

ผลของความหนักในการออกกำลังกายต่อระดับสารต้านอนุมูลอิสระในพลาสมา

The Effect of Exercise Intensities on Plasma Antioxidant Level

ปรียาลักษณ์ โคโนงบัว^{1*} สราวุธ อินทรพงษ์² และ ผกาพร ธนปรีสุทธิ³

Preeyalak konongbua^{1*}, Sarawut Intrapong² and Pakaporn Tanaparisuti³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลาง และความหนักสูงต่อระดับของสารต้านอนุมูลอิสระในรูป TAC กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตหญิงจากมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง จำนวน 30 คน สุขภาพแข็งแรง และไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำมาก่อน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน คือ 1) กลุ่มควบคุม ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันปกติ 2) กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโปรแกรมออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง และ 3) กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโปรแกรมออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง ทั้งนี้กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ จากนั้นทำการทดสอบหาระดับสารต้านอนุมูลอิสระ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 2 มีระดับสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มทดลองที่ 1 มีแนวโน้มของระดับสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น มากกว่ากลุ่มควบคุม

ผลการทดลองพบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ กระตุ้นให้มีการเพิ่มขึ้นของระดับสารต้านอนุมูลอิสระในเลือด

คำสำคัญ : สารต้านอนุมูลอิสระ

¹ อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดพัทลุง 93110

² อาจารย์ คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดพัทลุง 93110

³ นักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดพัทลุง 93110

* Corresponding author: โทรศัพท์/โทรสาร 074-693992 Email-ole238@hotmail.com

Abstract

This study was undertaken to investigate the effect of moderate intensity exercise and high intensity exercise on total antioxidant capacity (TAC) level. Studied subjects included 30 healthy women from Thaksin University, Phattalung Campus, who had not been engaged in regular aerobic exercise. Subjects were divided into 3 groups: 1) the control group (n = 10) was assigned to perform regular activities; 2) the experimental group I (n = 10) was trained with a moderate intensity exercise program; and 3) the experimental group II (n = 10) was trained with a high intensity exercise program. The training regime for both experimental groups I and II was conducted 3 days per week for a period of 10 weeks. The plasma levels of TAC was then measured at the end of the training period.

Results showed that there were a significant increase of the TCA level among subjects from the experimental group II when compared to the control group (both $p < 0.05$). Subjects from the experimental group I also tended to have an increased level of TAC when compared to the control group.

The present study demonstrates that a regular aerobic exercise over the 10 week period can increase the TAC level. This study provides evidence supporting the importance of the aerobic exercise.

Keywords : Total Antioxidant Capacity (TAC)

คำนำ

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นการออกกำลังกาย ที่มีผลต่อการพัฒนาของระบบหัวใจและหลอดเลือดและป้องกันอันตรายเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบหัวใจและหลอดเลือดได้ ซึ่งการออกกำลังกายแบบแอโรบิกนี้ ทำให้มีการเพิ่มของอัตราการใช้ออกซิเจนในร่างกายสูงมากขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของกล้ามเนื้อลาย ออกซิเจนเกือบทั้งหมดจะถูกใช้ในการสร้าง ATP ในไมโทคอนเดรีย โดยออกซิเจนส่วนหนึ่งจะเกิดเป็นอนุมูลอิสระในระหว่างมีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนไปยังโมเลกุลของน้ำในกระบวนการลูกโซ่ขนส่งอิเล็กตรอน (electron transport chain) ดังนั้นยังมีการใช้ออกซิเจนในไมโทคอนเดรียมากขึ้นเท่าใด ก็จะส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระมากขึ้น ถึงแม้มนุษย์เราจะมีระบบการต้านอนุมูลอิสระซึ่งสามารถควบคุมการเกิดขึ้นของอนุมูลอิสระเพื่อลดการทำลายเซลล์ในร่างกายได้ แต่พบว่าการออกกำลังกายทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างระดับของอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายได้ และ

เมื่อร่างกายไม่สามารถกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด จะส่งผลให้เกิดภาวะ oxidative stress และนำไปสู่การทำลายสมดุลของระบบต่างๆภายในร่างกาย โดยการทำลายองค์ประกอบหลักของเซลล์ [1]

แต่อย่างไรก็ตามการออกกำลังกายที่มีความสม่ำเสมอ หรือโปรแกรมการฝึกการออกกำลังกาย (training) อาจมีผลให้ร่างกายมีการปรับตัวสร้างสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นต่อเซลล์ซึ่งส่งผลดีต่อร่างกาย ดังการศึกษาของ Robertson *et al.* [2] พบว่านักวิ่งที่มีการฝึกซ้อมแบบทนทานทั้งการฝึกซ้อมในระดับต่ำ (16-43 กิโลเมตรต่อสัปดาห์) และระดับสูง (80-147 กิโลเมตรต่อสัปดาห์) มีระดับ glutathione ในเม็ดเลือดแดงสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สอดคล้องกันกับ Brites *et al.* [3] พบว่านักกีฬาฟุตบอลที่เข้าร่วมโปรแกรมฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอ สัปดาห์ละ 20 ชั่วโมง อย่างน้อย 1 ปี ทำให้สารต้านอนุมูลอิสระในพลาสมาเพิ่มขึ้น

หทัยกาญจน์ [4] ศึกษาผลของการออกกำลังกาย

โดยเล่นฟุตบอล เต้นแอโรบิก แบดมินตัน และวิ่ง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ามีค่า TAC (total antioxidant capacity) ซึ่งบ่งชี้ระดับสารต้านอนุมูลอิสระในพลาสมาเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับ Sukontachaya [5] ซึ่งได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายที่มีต่อระดับของสารต้านอนุมูลอิสระในผู้สูงอายุ โดยให้ทำการออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานที่ระดับความหนัก 70% ของอัตราสำรองการเต้นหัวใจสูงสุด (heart rate reserve) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าค่า TAC เพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ในรายงานผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทนทานในระดับความหนักสูง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยการวิ่งที่ 80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (maximum heart rate) เป็นเวลา 60 นาที พบว่ามีผลเพิ่มระดับ superoxide dismutase และ glutathione peroxidase ในทางตรงข้าม Tiidus *et al.* [6] พบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดยการปั่นจักรยาน ที่ระดับความหนัก ปานกลางคือ 70% ของอัตราการจับออกซิเจนสูงสุด เป็นเวลา 35 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อระดับสารต้านอนุมูลอิสระในกล้ามเนื้อ รวมทั้ง Dernbach *et al.* [7] พบว่าการฝึกซ้อมกีฬาพายเรือที่ความหนักสูงคือ 70% ของอัตราการจับออกซิเจนสูงสุด เป็นเวลา 65 นาที และมากกว่าหรือเท่ากับ 90% ของอัตราการจับออกซิเจนสูงสุด เป็นเวลา 38 นาที รวมระยะเวลา 4 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อการเกิดภาวะ oxidative stress

จากโปรแกรมการออกกำลังกายซึ่งส่งผลให้ร่างกายมีการปรับตัวในการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นนั้นยังมีข้อขัดแย้งกันอยู่บ้าง อันเนื่องมาจากรูปแบบการออกกำลังกาย ความหนัก และระยะเวลาในการออกกำลังกาย รวมถึงตัวบ่งชี้ถึงระดับสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย และยังไม่แน่ชัดว่า ระดับความหนักในโปรแกรมการออกกำลังกายควรอยู่ในระดับใดจึงจะเหมาะสม และส่งผลดีต่อร่างกายมากที่สุด ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของความหนักในการออกกำลังกายที่มีต่อระดับของสารต้านอนุมูลอิสระ

อุปกรณ์และวิธีการ

กลุ่มประชากร

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตระดับปริญญาตรี เพศหญิง มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ในปีการศึกษา 2550 ที่มีอายุ 19-21 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์คัดเข้า

1. นิสิตที่มีอายุ 19-21 ปี มีสุขภาพแข็งแรง
2. ในช่วงระยะเวลา 2 เดือนก่อนเข้าร่วมงานวิจัยไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายเป็นประจำสม่ำเสมอ คือมากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละไม่ต่ำกว่า 30 นาที

3. ในช่วงระยะเวลา 2 เดือนก่อนเข้าร่วมงานวิจัยไม่ได้รับอาหารเสริม หรือวิตามินใดๆ ที่อยู่ในกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระ และไม่มีพฤติกรรมสูบบุหรี่ หรือ ดื่มเหล้าต่อเนื่อง

4. อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของการกีฬาแห่งประเทศไทย โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 35.6-41.8 มล./นาที/กก. [8]

เกณฑ์คัดออก

1. มีประวัติความเจ็บป่วยของระบบหายใจ และไหลเวียนเลือด ระบบกล้ามเนื้อ รวมทั้งโรคใดๆ ก่อนหน้าการทดลองในระยะเวลา 6 เดือน และมีความผิดปกติเรื้อรัง เช่น โรคไต หัวใจ ไขมัน เป็นต้น

2. มีความผิดปกติ เช่น ใจสั่น หน้ามืด เป็นลมก่อนและขณะทำการวิจัย หรืออัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเริ่มออกกำลังกาย

3. ในระหว่างการวิจัย ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับอาหารเสริม หรือวิตามินใดๆ ที่อยู่ในกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระ มีพฤติกรรมสูบบุหรี่ หรือ ดื่มเหล้า

4. ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีความประสงค์ขอยกเลิกการวิจัยด้วยตนเอง

การวิจัยมีขั้นตอนการได้มาของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. นัดประชุมนิสิตระดับปริญญาตรี เพศหญิง ใน

มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ซึ่งแจ้งโครงการวิจัย และประกาศรับสมัคร นิสิตที่มีคุณสมบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

2. นำอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้มาสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยวิธีการจับสลากเพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เข้าร่วมดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรมออกกำลังกายที่มีความหนักปานกลาง และโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีความหนักสูงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยศึกษาหลักการของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก [9]

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ กระทรวงสาธารณสุข โดยมีขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. อธิบายแผนการวิจัย ข้อตกลงในการเข้าร่วมโครงการวิจัย และเซ็นใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

1.1 ทำการชั่งน้ำหนัก ส่วนสูง เพอร์เซ็นต์ไขมันร่างกาย วัดความดันโลหิต และชีพจรในขณะที่พักของกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ทำการเจาะเลือดทดสอบค่าระดับของสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ของกลุ่มตัวอย่าง

1.3 นำค่าระดับของสารต้านอนุมูลอิสระในพลาสมา (TAC) มาแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มละ 10 คน โดยวิธีจัดเข้ากลุ่ม (randomly assignment) คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมประกอบกิจวัตรประจำวันตามปกติไม่ได้รับโปรแกรมการฝึกใดๆ

กลุ่มที่ 2 ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง คือ 65-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

กลุ่มที่ 3 ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง คือ 80-85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

2. เข้าโปรแกรมการฝึกโดยทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ คือวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ หรือ อังคาร พฤหัสบดี และเสาร์ ช่วงเวลา 15.30 – 19.00 น เป็นเวลา 10 สัปดาห์

การวิเคราะห์ผลเลือด

ทำการเจาะเลือดก่อนการทดลองและภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 5 และภายหลังสัปดาห์ที่ 10 โดยการเจาะเลือดที่ antecubital vein ในช่วงเวลา 7.00 - 9.00 น. โดยที่ท้องคว่ำหน้า และสิ้นสุดการออกกำลังกายไม่ต่ำกว่า 48 ชั่วโมง โดยเลือดจะนำไปปั่นที่ความเร็วรอบ 1,500 rpm เป็นเวลา 10 นาที เพื่อหาระดับของค่าสารต้านอนุมูลอิสระในพลาสมา (TAC) โดยวิธี ABTS assay [10] จากนั้นนำส่วนพลาสมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 °C จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์ค่าสารต้านอนุมูลอิสระในพลาสมา (TAC)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way ANOVA with repeated) ของระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 10 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

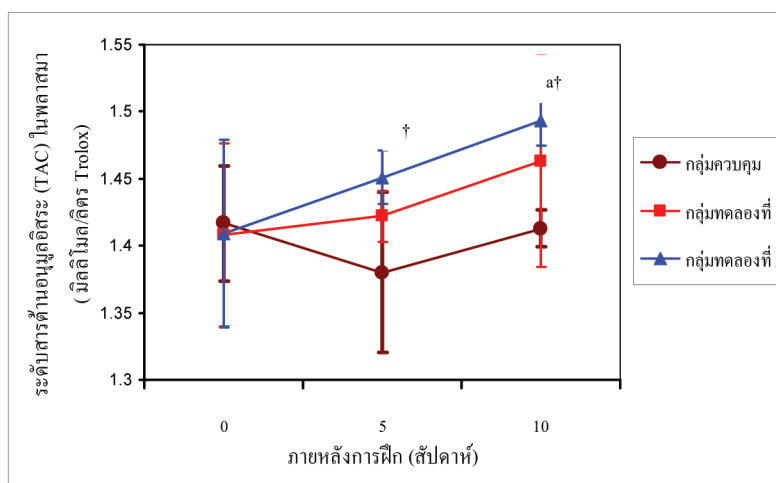
(หน่วย: มิลลิโมล/ลิตร trolox)

ระยะเวลา	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
ก่อนการฝึก	1.417 ± .043	1.408 ± .068	1.409 ± .007
ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5	1.380 ± .060	1.422 ± .019	1.451 ± .020 [†]
ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10	1.413 ± .014	1.463 ± .079	1.493 ± .018 ^{a†}

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.D.$

a แตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.D.$

a แตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รูปที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way ANOVA with repeated) ของระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 10 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) ผู้วิจัยทำการทดสอบผลกระทบที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกและระยะเวลาการฝึก พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกและระยะเวลาในการฝึกที่ส่งผลต่อกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ TAC ดังนั้นระดับ TAC ที่เปลี่ยนแปลงเกิดจากวิธีการฝึก และระยะเวลาในการฝึก เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่าก่อนการฝึก กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าของระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 และ 10 ค่าเฉลี่ยของระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ของกลุ่มทดลองที่ 1 ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1

ซึ่งระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิก เป็นการออกกำลังกายที่ต่อเนื่อง มีผลต่อการใช้ออกซิเจนในเซลล์ของร่างกายเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ 10-200 เท่าเมื่อเทียบกับขณะพัก โดยเฉพาะในส่วนของกล้ามเนื้อลาย ออกซิเจนเกือบทั้งหมดจะถูกใช้ในการสร้าง ATP ในไมโทคอนเดรีย โดยออกซิเจนส่วนหนึ่งจะเกิดเป็นอนุมูลอิสระ ในระหว่างมีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนไปยังโมเลกุลของน้ำในกระบวนการลูกโซ่ขนส่งอิเล็กตรอน (electron transport chain) ดังนั้นยังมีการใช้ออกซิเจนในไมโทคอนเดรียมากขึ้นเท่าใด ก็จะส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระมากขึ้น นอกจากนั้นพบว่า catecholamine ที่หลั่งออกมาในปริมาณมากขณะมีการออกกำลังกายก็ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระเช่นเดียวกัน ซึ่งเมื่อระดับสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายไม่เพียงพอในการกำจัดอนุมูลอิสระ จึงส่ง

ผลให้เกิดภาวะ oxidative stress ขึ้น ภาวะนี้มีผลต่อสารชีวโมเลกุลสำคัญในร่างกาย เช่น โปรตีน ลิพิด และ DNA ทำให้เซลล์ได้รับบาดเจ็บ [11] แต่การฝึกออกกำลังกาย (training) ในระยะเวลาหนึ่งอย่างต่อเนื่อง อาจมีผลต่อการปรับตัวต่อระบบปกป้องเซลล์จากอนุมูลอิสระ โดยการเพิ่มระดับสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อกำจัดอนุมูลอิสระไม่ให้ทำอันตรายต่อเซลล์ในร่างกาย [1] โดยสารต้านอนุมูลอิสระ ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นกลุ่มเอนไซม์ในร่างกายที่สร้างขึ้น (endogenous enzyme) ได้แก่ catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD) และ glutathione peroxidase (GPx) และโมเลกุลที่ไม่ใช่เอนไซม์ ซึ่งได้แก่ glutathione, albumin, bilirubin, ascorbic acid และ alpha-tocopherol เป็นต้น โดยในการศึกษานี้ ได้ทำการวัดสารต้านอนุมูลอิสระโดยรวม (TAC) ซึ่งเป็นหนึ่งในตัวชี้วัดระดับสารต้านอนุมูลที่นิยมใช้ในการประเมินสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถละลายน้ำได้ ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการตรวจวัดระดับในพลาสมา จากการศึกษาของหทัยกาญจน์ [4] ซึ่งได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายชนิดต่างๆ ได้แก่ ฟุตบอล เต้นแอโรบิก แบดมินตัน และวิ่ง โดยให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายสัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ามีผลเพิ่มระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ในพลาสมาในทุกชนิดกีฬา ในทำนองเดียวกันนักกีฬาฟุตบอลที่เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา 1 ปี มีระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ในพลาสมาเพิ่มขึ้น 25% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม [3]

นอกจากนี้ Sukontachaya [5] ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายที่มีต่อระดับของสารต้านอนุมูลอิสระในผู้สูงอายุ โดยให้กลุ่มทดลองทำการออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานที่ระดับความหนัก 70% ของอัตราสำรองการเดินหัวใจ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าระดับ TAC ในซีรัมมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ส่วนผลต่อระดับสารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ Elosua *et al.* [11] รายงานว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ระยะเวลา 16 สัปดาห์ มีผลให้ระดับ SOD GPx และ glutathione reductase เพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตามยังมีข้อขัดแย้งในงานวิจัยของ Tiidus *et al.* [6] ซึ่งพบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกในระยะเวลาด้านๆ ทำให้ไม่มีการปรับตัวในการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ โดยทำการออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 35 นาที เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับสารต้านอนุมูลอิสระในกล้ามเนื้อ

ซึ่งการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ล้วนเป็นโปรแกรมในการออกกำลังกายที่ระดับความหนัก ปานกลาง แต่ในการวิจัยนี้ ยังพบว่าการออกกำลังกายในระดับความหนักสูงมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของ ระดับ TAC เช่นเดียวกัน และมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง ร่างกายมีอัตราการใช้ออกซิเจนมากกว่าในระดับความหนักปานกลาง ทำให้ร่างกายเกิดอนุมูลอิสระในปริมาณที่มากขึ้น และก่อให้เกิดภาวะ oxidative stress ได้มากกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายในระดับความหนักปานกลาง นอกจากนี้การออกกำลังกายที่มีความหนักสูง มักก่อให้เกิดการระดมของกล้ามเนื้อ และบาดเจ็บ ได้มากกว่าในระดับปานกลาง รวมถึงการทำหน้าที่ของ macrophages ในการระดมพลเพื่อซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่เสียหาย ซึ่งกระบวนการอักเสบจากการออกกำลังกายนี้ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้น [12] ดังนั้นร่างกายจึงต้องมีการปรับตัวต่อระบบปกป้องเซลล์จากอนุมูลอิสระมากกว่าเดิม เนื่องจากระดับสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายมีปริมาณลดลงจากการใช้กำจัดอนุมูลอิสระที่เพิ่มมากขึ้น จึงมีผลต่อการปรับตัวของร่างกายโดยการผลิตสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายเพิ่มขึ้น [1] สอดคล้องกับผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทนทานในระดับความหนักระดับสูง โดยการวิ่งที่ ความหนัก 80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 60 นาที ระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่ามีผลเพิ่มระดับ SOD และ GPx นอกจากนี้การศึกษาก่อนของ Robertson *et al.* [2] ยังพบว่าการออกกำลังกายที่มีการฝึกซ้อมแบบทนทานที่ระดับสูง คือฝึกซ้อม 80-147 กม. ต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ มี

ระดับของสารต้านอนุมูลอิสระในเลือด เช่น SOD และ GPx เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มนักกีฬาซึ่งมีการฝึกซ้อมที่ระดับต่ำคือ ฝึกซ้อม 16-43 กม.ต่อสัปดาห์ โดยเมื่อตรวจค่า creatine kinase ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อก็พบว่าในกลุ่มที่ออกกำลังกายในระดับความหนักสูงมีค่า creatine kinase สูงกว่าในกลุ่มที่ฝึกซ้อมระดับต่ำ ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าภาวะ oxidative stress ที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มฝึกซ้อมที่ระดับสูง มีผลต่อการปรับตัวของร่างกายเพื่อสร้างสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way ANOVA with repeated measure) เพื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มเดียวกัน พบว่าค่าเฉลี่ยระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ในกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก อาจเกิดขึ้นเนื่องจาก ช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลอยู่ในช่วงเริ่มต้นการศึกษากาตุฤดูร้อน ซึ่งจากงานวิจัยพบว่าฤดูร้อน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยพบว่าในเพศหญิงที่ไม่ออกกำลังกาย การทำงานของเอนไซม์ CAT จะลดลงต่ำสุดในช่วงฤดูร้อน เมื่อเทียบกับฤดูอื่น และเอนไซม์ SOD ในฤดูร้อน มีค่าลดลงต่ำกว่าในฤดูใบไม้ผลิ และฤดูหนาว นอกจากนั้นประกอบกับช่วงเริ่มต้นการศึกษากาตุฤดูร้อน เป็นช่วงที่มีกิจกรรมต่างๆ น้อยเมื่อเทียบกับภาคเรียนปกติ ทั้งกิจกรรมการเรียนการสอน กิจกรรมของคณะ และมหาวิทยาลัย อาจส่งผลให้ระดับสารต้านอนุมูลอิสระลดลงได้ [13]

ในกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่าก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ค่าเฉลี่ยระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ตามลำดับ

ในกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่าก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 และการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ค่าเฉลี่ยระดับ

สารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ค่าเฉลี่ยระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ของกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าแตกต่างจากก่อนการฝึก โดยมีแนวโน้มว่าระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 มีค่ามากกว่าก่อนการฝึก

ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 ร่างกายมีการปรับตัวในการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ออกกำลังกายในระดับความหนักสูงซึ่งมีการปรับตัวเพิ่มขึ้นของระดับ TAC สูงกว่าในกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ออกกำลังกายในระดับความหนักปานกลาง ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้มีการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ในระดับความหนักปานกลาง และพัฒนาไปจนถึงระดับความหนักสูง อย่างน้อยติดต่อกัน 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที จึงมีผลดีต่อการปรับตัวของร่างกายในการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC)

ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 ร่างกายมีการปรับตัวในการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 สมรรถภาพทางกายมีการปรับตัวดีขึ้น ดังเห็นได้จากอัตราการจับออกซิเจนสูงสุดที่เพิ่มสูงขึ้น แต่ระดับความหนักในการออกกำลังกายยังคงได้รับในระดับเดิม ไม่ได้ปรับเปลี่ยนตามสมรรถภาพร่างกายที่ปรับตัวดีขึ้น ดังนั้นจึงควรเพิ่มความหนักในการออกกำลังกาย ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 เพื่อการปรับตัวของร่างกายในการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) ที่ดีขึ้น

สรุปผลวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ของกลุ่มทดลองที่ 2 มีระดับปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในรูปของ TAC เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่อย่างไรก็ตาม กลุ่มทดลองที่ 1

มีแนวโน้มของระดับสารต้านอนุมูลอิสระ (TAC) เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม ดังนั้นโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ มีประโยชน์ในการกระตุ้นให้มีการเพิ่มขึ้นของระดับสารต้านอนุมูลอิสระในเลือด

คำขอบคุณ

งานในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Moller, P., H. Wallin and L.E. Knudsen. (1996). Oxidative Stress Associated with Exercise Psychological Stress and Life-Style Factors. **Chemico-Biological Interactions**. 102, 17- 36.
- [2] Robertson, J.D., R.J. Maughan, G.G. Duthie and P.C. Morrice. (1991). Increased Blood Antioxidants Systems of Runners in Response to Training Load. **Clinical Science**. 80, 611-618.
- [3] Brites, F.D., P.A. Evelson, M.G. Christiansen, M.F. Nicol., M.J. Basilio, R.W. WiKinski and S.F. Liesuy. (1999). Soccer players under regular training show oxidative stress but an improved plasma antioxidant status. **Clinical Science**. 96, 381-385.
- [4] หทัยกาญจน์ ก่อทอง.(2543). ผลของการออกกำลังกายต่อระดับสารต้านอนุมูลอิสระและระดับไขมันในเลือด. ภาคนิพนธ์ การศึกษาปริญญาบัณฑิต. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [5] Sukontachaya C. (2001). **Effect of Exercise and Vitamin E Supplement on Antioxidants Capacity and Lipid Profile in Thai Elderly Men**. MSc. Thesis. Chiangmai University.

- [6] Tiidus, P.M., J. Pushkarenko and M.E. Houston. (1996). Lack of Antioxidant Adaption to Short Term Aerobic Training in Human Muscle. **American Journal of Physiology.** **271**, R832-R836.
- [7] Dernbach, A.R., W.M. Sherman, J.C. Simonsen, J.C., K.M. Flower. and D.R. Lamb.(1993). No Evidence of Oxidant Stress During High Intensity Rowing Training. **Journal of Applied Physiology.** **74** (5),2140-2145.
- [8] ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย. 2543. **ค่ามาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไขมันร่างกายของประชาชนไทย. วิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกาย.** แหล่งที่มา: <http://www.ksn2.obec.go.th/www/static/testman/test09.htm>, 29 พฤษภาคม 2551.
- [9] Heyward V.H. (2002). **Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription.** Illinois: Human Kinetic.
- [10] Re, R., N., Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and Rice-evans. (1999). Antioxidant Activity | Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. **Free Radical Biology Medicine.** **26**, 1231-1237.
- [11] Elosua, R., M. Molina, A. Fito and J. Marrugat. (2003). Response of Oxidative Stress Biomarker to a 16 Week Aerobic Physical Activity Program and to Acute Physical Activity in Healthy Young Men. **Atherosclerosis.** **167**, 327-334.
- [12] Urso, M.L. and P.M. Clarkson. 2003. Oxidative Stress Exercise and Antioxidant Supplementation. **Toxicology.** **189**, 41-54.
- [13] Balog, T., S. Sobocanec., V. Sverko., I. Krolo., B. Rocic., M. Marotti and T. Marotti.(2006). The Influence of Season on Oxidant–Antioxidant Status in Trained and Sedentary Subjects. **Life Science.** **78**, 1141-1147.