสมาชิก	24.862	16	2.672		
ระยะเวลาการทดลอง	2.090	2	1.045	0.643	0.541
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	22.772	14	1.627		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	665.223	23	94.152		
กลุ่ม RJ1000					
ระหว่างสมาชิก	443.621	7	63.374		
ภายในสมาชิก	29.373	16	10.064		
ระยะเวลาการทดลอง	18.588	2	9.294	12.064	0.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	10.785	14	0.770		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	472.994	23	73.438		

$P < 0.05$ ($F_{2,14} = 3.74$)

ตารางผนวกที่ ๑๐ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของร้อยละของมวลปราศจากไขมันในร่างกาย ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>ก่อนได้รับสิ่งทดลอง</u>					
ระหว่างกลุ่ม	6.136	2	3.068		
				0.087	0.917
ภายในกลุ่ม	737.442	21	35.116		
รวม	743.578	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	16.253	2	8.127		
				0.224	0.801
ภายในกลุ่ม	761.584	21	36.266		
รวม	777.838	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	2.860	2	1.430		
				0.041	0.960
ภายในกลุ่ม	724.883	21	34.518		
รวม	727.743	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๑๑ การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด					
ระหว่างสมาชิก	18.898	23	1.359		
วิธีการทดลอง	1.013	2	0.507	0.595	0.561
สมาชิก	17.885	21	0.852		
ภายในสมาชิก	8.023	48	3.280		
ระยะเวลาการทดลอง	6.305	2	3.153	98.783	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลอง					
และระยะเวลาการทดลอง	0.378	4	0.095	2.964	0.030*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก					
และระยะเวลาการทดลอง	1.340	42	0.032		
รวม	26.921	71	4.639		

$P < 0.05$ ($F_{4, 42} = 2.61$)

ตารางผนวกที่ ๑๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของ
 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่ง
 ทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง
 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>กลุ่ม PLACEBO</u>					
ระหว่างสมาชิก	4.557	7	0.651		
ภายในสมาชิก	1.327	16	0.496		
ระยะเวลาการทดลอง	0.982	2	0.491	19.935	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการทดลอง	0.345	14	0.025		
รวม	5.884	23	1.147		
<u>กลุ่ม RJ500</u>					
ระหว่างสมาชิก	5.822	7	0.832		
ภายในสมาชิก	2.755	16	1.185		
ระยะเวลาการทดลอง	2.305	2	1.153	35.860	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการทดลอง	0.450	14	0.032		
รวม	8.577	23	2.017		
<u>กลุ่ม RJ1000</u>					
ระหว่างสมาชิก	7.506	7	1.072		
ภายในสมาชิก	3.942	16	1.707		
ระยะเวลาการทดลอง	3.396	2	1.698	43.578	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการทดลอง	0.546	14	0.039		
รวม	11.448	23	2.779		

$P < 0.05$ ($F_{2,14} = 3.74$)

ตารางผนวกที่ ๑๓ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>ก่อนได้รับสิ่งทดลอง</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.010	2	0.005		
				0.021	0.979
ภายในกลุ่ม	4.953	21	0.225		
รวม	4.953	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.610	2	0.305		
				1.009	0.382
ภายในกลุ่ม	6.352	21	0.302		
รวม	6.962	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.771	2	0.386		
				1.021	0.377
ภายในกลุ่ม	7.931	21	0.378		
รวม	8.702	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๑๔ การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว					
ระหว่างสมาชิก	1637.130	23	195.279		
วิธีการทดลอง	259.339	2	129.670	1.976	0.164
สมาชิก	1377.791	21	65.609		
ภายในสมาชิก	2731.723	48	1103.740		
ระยะเวลาการทดลอง	2131.014	2	1065.507	90.422	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลอง					
และระยะเวลาการทดลอง	105.794	4	26.449	2.245	0.080
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก					
และระยะเวลาการทดลอง	494.915	42	11.784		
รวม	4368.853	71	1299.019		

$P < 0.05$ ($F_{4, 42} = 2.61$)

ตารางผนวกที่ ๑๕ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของ
 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง
 เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่ม
 ตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>กลุ่ม PLACEBO</u>					
ระหว่างสมาชิก	597.505	7	85.358		
ภายในสมาชิก	1289.737	16	568.706		
ระยะเวลาการทดลอง	1112.024	2	556.012	43.802	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	177.713	14	12.694		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	1887.242	23	654.064		
<u>กลุ่ม RJ500</u>					
ระหว่างสมาชิก	444.098	7	63.443		
ภายในสมาชิก	927.873	16	350.139		
ระยะเวลาการทดลอง	755.679	2	337.839	30.720	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	172.194	14	12.300		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	1371.971	23	413.582		
<u>กลุ่ม RJ1000</u>					
ระหว่างสมาชิก	336.188	7	48.027		
ภายในสมาชิก	514.113	16	194.911		
ระยะเวลาการทดลอง	369.105	2	184.553	17.818	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	145.008	14	10.358		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	850.301	23	242.938		

$P < 0.05$ ($F_{2,14} = 3.74$)

ตารางผนวกที่ ๑๖ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่าง กลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>ก่อนได้รับสิ่งทดลอง</u>					
ระหว่างกลุ่ม	2.529	2	1.265		
				0.058	0.944
ภายในกลุ่ม	456.085	21	21.718		
รวม	458.614	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	153.453	2	76.727		
				2.774	0.085
ภายในกลุ่ม	580.795	21	27.657		
รวม	734.248	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	204.151	2	104.576		
				1.021	0.377
ภายในกลุ่ม	835.826	21	39.801		
รวม	1044.977	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๑๗ การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิก เทรสโสลด์ ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>แอนแอโรบิกเทรสโสลด์</u>					
ระหว่างสมาชิก	6.868	23	0.551		
วิธีการทดลอง	0.493	2	0.247	0.812	0.457
สมาชิก	6.375	21	0.304		
ภายในสมาชิก	7.475	48	1.506		
ระยะเวลาการทดลอง	2.781	2	1.391	31.006	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลอง					
และระยะเวลาการทดลอง	2.810	4	0.070	1.565	0.201
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก					
และระยะเวลาการทดลอง	1.884	42	0.045		
รวม	14.343	71	2.057		

$P < 0.05$ ($F_{4, 42} = 2.61$)

ตารางผนวกที่ ๑๘ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของแอนแอโรบิกเทรสโพลด์ ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
กลุ่ม PLACEBO					
ระหว่างสมาชิก	1.920	7	0.274		
ภายในสมาชิก	1.296	16	0.305		
ระยะเวลาการทดลอง	0.496	2	0.248	4.341	0.034*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	0.800	14	0.057		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	3.216	23	0.579		
กลุ่ม RJ500					
ระหว่างสมาชิก	1.613	7	0.230		
ภายในสมาชิก	2.017	16	0.666		
ระยะเวลาการทดลอง	1.217	2	0.609	10.656	0.002*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	0.800	14	0.057		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	3.630	23	0.896		
กลุ่ม RJ1000					
ระหว่างสมาชิก	2.842	7	0.406		
ภายในสมาชิก	1.633	16	0.699		
ระยะเวลาการทดลอง	1.349	2	0.674	33.198	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	0.284	14		0.020	
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	3.475	23	1.005		

$P < 0.05$ ($F_{2,14} = 3.74$)

ตารางผนวกที่ ๑๙ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิกเทรส
โหดค์ ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่ง
ทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>ก่อนได้รับสิ่งทดลอง</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.007	2	0.003		
				0.370	0.964
ภายในกลุ่ม	1.921	21	0.091		
รวม	1.928	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.638	2	0.319		
				2.144	0.142
ภายในกลุ่ม	3.125	21	0.149		
รวม	3.763	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.129	2	0.065		
				0.422	0.661
ภายในกลุ่ม	3.213	21	0.153		
รวม	3.342	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๒๐ การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของแอนแอโรบิก
เทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4
สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>แอนแอโรบิกเทรสโพลด์ต่อน้ำหนักตัว</u>					
ระหว่างสมาชิก	1050.903	23	114.012		
วิธีการทดลอง	141.406	2	70.703	1.633	0.219
สมาชิก	909.497	21	43.309		
ภายในสมาชิก	1662.339	48	446.407		
ระยะเวลาการทดลอง	803.518	2	401.759	22.444	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลอง					
และระยะเวลาการทดลอง	106.987	4	26.747	1.494	0.221
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก					
และระยะเวลาการทดลอง	751.834	42	17.901		
รวม	2713.242	71	1586.419		

$P < 0.05$ ($F_{4,42} = 2.61$)

ตารางผนวกที่ ๒๑ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของแอนแอโรบิกเทรสโสมด์
 ต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และ
 เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
กลุ่ม PLACEBO					
ระหว่างสมาชิก	203.394	7	29.056		
ภายในสมาชิก	195.254	16	99.804		
ระยะเวลาการทดลอง	155.334	2	77.667	3.508	0.058
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	39.920	14	22.137		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	398.648	23	128.860		
กลุ่ม RJ500					
ระหว่างสมาชิก	387.411	7	55.344		
ภายในสมาชิก	613.484	16	196.097		
ระยะเวลาการทดลอง	355.312	2	177.656	9.634	0.002*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	258.172	14	18.441		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	1,000.895	23	251.441		
กลุ่ม RJ1000					
ระหว่างสมาชิก	318.693	7	45.528		
ภายในสมาชิก	583.601	16	213.044		
ระยะเวลาการทดลอง	399.859	2	199.920	15.233	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก	183.742	14	13.124		
และระยะเวลาการทดลอง					
รวม	902.294	23	258.572		

$P < 0.05$ ($F_{2, 14} = 3.74$)

ตารางผนวกที่ ๒๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเฉลี่ยของแอนเอโรบิกเทรส โสลดต์ต่อน้ำหนักตัว ก่อนได้รับสิ่งทดลอง เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์ และเมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่าง กลุ่ม PLACEBO กลุ่ม RJ500 และกลุ่ม RJ1000

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>ก่อนได้รับสิ่งทดลอง</u>					
ระหว่างกลุ่ม	3.255	2	1.627		
				0.071	0.932
ภายในกลุ่ม	482.856	21	22.993		
รวม	486.111	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 4 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	219.804	2	109.902		
				3.160	0.063
ภายในกลุ่ม	703.349	21	34.779		
รวม	950.153	23			
<u>เมื่อได้รับสิ่งทดลอง 8 สัปดาห์</u>					
ระหว่างกลุ่ม	25.335	2	12.668		
				0.594	0.561
ภายในกลุ่ม	443.127	21	21.339		
รวม	473.462	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุมนา วรรณษ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	10 มีนาคม 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดสมุทรสาคร
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2547 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ศึกษาศาสตร์- พลศึกษา) เกียรตินิยมอันดับ 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์