บทที่ 2

เอกสารงาน และ วิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับเอกสาร ตำรา แลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

กระบวนการเผาผลาญอาหาร

จำนวนพลังงานที่มีอยู่ในร่างกาย

ความหนักเบาในการออกกำลังกาย

คาร์โบไฮเดรต

กระบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolism)

หมายถึง ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในร่างกายในเซลล์ เพื่อซ่อมเสริมหรือสร้างเซลล์ขึ้นมา และสร้างพลังงานให้เซลล์ทำหน้าที่ของมัน ซึ่งปฏิกิริยานี้ถูกควบคุมโดยต่อมไร้ท่อต่อมนี้จะขับฮอร์โมน (Hormone) เข้าสู่กระแสเลือดพาไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กระบวนการนี้แบ่งออกเป็น 2 กระบวนการ คือ

1. Catabolism หมายถึง กระบวนการเผาผลาญสารอาหารให้สลายตัวเป็นสารอาหารเล็ก ๆ ก่อให้เกิดพลังงาน 2 ลักษณะ คือ พลังงานที่ก่อให้เกิดความร้อน และพลังงานที่จะใช้งาน สารเคมีต่าง ๆ ที่เกิดจากการสลายตัวนี้ หากร่างกายไม่ต้องการจะถูกขับออกมานอกร่างกาย
2. Anabolism หมายถึง กระบวนการเผาผลาญที่ร่างกายนำเอาผลที่ได้มาใช้เพื่อการเสริมสร้าง ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ และส่งเสริมให้ร่างกายเจริญเติบโต

Catabolism : Glucose/Fatty acid/Amino acids ----------→ CO_2+H_2O+พลังงาน

Anabolism : Glucose -------→ Glycogen, Fatty acids --------→ Fasts,

Amino acids --------→ Protein

ตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย

Catabolism	Anabolism
Glycolysis	Gluconeogensis
Lipolysis & bata - oxidation	Glycogensis
Amino acid catabolism	Fatty acid synthesis
Krebs cycle	Liogenesis
Oxidative phosphorylation	Lipoprotien metabolism

การใช้พลังงานขณะออกกำลังกาย

ในการออกกำลังกายซึ่งแท้จริงเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อนั้น ต้องอาศัยขบวนการเปลี่ยนพลังงานทางเคมีที่ได้จากอาหารให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยกล้ามเนื้อในร่างกายสามารถทำงานได้ทั้งชนิดแอโรบิค (aerobic) และชนิดแอนแอโรบิค (anaerobic) ได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก

ต้นตอของพลังงานที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ต้นตอที่สำคัญของพลังงานที่ใช้ในการทำงานคือ คาร์โบไฮเดรตหรือไขมัน ต้องการสารเคมีหลายอย่างสำหรับเป็นพาหะของพลังงานภายในเซลล์ เพื่อให้คาร์โบไฮเดรตหรือไขมันเปลี่ยนไปสู่จุดที่สามารถมีปฏิกิริยาในทางชีวภาพได้ อะดีโนสินไตรฟอสเฟส (Adenosine triphosphate, ATP) เป็นสารที่สำคัญในการแลกเปลี่ยนพลังงาน นอกจากนี้เครอาตีนฟอสเฟต (creatine phosphate, CP) หรือเรียกว่า ฟอสโฟเครตีน (phosphocreatine, PC) ก็เป็นสารที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง

ลำดับขั้นการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อมีดังนี้ คือ

1) ATP เป็นต้นตอของพลังงานที่กล้ามเนื้อต้องใช้โดยตรงคือ

   ATP ----------> ADP + P + พลังงาน

   แต่ ATP ที่สำรองอยู่ในกล้ามเนื้อมีไม่มากนัก

2) CP เป็นต้นตอของพลังงานที่อยู่ในกล้ามเนื้อสามารถเก็บไว้ได้มากคือ

   Creatine phosphate + ADP ----------> creatine + ATP

   CP จะถ่ายพลังงานให้กับ ADP เพื่อสร้าง ATP ขึ้นใหม่ การถ่ายทอดนี้กระทำได้รวดเร็วพอสมควร

3) กลัยโคเจน (glycogen) เป็นต้นตอของพลังงานที่กล้ามเนื้อสะสมไว้ เปรียบเทียบได้กับวัตถุดิบที่ใช้เพื่อให้พลังงาน แต่กลัยโคเจนจะต้องสลายโดยผ่านขบวนการทางเคมีหลายอย่าง จึงจะได้พลังงานออกมาใช้

แหล่งพลังงาน (Energy source)

ATP ~ 5 – 7 micromole/g muscle PC ~ 15 – 20 micromole/g muscle

Glycogen ~ 10 – 25 mg/g muscle

Glucose, Fatty acid in blood (ภัทรพร สิทธิเลิศพิศาล , 2543)

จำนวนพลังงานที่มีอยู่ในร่างกาย

1) ระบบ phosphagen หรือ ATP – PC

หมายถึงระบบที่ใช้พลังงานจาก ATP และ PC จำนวนพลังงานของระบบ Phospagen ที่มีอยู่ในร่างกาย แสดงไว้ในตารางที่ 1 สังเกตว่า Phospagen ที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อทั่วร่างกาย มีเพียง 570 – 690 มิลลิโมล เมื่อคิดเป็นพลังงานจะได้ 5.7 – 6.9 กิโลแคลลอรี่ ซึ่งเป็นจำนวนที่น้อยเพราะสามารถใช้ออกกำลังกายอย่างหนักได้เพียง 10 วินาทีเท่านั้น เช่น สำหรับการวิ่ง 100 เมตร แต่มีข้อได้เปรียบคือ ร่างกายสามารถนำพลังงานชนิดนี้มาใช้ได้โดยเร็ว

2) ระบบ anerobic หรือ lactic

พลังงานที่ได้ในร่างกายจากการสลาย glycogenในระบบ anaerobic ซึ่งไม่ใช้ออกซิเจน

เนื่องจากในการสลาย glycogen 1 โมล หรือ 180 กรัม สามารถสลายให้ ATP 3 โมล และจะทำให้เกิด latic acid 180 กรัม แต่ร่างกายจะทน latic acid ได้เพียง 60 – 70 กเท่านั้นดังนั้น ในการสลาย glycogen แบบ anaerobic ร่างกายจึงสังเคราะห์ ATP เพื่อใช้งานได้เพียง 1 – 1.2 โมล อย่างไรก็ดี การใช้พลังงานในระบบ latic acid นี้มีความสำคัญในการออกกำลังกายระยะสั้น 1 - 3 นาที ซึ่งเทียบได้กับการวิ่ง 400 – 800 เมตร

3) ระบบ aerobic เมื่อมีออกซิเจน glycogen โมล สามารถสลายให้พลังงานเป็น ATP ถึง 39 โมล เป็นการยากที่จะประมาณค่าพลังงานในกล้ามเนื้อทั้งหมดที่ได้รับจากระบบ aerobic เพราะร่างกายใช้พลังงานจากอาหาร 3 อย่าง คือ คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน และโปรตีน แต่เพื่อการเปรียบเทียบกับระบบ anaerobic จึงคิดพลังงานที่ได้จาก glycogen ของกล้ามเนื้อแต่เพียงอย่างเดียว ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าจำนวน ATP ที่ได้นั้นมีค่า 87 – 98 โมล ซึ่งมีค่ามากกว่าพลังงานที่ได้จากระบบอื่นอีก 2 ระบบ ถึง 50 เท่า นอกจากนั้นยังมี glycogen อีก 50 – 100 กรัม เก็บสำรองอยู่ในตับ ถ้านำมาใช้ระบบ aerobic จะได้ ATP เพิ่มขึ้นอีก 17 – 22 โมล การเปรียบเทียบความสามารถและกำลังของระบบพลังงานทั้งสามได้

4) การชดเชยพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในระยะการฟื้นตัว

ในขณะออกกำลังกายนั้น พลังงานชนิดใดถูกใช้ไปและจะมีการสร้างชดเชยขึ้นมาใหม่ดังต่อไปนี้

1. การสร้าง ATP และ PC

ATP และ PC ที่ถูกใช้ไปในการออกกำลังกายนั้น จะถูกสร้างขึ้นมาใหม่อย่างรวดเร็วภายใน 2 – 3 นาที

2. พลังงานที่ใช้ในการสร้าง phosphagen

ATP ที่ต้องการสำหรับการสร้าง phosphagen นั้นได้มาจากระบบ aerobic โดยที่มีการชดเชยออกซิเจนที่เป็นหนี้

3. การสร้าง glycogen ในกล้ามเนื้อ

การสร้าง glycogen ขึ้นใหม่ภายหลังการออกกำลังกายนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการคือชนิดของการออกกำลังกายที่ทำให้มีการใช้ glycogen และ จำนวนของอาหารคาร์โบไฮเดรตที่รับประทานในระยะการฟื้นตัว

ความหนักเบาของการออกกำลังกาย

ในการออกกำลังกายนั้นพลังงานที่ใช้อาจจะได้มาจาก aerobic metabolism แต่ในการทำงานหนักจะต้องใช้ anaerobic metabolism ด้วย ซึ่งจะทำให้เกิด lactic acid และกล้ามเนื้อต้องเป็นหนี้ออกซิเจน

ดังนั้น จึงอาจแบ่งชนิดของการออกกำลังกายได้ตามความสำคัญของการเกิด lactic acid ดังต่อไปนี้คือ

การออกกำลังกายอย่างเบา นั้นกล้ามเนื้อใช้ออกซิเจนที่เก็บไว้ในกล้ามเนื้อเองรวมทั้งออกซิเจนที่ได้จากการหายใจและการไหลเวียนเลือด ก็เพียงพอกับความต้องการของกล้ามเนื้อลาย ภายหลังการออกกำลังกายประเภทนี้ จึงไม่พบ lactic acid มากกว่าปกติ

การออกกำลังกายปานกลาง นั้นในระยะต้นต้องใช้ anaerobic metabolism ด้วยจนกว่า aerobic metabolism ปรับตัวมาทดแทนได้หมด lactic acid ที่เกิดขึ้นจะแพร่กระจายเข้าไปในเลือดดำ และอาจตรวจพบในเลือดแดงด้วย

การออกกำลังกายอย่างหนัก lactate ในเลือดมีคยามเข้มข้นสูงมาก และยังคงสูงอยู่ตลอดระยะการทำงาน

การออกกำลังกายอย่างหนักมาก จำนวนออกซิเจนที่ขาดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และ lactate ในเลือดก็เพิ่มมาก การออกกำลังกายชนิดนี้จงได้ไม่นานนัก (Rasch and Wilson , 1968 , Markiewic et al, 1979)

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates)

ประกอบด้วยคาร์บอนและน้ำ โดยมีอะตอมของ คาร์บอน (C), ไฮโดรเจน (H), และออกซิเจน (O_2) รวมกัน คาร์โบไฮเดรตที่ถือว่าเป็นแบบฉบับ monosaccharides คือน้ำตาลกลูโคส ซึ่งมีสูตรเป็น $C_6H_{12}O_6$ คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานเป็นสำคัญ ประมาณ 40 – 50 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่ได้จากสารอาหาร ร่างกาย

ความสัมพันธ์ ของคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ขณะ ออกกำลังกายขึ้นอยู่กับ Intensity ขั้นต้นและขณะทำกิจกรรม โดยทั่วไปคาร์โบไฮเดรตเพิ่มและลดขณะออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามโดยสรุปแล้วปริมาณของคาร์โบไฮเดรตและไขมันที่ถูกใช้โดยกล้ามเนื้สามารถคลาดเคลื่อนได้ ขึ้นอยู่กับพลังงานที่มีอยู่ มีกรดไขมันอยู่มากก็เพิ่มการใช้ไขมัน และเมื่อมีคาร์โบไฮเดรตมาก คาร์โบไฮเดรตก็จะเข้าสู่ขบวนการเผาผลาญอาหารเป็นพลังงาน นี่เป็น Reciprocal interplay ระหว่างไขมัน กับ คาร์โบไฮเดรต ที่ต้องการเติม/ใส่ คาร์โบไฮเดรต สะสมไว้ในกล้ามเนื้อและตับ และทำให้คาร์โบไฮเดรตกับไขมันในเลือดพร้อมใช้ในกล้ามเนื้อ คาร์โบไฮเดรตสามารถช่วย Intensive exercise มากกว่าไขมันและถูกเก็บไว้ในจำนวนจำกัด (Janat Walberg Rankin, Ph.D.)