

• 专家共识 •

# 中国成人心脏外科围手术期营养支持治疗专家共识 (2019)

中国医疗保健国际交流促进会心脏重症专业委员会 中国心脏重症营养支持专家委员会

通信作者: 张海涛, Email: heartcare2012@126.com

**【摘要】** 成人心脏手术的重症患者常因存在营养不良或营养风险而需要进行营养支持治疗。目前针对体外循环术后患者的围手术期营养支持相关研究非常有限,如何通过规范地实施营养支持治疗来改善预后,学界中仍然有许多的不同意见。因此,中国医疗保健国际交流促进会心脏重症专业委员会和中国心脏重症营养支持专家委员会参照其他危重患者营养支持治疗经验并结合心脏手术特点,制定了《中国成人心脏外科围手术期营养支持治疗专家共识(2019)》,以期为成人心脏外科围手术期营养支持治疗提供合理的治疗意见。共识的主要内容包营养风险筛查、何时启动营养支持、肠内与肠外应用、药物性营养治疗等方面。

**【关键词】** 高危心脏外科手术; 营养风险; 补充性肠外营养; 早期肠内营养; 延迟肠内营养; 药物性营养

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.07.002

## Chinese consensus guideline for nutrition support therapy in the perioperative period of adult cardiac surgery in 2019

Cardiac Critical Care Medicine of China International Exchange and Promotion for Medical and Healthcare, Nutrition Support Expert Committee of Chinese Cardiac Critical Care Medicine

Corresponding author: Zhang Haitao, Email: heartcare2012@126.com

**【Abstract】** Adult patients who underwent cardiac surgery usually need nutrition support therapy because of malnutrition or nutrition risk. There are quite a few studies about nutrition support therapy for patients in perioperative period of surgery after cardiopulmonary bypass, and also different opinions about how to normalize nutrition support therapy and improve prognosis in academic circles at present. Consequently, according to the experience of nutrition support therapy in critical patient and combining the trait of cardiac surgery, *Chinese consensus guideline for nutrition support therapy in the perioperative period of adult cardiac surgery in 2019* is formulated by Cardiac Critical Care Medicine of China International Exchange and Promotion for Medical and Healthcare and Nutrition Support Expert Committee of Chinese Cardiac Critical Care Medicine to provide proper suggestions. The content of consensus is included with screening nutrition risk, the timing of starting nutrition support, the utilization of enteral nutrition and parenteral nutrition, and pharmaceutical nutrition, etc.

**【Key words】** High-risk cardiac surgery; Nutrition risk; Supplemental parenteral nutrition; Early enteral nutrition; Delayed enteral nutrition; Pharmaceutical nutrition

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.07.002

近年来,通过早期肠内营养(EEN)、选择特殊成分的营养物或增加某些营养物、血糖管理等手段,营养干预已成为减轻重症患者代谢应激、防治细胞氧化损伤、调节免疫功能,并最终缩短其重症加强治疗病房(ICU)住院时间、甚至改善预后的积极策略。因此,对重症患者营养干预的认识已从之前营养支持(nutrition support)转变为营养治疗(nutrition therapy)策略,目前通称营养支持治疗(nutrition support therapy)。

心脏外科围手术期营养高风险和营养不良较为常见,目前与预后最具相关性的营养风险评估是危重病营养风险评分(Nutric 评分)<sup>[1]</sup>。经受心脏及大血管手术患者,因体外循环(CBP)损伤、组织器官缺血/再灌注损伤、凝血功能异常等因素均可促进氧或氮自由基和促炎细胞因子的释放,从而引起全身炎症反应综合征(SIRS),延缓心脏及原受累器官的恢复,呼吸及循环也需在ICU内经一定时间的支持

才可趋于稳定,并可增加威胁生命并发症的发生率,如急性呼吸窘迫综合征(ARDS)、急性肾损伤(AKI)等。采取积极的营养支持治疗策略可以促进该类患者中长期康复。国外回顾性研究显示,心脏外科术后患者出现的营养不良多是医源性的,对比其他外科术后或内科ICU患者,大部分心脏术后患者存在营养支持较晚和喂养不足<sup>[2]</sup>,针对高危心脏手术患者围手术期营养支持治疗的高质量研究也较少。因此,中国医疗保健国际交流促进会心脏重症专业委员会和中国心脏重症营养支持专家委员会参照其他危重患者营养支持治疗经验并结合心脏手术特点,同时结合国外相关资料<sup>[3-4]</sup>,以临床专家共识的形式,总结了成人( $\geq 18$ 岁)心脏外科围手术期营养支持治疗的策略(图1),帮助心脏外科围手术期临床营养支持治疗的规范实施,促进患者术后恢复,减少相关并发症的发生。

共识的推荐强度由推荐级别及证据等级组成。

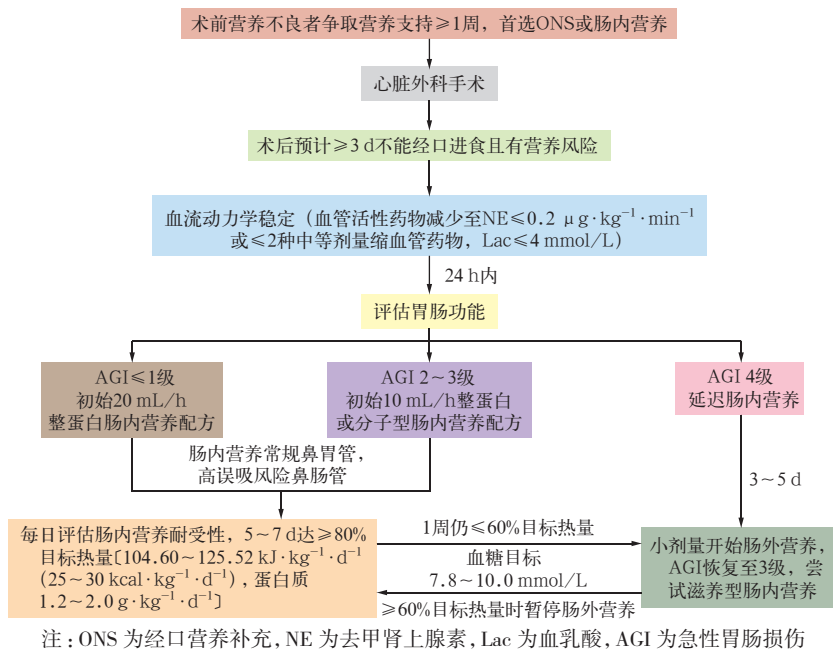


图1 中国成人心脏外科围手术期营养支持治疗策略

推荐级别: ① I类: 已证实和(或)一致公认有效。② II类: 实用性和有效性的证据尚有矛盾或存在不同观点; II a类: 有关证据和(或)观点倾向于实用和有效; II b类: 有关证据和(或)观点尚不能充分说明实用和有效。③ III类: 已证实和(或)一致公认不实用且无效,在某些病例中甚至可能有害,不推荐应用。

证据水平: ① 证据水平 A: 资料来源于多项随机对照试验(RCT)或荟萃分析。② 证据水平 B: 资料来源于单项 RCT 或 多项非随机试验。③ 证据水平 C: 资料来源于专家共识和(或)小型试验结果。

### 1 心脏外科患者的营养评估和风险筛查

1.1 患者入院时营养评估可选用主观全面评估(SGA)、营养不良通用筛查工具(MUST)等。(I, A)

超声动态观测股四头肌的肌肉大小和脂肪厚度<sup>[5]</sup>、使用生物电阻抗测谱仪(BIS,水摄入对结果影响大)等方法<sup>[6]</sup>均可用于进一步营养评估。(II a, B)

1.2 术后患者应采用 Nutric 评分和营养风险筛查 2002(NRS 2002)进行营养风险筛查。其中, Nutric 评分高的患者往往在积极的能量及蛋白质支持治疗下可收获更好的预后。(I, A)

1.3 对已有营养不良或重度营养风险患者,应立即开始制定营养支持治疗计划,并监测每日热量摄入量。为获取最大收益,已有营养不良的心脏外科患者至少应在术前 2~7 d 开始接受营养疗法。(I, B)

1.4 常规进行误吸风险评估(II a, C): 心脏外科手术患者,入院时应评估营养状态,可选用 SGA 及 MUST 等;如条件允许,则应在入院 48 h 内进行较全面的营养评估,应用 B 超动态观测股四头肌的肌

肉大小和脂肪厚度及使用 BIS 等方法<sup>[7]</sup>均可帮助临床医生进一步评估患者营养状态。心脏外科术后患者由于炎症反应严重和器官功能障碍,白蛋白、前白蛋白、C-反应蛋白等常用指标无法用于评估当前营养状态<sup>[8]</sup>,也不能评估营养治疗是否适当<sup>[9]</sup>。在 ICU 中,应用床旁 B 超动态观测股四头肌的肌肉大小等变化是目前较简便实用的危重患者营养状态监测方法<sup>[10-11]</sup>。此外,对于体重指数(BMI) < 18.5 kg/m<sup>2</sup> 的患者,可使用 CT 全身扫描辅助评估术前营养风险。

关于营养风险筛查,目前只有 Nutric 评分和 NRS 2002 同时与营养状态及疾病严重程度相关。其中, Nutric 评分高的患者往往能够

从积极的热量及蛋白质的支持治疗中获益更多,如更低的病死率和更短的机械通气时间等<sup>[7]</sup>。

热量缺失量 > 5 020.8 kJ/d (1 200 kcal/d) 或累积缺失量 > 16 736 kJ (4 000 kcal), 是危重患者病死率增加的独立危险因素,此时应对患者辅以补充性肠外营养(SPN)治疗,以改善此类患者的预后<sup>[12-13]</sup>。

### 2 心脏外科术前营养支持

2.1 术前存在重度营养不良,即 NRS 2002 ≥ 5 分或 Nutric 评分 ≥ 6 分,可于术前根据个体化情况(最少提前 2~7 d)给予营养支持<sup>[3,14]</sup>,首选肠内营养(EN)或经口营养补充(ONS)。(II a, B)

2.2 入院第 1 周应努力于 48~72 h 内实现 80% 目标能量及蛋白质摄入量(1.2~1.5 g/kg)才能保证 EN 临床效益,若患者可耐受,则建议在密切观察下 24~48 h 内达到目标热量,同时应警惕喂养相关不良反应的发生。(II a, B)

针对心脏及大血管术前严重营养不良患者是否需要从术前开始营养支持治疗的相关研究很少<sup>[14]</sup>,使用循证医学方法搜索到的资料主要来源于一些其他部位手术(包括胃肠道手术)的 RCT,这些资料提示严重营养不良患者于术前提早 7 d 左右给予营养支持治疗将有利于他们的术后早期康复(ERSA)<sup>[15]</sup>。

### 3 心脏外科患者术后胃肠道功能状态的评估及基本对策

3.1 急性胃肠损伤(AGI)分级评估法:心脏及大血管手术患者的围手术期胃肠道功能状态评估,可采用欧洲危重病医学会(ESICM) AGI 严重程度分级将 AGI 分为 1~4 级<sup>[16]</sup>。(II a, C)

**3.1.1** AGI 1级:建议损伤后 24~48 h 内,尽早给予常规制剂 EN。(I, A)

**3.1.2** AGI 2级:可开始 EEN 或维持 EN,如不耐受,可尝试给予少量 EN。(I, A)

**3.1.3** AGI 3级:需要常规尝试性给予少量的 EN(可選用短肽制剂),避免早期给予肠外营养(PN)。(II a, B)

**3.1.4** AGI 4级:延迟给予 EN。(II a, C)

**3.2** 胃残留量的测定:不建议常规监测胃残留量。但患者腹胀或胃液大量分泌,即胃管引流量大于 500 mL/6 h 时,应该暂停观察后再使用 EN;单次胃管引流量大时( $\geq 250$  mL),应立即使用促胃肠动力药并继续监测胃管引流量,而非长期停止 EN;如胃液分泌持续过多,应优先考虑幽门后喂养。(II a, A)

2012 年 ESICM 制定的围手术期 AGI 严重程度分级<sup>[16]</sup>,是目前最简洁方便的评估围手术期患者胃肠功能及胃肠营养耐受性的有效方法。临床医生可参照 AGI 分级来制定心脏及大血管术后患者的喂养策略,在处理胃肠不耐受的术后患者时,AGI 分级也能提供有价值的参考。

**3.3** 胃肠不耐受时的营养支持治疗:胃肠不耐受定义为经过 72 h, $83.68 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ( $20 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ )的能量供给目标不能由 EN 途径实现,或者因任何临床原因停止 EN。(II a, B)

**3.3.1** 限制使用损害肠动力药物,应用促动力药物和(或)通便药物,控制腹腔内压(IAP)。(II a, B)

**3.3.2** 应常规考虑尝试给予少量的 EN,不耐受 EN 的患者应给予补充 PN。(II a, C)

**3.3.3** 一般推荐开始给予 EN 后 3~5 d 达到目标热量,因各种原因 EN 无法在 5~7 d 达到目标热量时,应开始给予 PN。研究表明,延迟 5~7 d 给予 PN 的患者比早期给予 PN 的患者恢复得更快。(II a, B)

**3.3.4** 当患者胃肠耐受性改善,经肠内提供的能量逐渐增加时,可以逐渐降低经肠外途径提供的热量,直至肠内途径提供的能量已超过目标量的 60%,终止 PN。(II a, B)

**3.4** 腹泻时的营养支持治疗:出现腹泻的患者,可在查找原因(配方纤维素和渗透压、喂养方式速度、药物、肠道感染等)的同时继续 EN。(II b, C)

**3.4.1** 治疗细菌过度繁殖或感染(难辨梭状芽孢杆菌)时可选择性肠道去污或口服万古霉素抗感染治疗;适当服用益生菌(双歧杆菌、布拉酵母菌等)也可能有效。(II a, B)

**3.4.2** 可溶性膳食纤维[如果糖寡聚体(FOS)]、调整补充营养物质的比例,适当补充维生素及微量元素或消化酶也可减少腹泻。(II a, B)

**3.4.3** 持续性腹泻患者,可考虑使用短肽制剂。

(II b, B)

**3.5** 应激性溃疡及消化道出血时的营养支持治疗

**3.5.1** EN 可以作为应激性溃疡和消化道出血的保护措施。(II a, B)

**3.5.2** 对于活动性上消化道出血的患者,推荐暂停 EN;出血停止后 24~48 h 再开始 EN。(II a, B)

有关急性胃潴留、腹泻、消化道出血期间等胃肠道功能特殊情况下的喂养共识,主要来源于 ESICM 2017 和美国肠内肠外营养学会(ASPEN) 2016 中有关重症患者 EEN 的专家意见,多数意见均指出,临床医生应为此类特殊患者努力创造 EN 的条件,而不是过早地使用 PN 替代。另有研究提及,对于吸收功能障碍或持续性腹泻患者,可考虑使用短肽制剂来提高耐受性,但目前证据尚不充分<sup>[17]</sup>。

#### 4 心脏外科术后营养支持治疗

**4.1** 心脏外科术后的常规营养支持治疗

**4.1.1** 术后 0~24 h 内实施的 EN 为 EEN,术后 48 h 以后实施的 EN 为延迟肠内营养(DEN)。心脏术后患者,应常规评估胃肠功能状态,如无特殊情况,建议常规实施整蛋白制剂 EEN。以 10~20 mL/h 的速度开始,缓慢增加,3~5 d 达到目标热量。(I, A)

**4.1.2** 建议使用间接热量测量法以确定能量需求<sup>[18]</sup>,当因为设备以及仪器限制而无法间接测量时,也可以采用简易估测法。术后一般建议使用  $104.60 \sim 125.52 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ( $25 \sim 30 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ )来简易评估患者的热量需要量,而蛋白质的补充量则以  $1.2 \sim 2.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  为宜。对于正常 BMI 和偏低 BMI 的患者,kg 即为实际体重;对于肥胖患者,kg 则为标准体重 +  $0.4 \times$  超重体重。(II a, B)

**4.1.3** 不论胃肠道功能状态如何,建议 EN 期间常规抬高床头  $30^\circ \sim 45^\circ$ ,最低不小于  $15^\circ$ ,每日 2 次使用 0.05% 醋酸氯己定溶液漱口等护理措施可以降低呼吸机相关性肺炎(VAP)的风险。(I, A)

**4.1.4** 不论是否可闻及肠鸣音,除非有可疑肠缺血或肠梗阻存在,均推荐使用 EEN<sup>[19]</sup>。(I, B)

**4.1.5** 术后存在腹腔内高压(IAH)但没有达到腹腔间隔室综合征诊断标准的患者,推荐使用 EEN;当使用 EN 过程中 IAP 进一步增高时[ $\geq 15 \text{ mmHg}$ ( $1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$ )],考虑暂时减少或暂停 EN。(II a, B)

**4.1.6** 术后应用常规剂量的神经肌肉阻滞剂、镇痛镇静药物不影响喂养耐受性和目标热量达标时间,而应用剂量较大时建议减慢 EN 增加速率<sup>[20]</sup>。(II a, B)

**4.1.7** 护士主动管理的喂养规范,包括目标容量实施、高-低策略、胃肠动力药应用调整、血糖管理等措施,有利于更快达到营养目标并降低院内感染的发生率。(II a, B)

ESICM 2017 关于 EEN 与 DEN 好处的汇总中, 11 项 RCT(597 例)的回顾分析证实, EEN 可降低感染发生率〔相对危险度( $RR$ )=0.64, 95% 可信区间(95% $CI$ )=0.46~0.90,  $P=0.010$ ,  $I^2=25%$ ];但在病死率方面, 12 项 RCT(662 例)显示差异无统计学意义( $RR=0.76$ , 95% $CI=0.52\sim 1.11$ ,  $P=0.149$ ,  $I^2=0%$ )<sup>[4]</sup>。间接测量法测定患者的热量需求可能更为准确。研究表明, 使用床旁间接耗能测定车来检测消耗量, 并根据消耗量补充足够能量可使患者获得更高的生存率<sup>[18]</sup>。但由于间接耗能测定车并未在临床广泛应用, 专家建议使用简易估算法来计算重症患者每日应补充的热量。在开始营养支持治疗时应使用实际体重进行简易估测, 其后应每周监测体重变化。目前认为肥胖患者在急性重病期间采用更低的热量摄入可能带来更好的预后。对于热量需要量的简易估测, 目前仍有许多不同意见, 使用 BMI 分级计算热量需求也只是其中一种估测方法<sup>[21]</sup>。

EEN 具有保持肠道完整性、减少氧化应激损伤、免疫调节等作用。一项大型多中心观察性研究证实, 在术后 48 h 内提供 SPN 并不能使患者从中获益, 而在术后 4~8 d 添加 SPN 尽量达到目标热量 100%, 可减少 28 d 院内感染率、抗菌药物使用率及机械通气时间等<sup>[13]</sup>。一项包含 2 个中心的 RCT 从第 3 天开始给予 EN 能量 $\leq 60%$  目标热量患者 SPN, 结果显示, 从第 9 天开始, 仅感染风险较第 3 天 EN 能量 $\leq 60%$  目标热量而未给予 SPN 患者轻微降低<sup>[21]</sup>。Casaer 等<sup>[22]</sup>一项多中心 RCT 显示, 延迟至第 8 天才给予低肠内热量摄入患者 SPN 比 3 d 内给予 SPN 者病情恢复更快, ICU 住院时间更短〔风险比( $HR$ )=1.06, 95% $CI=1.00\sim 1.13$ ,  $P=0.4$ 〕。

此外, 在 EN 期间常规抬高床头及加强口腔护理也是减少 VAP 的有效措施。一项常规抬高床头 30°~45° 半坐卧位与平卧位持续 EN 的对照研究显示, 抬高床头 30°~45° 患者肺炎发生率为 5%, 而取平卧位患者肺炎发生率则高达 23%<sup>[23]</sup>。两项关于心脏术后护理的研究显示, 每日 2 次使用 0.05% 醋酸氯己定溶液漱口可以降低 VAP 发生率<sup>[24-25]</sup>。

一项观察性研究显示, IAH 患者也可尝试进行 EEN, 但当 IAP $\geq 15$  mmHg 时耐受性明显变差, 故应酌情下调, 甚至暂停 EN, 直至 IAP 控制至 15 mmHg 以下<sup>[26]</sup>。

大多数心脏外科术后患者具有良好的胃肠功能, 是否有肠鸣音并不能作为心脏外科术后患者胃肠功能是否受损的唯一指标, 因此, 在除外肠缺血及肠梗阻等 EN 禁忌证后, 应给予 EEN 以预防感染相关并发症及促进术后各器官功能恢复<sup>[19]</sup>。一般认为, 常规剂量的神经肌肉阻滞剂、镇痛镇静药物对

胃排空及肠道蠕动无明显影响, 一般不影响喂养耐受性, 因此无需调整目标热量达标时间; 而在应用剂量较大时则应酌情减慢 EN 增加速率, 防止胃潴留的发生<sup>[20]</sup>。

护士主动管理的喂养规范, 包括目标容量实施、高-低策略、胃肠动力药应用调整、血糖管理, 有利于喂养目标实施和减少院内感染<sup>[27]</sup>。

## 4.2 心脏外科术后重症患者的营养支持治疗

### 4.2.1 术后患者若出现持续休克、ARDS、胃肠不耐受等情况, 术后 48 h 内开始给予 EN<sup>[21]</sup>, 可考虑 5~7 d 内选择 83.68~104.60 kJ/h(20~25 kcal/h)的滋养型 EN; 为防止肠管通透性改变及感染的发生, 提供的肠内能量需大于 50%~65% 目标热量。(II a, B)

### 4.2.2 特别危重患者应争取在 5~7 d 后能量及蛋白质的摄入量均达到最低需要量(adequacy), 即目标量的 80%<sup>[28]</sup>, 在无法达到时则可使用 SPN。期间应监测并记录能量的累计消耗量, 但在病情稳定后是否需要增加摄入量及增加摄入的时间点, 目前学界尚无统一建议, 可按照患者耐受情况个体化地延长营养支持时间。(II a, C)

### 4.2.3 心脏外科术后重症患者应每日评估营养摄入, 特别是术后 3 d 时, 仔细评估营养风险和营养状态, 努力采用相应措施保证能量摄入量达到目标量的 80%, 蛋白质摄入量 $\geq 1.2$ g $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>。(II b, C)

对于持续休克、ARDS、胃肠不耐受等重症患者, 也应在进入 ICU 48 h 内开始尝试 EN<sup>[29]</sup>, 且不宜立即补充至 100% 的目标热量。有研究表明, 补充 45%~55% 的目标热量会为患者带来更少的 EN 相关并发症<sup>[30]</sup>; 心脏术后危重患者能量缺失较为常见, 严重时可能导致预后不良, 因此对于特别危重患者应争取 5~7 d 后热量和蛋白质摄入量均达到最低需要量(adequacy), 即目标值 80%<sup>[28]</sup>, 在无法达到时, 则可适当使用 PN 补充能量<sup>[12-13]</sup>。

有研究显示, 治疗性的低热量 EN 可能减少包括胸部手术后感染发生率、ICU 住院时间<sup>[31-32]</sup>; 另一项使用 SPN 的低热量 EN〔约 83.68 kJ $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>(20 kcal $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>)〕研究则显示, 低热量 EN 的患者并不能因此降低感染和死亡风险, 但高血糖发生率可降低约 33.1%( $P=0.001$ )<sup>[33]</sup>。但无论选用何种营养方案, 都应保证蛋白质摄入量 $\geq 1.2$  g $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>, 当患者可耐受时, 则应逐渐使 EN 量达到目标量。Nutric 评分 $\geq 6$  分患者, 尽快应用 EN 达到目标量的 80% 以上时, 可降低病死率<sup>[34]</sup>。

## 4.3 伴有营养风险患者的术后营养支持治疗

### 4.3.1 对于术后低营养不良风险(NRS 2002 $\leq 3$ 分或 Nutric 评分 $\leq 5$ 分)的 ICU 患者, 入住 ICU 前 7 d 一般不需要进行 PN 支持。(I, A)

**4.3.2** 对于术后难于进行EN的高营养风险患者(NRS 2002 $\geq$ 5分或Nutric评分 $\geq$ 5分)或严重营养不良患者,入住ICU 48 h后尽快开始PN支持。(I, B)

**4.3.3** 以下风险情况推荐SPN: ① EN进行5~7 d后仍不能达到热量和蛋白质目标量的60%。② 累计热量缺失量超过16 736 kJ(4 000 kcal)。③ 持续高营养风险<sup>[35]</sup>。(I, A)

**4.3.4** 对于高风险(严重高血糖或高血脂)或严重营养不良等特殊患者的PN,应在入住ICU的第1周考虑使用较低的热量供给[ $\leq$ 83.68 kJ $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>( $\leq$ 20 kcal $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>)或80%目标热量]及较高的蛋白质供给( $\geq$ 1.2 g $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>)。(II a, B)

EN进行5~7 d后仍不能达到 $>$ 60%目标热量和蛋白质需求或累计热量缺失量超过16 736 kJ(4 000 kcal),持续营养风险高患者,不良预后发生的可能性开始变高,应该给予SPN来预防不良预后的发生<sup>[13, 35]</sup>。

对于术前无营养不良患者,特别是高血糖难以控制的患者,使用PN可能进一步加重糖代谢紊乱,可延迟至3~7 d以后缓慢达到目标热量<sup>[36]</sup>;对于应激反应严重的患者,较低的能量供给甚至可能更有利于减少代谢并发症<sup>[31]</sup>。

对于术后持续EN能量 $\leq$ 60%目标热量的患者,给予SPN的时机应根据患者的个体情况决定:若在术前无营养不良,通常可考虑术后1周给予这类患者SPN,避免持续性的热量缺失影响预后。对于当EN的情况不断改善,提供热量 $\geq$ 60%目标能量需求时,停用PN对患者预后几乎无影响<sup>[13]</sup>。

#### 4.4 术后高危误吸患者的营养支持治疗

**4.4.1** 高危误吸或不能耐受经胃管喂养的患者,建议通过留置幽门后喂养管喂养,使用持续营养液输注泵给予EN。(I, A)

**4.4.2** 高危误吸患者如有应用EN的适应证,应同步使用胃肠动力药(胃复安10 mg,每日3~4次,或红霉素3~7 mg $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>)或镇静药拮抗剂(纳洛酮和爱维莫潘)。(II a, B)

以脑损伤为主的临床研究显示,幽门后喂养可减少吸入性肺炎的发生,并提高EN输入耐受性,目前经鼻空肠管的留置也较易实施<sup>[37]</sup>;而Davies等<sup>[38]</sup>2012年的多中心RCT则提示,早期留置幽门后喂养管喂养与常规胃管喂养并无差异。胃复安和红霉素等促胃肠动力药物对改善胃潴留是有效的,但对于心脏术后患者,应注意这两类药物都可引起Q-T间期延长,对于心律失常,尤其是传导阻滞及已应用洋地黄类、胺碘酮等延长Q-T间期药物的患者,应警惕恶性心律失常的发生风险<sup>[39-40]</sup>。此外,胃复安、红霉素两药联用较单一用药可增加腹泻的发生率

(54.0%比26.3%, $P=0.01$ )<sup>[41]</sup>。高危误吸或胃潴留患者,在早期如无肠鸣音或无法留置幽门后喂养管,仍应尝试少量经胃EN。

**4.5 主动脉夹层及腹部大动脉术后患者的营养支持治疗**

**4.5.1** 急性主动脉夹层破裂或主动脉瘤破裂术后重症患者,常规推荐EEN,如胃肠不耐受可给予胃肠动力药或幽门后喂养,必要时(在术后5~7 d时)可给予SPN<sup>[42]</sup>。(II a, B)

**4.5.2** 对于腹部大动脉术后的成人患者,常规推荐使用EEN,但应注意是否存在肠缺血的情况,若未合并透壁性肠缺血或肠管扩张等并发症,则可使用低剂量EN。(II a, B)

**4.5.3** 有明确肠坏死证据的患者,应停止EN。(III, C)

**4.5.4** 对于术后腹膜后血肿的患者,应在排除肠梗阻存在的情况下谨慎给予EN,并检测胃残留量及IAP,酌情增加或降低EN的使用量;如有明确肠梗阻情况存在,则停用EN。(II a, B)

一项为期3年的大型全球性观察性研究显示,急性主动脉夹层破裂或主动脉瘤破裂术后重症患者,术后5 d内热量缺失严重,到术后第5天平均摄入热量仅达到最低需要量(adequacy of calories)的46.8% [约41.84 kJ $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>(10 kcal $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>)],其中50%仅使用EN支持,29.8%联合使用EN和PN,胃肠不耐受患者常需使用胃肠动力药(76.7%),10%胃肠不耐受患者接受幽门后喂养<sup>[42]</sup>。

2项腹部大动脉疾病术后队列研究证实,无论是择期手术患者<sup>[29]</sup>还是急诊手术患者<sup>[30]</sup>,均可尝试EEN,但由于腹部大动脉术后患者有部分可能发生肠缺血(7%、17%)<sup>[43-44]</sup>,因此一旦有肠缺血坏死证据应立即停止EN。

#### 5 心血管术后器官功能障碍患者的营养支持治疗

**5.1 呼吸、循环衰竭及应用体外膜肺氧合(ECMO)时的营养支持治疗**

**5.1.1** 术后如出现ARDS而需俯卧位通气,推荐常规EN,但如果发生持续胃潴留,建议早期使用幽门后喂养及胃肠动力药。(II a, B)

**5.1.2** 术后维持患者循环稳定所需的血管收缩药物不超过2种,且药物用量均为中小剂量时(如去甲肾上腺素 $\leq$ 0.2  $\mu$ g $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ min<sup>-1</sup>),不论是否需要机械循环辅助,如ECMO等,均可安全进行EEN,且应在3~5 d达到目标热量60%以上<sup>[45]</sup>。(II a, B)

**5.1.3** 当循环初步稳定,血管收缩类药物及强心药物可逐渐减量至中小剂量时,除非患者出现频发的胃肠不耐受,应开始使用低剂量EN<sup>[46]</sup>。(II a, B)

**5.1.4** 术后患者若为维持循环稳定已使用很大剂量血管收缩类药物(如去甲肾上腺素 $>$ 1  $\mu$ g $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ min<sup>-1</sup>)

且有持续高乳酸血症〔血乳酸(Lac) $>4.0$  mmol/L〕或其他末梢器官灌注不足证据时,应考虑DEN(Ⅲ, B)。

**5.1.5** 一旦发生难以纠正的低氧血症、高碳酸血症或酸中毒,推荐使用DEN(Ⅲ, C);但对于低氧血症状态稳定、代偿性或轻度高碳酸血症和酸中毒患者,推荐使用EEN(Ⅱ a, C)。

**5.1.6** 接受ECMO的患者,推荐早期实施EN<sup>[47]</sup>。(Ⅱ a, B)

**5.1.7** 应用ECMO时应尽可能在2~3 d内达到目标热量,如7 d以上EN不能达到目标热量的80%,应加用PN,建议缓慢输注含有10%~20%中长链脂肪乳制剂,并监测血脂指标。(Ⅱ b, C)

一项观察性研究证实,俯卧位通气不会增加胃潴留和影响胃肠蠕动<sup>[48]</sup>;俯卧位通气期间胃肠耐受性不良可采用头高半卧位和胃肠动力药改善<sup>[49-50]</sup>。但合并胃潴留的患者可考虑幽门后喂养,以避免误吸风险。

心脏外科术后患者循环衰竭常见,常需要多种血管活性药物或正性肌力药物静脉维持,术后维持患者循环稳定所需的血管收缩药物不超过2种,且药物用量均为中小剂量时,不论是否需要机械循环辅助(如ECMO等),均可安全进行EEN,且应在3~5 d达到目标热量60%以上,这样的营养支持疗法并不会引起肠缺血坏死的发生<sup>[30]</sup>。研究表明,仅需要小剂量血管收缩药物稳定循环患者,EEN较DEN可降低ICU病死率(22.5%比28.3%, $P=0.03$ )和住院病死率(34%比44%, $P<0.001$ );对于严重循环衰竭患者,一旦循环初步稳定,升压药和强心药可逐渐减少至中等剂量时,就应开始使用小剂量EN,休克患者EEN可降低这类患者的病死率,但使用儿茶酚胺类药物平均动脉压仍 $<50$  mmHg时应暂停喂养<sup>[46]</sup>。

一项胃肠功能评估观察显示,接受ECMO治疗的患者早期尝试EN是可行的,专家建议ECMO患者推荐早期实施EN<sup>[47]</sup>。但在ECMO治疗之前,由于器官多处于缺血、缺氧状态,组织脆弱,加上ECMO治疗期间抗凝药物的使用,使得此类患者消化道出血风险要远远高于常人,因此在围ECMO治疗期更应谨慎监测体征及血红蛋白情况,如出现消化道出血,应立即停用EN。

心脏术后需ECMO支持的患者多为静脉-动脉ECMO(V-A ECMO),多数是循环衰竭患者,胃肠道缺血、缺氧常见,耐受性较差,EN中断常见,如持续热量缺失或EN热量不足,可考虑给予SPN。在PN的选择中,考虑到脂肪乳制剂可能从膜肺中析出,甚至引起膜肺中血液分层、凝集及血凝块形成,故一般不予选用。如病情需要,则可考虑经外周静脉缓慢输注含有20%中长链脂肪乳制剂(约

$0.25$  mL $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ min<sup>-1</sup>),并在使用期间检测甘油三酯(TG),必要时下调脂肪乳制剂应用量。

**5.2** 神经系统损伤及脑保护时的营养支持治疗

**5.2.1** 接受亚低温治疗的患者肠道动力减弱,推荐从小剂量EEN开始使用,升温后逐渐增加剂量。(Ⅱ a, B)

**5.2.2** 术后脊髓损伤的危重症成人患者,推荐使用EEN。(Ⅱ a, A)

对于接受亚低温治疗的患者,为了有效预防肌肉震颤,通常都需使用镇痛、镇静药物,导致此类患者代谢率下降<sup>[51-52]</sup>,肠道蠕动会减弱,因而影响胃肠耐受性<sup>[53]</sup>。一项亚低温治疗病例研究证实,EN是安全的,但应从小剂量开始使用EEN,升温后再逐渐增加剂量<sup>[54]</sup>。

一项针对颈髓损伤患者的RCT研究证实,在72 h内给予EN与72 h后给予EN无差异<sup>[55]</sup>。另一项队列研究也证实,EEN不会影响脊髓损伤患者的并发症发生率<sup>[56]</sup>。

**5.3** AKI、肾功能不全及应用连续性肾脏替代治疗(CRRT)时的营养支持治疗

**5.3.1** 对于术后出现AKI或急性肾功能不全的患者,建议使用标准的EN制剂,并遵循蛋白质1.2~2.0 g $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>及热量104.60~125.52 kJ $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>(25~30 kcal $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>)摄入量,实施EEN;如出现严重的电解质紊乱,可考虑使用为肾功能不全患者设计的特殊电解质浓度制剂进行EN。(Ⅱ a, B)

**5.3.2** 接受CRRT的患者推荐酌情增加蛋白质摄入量,最高可达2.5 g $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>。(Ⅱ a, B)

术后出现急性肾衰竭或AKI的患者如发生严重的电解质紊乱,可以选用肾病型特殊肠内制剂来纠正电解质紊乱,效果良好<sup>[57]</sup>。一项RCT研究结果显示,接受血液透析或CRRT的患者可能需要高达2.5 g $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ d<sup>-1</sup>蛋白质摄入量才能纠正负氮平衡<sup>[58]</sup>。

**5.4** 肝功能损害时的营养支持治疗

**5.4.1** 对于术后出现肝功能损害的患者,建议使用标准的EN制剂实施早期营养治疗,能量及蛋白质需要量与普通术后患者相当。(Ⅱ a, B)

**5.4.2** 合并低蛋白血症时可适当静脉输注血制品支持治疗。(Ⅰ, A)

术后肝功能损害的患者应早期实施营养治疗。一项RCT研究显示,术后的早期营养治疗有利于患者血清胆红素水平的下降<sup>[59]</sup>。

术后肝功能不全往往可导致低蛋白血症及凝血功能紊乱,适当输注人血白蛋白、冷沉淀、新鲜冰冻血浆,可减少术后出血,纠正低白蛋白血症及预防术后营养不良的发生。术后需抗凝治疗的患者则应在输血过程中密切监测凝血功能,谨慎控制输注量。

## 6 血糖管理

**6.1** 制定护理主导的常规血糖管理规范。(II b, B)

**6.2** 随机血糖不低于 4.4 mmol/L, 营养支持治疗期间血糖控制目标范围 7.8 ~ 10.0 mmol/L。(II a, B)

严格控制血糖可以降低患者的术后感染发生率, 但低血糖发生率明显增加。一项针对 42 家医院 6 014 例患者的对比严格控制血糖与常规控制血糖研究(NICE-SUGAR 研究)<sup>[60]</sup>显示, 严格控制血糖在 4.4 ~ 5.5 mmol/L (80 ~ 100 mg/dL) 时, 低血糖发生率明显增加, 且 90 d 病死率增加 (27.5% 比 24.9%,  $P=0.02$ )。因此, 2012 年美国重症医学会 (SCCM) 建议, 心脏外科术后及头部外伤患者血糖控制目标为 8.3 ~ 10.0 mmol/L<sup>[61]</sup>; 2016 年 SCCM/ASPEN 建议危重患者营养支持治疗期间血糖控制目标范围为 7.8 ~ 10.0 mmol/L<sup>[19]</sup>。心脏术后的血糖控制具体范围目前学界仍无定论, 尚待进一步研究探讨, 专家委员会建议暂时采用 7.8 ~ 10.0 mmol/L。

## 7 药物性营养支持治疗

**7.1** 免疫调节配方制剂的应用

**7.1.1** 建议在术前营养支持治疗中选用免疫调节型配方 (富含精氨酸、 $\Omega-3$  鱼油) EN 制剂, 对围手术期减少感染和减轻炎症反应有益<sup>[62-63]</sup>。(II a, A)

**7.1.2** 术后重症患者特别是合并 ARDS 等多器官功能障碍时, 使用富含  $\Omega-3$  鱼油制剂 (0.1 ~ 0.2 g/kg), 可缩短机械通气时间和 ICU 住院时间<sup>[64-65]</sup>。(II b, B)

**7.1.3** 无论肠内还是肠外营养配方中均不推荐添加额外的谷氨酰胺制剂, 特别在严重休克和内环境紊乱时, 额外补充谷氨酰胺制剂甚至会增加患者的死亡风险<sup>[66]</sup>。(III, B)

一项关于为早期多器官功能衰竭或需依赖血管活性药物的休克患者添加谷氨酰胺和抗氧化剂的研究 (REDOX 研究)<sup>[67]</sup>显示, 在肠内和肠外营养制剂中额外添加谷氨酰胺制剂时, 其 60 d 病死率 (37.2% 比 31.0%,  $P=0.02$ ) 以及住院时间 (d: 50.0 比 40.1,  $P=0.02$ ) 均显著增加。

**7.2** 具有抗氧化作用的药物营养制剂

**7.2.1** CBP 等心脏外科特殊操作可导致术后严重的炎症反应, 除  $\Omega-3$  鱼油制剂外, 硒、辅酶 Q10、镁、硫辛酸等制剂也可安全用作心血管外科患者围手术期的抗氧化剂使用<sup>[68]</sup>, 并建议在患者入 ICU 后 24 h 内添加。(II b, B)

**7.2.2** 需要使用机械通气的重症患者, 还应联合使用安全剂量的维生素 C、维生素 E 和微量元素 (锌、铜), 以起到抗氧化作用。(II b, B)

**7.2.3** 对于机械通气脱机困难的重症患者, 建议监测血磷浓度。(II b, B)

**7.3** 心脏术后患者应注意补充水溶性维生素 (B 类)、

脂溶性维生素 (K 等)、钙、钾等。(II b, C)

有 30% 以上的机械通气脱机困难患者可发生低磷血症, 故应常规监测血磷浓度。此外, 补充含磷制剂也可能对心肌功能稳定有利<sup>[69]</sup>。

**7.4** 纤维素制剂的应用

**7.4.1** 建议对血流动力学稳定患者的 EN 制剂中常规添加不溶性纤维素及可溶性纤维素 (益生元如 FOS、菊粉等) 10 ~ 20 g/d, 可改善肠道菌群平衡, 减少腹泻的发生。(II a, B)

**7.4.2** 有肠缺血证据或严重胃肠蠕动障碍的患者, 应避免使用含不溶性纤维素和可溶性纤维素制剂。(III, B)

可溶性纤维素在大肠分解成短链脂肪酸, 是结肠上皮细胞和正常菌群的主要营养来源, 如丁酸等。对于血流动力学稳定患者, 10 ~ 20 g/d 可溶性纤维素有利于保证肠道及共生菌群的生长<sup>[70]</sup>。有肠缺血或严重胃肠蠕动障碍患者, 使用含纤维素肠内制剂可能发生肠梗阻, 应避免使用<sup>[71-72]</sup>。

**7.5** 严重炎症状态患者的药物性营养支持治疗

**7.5.1** 严重炎症状态患者 PN 治疗建议不使用含大豆脂肪的制剂, 即使有必要使用, 也不能超过每周 100 g, 并应检测 TG, 如  $TG \geq 4$  mmol/L, 应考虑暂停脂类输入。(III, B)

**7.5.2** 严重炎症状态患者 PN 使用含鱼油制剂可能比其他不含大豆脂肪的 PN 制剂更好 (如中长链脂肪乳、橄榄油等)。(II a, A)

严重创伤患者, 相比常规输入含大豆脂肪制剂者, 前 10 d 不使用大豆脂肪制剂的肺炎及导管相关性感染发生率、ICU 住院时间、机械通气时间等均显著下降<sup>[73]</sup>。Palmer 等<sup>[74]</sup>对 8 项 RCT 研究 (391 例) 分析发现, 使用含鱼油制剂喂养可使住院时间缩短近 10 d。一项大型观察性研究对比了含鱼油与含大豆油制剂, 也证实含鱼油的 EN 制剂可显著减少患者 ICU 住院时间和 ICU 生存率<sup>[75]</sup>; 但 Umpierrez 等<sup>[76]</sup>的 RCT 研究却得出阴性结论。含鱼油制剂是否有益尚待进一步研究证实。

## 8 特殊类型患者

**8.1** 选择性腹主动脉瘤开放术后患者, 在严密监测胃肠功能状态下, 可安全进行 EEN<sup>[77]</sup>; 腔内大血管支架术后患者, 如有需要同样可实施 EEN<sup>[78-79]</sup>; 而预期有术后肠麻痹的腹腔大血管手术患者, 可考虑常规小肠喂养和使用胃肠动力药<sup>[80-81]</sup>。(II a, B)

一项队列研究证实, 选择性腹主动脉瘤开放手术后, 部分患者可安全进行 EEN<sup>[77]</sup>; 而腔内大血管支架术后患者, 通常不需营养支持, 如有需要, 同样可实施 EEN<sup>[78-79]</sup>; 腹腔供血血管可能受累患者, 术后需严密监测胃肠功能状态, 特别是预期术后有肠

麻痹患者,需同时采用多种措施,如术后尽快去除鼻胃管、尽快尝试经口或EN以促进胃肠蠕动、使用胃肠动力药等,患者可耐受胃残留量达500 mL<sup>[80-81]</sup>,当然有肠缺血表现者应给予DEN。

**8.2 脓毒性休克患者**无论营养风险程度如何,早期均不予PN(Ⅲ, B);充分复苏和血流动力学稳定的确诊脓毒症/脓毒性休克患者,应在24~48 h内给予EN;初期EN采用从滋养型喂养开始[41.84~83.68 kJ/h(10~20 kcal/h), 2 092 kJ/d(500 kcal/d)], 24~48 h后如可耐受,争取第1周达到>目标热量80%,而建议给予蛋白质1.2~2.0 g·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>。(Ⅱ a, B)

**8.3 成人重症肥胖患者**采用低热量密度EN配方和高蛋白质摄入量(2.0 g/kg,理想体重下);由于重症肥胖患者通常存在过度炎症反应,免疫调节型配方应该有益。(Ⅱ b, B)

**8.4 建议慢性重症患者**(持续器官衰竭且ICU住院时间>21 d)予以积极高蛋白EN治疗,如可能,开始运动训练。(Ⅱ b, C)

一项观察性研究结果显示,给予脓毒症初期(24~48 h内)患者25%~66%目标热量是合适的<sup>[82]</sup>,因此脓毒症初期EN支持采用从滋养型喂养[41.84~83.68 kJ/h(10~20 kcal/h), 2 092 kJ/d(500 kcal/d)]开始是合理的,24~48 h后如可以耐受,则可增加到60%~70%目标热量<sup>[83]</sup>,争取第1周达到>目标热量80%,而建议给予蛋白质1.2~2.0 g·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup><sup>[84]</sup>。肥胖患者适度低热量喂养是目前统一意见<sup>[85]</sup>,可减少代谢并发症,但蛋白质供给要充足<sup>[86]</sup>。肥胖常与过度氧化应激炎症相关,免疫型配方应该有益<sup>[87]</sup>。

持续器官衰竭且ICU住院时间>21 d患者通常因器官功能损伤、反复院内感染等而存在持续炎症反应状态以及免疫抑制,负氮平衡持续,需要积极补充蛋白质和康复训练<sup>[88-89]</sup>。

项目主持者:张海涛(中国医学科学院阜外医院心脏外科ICU)

项目执笔者:温隽珉(中国医学科学院阜外医院深圳医院心脏外科ICU);周宏艳(中国医学科学院阜外医院心脏外科ICU);曹芳芳(中国医学科学院阜外医院心脏外科ICU);杜雨(中国医学科学院阜外医院心脏外科ICU);李白翎(上海长征医院心胸外科)

中国心脏重症营养支持专家委员会(按姓氏拼音排序):曹芳芳(中国医学科学院阜外医院心脏外科ICU);曹舸(四川大学华西医院心胸外科ICU);晁彦公(清华大学第一附属医院华信医院重症医学科);陈伟新(中国医学科学院阜外医院深圳医院心脏外科ICU);陈文劲(首都医科大学宣武医院神经外科ICU);陈子英(河北医科大学第二医院心脏外科);陈祖君(中国医学科学院阜外医院心脏外科ICU);褚银平(山西省人民医院心脏外科);丁盛(成都市军区陆军总医院SICU);董念国(武汉协和医院心脏外科);董啸(南昌大学第二附属医院心胸外科);杜雨(中国医学科学院阜外医院心脏外科ICU);冯晓东(同济大学附属东方医院心脏外科);谷天祥(中国医科大学附属第一医院心脏外科);郭建华(同济大学附属东方医院心脏外科SICU);韩宏光(沈阳军区总医院心脏外科ICU);洪军(浙江省人民医院重症医学科);侯晓彤(首都医科大学附属安贞医院心脏外科ICU);胡亚兰(郑州市第七人民医院,郑州市心血管病医院重症医学科);

黄晓波(电子科技大学临床医学院,四川省人民医院重症医学中心);纪广玉(上海长征医院心胸外科);纪洪生(山东省立医院外科ICU);贾士杰(北京安贞医院SICU);李白翎(上海长征医院心胸外科);李丹(吉林大学第二医院心血管外科);李培军(天津市胸科医院ICU);林柏松(吉林大学第三医院心脏外科);林玲(浙江大学邵逸夫医院ICU);刘彬(亚洲心脏病医院心脏外科ICU);刘宏生(山东济宁医学院附属医院心脏ICU);刘志刚(天津泰达国际心血管病医院外科部);罗哲(复旦大学附属中山医院大血管外科ICU);孟树萍(河南省人民医院心脏外科ICU);宁波(空军总医院重症医学科);庞昕焱(山东省齐鲁医院心脏外科ICU);申红亚(郑州大学第二附属医院心血管外科重症监护室);沈振亚(苏州大学附属第一医院心脏外科ICU);师桃(西安交通大学第一附属医院心脏外科ICU);史嘉伟(华中科技大学附属协和医院心脏外科ICU);宋先荣(河南省胸科医院心脏外科ICU);唐白云(中山大学附属第一医院心脏外科ICU);吴海卫(南京军区南京总医院心胸外科);吴明营(首都医科大学附属北京同仁医院心血管中心);武卫东(山西大医院重症医学科);谢波(上海交通大学附属仁济医院心脏外科SICU);熊卫萍(广东省人民医院心血管研究所心脏外科ICU);许卫江(武汉亚洲心脏病医院心脏外科ICU);杨谦(厦门市心血管病医院心脏外科);杨苏民(青岛大学附属医院心脏外科);叶明(哈尔滨医科大学附属二院重症医学科);虞敏(上海交通大学附属第一人民医院心血管外科);于湘友(新疆医科大学第一附属医院重症医学科);张海涛(中国医学科学院阜外医院心脏外科ICU);张杰(南京大学医学院附属鼓楼医院ICU);张志成(海军总医院ICU);章渭方(浙江大学医学院附属第一医院外科ICU);赵荣(第四军医大学第一附属医院心血管ICU);周飞虎(解放军总医院重症医学科);周宏艳(中国医学科学院阜外医院心脏外科ICU) 编写秘书:方源(中国医学科学院阜外医院深圳医院心脏外科ICU) 利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Rahman A, Hasan RM, Agarwala R, et al. Identifying critically-ill patients who will benefit most from nutritional therapy: further validation of the "modified NUTRIC" nutritional risk assessment tool [J]. Clin Nutr, 2016, 35 (1): 158-162. DOI: 10.1016/j.clnu.2015.01.015.

[2] Drover JW, Cahill NE, Kutsogiannis J, et al. Nutrition therapy for the critically ill surgical patient: we need to do better! [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2010, 34 (6): 644-652. DOI: 10.1177/0148607110372391.

[3] Stoppe C, Goetzenich A, Whitman G, et al. Role of nutrition support in adult cardiac surgery: a consensus statement from an International Multidisciplinary Expert Group on Nutrition in Cardiac Surgery [J]. Crit Care, 2017, 21 (1): 131. DOI: 10.1186/s13054-017-1690-5.

[4] Reintam Blaser A, Starkopf J, Alhazzani W, et al. Early enteral nutrition in critically ill patients: ESICM clinical practice guidelines [J]. Intensive Care Med, 2017, 43 (3): 380-398. DOI: 10.1007/s00134-016-4665-0.

[5] Anthony PS. Nutrition screening tools for hospitalized patients [J]. Nutr Clin Pract, 2008, 23 (4): 373-382. DOI: 10.1177/0884533608321130.

[6] Tillquist M, Kutsogiannis DJ, Wischmeyer PE, et al. Bedside ultrasound is a practical and reliable measurement tool for assessing quadriceps muscle layer thickness [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2014, 38 (7): 886-890. DOI: 10.1177/0148607113501327.

[7] Visser M, van Venrooij LM, Wanders DC, et al. The bioelectrical impedance phase angle as an indicator of undernutrition and adverse clinical outcome in cardiac surgical patients [J]. Clin Nutr, 2012, 31 (6): 981-986. DOI: 10.1016/j.clnu.2012.05.002.

[8] Davis CJ, Sowa D, Keim KS, et al. The use of prealbumin and C-reactive protein for monitoring nutrition support in adult patients receiving enteral nutrition in an urban medical center [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2012, 36 (2): 197-204. DOI: 10.1177/0148607111413896.

[9] Raguso CA, Dupertuis YM, Pichard C. The role of visceral proteins in the nutritional assessment of intensive care unit patients [J]. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2003, 6 (2): 211-216. DOI: 10.1097/01.mco.0000058592.27240.95.

[10] Barber L, Barrett R, Lichtwark G. Validity and reliability of a simple ultrasound approach to measure medial gastrocnemius muscle length [J]. J Anat, 2011, 218 (6): 637-642. DOI: 10.1111/j.1469-



- 7580.2011.01365.x.
- [ 11 ] Mourtzakis M, Wischmeyer P. Bedside ultrasound measurement of skeletal muscle [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2014, 17 (5): 389–395. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000088.
- [ 12 ] Faisy C, Lerolle N, Dachraoui F, et al. Impact of energy deficit calculated by a predictive method on outcome in medical patients requiring prolonged acute mechanical ventilation [J]. *Br J Nutr*, 2009, 101 (7): 1079–1087. DOI: 10.1017/S0007114508055669.
- [ 13 ] Heidegger CP, Berger MM, Graf S, et al. Optimisation of energy provision with supplemental parenteral nutrition in critically ill patients: a randomised controlled clinical trial [J]. *Lancet*, 2013, 381 (9864): 385–393. DOI: 10.1016/S0140–6736(12)61351–8.
- [ 14 ] Gillis C, Carli F. Promoting perioperative metabolic and nutritional care [J]. *Anesthesiology*, 2015, 123 (6): 1455–1472. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000795.
- [ 15 ] Gustafsson UO, Scott MJ, Schwenk W, et al. Guidelines for perioperative care in elective colonic surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations [J]. *World J Surg*, 2013, 37 (2): 259–284. DOI: 10.1007/s00268–012–1772–0.
- [ 16 ] Reintam Blaser A, Malbrain ML, Starkopf J, et al. Gastrointestinal function in intensive care patients: terminology, definitions and management. Recommendations of the ESICM Working Group on Abdominal Problems [J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38 (3): 384–394. DOI: 10.1007/s00134–011–2459–y.
- [ 17 ] Edes TE, Walk BE, Austin JL. Diarrhea in tube-fed patients: feeding formula not necessarily the cause [J]. *Am J Med*, 1990, 88 (2): 91–93. DOI: 10.1016/0002–9343(90)90454–L.
- [ 18 ] Singer P, Anbar R, Cohen J, et al. The tight calorie control study (TICACOS): a prospective, randomized, controlled pilot study of nutritional support in critically ill patients [J]. *Intensive Care Med*, 2011, 37 (4): 601–609. DOI: 10.1007/s00134–011–2146–z.
- [ 19 ] McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, 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.) [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2016, 40 (2): 159–211. DOI: 10.1177/0148607115621863.
- [ 20 ] Tamion F, Hamelin K, Dufflo A, et al. Gastric emptying in mechanically ventilated critically ill patients: effect of neuromuscular blocking agent [J]. *Intensive Care Med*, 2003, 29 (10): 1717–1722. DOI: 10.1007/s00134–003–1898–5.
- [ 21 ] Robinson MK, Mogensen KM, Casey JD, et al. The relationship among obesity, nutritional status, and mortality in the critically ill [J]. *Crit Care Med*, 2015, 43 (1): 87–100. DOI: 10.1097/CCM.0000000000000602.
- [ 22 ] Casaer MP, Mesotten D, Hermans G, et al. Early versus late parenteral nutrition in critically ill adults [J]. *N Engl J Med*, 2011, 365 (6): 506–517. DOI: 10.1056/NEJMoa1102662.
- [ 23 ] Drakulovic MB, Torres A, Bauer TT, et al. Supine body position as a risk factor for nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a randomised trial [J]. *Lancet*, 1999, 354 (9193): 1851–1858. DOI: 10.1016/S0140–6736(98)12251–1.
- [ 24 ] DeRiso AJ 2nd, Ladowski JS, Dillon TA, et al. Chlorhexidine gluconate 0.12% oral rinse reduces the incidence of total nosocomial respiratory infection and nonprophylactic systemic antibiotic use in patients undergoing heart surgery [J]. *Chest*, 1996, 109 (6): 1556–1561. DOI: 10.1378/chest.109.6.1556.
- [ 25 ] Houston S, Hougland P, Anderson JJ, et al. Effectiveness of 0.12% chlorhexidine gluconate oral rinse in reducing prevalence of nosocomial pneumonia in patients undergoing heart surgery [J]. *Am J Crit Care*, 2002, 11 (6): 567–570.
- [ 26 ] Burlew CC, Moore EE, Cuschieri J, et al. Who should we feed? Western Trauma Association multi-institutional study of enteral nutrition in the open abdomen after injury [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012, 73 (6): 1380–1387; discussion 1387–1388. DOI: 10.1097/TA.0b013e318259924c.
- [ 27 ] Heyland DK, Murch L, Cahill N, et al. Enhanced protein-energy provision via the enteral route feeding protocol in critically ill patients: results of a cluster randomized trial [J]. *Crit Care Med*, 2013, 41 (12): 2743–2753. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31829efef5.
- [ 28 ] Heyland DK, Cahill N, Day AG. Optimal amount of calories for critically ill patients: depends on how you slice the cake! [J]. *Crit Care Med*, 2011, 39 (12): 2619–2626. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318226641d.
- [ 29 ] Mentec H, Dupont H, Bocchetti M, et al. Upper digestive intolerance during enteral nutrition in critically ill patients: frequency, risk factors, and complications [J]. *Crit Care Med*, 2001, 29 (10): 1955–1961. DOI: 10.1097/00003246–200110000–00018.
- [ 30 ] Heyland DK, Dhaliwal R, Day A, et al. Validation of the Canadian clinical practice guidelines for nutrition support in mechanically ventilated, critically ill adult patients: results of a prospective observational study [J]. *Crit Care Med*, 2004, 32 (11): 2260–2266. DOI: 10.1097/01.CCM.0000145581.54571.32.
- [ 31 ] McCowen KC, Friel C, Sternberg J, et al. Hypocaloric total parenteral nutrition: effectiveness in prevention of hyperglycemia and infectious complications. A randomized clinical trial [J]. *Crit Care Med*, 2000, 28 (11): 3606–3611. DOI: 10.1097/00003246–200011000–00007.
- [ 32 ] Jiang H, Sun MW, Hefright B, et al. Efficacy of hypocaloric parenteral nutrition for surgical patients: a systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Nutr*, 2011, 30 (6): 730–737. DOI: 10.1016/j.clnu.2011.05.006.
- [ 33 ] Ahrens CL, Barletta JF, Kanji S, et al. Effect of low-calorie parenteral nutrition on the incidence and severity of hyperglycemia in surgical patients: a randomized, controlled trial [J]. *Crit Care Med*, 2005, 33 (11): 2507–2512. DOI: 10.1097/01.CCM.0000186746.64572.8A.
- [ 34 ] Heyland DK, Stephens KE, Day AG, et al. The success of enteral nutrition and ICU-acquired infections: a multicenter observational study [J]. *Clin Nutr*, 2011, 30 (2): 148–155. DOI: 10.1016/j.clnu.2010.09.011.
- [ 35 ] Braunschweig CL, Levy P, Sheean PM, et al. Enteral compared with parenteral nutrition: a meta-analysis [J]. *Am J Clin Nutr*, 2001, 74 (4): 534–542. DOI: 10.1093/ajcn/74.4.534.
- [ 36 ] Oliveira G, Tapia MJ, Ocón J, et al. Parenteral nutrition-associated hyperglycemia in non-critically ill inpatients increases the risk of in-hospital mortality (multicenter study) [J]. *Diabetes Care*, 2013, 36 (5): 1061–1066. DOI: 10.2337/dc12–1379.
- [ 37 ] Heyland DK, Drover JW, MacDonald S, et al. Effect of postpyloric feeding on gastroesophageal regurgitation and pulmonary microaspiration: results of a randomized controlled trial [J]. *Crit Care Med*, 2001, 29 (8): 1495–1501. DOI: 10.1097/00003246–200108000–00001.
- [ 38 ] Davies AR, Morrison SS, Bailey MJ, et al. A multicenter, randomized controlled trial comparing early nasojejunal with nasogastric nutrition in critical illness [J]. *Crit Care Med*, 2012, 40 (8): 2342–2348. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318255d87e.
- [ 39 ] Al-Khatib SM, LaPointe NM, Kramer JM, et al. What clinicians should know about the QT interval [J]. *JAMA*, 2003, 289 (16): 2120–2127. DOI: 10.1001/jama.289.16.2120.
- [ 40 ] Li EC, Esterly JS, Pohl S, et al. Drug-induced QT-interval prolongation: considerations for clinicians [J]. *Pharmacotherapy*, 2010, 30 (7): 684–701. DOI: 10.1592/phco.30.7.684.
- [ 41 ] Nguyen NQ, Chapman M, Fraser RJ, et al. Prokinetic therapy for feed intolerance in critical illness: one drug or two? [J]. *Crit Care Med*, 2007, 35 (11): 2561–2567. DOI: 10.1097/01.CCM.0000286397.04815.B1.
- [ 42 ] Rahman A, Martin C, Heyland DK. Nutrition therapy for the critically ill surgical patient with aortic aneurysmal rupture: defining and improving current practice [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2015, 39 (1): 104–113. DOI: 10.1177/0148607113501695.
- [ 43 ] Vermeulen Windsant IC, Hellenhal FA, Derikx JP, et al. Circulating intestinal fatty acid-binding protein as an early marker of intestinal necrosis after aortic surgery: a prospective observational cohort study [J]. *Ann Surg*, 2012, 255 (4): 796–803. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31824b1e16.
- [ 44 ] Rosset E, Ben AS, Galvaing G, et al. Editor's choice: hybrid treatment of thoracic, thoracoabdominal, and abdominal aortic aneurysms: a multicenter retrospective study [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2014, 47 (5): 470–478. DOI: 10.1016/j.ejvs.2014.02.013.
- [ 45 ] Flordelis Lasierra JL, Pérez-Vela JL, Umezawa Makikado LD, et al. Early enteral nutrition in patients with hemodynamic failure following cardiac surgery [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2015, 39 (2): 154–162. DOI: 10.1177/0148607113504219.
- [ 46 ] Khalid I, Doshi P, DiGiovine B. Early enteral nutrition and outcomes of critically ill patients treated with vasopressors and mechanical ventilation [J]. *Am J Crit Care*, 2010, 19 (3): 261–268. DOI: 10.4037/ajcc2010197.
- [ 47 ] Ferrie S, Herkes R, Forrest P. Nutrition support during extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in adults: a retrospective audit of 86 patients [J]. *Intensive Care Med*, 2013, 39 (11): 1989–1994. DOI: 10.1007/s00134–013–3053–2.
- [ 48 ] van der Voort PH, Zandstra DF. Enteral feeding in the critically ill: comparison between the supine and prone positions: a prospective crossover study in mechanically ventilated patients [J]. *Crit Care*, 2001, 5 (4): 216–220. DOI: 10.1177/015426502017005323.
- [ 49 ] Reignier J, Thenoz-Jost N, Fiancette M, et al. Early enteral nutrition in mechanically ventilated patients in the prone position [J].

- Crit Care Med, 2004, 32 (1): 94–99. DOI: 10.1097/01.CCM.0000104208.23542.A8.
- [50] Reignier J, Dimet J, Martin-Lefevre L, et al. Before–after study of a standardized ICU protocol for early enteral feeding in patients turned in the prone position [J]. *Clin Nutr*, 2010, 29 (2): 210–216. DOI: 10.1016/j.clnu.2009.08.004.
- [51] Saur J, Leweling H, Trinkmann F, et al. Modification of the Harris–Benedict equation to predict the energy requirements of critically ill patients during mild therapeutic hypothermia [J]. *In Vivo*, 2008, 22 (1): 143–146.
- [52] Oshima T, Furukawa Y, Kobayashi M, et al. Fulfilling caloric demands according to indirect calorimetry may be beneficial for post cardiac arrest patients under therapeutic hypothermia [J]. *Resuscitation*, 2015, 88: 81–85. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.12.025.
- [53] Bernard SA, Buist M. Induced hypothermia in critical care medicine: a review [J]. *Crit Care Med*, 2003, 31 (7): 2041–2051. DOI: 10.1097/01.CCM.0000069731.18472.61.
- [54] Williams ML, Nolan JP. Is enteral feeding tolerated during therapeutic hypothermia? [J]. *Resuscitation*, 2014, 85 (11): 1469–1472. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.08.018.
- [55] Dvorak MF, Noonan VK, Bélanger L, et al. Early versus late enteral feeding in patients with acute cervical spinal cord injury: a pilot study [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29 (9): E175–180. DOI: 10.1097/00007632-200405010-00020.
- [56] Rowan CJ, Gillanders LK, Paice RL, et al. Is early enteral feeding safe in patients who have suffered spinal cord injury? [J]. *Injury*, 2004, 35 (3): 238–242. DOI: 10.1016/S0020-1383(03)00203-1.
- [57] Fiaccadori E, Regolisti G, Maggiore U. Specialized nutritional support interventions in critically ill patients on renal replacement therapy [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2013, 16 (2): 217–224. DOI: 10.1097/MCO.0b013e32835c20b0.
- [58] Scheinkestel CD, Kar L, Marshall K, et al. Prospective randomized trial to assess caloric and protein needs of critically ill, anuric, ventilated patients requiring continuous renal replacement therapy [J]. *Nutrition*, 2003, 19 (11–12): 909–916. DOI: 10.1016/S0899-9007(03)00175-8.
- [59] 闫军, 卢倩, 董家鸿. 肝功能损害病人术后早期肠内营养疗效观察 [J]. *第三军医大学学报*, 2004, 26 (12): 1113–1115. DOI: 10.3321/j.issn:1000-5404.2004.12.026.
- Yan J, Lu Q, Dong JH. Therapeutic effects of postoperative early enteral nutrition for patients with hepatic dysfunction [J]. *J Third Mil Med Univ*, 2004, 26 (12): 1113–1115. DOI: 10.3321/j.issn:1000-5404.2004.12.026.
- [60] Finfer S, Chittock DR, Su SY, et al. Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients [J]. *N Engl J Med*, 2009, 360 (13): 1283–1297. DOI: 10.1056/NEJMoa0810625.
- [61] Jacobi J, Bircher N, Krinsley J, et al. Guidelines for the use of an insulin infusion for the management of hyperglycemia in critically ill patients [J]. *Crit Care Med*, 2012, 40 (12): 3251–3276. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3182653269.
- [62] Visser M, Niessen HW, Kok WE, et al. Nutrition before and during surgery and the inflammatory response of the heart: a randomized controlled trial [J]. *J Nutr Metab*, 2015, 2015: 123158. DOI: 10.1155/2015/123158.
- [63] Heidt MC, Vician M, Stracke SK, et al. Beneficial effects of intravenously administered N-3 fatty acids for the prevention of atrial fibrillation after coronary artery bypass surgery: a prospective randomized study [J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2009, 57 (5): 276–280. DOI: 10.1055/s-0029-1185301.
- [64] Berger MM, Delodder F, Liaudet L, et al. Three short perioperative infusions of n-3 PUFAs reduce systemic inflammation induced by cardiopulmonary bypass surgery: a randomized controlled trial [J]. *Am J Clin Nutr*, 2013, 97 (2): 246–254. DOI: 10.3945/ajcn.112.046573.
- [65] Manzanares W, Langlois PL, Dhaliwal R, et al. Intravenous fish oil lipid emulsions in critically ill patients: an updated systematic review and meta-analysis [J]. *Crit Care*, 2015, 19: 167. DOI: 10.1186/s13054-015-0888-7.
- [66] Ziegler TR, May AK, Hebbard G, et al. Efficacy and safety of glutamine-supplemented parenteral nutrition in surgical ICU patients: an American multicenter randomized controlled trial [J]. *Ann Surg*, 2016, 263 (4): 646–655. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001487.
- [67] Heyland D, Muscedere J, Wischmeyer PE, et al. A randomized trial of glutamine and antioxidants in critically ill patients [J]. *N Engl J Med*, 2013, 368 (16): 1489–1497. DOI: 10.1056/NEJMoa1212722.
- [68] Leong JY, van der Merwe J, Pepe S, et al. Perioperative metabolic therapy improves redox status and outcomes in cardiac surgery patients: a randomised trial [J]. *Heart Lung Circ*, 2010, 19 (10): 584–591. DOI: 10.1016/j.hlc.2010.06.659.
- [69] Alsumrain MH, Jawad SA, Imran NB, et al. Association of hypophosphatemia with failure-to-wean from mechanical ventilation [J]. *Ann Clin Lab Sci*, 2010, 40 (2): 144–148.
- [70] Homann HH, Kemen M, Fuessenich C, et al. Reduction in diarrhea incidence by soluble fiber in patients receiving total or supplemental enteral nutrition [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 1994, 18 (6): 486–490. DOI: 10.1177/0148607194018006486.
- [71] McIvor AC, Meguid MM, Curtas S, et al. Intestinal obstruction from cecal bezoar; a complication of fiber-containing tube feedings [J]. *Nutrition*, 1990, 6 (1): 115–117.
- [72] Scaife CL, Saffle JR, Morris SE. Intestinal obstruction secondary to enteral feedings in burn trauma patients [J]. *J Trauma*, 1999, 47 (5): 859–863. DOI: 10.1097/00005373-199911000-00007.
- [73] Battistella FD, Widergren JT, Anderson JT, et al. A prospective, randomized trial of intravenous fat emulsion administration in trauma victims requiring total parenteral nutrition [J]. *J Trauma*, 1997, 43 (1): 52–58; discussion 58–60. DOI: 10.1097/00005373-199707000-00013.
- [74] Palmer AJ, Ho CK, Ajibola O, et al. The role of  $\omega$ -3 fatty acid supplemented parenteral nutrition in critical illness in adults: a systematic review and meta-analysis [J]. *Crit Care Med*, 2013, 41 (1): 307–316. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3182657578.
- [75] Cahill NE, Dhaliwal R, Day AG, et al. Nutrition therapy in the critical care setting: what is "best achievable" practice? An international multicenter observational study [J]. *Crit Care Med*, 2010, 38 (2): 395–401. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181c0263d.
- [76] Umpierrez GE, Spiegelman R, Zhao V, et al. A double-blind, randomized clinical trial comparing soybean oil-based versus olive oil-based lipid emulsions in adult medical-surgical intensive care unit patients requiring parenteral nutrition [J]. *Crit Care Med*, 2012, 40 (6): 1792–1798. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3182474b9f.
- [77] Ko PJ, Hsieh HC, Liu YH, et al. Experience with early postoperative feeding after abdominal aortic surgery [J]. *Chang Gung Med J*, 2004, 27 (3): 210–216.
- [78] Crowson M, Fielding JW, Black J, et al. Acute gastrointestinal complications of infrarenal aortic aneurysm repair [J]. *Br J Surg*, 1984, 71 (11): 825–828. DOI: 10.1002/bjs.1800711105.
- [79] Hölzenbein J, Kretschmer G, Glanzl R, et al. Endovascular AAA treatment: expensive prestige or economic alternative? [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 1997, 14 (4): 265–272. DOI: 10.1016/S1078-5884(97)80238-9.
- [80] Miedema BW, Schillie S, Simmons JW, et al. Small bowel motility and transit after aortic surgery [J]. *J Vasc Surg*, 2002, 36 (1): 19–24. DOI: 10.1067/mva.2002.124368.
- [81] Toumadre JP, Barclay M, Fraser R, et al. Small intestinal motor patterns in critically ill patients after major abdominal surgery [J]. *Am J Gastroenterol*, 2001, 96 (8): 2418–2426. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2001.03951.x.
- [82] Stapleton RD, Jones N, Heyland DK. Feeding critically ill patients: what is the optimal amount of energy? [J]. *Crit Care Med*, 2007, 35 (9 Suppl): S535–540. DOI: 10.1097/01.CCM.0000279204.24648.44.
- [83] Levy MM, Artigas A, Phillips GS, et al. Outcomes of the Surviving Sepsis Campaign in intensive care units in the USA and Europe: a prospective cohort study [J]. *Lancet Infect Dis*, 2012, 12 (12): 919–924. DOI: 10.1016/S1473-3099(12)70239-6.
- [84] Weijs PJ, Sauerwein HP, Kondrup J. Protein recommendations in the ICU: g protein/kg body weight—which body weight for underweight and obese patients? [J]. *Clin Nutr*, 2012, 31 (5): 774–775. DOI: 10.1016/j.clnu.2012.04.007.
- [85] Jesuit C, Dillon C, Compber C, et al. A.S.P.E.N. clinical guidelines: nutrition support of hospitalized pediatric patients with obesity [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2010, 34 (1): 13–20. DOI: 10.1177/0148607109354088.
- [86] Dickerson RN, Boschert KJ, Kudsk KA, et al. Hypocaloric enteral tube feeding in critically ill obese patients [J]. *Nutrition*, 2002, 18 (3): 241–246.
- [87] Savini I, Catani MV, Evangelista D, et al. Obesity-associated oxidative stress: strategies finalized to improve redox state [J]. *Int J Mol Sci*, 2013, 14 (5): 10497–10538. DOI: 10.3390/ijms140510497.
- [88] MacIntyre NR, Epstein SK, Carson S, et al. Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation: report of a NAMDRG consensus conference [J]. *Chest*, 2005, 128 (6): 3937–3954. DOI: 10.1378/chest.128.6.3937.
- [89] Nelson JE, Cox CE, Hope AA, et al. Chronic critical illness [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2010, 182 (4): 446–454. DOI: 10.1164/rccm.201002-0210CI.