Thesis Title Effects of Dietary Fat on Energy Metabolism in Trained Rats

Author Miss Wasana Pratchayasakul

Degree Master of Science (Physiology)

Thesis Advisory committee

Asst. Prof. Dr. Anchalee Pongchaidecha Chairperson

Asst. Prof. Dr. Orawan Wongmekiat Member

Lect. Dr. Udompun Khansuwan Member

ABSTRACT

Chronic adaptation to a high fat diet induced enzymatic and metabolic changes that led to increase endurance performance. However, one of the drawbacks in promoting fat diet as an ergogenic aid is the strong relationship between high fat intake and an increased fat deposition. Recent study demonstrated that supplementation of moderate fat diet containing fat 20.14% of total energy in diet (%E fat) to trained rats prefed either high carbohydrate (79.9% E CHO) or high fat (74.85% E fat) diets significantly enhanced endurance performance compared with those received only high carbohydrate or high fat diets. Thus, the purpose of the present study was to investigate the effects of moderate fat diet on metabolic adaptations in aerobically trained rats and to determine whether these adaptations could affect the endurance performance.

The experiments were performed on male Wistar rats. The animals were divided into three dietary groups according to the diet composition; normal fat diet (NF), moderate fat diet (MF) and high fat diet (HF). Rats in NF group consumed a diet containing carbohydrate 68.51% E and fat 11.34% E for 10 weeks while those in MF group were fed moderate fat diet which composed of carbohydrate 59.44% E and fat 20.14% E for 10 weeks. Rats in HF group received high fat diet consisting of carbohydrate 5% E and fat 74.85% E for 10 weeks. All rats were progressively treadmill training over 10 weeks of diet intervention. At the end of training period, rats in each group were assigned to three subgroups: endurance, exercise and resting. Rats in endurance subgroup were subjected to endurance test to determine the endurance time. Rats in exercise subgroup received similar endurance test protocol except that the exercise duration was

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1/3 of its mean endurance time while rats in resting subgroup served as control. At the end of the experiment, all animals were immediately sacrificed for collection of blood and tissue samples.

The results showed that the resting plasma triacylglycerol level and glycerol levels were significantly higher in HF than MF and NF groups (both $p<0.01$). Resting triacylglycerol concentrations in MF and HF groups were significantly enhanced in muscles and liver compared with NF group (all $p< 0.01$). The MF and HF groups had apparently higher activities of both citrate synthase (CS) and 3- hydroxyacyl-CoA dehydrogenase (3-HAD) in soleus muscle than NF group (all $p<0.01$). After exercise test both muscles and liver triacylglycerol concentrations decreased with a greater proportion in MF and HF groups. This indicated that the increase of fat utilization during early stage of exercise. The average utilization rate of tissue triacylglycerol during endurance exercise in MF as well as HF group was significantly higher, by 29 and 161 %, respectively, than the value obtained in NF group (both $p<0.01$). Furthermore, the plasma triacylglycerol level at exhaustion was substantially decreased in MF and HF groups compared with NF group. In contrast, the average utilization rate of tissue glycogen during exercise test or endurance exercise was significantly decreased as the dietary fat content was increased. The endurance time in MF (107.1 ± 1.12 min) and HF groups (131.92 ± 2.87 min) were significantly greater than that of the NF group ($67.22 + 0.74$ min) (both $p<0.01$).

These results suggested that metabolic adaptations with increasing dietary fat intake were associated with increases of muscle triacylglycerol storage and the activities of enzymes involving in aerobic and fat metabolism. These adaptations led to an enhanced the utilization of fat as an energy source during early stage of exercise as well as prolonged submaximal exercise. Therefore, a proportional increase in endurance capacity following an increased dietary fat content could be attributed to an increased ability to oxidize fat and consequently spared glycogen.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลของไขมันในอาหารต่อเมแทบอลิซึมของพลังงานในหนูขาวที่ฝึกออกกำลังกาย

ชื่อผู้เขียน นางสาววาสนา ปรัชญาสกุล

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สรีรวิทยา)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ. ดร. อัญชลี พงศ์ชัยเดชา	ประธานกรรมการ
ผศ. ดร. อรวรรณ วงศ์มีเกียรติ	กรรมการ
อ. ดร. อุดมภัณฑ์ ขาลสุวรรณ	กรรมการ

บทคัดย่อ

การบริโภคอาหารที่มีไขมันสูงเป็นเวลานานจะเหนี่ยวนำให้เกิดการปรับเปลี่ยนของเอนไซม์และเมแทบอลิซึม ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเพิ่มสมรรถภาพความทนทานในการออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามข้อเสียของการบริโภคอาหารไขมันคือความสัมพันธ์ระหว่างอาหารไขมันสูงและการสะสมของไขมันในร่างกาย การศึกษาเมื่อเร็วๆนี้แสดงให้เห็นว่า หนูขาวที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายร่วมกับได้รับอาหารที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง คือ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตประกอบอยู่คิดเป็นร้อยละ 79.9 ของพลังงานทั้งหมด หรือ อาหารที่มีปริมาณไขมันสูง (ร้อยละ 74.85 ของพลังงานทั้งหมด) มาเป็นระยะเวลาหนึ่งหลังจากนั้นเปลี่ยนมาได้รับอาหารที่มีปริมาณไขมันปานกลาง (ร้อยละ 20.14 ของพลังงานทั้งหมด) จะมีผลเพิ่มความทนทานในการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงหรือไขมันสูงเพียงอย่างเดียว ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของอาหารที่มีปริมาณไขมันปานกลางต่อการปรับเปลี่ยนของเมแทบอลิซึมในหนูขาวที่ได้รับการฝึกออกกำลังกาย และผลของการปรับตัวนั้นจะมีผลต่อการเพิ่มสมรรถภาพความทนทานในการออกกำลังกายหรือไม่อย่างไร

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในหนูขาวเพศผู้พันธุ์ Wistar โดยแบ่งสัตว์ทดลองออกเป็น 3 กลุ่มตามชนิดของอาหารที่บริโภค ได้แก่ อาหารที่มีปริมาณไขมันปกติ (NF) อาหารที่มีปริมาณไขมันปานกลาง (MF) และ อาหารที่มีปริมาณไขมันสูง (HF) โดยหนูขาวในกลุ่ม NF จะได้รับอาหารที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 68.51 และไขมันร้อยละ 11.34 ของพลังงานทั้งหมด ในขณะที่หนูขาวในกลุ่ม MF จะได้รับอาหารที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 59.44 และไขมันร้อยละ 20.14 ของพลังงานทั้งหมด ส่วนหนูขาวในกลุ่ม HF จะได้รับอาหารที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5 และไขมันร้อยละ 74.85 ของพลังงานทั้งหมด หนูขาวทุกตัวจะได้รับการฝึกออกกำลังกายโดยวิ่งบน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่อง treadmill ตลอดช่วงระยะเวลา 10 สัปดาห์ที่ได้รับอาหาร เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการฝึกออกกำลังกายหนูขาวในแต่ละกลุ่มอาหารจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มทดสอบความทนทาน (endurance) กลุ่มออกกำลังกาย (exercise) และกลุ่มพัก (resting) หนูขาวในกลุ่ม endurance จะถูกนำไปทดสอบความทนทานโดยการวัดค่า endurance time หนูขาวในกลุ่ม exercise จะได้รับการออกกำลังกายโดยวิธีเดียวกับการทดสอบความทนทานแต่ระยะเวลาในการออกกำลังกายจะเท่ากับ 1 ใน 3 ของค่าเฉลี่ย endurance time ในแต่ละกลุ่มอาหาร ส่วนหนูขาวในกลุ่ม resting จะถูกใช้เป็นตัวควบคุม หลังจากสิ้นสุดการทดลองหนูขาวทุกตัวจะถูกเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อและเลือดทันที

จากผลการทดลองพบว่าระดับพลาสมาไตรกลีเซอร์ไรด์และกลีเซอรอลในขณะพักของกลุ่ม HF จะมากกว่าในกลุ่ม MF และ NF อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ในกล้ามเนื้อและตับในขณะพักของกลุ่ม MF และ HF จะมากกว่าในกลุ่ม NF อย่างมีนัยสำคัญ($p<0.01$) การทำงานของเอนไซม์ citrate synthase และ 3-hydroxyacyl-CoA dehydrogenaseในกล้ามเนื้อ soleus ของกลุ่ม MF และ HF จะเพิ่มมากกว่าในกลุ่ม NF อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ภายหลังการทำ exercise test มีการลดลงของปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อเยื่อของหนูในกลุ่ม MF และ HF บ่งชี้ว่ามีการเพิ่มการใช้ไขมันเป็นพลังงานในช่วงแรกของการออกกำลังกาย อัตราการใช้ไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อเยื่อในขณะออกกำลังกายแบบทนทานในกลุ่ม MF และ HF จะมากกว่าในกลุ่ม NF อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$)โดยในกลุ่ม MF จะมีค่ามากกว่าคิดเป็นร้อยละ 29 และในกลุ่ม HF จะมีค่ามากกว่าคิดเป็นร้อยละ 161 นอกจากนี้ระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ในพลาสมา ณ เวลาที่สัตว์ทดลองเกิดภาวะเหนื่อยล้ามีค่าลดลงในกลุ่ม MF และ HF เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม NF ในทางตรงกันข้ามอัตราการใช้ไกลโคเจนในเนื้อเยื่อทั้งในช่วงแรกของการออกกำลังกายและเมื่อออกกำลังกายแบบทนทานจะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อปริมาณไขมันในอาหารเพิ่มขึ้น ค่า endurance time ในกลุ่ม MF และ HF (107.1 ± 1.12 และ 131.92 ± 2.87นาที) จะแตกต่างจากกลุ่ม NF (67.22 ± 0.74 นาที) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$)

จากผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การปรับเปลี่ยนทางเมแทบอลิซึมต่อการเพิ่มปริมาณไขมันในอาหารเกี่ยวข้องกับการเพิ่มการสะสมไตรกลีเซอร์ไรด์ และการเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการเผาผลาญพลังงานแบบใช้ออกซิเจนและการสลายไขมันเพื่อเป็นพลังงาน ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มการใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานทั้งในช่วงแรกของการออกกำลังกายและเมื่อออกกำลังกายแบบ submaximal เป็นเวลานาน ดังนั้นการเพิ่มสมรรถภาพความทนทานในการออกกำลังกายด้วยการได้รับอาหารที่มีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นจึงเป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มความสามารถในการสลายไขมันและลดการใช้ไกลโคเจนเป็นแหล่งพลังงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved