중환자의 영양집중치료에 대한 임상 지침 최근 동향: 2016년 Society of Critical Care Medicine/American Society for Parenteral and Enteral Nutrition 임상 지침을 중심으로

최유진, 이재명

고려대학교 의과대학 고려대학교안암병원 외과

Current Trend of Nutritional Support Treatment Guidelines for Critically Ill Patients

Yoo Jin Choi, Jae-Myeong Lee

Department of Surgery, Korea University Anam Hospital, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Critically ill and injured patients admitted in the intensive care unit have a range of diseases with various severities. Their conditions should be assessed and the patients should receive specialized nutrition therapy depending on their condition. Like general intensive care, nutrition therapy is upgraded every few years with revised information to provide more idealized nutrition support. The main guidelines in this review are from the Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN). Their previous 2009 guidelines were revised and published in 2016. This review summarizes the 2016 SCCM/ASPEN guidelines focusing on the changes from the previous 2009 guidelines.

Key Words: Nutrition support, Guidelines, Critically illness

서론

중환자에게 적용되는 영양 지원은 이제 중환자 치료의 중요한 일환으로 인정되고 있다. 중환자실에 입원하여 관리 받는 환자들은 다양한 기저질환 및 중증도를 갖고 있으며, 환자별로 상태가 매우 다양하고 치료가 어렵다. 이 때문에 일반적인 중환자 치료 임상 지침 내용도 수년마다 바뀌는 경우가 더러 있는데, 중환자의 영양 치료 역시 최근 제시된 여러 임상 지침들에서 새롭게

정리된 부분들이 있다.¹⁻⁵ 특히 2016년에 개정된 Society of Critical Care Medicine (SCCM, 미국 중환자의학회)/American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN, 미국 정맥경장영양학회)의 성인 중환자 영양 치료 지침(앞으로 2016 SCCM/ASPEN 중환자 영양 지침으로 명시)은 2009년 성인 중환자 영양 치료 지침이 처음으로 제시된 이후 7년만에 개정된 내용으로, 2013년 12월 31일까지의 문헌 조사 내용을 반영하여 광범위한 내용을 제시하고 있다.^{1,6}

이 종설에서는 이 임상 지침을 중심으로 최근에 새롭게 제시되거나 변경된 중환자 영양 치료에 대한 내용을 정리함으로써, 실제 임상에서 쉽게 적용할 수 있도록 돕고자 하였다. 중환자의 영양 치료 지침 내용 자체가 매우 방대한 양이므로, 기존 임상 지침의 모든 내용을 다 담기보다는, 새로운 내용 또는 논란이 있다가 최근 들어 정립되고 있는 임상 지침에 대한 내용만을 중점적으로 다루고자 한다.

Received Aug 18, 2017; Revised Nov 8, 2017; Accepted Nov 18, 2017

Correspondence to Jae-Myeong Lee

Department of Surgery, Korea University Anam Hospital, Korea University College of Medicine, 73 Incheon-ro, Seongbuk-gu, Seoul 02841, Korea
Tel: +82-2-920-5948, Fax: +82-2-920-5948, E-mail: ljm3225@hanmail.net

Conflict of interest: None.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

본 론

1. 2016 SCCM/ASPEN 중환자 영양 지침의 묶음

지침(Bundle statements)

2009년 임상 지침 대비 2016년도 임상 지침에서 달라진 내용 중 대표적인 것은, 6개의 주요 지침을 Bundle statements로 제시하였다.¹ 중환자실에 입실을 하면 곧바로 영양평가가 이루어져야 한다는 것을 강조하였고, 필요 열량과 단백질량을 계산하여야 하며, 첫 경장영양은 입원 후 24~48시간 안에 이루어지는 것이 이상적이라고 권고하고 있다. 영양 치료 시작 후에는 일주일 안에 그 목표량에 도달해야 하고, 환자의 경장영양 허용 여부나 흡인 가능성 여부를 지속적으로 평가해야 한다. 흡인을 줄이기 위해서는 위장운동촉진제, 지속적 경장영양액 주입, 하루 2회 클로르헥시딘 구강 가글, 침상머리 30도 반좌위(Semi-Fowler 자세), 위장관 삽취 우회로 이용 등을 할 수 있다. 경장영양이 불가능하다고 판단된다면 정맥영양을 일찍 시작하는 것이 좋다.

위 내용은 일반적인 중환자 영양 지침에 해당되는 핵심 내용이라고 하겠다.

2. 중환자의 영양 평가 및 영양 요구량 산정

2009 SCCN/ASPEN 중환자 영양 지침에서는 영양 평가에 대한 내용이 없었으나, 2016 SCCM/ASPEN 중환자 영양 지침에서는 첫 번째 세부항목으로 중환자의 영양 평가 내용을 새로 삽입한 것을 볼 수 있다.^{6,7} 중환자 영양 치료의 시작이기도 한 중요한 부분인데, 2009년 임상 지침에서는 누락되었다가, 저자들이 언급한대로 2014년 캐나다 임상 지침을 보고 새롭게 추가한 부분으로 생각된다.⁷

모든 입원 환자들에게 있어 입원 후 48시간 안에 영양평가가 이루어져야 한다가, 특히 중환자실 입원 환자들에게는 더 정확하고 충분한 영양평가가 필요하다는 내용에 이견이 있는 사람은 없을 것이다.⁸

다양한 영양 평가 도구들 중에서,⁹⁻¹² 어떠한 영양 평가 도구가 가장 중환자에게 적합할 것인가에 대해서 고민해보자면, 결국 다양한 중환자의 특성 중 질병의 심각성에 대한 평가와 영양 상태에 대한 평가가 함께 이루어지는 것이 바람직할 것이다. 이에 2016 SCCM/ASPEN 중환자 영양 지침에서는 Nutritional Risk Screening 2002 (NRS 2002)나 Nutrition Risk in the Critically Ill (NUTRIC) score를 사용할 것을 권유하고 있다 (Table 1~3).¹⁰⁻¹³

영양 치료의 목표를 설정하고 이를 달성하기 위해서 환자별 필요 열량과 단백질에 대해 평가해야 한다. 에너지는 간접 열량

측정기(indirect calorimetry, IC)로 평가하는 것이 가장 바람직하다고 하였으나,¹⁴ 현재 대부분의 병원에서 IC의 실물을 구경조차 해 보지 못 했거나, 실제 측정해 본 경험이 없는 의료진 및 영양사가 대부분인 것이 국내의 실정이다. 게다가 IC의 임상 적용을 위해서는 검사 인력 및 많은 시간이 소요되므로 현실성이 낮다. 따라서 체중에 따른 계산 공식, 열량 25~30 kcal/kg/d, 단백질 1.2~2.0 g/kg/d를 사용하면 되겠다.¹ 중환자를 위한 적절한 단백질의 공급은 지속적으로 강조되고 있는 부분으로, 환자의 침상 옆에서 항상 충분한 양의 단백질을 공급하고 있는지에 대해 질문을 던져야 할 것으로 생각된다.¹⁵⁻¹⁷

설정된 영양 요구량 대비 얼마만큼의 양을 전달할 것인가에 대해서는 최근까지도 계속해서 논란이 되고 있다.¹⁸⁻²¹ ‘Full feeding’은 요구량의 80% 이상을 전달하는 것이고, ‘trophic feeding’은 10~20 mL/h 또는 10~20 kcal/h로 해서 일일 최대 500 kcal만을 전달하는 것, 그리고 ‘permissive under-feeding’은 요구량의 50%~80%를 전달하는 것으로 개념이 정리되어 있다.²² ‘Trophic feeding’을 주장하는 사람들은, 일일 500 mL 정도의 경장영양만으로도 장내 점막 구조와 기능을 유지하는데 충분하다고 주장하며, 급성 폐손상 환자들에서 ‘full feeding’ 환자와 비교하였을 때 인공호흡기 제거일, 중환자실 재원일, 사망률 등에서 비슷한 성적을 보인 반면, 변비나 구토 등의 경장영양 관련 문제의 발생은 적었다고 보고하고 있다.^{20,21,23} 어느 정도의 양을 전달할 것인가에 대해서는 앞으로도 계속 논란이 될 것으로 생각되며, 더 많은 연구결과가 모아져야 할 것으로 생각된다.

3. 2016 SCCM/ASEPN 중환자 영양 지침에서 달라진 내용

1) 경장영양과 정맥영양의 시작 시점

NRS 2002와 NUTRIC score에서 영양불량 고위험군으로 분류된 환자군은 입원 후 24~48시간 안에 가능하면 경장영양의 형태로 영양집중치료를 시작하고, 저위험군 환자들은 입원 후 일주일 동안은 specialized nutrition support를 피할 것을 제시하였다. 2009, 2016 SCCM/ASPEN 중환자 영양 지침 모두 영양불량 위험도가 낮으면, 경장영양이 불가능하더라도 첫 7일 이내 굳이 정맥영양치료를 하지 말라고 권고하였다.^{1,6} 그러나 이번 2016년 새 지침에서는 영양평가 결과에 따라 저위험 영양불량 환자에서는 7일 이후에 정맥영양을 시작하지만, NRS 2002 또는 NUTRIC score 5점 이상의 고위험 영양불량 환자들에게는 경장영양이 불가능할 경우, 단독 정맥영양을 되도록 일찍 시작하는 것을 추천하는 것으로 내용이 변경되었다.¹ 하지만 고위험군에 속하고 경장영양이 불가능하더라도 패혈증 환자들은 영양상태와 무관하게 정맥영양을 일찍 시작하지 말 것을 권고하

고 있고,^{1,24,25} 혈액학적으로 불안정한 환자들도 혈압이 안정되거나 승압제를 저용량으로 줄일 수 있을 때까지 경장영양을 보류할 것을 권유하고 있다.¹

Table 1. NUTRIC scoring system

NUTRIC Score variables		
Age (y)	< 50	0
	50 ~ < 75	1
	≥ 75	2
APACHE II	< 15	0
	15 ~ < 20	1
	20 ~ 28	2
	≥ 28	3
SOFA	< 6	0
	6 ~ < 10	1
	≥ 10	2
Number of Co-morbidities	0 ~ 1	0
	≥ 2	1
Days from hospital to ICU admission	0 ~ < 1	0
	≥ 1	1
IL-6 (pg/mL)	0 ~ < 400	0
	≥ 400	1

Modified from the article of Heyland et al. Crit Care 2011;15(6):R268.¹³

NUTRIC = Nutrition Risk in the Critically Ill; APACHE II = Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II; SOFA = Sequential Organ Failure Assessment; ICU = intensive care unit; IL = interleukin.

Table 2. NUTRIC scoring system: if IL-6 available

Sum of points	Category	Explanation
6 ~ 10	High score	▶ Associated with worse clinical outcomes (mortality, ventilation). ▶ These patients are the most likely to benefit from aggressive nutrition therapy
0 ~ 5	Low score	▶ These patients have a low malnutrition risk.

Reproduced from the article of Heyland et al. Crit Care 2011;15(6):R268.¹³

NUTRIC = Nutrition Risk in the Critically Ill; IL = interleukin.

Table 3. NUTRIC scoring system: if no IL-6 available^a

Sum of points	Category	Explanation
5 ~ 9	High score	▶ Associated with worse clinical outcomes (mortality, ventilation). ▶ These patients are the most likely to benefit from aggressive nutrition therapy
0 ~ 5	Low score	▶ These patients have a low malnutrition risk.

Reproduced from the article of Heyland et al. Crit Care 2011;15(6):R268.¹³

NUTRIC = Nutrition Risk in the Critically Ill; IL = interleukin.

^aIt is acceptable to not include IL-6 data when it is not routinely available; it was shown to contribute very little to the overall prediction of the NUTRIC score.

2) 경장영양 제제와 경장영양 보조요법

2016 SCCN/ASPEN 중환자 영양 지침 경장영양 부분에서 제제와 보조요법에 대해서도 바뀐 내용들이 있다(Table 4). 경장영양의 제제는 표준 제제와 특수 제제로 나뉘는데, 특수 제제는 질환별, 장기별, 소화효소에 의해서 가수분해된 펩타이드(semi-elemental), 소화효소에 의해서 가수분해된 유리아미노산(elemental), 면역조절 제제 등이 있다. 2009 지침에서는 주요 정규 수술 환자, 외상, 화상, 두경부암, 기계호흡 중인 환자, 중증 패혈증 환자에서는 면역조절 제제(arginine with eicosapentaenoic acid [EPA], docosahexaenoic acid [DHA], glutamine, nucleic acid)를 투여하라고 하였으나,⁶ 2016 지침에는 내과계 중환자에게는 특수제제를 처음부터 일상적으로 사용하지 말고, 외과계 중환자 중에서도 외상, 외상성 뇌손상, 수술 전후로 중환자실로 입실하는 환자들에게만 사용하기를 권고한다.¹

경장영양의 보조요법에는 글루타민, 프로바이오틱스, 섬유질, 항산화제, 미량원소 등이 포함된다. 2009 지침에서는 경장 글루타민의 첨가가 외상, 화상 환자들에게 추천되었으나, 다섯 개의 무작위 대조군 연구들을 통해 경장 글루타민 제제가 환자의 사망률, 감염, 입원기간 면에서 도움이 되지 않는다고 밝혀져, 2016년 지침에서는 추가하지 말라는 권고로 바뀌었다.¹

프로바이오틱스는 보통 중환자실 환자들에게 안전하나 사망률이나 설사 발생률에 영향이 없었기 때문에, 사용 여부에 대해서는 아직 지침을 만들 정도가 아니라고 하였다.²⁶ 그러나 외상, 간이식, 췌장절제 환자들에게 유익성이 있었다는 보고들이 있었으므로, 이런 환자들에게서 사용될 수 있겠다는 정도로 가능

Table 4. Comparison between 2009 and 2016 SCCM/ASPEN nutrition guidelines for critically ill patients

Subjects		2009	2016
Enteral formulation	Immune-modulating enteral formulations (arginine with other agents, including EPA, DHA, glutamine, and nucleic acid)	Major elective surgery, trauma, burns, head and neck cancer, critically ill patients on mechanical ventilation with caution in patients with severe sepsis.	No routine use in the MICU. TBI, perioperative patients in the SICU.
	Supplemental enteral glutamine	Should be considered in burn, trauma, and mixed ICU patients. (B)	Not be added to an EN regimen routinely in critically ill patients. (Moderate)
Adjunctive therapy	Anti-inflammatory lipid profile (i.e., ω -3 fish oils, borage oil) and antioxidants in ARDS/ALI	Should be placed. (A)	Cannot make a recommendation at this time. (Low to Very Low)
	Probiotics	No recommendation can be currently made.	Cannot make a recommendation. Consider in LT, trauma, pancreatectomy.
	Soluble fiber (FOSs, inulin)	Maybe beneficial. (C)	Routine use for hemodynamically stable patients, 10~20 g/d of fermentable soluble fiber.
Parenteral nutrition	Target blood glucose	100~150 mg/dL (E)	140 or 150~180 mg/dL (Moderate)
	Parenteral glutamine supplementation	Consideration should be given. (C)	Not be used routinely. (Moderate)
	Lipids	In the first week, should be given a parenteral formulation without soy-based lipids. (D)	Alternative IVFEs (SMOF [soybean oil, MCT, olive oil, and fish oil emulsion], MCT, olive oil, and fish oil) may provide outcome benefit over soy-based IVFEs.

The level of evidence are adopted from that of 2009 and 2016 guidelines.

SCCM = Society of Critical Care Medicine; ASPEN = American Society for Parenteral and Enteral Nutrition; EPA = eicosapentaenoic acid; DHA = docosahexaenoic acid; MICU = medical intensive care unit; TBI = traumatic brain injury; SICU = surgical intensive care unit; ICU = intensive care unit; EN = enteral nutrition; LT = liver transplantation; FOSs = fructo-oligosaccharides; IVFE = intravenous fat emulsion; MCT = medium chain triglyceride.

성만 열어두고 있다.²⁷⁻³⁰

섬유질에 대해서는 2009 지침에서는 유의성이 있을 것이라고 추측만 했으나, 2016 지침에서는 혈액학적으로 안정된 모든 환자들에게 발효 불용성 섬유질(fermentable soluble fiber, ex. fructo-oligosaccharides, inulin)을 일상적으로 공급하기를 권고하고 있으며, 섬유질 양도 구체적으로 24시간 동안 10~20 g 정도를 추천하고 있다.¹ 수용성 섬유질과 불용성 섬유질을 다 포함하고 있는 상용화 제제를 일상적으로 사용하는 것은 추천되지 않으며, 장허혈증이나 심한 장운동 장애의 가능성이 있는 환자들에게는 섬유질을 공급하지 말아야 한다. 국내에서는 섬유질이 약품이 아닌 식품으로 생산되고 있고 한 끼 식사금액은 한정되어 있으므로, 일상적인 섬유질 사용과 동반된 경제적인 문제 역시 고민이 될 수 있다.

그 밖에 항산화 비타민제(비타민 C, E)와 미량원소(셀레늄, 아연, 구리)는 중환자들에게 안전하게 사용될 수 있으며, 특히 화상, 외상 환자나 기계호흡을 필요로 하는 환자들의 치료 성적을 향상시킨다.^{1,31,32}

3) 정맥영양과 정맥영양 보조요법

정맥영양 부분에서도 몇 가지 바뀐 내용들이 있다. 일단, 기본

적으로 저위험군(NRS 2002 ≤ 3 or NUTRIC score ≤ 5) 환자들은 먹지 못하거나 이른 경장영양이 불가능하더라도 중환자실 입원 후 7일 까지는 정맥영양을 보류해야 한다. 하지만 영양적 고위험군(NUTRIC score ≥ 5 or NRS 2002 ≥ 5)이고 경장영양이 불가능한 환자들에서는 중환자실 입원 후 되도록 빨리 정맥영양을 시작하며, 저열량 정맥영양(≤ 20 kcal/kg/d 또는 예상 열량의 80%)과 적절한 단백질량(≥ 1.2 g/kg/d)을 투여하기를 권고하고 있다. 또한 경장영양을 하고 있으나 7~10일 후에도 필요 에너지와 단백질량의 60% 이상에 도달하지 못하면 정맥영양을 추가한다.¹

2009 지침에서는 일주일 안에 대두유가 아닌 지방제제를 공급해야 한다고 하였으나, 2016 지침에서는 정맥영양 시작 후 일주일 안에 지방제제를 전달하는 것은 보류하라고 하고 있다. 만약 필수 지방산 결핍이 있다면 100 g/주(대개 주 2회로 나누어서 공급)로 제한하여 사용하라고 하고 있다.¹ 그러나 다른 연구들에서 중쇄지방산(medium chain triglyceride, MCT), 올리브유(olive oil), 생선유(fish oil), SMOF (soybean oil, MCT, olive oil, and fish oil)가 유의한 결과를 제공할 수도 있다는 보고들이 있다.^{33,34} 미국에는 아직 SMOF 제제가 보급이 안 되어 사용할 수가 없었기 때문에 이에 대한 경험이 없어 지침에서는

사용 권고를 조심스러워하나, 국내에서는 사용이 가능하므로 지방제제가 필요하다면 대두유 사용보다는 위에 언급된 지방제제를 사용하는 것이 좋겠다.

정맥 글루타민 제제는 경장영양과 마찬가지로 2016 지침에서는 일상적인 사용을 하지 말기를 권고하고 있다.¹

4) 중환자의 혈당 관리

중환자들의 경우 스트레스로 인한 고혈당증이 매우 흔하게 나타난다. 과거에는 엄격하게 혈당을 조절하여 혈당을 100~150 mg/dL에 맞추라고 하였으나, 엄격한 혈당 조절은 오히려 저혈당 발생률을 높였고, 이는 높은 사망률로 이어지는 결과를 보였다.³⁵ 이 후 대규모 연구인 NICE-SUGAR 연구에서 혈당 목표를 140~180 mg/dL로 맞추어도 합병증과 사망률에 큰 차이가 없다는 것을 보고한 것을 기반으로,³⁶ 현재에는 일반적인 중환자실 환자들의 목표 혈당을 140 또는 150~180 mg/dL 사이로 맞추기를 권유하고 있다.^{4,37,38}

4. 중환자에서 흔한 질환 별 또는 환자 상태 별 영양 치료 지침 요약

1) 호흡부전

과거 호흡부전 환자들에게 고지방/저탄수화물 경장영양이 기계환기의 기간을 줄인다는 이유로 추천되어 왔다.³⁹ 그러나 이 연구는 20명 정도의 환자만을 대상으로 얻어진 연구 결과였으며,³⁹ 이후 시행한 무작위 대조 실험에서는 같은 결과를 얻을 수 없었다.⁴⁰ 게다가 우리가 과영양공급을 할 때에만 고지방/저탄수화물 영양이 혈중 이산화탄소 분율을 낮추는 것으로 보고되어,⁴¹ 더 이상 호흡부전 환자에게 고지방/저탄수화물 경장영양은 추천되지 않는다.¹

폐질환 환자들은 폐수분 저류, 폐부종, 신부전 등이 흔하게 발생하므로, 수액 제한 고농도영양 제제(1.5~2 kcal/mL)가 추천된다.⁴² 인(phosphate)은 adenosine triphosphate (ATP) 같은 에너지 생산에 필수 요소이며, 이들이 횡경막 수축과 폐기능에 결정적인 요소가 될 수 있기 때문에, 중환자에서는 인의 혈중 농도를 측정하고 부족분을 보충해주는 것이 좋다.^{43,44}

2) 신부전

급성 신부전 환자라도 일반환자처럼 열량 25~30 kcal/kg/d, 단백량 1.2~2 g/kg/d를 제공한다.⁴⁵ 지속적 투석이나 잦은 투석 치료를 받는 환자들에게는 단백질이 절대로 제한되어서는 안되며, 오히려 최대 2.5 g/kg/d까지 투여해야 한다.^{46,47}

3) 간부전

장시간 정맥영양은 간부전 환자들에게 합병증을 유발할 수 있기 때문에 경장영양 공급이 중요하다.⁴⁸ 최근 연구들에서 간부전으로 인한 뇌증이 있는 환자들에게 가지사슬 아미노산(branched-chain amino acid) 제제의 사용은 더 이상 유익성이 없다고 보고하여,⁴⁹ 그냥 표준 경장영양을 실시하는 것을 추천한다.

4) 급성 췌장염

급성 췌장염 환자들은 병의 중증도에 따라 영양 치료를 해야 한다.⁵⁰ 경미한 급성 췌장염 환자는 특별한 영양 치료 없이 식이 진행을 하면서 경과관찰을 하는 것이 좋다.^{51,52} 중증의 급성 췌장염 환자들에게는 수분 제한이 끝나면, 입원한 지 24~48시간 안에 표준 경장영양 제제를 이용하여 경관영양을 시작하는 것을 추천하고 있다.⁵³⁻⁵⁵ 이때 프로바이오틱스를 같이 투여하는 것이 좋다.⁵⁶ 하지만 경관영양이 불가능할 경우 췌장염이 있는지 일주일 후부터는 정맥영양을 고려해보아야 한다.^{53,57}

5) 외상

혈역학적으로 안정된 환자들은 외상이 발생한 지 24~48시간 안에 경관영양과 고단백질 식이를 시작하고,^{58,59} 중증외상에서는 아르기닌과 생선유가 첨가된 면역조절제제를 투여하는 것을 추천한다.⁶⁰

6) 외상성 뇌손상

보통 외상환자들과 비슷하게 일찍 경관영양을 시작하고,^{61,62} 아르기닌과 EPA/DHA가 첨가된 면역조절제제를 추천한다.⁶¹

7) 개방성 복부 손상

장손상이 없는 한 외상 당한 지 24~48시간 안에 경관영양을 투여할 것이 권고되며,⁶³ 하루 필요한 열량 총량은 일반 중환자와 같이 25~30 kcal/kg/d이고, 단백질은 복부 손상에서 흘러나온 삼출물 1 L당 15~30 g을 추가로 투여해준다.^{64,65}

8) 화상

매주 IC로 환자의 에너지 필요량을 체크하고 단백질은 1.5~2.0 g/kg/d를 보충한다.^{66,67} 가장 중요한 것은 화상 입은 지 4~6 시간 안에 매우 빠르게 경관영양을 시작해야 한다는 점이다.⁶⁸

9) 패혈증

패혈증 환자들에서 혈역학적으로 안정되면 24~48 시간 안에 경관영양을 빨리 시작하는 것이 좋다는 것은 여러 연구에서 밝

혀졌다.⁶⁹⁻⁷² 경관영양을 시작한 환자들에게서 보조적인 정맥영양의 추가는 권장되지 않는다.^{25,73,74} 또한 셀레늄, 아연, 산화 방지 보조제는 여러 연구의 모순된 결과로 아직 정확한 기준이 없다.⁷⁴⁻⁷⁶ 면역 조절 제제, 대사 조절 경장영양 제제(아르기닌, EPA, DHA, 글루타민, 핵산)를 일상적으로 사용하는 것 역시 권장되지 않는다.⁷⁷

급성기에는 저열량으로 10~20 kcal/h 또는 하루 500 kcal 정도만 투여하고, 24~48시간 후부터 일주일 동안에 목표 열량에 도달해야 한다고 권고하고 있다.⁷⁸

10) 수술 후 환자

중환자실에 입실하게 되는 주요 수술 후 환자들의 영양 위험도를 평가할 때, 혈중 albumin, prealbumin, transferrin 등의 사용은 더 이상 추천되지 않는다.^{79,80} 24시간 안에 경장영양을 시작하고,⁸¹ 경장영양의 종류로 아르기닌이나 생선유를 사용 시 감염률과 입원기간을 줄인다는 메타분석이 있고,⁸² 수술 전 후 이 제제를 사용했을 경우 유익한 점들이 많아 추천하고 있다.⁸³ 그리고 고형식이 가능하면 유동식 단계를 밟지 않고 곧바로 고형식 식으로 진행한다.^{84,85}

11) 만성 중증 환자

지속적 장기부전으로 중환자실 입원기간이 21일 이상 되는 사람들을 말하며,⁸⁶ 이들에게는 고단백 경장영양과 단백손실 예방을 위한 재활치료가 중요하다.⁸⁷

12) 비만 중환자

중증 비만 환자는 심혈관계 질병과 이로 인한 사망 가능성이 높으므로, 비만과 관련된 지방과다증(central adiposity), 대사 증후군, 근감소증, 체질량지수 40 kg/m² 초과, 전신 염증성 반응, 다른 동반질환 등을 포함하여 영양평가를 시행하여야 한다.⁸⁸ 비만 환자들을 위한 열량 필요량은 IC로 측정한 목표 열량의 65%~70%를 목표로 하며, IC를 사용할 수 없는 경우에는 몸무게 기반 계산식 사용을 권유한다. 체질량지수가 30~50 kg/m²인 환자는 11~14 kcal/actual body weight/d, 체질량지수 50 kg/m² 이상인 환자는 22~25 kcal/actual body weight/d로 계산한다.⁸⁹ 단백질 필수량은, 체질량지수 30~40 kg/m²인 환자는 2.0g/ideal body weight/d, 40 kg/m² 이상인 환자는 2.5 g/이상체중/d를 제공한다.^{90,91} 비만 환자들은 특히 고혈당, 고지혈증, 고이산화탄소혈증, 수분 저류, 간 지방 축적 등을 유심히 관찰해야 한다.⁹²

결론

이 종설은 최근에 소개된 중환자를 위한 영양 지침 중, 가장 포괄적으로 정리가 잘 되었다고 평가되는 2016년에 개정된 SCCM/ASPEN 중환자 영양 지침의 내용을 중심으로, 중환자 영양 치료의 최신 지침 경향에 대해 정리하였다. 중환자에게는 질병과 동반질환 등의 특성이 반영된 영양평가 도구를 사용하는 것이 중요하고, 환자 개개인의 임상 및 영양상태에 따라 영양 집중치료를 시행하는 것이 중요하다. 질병이나 환자의 특성 별로 환자에게 도움이 되거나 필요한 영양요법들이 다르기 때문에, 이에 대해서 잘 알고 최대한 반영하는 것이 중요하겠다.

최근 중환자를 위한 영양집중치료를 대해 많은 연구가 진행되고 있다. 영양집중치료 역시 중환자의 치료 결과에 영향을 미칠 수 있는 주요 요인 중 하나이기 때문에, 우리는 최대한 증거를 중심으로 한 최신지견에 따라 치료하려고 노력해야 할 것이다. 또 하나, 지침을 최대한 반영하되, 환자의 옆에서 환자 개개인의 특성에 맞는 치료를 시행하려고 노력하는 것이 중요하겠다.

REFERENCES

1. 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(2):159-211.
2. Dellinger RP, Carlet JM, Masur H, Gerlach H, Calandra T, Cohen J, et al. Surviving sepsis campaign guidelines for management of severe sepsis and septic shock. Crit Care Med 2004;32(3):858-73.
3. Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM, Bion J, Parker MM, Jaeschke R, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008. Crit Care Med 2008;36(1):296-327.
4. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012. Crit Care Med 2013;41(2):580-637.
5. Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, Levy MM, Antonelli M, Ferrer R, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock: 2016. Intensive Care Med 2017;43(3):304-77.
6. McClave SA, Martindale RG, Vanek VW, McCarthy M, Roberts P, Taylor B, 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 2009;33(3):277-316.
7. Dhaliwal R, Cahill N, Lemieux M, Heyland DK. The Canadian critical care nutrition guidelines in 2013: an update on current recommendations and implementation strategies. *Nutr Clin Pract* 2014;29(1):29-43.
 8. Kondrup J. Nutritional-risk scoring systems in the intensive care unit. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2014;17(2):177-82.
 9. Anthony PS. Nutrition screening tools for hospitalized patients. *Nutr Clin Pract* 2008;23(4):373-82.
 10. Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M. ESPEN guidelines for nutrition screening 2002. *Clin Nutr* 2003;22(4):415-21.
 11. Kondrup J, Rasmussen HH, Hamberg O, Stanga Z. Nutritional risk screening (NRS 2002): a new method based on an analysis of controlled clinical trials. *Clin Nutr* 2003;22(3):321-36.
 12. Rahman A, Hasan RM, Agarwala R, Martin C, Day AG, Heyland DK. Identifying critically-ill patients who will benefit most from nutritional therapy: further validation of the "modified NUTRIC" nutritional risk assessment tool. *Clin Nutr* 2016;35(1):158-62.
 13. Heyland DK, Dhaliwal R, Jiang X, Day AG. Identifying critically ill patients who benefit the most from nutrition therapy: the development and initial validation of a novel risk assessment tool. *Crit Care* 2011;15(6):R268.
 14. Schlein KM, Coulter SP. Best practices for determining resting energy expenditure in critically ill adults. *Nutr Clin Pract* 2014;29(1):44-55.
 15. Hoffer LJ. Protein requirement in critical illness. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016;41(5):573-6.
 16. Weijs PJ, Looijaard WG, Beishuizen A, Girbes AR, Oudemans-van Straaten HM. Early high protein intake is associated with low mortality and energy overfeeding with high mortality in non-septic mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care* 2014;18(6):701.
 17. Nicolo M, Heyland DK, Chittams J, Sammarco T, Compher C. Clinical outcomes related to protein delivery in a critically ill population: a multicenter, multinational observation study. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2016;40(1):45-51.
 18. Arabi YM, Aldawood AS, Haddad SH, Al-Dorzi HM, Tamim HM, Jones G, et al. Permissive underfeeding or standard enteral feeding in critically ill adults. *N Engl J Med* 2015;372(25):2398-408.
 19. Arabi YM, Tamim HM, Dhar GS, Al-Dawood A, Al-Sultan M, Sakkiya MH, et al. Permissive underfeeding and intensive insulin therapy in critically ill patients: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2011;93(3):569-77.
 20. Rice TW, Mogan S, Hays MA, Bernard GR, Jensen GL, Wheeler AP. Randomized trial of initial trophic versus full-energy enteral nutrition in mechanically ventilated patients with acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2011;39(5):967-74.
 21. National Heart, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) Clinical Trials Network, Rice TW, Wheeler AP, Thompson BT, Steingrub J, Hite RD, et al. Initial trophic vs full enteral feeding in patients with acute lung injury: the EDEN randomized trial. *JAMA* 2012;307(8):795-803.
 22. Mulherin DW, Cogle SV. Updates in nutrition support for critically ill adult patients. *Hosp Pharm* 2017;52(1):17-26.
 23. Braunschweig CA, Sheean PM, Peterson SJ, Gomez Perez S, Freels S, Lateef O, et al. Intensive nutrition in acute lung injury: a clinical trial (INTACT). *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2015;39(1):13-20.
 24. Casaer MP, Mesotten D, Hermans G, Wouters PJ, Schetz M, Meyfroidt G, et al. Early versus late parenteral nutrition in critically ill adults. *N Engl J Med* 2011;365(6):506-17.
 25. Elke G, Kuhnt E, Ragaller M, Schädler D, Frerichs I, Brunkhorst FM, et al. Enteral nutrition is associated with improved outcome in patients with severe sepsis. A secondary analysis of the VISEP trial. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2013;108(3):223-33.
 26. Bo L, Li J, Tao T, Bai Y, Ye X, Hotchkiss RS, et al. Probiotics for preventing ventilator-associated pneumonia. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;(10):CD009066.
 27. Rayes N, Seehofer D, Müller AR, Hansen S, Bengmark S, Neuhaus P. Influence of probiotics and fibre on the incidence of bacterial infections following major abdominal surgery-results of a prospective trial. *Z Gastroenterol* 2002;40(10):869-76.
 28. Zhang Y, Chen J, Wu J, Chalson H, Merigan L, Mitchell A. Probiotic use in preventing postoperative infection in liver transplant patients. *Hepatobiliary Surg Nutr* 2013;2(3):142-7.
 29. Rayes N, Seehofer D, Hansen S, Boucsein K, Müller AR, Serke S, et al. Early enteral supply of lactobacillus and fiber versus selective bowel decontamination: a controlled trial in liver transplant recipients. *Transplantation* 2002;74(1):123-7.
 30. Gu WJ, Deng T, Gong YZ, Jing R, Liu JC. The effects of probiotics in early enteral nutrition on the outcomes of trauma: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2013;37(3):310-7.
 31. Berger MM, Spertini F, Shenkin A, Wardle C, Wiesner L, Schindler C, et al. Trace element supplementation modulates pulmonary infection rates after major burns: a double-blind, placebo-controlled trial. *Am J Clin Nutr* 1998;68(2):365-71.
 32. Nathens AB, Neff MJ, Jurkovich GJ, Klotz P, Farver K, Ruzinski JT, et al. Randomized, prospective trial of antioxidant supplementation in critically ill surgical patients. *Ann Surg* 2002;236(6):814-22.
 33. Manzanares W, Dhaliwal R, Jurewitsch B, Stapleton RD, Jeejeebhoy KN, Heyland DK. Alternative lipid emulsions in the critically ill: a systematic review of the evidence. *Intensive Care Med* 2013;39(10):1683-94.
 34. Palmer AJ, Ho CK, Ajibola O, Avenell A. The role of ω -3 fatty acid supplemented parenteral nutrition in critical illness in adults: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* 2013;41(1):307-16.

35. Lee JM. The importance of glycemic control in critically ill surgical patients. *Surg Metab Nutr* 2013;4(1):6-9.
36. NICE-SUGAR Study Investigators, Finfer S, Chittock DR, Su SY, Blair D, Foster D, et al. Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients. *N Engl J Med* 2009;360(13):1283-97.
37. Shetty S, Inzucchi SE, Goldberg PA, Cooper D, Siegel MD, Honiden S. Adapting to the new consensus guidelines for managing hyperglycemia during critical illness: the updated Yale insulin infusion protocol. *Endocr Pract* 2012;18(3):363-70.
38. Whitcomb BW, Pradhan EK, Pittas AG, Roghmann MC, Perencevich EN. Impact of admission hyperglycemia on hospital mortality in various intensive care unit populations. *Crit Care Med* 2005;33(12):2772-7.
39. al-Saady NM, Blackmore CM, Bennett ED. High fat, low carbohydrate, enteral feeding lowers PaCO₂ and reduces the period of ventilation in artificially ventilated patients. *Intensive Care Med* 1989;15(5):290-5.
40. Mesejo A, Acosta JA, Ortega C, Vila J, Fernández M, Ferreres J, et al. Comparison of a high-protein disease-specific enteral formula with a high-protein enteral formula in hyperglycemic critically ill patients. *Clin Nutr* 2003;22(3):295-305.
41. Radrizzani D, Iapichino G. Nutrition and lung function in the critically ill patient. *Clin Nutr* 1998;17(1):7-10.
42. Barale F, Verdy S, Boillot A, Balvay P, Cordier A, Taberlet C, et al. Calorimetric study of enteral low-carbohydrate diet in patients with respiratory insufficiency and decompensation. *Agressologie* 1990;31(1):77-9.
43. Aubier M, Murciano D, Lecocguic Y, Viires N, Jacquens Y, Squara P, et al. Effect of hypophosphatemia on diaphragmatic contractility in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 1985;313(7):420-4.
44. Alsumrain MH, Jawad SA, Imran NB, Riar S, DeBari VA, Adelman M. Association of hypophosphatemia with failure-to-wean from mechanical ventilation. *Ann Clin Lab Sci* 2010;40(2):144-8.
45. Fiaccadori E, Regolisti G, Maggiore U. Specialized nutritional support interventions in critically ill patients on renal replacement therapy. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2013;16(2):217-24.
46. Wooley JA, Btaiche IF, Good KL. Metabolic and nutritional aspects of acute renal failure in critically ill patients requiring continuous renal replacement therapy. *Nutr Clin Pract* 2005;20(2):176-91.
47. Bellomo R, Tan HK, Bhonagiri S, Gopal I, Seacombe J, Daskalakis M, et al. High protein intake during continuous hemodiafiltration: impact on amino acids and nitrogen balance. *Int J Artif Organs* 2002;25(4):261-8.
48. Xu ZW, Li YS. Pathogenesis and treatment of parenteral nutrition-associated liver disease. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int* 2012;11(6):586-93.
49. Holecek M. Branched-chain amino acids and ammonia metabolism in liver disease: therapeutic implications. *Nutrition* 2013;29(10):1186-91.
50. Tenner S, Baillie J, DeWitt J, Vege SS. American college of gastroenterology guideline: management of acute pancreatitis. *Am J Gastroenterol* 2013;108(9):1400-15; 1416.
51. Rajkumar N, Karthikeyan VS, Ali SM, Sistla SC, Kate V. Clear liquid diet vs soft diet as the initial meal in patients with mild acute pancreatitis: a randomized interventional trial. *Nutr Clin Pract* 2013;28(3):365-70.
52. Sathiaraj E, Murthy S, Mansard MJ, Rao GV, Mahukar S, Reddy DN. Clinical trial: oral feeding with a soft diet compared with clear liquid diet as initial meal in mild acute pancreatitis. *Aliment Pharmacol Ther* 2008;28(6):777-81.
53. McClave SA, Chang WK, Dhaliwal R, Heyland DK. Nutrition support in acute pancreatitis: a systematic review of the literature. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2006;30(2):143-56.
54. Sun JK, Li WQ, Ke L, Tong ZH, Ni HB, Li G, et al. Early enteral nutrition prevents intra-abdominal hypertension and reduces the severity of severe acute pancreatitis compared with delayed enteral nutrition: a prospective pilot study. *World J Surg* 2013;37(9):2053-60.
55. Wereszczynska-Siemiatkowska U, Swidnicka-Siergiejko A, Siemiatkowski A, Dabrowski A. Early enteral nutrition is superior to delayed enteral nutrition for the prevention of infected necrosis and mortality in acute pancreatitis. *Pancreas* 2013;42(4):640-6.
56. Zhang MM, Cheng JQ, Lu YR, Yi ZH, Yang P, Wu XT. Use of pre-, pro- and synbiotics in patients with acute pancreatitis: a meta-analysis. *World J Gastroenterol* 2010;16(31):3970-8.
57. Yang SQ, Xu JG. Effect of glutamine on serum interleukin-8 and tumor necrosis factor-alpha levels in patients with severe pancreatitis. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao* 2008;28(1):129-31.
58. Doig GS, Heighes PT, Simpson F, Sweetman EA. Early enteral nutrition reduces mortality in trauma patients requiring intensive care: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Injury* 2011;42(1):50-6.
59. O'Keefe GE, Shelton M, Cuschieri J, Moore EE, Lowry SF, Harbrecht BG, et al. Inflammation and the host response to injury, a large-scale collaborative project: patient-oriented research core--standard operating procedures for clinical care VIII--Nutritional support of the trauma patient. *J Trauma* 2008;65(6):1520-8.
60. Marik PE, Zaloga GP. Immunonutrition in critically ill patients: a systematic review and analysis of the literature. *Intensive Care Med* 2008;34(11):1980-90.
61. Hasadsri L, Wang BH, Lee JV, Erdman JW, Llano DA, Barbey AK, et al. Omega-3 fatty acids as a putative treatment for traumatic brain injury. *J Neurotrauma* 2013;30(11):897-906.
62. Perel P, Yanagawa T, Bunn F, Roberts I, Wentz R, Pierro A.

- Nutritional support for head-injured patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;(4):CD001530.
63. Dissanaïke S, Pham T, Shalhoub S, Warner K, Hennessy L, Moore EE, et al. Effect of immediate enteral feeding on trauma patients with an open abdomen: protection from nosocomial infections. *J Am Coll Surg* 2008;207(5):690-7.
 64. Diaz JJ Jr, Cullinane DC, Dutton WD, Jerome R, Bagdonas R, Bilaniuk JW, et al. The management of the open abdomen in trauma and emergency general surgery: part 1-damage control. *J Trauma* 2010;68(6):1425-38.
 65. Hourigan LA, Linfoot JA, Chung KK, Dubick MA, Rivera RL, Jones JA, et al. Loss of protein, immunoglobulins, and electrolytes in exudates from negative pressure wound therapy. *Nutr Clin Pract* 2010;25(5):510-6.
 66. Rousseau AF, Lossner MR, Ichai C, Berger MM. ESPEN endorsed recommendations: nutritional therapy in major burns. *Clin Nutr* 2013;32(4):497-502.
 67. Gibran NS. Practice Guidelines for burn care, 2006. *J Burn Care Res* 2006;27(4):437-8.
 68. Vicić VK, Radman M, Kovacic V. Early initiation of enteral nutrition improves outcomes in burn disease. *Asia Pac J Clin Nutr* 2013;22(4):543-7.
 69. Ortiz Leyba C, Montejo González JC, Vaquerizo Alonso C. Guidelines for specialized nutritional and metabolic support in the critically-ill patient. Update. Consensus of the Spanish Society of Intensive Care Medicine and Coronary Units-Spanish Society of Parenteral and Enteral Nutrition (SEMICYUC-SENPE): patient with sepsis. *Med Intensiva* 2011;35 Suppl 1:72-6.
 70. Simpson F, Doig GS. Parenteral vs. enteral nutrition in the critically ill patient: a meta-analysis of trials using the intention to treat principle. *Intensive Care Med* 2005;31(1):12-23.
 71. Gramlich L, Kichian K, Pinilla J, Rodych NJ, Dhaliwal R, Heyland DK. Does enteral nutrition compared to parenteral nutrition result in better outcomes in critically ill adult patients? A systematic review of the literature. *Nutrition* 2004;20(10):843-8.
 72. Peter JV, Moran JL, Phillips-Hughes J. A metaanalysis of treatment outcomes of early enteral versus early parenteral nutrition in hospitalized patients. *Crit Care Med* 2005;33(1):213-20; discussion 260-1.
 73. Elke G, Schädler D, Engel C, Bogatsch H, Frerichs I, Ragaller M, et al. Current practice in nutritional support and its association with mortality in septic patients--results from a national, prospective, multicenter study. *Crit Care Med* 2008;36(6):1762-7.
 74. Berger MM, Shenkin A. Trace element requirements in critically ill burned patients. *J Trace Elem Med Biol* 2007;21 Suppl 1:44-8.
 75. Berger MM, Shenkin A. Selenium in intensive care: probably not a magic bullet but an important adjuvant therapy. *Crit Care Med* 2007;35(1):306-7.
 76. Besecker BY, Exline MC, Hollyfield J, Phillips G, Disilvestro RA, Wewers MD, et al. A comparison of zinc metabolism, inflammation, and disease severity in critically ill infected and noninfected adults early after intensive care unit admission. *Am J Clin Nutr* 2011;93(6):1356-64.
 77. Pontes-Arruda A, Martins LF, de Lima SM, Isola AM, Toledo D, Rezende E, et al. Enteral nutrition with eicosapentaenoic acid, γ -linolenic acid and antioxidants in the early treatment of sepsis: results from a multicenter, prospective, randomized, double-blinded, controlled study: the INTERSEPT study. *Crit Care* 2011;15(3):R144.
 78. Levy MM, Artigas A, Phillips GS, Rhodes A, Beale R, Osborn T, et al. Outcomes of the surviving sepsis campaign in intensive care units in the USA and Europe: a prospective cohort study. *Lancet Infect Dis* 2012;12(12):919-24.
 79. Davis CJ, Sowa D, Keim KS, Kinnare K, Peterson S. The use of prealbumin and C-reactive protein for monitoring nutrition support in adult patients receiving enteral nutrition in an urban medical center. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2012;36(2):197-204.
 80. Raguso CA, Dupertuis YM, Pichard C. The role of visceral proteins in the nutritional assessment of intensive care unit patients. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2003;6(2):211-6.
 81. Osland E, Yunus RM, Khan S, Memon MA. Early versus traditional postoperative feeding in patients undergoing resectional gastrointestinal surgery: a meta-analysis. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2011;35(4):473-87.
 82. Drover JW, Dhaliwal R, Weitzel L, Wischmeyer PE, Ochoa JB, Heyland DK. Perioperative use of arginine-supplemented diets: a systematic review of the evidence. *J Am Coll Surg* 2011;212(3):385-99, 399.e1.
 83. Gianotti L, Braga M, Nespoli L, Radaelli G, Beneduce A, Di Carlo V. A randomized controlled trial of preoperative oral supplementation with a specialized diet in patients with gastrointestinal cancer. *Gastroenterology* 2002;122(7):1763-70.
 84. Pearl ML, Frandina M, Mahler L, Valea FA, DiSilvestro PA, Chalas E. A randomized controlled trial of a regular diet as the first meal in gynecologic oncology patients undergoing intraabdominal surgery. *Obstet Gynecol* 2002;100(2):230-4.
 85. Lassen K, Kjaeve J, Fetveit T, Tranø G, Sigurdsson HK, Horn A, et al. Allowing normal food at will after major upper gastrointestinal surgery does not increase morbidity: a randomized multicenter trial. *Ann Surg* 2008;247(5):721-9.
 86. MacIntyre NR, Epstein SK, Carson S, Scheinhorn D, Christopher K, Muldoon S. Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation: report of a NAMDRG consensus conference. *Chest* 2005;128(6):3937-54.
 87. Boonen E, Langouche L, Janssens T, Meersseman P, Vervenne H, De Samblanx E, et al. Impact of duration of critical illness on the adrenal glands of human intensive care patients. *J Clin Endocrinol Metab* 2014;99(11):4214-22.

88. McClave SA, Kushner R, Van Way CW 3rd, Cave M, DeLegge M, Dibaie J, et al. Nutrition therapy of the severely obese, critically ill patient: summation of conclusions and recommendations. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2011;35(5 Suppl):88S-96S.
89. Robinson MK, Mogensen KM, Casey JD, McKane CK, Moromizato T, Rawn JD, et al. The relationship among obesity, nutritional status, and mortality in the critically ill. *Crit Care Med* 2015;43(1):87-100.
90. Dickerson RN, Boschert KJ, Kudsk KA, Brown RO. Hypocaloric enteral tube feeding in critically ill obese patients. *Nutrition* 2002;18(3):241-6.
91. Dickerson RN, Medling TL, Smith AC, Maish GO 3rd, Croce MA, Minard G, et al. Hypocaloric, high-protein nutrition therapy in older vs younger critically ill patients with obesity. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2013;37(3):342-51.
92. Dickerson RN, Drover JW. Monitoring nutrition therapy in the critically ill patient with obesity. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2011;35(5 Suppl):44S-51S.