

หลังพลังงานและการออกกำลังกาย

Exercise and energy source

ชยกร พาลสิงห์¹, ดวงไกร ทวีสุข²

Chayakorn Phalsing¹, Duang Taweasuk²

Received: 10 June 2011 ; Accepted: 27 September 2011

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายเรื่องของแหล่งพลังงานและการออกกำลังกาย ซึ่งสารพลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ในคนปกติจะได้รับสารอาหารจากการรับประทานอาหารแล้วอาหารจึงถูกย่อยและดูดซึมในระบบทางเดินอาหาร นำสารอาหารเข้าสู่กระแสเลือด ไปยังกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) เสร็จสิ้นกระบวนการได้เป็นสารพลังงานสูง เรียกว่า adenosine triphosphate (ATP) จากนั้นเก็บไว้เป็นแหล่งพลังงานในกิจกรรมการออกกำลังกาย การออกกำลังกายมี 2 ประเภทคือ aerobic exercise เป็นการออกกำลังกายที่กล้ามเนื้ออาศัยแหล่งพลังงานจากระบบ aerobic system และออกกำลังกายในระดับความหนักที่ทำให้หัวใจเต้นอยู่ ระหว่างร้อยละ 60–85 ของความสามารถสูงสุดที่หัวใจจะเต้นได้ และ anaerobic exercise เป็นการออกกำลังกายที่กล้ามเนื้ออาศัยแหล่งพลังงานจากระบบ anaerobic system โดยการออกกำลังกายในช่วงเวลาสั้น ๆ อัตราการเต้นของหัวใจอาจจะสูงหรือไม่สูงกว่าร้อยละ 85 ทั้งนี้ขึ้นกับความหนักและการต่อเนื่องของกิจกรรม เมื่อเริ่มมีการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อเริ่มทำงานโดยการหดตัว ATP และ CP มีการสลายตัวเพื่อให้ได้พลังงาน ในช่วงระยะเวลาของการออกกำลังกายอยู่ในระดับคงตัว คือ ระหว่างปฏิบัติงาน ซึ่งหมายถึงการสร้างพลังงานสมดุลกับการใช้พลังงาน โดยกลูโคสในโลหิต ในกล้ามเนื้อ กรดไขมันในพลาสมา และกลีเซอรอลในกล้ามเนื้อ ถูกดึงมาเพื่อสร้างพลังงาน ATP เมื่อถึงระยะสุดท้ายของการออกกำลังกาย คือ ช่วงที่เหน็ดเหนื่อยนั้น ซึ่งเกิดจากการออกกำลังกายยาวนาน กล้ามเนื้อจะใช้พลังงานจากกระบวนการ “ไกลโคไลซิส” (glycolysis) มากขึ้น จำนวนไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ATP และ CP ลดลง ร่างกายจะต้องใช้พลังงานจากการสันดาปไขมันมาช่วยทันที

คำสำคัญ : แหล่งพลังงาน การออกกำลังกาย ATP

Abstract

The purpose of this article is to explain exercise and energy source. The energy's are carbohydrates, fats and proteins. Normal humans will receive these nutrients by consumption. After that, food is digested and absorbed in the gastrointestinal tract. Nutrients are carried into the blood stream by the metabolic process. At the end of the process high energy called adenosine triphosphate (ATP) is stored as an energy source for exercise. There are two types of exercise. The aerobic exercises affect the muscles. The energy of the aerobic system and exercise intensity make the heart beat between percent 60–85 maximum capacity of the heart. The energy of the anaerobic

¹ นิสิตปริญญาโท, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพและการกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพและการกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

¹ Graduate Students. Major. of Exercise Science and Sport. Department. of Health and Sport Science, Faculty of Education, Mahasarakham University

² Lecturer Department. of Health and Sport Science, Faculty of Education, Mahasarakham University

* Corresponding author : Chayakorn Phalsing, Department of Health and Sport Science, Faculty of Education, Mahasarakham University.

system by exercise for a short period of time shows the heart rate may be as high or higher than the percentage 85 depending on the intensity and continuity of activities. At the start of exercise muscle contraction activated by ATP and CP breakdown for energy' during the period of time of the exercise and steadies between work.

Keyword : energy source, exercise, ATP

บทนำ

บทความนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแหล่งพลังงานและการออกกำลังกาย ผลของพลังงานทั้งหมดไปและพลังงานที่สร้างขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการออกกำลังกาย กลไกของแหล่งพลังงานที่สร้างขึ้น มาทดแทนพลังงานที่ใช้หมดไป ได้จากสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย คือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ซึ่งนักกีฬาต้องการพลังงาน ที่มากกว่าคนปกติ พลังงานที่ได้จะมาจากการเผาผลาญอาหารที่รับประทานเข้าไป อาหารที่ให้ นักกีฬาต้องการโปรตีน เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้แก่กล้ามเนื้อ โดยเฉพาะในการเล่นกีฬาที่ต้องใช้กล้ามเนื้อ เช่น ทูมน้ำหนัก ขว้างจักร ฟันดาบ มวยปล้ำ และต้องการโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น ประมาณ 1-1.5 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในช่วงของการฝึกซ้อมที่หนัก สำหรับคนปกติออกกำลังกายนิดหน่อยๆ ประมาณ 20 นาที พลังงานที่ได้ จากสารคาร์โบไฮเดรตและไขมัน หลังจากนั้นมีการใช้ไขมันมากขึ้นและใช้คาร์โบไฮเดรตลดลง ดังนั้นถ้าต้องการการออกกำลังกายเพื่อลดความอ้วน จึงจำเป็นที่จะต้องออกกำลังกายติดต่อกันไม่ต่ำกว่า 20 นาที อย่างน้อยสัปดาห์ละ 3 ครั้ง

สารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย

สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เป็นสารอาหารที่ประกอบด้วยคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O)

คาร์โบไฮเดรต แบ่งตามขนาดโมเลกุลออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. Monosaccharide (น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว) ได้แก่ glucose, fructose, galactose
2. Disaccharides (น้ำตาลโมเลกุลคู่) ได้แก่ maltose, lactose, sucrose
3. Polysaccharides (น้ำตาลไม่มีรสหวาน) ได้แก่ starch, glycogen, cellulose เป็นต้น

น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มี

โมเลกุลเล็กที่สุด ซึ่งร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ตัวอย่างของน้ำตาลชนิดนี้ได้แก่ กลูโคส พบในผักและผลไม้ที่มีรสหวาน ฟรักโทสมีรสหวานกว่าน้ำตาลชนิดอื่น พบในน้ำผึ้งและยังพบในผักและผลไม้ที่มีรสหวานเช่นกัน ส่วนกาแล็กโทสพบในน้ำนม

น้ำตาลโมเลกุลคู่ เป็นคาร์โบไฮเดรต ที่เกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล ซึ่งอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ น้ำตาลชนิดนี้เมื่อรับประทานเข้าไป ร่างกายจะย่อยสลายให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวก่อนที่จะดูดซึมไปใช้ประโยชน์ ตัวอย่างของน้ำตาลชนิดนี้ได้แก่ ซูโครสหรือน้ำตาลทราย มอลโทส และแล็กโทส ซูโครสพบในผักและผลไม้ทั่วไป เช่น อ้อย ตาล มะพร้าว มีทรูท เป็นต้น เมื่อแตกตัวออกจะได้กลูโคสและฟรักโทสอย่างละ 1 โมเลกุล มอลโทสพบในข้าวบาร์เลย์หรือข้าวมอลต์ที่นำมาใช้ทำเบียร์ เครื่องดื่ม และอาหารสำหรับเด็ก เมื่อแตกตัวออกจะได้กลูโคส 2 โมเลกุล แล็กโทสพบในน้ำนม เมื่อแตกตัวจะได้กลูโคสและกาแล็กโทสอย่างละ 1 โมเลกุล

น้ำตาลไม่มีรสหวาน เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่มีรสหวาน ละลายน้ำยากหรือไม่ละลายเลย เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากมาเกาะรวมตัวกันเป็นสารที่มีโมเลกุลเชิงซ้อน เรียกว่า พอลิแซ็กคาไรด์ ตัวอย่างของคาร์โบไฮเดรตกลุ่มนี้ ประกอบด้วย แป้ง เซลลูโลส และไกลโคเจน¹

สารอาหารประเภทโปรตีน

โปรตีน ประกอบด้วยกรดอะมิโนหลาย ๆ หน่วย มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ (peptide bond) โปรตีนมีธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ คือ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และธาตุที่พบรองลงมาคือ ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส นอกจากนั้นยังพบธาตุอื่น ๆ เช่น เหล็ก ทองแดง

กรดอะมิโนในร่างกายของคนประกอบด้วย กรดอะมิโน 20 ชนิด เป็นโครงสร้างพื้นฐาน

กรดอะมิโนแบ่งตามความสามารถในการสังเคราะห์ โดยร่างกายออกเป็น 2 ประเภท คือ

กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential amino

acid) เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาเองต้องได้รับจากอาหาร

ในเด็กมีทั้งหมด 9 ชนิด คือ ไลซีน ฮีสทีดีน ไอโซลิวซีน ลิวซีน เมทไอโอนีน ฟีนอลอะลานีน ทรีโอนีน ทริปโตเฟน วาลีน

ในผู้ใหญ่มีทั้งหมด 8 ชนิดยกเว้น ฮีสทีดีน

กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นต่อร่างกาย (non-essential amino acid) เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้จากอาหารที่รับประทานเข้าไป

ในเด็กมีทั้งหมด 11 ชนิด คือ อะละนีน อาร์จีนิน แอสพาราจีน กรดแอสปาดิก ซีสเทอีน กรดกลูตามิก กลูตามีน ไกลซีน โพรลีน ซีรีน ไทโรซีน

ในผู้ใหญ่มีทั้งหมด 12 ชนิด เพิ่มฮีสทีดีน¹

สารอาหารประเภทไขมัน

ไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานสูงสุดมากกว่าสารอาหารชนิดอื่น ๆ ไขมันเป็นสารอาหารที่ไม่สามารถละลายในน้ำได้แต่จะละลายได้ในน้ำมันหรือไขมันเหลว เมื่อไขมันละลายตัวจะให้กรดไขมันและกลีเซอรอล

กรดไขมัน เป็นส่วนประกอบของไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายมี 2 ประเภท กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันอิ่มตัวพบมากในไขมันสัตว์ ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวพบมากในน้ำมันพืช

ไขมันเป็นสารที่ให้พลังงานสูงเมื่อเทียบกับสารอาหารประเภทอื่นที่มีปริมาณเท่า ๆ กัน ร่างกายสามารถสะสมไขมันโดยไม่จำกัดปริมาณ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีนให้เป็นไขมันได้ด้วย ดังนั้น ถ้ารับประทานอาหารที่ให้พลังงานเกินกว่าที่ร่างกายต้องการ ร่างกายจะสะสมอาหารส่วนเกินไว้ในรูปของไขมัน เป็นเนื้อเยื่อไขมันอยู่ใต้ผิวหนังและตามอวัยวะต่าง ๆ

นอกจากนี้ช่วยในการดูดซึมสารที่ละลายในไขมันเข้าสู่ร่างกาย ป้องกันไม่ให้ร่างกายเสียน้ำมาก ดังนั้นในวันหนึ่ง ๆ ควรรับประทานอาหารประเภทไขมันให้ได้ประมาณร้อยละ 30 ของจำนวนพลังงานที่ใช้ทั้งหมดต่อวัน¹

เมตาบอลิซึม (Metabolism)

เป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์หรือในร่างกาย โดยอาศัยเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาต่าง ๆ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาไม่มากนักน้อย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเพื่อการสังเคราะห์สารใหม่ขึ้นมาทดแทนสารที่สูญเสียไป หรือเพื่อผลิตพลังงาน

มาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ปฏิกิริยาเคมีทุกชนิดที่เกิดขึ้นในร่างกายสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

กระบวนการสร้างหรืออะนาบอลิซึม

(anabolism) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในร่างกายเพื่อการสังเคราะห์สารหรือการเปลี่ยนสภาพสารที่มีโมเลกุลเล็กให้เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สารที่สังเคราะห์ขึ้นในร่างกาย ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ไกลโคเจน ฮอร์โมน เอนไซม์ รวมทั้งแบ่งที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชด้วย กระบวนการสังเคราะห์สารนี้ต้องใช้พลังงานที่มีอยู่ภายในเซลล์ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วได้จากการสลายโมเลกุลของสารเคมีพลังงานสูงพวกอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (adenosine triphosphate หรือ ATP)

กระบวนการสลายหรือคะตาบอลิซึม

(catabolism) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในร่างกายที่มีการสลายสาร คือ เปลี่ยนสภาพจากสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ให้มีโมเลกุลขนาดเล็กลง ผลจากการสลายสารดังกล่าวจะได้พลังงานและของเสียออกมา ในกระบวนการสลายประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ กระบวนการหายใจ (respiration) เป็นกระบวนการสลายอาหารเพื่อเอาพลังงานออกมา เช่น การสลายกลูโคสในเซลล์และกระบวนการขับถ่าย (excretion) เป็นกระบวนการกำจัดของเสียที่เกิดจากปฏิกิริยาชีวเคมีในร่างกาย เช่น ขับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พลังงานที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสลายส่วนหนึ่งจะเก็บไว้ในโมเลกุลของ ATP ซึ่งเป็นสารอินทรีย์พลังงานสูง อีกส่วนหนึ่งจะนำไปใช้ในกิจกรรมต่อไป²

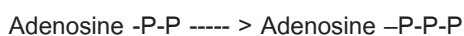
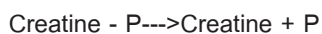
สารพลังงาน (Adenosine Triphosphate หรือ ATP)

ร่างกายได้พลังงานที่นำไปใช้เพื่อการออกกำลังกายจากการสลายของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ซึ่งอยู่ในเซลล์โดยอาศัยขบวนการ oxidation สุดท้ายได้คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานเคมี หลังจากนั้นเซลล์จะนำไปใช้ต่อไป

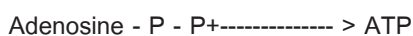
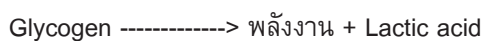
แหล่งของพลังงานเคมีที่เซลล์สามารถนำเอามาใช้ได้ทันที คือ เมตาบอลิค พูล (metabolic pool) ซึ่งจะอยู่ในสารน้ำนอกและในเซลล์ทั่วร่างกาย ในเมตาบอลิค พูลจะมีคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนชนิดต่าง ๆ รวมทั้ง short chain fragment ของสารอาหารนั้น ๆ สารพลังงานในเมตาบอลิค พูล จะมีการแลกเปลี่ยนอย่างเสรีกับเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย ดังนั้นเซลล์เนื้อเยื่อหนึ่งสามารถใช้แหล่งของพลังงานจากเซลล์ของเนื้อเยื่ออื่น โดยดึงมาจากเมตาบอลิค พูล²

การทำงานของกล้ามเนื้อจะเกิดพลังงาน 3 วิธี ดังนี้³

1. ระบบ Phosphagen ใช้พลังงานจากสาร Phosphocreatine มาทำให้ adenosine diphosphate (ADP) กลายเป็นสารพลังงาน ATP ใหม่ ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้น 2 ครั้งติดต่อกัน คือ Phosphocreatine แตกตัวก่อนให้ Phosphate แล้วจึงทำให้ ADP รวมตัวกับ Phosphate กลายเป็น ATP เรียกว่า Coupled reaction



2. ระบบ Lactic acid ใช้พลังงานจากการแตกตัวของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ไปสร้างสารพลังงาน ATP ใหม่



กรดแลคติก ซึ่งเป็นสารเหลือจากการสลายตัวของไกลโคเจน เป็นตัวบั่นทอนการทำงานของกล้ามเนื้อ จึงทำให้เกิดความเจ็บปวดในกล้ามเนื้อมัดนั้น และทำให้กล้ามเนื้อมัดนั้นอ่อนเพลียหมดแรงได้ด้วย นอกจากนี้เมื่อร่างกายพยายามกำจัด โดยดูดซึมกรดนี้ออกจากกล้ามเนื้อเข้าไปในเลือด จะทำให้เกิดสภาวะเลือดเป็น กรดขึ้น ซึ่งจะมีผลติดตามมาอีกหลายอย่าง โดยเฉพาะการเหนื่อย หอบ พลังงานในระบบนี้มีขีดความสามารถในการทำงานอยู่ในระดับสูง ขณะเดียวกันผลจากการทำงานของระบบนี้ก่อให้เกิดของเสีย (waste products) ขึ้น เนื่องจากการออกซิเจนไม่สามารถนำไปใช้งานได้ทัน จึงจัดเป็นระบบการทำงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน และกรดแลคติกซึ่งเป็นของเสียจะสะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อและเลือดเป็นสาเหตุที่สำคัญของการเกิดความเมื่อยล้า⁴

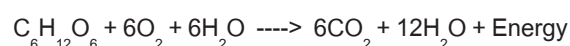
3. ระบบแอโรบิก ใช้สารอาหารชนิดต่าง ๆ คือน้ำตาลกลูโคส กรดไขมัน และโปรตีน โดยอาศัยออกซิเจนในการสร้างพลังงานขึ้นมา เพื่อจะได้ใช้พลังงานนั้นไปทำให้สาร ADP กลับกลายเป็นสารพลังงาน ATP ได้ใหม่ กระบวนการนี้ทำได้นานติดต่อกันเป็นชั่วโมง ๆ ทำให้เกิดสภาพการทำงานชนิดทนทานขึ้นหรือที่เรียกว่า แอโรบิก เพราะเป็นกระบวนการเดียวเท่านั้นที่ใช้ออกซิเจนในการสร้างพลังงาน การออกกำลังกายที่ต้องใช้เวลามากกว่า 2 นาทีขึ้นไป พลังงานหลักที่ถูกนำมาใช้ในการเคลื่อนไหวที่สำคัญ คือ ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน และการออกกำลังกายที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอและไม่หนักเกินไป ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนจะถูกนำมาใช้เป็นพลังงานหลัก

โดยไม่เกิดการดแลคติกขึ้นในระหว่างการออกกำลังกาย⁴

กระบวนการสร้างพลังงานของกล้ามเนื้อ

เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากสารอาหารต่าง ๆ ไปเพื่อการทำงานของกล้ามเนื้อ อาหารเหล่านี้จะถูกย่อยและดูดซึมเข้าไปในกระแสโลหิตไปสู่สมองและหัวใจ ส่วนที่เหลือจะเก็บไว้ในกล้ามเนื้อ ตับ และเนื้อเยื่อไขมัน เมื่อถึงเวลาจำเป็นต้องใช้สามารถดึงออกมาใช้ได้

ATP เกิดจากการสันดาปของอาหารที่รับประทานเข้าไปแล้วเกิดเป็นพลังงาน น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ดังสมการ



ATP จะแตกตัวได้จาก



ATP นี้สามารถสังเคราะห์ขึ้นใหม่จาก ครีเอติน ฟอสเฟต (creatine phosphate) หรือ (CP) ซึ่งก็มีเก็บสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ สังเคราะห์ได้จากสมการ



(CP มาจากครีเอตินกับฟอสเฟต ฟอสเฟตมาจากฟอสฟอรัสรวมตัวกับออกซิเจน)

กระบวนการสร้างพลังงานในร่างกายสามารถสังเคราะห์ ATP ได้และสามารถสร้างจากสารอาหารเป็นจำนวนมากแต่ต้องอาศัยเวลานาน เพราะกระบวนการผลิต ATP จะช้ากว่าที่ได้มาจาก CP ในร่างกายของมนุษย์⁶

การออกกำลังกาย

การออกกำลังกายแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

Aerobic exercise เป็นการออกกำลังกายที่กล้ามเนื้ออาศัยแหล่งพลังงานจากระบบ aerobic system โดยเริ่มจากวอร์มอัพ (warm up) ร่างกายจนได้ที่ และจะต้องออกกำลังกายในระดับความหนักหน่วงที่ทำให้หัวใจเต้นอยู่ระหว่างร้อยละ 60–85 ของความสามารถสูงสุดที่หัวใจจะเต้นได้ (maximal heart rate, MHR) โดยทั่วไปในคนสูงอายุแนะนำให้อยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 60 ของ (maximal heart rate, MHR) ก็เพียงพอ โดยออกกำลังกายเป็นเวลาต่อเนื่องอย่างน้อย 20 นาที เน้นว่าต่อเนื่องเริ่มนับหลังจาก warm up สิ้นสุดลง

Anaerobic exercise เป็นการออกกำลังกายที่กล้ามเนื้ออาศัยแหล่งพลังงานจากระบบ anaerobic

system โดยการออกกำลังภายในช่วงเวลาสั้น ๆ อัตราการเต้นของหัวใจอาจจะสูงหรือไม่สูงกว่าร้อยละ 85 ของ (maximal heart rate, MHR) ทั้งนี้ขึ้นกับความหนักหน่วงและการต่อเนื่องของความหนักหน่วงนั้น ๆ

การใช้พลังงานในการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง

1. ถ้าออกกำลังกายเพียง 30 วินาที พลังงานหลักที่ใช้เพื่อมาสร้าง ATP ใหม่ คือ ระบบฟอสฟาเจน (phosphagen) เช่น ทุมน้ำหนัก วิ่งแข่งขัน 100 เมตร เหยิงไม้กอล์ฟ เหยิงไม้เทนนิส

2. ถ้าออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องระหว่าง 30 – 90 วินาที พลังงานที่ใช้เพื่อมาสร้าง ATP ใหม่ คือ ระบบฟอสฟาเจน (phosphagen system) ต่อด้วยระบบกรดแลคติก (lactic acid system) เช่น ว่ายน้ำแข่งขัน 100 เมตร วิ่งระยะ 200 เมตร ถึง 400 เมตร แข่งขันสเกตเร็ว 500 เมตร

3. การออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องระหว่าง 90 วินาที ถึง 3 นาที พลังงานหลักที่ใช้เพื่อมาสร้าง ATP ใหม่ คือ ระบบฟอสฟาเจน (phosphagen system) ต่อด้วยระบบกรดแลคติก (lactic acid system) หลังจากนั้นก็เข้าสู่ระบบออกซิเจน เช่น วิ่งแข่งขัน 800-1500 เมตร ว่ายน้ำแข่งขัน 200-400 เมตร การแข่งขันยิมนาสติก การชกมวย ยกละ 3 นาที และมวยปล้ำยกละ 2 นาที

4. ถ้าออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องนานเกิน 3 นาทีขึ้นไป พลังงานหลักที่ใช้เพื่อสร้าง ATP ใหม่ ในส่วนที่เกิน 3 นาทีไปแล้วนี้ จะเป็นระบบแอโรบิคเป็นส่วนใหญ่ เช่น การวิ่งมาราธอน แข่งขันสกีข้ามประเทศ วิ่งเหยาะ ว่ายน้ำระยะทางตั้งแต่ 1,500 เมตรขึ้นไป และขี่จักรยานระยะยาว

การสร้างพลังงานในขณะออกกำลังกาย

ก่อนการปฏิบัติกิจกรรม สภาพร่างกายจะอยู่ในสภาพปกติ กล้ามเนื้อในส่วนต่าง ๆ จะใช้พลังงานที่ได้จากไขมันเป็นส่วนใหญ่

เมื่อเริ่มมีการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อเริ่มทำงานโดยการหดตัว เมื่อกล้ามเนื้อหดตัว ATP และ CP มีการสลายตัวเพื่อให้ได้พลังงาน ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้มาจากกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) โดยเกิดจากการสันดาปกรดไพรูวิก (pyruvic acid) กับกรดไขมัน (fatty acid) เลือดเพิ่มปริมาณมากขึ้น มีการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ความล้าจะค่อย ๆ เกิดขึ้นเนื่องจากสารเร่งปฏิกิริยาลดลง

ในช่วงนี้เป็นระยะสร้างพลังงาน โดยไม่ใช้ออกซิเจน แต่ใช้กลูโคสจากเลือดเพื่อสังเคราะห์ ATP เมื่อออกกำลังกายไปได้ 3-5 นาที การใช้พลังงานจากกรดไขมันจะค่อย ๆ สูงขึ้นจนถึงกำหนดเวลา 10 นาที

เมื่อระยะเวลาของการออกกำลังกายอยู่ในระดับคงตัว คือ ระหว่างปฏิบัติงาน ซึ่งหมายถึงการสร้างพลังงานสมดุลกับการใช้พลังงาน โดยกลูโคสในโลหิต ในกล้ามเนื้อ กรดไขมันในพลาสมา และกลีเซอรอลในกล้ามเนื้อ ถูกดึงมาเพื่อสร้างพลังงาน ATP โดยสารเร่งปฏิกิริยาแอคโตไมโอซิน

ดังนั้นการสร้างพลังงานจะขึ้นอยู่กับความหนักเบาของงาน ถ้างานหนักมากจะมีการปรับตัว โดยการเผาผลาญกรดไขมันมากขึ้นและเพิ่มการสันดาปคาร์โบไฮเดรต

เมื่อถึงระยะสุดท้ายของการออกกำลังกาย คือ ช่วงที่เหน็ดเหนื่อยนั้น เกิดจากการออกกำลังกายยาวนาน กล้ามเนื้อจะใช้พลังงานจากกระบวนการ “ไกลโคไลซิส” (glycolysis) มากขึ้น จำนวนไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ATP และ CP ลดลง ร่างกายจะต้องใช้พลังงานจากการสันดาปไขมันมาช่วยทันที

การออกกำลังกายเป็นกระบวนการสร้างพลังงานเพิ่มขึ้น การเพิ่มความสามารถของร่างกายทำได้โดยคำนวณจากจำนวนออกซิเจนที่ต้องการใช้ในการสันดาปอาหารเมื่อต้องการพลังงานเพิ่มขึ้น การใช้ออกซิเจนจะสูงขึ้น แต่เป็นการใช้ออกซิเจนอย่างประหยัดและจำเป็น

โดยปกติจะมีปริมาณออกซิเจนในปอดและโลหิตประมาณ 1,800-2,500 ลบ.ซม. (อาจมีอยู่ในไมโอโกลบิน (myoglobin) อีก 40-400 ลบ.ซม.) ในขณะที่ร่างกายพักผ่อนจะใช้ออกซิเจนประมาณ 200-300 ลบ.ซม./นาที ในร่างกายของมนุษย์มีโครงสร้างเป็นกล้ามเนื้อถึง 2 ใน 5 ของน้ำหนักร่างกาย คือประมาณร้อยละ 40 ดังนั้นเมื่อทำงานหนัก จำนวนออกซิเจนที่ต้องใช้จะเพิ่มขึ้นเป็น 20 เท่าของอัตราปกติ ถ้าทำงานหนักมากอาจใช้ถึง 50 เท่าของอัตราปกติ

กิจกรรมที่มีความหนักปานกลางหรือสม่ำเสมอ ออกซิเจนจะนำเข้าสู่ร่างกายเป็นปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และจะลดลงเมื่อผ่านไป 1-2 นาที เป็นเช่นนี้ตลอดระยะเวลาทำงาน อัตราการเต้นของหัวใจและการผลิตกรดแลคติกจะอยู่ในลักษณะคงที่ ซึ่งเรียกว่า ระยะคงตัว

ในระดับนี้ออกซิเจนที่นำเข้าสู่ร่างกาย (oxygen intake) จะเท่ากับออกซิเจนที่ถูกใช้ (oxygen consumption (VO_2)) ปริมาณการใช้ออกซิเจนของบุคคลแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับขีดจำกัดของการใช้ออกซิเจน ผู้ที่ขาดการ

ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะมีอัตราการใช้ออกซิเจนน้อย สำหรับคนที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะมีอัตราการใช้ออกซิเจนสูง

อัตราการนำเข้าสู่ร่างกายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับสมรรถภาพร่างกาย ความสามารถของการหายใจและการไหลเวียนเพื่อนำออกซิเจนเข้าสู่เซลล์

ดังนั้นแหล่งพลังงานสำหรับการออกกำลังกายมีความต้องการมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งนักกีฬาจะมีความต้องการพลังงานมากกว่าคนปกติ เพราะระยะเวลาในการฝึกซ้อมและความหนักมากกว่า นักกีฬาควรรับประทานอาหารประเภท ข้าว แป้ง โปรตีน ไขมัน เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้แก่กล้ามเนื้อ ในช่วงของการฝึกซ้อมที่หนัก สำหรับโปรตีนที่มีคุณภาพและมีประโยชน์นั้น ได้แก่ อาหารประเภท เนื้อสัตว์ ไข่ ถั่ว นม ไขมัน นักกีฬาควรที่จะใช้น้ำมันที่มาจากพืช เพราะจะมีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันงา น้ำมันรำ เป็นต้น วิตามินและเกลือแร่เป็นสารอาหารที่จำเป็น เพราะจะช่วยในการเผาผลาญของร่างกาย นักกีฬามีความต้องการวิตามิน และเกลือแร่เพิ่มขึ้น ร่างกายต้องได้รับปริมาณที่พอเพียง แต่ก็ไม่ควรเสริมวิตามินมากเกินไป ความต้องการเพราะไม่ได้ส่งเสริมให้สมรรถภาพของนักกีฬาดีขึ้น แต่อาจจะทำให้เกิดโทษได้ อาหารที่ให้วิตามินและเกลือแร่ได้แก่ อาหารประเภท ผัก และผลไม้สดชนิดต่าง ๆ เหล็ก เป็นประกอบที่สำคัญของโลหิต ถ้าขาดจะทำให้สมรรถภาพของนักกีฬาลดลง โดยเฉพาะในกีฬาที่ต้องมีการแข่งขันในระยะเวลาสั้น หรือนักวิ่ง เหล็กเป็นธาตุอาหารที่ได้จากการรับประทานอาหารประเภท เนื้อสัตว์ ตับสัตว์ สำหรับคนปกติหรือผู้ที่ไม่มีกิจกรรมในการออกกำลังกาย ควรรับประทานอาหารประเภท โปรตีน ซึ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอและเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน คาร์โบไฮเดรต เป็นแหล่งพลังงาน และช่วยให้ร่างกายสะสมกลัยโคเจนได้เร็วกว่าสารอาหารประเภทอื่น ทำให้ออกกำลังกายได้โดยไม่รู้สึกเมื่อยล้าเร็วจนเกินไป ไขมันนอกจากเป็นแหล่งพลังงานสะสมที่สำคัญในการออกกำลังกายชนิด aerobic และการเล่นกีฬาชนิดทนทานแล้ว ยังจำเป็นสำหรับการดูดซึมวิตามินชนิดที่ละลายในไขมันอีกด้วย แต่ไม่ควรบริโภคเกินร้อยละ 30 ของพลังงานทั้งหมด เพราะจะทำให้อ้วน เกลือแร่และวิตามินผู้ที่ออกกำลังกาย ควรได้รับเพิ่มจากการบริโภคอาหารบางชนิด เช่น นม เครื่องในสัตว์ ผลไม้ และควรดื่มน้ำเย็นที่สะอาดให้เพียงพอ เพื่อชดเชยการสูญเสียเหงื่อและช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

ในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาจะเกิดความเมื่อยล้า ซึ่งเกิดจากการแตกสลายของกล้ามเนื้อ เมื่อออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาผ่าน 10 วินาทีแรกไป กล้ามเนื้อจะเริ่มทำการสลาย glycogen ที่สะสมอยู่ให้กลายเป็น glucose และจะทำการสลาย glucose ให้กลายเป็น ATP โดยไม่มีการใช้ oxygen มาเกี่ยวข้องด้วย โดยระบบนี้จะกลายเป็นแหล่งพลังงานหลักภายในเวลา 30 วินาที ผลของการสลาย glucose โดยไม่ใช้ oxygen นี้ นอกจากจะทำให้ ATP จำนวนไม่มากแล้ว (เมื่อเทียบกับการใช้ oxygen) ยังทำให้เกิดกรด lactic จำนวนมากสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อเกิดสภาวะกรดขึ้นและจะทำให้กล้ามเนื้อเกิดการล้าตัว จึงจำเป็นต้องกำจัดออกไปอย่างรวดเร็ว ด้วยการเพิ่มปริมาณเลือดมาเลี้ยงกล้ามเนื้อให้มากขึ้น โดยการเพิ่มการทำงานของหัวใจพร้อมกับเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ การที่กล้ามเนื้อจะล้าตัวเร็วหรือช้าเพียงใด จะขึ้นอยู่กับอัตราเร็วในการสร้างและการกำจัดกรด lactic ระบบพลังงานนี้จะดำเนินต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 2 - 2.5 นาที จึงจะเริ่มเข้าสู่ระบบ aerobic

สรุป

จากบทความดังกล่าวในข้างต้นจะเห็นได้ว่าสารพลังงาน (ATP) ที่ใช้ในการออกกำลังกาย เกิดขึ้นจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของสารอาหารเข้าสู่ร่างกาย แล้วถูกย่อยและดูดซึมในระบบทางเดินอาหาร เพื่อนำสารอาหารเข้าสู่กระแสเลือด แล้วผ่านกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) จึงได้เป็นสารพลังงานสูง เรียกว่า adenosine triphosphate (ATP) เมื่อถึงระยะสุดท้ายของการออกกำลังกาย คือ ช่วงที่เหน็ดเหนื่อยนั้นเกิดจากการออกกำลังกายยาวนาน กล้ามเนื้อจะใช้พลังงานจากกระบวนการ "ไกลโคไลซิส" (glycolysis) มากขึ้น จำนวนไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ATP และ CP ลดลง ร่างกายจะต้องใช้พลังงานจากการสันดาปไขมันมาช่วยทันที

เอกสารอ้างอิง

1. พีระพงศ์ บุญศิริ. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ; 2532.
2. คณาจารย์ภาควิชาสรีรวิทยา. สรีรวิทยา 1. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2532.
3. เจริญทัศน์ จินตนาเสวี. ร่างกายกับการว่ายน้ำ. ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬาองค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย; 2527.

4. เจริญ กระบวนรัตน์. เทคนิคการฝึกความเร็ว. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2538.
5. พจน์ ศรีบุญลือ. ชีวเคมี. ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2543.
6. เสก อักษรานุเคราะห์. การออกกำลังกายสายกลางเพื่อสุขภาพและชะลอความแก่. ภาควิชาออร์โทปิดิกส์ และเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2534.