

ความต้องการพลังงานในผู้ป่วยวิกฤต

ณัฐธิดา โอวัฒนพานิช

สาขาศัลยศาสตร์อุบัติเหตุ ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

Energy Requirement in Critically Ill Patients

Natthida Owattanapanich

Division of Trauma Surgery, Department of Surgery, Faculty of Medicine Siriraj hospital, Mahidol University

Thai JPEN 2020;28(1):57-63.

บทคัดย่อ

โภชนบำบัดเป็นส่วนสำคัญหนึ่งของการรักษาในผู้ป่วยทุกประเภท โดยเฉพาะผู้ป่วยวิกฤตที่มีความรุนแรงของโรคสูงกว่าผู้ป่วยทั่วไป มีความซับซ้อนของตัวโรคค่อนข้างมาก รวมถึงมีการตอบสนองต่อกระบวนการอักเสบในระดับสูง ทำให้พบว่าผู้ป่วยกลุ่มนี้มีความต้องการพลังงานที่แตกต่างจากในผู้ป่วยทั่วไป พบว่าผู้ป่วยวิกฤตที่ได้รับการรักษาทางด้านโภชนบำบัดที่ไม่เหมาะสมนั้นสัมพันธ์กับการเพิ่มของอัตราการเกิดผลแทรกซ้อนระหว่างนอนโรงพยาบาล รวมถึงการเพิ่มขึ้นของการเกิดทุพพลภาพและการเสียชีวิตที่สูงขึ้นได้ การกำหนดเป้าหมายของปริมาณพลังงานที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างมากสำหรับการให้โภชนบำบัดในผู้ป่วยวิกฤต บทความนี้จะกล่าวถึงความต้องการพลังงานซึ่งเป็นเป้าหมายในการกำหนดปริมาณพลังงานที่ผู้ป่วยควรได้รับ รวมไปถึงแนวทางการพิจารณาเริ่มให้พลังงานดังกล่าวในระยะเวลาที่เหมาะสม

ABSTRACT

Nutrition therapy is an essential part of treatment in all patients. Especially in critically ill patients, as they have a higher severity and complexity of illnesses. According to the intensity of systemic inflammatory response to injuries, this group of patients has different energy needs compared to general patients. To date, improper nutrition therapy relates to the increase of in-hospital complications, including higher morbidity and mortality. Therefore, targeting the right amount of energy at the right time to initiate nutrition therapy is very crucial for critically ill patients. This review article discusses the basic metabolism in patients with critical illnesses and the need for energy, with the goal of determining the amount of optimal energy. Moreover, the appropriate timing to establish nutrition support is also mentioned.

คำสำคัญ: ผู้ป่วยวิกฤต, โภชนบำบัด, ความต้องการพลังงาน

Keywords: critically ill patient, nutrition support, energy requirement

Corresponding author: Natthida Owattanapanich

Division of Trauma Surgery, Department of Surgery, Faculty of Medicine, Siriraj hospital, Bangkok, Thailand 10700

Email: natthida.owa@gmail.com

บทนำ

ผู้ป่วยวิกฤตเป็นอีกหนึ่งกลุ่มผู้ป่วยจำเพาะที่ต้องการการดูแลรักษาด้านโภชนาบำบัดอย่างใกล้ชิด เนื่องจากเป็นกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะความเครียด (stress) สูงกว่าผู้ป่วยทั่วไป โดยพบว่าผู้ป่วยวิกฤตทุกคนที่ต้องอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤตนานเกินกว่า 48 ชั่วโมงจัดเป็นผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อภาวะทุพโภชนาการ¹ การให้สารอาหารที่มากเกินไป (overfeeding) หรือการให้สารอาหารที่น้อยเกินไป (underfeeding) ต่างก็ส่งผลเสียต่อผู้ป่วย ดังนั้นการพิจารณาให้ปริมาณพลังงานในผู้ป่วยวิกฤตอย่างเหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างมาก สามารถช่วยลดอัตราการเกิดทุพพลภาพและอัตราการเสียชีวิตได้

เมแทบอลิซึมในผู้ป่วยวิกฤต

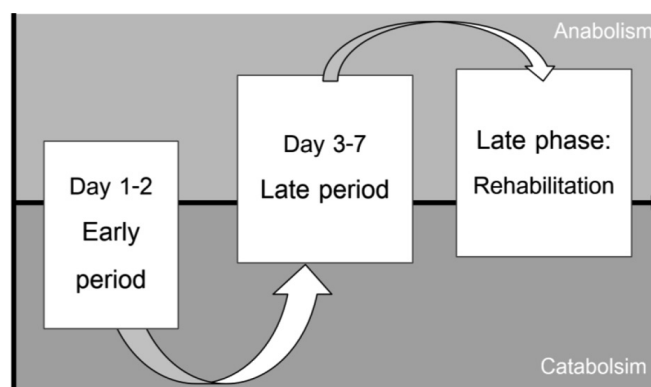
เมื่อผู้ป่วยมีภาวะ stress เกิดขึ้น ร่างกายจะมีการตอบสนองทางเมแทบอลิซึมออกเป็นระยะต่างๆ ดังต่อไปนี้^{1,2}

การตอบสนองในช่วงแรก (acute phase) ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ระยะ ได้แก่

Early period หรือ Ebb phase เป็นการตอบสนองอย่างเฉียบพลันต่อ stress ในระยะแรก ระยะนี้จะเกิดขึ้นในช่วงประมาณ 12-24 ชั่วโมงแรก (หรือไปจนถึง 48 ชั่วโมงแรก) หลังการเจ็บป่วย

ในระยะนี้จะเกิดการกระตุ้นผ่านกระบวนการอักเสบที่เรียกว่า Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS) มีการหลั่งของฮอร์โมน (hormones) เอนโดคริน (endocrines) พาราคริน (paracrine) และ cytokines ต่างๆ มากมาย ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของเมแทบอลิซึมอย่างมาก โดยในระยะนี้จะเริ่มมีการใช้พลังงานจากไกลโคเจนที่ได้รับการสะสมอยู่ที่ตับ และกล้ามเนื้อ ส่วนต่างๆ รวมถึงมีการสร้างกลูโคสผ่านกระบวนการ gluconeogenesis ที่ตับและไตร่วมด้วย

Late period หรือ Flow phase เป็นระยะที่ยังคงมีการเพิ่มขึ้นของเมแทบอลิซึมอย่างต่อเนื่อง ระยะนี้เกิดขึ้นช่วง 3-7 วันหลังจากการเจ็บป่วย ในระยะนี้จะเริ่มมีการใช้ไขมันที่สะสมอยู่ในร่างกายมาสร้างเป็นพลังงาน หากร่างกายยังคงมีเมแทบอลิซึมที่มากเกินกว่าร่างกายจะผลิตได้ทัน จะเกิดการสลายของโปรตีนที่สะสมตามอวัยวะต่างๆ (visceral protein) พบว่าในผู้ป่วยวิกฤตที่มีการอดอาหารร่วมด้วยอย่างน้อย 3 วัน จะมีความต้องการพลังงานประมาณ 1.16 เท่าของคนปกติที่น้ำหนักเท่ากัน จากการศึกษาหนึ่งพบว่าการผลิตกลูโคสเพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานประมาณ 310 กรัม ร่วมกับการสลายโปรตีนซึ่งพบความสมดุลโปรตีน (net protein balance) ติดลบสูงถึง 117 กรัมต่อวัน³



ภาพที่ 1 ระยะต่างๆของการตอบสนองของร่างกายต่อภาวะ stress

ในระยะ Early period ที่มีการตอบสนองต่อ stress ด้วยการกระตุ้นกระบวนการอักเสบจะใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน เกิดกระบวนการ catabolism ที่สูงกว่า anabolism จากนั้นจะเข้าสู่ระยะ Late period ที่ยังคงมีการสลายพลังงานสะสมในร่างกายมาใช้อย่างต่อเนื่อง โดยใช้เวลาประมาณ 3-7 วัน จากนั้นจะเริ่มมีการสร้างและเก็บสะสมสารอาหารเพื่อการฟื้นฟู (anabolism) ในระยะที่เริ่มเข้าสู่ Late phase หรือ rehabilitation

การตอบสนองในช่วงหลัง (late phase) หรือ Anabolic phase เป็นระยะฟื้นตัวหลังจากภาวะ stress โดยส่วนมากจะอยู่ที่ประมาณ 7 วันหลังจากเกิดการเจ็บป่วย โดยระดับของเมแทบอลิซึมจะลดลงจนสู่ระดับปกติ เริ่มมีการสร้างสารอาหารต่างๆ และเริ่มมีการเก็บสะสมโปรตีนและไขมัน ทำให้มีสมดุลไนโตรเจน (nitrogen balance) ที่เป็นบวกเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามในระยะนี้อาจจะเกิดต่อเนื่องและต้องใช้เวลาหลายสัปดาห์หรือหลายเดือนหลังจากที่เกิดการเจ็บป่วยที่รุนแรง

ปริมาณพลังงานที่เหมาะสมในผู้ป่วยวิกฤต

เป็นที่ทราบกันดีว่า ปริมาณพลังงานที่เหมาะสมกับผู้ป่วยรายหนึ่งนั้นสามารถทำการวัดปริมาณความต้องการพลังงานได้โดยการใช้เครื่องมือที่ถือว่าเป็นมาตรฐานในการตรวจวัด (gold standard) คือ indirect calorimetry ซึ่งเป็นใช้การตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ในการสลายสารอาหารที่ทำให้เกิดพลังงาน (oxygen consumption) และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกผลิตจากกระบวนการสร้างพลังงาน (carbon dioxide production) จากนั้นนำค่าที่วัดได้ดังกล่าวไปทำการคำนวณกลับเพื่อหาปริมาณพลังงานพื้นฐาน (Resting Energy Expenditure: REE) โดยใช้สูตร Weir equation ดังต่อไปนี้

$$REE \text{ (kcal/d)} = [(3.941VO_2 + 1.11VCO_2) + 2.17(uN_2)] \times 1.440$$

VO_2 = oxygen consumption (mL/min)

VCO_2 = carbon dioxide production (mL/min)

uN_2 = urinary nitrogen (g/d)

พบว่าปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ (urinary nitrogen) นั้นมีผลต่อปริมาณพลังงานประมาณน้อยกว่าร้อยละ 4 ของปริมาณพลังงานทั้งหมดในผู้ป่วยวิกฤต^{4, 5} ทำให้ในปัจจุบันนิยมใช้สูตร Modified Weir equation ซึ่งตัดการคำนวณจากไนโตรเจนในปัสสาวะออกเพื่อความสะดวกในการตรวจวัดและการคำนวณในกรณีที่ไม่สามารถเก็บปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะได้

อย่างไรก็ตามการวัดความต้องการพลังงานดังกล่าวให้มีความแม่นยำ มีข้อจำกัดในหลายกรณี เนื่องจากการ

วัดค่า oxygen consumption (VO_2) และ carbon dioxide production (VCO_2) ซึ่งเป็นค่าที่ถูกคำนวณขึ้นจากปริมาตรของอากาศเข้าและออก นำมาคูณกับความเข้มข้นของแก๊สที่วัดได้ โดยปริมาตรอากาศเข้า (volume of inspired air) นั้นถูกคำนวณขึ้นมาจาก Haldane transformation ทำให้ได้

$$VO_2 = \frac{[(1 - FiO_2 - FeCO_2) \times (FiO_2 - FeO_2)Ve]}{(1 - FiO_2)}$$

VO_2 = O_2 consumption (L/min)

Ve = volume of expired air (L)

FeO_2 = fraction of expired oxygen

$FeCO_2$ = fraction of expired carbon dioxide

FiO_2 = fraction of inspired oxygen

$FiCO_2$ = fraction of inspired carbon dioxide

ดังนั้น ค่าที่ได้จาก indirect calorimetry จะมีความคลาดเคลื่อนได้ เมื่อ

1. ความเข้มข้นของออกซิเจน (FiO_2) ที่มากกว่า 0.6 เนื่องจากจะทำให้ค่า $1-FiO_2$ ซึ่งเป็นตัวหารของสูตร คำนวณออกมาได้คลาดเคลื่อนเพิ่มมากขึ้น⁶
2. มีการปนเปื้อนของแก๊สชนิดอื่นร่วมด้วย เช่น การใช้ยาดมสลบ (anesthetic gases) ทำให้ผลการคำนวณปริมาตรอากาศคลาดเคลื่อนจากสูตร
3. พบว่าการรั่วของระบบ เช่น การรั่วของท่อช่วยหายใจ (endotracheal cuff leak) ผู้ป่วยที่ได้รับการใส่สายระบายช่องอก (leak from intercostal chest drain) ลมรั่วจากหลอดลมสู่เยื่อหุ้มปอด (bronchopleural fistula) การใช้เครื่องช่วยหายใจชนิด non-invasive ventilation (ซึ่งพบมีการรั่วของอากาศได้ประมาณ 20-30%)
4. ขาดการสอบเทียบเครื่องมือวัด (calibration and validation) ก่อนทำการวัด
5. การวัดไม่ได้สภาวะคงตัว (steady state) เช่น มีการเปลี่ยนแปลง FiO_2 ระหว่างทำการวัด การใช้เครื่องพ่นยาขณะวัด มีการให้อาหารแบบเป็นมื้อ (bolus or gavage) ระหว่างที่ทำการวัดทำให้มีค่าพลังงานจากการเผาผลาญอาหาร (thermic effect) มาเกี่ยวข้อง มีการปรับยาบางชนิด

โดยเฉพาะกลุ่มยานอนหลับและยาแก้ปวด (analgesic and sedative drugs) เป็นต้น

6. การมีความชื้นในระบบเครื่องช่วยหายใจสูง

7. มีการกำจัดออกซิเจนหรือคาร์บอนไดออกไซด์ออกไปทางอื่น เช่น การใช้เครื่องล้างไต (ซึ่งมีผลกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์) การใช้เครื่องปอดหัวใจเทียม (Extra-corporeal Membrane Oxygenation: ECMO) เป็นต้น

8. ผู้ป่วยที่มีทางเดินหายใจอุดกั้นรุนแรง ซึ่งจะมีผลต่อการวัดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ที่นำมาคำนวณ

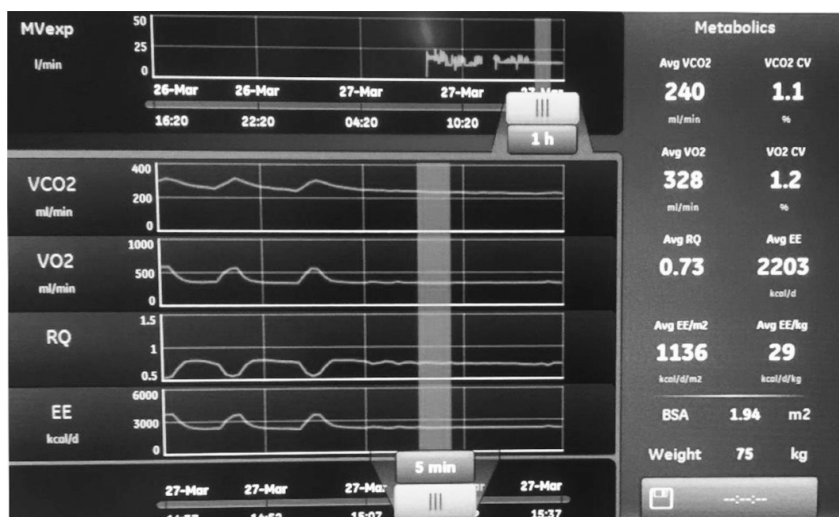
นอกจากนี้ยังไม่แนะนำให้ทำการวัดในผู้ป่วยที่มีระบบหายใจล้มเหลว (respiratory failure) ที่ต้องใช้ FiO_2 มากกว่าหรือเท่ากับ 0.6 และ Positive End Expiratory Pressure (PEEP) สูงเกินกว่า 12 ซม.น้ำ เพื่อลดความเสี่ยงจากการถอดเครื่องช่วยหายใจชั่วคราวและทำการต่อการวัดด้วยเครื่อง indirect calorimetry

แม้ว่าในปัจจุบันเครื่อง indirect calorimetry จะมีขนาดเล็กลง และสะดวกในการเคลื่อนย้าย เหมาะกับการนำไปตรวจผู้ป่วยแต่ละรายมากขึ้น รวมถึงการมีเครื่องช่วยหายใจบางประเภทที่สามารถวัดค่าดังกล่าวได้เช่นกัน แต่เครื่องมือนี้ยังมีราคาที่สูง ทำให้ไม่สามารถใช้

เครื่องมือดังกล่าววัดค่าความต้องการพลังงานในผู้ป่วยวิกฤตทุกรายได้

มีความพยายามในการคำนวณหาปริมาณพลังงานที่เหมาะสมในผู้ป่วยวิกฤตเพื่อทดแทนการใช้เครื่องมือในการวัด โดยการคิดค้นสูตรการคำนวณที่เหมาะสมในผู้ป่วยวิกฤตแต่ละราย อาศัยข้อมูลพื้นฐานด้านต่างๆของผู้ป่วยนำมาเข้าสู่สูตรจำเพาะเพื่อคำนวณหาปริมาณพลังงานพบว่าสูตรในการคำนวณพลังงานในผู้ป่วยวิกฤตมากกว่า 200 สูตรที่ได้รับการยอมรับและตีพิมพ์ โดยมีความถูกต้องแม่นยำตั้งแต่ร้อยละ 40-75^{7,8}

จากการศึกษา TICACOS¹⁰ ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้ indirect calorimetry ในการกำหนดปริมาณพลังงานในผู้ป่วยวิกฤตเปรียบเทียบกับการใช้สูตรที่คำนวณจากน้ำหนักของผู้ป่วย (weight based equation) ซึ่งคิดเป็น 25 กิโลแคลอรีต่อน้ำหนักตัวหนึ่ง กิโลกรัมต่อวัน (kcal/kg/d) พบว่าไม่พบความแตกต่างของปริมาณแคลอรีอย่างมีนัยสำคัญ ($1,976 \pm 468$ vs $1,838 \pm 468$ kcal/d, P-value = 0.60) แม้ว่าจะมีแนวโน้มพบอัตราการรอดชีวิตที่สูงขึ้นในกลุ่มที่ใช้ indirect calorimetry แต่อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมี



ภาพที่ 2 ตัวอย่างเครื่องช่วยหายใจที่สามารถทำการวัดค่าเฉลี่ยของ VO_2 และ VCO_2 ได้

จากภาพจะเห็นว่า จะทำการเลือกวัดในจุดที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าทั้งสองมากนัก โดยมักเลือกในช่วงเวลาที่ผู้ป่วยไม่มีกิจกรรมและอยู่นิ่ง และค่าจะมีความแม่นยำมากขึ้นเมื่อ VCO_2 coefficient of Variation ($\text{VCO}_2 \text{ CV}$) และ VO_2 coefficient of Variation ($\text{VO}_2 \text{ CV}$) ไม่เกินร้อยละ 5

นัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น American Society of Enteral and Parenteral Nutrition (ASPEN) ในปี พ.ศ. 2559 จึงให้คำแนะนำเกี่ยวกับปริมาณพลังงานในผู้ป่วยวิกฤต โดยแนะนำให้สามารถคำนวณความต้องการพลังงานโดยใช้ weight based equation ได้ ซึ่งใช้สูตรคำนวณ 25-30 kcal/kg/d⁹

ในขณะที่ European Society of Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) ในปี พ.ศ. 2562 ได้แนะนำให้ทำการวัดความต้องการพลังงานของผู้ป่วยวิกฤตที่ใส่เครื่องช่วยหายใจด้วย indirect calorimetry หากไม่สามารถทำการวัดด้วยเครื่องมือดังกล่าวได้ แนะนำให้ทำการวัดความต้องการพลังงานโดยการวัดค่า VO_2 จากสายสวนหลอดเลือดแดงที่ปอด (pulmonary arterial catheter) หรือการวัด VCO_2 ที่วัดได้จากเครื่องช่วยหายใจนำมาคำนวณ ซึ่งพบว่ามีความแม่นยำที่สูงกว่าการใช้สูตรคำนวณแบบ weight based equation

ช่วงเวลาที่เหมาะสม สำหรับการให้โภชนาบำบัด

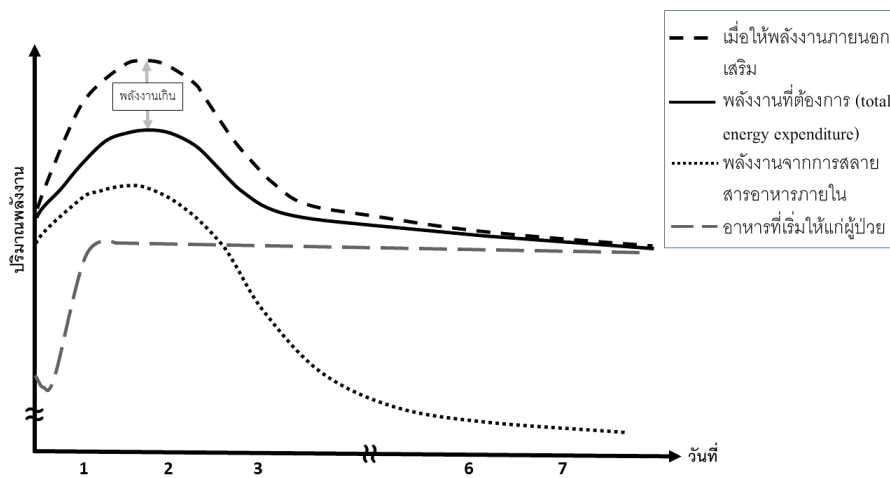
นอกจากการกำหนดเป้าหมายปริมาณพลังงานทั้งหมดที่ผู้ป่วยต้องการข้างต้นแล้ว ช่วงเวลาที่เหมาะสมก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากในการให้โภชนาบำบัด ในผู้ป่วยที่ไม่สามารถรับประทานอาหารทางปากได้ จากการแนะนำของ ASPEN ในปี พ.ศ. 2559 แนะนำให้พิจารณาให้อาหารผ่านทางสายให้อาหารภายใน 24-48 ชั่วโมงแรก⁹ ซึ่งแนะนำให้เริ่มค่อนข้างเร็วในผู้ป่วยที่มีสัญญาณชีพคงที่ และไม่มีข้อห้ามสำหรับการให้อาหารด้วยวิธีดังกล่าว การเริ่มให้อาหารทางสายให้อาหารอาจจะพิจารณาเริ่มในปริมาณน้อย (trophic feeding) และค่อย ๆ ทำการเพิ่มไปจนถึงเป้าหมายภายใน 7 วัน ในผู้ป่วยที่ได้รับการประเมินว่ามีความเสี่ยงสูงต่อภาวะทุพโภชนาการ (high nutrition risk, severe malnourish) ควรทำการเพิ่มอาหารให้ได้ 80% ของเป้าหมายภายใน 48-72 ชั่วโมง พร้อมกับการติดตามอย่างใกล้ชิด รวมถึงเฝ้าระวังการเกิดกลุ่มอาการหลังได้รับสารอาหาร (refeeding syndrome)

จากการศึกษาของ Tappy และคณะ³ ซึ่งทำการศึกษาในผู้ป่วยวิกฤตศัลยกรรมที่ได้รับสารอาหารจำพวกน้ำตาลและไขมันทางหลอดเลือดดำในช่วง 5 วันแรกของการ

เจ็บป่วย พบว่าการให้พลังงานในช่วงเวลาดังกล่าวไม่จะเป็นสารอาหารจำพวกใด ไม่สามารถที่จะหยุดกระบวนการสร้างกลูโคสของร่างกาย (endogenous glucose production) รวมถึงการสลายโปรตีน (net protein oxidation) ได้ อีกทั้งยังกระตุ้นให้เกิดกระบวนการสร้างไขมัน (de novo lipogenesis) และคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide production) ที่เพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้นการให้สารอาหารปริมาณมากเท่ากับเป้าหมายตั้งแต่วัยแรกภายหลังจากมี stress นั้น พบว่ามีประโยชน์ค่อนข้างน้อยเนื่องจากไม่สามารถลดการสลายโปรตีนหรือหยุดยั้งกระบวนการกระตุ้นเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นในช่วงแรก (early phase) อีกทั้งยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการให้พลังงานที่มากเกินไป (overfeeding) ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่เพิ่มขึ้นได้ ในปัจจุบันยังไม่สามารถทำการวัดปริมาณพลังงานที่ร่างกายสร้างขึ้นได้ในผู้ป่วยด้วยวิธีการทางคลินิก และปริมาณดังกล่าวค่อนข้างไม่คงที่โดยแปรผันตามหลายปัจจัย อาทิ ความรุนแรงของความเจ็บป่วย อายุ เพศ เป็นต้น

Oshima และคณะ¹¹ ได้แนะนำให้ทำการเริ่มการให้อาหารในปริมาณน้อยก่อน โดยแนะนำให้เริ่มให้ตั้งแต่วัยแรกภายใน 3-4 วัน และค่อยๆ เพิ่มปริมาณขึ้นหลังจากนั้น จนถึงเป้าหมายของพลังงาน เนื่องจากในระยะแรกร่างกายจะได้รับพลังงานจาก endogenous energy production ที่ถูกกระตุ้นจาก stress แล้ว การพยายามให้สารอาหารจากภายนอกในปริมาณใกล้เคียงเป้าหมายพลังงานตั้งแต่ 1-2 วันแรกนั้น มีความเสี่ยงที่จะมี overfeeding ได้ (ภาพที่ 3)

สำหรับ European Society of Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) ในปีพ.ศ. 2562 ได้แนะนำให้มีการพิจารณาเริ่มให้อาหารทางสายให้อาหารเร็วภายใน 48 ชั่วโมง และเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดภาวะ overfeeding ไม่แนะนำให้มีการเริ่มให้อาหารเต็มจำนวนเท่ากับเป้าหมายที่ทำการวัดได้จาก indirect calorimetry ตั้งแต่วันแรกของการเริ่มให้อาหาร โดยเฉพาะในช่วง early phase โดยพิจารณาให้พลังงานไม่เกินร้อยละ 70 ของปริมาณพลังงานที่วัดได้ และให้ทำการค่อยๆ รับประทานเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 80-100 ของปริมาณพลังงานทั้งหมดหลังจากวันที่ 3 เป็นต้นไป จนถึงวันที่ 7 (isocaloric nutrition) ในกรณีที่ไม่สามารถ



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของปริมาณพลังงานและระยะเวลาของผู้ป่วยวิกฤต

จากกราฟข้างต้นจะเห็นว่าในช่วงแรกหลังจากความเจ็บป่วย แม้ว่าผู้ป่วยจะมีความต้องการพลังงานระดับหนึ่งแต่พบว่าร่างกายได้ทำการสลายพลังงานสะสมออกมาใช้ในปริมาณที่ค่อนข้างมากเพื่อตอบสนองต่อภาวะ *stress* ในช่วง 48-72 ชั่วโมงแรก การให้โภชนาบำบัดเท่ากับที่คำนวณได้นั้นมีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะ *overfeeding* ได้ เมื่อเวลาผ่านไปเข้าสู่ระยะ *late phase* จะเริ่มมีการสลายพลังงานลดลง การให้โภชนาบำบัดในช่วงนี้จะใกล้เคียงกับปริมาณที่คำนวณหรือวัดได้

ทำการวัดความต้องการพลังงานด้วยเครื่อง *indirect calorimetry* แต่ใช้ *weight based equation* หาค่าแทน แนะนำให้พลังงานที่น้อยกว่าที่คำนวณได้ (*hypocaloric nutrition*) โดยให้ประมาณร้อยละ 70 ในช่วงสัปดาห์แรกของการอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤต

บทสรุป

การให้พลังงานในผู้ป่วยวิกฤตนั้นมีความสำคัญทั้งในแง่ของปริมาณพลังงานและช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม โดยในช่วงแรกของการเจ็บป่วยรุนแรง ร่างกายจะมีการตอบสนองต่อภาวะความเครียดด้วยเมแทบอลิซึมปริมาณมาก ทำให้มีการสลายสารอาหารภายในร่างกายเกิดเป็นพลังงาน

ที่ยังไม่สามารถทำการวัดค่าได้แน่ชัด โดยกระบวนการดังกล่าวไม่สามารถยืนยันได้โดยสมบูรณ์จากการให้สารอาหารจากภายนอกเพียงอย่างเดียว ดังนั้นแม้ว่าจะทราบปริมาณพลังงานเป้าหมายที่ผู้ป่วยควรได้รับทั้งจากการวัดด้วย *indirect calorimetry* หรือจากสูตรการคำนวณ ควรทำการเริ่มให้อาหารตั้งแต่ระยะแรก โดยให้ในปริมาณที่น้อยก่อน จากนั้นให้ทำการเพิ่มปริมาณพลังงานทีละน้อย (*slowly ramp up*) จนได้พลังงานใกล้เคียงเป้าหมายในวันที่ 4 เป็นต้นไป เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดภาวะพลังงานขาดหรือเกิน (*underfeeding or overfeeding*) ที่นำมาซึ่งผลแทรกซ้อนต่างๆตามมา

เอกสารอ้างอิง

1. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*. 2019;38:48-79.
2. Slone DS. Nutritional support of the critically ill and injured patient. *Crit Care Clin*. 2004;20:135-57.
3. Tappy L, Schwarz JM, Schreiner P, Cayeux C, Revelly JP, Fagerquist CK, et al. Effects of isoenergetic glucose-based or lipid-based parenteral nutrition on glucose metabolism, de novo lipogenesis, and respiratory gas exchanges in critically ill patients. *Crit Care Med*. 1998;26:860-7.
4. Elwyn DH, Saphar P, Singer P, Bursztein S. A mathematical analysis of indirect calorimetry measurements in acutely ill patients. *Am J Clin Nutr*. 1989;50:227-30.
5. Ferrannini EL. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review.

- Metab Clin Exp. 1988;37:287-301.
6. Haugen HA, Chan LN, Li F. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutr Clin Pract*. 2007;22:377-88.
 7. Zusman O, Kagan I, Bendavid I, Theilla M, Cohen J, Singer P. Predictive equations versus measured energy expenditure by indirect calorimetry: A retrospective validation. *Clin Nutr*. 2019;38(3):1206-10.
 8. Tatuca-Babet OA, Ridley EJ, Tierney AC. Prevalence of underprescription or overprescription of energy needs in critically ill mechanically ventilated adults as determined by indirect calorimetry: a systematic literature review. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2016;40:212-25.
 9. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2016;40:159-211.
 10. Singer P, Anbar R, Cohen J, Shapiro H, Shalita-Chesner M, Lev S, et al. The tight calorie control study (TICACOS): a prospective, randomized, controlled pilot study of nutritional support in critically ill patients. *Intensive Care Med*. 2011;37:601-9.
 11. Oshima T, Berger MM, De Waele E, Guttormsen AB, Heidegger CP, Hiesmayr M, et al. Indirect calorimetry in nutritional therapy. A position paper by the ICALIC study group. *Clin Nutr*. 2017;36:651-62.