Thai JPEN

Better Nutrition for Better Life

รายงานผู้ป่วยที่น่าสนใจ/ Interesting Case

Received: 20 Sep 2019
Revised: 29 March 2020
Accepted: 11 May 2020

การให้โภชนบำบัดในผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรงในผู้ใหญ่

มรกต สุวรรณการ

หน่วยโภชนศาสตร์คลินิก กองอายุรกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

Nutrition Therapy in Adult Severe Burn Patient

Morrakot Suwannakarn

Division of Clinical Nutrition, Department of Internal Medicine, Pharmongkutklao Hospital

Thai JPEN 2020;28(2):102-115.

บทคัดย่อ

ผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรงจัดเป็นกลุ่มผู้ป่วยที่มีความรุนแรงสูง ส่งผลเพิ่มภาวะแทรกซ้อนและอัตราการเสียชีวิต การดูแลผู้ป่วยตั้งแต่ในระยะเริ่มแรกเป็นสิ่งสำคัญ โภชนบำบัดเป็นองค์ประกอบสำคัญในการรักษาผู้ป่วยกลุ่มนี้ การศึกษาหลายฉบับแสดงให้เห็นว่าภาวะทุพโภชนาการสัมพันธ์กับอัตราป่วยและอัตราตายที่เพิ่มมากขึ้น

ชายไทย 26 ปี ประสบอุบัติเหตุไฟไหม้ตามลำตัว วินิจฉัยเป็นแผลไหม้รุนแรงระดับ 2 และ 3 ที่บริเวณลำตัว แขนและขา หลังจากได้รับการช่วยเหลือเบื้องต้นจนสัญญาณชีพคงที่ ผู้ป่วยได้รับโภชนบำบัดจนได้เป้าหมายพลังงานและโปรตีนที่เพียงพอ เสริมด้วยวิตามินและแร่ธาตุ อาการแผลไหม้ดีขึ้นตามลำดับ ผู้ป่วยสามารถช่วยเหลือตนเอง รับประทานเองทางปาก และกลับไปใช้ชีวิตประจำวันได้

Abstract

Patients with severe burn injuries are classified as devastating, which increases the risk of multiple complications and a higher mortality rate. Medical treatment in the early stages of recovery and proper nutritional support is essential for healing in this group of patients. It should be noted that research regarding burn injuries has revealed that malnutrition is relevant with high incidence and mortality rates.

A 26-year-old Thai man suffered from a burn accident on his trunk. He was diagnosed with deep second and third degree burns on his trunk, upper and lower extremities. Following resuscitation and until hemodynamic was returned to stable level, the patient was given nutritional therapy by intaking enough energy and protein. Vitamins and trace elements were also added as supplementation. The patient has recovered gradually, and is able to take care of himself, eat food by mouth and return to normal daily life.

คำสำคัญ: แผลไหม้รุนแรง, โภชนบำบัด, การดูแลผู้ป่วยที่มีแผลไฟไหม้, ภาวะเมแทบอลิซึมสูง

Keywords: severe burn, nutrition therapy, burn care, hypermetabolism

Corresponding Author:

Morrakot Suwannakarn, Division of Clinical Nutrition, Department of Internal Medicine, Pharmongkutklao Hospital, Bangkok, THAILAND

Email: morrakot38@gmail.com

บทนำ

การให้โภชนบำบัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการรักษาผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรง (severe burn) ผู้ป่วยกลุ่มนี้มีอัตราการเผาผลาญและความต้องการพลังงานมากกว่าผู้ป่วยทั่วไป การเกิดกระบวนการสลาย (catabolism) ตามหลังแผลไหม้รุนแรงส่งผลให้มีการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อปริมาณมาก การให้พลังงานและโปรตีนแก่ผู้ป่วยไม่เพียงพอสัมพันธ์กับภาวะแทรกซ้อนที่เพิ่มมากขึ้น ได้แก่ แผลหายช้า อวัยวะภายในล้มเหลว และอัตราการติดเชื้อที่สูงขึ้น ดังนั้นแพทย์ผู้ดูแลควรมีการคัดกรอง ประเมิน และให้โภชนบำบัดแก่ผู้ป่วยแผลไฟไหม้ทุกราย

รายงานผู้ป่วย

ชายไทยโสด อายุ 26 ปี ภูมิลำเนา จ.พิษณุโลก อาชีพทหาร

อาการสำคัญ รับส่งต่อผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรง (severe burn injury)

ประวัติปัจจุบัน

10 นาทีก่อนมาโรงพยาบาล ผู้ป่วยจุดบุหรี่บริเวณใกล้ถังทินเนอร์ เกิดถังทินเนอร์ระเบิด มีเปลวไฟไหม้ตามลำตัว แขน และขาของผู้ป่วย ณ สถานที่เกิดเหตุ ผู้ป่วยตื่น รู้เรื่องดี หลังจากนั้นผู้ป่วยถูกนำส่งไปยังโรงพยาบาลชุมชนและได้รับการรักษาเบื้องต้น ได้แก่ ใส่ท่อช่วยหายใจ ให้สารน้ำ และถูกส่งต่อยังโรงพยาบาลทั่วไป

ผู้ป่วยนอนรักษาในโรงพยาบาลทั่วไปเป็นระยะเวลา 8 วัน ได้รับการรักษาโดยการให้สารน้ำเพื่อประคับประคองสัญญาณชีพให้คงที่ (fluid resuscitation) ในช่วง 48 ชั่วโมงแรก และทำแผล (wound dressing) ด้วยครีมซิลเวอร์ซัลฟาไดอะซีน (silver sulfadiazine cream) ทุกวัน

ในวันที่ 2 ถึง 7 ของแผลไหม้ (post-burn day 2-7) ผู้ป่วยได้รับอาหารเข้าทางเดินอาหาร (Enteral Nutrition; EN) ผ่านทางสายให้อาหารเข้ากระเพาะอาหารทางจมูก (Nasogastric tube; NG tube) เป็นอาหารชนิดปั่นผสม (blenderized diet) ความเข้มข้น 1 กิโลแคลอรี/มิลลิลิตร ปริมาณ 800 ถึง 1,400 กิโลแคลอรีต่อวัน

ในวันที่ 8 ของแผลไหม้ (post-burn day 8) ผู้ป่วยได้รับการส่งต่อไปยังโรงพยาบาลศูนย์เพื่อทำการตัดหนังตาย (tangential excision) หลังการผ่าตัดเกิดภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดแบบรุนแรง (severe sepsis) จากการติดเชื้อที่ผิวหนังและเนื้อเยื่อ (skin and soft tissue infection) และเกิดภาวะทางเดินหายใจล้มเหลว (respiratory failure) ในระหว่างนั้นผู้ป่วยได้รับการงดน้ำและอาหาร (Nothing Per Oral; NPO)

ในวันที่ 10 ของแผลไหม้ (post-burn day 10) ผู้ป่วยได้รับการส่งต่อมายังศูนย์ดูแลผู้ป่วยไฟไหม้-น้ำร้อนลวก (burn unit center) โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ได้รับอาหารเข้าทางเดินอาหารผ่านทางสายให้อาหารเข้ากระเพาะอาหารผ่านทางจมูก เป็นอาหารทางการแพทย์สูตรครบถ้วนเบลนเดอร่า-เอ็มเอฟ ความเข้มข้น 1.2 กิโลแคลอรี/มิลลิลิตร อัตราหยด 130 มิลลิลิตร/ชั่วโมง

ในวันที่ 13 ของแผลไหม้ (post-burn day 13) ช่วงนี้ผู้ป่วยจำเป็นต้องงดน้ำและอาหารก่อนเข้าผ่าตัดหนังตาย โดยระยะเวลาที่งดน้ำและอาหารไม่แน่นอนในแต่ละวัน ทำให้ผู้ป่วยไม่ได้รับอาหารผ่านทางเดินอาหาร ทีมแพทย์ผู้รักษาได้ทำการปรึกษาทีมโภชนบำบัด หน่วยโภชนศาสตร์คลินิก เรื่องการให้อาหารที่เหมาะสมในผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรง และการให้อาหารทางหลอดเลือดดำในช่วงที่ผู้ป่วยงดน้ำและอาหาร

ประวัติส่วนบุคคล

ปฏิเสธโรคประจำตัวอื่น ๆ
ปฏิเสธประวัติการใช้ยาสมุนไพร ยาหม้อหรือยาลูกกลอน
สูบบุหรี่วันละ 20 มวนต่อวัน มาเป็นเวลา 8 ปี
ดื่มสุราตามงานสังคม (social drinker)

ตรวจร่างกาย

สัดส่วนร่างกาย: น้ำหนัก 55 กิโลกรัม ส่วนสูง 163 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย 20.7 กิโลกรัม/ตารางเมตร

สัญญาณชีพ: อุณหภูมิ 39.0 องศาเซลเซียส ชีพจร 130 ครั้งต่อนาที อัตราหายใจ 24 ครั้งต่อนาที ความดันโลหิต 124/64 มิลลิเมตรปรอท

ลักษณะทั่วไป: A Thai male, good consciousness, on endotracheal tube and nasogastric tube, on central venous catheter at right internal jugular vein

ระบบศีรษะ หู คอและจมูก: mild pale, no jaundice, hair pulling test-positive

ระบบหัวใจและหลอดเลือด: normal S1/S2, no murmur

ระบบทางเดินหายใจ: fine crepitation both lower lungs



ภาพที่ 1 แผลไหม้ระดับ 2 ที่บริเวณลำตัว (ด้านหน้า)



ภาพที่ 2 แผลไหม้ระดับ 2 ที่บริเวณลำตัว (ด้านหลัง)



ภาพที่ 3 แผลไหม้ระดับ 3 ที่บริเวณขา

ระบบทางเดินอาหาร: normoactive bowel sounds, soft, no guarding, no rigidity, no hepatosplenomegaly

ระบบกล้ามเนื้อ: pitting edema both legs

ระบบประสาท: spontaneous eye opening, follow to simple command, pupil 3 mm. BRTL, no nystagmus, motor power cannot evaluated due to severe pain, sensory cannot evaluated

ระบบผิวหนัง: deep second degree burn at trunk and upper extremities (total 30%), third degree burn at upper and lower extremities (total 45%) (ภาพที่ 1-3)

ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ

CBC: WBC 7,400 /uL (N 76%, L 15%), Hb 10.8 g/dL, Hct 32.9%, MCV 84.5 fL, RDW 16.8%, Platelet 109,000 /uL

LFT: TP 4.57 g/dL, Alb 1.76 g/dL, TB/DB 0.55/0.47 g/dL, AST 32.1 U/L, ALT 22.5 U/L, ALP 111 U/L

BUN 11.8 mg/dL, Cr 0.74 mg/dL, Na 157 mEq/L, K 3.83 mEq/L, Cl 124 mEq/L, CO_2 24 mEq/L, magnesium 1.96 mg/dL, phosphorus 1.69 mg/dL, triglyceride 193.3 mg/dL

Urine Urea Nitrogen 24 hour (24-hr UUN) 677 mg/dl, urine volume 24 hr 2,000 ml

รายการปัญหา

จากประวัติ การตรวจร่างกาย และผลตรวจทางห้องปฏิบัติการพบว่าผู้ป่วยมีปัญหาดังนี้

1. แผลไหม้รุนแรงระดับที่สองชนิดลึกและระดับที่สาม (severe burn injury, 45% third degree burn and 30% deep second degree burn)
2. ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดแบบรุนแรง (severe sepsis) และการติดเชื้อที่ผิวหนังและเนื้อเยื่อ (skin and soft tissue infection)
3. ภาวะทุพโภชนาการเฉียบพลัน (acute disease related malnutrition)

การรักษาที่ผู้ป่วยได้รับ แยกวิเคราะห์ในแต่ละปัญหาดังนี้

ปัญหาที่ 1 แผลไหม้รุนแรงระดับ 2 และ 3

ผู้ป่วยได้รับสารน้ำทางหลอดเลือดดำเพื่อประคับประคองสัญญาณชีพให้คงที่ (fluid resuscitation) ได้รับการช่วยเหลือระบบทางเดินหายใจและแลกเปลี่ยนออกซิเจนโดยท่อช่วยหายใจต่อเครื่องช่วยหายใจได้รับการผ่าตัดหนังตาย อย่างต่อเนื่องในช่วงระยะแรก และทำแผลทุกวัน ควบคุมความเจ็บปวดจากแผลไหม้โดยการให้ยาแก้ปวดทางหลอดเลือดดำ

ปัญหาที่ 2 ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดแบบรุนแรง

(severe sepsis) และการติดเชื้อที่ผิวหนังและเนื้อเยื่อ (skin and soft tissue infection)

ผู้ป่วยได้รับการเจาะเลือดเพื่อเพาะเชื้อ และได้รับยาปฏิชีวนะแบบครอบคลุม (empirical antibiotic) ทางหลอดเลือดดำ ได้แก่ meropenem และ vancomycin กำจัดแหล่งติดเชื้อทางผิวหนังโดยการล้างแผล ตัดเนื้อตาย (debridement) และตัดหนังตาย

ปัญหาที่ 3 ภาวะทุพโภชนาการเฉียบพลัน

ผู้ป่วยได้รับการคัดกรองความเสี่ยงด้านโภชนาการตามแบบคัดครองของสมาคมผู้ให้อาหารทางหลอดเลือดดำและทางเดินอาหารแห่งประเทศไทย (Society of Parenteral and Enteral Nutrition of Thailand: SPENT) โดยใช้คำถาม 4 ข้อ (SPENT nutrition screening tool)[1] พบว่ามีความเสี่ยง ได้แก่ ผู้ป่วยได้รับอาหารน้อยกว่าที่เคยได้เกินกว่า 7 วัน เนื่องจากวันที่ผู้ป่วยส่งตัวมารพ.พระมงกุฎเกล้าเป็นวันที่ 10 ของแผลไหม้ (post-burn day 10) และผู้ป่วยมีภาวะวิกฤติ

ผู้ป่วยได้รับการประเมินความเสี่ยงด้านโภชนาการต่อด้วยเครื่องมือมาตรฐาน Nutrition Triage 2013 (NT2013) ผลลัพธ์ได้ NT: 4 และ Nutrition Alert Form (NAF) ผลลัพธ์ได้ NAF: C จัดอยู่ในกลุ่มภาวะทุพโภชนาการเฉียบพลันแบบรุนแรง นอกจากนี้ผู้ป่วยมีภาวะเมแทบอลิซึมสูง (hypermetabolism) และแคแทบอลิซึมสูง (hypercatabolism) ซึ่งเป็นภาวะที่เกิดในผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรง ทำให้มีความต้องการพลังงานและโปรตีนในปริมาณที่สูงจำเป็นต้องได้รับโภชนบำบัดอย่างทันที

การรักษาด้านโภชนบำบัด

1. ประเมินความต้องการพลังงาน

ปริมาณความต้องการพลังงานในผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรงแตกต่างจากผู้ป่วยวิกฤติทั่วไป เนื่องจากผู้ป่วยแผลไหม้มีภาวะเมแทบอลิซึมสูง ดังนั้นความต้องการพลังงานต่อวันจึงเพิ่มสูงขึ้นในผู้ป่วยรายนี้ ทีมโภชนบำบัดประเมินความต้องการพลังงานจากสูตรคำนวณ Toronto ซึ่งเป็นสมการที่นิยมใช้ในผู้ป่วยแผลไหม้

Toronto equation[2]

ความต้องการพลังงาน (energy requirement) =

- 4343 + 10.5 (เปอร์เซ็นต์พื้นที่ผิวกาย) + 0.23 (ปริมาณแคลอรีที่ได้รับใน 24 ชั่วโมงก่อนหน้านี้) + 0.84 (พลังงานที่คำนวณจากสูตร Harris Benedict ที่ไม่มีการปรับ) + 114 (อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส) - 4.5 (จำนวนวันที่เกิดเหตุหลังได้รับบาดเจ็บแผลไหม้)

Harris Benedict equation[3] =

เพศชาย: *66.5 + 13.8(น้ำหนักเป็นกิโลกรัม) + 5.0 (ส่วนสูงเป็นเซนติเมตร) - 6.76(อายุเป็นปี)*

เพศหญิง: *655 + 9.6(น้ำหนักเป็นกิโลกรัม) + 1.85 (ส่วนสูงเป็นเซนติเมตร) - 4.68(อายุเป็นปี)*

ในผู้ป่วยรายนี้ได้ปรึกษาทีมโภชนาการวันที่ 13 หลังได้รับบาดเจ็บแผลไหม้ การคำนวณพลังงานโดยใช้สูตร Toronto แสดงดังนี้

เปอร์เซ็นต์พื้นที่ผิวกาย = 75 (แผลไหม้รุนแรงระดับ 2 ร้อยละ 30 และระดับ 3 ร้อยละ 45)

ปริมาณแคลอรีที่ได้รับใน 24 ชั่วโมงก่อนหน้านี้ = 3,700 กิโลแคลอรี

พลังงานที่คำนวณจากสูตร Harris Benedict ที่ไม่มีการปรับ = 1,465 กิโลแคลอรี

อุณหภูมิ = 39 องศาเซลเซียส

จำนวนวันที่เกิดเหตุหลังได้รับบาดเจ็บแผลไหม้ = 13

เมื่อแทนค่าในสูตร ได้ดังนี้

- 4343 + 10.5 (75) + 0.23 (3,700) + 0.84 (1,465) + 114 (39) - 4.5 (13) = 2,913 กิโลแคลอรี

ดังนั้นในวันที่ 13 หลังได้รับบาดเจ็บแผลไหม้ ความต้องการพลังงานผู้ป่วยอยู่ที่ 2,913 กิโลแคลอรีต่อวัน

2. ประเมินความต้องการโปรตีน

ในผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรงจะเกิดการสลายโปรตีน (proteolysis) ในปริมาณมาก ดังนั้นการให้โปรตีนในปริมาณที่เพียงพอจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง สมาคม European Society of Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN)[2] และ American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN)[4] แนะนำผู้ป่วยแผลไหม้ควรได้รับโปรตีน 1.5 ถึง 2 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ผู้ป่วยรายนี้น้ำหนักตัว 55 กิโลกรัม ดังนั้นความต้องการโปรตีนอยู่ในช่วง 82.5 ถึง 110 กรัมต่อวัน

เพื่อเป็นการติดตามปริมาณโปรตีนที่ให้ว่าเพียงพอหรือไม่ ทางทีมแพทย์ผู้รักษาได้ติดตามค่าไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะใน 24 ชั่วโมง เพื่อป้องกันสมดุลไนโตรเจนที่เป็นลบ ในวันที่ส่งตรวจค่าไนโตรเจนในปัสสาวะ 24 ชั่วโมง ผู้ป่วยได้รับอาหารเป็นเบลนเดอร์ว่า-เอ็มเอฟ รวมพลังงาน 1,400 กิโลแคลอรี และโปรตีน 56 กรัมต่อวัน ผลไนโตรเจนที่ขับออกมาทางปัสสาวะเท่ากับ 13.54 กรัมไนโตรเจนใน 24 ชั่วโมง

สมดุลไนโตรเจน = ไนโตรเจนที่ได้รับใน 24 ชั่วโมง - ไนโตรเจนที่ขับออกใน 24 ชั่วโมง

ไนโตรเจนที่ขับออกใน 24 ชั่วโมง = 1.25 x (24-hr UUN + 4)[3]

ดังนั้น สมดุลไนโตรเจน = 8.96 - 1.25 x (13.54 + 4) = -12.9 แสดงให้เห็นว่าสมดุลไนโตรเจนเป็นลบ

อัตราการสลายโปรตีน (Protein Catabolic Rate; PCR) = 6.25 x (ไนโตรเจนที่ขับออกใน 24 ชั่วโมง) = 137 กรัมต่อวัน

ค่าที่คำนวณสามารถนำมาช่วยกำหนดโปรตีนในอาหาร โดยปรับโปรตีนในอาหารเท่ากับ PCR + 10 กรัมต่อวัน[1] ดังนั้น ทีมโภชนบำบัดจึงได้กำหนดปริมาณโปรตีนในอาหารประมาณ 150 กรัมต่อวัน

3. วิธีการให้สารอาหาร

ผู้ป่วยได้รับการช่วยพยุงการหายใจโดยเครื่องช่วยหายใจ และเนื่องจากผู้ป่วยไม่มีข้อห้ามของการให้อาหารเข้าทางเดินอาหาร ได้แก่ ภาวะลำไส้อุดตัน หรือสัญญาณชีพไม่คงที่ จึงเลือกวิธีการให้อาหารเข้าทางเดินอาหารผ่านสายให้อาหารทางจมูก โดยปลายสายให้อาหารอยู่ในกระเพาะอาหาร (NG tube) แต่เนื่องจากผู้ป่วยรายนี้ต้องได้รับการผ่าตัดหนังตายและฟอกแผล (scrub burn) ในห้องผ่าตัดทุกวันในช่วงสัปดาห์แรก โดยไม่สามารถระบุเวลาที่แน่นอนของการเข้าห้องผ่าตัดได้ ทำให้มีช่วงเวลาที่ต้องงดน้ำและอาหาร (NPO) 8-15 ชั่วโมงต่อวัน

ทางทีมโภชนบำบัดได้ให้สารอาหารเข้าทางเดินอาหารช่วงเวลาที่ผู้ป่วยไม่ต้องงดน้ำและอาหาร โดยให้แบบ continuous feeding และให้สารอาหารทางหลอดเลือดดำ (Parenteral Nutrition; PN) ช่วงเวลาที่ผู้ป่วยต้องงดน้ำและอาหารเพื่อเตรียมตัวเข้าห้องผ่าตัด เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับอาหารตลอดทั้งวัน

4. สูตรอาหารที่ให้

ทีมโภชนบำบัดได้เลือกสูตรอาหารที่ให้ทางทางเดินอาหารเป็นสูตรอาหารเสริมภูมิคุ้มกัน (immunomodulating formula) นิโอมูน มีสัดส่วนโปรตีนร้อยละ 25 ปริมาณกลูตามีน 6.16 กรัมต่อ 1,000 กิโลแคลอรี การให้กลูตามีนมีหลักฐานการศึกษาว่าสามารถลดอัตราการติดเชื้อ ระยะเวลานอนโรงพยาบาล และอัตราตายได้[2]

สำหรับสารอาหารทางหลอดเลือดดำช่วงที่ผู้ป่วยต้องงดน้ำและอาหารให้เป็น 50% dextrose/water เนื่องจากช่วงเวลาในการงดน้ำและอาหารไม่แน่นอนในแต่ละวัน โดยเฉลี่ยกลูโคสที่ได้จากอาหารทางหลอดเลือดดำ 75 กรัมต่อวัน และมีการติดตามระดับน้ำตาลปลายนิ้ว (capillary blood glucose) อย่างต่อเนื่อง

โดยสรุปอาหารที่ให้แก่ผู้ป่วย ได้แก่ นิโอมูน ความเข้มข้น 1.5 กิโลแคลอรีต่อ 1 มล. อัตราหยด 140 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ 50% dextrose/water ให้ทางหลอดเลือดดำใหญ่ในอัตรา 25 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

5. วิตามินและแร่ธาตุ

ในผู้ป่วยแผลไหม้จะมีการสูญเสียวิตามินและแร่ธาตุผ่านทางผิวหนังและปัสสาวะ นอกจากนี้การที่ผู้ป่วยได้รับสารน้ำเพื่อประคับประคองสัญญาณชีพในช่วงแรกทำให้เกิดภาวะเลือดเจือจางลง (hemodilution) ยิ่งส่งเสริมให้ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุต่ำ วิตามินและแร่ธาตุบางชนิด ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินดี เหล็ก ทองแดง สังกะสี และซีลีเนียม ยังส่งผลต่อการหายของแผล ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบกล้ามเนื้อ

ทีมโภชนบำบัดได้เสริมวิตามินและแร่ธาตุ โดยให้เป็นวิตามินรวม (multivitamin) 1 เม็ดต่อวัน มีปริมาณวิตามินเอ 2,500 IU ต่อวัน วิตามินซีขนาด 100 มิลลิกรัมต่อเม็ด บริหารให้ 3 เม็ด 3 เวลา ซิงค์ซัลเฟต (ZnSO4) ขนาด 25 มิลลิกรัมต่อเม็ด ให้ 1 เม็ดต่อวัน วิตามินดี 2 ขนาด 20,000 IU ต่อเม็ด ให้ 1 เม็ด วันจันทร์ พุธและศุกร์ วิตามินบี 1 แบบฉีด ให้ในปริมาณ 200 มิลลิกรัมต่อวันในช่วงสัปดาห์แรก

6. การให้ยากลุ่ม non-selective beta blocker

ระหว่างการรักษาในหอผู้ป่วยแผลไหม้ ผู้ป่วยมีอัตราการเต้นของหัวใจ 100 ถึง 130 ครั้งต่อนาที ทางทีมโภชนบำบัดได้ให้ยา propranolol ปริมาณ 20 มิลลิกรัมต่อวัน โดยหวังผลให้ลดอัตราการเต้นหัวใจลดลงประมาณร้อยละ 20 เพื่อลดภาวะเมแทบอลิซึมที่สูง (hypermetabolism)

ติดตามการรักษา

วันที่ 51 หลังเกิดแผลไหม้ (post-burn day 51) ผู้ป่วยสามารถหายใจได้เองโดยไม่ต้องใช้เครื่องพยุงการหายใจ การเจริญของเนื้อเยื่อบาดแผลดีขึ้น ผู้ป่วยได้รับการปลูกถ่ายผิวหนัง (Split-thickness Skin Graft; STSG) เหลือพื้นที่แผลไหม้ระดับ 2 ร้อยละ 31 ทีมแพทย์ผู้รักษาได้ดูแลทำแผลบาดแผลส่วนที่เหลือ (ภาพที่ 4)

ขณะนั้นผู้ป่วยเริ่มรับประทานอาหารเหลวทางปากได้ ทีมโภชนบำบัดให้อาหารเป็นนิโอมูนผ่านทางสารให้อาหารเข้าทางเดินอาหาร โดยให้เป็น 4 มื้อต่อวัน ร่วมกับให้ผู้ป่วยรับประทานอาหารเสริมทางการแพทย์ทางปาก โดยมีการ



ภาพที่ 4 วันที่ 51 หลังเกิดแผลไหม้ (post-burn day 51) ผู้ป่วยได้รับการถอดท่อช่วยหายใจ แต่ยังคงได้อาหารผ่านทางสายให้อาหารทางจมูก

ติดตามประเมินการได้รับพลังงาน (counting calories) อย่างต่อเนื่องเพื่อประเมินว่าผู้ป่วยได้พลังงานและโปรตีนเพียงพอหรือไม่

ผู้ป่วยได้รับการฟื้นฟูร่างกายโดยทีมกายภาพบำบัด เพื่อฝึกเดิน และบริหารกล้ามเนื้อ

วันที่ 120 หลังเกิดแผลไหม้ (post-burn day 120) ผู้ป่วยเริ่มรับประทานอาหารธรรมดา (regular diet) ได้ และดื่มอาหารเสริมทางการแพทย์ร่วมด้วย รวมพลังงานทั้งหมดมากกว่าร้อยละ 60 ของปริมาณพลังงานที่ควรได้รับ ทีมโภชนบำบัดจึงได้ถอดสายให้อาหารออก ติดตามนับพลังงานที่ผู้ป่วยได้รับอย่างต่อเนื่อง พบว่าผู้ป่วยสามารถรับประทานอาหารธรรมดาได้ตรงตามเป้าหมาย ติดตามน้ำหนักตัว 2 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่าน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์คงที่ ก่อนจำหน่ายผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาล ผู้ป่วยสามารถรับประทานอาหารธรรมดาได้ดี ช่วยเหลือตนเองได้ สามารถเดินโดยใช้โครงโลหะช่วยเดิน (walker) ทีมโภชนบำบัดได้แนะนำให้ผู้ป่วยรับประทานอาหารที่มีพลังงานและโปรตีนเพียงพอ ในกรณีที่รับประทานอาหารธรรมดาได้น้อยกว่าประมาณครึ่งหนึ่งของพลังงานที่ควรได้รับ ให้ผู้ป่วยดื่มเสริมอาหารทางการแพทย์สูตรมาตรฐาน และทำการนัดหมายเพื่อมาตรวจติดตามที่คลินิกโภชนาการต่อเนื่อง (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ก่อนจำหน่ายผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาล

บทความฟื้นฟูวิชาการ

ในปัจจุบันสมาคมต่าง ๆ ได้ให้คำแนะนำถึงความสำคัญของโภชนบำบัดในการรักษาผู้ป่วยวิกฤติ[5] ร่างกายของผู้ป่วยแผลไหม้จะมีการเปลี่ยนแปลงเมแทบอลิซึมที่สูงขึ้น เพื่อให้ได้พลังงานที่เพียงพอในการรักษาการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน การหายของแผล และการรักษาเนื้อเยื่อของร่างกาย ความต้องการโปรตีนของผู้ป่วยกลุ่มนี้เพิ่มมากขึ้นเพื่อช่วยซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ทดแทนโปรตีนที่เสียไปทางกระบวนการสลาย และส่วนที่เสียไปทางแผล

จุดประสงค์ของการให้โภชนบำบัดที่เหมาะสมเพื่อให้ร่างกายได้พลังงาน โปรตีน สารน้ำ สารอาหารที่พอสำหรับการทำหน้าที่ของอวัยวะสำคัญ และภาวะสมดุลของร่างกาย ฟื้นฟูการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ลดความเสี่ยงของการให้สารอาหารเกิน (overfeeding) ลดกระบวนการสลายโปรตีน และการเสียสมดุลไนโตรเจน[6]

การดูแลเบื้องต้นผู้ป่วยแผลไหม้เบื้องต้น

1. ระบบทางเดินหายใจและระบบหายใจ (airway and breathing) ผู้ป่วยที่มีเสียงทางเดินหายใจอุดกั้น (stridor) หรือมีอาการหายใจเหนื่อย จำเป็นต้องได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจและให้ออกซิเจนช่วยหายใจ[7]

2. ระบบการไหลเวียนโลหิต (circulation) เปิดหลอดเลือดเพื่อให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ ปริมาณสารน้ำที่ให้ใน 24 ชั่วโมงตามสูตร Parkland formula[8] โดยคำนวณจาก

Ringer's lactate 4 มล.ต่อน้ำหนักกิโลกรัมต่อเปอร์เซ็นต์แผลไหม้ แบ่งให้ครึ่งหนึ่งของสารน้ำที่คำนวณได้ทั้งหมดใน 8 ชั่วโมงแรก และอีกครึ่งหนึ่งที่เหลือให้ใน 16 ชั่วโมงหลัง ติดตามประเมินความดันโลหิต ชีพจรและปริมาณปัสสาวะอย่างใกล้ชิด

3. หยุดกระบวนการเผาไหม้ที่ยังหลงเหลืออยู่โดยถอดเสื้อผ้าออกและสำรวจอย่างละเอียด

ภาวะเมแทบอลิซึมสูง (hypermetabolic state)

แผลไหม้รุนแรง (severe burn) ทำให้ร่างกายเกิดกระบวนการตอบสนองต่อความเครียดอย่างรุนแรง (profound pathophysiological stress response) และการเพิ่มขึ้นของอัตราการเผาผลาญของร่างกาย (metabolic rate) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้สามารถคงอยู่ได้นานระยะเวลาเป็นปีหลังจากเกิดเหตุ เมื่อเกิดภาวะบาดเจ็บทางร่างกายอย่างรุนแรง (severe injury) ทันที ร่างกายจะมีการลดลงของเมแทบอลิซึม การไหลเวียนโลหิตไปยังส่วนต่าง ๆ ลดลง เรียกระยะนี้ว่า Ebb phase หลังจากนั้นร่างกายจะมีอัตราเมแทบอลิซึมสูงขึ้นและระบบการไหลเวียนโลหิตเพิ่มปริมาณมากขึ้น เรียกระยะนี้ว่า Flow phase[9] อัตราเมแทบอลิซึมที่สูงขึ้นนี้ทำให้ร่างกายมีความต้องการออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้พลังงานที่ต้องการขณะพัก (Resting Energy Expenditure; REE) เพิ่มสูงขึ้น[3] มีการศึกษาว่าในระยะแรกของผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรงที่มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวกายจะมีพลังงานที่ต้องการขณะพักสูงกว่าปกติร้อยละ 40 ถึง 100[10,11] ภาวะเมแทบอลิซึมที่สูงขึ้นส่งผลเสียต่อร่างกาย เช่น การสูญเสียมวลกล้ามเนื้อ ภูมิคุ้มกันบกพร่อง และแผลหายช้า เป็นต้น ดังนั้นการลดการตอบสนองต่อความเครียดของร่างกาย (stress response) และให้พลังงานอย่างเพียงพอเพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นจึงเป็นสิ่งสำคัญ

ระยะเวลาในการเริ่มให้โภชนบำบัด (timimg of nutritional support)

เมื่อเกิดแผลไหม้รุนแรงทำให้เยื่อบุลำไส้ถูกทำลายส่งผลให้มีการเพิ่มของแบคทีเรียที่ส่งผลให้เกิดการติดเชื้อ (bacterial translocation) และการดูดซึมสารอาหารลดลง[12] การเริ่มให้อาหารผ่านทางเดินอาหารจะช่วยลดระดับแคททีโคลามีน (catecholamines) คอร์ติซอล (cortisol) และกลูคากอน (glucagon) นอกจากนี้ ยังช่วยรักษาความสมบูรณ์ของเยื่อบุลำไส้ (intestinal integrity)[13] มีการศึกษาในสัตว์ทดลองที่เป็นแผลไหม้รุนแรง พบว่าการเริ่มให้อาหารผ่านทางเดินอาหารอย่างรวดเร็วที่ 2 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเริ่มให้วันที่ 3 การเริ่มให้อาหารเร็วสามารถลดภาวะเมแทบอลิซึมที่สูงได้อย่างมีนัยสำคัญ[14] การศึกษาในคนพบว่า การเริ่มให้อาหารผ่านทางระบบทางเดินอาหารโดยเร็วในผู้ป่วยแผลไหม้ ช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ แผลหายเร็วขึ้น และลดระยะเวลาการนอนในหอผู้ป่วยวิกฤติ[7,8]

คำแนะนำจากสมาคม ESPEN[2] กล่าวว่าควรเริ่มให้โภชนบำบัดแก่ผู้ป่วยแผลไหม้ภายใน 12 ชั่วโมงตามหลังการบาดเจ็บ โดยแนะนำเริ่มให้อาหารผ่านทางเดินอาหาร สำหรับสมาคม ASPEN[4] แนะนำให้เริ่มอาหารผ่านทางเดินอาหารโดยเร็วที่สุดภายใน 4 ถึง 6 ชั่วโมงแรกตามหลังการบาดเจ็บแผลไหม้

ความต้องการพลังงาน (calorie requirement)

จุดประสงค์หลักของการให้โภชนบำบัดแก่ผู้ป่วยแผลไหม้ คือ ให้พลังงานที่เพียงพอกับภาวะแมทาบอลิซึมที่สูงขึ้น โดยไม่ทำให้ผู้ป่วยเกิดผลข้างข้างเคียงจากการได้รับพลังงานมากเกินไป (overfeed) สูตรคำนวณพลังงานมีหลายสูตร ดังตารางที่ 1 ได้แก่

Curreri equation คิดค้นขึ้นในปี ค.ศ.1972 จากการศึกษาผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรงจำนวน 9 ราย โดยให้อาหารผ่านทางเดินอาหารและหลอดเลือด และคำนวณสูตรพลังงานจากน้ำหนักผู้ป่วยที่ลดลง พบว่าพลังงานจากสูตรนี้มากเกินกว่าความต้องการพลังงานจริงของผู้ป่วย[17]

Toronto equation ใช้ในผู้ป่วยแผลไหม้ระยะแรก สร้างมาจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) ของปัจจัยที่ได้จากการวัดพลังงาน พลังงานจากสูตรนี้ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์พื้นที่ผิวกายของแผลไหม้ ปริมาณพลังงานที่ผู้ป่วยได้รับในระยะเวลา 24 ชั่วโมง พลังงานของผู้ป่วยที่คำนวณได้จากสูตร Harris Benedict อุณหภูมิกาย และจำนวนวันที่เกิดเหตุแผลไหม้[18,19]

มีการศึกษาเปรียบเทียบสูตรทั้งหมด 46 สูตร นำมาคำนวณความต้องการพลังงานในผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรง 24 ราย พบว่าไม่มีสูตรใดที่คำนวณพลังงานได้ค่าใกล้เคียงพลังงานที่วัดได้จากเครื่อง indirect calorimetry[20]

เนื่องจากหลังการบาดเจ็บ พลังงานที่ผู้ป่วยแผลไหม้ใช้มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดเวลา ทำให้สูตรคำนวณพลังงานอาจคิดพลังงานได้น้อยเกินไปในช่วงที่ร่างกายมีความต้องการใช้พลังงานมาก และเกิดผลข้างเคียงจากพลังงานที่มากเกินไป

ในช่วงท้ายของการรักษาได้

การวัดความต้องการพลังงานด้วยเครื่อง indirect calorimetry ถือว่าเป็นวิธีมาตรฐานและแม่นยำที่สุด โดยเครื่องจะวัดปริมาตรอากาศ ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในขณะที่หายใจเข้าออก คำนวณได้เป็นปริมาณการใช้ออกซิเจนและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ร่างกายผลิต

คำแนะนำจากสมาคม ESPEN[2] และสมาคม ASPEN[4] แนะนำให้ใช้ indirect calorimetry เป็นอันดับแรกแก่ผู้ป่วยแผลไหม้

คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate)

คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในผู้ป่วยแผลไหม้ ช่วยในเรื่องการหายของแผล และเป็น protein sparing effect การศึกษาในผู้ป่วยเด็กแผลไหม้รุนแรง 14 ราย พบว่ากลุ่มที่ได้รับปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงมีการสลายโปรตีนจากกล้ามเนื้อน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงอย่างมีนัยสำคัญ[21] อย่างไรก็ตามมีการศึกษาในเด็กแผลไหม้รุนแรงพบว่าอัตรากลูโคสสูงสุดที่ผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรงสามารถนำไปใช้และออกซิไดส์ได้มีค่าเท่ากับ 7 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักกิโลกรัมต่อวัน[22,23] สมาคม ESPEN[2] ให้คำแนะนำสัดส่วนคาร์โบไฮเดรตควรมีปริมาณร้อยละ 55 ถึง 60 ของสัดส่วนอาหารทั้งหมด โดยไม่ควรให้ที่อัตราเร็วเกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาทีทั้งในผู้ป่วยเด็กและผู้ใหญ่ และควรติดตามค่าระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ระหว่าง 5-8 มิลลิโมลต่อลิตร

ภาวะความเครียดทางกายและการบาดเจ็บรุนแรงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน โดยเฉพาะภาวะดื้อต่ออินซูลิน (insulin resistance) การให้อินซูลินสามารถเพิ่มการสร้างโปรตีนกล้ามเนื้อและช่วยเรื่องการหายของแผลได้ การศึกษาในผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรงพบว่าการให้อินซูลินร่วมกับอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนสูงสามารถช่วยเพิ่มการหายบริเวณ donor site เพิ่มมวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน

ตารางที่ 1 สูตรคำนวณความต้องการพลังงานในผู้ป่วยแผลไหม้

สูตรคำนวณพลังงาน	กิโลแคลอรีต่อวัน	หมายเหตุ
Harris Benedict	เพศชาย: 66.5 + 13.8 (น้ำหนักเป็นกิโลกรัม) + 5.0 (ส่วนสูงเป็นเซนติเมตร) - 6.76 (อายุเป็นปี) เพศหญิง: 655 + 9.6 (น้ำหนักเป็นกิโลกรัม) + 1.85 (ส่วนสูงเป็นเซนติเมตร) - 4.68 (อายุเป็นปี)	เป็นสูตรคำนวณความต้องการพลังงานพื้นฐาน (Basal Energy Expenditure; BEE) สำหรับผู้ป่วยแผลไหม้ ให้คูณด้วยปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเครียด (stress factor) ค่าคงตัว 1.5
Toronto	- 4343 + 10.5 (เปอร์เซ็นต์พื้นที่ผิวกาย) + 0.23 (ปริมาณแคลอรีที่ได้รับใน 24 ชั่วโมงก่อนหน้านี้) + 0.84 (พลังงานที่คำนวณจากสูตร Harris Benedict ที่ไม่มีการปรับ) + 114 (อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส) - 4.5 (จำนวนวันที่เกิดเหตุหลังได้รับบาดเจ็บแผลไหม้)	ใช้ในช่วงแรกของการเกิดแผลไหม้ โดยมีตัวแปรในสมการหลายปัจจัย
Curreri	อายุ 16-59 ปี: 25 (น้ำหนักเป็นกิโลกรัม) + 40 (เปอร์เซ็นต์พื้นที่ผิวกาย) อายุมากกว่า 60 ปี: 20 (น้ำหนักเป็นกิโลกรัม) + 65 (เปอร์เซ็นต์พื้นที่ผิวกาย)	สูตรคำนวณนี้มีแนวโน้มได้ผลคำนวนมากกว่าความต้องการพลังงานจริง
Ireton-Jones	ใส่เครื่องช่วยหายใจ: 1,784 - 11 (อายุเป็นปี) + 5 (น้ำหนักเป็นกิโลกรัม) + (244 ถ้าเป็นเพศชาย) + (239 ถ้าเป็นอุบัติเหตุ) + (804 ถ้าเป็นแผลไหม้) ไม่ใส่เครื่องช่วยหายใจ: 629 - 11 (อายุเป็นปี) + 25 (น้ำหนักเป็นกิโลกรัม) - (609 ถ้าอ้วน)	

(lean body mass) ความหนาแน่นของกระดูก และลดระยะเวลาการนอนโรงพยาบาลได้[24,25]

ไขมัน (fat)

กระบวนการสลายไขมัน (lipolysis) และการใช้ไขมันจะลดลงเมื่อเกิดภาวะแผลไหม้ มีเพียงร้อยละ 30 ของกรดไขมันที่จะถูกสลาย ส่วนที่เหลือจะถูก reesterification และไปสะสมในตับ การศึกษาหลายฉบับพบว่าการได้ไขมันเพิ่มมากขึ้นส่งผลต่อระบบภูมิคุ้มกันที่บกพร่อง[26,27] ทำให้มีการแนะนำให้สูตรอาหารไขมันต่ำมาก (very low fat diets) ที่ไขมันน้อยกว่าร้อยละ 15 ของพลังงานทั้งหมดในผู้ป่วยแผลไหม้ และงดการให้ไขมันทางหลอดเลือดในผู้ป่วยที่ได้สารอาหารทางหลอดเลือดที่ระยะเวลาน้อยกว่า 10 วัน

นอกจากนี้ชนิดของไขมันมีความสำคัญ ส่วนใหญ่สูตรของไขมันจะประกอบไปด้วยกรดไขมันโอเมก้า 6 เช่น ไลโนเลอิค (linoleic acid) ซึ่งเป็นตัวสร้าง arachidonic acid ที่เป็นสารตั้งต้นของสารก่อการอักเสบ (proinflammatory cytokine) แต่ไขมันที่ประกอบไปด้วยกรดไขมันโอเมก้า 3 จะไม่ทำให้เกิดสารก่อการอักเสบ ในทางตรงกันข้ามยังมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ดังนั้นกรดไขมันโอเมก้า 3 จึงเป็นส่วนประกอบของสูตรอาหารเสริมภูมิคุ้มกัน (immunomodulating formula) อย่างไรก็ตามสัดส่วนของไขมันที่ผู้ป่วยแผลไหม้ควรได้รับยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน และต้องการการศึกษาในอนาคตต่อไป

โปรตีน (protein)

ผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรงจะเกิดการสลายโปรตีน (proteolysis) ในปริมาณมาก ในแต่ละวันปริมาณการสลายโปรตีนอาจเกินครึ่งปอนด์ของกล้ามเนื้อลาย โปรตีนมีความสำคัญอย่างมากช่วยในเรื่องการหายของแผล ระบบภูมิคุ้มกัน ป้องกันการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน (lean body mass)

การให้โปรตีนในปริมาณที่สูงไม่ได้ช่วยลดปริมาณการสลายที่ต้องสูญเสียไป แต่จะช่วยเพิ่มการสร้างโปรตีนและลดการเกิดสมดุลย์ไนโตรเจนที่เป็นลบ (negative nitrogen balance)[28] สมาคม ESPEN[2] และ ASPEN[4] ให้คำแนะนำผู้ป่วยแผลไหม้ควรได้รับโปรตีน 1.5 ถึง 2 กรัมต่อน้ำหนักกิโลกรัมต่อวัน และปริมาณ non-protein calorie to nitrogen ratio ควรอยู่ที่ 150:1 สำหรับแผลไหม้ขนาดเล็ก และ 100:1 สำหรับแผลไหม้ขนาดใหญ่[29]

กลูตามีน (glutamine) เป็นแหล่งพลังงานของเซลล์ลิมโฟไซต์ (lymphocyte) เซลล์เยื่อบุผิวลำไส้ (enterocyte) มีความสำคัญในการเสริมความแข็งแรงของลำไส้เล็ก (small bowel integrity) และช่วยในเรื่องระบบภูมิคุ้มกันที่บริเวณทางเดินอาหาร นอกจากนี้กลูตามีนยังช่วยปกป้องเซลล์จากภาวะความเครียด (stress) เป็นสารตั้งต้นของกลูตาไธโอน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ[30] ในผู้ป่วยแผลไหม้พบว่ากลูตามีนจะสลายจากกล้ามเนื้อออกไปอย่างรวดเร็ว มีการศึกษาว่าการให้กลูตามีนสามารถลดอัตราตายและระยะเวลาการนอนโรงพยาบาลในผู้ป่วยแผลไหม้ได้[31] แต่มีการศึกษาเล็ก ๆ อีกหลายฉบับถึงการให้กลูตามีนในผู้ป่วยแผลไหม้ ผลของการศึกษายังมีความแตกต่างกันในเรื่องของปริมาณ วิธีการ และระยะเวลาในการให้ ทำให้ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีปริมาณ วิธีการ หรือระยะเวลาในการให้ที่ชัดเจน[2] สมาคม ESPEN[32] แนะนำควรให้กลูตามีนผ่านทางเดินอาหารในผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรงที่มากกว่าร้อยละ 20 ปริมาณ 0.3-0.5 กรัมต่อน้ำหนักกิโลกรัมต่อวัน เป็นระยะเวลา 5 ถึง 10 วัน

อาร์จินีน (arginine) เป็นกรดอะมิโนที่มีความสำคัญ ช่วยกระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาวชนิดทีเซลล์ลิมโฟไซต์ (T-cell lymphocyte) และ Natural Killer Cell (NK cell) นอกจากนี้ยังมีผลกระตุ้นการสร้างไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide; NO) มีการศึกษาถึงการให้อาร์จินีนแก่ผู้ป่วยแผลไหม้พบว่าช่วยกระตุ้นการหายของแผลและระบบภูมิคุ้มกัน[33,34] แต่การศึกษาการให้อาร์จินีนในผู้ป่วยวิกฤติที่ไม่ได้มีสาเหตุจากแผลไหม้พบว่าส่งผลเสียมากกว่า[35] ดังนั้นข้อมูลในปัจจุบันยังไม่เพียงพอในการแนะนำการให้อาร์จินีน และจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

สารอาหารรอง (micronutrients)

ในผู้ป่วยแผลไหม้ระดับวิตามินและแร่ธาตุจะต่ำลง สาเหตุเนื่องจาก

1. มีการสูญเสียวิตามินและแร่ธาตุทางผิวหนังและปัสสาวะ
2. ในช่วงภาวะวิกฤติที่มีการให้สารน้ำปริมาณมาก จะทำให้เกิดภาวะเลือดเจือจาง (hemodilution) ส่งผลให้ระดับวิตามินและแร่ธาตุต่ำ
3. ผู้ป่วยแผลไหม้มีภาวะความเครียดอย่างรุนแรง ส่งผลให้เกิดการกระจาย (redistribution) ของวิตามินและแร่ธาตุจากในเลือดไปยังอวัยวะต่าง ๆ

ตารางที่ 2 ความต้องการวิตามินและแร่ธาตุปริมาณน้อยในผู้ป่วยแผลไหม้

	ผู้ป่วยแผลไหม้	ความต้องการปกติในผู้ใหญ่
วิตามินเอ, IU	10,000	200 - 3,000
วิตามินดี, IU	-	600
วิตามินอี, IU	-	23
วิตามินซี, มิลลิกรัม	1,000	75 - 90
วิตามินเค, ไมโครกรัม		75 - 120
โฟเลต, ไมโครกรัม	1,000 (ให้สามครั้งต่อสัปดาห์)	300 - 400
ทองแดง, มิลลิกรัม	4	0.9
เหล็ก, มิลลิกรัม	-	8 - 18
ซีลีเนียม, ไมโครกรัม	300 - 500	40 - 60
สังกะสี, มิลลิกรัม	25 - 40	8 - 11

4. ระดับโปรตีนที่ทำหน้าที่ขนส่งวิตามินและแร่ธาตุมีปริมาณต่ำลงจากภาวะความเครียด ทำให้เจาะระดับค่าวิตามินและแร่ธาตุในเลือดอยู่ในปริมาณที่ต่ำ

การศึกษาถึงปริมาณวิตามินเอ ซี ดี และแร่ธาตุเหล็ก ทองแดง ซีลีเนียมและสังกะสีที่ต่ำลง ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อการหายของแผล ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบกระดูกกล้ามเนื้อ[36,37,38] ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุที่ควรให้แก่ผู้ป่วยแผลไหม้เมื่อเทียบกับกลุ่มคนปกติ แสดงดังตารางที่ 2[39]

ช่องทางการให้โภชนบำบัด (route of nutrition)

สมาคม ESPEN[2] แนะนำเริ่มให้อาหารเข้าทางเดินอาหารโดยเร็วภายใน 6 ถึง 12 ชั่วโมง และ ASPEN[4] แนะนำผู้ป่วยแผลไหม้ที่ไม่มีปัญหาทางด้านระบบทางเดินอาหาร และรับประทานเองได้ไม่เพียงพอ ควรเริ่มให้อาหารเข้าทางเดินอาหารเพื่อให้ได้พลังงานตามเป้าหมาย สำหรับการให้สารอาหารทางหลอดเลือดดำ ควรใช้ในกรณีที่มีข้อห้ามในการให้ทางระบบทานเดินอาหาร หรือผู้ป่วยไม่สามารถทนการให้เข้าทางเดินอาหารได้

การให้อาหารเข้าทางเดินอาหารมีข้อดี ได้แก่ ช่วยเพิ่มประสิทธิการทำงานของเซลล์เยื่อบุลำไส้ ลดอัตราการเกิดการเคลื่อนย้ายของแบคทีเรียที่ส่งผลให้เกิดการติดเชื้อ (bacterial translocation) เพิ่มภูมิคุ้มกันของระบบทางเดินอาหาร (gut-associtated immune function)[40] ลดโอกาสในการเกิดแผลในทางเดินอาหารจากภาวะเครียด (stress ulcer) โดยการให้อาหารเข้าทางเดินอาหารสามารถให้ได้ทั้งทางกระเพาะอาหาร (gastric feedings) หรือทางลำไส้เล็ก (post-pyloric feedings)

การติดตามภาวะโภชนาการ (monitoring of nutrition support)

จุดมุ่งหมายการรักษาผู้ป่วยแผลไหม้คือ ผู้ป่วยมีสัดส่วนร่างกาย (body composition) ที่ปกติ และอยู่ในภาวะสมดุลทางเมแทบอลิก (metabolic equilibrium)[3] โดยใช้วิธีการติดตาม ได้แก่ น้ำหนัก สมดุลไนโตรเจน (nitrogen balance) การวัดมวลกายปราศจากไขมัน (lean body mass) ระดับโปรตีนในเลือด เป็นต้น

1. น้ำหนัก

เป็นวิธีการประเมินภาวะทางโภชนาการที่สะดวก และใช้ได้ในประชากรทั่วไป แต่สำหรับผู้ป่วยแผลไหม้วิธีนี้อาจทำให้เกิดผลคลาดเคลื่อนสูง สาเหตุจากผู้ป่วยแผลไหม้มักได้รับสารน้ำอย่างมากในช่วงแรก ซึ่งมักจะทำให้น้ำหนักสูงเกินกว่าค่าความเป็นจริงได้ถึง 10 ถึง 20 กิโลกรัม[41]

นอกจากนี้ภาวะการติดเชื้อ การใส่ท่อช่วยหายใจ ภาวะโปรตีนในเลือดต่ำมีผลต่อสมดุลสารน้ำในร่างกาย ทำให้วิธีประเมินภาวะโภชนาการโดยน้ำหนักคลาดเคลื่อน อย่างไรก็ตามการติดตามการวัดน้ำหนักมีประโยชน์ในระยะยาวโดยเฉพาะช่วงฟื้นตัว

2. สมดุลไนโตรเจน

การได้รับโปรตีนที่เพียงพอมีความสำคัญอย่างมากในผู้ป่วยแผลไหม้ ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบหลักของกรดอะมิโน ดังนั้นการวัดไนโตรเจนที่ได้รับและสูญเสียออกจากร่างกายสามารถบ่งบอกถึงการใช้โปรตีนในร่างกายได้ ภาวะสมดุลไนโตรเจนเป็นบวก (positive nitrogen balance) บ่งชี้ว่าร่างกายมีปริมาณโปรตีนที่เพียงพอ ในขณะที่สมดุลไนโตรเจนเป็นลบ (negative nitrogen balance) จะเกิดขึ้นในผู้ป่วยที่ร่างกายมีภาวะความเครียด (stress) ดังเช่นผู้ป่วยแผลไหม้ อุบัติเหตุ หรือในระยะเวลาอดอาหาร เป็นต้น การวัดสมดุลไนโตรเจนคำนวณได้จากการเก็บไนโตรเจนในปัสสาวะและปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายได้รับเข้าไปทางอาหาร[42] ดังสูตรการคำนวณสมดุลไนโตรเจน (nitrogen balance)[3]

สมดุลไนโตรเจน = ไนโตรเจนที่ได้รับใน 24 ชั่วโมง - ไนโตรเจนที่ขับออกใน 24 ชั่วโมง

ไนโตรเจนที่ขับออกใน 24 ชั่วโมง (ในผู้ป่วยแผลไหม้) = 1.25 x (24-hr UUN + 4)[3]

ปริมาณยูเรียไนโตรเจนที่เก็บได้จากปัสสาวะ 24 ชั่วโมง (24-hr UUN)

ค่าคงที่ 4 แทนปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายสูญเสียไปในรูปที่ไม่สามารถวัดได้ในปัสสาวะ เช่น เหงื่อ ผม ผิวหนัง และอุจจาระซึ่งมีค่าคงที่ประมาณ 2-4 กรัมต่อวัน

ค่าคงที่ 1.25 แทนปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายสูญเสียไปทางแผลไหม้

สูตรนี้อาจมีข้อผิดพลาดได้ เนื่องจากค่าคงที่ 4 แทนปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายสูญเสียไปนอกเหนือจากทางปัสสาวะนั้น สำหรับในผู้ป่วยแผลไหม้อาจมีค่ามากกว่า 4 เนื่องจากผู้ป่วยมีการสูญเสียไนโตรเจนเพิ่มทางผิวหนัง ทำให้ค่าที่คำนวณได้น้อยกว่าความเป็นจริง[43,44] จึงได้มีการคูณค่าคงตัวที่ 1.25 เข้าไปเพื่อเป็นการประมาณค่าโปรตีนที่สูญเสียไปทางแผลไหม้

3. การวัดระดับอัลบูมินและพรีอัลบูมินในเลือด

ค่าระดับอัลบูมินและพรีอัลบูมินในเลือดสามารถบ่งบอกภาวะโภชนาการได้ แต่มีข้อจำกัด ได้แก่ สมดุลโปรตีนในร่างกายเปลี่ยนแปลงหลังจากร่ายกายเกิดความเครียด ดังเช่นภาวะแผลไหม้ ทำให้ระดับอัลบูมินในเลือดต่ำลงทั้งในระยะเฉียบพลันและเรื้อรัง ถึงแม้ว่าค่าระดับพรีอัลบูมินในเลือดจะมีระยะเวลาครึ่งชีวิตที่สั้นเพียง 2 วัน ซึ่งน่าจะบ่งบอกการตอบสนองภาวะทางโภชนาการในระยะสั้นได้ แต่ในทางปฏิบัติค่าระดับพรีอัลบูมินในเลือดมักจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังเกิดภาวะแผลไหม้ และค่อย ๆ เพิ่มระดับอย่างช้า ๆ มักจะไม่สัมพันธ์กับภาวะทางโภชนาการ[45] ดังนั้นการใช้ระดับโปรตีนในเลือดควรจะแปลผลควบคู่กับอาการของผู้ป่วย

4. การตรวจภาพรังสี (imaging techniques)

ได้แก่ Bioimpedance Analysis (BIA) เป็นวิธีวัดปริมาณน้ำทั้งหมดในร่างกาย (total body water) และมวลกายปราศจากไขมัน (fat free mass) โดยใช้หลักการวัดความต้านทานของกระแสไฟฟ้า และ Dual X-ray Absorptiometry (DXA) เป็นวิธีวัดมวลกระดูก และมวลกล้ามเนื้อ

ในปี พ.ศ. 2550 ได้มีการศึกษาวิธีการติดตามภาวะโภชนาการในผู้ป่วยแผลไหม้ในศูนย์ผู้ป่วยแผลไหม้จำนวน 65 ศูนย์ พบว่าวิธีที่ใช้ติดตามมากที่สุดเรียงตามลำดับ ได้แก่ ระดับพรีอัลบูมินในเลือดร้อยละ 86 น้ำหนักร้อยละ 75 การนับพลังงาน (counting caloreis) ร้อยละ 69 ระดับอัลบูมินร้อยละ 45.8 สมดุลไนโตรเจนร้อยละ 54 ระดับทรานเฟอร์รินร้อยละ 16[46] พบว่าไม่มีวิธีใดที่น่าเชื่อถือในการติดตามภาวะโภชนาการในผู้ป่วยแผลไหม้ และการประเมินภาวะโภชนาการร่วมกับอาการของผู้ป่วยร่วมด้วยเป็นสิ่งสำคัญ

การรักษาด้วยวิธีนอกเหนือจากการให้โภชนบำบัดเพื่อลดภาวะเมแทบอลิซึมสูง (non-nutritional management of hypermetabolism)

1. การตัดผิวหนังตายและการปลูกถ่ายผิวหนังแต่เนิ่น (early excision and grafting)

ช่วยลดภาวะเมแทบอลิซึมที่สูง ลดการเผาผลาญและการสลายโปรตีน (catabolism)

2. การควบคุมอุณหภูมิ

ในผู้ป่วยแผลไหม้รุนแรงจะมีการสูญเสียการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย และตามหลังแผลไหม้จะมีการเพิ่มขึ้นของอัตราเมแทบอลิซึม เพื่อชดเชยสารน้ำและความร้อนที่สูญเสียไปในทางผิวหนัง จากคำแนะนำของ ESPEN ให้ควบคุมอุณหภูมิร่างกายในช่วง 28 ถึง 30 องศา เพื่อช่วยลดอัตราเมแทบอลิซึมที่สูงได้[2]

3. การออกกำลังกาย

เนื่องจากผู้ป่วยแผลไหม้มีความสามารถในการประกอบชีวิตประจำวันที่จำกัดจากแผลที่ทำให้เกิดการรั้งหรือยึดติดตามข้อต่อและกล้ามเนื้อต่าง ๆ การออกกำลังกายช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ เพิ่มความแข็งแรงและความสามารถในการเดิน เพิ่ม

overall cardiopulmonary capacity[47]

4. Non-selective beta-blockers

มีหลักฐานว่าได้ประโยชน์ในผู้ป่วยเด็ก โดยปริมาณขนาดยา propranolol ที่ใช้ลดอัตราการเต้นของหัวใจได้ร้อยละ 20[48] พบว่าสามารถลดการหลั่งไซโตไคน์และ stress hormone ได้ และยังลดภาวะเมแทบอลิซึมที่สูงและภาวะการสลายโปรตีน[49]

5. Oxandrolone

เป็น testosterone analog พบว่าภาวะ hypoandrogenemia และระดับคอร์ติซอลที่สูงเพิ่มการสลายมวลกล้ามเนื้อ การศึกษาพบว่าการให้ oxandrolone สามารถช่วยลดอัตราตาย[50] และระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาลได้[51] นอกจากนี้ oxandrolone มีประโยชน์ในการป้องกันน้ำหนักลดลง การสลายโปรตีน เพิ่มการหายของแผล และเมแทบอลิซึมของกระดูก อย่างไรก็ตาม การให้ oxandrolone ต้องมีการติดตามค่าการทำงานของตับอย่างต่อเนื่อง

ภาวะโภชนาการหลังออกจากโรงพยาบาล

เนื่องจากภาวะเมแทบอลิซึมที่สูงจะคงอยู่นานเป็นปีหลังเกิดแผลไหม้ ดังนั้นภาวะโภชนาการที่ดีจึงเป็นสิ่งสำคัญ ผู้ป่วยแผลไหม้หลังออกจากโรงพยาบาลควรรับประทานอาหารที่มีพลังงานและโปรตีนสูง ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อ และได้รับการประเมินภาวะโภชนาการอย่างต่อเนื่องทุกครั้งที่มาตรวจติดตามการรักษา

เอกสารอ้างอิง

1. ดรุณีวัลย์ วโรดมวิจิตร, ปรียานุช แย้มวงษ์, ประณิธิ หงสประภาส, กวีศักดิ์ จิตตวัฒนรัตน์, จงจิตร อังคทะวานิช, วีระเดช พิศประเสริฐ และคณะ. คำแนะนำการดูแลทางโภชนาการในผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่นอนโรงพยาบาล พ.ศ. 2560. วารสารโภชนบำบัด 2562;1:10-38.
2. Rousseau AF, Losser MR, Ichai C, Berger MM. ESPEN endorsed recommendations: nutritional therapy in major burns. Clin Nutr 2013;32(4):497-502.
3. Clark A, Imran J, Madni T, Wolf SE. Nutrition and metabolism in burn patients. Burns & trauma 2017;5(1):11.
4. Taylor BE, McClave SA, 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 (ASPEN). Crit Care Med 2016;44(2):390-438.
5. De Aguilar Caparrôs TF, Blesa AM. Multiple trauma and burns. Nutr Hosp 2000;15:121-7.
6. Mendonèa Machado N, Gragnani A, Masako Ferreira L. Burns, metabolism and nutritional requirements. Nutr Hosp 2011;26(4):692-700.
7. Ahuja RB, Gibran N, Greenhalgh D, Jeng J, Mackie D, Moghazy A, et al. ISBI practice guidelines for burn care. Burns 2016;42(5):953-1021.
8. Berger M. Basics in clinical nutrition: nutritional support in burn patients. E Spen Eur E J Clin Nutr Metab 2009;6(4):e308-12.
9. Cuthbertson DP, Angeles MV, Leôn MS. Post-shock metabolic response. Lancet 1942;239 (6189):433-7.
10. Hart DW, Wolf SE, Mlcak R, Chinkes DL, Ramzy PI, Obeng MK, et al. Persistence of muscle catabolism after severe burn. Surgery 2000;128(2):312-9.
11. Porter C, Herndon DN, Bùrsheim E, Bhattarai N, Chao T, Reidy PT, et al. Long-term skeletal muscle mitochondrial dysfunction is associated with hypermetabolism in severely burned children. J Burn Care Res 2016;37(1):53-63.
12. Magnotti LJ, Deitch EA. Burns, bacterial translocation, gut barrier function, and failure. J Burn Care Rehabil 2005;26(5):383-91.
13. Peck MD, Kessler M, Cairns BA, Chang YH, Ivanova A, Schooler W. Early enteral nutrition does not decrease hypermetabolism associated with burn injury. J Trauma Acute Care Surg 2004;57(6):1143-9.
14. Mochizuki HI, Trocki OR, Dominioni LO, Brackett KA, Joffe SN, Alexander JW. Mechanism of prevention of postburn hypermetabolism and catabolism by early enteral feeding. Ann Surg 1984;200(3):297.
15. Mosier MJ, Pham TN, Klein MB, Gibran NS, Arnoldo BD, Gamelli RL, et al. Early enteral nutrition in burns: compliance with guidelines and associated outcomes in a multicenter study. J Burn Care Res 2011;32(1):104-9.
16. Peng YZ, Yuan ZQ, Xiao GX. Effects of early enteral feeding on the prevention of enterogenic infection in severely burned patients. Burns. 2001;27(2):145-9.
17. Curreri PW. Assessing nutritional needs for the burned patient. J Trauma. 1990;30(12 Suppl): S20-3.
18. Allard JP, Pichard CL, Hoshino ET, Stechison SA, Fareholm LY, Peters WJ,

et al. Validation of a new formula for calculating the energy requirements of burn patients. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1990;14(2):115-8.

19. Royall D, Fairholm LY, Peters WJ, Jeejeebhoy KN, Allard JP. Continuous measurement of energy expenditure in ventilated burn patients: an analysis. Crit Care Med 1994;22(3):399-406.
20. Dickerson RN, Gervasio JM, Riley ML, Murrell JE, Hickerson WL, Kudsk KA, et al. Accuracy of predictive methods to estimate resting energy expenditure of thermally-injured patients. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2002;26(1):17-29.
21. Hart DW, Wolf SE, Herndon DN, Chinkes DL, Lal SO, Obeng MK, et al. Energy expenditure and caloric balance after burn: increased feeding leads to fat rather than lean mass accretion. Ann Surg 2002;235(1):152.
22. Sheridan RL, Yu YM, Prelack K, Young VR, Burke JF, Tompkins RG. Maximal parenteral glucose oxidation in hypermetabolic young children: a stable isotope study. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1998;22(4):212-6.
23. Wolfe RR. Maximal parenteral glucose oxidation in hypermetabolic young children. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1998;22(4):190.
24. Pierre EJ, Barrow RE, Hawkins HK, Nguyen TT, Sakurai Y, Desai M, et al. Effects of insulin on wound healing. J Trauma Acute Care Surg 1998;44(2):342-5.
25. Thomas SJ, Morimoto K, Herndon DN, Ferrando AA, Wolfe RR, Klein GL, et al. The effect of prolonged euglycemic hyperinsulinemia on lean body mass after severe burn. Surgery. 2002;132(2):341-7.
26. Mochizuki H, Trocki O, Dominioni L, Ray MB, Alexander JW. Optimal lipid content for enteral diets following thermal injury. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1984;8(6):638-46.
27. Garrel DR, Razi M, Lariviére F, Jobin N, Naman N, Emptoz-Bonneton A, et al. Improved clinical status and length of care with low-fat nutrition support in burn patients. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1995;19(6):482-91.
28. Patterson BW, Nguyen T, Pierre E, Herndon DN, Wolfe RR. Urea and protein metabolism in burned children: effect of dietary protein intake. Metabolism 1997;46(5):573-8.
29. Ahuja RB, Gibran N, Greenhalgh D, Jeng J, Mackie D, Moghazy A, et al. ISBI practice guidelines for burn care. Burns 2016;42(5):953-1021.
30. Wischmeyer PE. Can glutamine turn off the motor that drives systemic inflammation?. Crit Care Med. 2005;33(5):1175-8.
31. Windle EM. Glutamine supplementation in critical illness: evidence, recommendations, and implications for clinical practice in burn care. J Burn Care Res 2006;27(6):764-72.
32. 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(1):48-79.
33. Marin VB, Rodriguez-Osiac L, Schlessinger L, Villegas J, Lopez M, Castillo-Duran C. Controlled study of enteral arginine supplementation in burned children: impact on immunologic and metabolic status. Nutrition 2006;22(7-8):705-12.
34. Wibbenmeyer LA, Mitchell MA, Newel IM, Faucher LD, Amelon MJ, Ruffin TO, Lewis RD, Latenser BA, Kealey PG. Effect of a fish oil and arginine-fortified diet in thermally injured patients. J Burn Care Res 2006;27(5):694-702.
35. *Heyland DK*, *Samis* A. *Does immunonu trition* in *patients* with *sepsis do more harm than good*? *Intensive Care Med 2003;29*(5*):669-*71.
36. Gottschlich MM, Mayes T, Khoury J, Warden GD. Hypovitaminosis D in acutely injured pediatric burn patients. J Am Diet Assoc 2004;104(6):931-41.
37. Berger MM, Shenkin A. Trace element requirements in critically ill burned patients. J Trace Elem Med Biol 2007;21:44-8.
38. Berger MM, Binnert C, Chiolero RL, Taylor W, Raffoul W, Cayeux MC, et al. Trace element supplementation after major burns increases burned skin trace element concentrations and modulates local protein metabolism but not whole-body substrate metabolism. Am J Clin Nutr 2007;85(5):1301-6.
39. Klein GL, Rodriguez NA, Branski LK, Herndon DN. Vitamin and trace element homeostasis following severe burn injury. Total burn care. London: WB Saunders; 2012:321-4.
40. Gump FE, Kinney JM. Energy balance and weight loss in burned patients. Arch Surg 1971;103(4):442-8.
41. Graves C, Saffle J, Morris S. Comparison of urine urea nitrogen collection times in critically ill patients. Nutr Clin Pract 2005;20(2):271-5.
42. Konstantinides FN, Radmer WJ, Becker WK, Herman VK, Warren WE, Solem LD, et al. Inaccuracy of nitrogen balance determinations in thermal injury with calculated total urinary nitrogen. J Burn Care Rehabil 1992;13(2):254-60.
43. Milner EA, Cioffi WG, Mason AD, McManus WF, Pruitt Jr BA. A longitudinal study of resting energy expenditure in thermally injured patients. J Trauma 1994;37(2):167-70.
44. Cynober L, Prugnaud O, Lioret N, Duch-

emin C, Saizy R, Giboudeau J. Serum transthyretin levels in patients with burn injury. Surgery 1991;109(5):640-4.

45. Graves C, Saffle J, Cochran A. Actual burn nutrition care practices: an update. J Burn Care Res 2009;30(1):77-82.
46. Williams FN, Herndon DN, Jeschke MG. The hypermetabolic response to burn injury and interventions to modify this response. Clin Plast Surg 2009;36(4):583-96.
47. Herndon DN, Hart DW, Wolf SE, Chinkes DL, Wolfe RR. Reversal of catabolism by beta-blockade after severe burns. New Engl J Med 2001;345(17):1223-9.
48. Mohammadi AA, Bakhshaeekia A, Alibeigi P, Hasheminasab MJ, Tolide-ei HR, Tavakkolian AR, et al. Efficacy of propranolol in wound healing for hospitalized burn patients. J Burn Care Res 2009;30(6):1013-7.
49. Pham TN, Klein MB, Gibran NS, Arnoldo BD, Gamelli RL, Silver GM, et al. Impact of oxandrolone treatment on acute outcomes after severe burn injury. J Burn Care Res 2008;29(6):902-6.
50. Wolf SE, Edelman LS, Kemalyan N, Donison L, Cross J, Underwood M, et al. Effects of oxandrolone on outcome measures in the severely burned: a multicenter prospective randomized double-blind trial. J Burn Care Res 2006;27(2):131-9.