28

โภชนบำบัดในผู้ป่วยเด็กที่มีแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก

(Nutritional Management in Pediatric Burn Patients)

อรภา สุธีโรจน์ตระกูล

บทนำ

การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวกเป็นการบาดเจ็บที่พบบ่อยในเด็ก ข้อมูลทางระบาดวิทยาพบว่าการบาดเจ็บจากน้ำร้อนลวก (scald burn) พบมากเป็นอันดับหนึ่ง หรือร้อยละ 42 ของอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวกในเด็กทั้งหมด โดยพบมากที่สุดในเด็กที่อายุน้อยกว่า 5 ปี รองลงมาเป็นการบาดเจ็บจากเปลวไฟ (flame burn) พบร้อยละ 29 ซึ่งมักพบในเด็กโตและวัยรุ่น ส่วนการบาดเจ็บจากการสัมผัสของร้อน (contact burn) พบร้อยละ 10[1,2] การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวกส่วนใหญ่สามารถให้การรักษาแบบผู้ป่วยนอกได้ ในรายที่มีความรุนแรงอาจจำเป็นต้องได้รับการรักษาแบบผู้ป่วยในซึ่งพบได้ร้อยละ 5[3] อัตราตายสูงสุดพบในเด็กที่อายุน้อยกว่า 6 ปี หรือมีพื้นที่ผิวกายที่ได้รับบาดเจ็บมากกว่าร้อยละ 36[4]

การให้โภชนบำบัดเป็นส่วนสำคัญยิ่งของการรักษาผู้ป่วยที่บาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวก ผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะทุพโภชนาการมีอัตราตายสูงกว่าเด็กที่มีภาวะโภชนาการปกติถึง 3.9 เท่า[5] การให้โภชนบำบัดที่เหมาะสมสามารถลดระยะเวลาการซ่อมแซมบาดแผล, ระยะเวลานอนโรงพยาบาล, ภาวะแทรกซ้อน และอัตราตายได้

การเปลี่ยนแปลงทางเมแทบอลิซึม (metabolic response) ของผู้ป่วยที่ได้รับการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวก

ผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกมากกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ผิวกาย (total body surface area, TBSA) จะพบการเปลี่ยนแปลงทางเมแทบอลิซึมคล้ายกับผู้ป่วยที่อยู่ในภาวะวิกฤต[6] โดยการเปลี่ยนแปลงแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ebb phase และ flow phase (ตารางที่ 1) ระยะ ebb phase เกิดภายใน 3-5 วันแรก ผู้ป่วยจะยังมีสัญญาณชีพ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางเมแทบอลิซึมในระยะ ebb และ flow phase หลังจากได้รับบาดเจ็บไฟไหม้น้ำร้อนลวก (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงที่ 8)

กระบวนการเมแทบอลิซึม	Ebb phase	Flow phase
ระดับเมแทบอลิซึม	↓	↑
กระบวนการผลิตความร้อนในร่างกาย (thermogenesis)	↓	↑
กระบวนการสลายกลูโคส (glycolysis)	↓	↑
กระบวนการสลายโปรตีน (proteolysis)	↓	↑
กระบวนการสลายไขมัน (lipolysis)	↓	↑
ความต้องการพลังงานของร่างกายในขณะพัก (resting energy expenditure)	↓	↑
ภาวะดื้อต่ออินซูลิน (insulin resistance)	ไม่มี	มี

ไม่คงที่, ระดับแมแทบอลิซึมต่ำลง (hypometabolism), มีการใช้ออกซิเจนลดลง, cardiac output, ความดันเลือด และอุณหภูมิกายลดลง มีความต้องการของพลังงานที่ร่างกายใช้ในขณะพัก (resting energy expenditure; REE) ลดลง[7, 8] ระยะนี้อาจยาวนานถึง 6-10 วัน[7] หลังจากผู้ป่วยได้รับการรักษาเบื้องต้นจนสัญญาณชีพคงที่ จะเข้าสู่ระยะถัดมา คือ flow phase ระยะนี้จะมีระดับเมแทบอลิซึมที่สูงขึ้น (hypermetabolism) ส่งผลให้มีการใช้ออกซิเจนมากขึ้น อุณหภูมิกายสูงขึ้น ร่างกายจะหลั่งฮอร์โมนตอบสนองต่อความเครียด (stress hormone) เพิ่มขึ้น ได้แก่ catecholamine, glucocorticoids และ glucagon ทำให้ต้องการพลังงานสูงขึ้น เกิดภาวะดื้อต่อฮอร์โมนอินซูลิน (insulin resistance) และเกิดกระบวนการ gluconeogenesis, lipolysis และ protein degradation มากขึ้น[7,9] กระบวนการดังกล่าวส่งผลให้เกิดการสลายเนื้อเยื่อ สูญเสียมวลกล้ามเนื้อและไขมัน มีรายงานว่า ระยะ flow phase อาจพบได้ยาวนานถึง 9-12 เดือนหลังจากที่ผู้ป่วยประสบอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวก[10] ในระยะดังกล่าวหากผู้ป่วยได้รับการรักษาและโภชนบำบัดไม่เหมาะสมอาจทำให้ผู้ป่วยน้ำหนักลดลงและเกิดภาวะแทรกซ้อน

การประเมินภาวะโภชนาการในผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวก

หลักการการประเมินภาวะโภชนาการในเด็กที่บาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวก ไม่แตกต่างจากการประเมินภาวะโภชนาการในเด็กทั่วไป ประกอบด้วยการซักประวัติเพื่อประเมินความรุนแรง และค้นหาภาวะเสี่ยงต่อการขาดอาหาร เช่น น้ำหนักลด, ท้องร่วง, รับประทานอาหารได้น้อย, คลื่นไส้อาเจียน อาการแสดงของภาวะขาดสารอาหาร รวมถึงการซักประวัติเพื่อประเมินปริมาณอาหารที่ได้รับต่อวัน การตรวจร่างกายทางโภชนาการที่สำคัญ ได้แก่ การชั่งน้ำหนัก, วัดความยาวหรือส่วนสูง, การตรวจองค์ประกอบของร่างกาย (body composition) รวมถึงอาการแสดงของภาวะขาดสารอาหาร และการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ

ผู้ป่วยที่บาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวกที่อยู่ในระยะวิกฤตอาจประเมินภาวะโภชนาการได้ยาก เนื่องจากมีการสูญเสียสารน้ำ, เกลือแร่, พลาสมา และแอลบูมินทางบาดแผล ผู้ป่วยได้รับสารน้ำ, พลาสมา และแอลบูมินทดแทน, มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการสลายกล้ามเนื้อ, มีการเปลี่ยนแปลงของระดับสารน้ำนอกเซลล์ (extracellular volume) และระดับภูมิต้านทานของร่างกายต่ำลงในช่วงที่มีการอักเสบติดเชื้อ[9] จึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลหลายส่วนประกอบกันและประเมินความเหมาะสมของโภชนบำบัดเป็นระยะ กล่าวคือ ในระยะวิกฤต (acute phase) ซึ่งเป็นระยะต่อจากการกู้ชีพ (resuscitation) ถึงแผลหายพร้อมที่จะทำการปลูกถ่ายผิวหนัง จะเป็นช่วงที่ผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการตรวจติดตามภาวะโภชนาการอย่างใกล้ชิดเพื่อลดอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อน ส่วนในระยะฟื้นฟู (rehabilitative phase) เป็นระยะที่แผลเริ่มหาย ผู้ป่วยพร้อมที่จะกลับบ้าน และมีการตรวจติดตามแบบผู้ป่วยนอก ระยะนี้การประเมินภาวะโภชนาการอาจสามารถทำได้ตามความเหมาะสม ขึ้นกับภาวะโภชนาการพื้นฐานของผู้ป่วยแต่ละราย แพทย์สามารถให้การดูแลเบื้องต้นได้ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คำแนะนำในการประเมินภาวะโภชนาการ เมื่อผู้ป่วยได้รับการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวก (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงที่ 11,12)

การประเมินภาวะโภชนาการ	**การตรวจติดตามในระยะต่าง ๆ หลังได้รับบาดเจ็บ**	
	ระยะวิกฤต	**ระยะฟื้นฟู**
ชั่งน้ำหนัก	อย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 ครั้ง	อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง หรือทุกครั้งที่มาตรวจติดตามตามนัด
วัดความยาวหรือส่วนสูง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง หรือทุกครั้งที่มาตรวจติดตามตามนัด
ประเมินปริมาณอาหารที่รับประทาน	ทุกวัน	กรณีที่ตรวจพบมีภาวะทุพโภชนาการ
ระดับแอลบูมิน	ไม่มีข้อมูล	เดือนละ 1 ครั้ง กรณีที่จำเป็น
ระดับ prealbumin	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง	ไม่จำเป็นต้องตรวจติดตาม
C-reactive protein	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง	ไม่จำเป็นต้องตรวจติดตาม
Urinary urea nitrogen	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	ไม่จำเป็นต้องตรวจติดตาม
ความต้องการพลังงานของร่างกายโดยใช้เครื่อง indirect calorimetry	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	กรณีที่น้ำหนักไม่ขึ้นตามเกณฑ์

การให้โภชนบำบัดในผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวก

การให้โภชนำบัดในเด็กที่ได้รับการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวกเป็นการรักษาที่สำคัญอย่างยิ่ง ผู้ป่วยเด็กมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะทุพโภชนาการมากกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากร่างกายมีพลังงานสำรองน้อยกว่า แต่มีพื้นที่ผิวกาย (body surface area) และอัตราการสร้างและสลายพื้นฐาน (basal metabolic rate, BMR) สูงเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว ดังนั้นเมื่อได้รับบาดเจ็บจะมีการนำพลังงานสำรองจากการสลายมวลกล้ามเนื้อและไขมันมาใช้ ยิ่งทำให้ผู้ป่วยเด็กมีโอกาสเกิดภาวะทุพโภชนาการได้มากขึ้น[9] มีรายงานว่า หากได้รับโภชนบำบัดไม่เหมาะสมจะส่งผลให้มีการสลายมวลกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องยาวนานได้ถึง 9 เดือนหลังจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวก[13]

การให้โภชนบำบัดแก่ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวก ควรพิจารณาถึงช่องทางการให้อาหาร (route of feeding) และความต้องการสารอาหารต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ช่องทางการให้อาหาร

ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บจากแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกอย่างรุนแรงมักมีภาวะช็อก และต้องได้รับสารน้ำทางหลอดเลือดปริมาณมาก ส่งผลให้ลำไส้ของผู้ป่วยเกิดการบวมน้ำ และภาวะลำไส้อืด (ileus) แพทย์อาจเกิดความวิตกกังวลในการเริ่มให้อาหารผ่านทางเดินอาหาร (enteral feeding) แก่ผู้ป่วย มีการศึกษาพบว่า การเริ่มให้อาหารผ่านทางเดินอาหารแก่ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวกภายใน 6-12 ชั่วโมงแรกหลังการบาดเจ็บ จะส่งผลดีกับผู้ป่วยหลายประการ ได้แก่ ระดับฮอร์โมนความเครียดและอัตราเมแทบอลิซึมลดลง, เพิ่มการผลิตอิมมูโนโกลบูลิน, ลดโอกาสเกิดแผลในทางเดินอาหารจากภาวะเครียด (stress ulcers) รวมถึงลดโอกาสเกิดภาวะทุพโภชนาการ[14]

สำหรับช่องทางการให้อาหารนั้นควรเลือกให้อาหารผ่านทางกระเพาะอาหาร (gastric feeding) เป็นอันดับแรก โดยสงวนการให้อาหารทางลำไส้เล็ก (postpyloric feeding) สำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถรับอาหารผ่านทางกระเพาะอาหารได้ สูตรอาหารที่เลือกใช้นั้นคล้ายคลึงกับสูตรอาหารที่ให้ในผู้ป่วยวิกฤต โดยใช้สูตรอาหารชนิด polymeric ที่มีพลังงานและโปรตีนสูง นอกจากนี้อาจเลือกสูตรอาหารที่มีใยอาหารเป็นส่วนประกอบเพื่อลดภาวะท้องผูก ซึ่งมักพบในผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บรุนแรง, ผู้ป่วยวิกฤต, ผู้ป่วยที่ได้รับยานอนหลับหรือยาแก้ปวดปริมาณมาก สำหรับการให้อาหารผ่านทางหลอดเลือดดำ (parenteral nutrition) ควรสงวนไว้ใช้กรณีมีข้อห้ามของการให้อาหารผ่านทางเดินอาหาร หรือเมื่อให้อาหารผ่านทางเดินอาหารแล้วผู้ป่วยไม่สามารถรับอาหารได้ หรือไม่สามารถแก้ไขภาวะทุพโภชนาการได้แม้ได้ให้อาหารผ่านทางเดินอาหารแล้ว[14]

2. ความต้องการพลังงาน, สารอาหารหลัก (macronutrients) และสารอาหารรอง (micronutrients)

2.1 พลังงาน

เด็กมีความต้องการพลังงานเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัวมากกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากต้องใช้พลังงานในการเจริญเติบโต และเมื่อได้รับบาดเจ็บไฟไหม้น้ำร้อนลวกจะส่งผลให้ความต้องการพลังงานสูงขึ้นอย่างมาก โดยทั่วไปมักมีความต้องการพลังงานสูงขึ้นประมาณอย่างน้อย 2 เท่าของความต้องการตามเพศและอายุ ทั้งนี้ขึ้นกับความรุนแรงของการบาดเจ็บ,

ขนาดบาดแผล และภาวะโภชนาการก่อนหน้า ผู้ป่วยที่มีบาดแผลขนาดใหญ่ ร่างกายจะสูญเสียความร้อนออกทางแผลเปิด ทำให้มีระดับเมแทบอลิซึมสูงขึ้น และมีความต้องการพลังงานสูงขึ้นตามลำดับ[9]

ปัจจุบันการประเมินความต้องการพลังงานของผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวกทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมีอยู่ 2 วิธีคือ

1. การใช้เครื่อง indirect calorimetry หรือเครื่องวัดการใช้พลังงานของร่างกายทางอ้อม ซึ่งถือเป็นวิธีมาตรฐาน (gold standard) มีความแม่นยำสูง สามารถวัดการใช้พลังงานของร่างกายโดยอาศัยการคำนวณความแตกต่างของระดับความเข้มข้นของออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจเข้าและออก ค่าที่วัดได้เป็นค่าพลังงานที่ร่างกายใช้ในขณะพัก ซึ่งเมื่อคูณด้วย 1.2-1.3 จะเท่ากับพลังงานที่ผู้ป่วยต้องการต่อวัน[9] นอกจากนี้เครื่องดังกล่าวยังสามารถคำนวณค่า respiratory quotient ซึ่งใช้บ่งบอกว่าร่างกายใช้พลังงานจากสารอาหารใดเป็นหลัก อย่างไรก็ตามการประเมินนี้ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากเครื่องมือมีราคาสูง และค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวัดในช่วง 20-30 นาทีเท่านั้น

2. การใช้สูตรคำนวณเพื่อประเมินความต้องการพลังงานที่ร่างกายต้องการได้รับต่อวัน ในปัจจุบันมีสูตรที่ใช้คำนวณพลังงานสำหรับผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกหลากหลาย ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยทุกสูตรใช้น้ำหนัก, อายุ, เพศ และขนาดบาดแผลเป็นตัวแปรหลัก ทั้งนี้สูตรคำนวณส่วนใหญ่มักคำนวณปริมาณพลังงานที่ได้รับต่อวันมากกว่าความต้องการพลังงานของร่างกายโดยแท้จริง[15] ซึ่งอาจนำไปสู่การให้โภชนบำบัดไม่เหมาะสมและมีภาวะแทรกซ้อนตามมา European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN)[14] เสนอแนะว่า สำหรับผู้ป่วยเด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก หากไม่สามารถประเมินความต้องการพลังงานของร่างกายโดยใช้เครื่อง indirect calorimetry ได้ ให้ใช้สูตร Schofield equation ในการคำนวณความต้องการพลังงานเป็นหลัก[14] โดยคำนึงไว้เสมอว่าสูตรดังกล่าวอาจประเมินความต้องการพลังงานได้ต่ำกว่าความเป็นจริง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องติดตามประเมินภาวะโภชนาการผู้ป่วยเป็นระยะ

2.2 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานหลัก การได้รับคาร์โบไฮเดรตไม่เพียงพอจะทำให้ร่างกายสลายกล้ามเนื้อเพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทน ซึ่งส่งผลเสียต่อการฟื้นตัวของผู้ป่วย ผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกควรได้รับพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 55-60 ของพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน และไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/กก./นาที[14] ควรควบคุมให้ระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ระหว่าง 90-140 มก./ดล.[14] พิจารณาให้อินซูลินร่วมด้วยหากตรวจพบระดับน้ำตาลสูงในเลือด การได้รับคาร์โบไฮเดรตที่มากเกินกว่าระดับความสามารถในการออกซิเดชันของร่างกาย จะทำให้คาร์โบไฮเดรตเปลี่ยนเป็นไขมันผ่านกระบวนการ lipogenesis ร่างกายจะมีการใช้ออกซิเจนและผลิตคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น ส่งผลเสียต่อการทำงานของระบบทางเดินหายใจ อีกทั้งยังทำให้ระดับน้ำตาลสูงในเลือด ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำงานผิดปกติเสี่ยงต่อการติดเชื้อ[15] การศึกษาของ Gore และคณะ[16] พบว่า ผู้ป่วยเด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกมากกว่าร้อยละ 60 ของพื้นที่ผิวกาย ร่วมกับระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่า 140 มก./ดล. มีอุบัติการณ์การติดเชื้อในกระแสเลือดสูง และโอกาสประสบความสำเร็จของการปลูกถ่ายผิวหนังต่ำ เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีระดับน้ำตาลปกติ

ตารางที่ 3 ตัวอย่างสูตรคำนวณที่ใช้ประเมินความต้องการพลังงานของผู้ป่วยเด็กที่ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวก (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงที่ 7,14)

ชื่อสูตร	สูตร
Schofield	• อายุ 3-10 ปี o เพศชาย: (19.6 x น้ำหนักเป็น กก.) + (1.033 x ส่วนสูงเป็น ซม.) + 414.9 o เพศหญิง: (16.97 x น้ำหนักเป็น กก.) + (1.618 x ส่วนสูงเป็น ซม.) +371.2 • อายุ 10-18 ปี o เพศชาย: (16.25 x น้ำหนักเป็น กก.) + (1.372 x ส่วนสูงเป็น ซม.) + 515.5 o เพศหญิง: (8.365 x น้ำหนักเป็น กก.) + (4.65 x ส่วนสูงเป็น ซม.) + 200
Harris & Benedict	พลังงานที่ควรได้รับต่อวัน = BMR* x Activity factor x Injury factor • เพศชาย: BMR = 66 + (13.7 x น้ำหนักเป็น กก.) + (5 x ส่วนสูงเป็น ซม.) – (6.8 x อายุ) • เพศหญิง: BMR = 665 + (9.6 x น้ำหนักเป็น กก.) + (1.8 x ส่วนสูงเป็น ซม.) – (4.7 x อายุ) Activity factors: นอนเฉย = 1.2, ขยับตัวได้เล็กน้อย (minimal ambulation) = 1.3 Injury factors: <20% TBSA** = 1.5, 20-40% TBSA = 1.6, >40% TBSA = 1.7
Mayes	• อายุน้อยกว่า 3 ปี : 108 + (68 x น้ำหนักเป็น กก.) + (3.9 x %TBSA) • อายุ 3-10 ปี : 818 + (37.4 x น้ำหนักเป็น กก.) + (9.3 x %TBSA)
Galveston	• อายุ 0-1 ปี : 2,100/ม.^{2} + 1000/ม^2 × TBSA • อายุ 1-11 ปี : 1,800/ม.^{2} + 1300/ม^2 × TBSA • อายุ 12-18 ปี : 1,500/ม.^{2} + 1500/ม^2 × TBSA
Curreri junior	• อายุน้อยกว่า 1 ปี : RDA*** + (15 x TBSA) • อายุ 1-3 ปี : RDA + (25 x TBSA) • อายุ 4-15 ปี : RDA +(40 x TBSA)
Penisi	(60 kcal x น้ำหนักเป็น กก.) + (35 x %TBSA)

*BMR, basal metabolic rate, **TBSA, burned size of total body surface area, ***RDA, recommended dietary allowance

2.3 ไขมัน

ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวกจะมีการเพิ่มขึ้นของกระบวนการ lipolysis ทำให้ร่างกายมีปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) สูงขึ้น เพื่อใช้ในกระบวนการ gluconeogenesis อย่างไรก็ตามผู้ป่วยควรได้รับพลังงานจากไขมันไม่เกินร้อยละ 30 ของพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน[14] เนื่องจากการได้รับไขมันที่สูงเกินอาจทำให้เกิดผลเสีย ได้แก่ ไขมันสูงในเลือด, ตับคั่งไขมัน (hepatic steatosis) และการติดเชื้อ เป็นต้น[17]

กรดไขมันโอเมก้า-3 (omega-3) เป็นกรดไขมันจำเป็นที่พบในน้ำมันปลา ถูกอ้างว่าอาจมีบทบาทสำคัญในการรักษาผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวก เนื่องจากมีคุณสมบัติลดการอักเสบของร่างกาย การศึกษาเกี่ยวกับการเสริมกรดไขมันโอเมก้า-3 ในผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกเป็นการศึกษาขนาดเล็ก มีจำนวนการศึกษาน้อย และขาดการศึกษาในเด็ก อาทิ Garrel และคณะ[18] รายงานการศึกษาผู้ใหญ่จำนวน 43 คน ที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกมากกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่ผิวกาย พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของน้ำมันปลาร้อยละ 50 ของปริมาณไขมันทั้งหมด มีอุบัติการณ์การเกิดโรคติดเชื้อ, ระยะเวลาการนอนโรงพยาบาล และอัตราตายต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของน้ำมันปลา ซึ่งผลการศึกษาคล้ายคลึงกับ Tihista และคณะ[19] ในผู้ใหญ่จำนวน 92 คน ที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกมากกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่ผิวกาย เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีไขมันต่ำ คือ มีไขมันร้อยละ 18 กับอาหารที่มีไขมันต่ำเช่นเดียวกัน แต่มีส่วนประกอบของน้ำมันปลาร้อยละ 50 ของปริมาณไขมันทั้งหมด พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของน้ำมันปลามีอุบัติการณ์ของภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดรุนแรง (sepsis) และภาวะช็อกจากการติดเชื้อ (septic shock) น้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันต่ำ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีคำแนะนำในการเสริมกรดไขมันโอเมก้า-3 หรือน้ำมันปลาแก่ผู้ป่วยเด็กและผู้ใหญ่ที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก

2.4 โปรตีน

ผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกมีความต้องการโปรตีนสูงขึ้น เนื่องจากมีการสูญเสียโปรตีนเพิ่มขึ้นทางบาดแผลและปัสสาวะ รวมถึงโปรตีนบางส่วนถูกนำไปใช้ในกระบวนการ gluconeogenesis ที่เกิดขึ้นในช่วงที่ร่างกายมีกระบวนการอักเสบ และถูกนำไปใช้เพื่อสมานบาดแผล รวมทั้งสร้างภูมิคุ้มกัน มีรายงานว่า ผู้ใหญ่ที่ประสบอุบัติเหตุอย่างรุนแรงระยะวิกฤต จะสูญเสียโปรตีนถึงร้อยละ 16 แม้ว่าจะได้รับโภชนบำบัดอย่างเต็มที่ โดยในช่วง 10 วันแรกของการบาดเจ็บ โปรตีนที่สูญเสียไปมาจากการสลายมวลกล้ามเนื้อเป็นหลัก[20] ดังนั้นการได้รับโปรตีนไม่เพียงพอจะส่งผลให้แผลหายช้า และมีโอกาสติดเชื้อสูงขึ้น

ผู้ป่วยแต่ละรายมีความต้องการโปรตีนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการบาดเจ็บ โดยทั่วไปความต้องการโปรตีนจะอยู่ที่ประมาณ 1.5-3 กรัม/กก./วัน[14,17] หากผู้ป่วยมีบาดแผลขนาดใหญ่อาจมีความต้องการโปรตีนสูงขึ้น โดยควรรักษาระดับสัดส่วนของพลังงานที่ได้จากคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ต่อสัดส่วนของไนโตรเจนเป็นกรัม (non-protein calories to nitrogen ratio) อยู่ระหว่าง 80:1 - 150:1 เพื่อให้การใช้พลังงานและโปรตีนในร่างกายเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

การติดตามความเหมาะสมของการให้โปรตีน นิยมใช้วิธีการคำนวณหาสมดุลไนโตรเจน (nitrogen balance) โดยหากคำนวณได้สมดุลไนโตรเจนเป็นบวก แสดงว่าโปรตีนที่ร่างกายได้รับนั้นเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย แต่กรณีคำนวณได้สมดุลไนโตรเจนเป็นลบ แสดงว่าร่างกายมีการสูญเสีย หรือใช้โปรตีนสูงกว่าโปรตีนที่ร่างกายได้รับ การคำนวณจำเป็นต้องทราบค่าโปรตีนที่ผู้ป่วยได้รับต่อวันเป็นกรัม แล้วนำค่า 6.25 ไปหาร เพื่อแปลงเป็นค่าไนโตรเจนที่ร่างกายบริโภค ในวันเดียวกันทำการเก็บปัสสาวะที่ออกมาทั้งหมดใน 24 ชั่วโมงเพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์หาค่า urinary urea nitrogen (UNN) หลังจากนั้นจึงคำนวณ ดังแสดง

Nitrogen balance (g) = [protein intake (g) / 6.25] – [UNN (g) + 4]

จากสูตรข้างต้น ค่าคงที่ “4” เป็นค่าประมาณการสูญเสียไนโตรเจนผ่านอุจจาระ, ผิวหนัง และเหงื่อ โดยทั่วไปอุจจาระเป็นช่องทางที่ร่างกายสูญเสียไนโตรเจนมากเป็นอันดับสองรองจากปัสสาวะ ทั้งนี้ค่าคงที่ “4” เป็นค่าอ้างอิงของผู้ใหญ่ ผู้ป่วยเด็กจะมีค่าที่แตกต่างไป ดังนั้นการประเมินการสูญเสียไนโตรเจนของผู้ป่วยเด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกจึงอาจจำเป็นต้องวัดค่าไนโตรเจนที่สูญเสียไปทางอุจจาระและบาดแผลเพิ่ม แต่การวัดค่าดังกล่าวยังทำได้ยากในเชิงปฏิบัติ จึงมีแนวคิดในการประเมินปริมาณอุจจาระในแต่ละวันทดแทน และคำนวณกลับมาเป็นค่าไนโตรเจนที่สูญเสียไปทางอุจจาระ อาทิ Rivero-Marcotegui และคณะ[21] ได้ทำการศึกษาในทารกและเด็กอายุตั้งแต่ 14 วัน ถึง 14 ปี จำนวน 180 คน พบว่าไนโตรเจนที่สูญเสียทางอุจจาระในเด็กแต่ละกลุ่มอายุมีค่าแตกต่างกันไป โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ทารกอายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 เดือน, ทารกและเด็กอายุ 7-18 เดือน, เด็กอายุ 19 เดือน - 4 ปี และเด็กอายุมากกว่า 4 ปี - 14 ปี ปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียทางอุจจาระเท่ากับ 1.4-2.2, 1.3-2.1, 1.5-2.3 และ 1.5-2.2 กรัมต่อ 100 กรัมอุจจาระตามลำดับ อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาถึงปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียทางบาดแผล จึงทำให้การคำนวณค่าสมดุลไนโตรเจนในผู้ป่วยเด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกยังมีข้อจำกัด

นอกจากปริมาณโปรตีนที่ควรได้รับต่อวันแล้ว ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของกรดอะมิโนบางชนิดต่อการฟื้นตัวของผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก โดยกรดอะมิโนที่ถูกศึกษามากที่สุด คือ กลูตามีนและอาร์จินีน สำหรับกลูตามีนซึ่งถือว่าเป็นกรดอะมิโนจำเป็นในผู้ป่วยวิกฤต มีบทบาทเป็นแหล่งพลังงานแก่เซลล์ต่าง ๆ ทั้งเซลล์เม็ดเลือดขาวและเยื่อบุทางเดินอาหาร, ช่วยให้บาดแผลหายเร็วยิ่งขึ้น, เป็นสารตั้งต้นในการสร้างกลูตาไธโอน (glutathione) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระรวมถึงมีบทบาทในการลดการเกิดภาวะดื้อต่ออินซูลิน[22] นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การได้รับกลูตามีนเสริมจะสามารถลดกระบวนการสลายกล้ามเนื้อและลดการเกิด bacterial translocation ในระบบทางเดินอาหารได้อีกด้วย[22] อย่างไรก็ตามหลักฐานของการให้กลูตามีนในผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกในเด็กยังมีอย่างจำกัด อาทิ Sheridan และคณะ[23] ได้ทำการศึกษารูปแบบ prospective crossover study ในเด็กอายุ 1.5-15.8 ปี ที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกมากกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่ผิวกาย และได้รับอาหารทางสายให้อาหารจำนวน 7 ราย ผู้ป่วยทุกรายจะได้รับอาหาร 2 สูตรต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง ได้แก่ อาหารสูตรปกติสำหรับผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก และอาหารสูตรที่มีการเสริมกลูตามีนขนาด 0.6 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน โดยทั้งสองสูตรอาหารมีปริมาณพลังงานและโปรตีนเท่ากัน หลังการให้อาหารแต่ละสูตร ผู้วิจัยตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนของร่างกายโดยอาศัยสาร isotope ผลการศึกษาพบว่า การเสริมกลูตามีนเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ไม่ได้ทำให้ร่างกายมีระดับกลูตามีนเพิ่มขึ้นหรือมีการสะสมโปรตีนในร่างกายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับให้อาหารสูตรปกติ อย่างไรก็ตาม Wischmeyer และคณะ[24] ได้ทำการศึกษาในรูปแบบ double-blind, randomized, placebo-controlled trial ในผู้ป่วยอายุ 8-55 ปี จำนวน 26 คน ที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกขนาดร้อยละ 25-90 ของพื้นที่ผิวกาย โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการเสริมกลูตามีนทางหลอดเลือดดำขนาด 0.57 กรัม/กก./วัน เป็นเวลาต่อเนื่องอย่างน้อย 7 วัน และกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติที่มีปริมาณพลังงานและโปรตีนเท่ากัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับ

การเสริมกลูตามีนมีอุบัติการณ์การติดเชื้อแบคทีเรียกรัมลบในกระแสเลือด (gram-negative bacteremia) เพียงร้อยละ 8 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่พบอุบัติการณ์การติดเชื้อถึงร้อยละ 43 นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมกลูตามีนมีระดับ transferrin และ prealbumin เพิ่มขึ้นและมีระดับ C-reactive protein ต่ำลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ จะเห็นได้ว่าประสิทธิผลของการให้กลูตามีนในผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวกมีความแตกต่างกันในแต่ละการศึกษา ทั้งนี้อาจเกิดจากความแตกต่างกันในแง่ของปริมาณ, วิธีการบริหารยา และระยะเวลาที่ผู้ป่วยได้รับกลูตามีน ทำให้ผลการรักษามีความแตกต่างกัน[14] ดังนั้นในปัจจุบันจึงยังไม่มีคำแนะนำในการเสริมกลูตามีนในผู้ป่วยเด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก[14]

อาร์จินีนเป็นกรดอะมิโนอีกชนิดหนึ่งที่ถูกอ้างถึงว่า อาจมีบทบาทในผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก เนื่องจากอาร์จินีนเป็นกรดอะมิโนตั้งต้นในการสังเคราะห์กรดอะมิโนโพรลีน, กลูตามีน และสารโพลีเอมีนต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการเพิ่มจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ และกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน, insulin-like growth factor-1 และ growth hormone รวมถึงมีบทบาทในการช่วยทำให้แผลหายเร็วขึ้น[22] การศึกษาผลของการเสริมอาร์จินีนต่อการฟื้นตัวของผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกยังมีจำกัดโดยเฉพาะในเด็ก อาทิ Marin และคณะ[25] ได้ทำการศึกษาในรูปแบบ double-blind, randomized, placebo-controlled trial ในเด็กอายุ 1-5 ปี ที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกขนาดร้อยละ 10-40 ของพื้นที่ผิวกาย จำนวน 28 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับอาหารสูตรที่เสริมอาร์จินีนปริมาณร้อยละ 2 ของพลังงานทั้งหมด และอีกกลุ่มได้รับอาหารสูตรมาตรฐาน ทั้งสองกลุ่มได้รับอาหารดังกล่าวต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 14 วัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับอาร์จินีนมีการเพิ่มขึ้นของ lympho-proliferative responses ถึงร้อยละ 144 ในวันที่ 7 ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรมาตรฐานมีการลดลงของ lymphoproliferative responses เหลือเพียงร้อยละ 56 อย่างไรก็ตามเมื่อติดตามไปจนถึงวันที่ 14 ของการศึกษาพบว่า ระดับ lymphoproliferative responses กลับเข้าสู่ระดับปกติทั้งสองกลุ่ม สำหรับตัวแปรอื่น ได้แก่ ระดับ inter-leukin-1, interleukin-6, tumor necrosis factor-alpha, C-reactive protein, prealbumin, แอลบูมิน, ระดับน้ำตาลในเลือด ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสองกลุ่ม เช่นเดียวกับการศึกษาของ Gottschlich และคณะ[26] ซึ่งศึกษาในรูปแบบ randomized controlled trial ในผู้ป่วยเด็กอายุเฉลี่ย 3 ปี ที่มีบาดแผลไฟไหม้ขนาดร้อยละ 30-94 ของพื้นที่ผิวกาย จำนวนทั้งสิ้น 54 ราย โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมอาร์จินีนปริมาณ 1 กรัมต่อลิตร กับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมอาร์จินีน 5 กรัมต่อลิตร ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในแง่อุบัติการณ์การติดเชื้อ, อัตราตาย, ระยะเวลาที่นอนรักษาตัวในโรงพยาบาล และระยะเวลาที่ใช้อินซูลิน ดังนั้นปัจจุบันจึงยังไม่มีคำแนะนำในการให้เสริมอาร์จินีนในผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก เนื่องจากหลักฐานในแง่ของประสิทธิผลของอาร์จินีนยังมีอยู่จำกัดและผลการศึกษายังมีความแตกต่างกัน

2.5 วิตามินและแร่ธาตุ

ผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกมีความต้องการวิตามินและแร่ธาตุเพิ่มขึ้น เพื่อนำไปใช้เป็น co-factor ของกระบวนการต่าง ๆ อาทิ การสร้างพลังงาน, โปรตีน, สร้างภูมิต้านทาน รวมไปถึงทดแทนการสูญเสียทางเลือดและน้ำเหลืองทางผิวหนัง นอกจากนี้ร่างกายยังมีการสร้างอนุมูลอิสระ (free radicals) จำนวนมากจากการเกิดภาวะเครียด

ออกซิเดชัน (oxidative stress) ในช่วงที่ร่างกายมีการอักเสบอย่างรุนแรงส่งผลให้ร่างกายมีความต้องการสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) เช่น วิตามิน แร่ธาตุ มากขึ้น[14] หากผู้ป่วยที่มีบาดแผลขนาดใหญ่แต่ไม่ได้รับการเสริมวิตามินและแร่ธาตุ อาจทำให้แผลหายช้าและติดเชื้อสูงขึ้นเมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ได้รับการเสริมวิตามินแร่ธาตุ[14]

2.5.1 วิตามิน

ในปัจจุบันยังไม่มีคำแนะนำอย่างเป็นทางการถึงชนิด, ขนาด และระยะเวลาในการเสริมวิตามินในผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก มีเพียงการศึกษาที่แสดงถึงผลของการเสริมวิตามินในผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก ดังนี้

- **วิตามินเอ** เป็นวิตามินที่มีบทบาทสำคัญในด้านกระตุ้นการทำงานของเซลล์ภูมิคุ้มกัน ซ่อมแซมเนื้อเยื่อและช่วยสมานแผล ผู้ป่วยที่ขาดวิตามินเอจะทำให้ระบบภูมิคุ้มกันและกระบวนการสังเคราะห์คอลลาเจน (collagen) ผิดปกติรวมถึงมีปัญหาการมองเห็นภาพในตอนกลางคืน เนื่องจากผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกมักมีระดับวิตามินเอต่ำ[27] ทำให้มีการศึกษาบทบาทของการเสริมวิตามินเอในผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก อย่างไรก็ตามการศึกษาประสิทธิผลของการให้วิตามินเอในผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกยังมีจำกัด การศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในสัตว์ทดลอง ซึ่งผลการศึกษาส่วนใหญ่บ่งชี้ว่า การเสริมวิตามินเอในระดับที่เหมาะสมอาจช่วยในการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันแบบมีเซลล์ (cellular immunity)[28] ในปัจจุบันยังไม่มีคำแนะนำอย่างเป็นทางการสำหรับการเสริมวิตามินเอในเด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก มีเพียงคำแนะนำจากการศึกษาต่าง ๆ ซึ่งขนาดที่ให้วิตามินเอเสริมสำหรับเด็กอายุ 0-12 ปี เท่ากับ 2,500 -5,000 ไอยู/วัน และสำหรับเด็กอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 13 ปี จะอยู่ที่ 10,000 ไอยู/วัน[7]

- **วิตามินบี** มีบทบาทสำคัญในการสร้างคอลลาเจนและเป็น cofactor ที่สำคัญสำหรับกระบวนการสร้างพลังงาน การขาดวิตามินบีส่งผลให้ร่างกายมีกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตผิดปกติ มีการอักเสบของเยื่อบุต่าง ๆ มีการศึกษาพบว่า การเสริมวิตามินบี 1 หรือไทอามีน (thiamine) ในผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกสัมพันธ์กับการลดระดับของ lactate และ pyruvate[14] นอกจากนี้โฟเลตซึ่งเป็นวิตามินบีชนิดหนึ่ง มีบทบาทในการช่วยสมานแผล เนื่องจากทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนและ DNA ของร่างกาย มีการศึกษาพบว่า เด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกมีความต้องการโฟเลตสูงขึ้น[29] วิตามินบีรวมถึงโฟเลตจึงได้ถูกนำมาใช้เสริมให้ผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่คำแนะนำอย่างเป็นทางการในการเสริมกลุ่มวิตามินบีแก่ผู้ป่วยเด็กที่บาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก แต่คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันต่าง ๆ มักแนะนำให้เสริมโฟเลตขนาด 1000 ไมโครกรัม/วัน[7]

- **วิตามินซี** เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีบทบาทสำคัญในการลดภาวะเครียดออกซิเดชัน การให้วิตามินซีขนาดสูงสามารถป้องกันการเกิดกระบวนการ membrane lipid peroxidation ทำให้มีส่วนช่วยลดการรั่วของสารน้ำจากหลอดเลือดฝอย (capillary leakage) และยังถือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง (potent oxygen-derived free radical scavenger) จากการวิเคราะห์อภิมานโดย Siddiqi และคณะ[30] ซึ่งได้รวบรวมการศึกษาจำนวน 16 การศึกษา ประกอบด้วยผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก 924 คน ในจำนวนนี้มีการศึกษาในเด็กจำนวน

2 การศึกษา พบว่า ผู้ป่วยที่ได้รับการเสริมวิตามินซีขนาดสูงมีอัตราตายในโรงพยาบาลต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมวิตามินซีร้อยละ 30 อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของอุบัติการณ์การติดเชื้อระหว่างสองกลุ่ม นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมวิตามินซีขนาดสูงตั้งแต่วันแรกของการนอนโรงพยาบาล สามารถลดความต้องการปริมาณสารน้ำ และทำให้แผลสมานเร็วขึ้นในผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีบาดแผลไฟไหม้ร้อยละ 10-40 ของพื้นที่ผิวกาย ดังนั้นคำแนะนำจากสถาบันต่าง ๆ จึงแนะนำให้เสริมวิตามินซีแก่ผู้ป่วยเด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกขนาด 250-1,000 มก./วัน[7]

- **วิตามินดี** เป็นวิตามินที่มีคุณสมบัติในการสร้างสมดุลของภูมิคุ้มกันในร่างกาย (immunomodulation) ผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกมักมีระดับวิตามินดีต่ำกว่าคนทั่วไป โดยระดับวิตามินดีจะมีความสัมพันธ์ในเชิงลบ (negative correlation) กับขนาดบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก ทั้งนี้อาจเกิดจากการสูญเสียโปรตีนที่ใช้ขนส่ง (transport protein) และเกิดการเคลื่อนย้ายสารน้ำในร่างกาย (fluid shift) การศึกษาของ Gottschlich และคณะ[31] ในผู้ป่วยเด็กอายุ 0.7-18 ปี ที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกขนาดเฉลี่ยร้อยละ 55 ของพื้นที่ผิวกาย ผู้ป่วยทุกคนได้รับการเสริมวิตามินตามสูตรมาตรฐาน แต่กลุ่มทดลองจะได้รับการเสริมวิตามินดีขนาด 100 ไอยู/กก. ทุกวันตลอดระยะเวลาการนอนโรงพยาบาล ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมวิตามินดีพบอุบัติการณ์ของภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดรุนแรงลดลงและพบการเกิดแผลเป็นลดลง อย่างไรตามระดับวิตามินดีขณะผู้ป่วยถูกจำหน่ายออกจากโรงพยาบาลของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ปัจจุบันยังไม่มีแนวทางการเสริมวิตามินดีในผู้ป่วยเด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกอย่างเป็นทางการ

- **วิตามินอี** เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ จากการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยเด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกระดับรุนแรง จะมีการลดลงของระดับวิตามินอีในร่างกายอย่างมากภายในระยะเวลา 2-3 สัปดาห์ หลังได้รับบาดเจ็บ อย่างไรก็ตามการศึกษาถึงบทบาทของการเสริมวิตามินอีในผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกยังมีจำกัด ปัจจุบันจึงยังไม่มีคำแนะนำถึงขนาดในการเสริมวิตามินอีอย่างเป็นทางการ

- **วิตามินเค** เป็นวิตามินที่ทำหน้าที่ช่วยในระบบการแข็งตัวของเลือด พบว่าผู้ป่วยเด็กที่รับบาดเจ็บจากบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกมีระดับวิตามินเคต่ำกว่าผู้ป่วยทั่วไป โดยระดับวิตามินเคมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับระยะเวลาการได้รับยาปฏิชีวนะ[6] อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่การศึกษาเชิงสุ่มในการเปรียบเทียบผลของการเสริมวิตามินเคในผู้ป่วยเด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก และยังไม่มีคำแนะนำอย่างเป็นทางการทั้งส่วนของขนาดและระยะเวลาในการเสริมวิตาเคสำหรับผู้ป่วยกลุ่มนี้

2.5.2 แร่ธาตุ

ปัจจุบันยังไม่คำแนะนำอย่างเป็นทางการถึงชนิด, ขนาด และระยะเวลาในการเสริมแร่ธาตุในผู้ป่วยที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกเช่นเดียวกับการเสริมวิตามิน อย่างไรก็ตามพบว่า แร่ธาตุปริมาณน้อย (trace elements) ได้แก่ ทองแดง, สังกะสี และซีลีเนียม มีการสูญเสียไปพร้อมกับเลือดและน้ำเหลืองทางผิวหนังที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกอย่างมาก ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันและการสมานแผล จากการศึกษาในอดีตพบว่าระยะเวลาที่ร่างกายมีความต้องการแร่ธาตุเหล่านี้เพิ่มขึ้นนั้นขึ้นกับขนาดของบาดแผล โดยกรณีที่ผู้ป่วยมีบาดแผลไฟไหม้

น้ำร้อนลวกขนาดร้อยละ 20-40 ของพื้นที่ผิวกายจะมีความต้องการทองแดง, สังกะสี และซีลีเนียมสูงขึ้นนาน 7-8 วัน หลังได้รับการบาดเจ็บ ในขณะเดียวกันกรณีที่ผู้ป่วยมีบาดแผลขนาดร้อยละ 40-60 และมากกว่าร้อยละ 60 ของพื้นที่ผิวกาย ร่างกายจะมีความต้องการแร่ธาตุเหล่านี้สูงขึ้นนาน 2 สัปดาห์ และ 30 วัน ตามลำดับ[14] นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริม ทองแดง, สังกะสี และซีลีเนียม ตั้งแต่เริ่มต้นของการรับผู้ป่วยไว้ในโรงพยาบาลสัมพันธ์กับการลดลงของกระบวนการเกิด lipid peroxidation เพิ่มการกำจัดสารอนุมูลอิสระ ทำให้อุบัติการณ์การเกิดโรคติดเชื้อลดลง, แผลหายเร็วขึ้น และลดระยะเวลาการนอนโรงพยาบาล[14]

ตารางที่ 4 ชนิดและปริมาณสารอาหารรองที่มักให้เสริมในผู้ป่วยเด็กที่มีบาดแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 7,20)

อายุ (ปี)	วิตามินเอ (ไอยู)	วิตามินซี (มก.)	โฟเลต (มคก.)	ทองแดง (มก.)	สังกะสี (มก.)	ซีลีเนียม (มคก.)
0-13 ปี	2,500-5,000	250-500	1,000[1]	0.8-2.8	12.5-25	60-140
> 13 ปี	10,000	1,000	1,000[1]	4	25-40	300-500

[1] ให้สัปดาห์ละ 3 ครั้ง

สรุป

การให้โภชนบำบัดในผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุไฟไหม้น้ำร้อนลวกเป็นส่วนสำคัญของการรักษา การให้โภชนบำบัดอย่างเหมาะสม ทั้งวิธีการให้อาหาร, ปริมาณ และชนิดของสารอาหาร ตลอดจนการตรวจติดตามผลของการให้โภชนบำบัด จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากสหสาขาวิชาชีพ ได้แก่ แพทย์, พยาบาล, นักกำหนดอาหาร และเภสัชกร ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ป่วยมีภาวะโภชนาการที่ดี, ลดภาวะแทรกซ้อน, ระยะเวลาการนอนโรงพยาบาล และอัตราตายได้

เอกสารอ้างอิง

1. Gonzalez R, Shanti CM. Overview of current pediatric burn care. Semin Pediatr Surg 2015; 24: 47-9.
2. Preston D, Ambardekar A. The pediatric burn: Current trends and future directions. Anesthesiol Clin 2020; 38: 517-30.
3. Wolf SE, Debroy M, Herndon DN. The cornerstones and directions of pediatric burn care. Pediatr Surg Int 1997; 12: 312-20.
4. Agbenorku P, Agbenorku M, Fiifi-Yankson PK. Pediatric burns mortality risk factors in a developing country's tertiary burns intensive care unit. Int J Burns Trauma 2013; 3: 151-8.

5. Tiruneh CM, Belachew A, Mulatu S, et al. Magnitude of mortality and its associated factors among burn victim children admitted to South Gondar zone government hospitals, Ethiopia, from 2015 to 2019. Ital J Pediatr 2022; 48: 12.
6. Norbury WB, Jeschke MG, Herndon DN. Metabolic changes following major burn injury: How to improve outcome In: Vincent JL, editors. Intensive Care Medicine. New York: Springer; 2006. p. 514-24.
7. Bul C. Nutrition treatment in pediatric burns patients. Clin Sci Nutr 2020; 2: 53-67.
8. Badoiu SC, Miricescu D, Stanescu-Spinu I-I, et al. Glucose metabolism in burns-What happens? Int J Mol Sci 2021; 22: 5159.
9. Chan MM, Chan GM. Nutritional therapy for burns in children and adults. Nutrition 2009; 25: 261-9.
10. Pereira C, Murphy K, Jeschke M, Herndon DN. Post burn muscle wasting and the effects of treatments. Int J Biochem Cell Biol 2005; 37: 1948-61.
11. Prelack K, Yu YM, Sheridan RL. Nutrition and metabolism in the rehabilitative phase of recovery in burn children: A review of clinical and research findings in a speciality pediatric burn hospital. Burns Trauma 2015; 3: 7.
12. Prelack K, Dylewski M, Sheridan RL. Practical guidelines for nutritional management of burn injury and recovery. Burns 2007; 33: 14-24.
13. Hart DW, Wolf SE, Mlcak R, et al. Persistence of muscle catabolism after severe burn. Surgery 2000; 128: 312-9.
14. Rousseau A-F, Losser M-R, Ichai C, Berger MM. ESPEN endorsed recommendations: Nutritional therapy in major burns. Clin Nutr 2013; 32: 497-502.
15. Mecott GA, Al-Mousawi AM, Gauglitz GG, Herndon DN, Jeschke MG. The role of hyperglycemia in burned patients: Evidence-based studies. Shock 2010; 33: 5-13.
16. Gore DC, Chinkes D, Heggers J, Herndon DN, Wolf SE, Desai M. Association of hyperglycemia with increased mortality after severe burn injury. J Trauma 2001; 51: 540-4.
17. Galfo M, De Bellis A, Melini F. Nutritional therapy for burns in children. J Emerg Crit Care Med 2018; 2: 1-5.
18. Garrel DR, Razi M, Larivière F, et al. Improved clinical status and length of care with low-fat nutrition support in burn patients. J Parenter Enteral Nutr 1995; 19: 482-91.
19. Tihista S, Echavarría E. Effect of omega 3 polyunsaturated fatty acids derived from fish oil in major burn patients: A prospective randomized controlled pilot trial. Clin Nutr 2018; 37: 107-12.
20. Berger M. Basics in clinical nutrition: Nutritional support in burn patients. Eur J Clin Nutr 2009; 4: e308-12.
21. Rivero-Marcotegui A, Olivera-Olmedo JE, Valverde-Visus FS, Palacios-Sarrasqueta M, Grijalba-Uche A, García-Merlo S. Water, fat, nitrogen, and sugar content in feces: Reference intervals in children. Clin Chem 1998; 44: 1540-4.
22. Kurmis R, Parker A, Greenwood J. The use of immunonutrition in burn injury care: Where are we? J Burn Care Res 2010; 31: 677-91.
23. Sheridan RL, Prelack K, Yu Y-M, et al. Short-term enteral glutamine does not enhance protein accretion in burned children: A stable isotope study. Surgery 2004; 135: 671-8.
24. Wischmeyer PE, Lynch J, Liedel J, et al. Glutamine administration reduces Gram-negative bacteremia in severely burned patients: A prospective, randomized, double-blind trial versus isonitrogenous control. Crit Care Med 2001; 29: 2075-80.

25. 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: 705-12.

26. Gottschlich M, Mayes T, Khoury J, RJ K. Use of enteral arginine supplementation in sepsis: Beneficial or harmful. J Burn Care Res 2009; 30: S105.

27. Rock CL, Dechert RE, Khilnani R, Parker RS, Rodriguez JL. Carotenoids and antioxidant vitamins in patients after burn injury. J Burn Care Rehabil 1997; 18: 269-78.

28. Kuroiwa K, Trocki O, Alexander JW, Tchervenkov J, Inoue S, Nelson JL. Effect of vitamin A in enteral formulae for burned guinea-pigs. Burns 1990; 16: 265-72.

29. Nordlund MJ, Pham TN, Gibran NS. Micronutrients after burn injury: A review. J Burn Care Res 2014; 35: 121-33.

30. Siddiqi M, Evans T, Guiab K, et al. Vitamin C in the management of burn patients: A systematic review of the risks and benefits. Am Surg 2022; 88: 752-7.

31. Gottschlich MM, Mayes T, Khoury J, Kagan RJ. Clinical trial of vitamin D(2) vs D(3) supplementation in critically ill pediatric burn patients. J Parenter Enteral Nutr 2017; 41: 412-21.