

• 专家共识 •

中国重症患者肠外营养治疗临床实践专家共识 (2024)

浙江省医学会重症医学分会

通信作者: 江荣林, Email: jiangronglin@126.com

【摘要】 重症患者营养不良发生率高, 容易导致感染、ICU 获得性肌无力等不良预后, 如何改善重症患者营养状况是目前一个重要难题。肠外营养(PN)是医学营养的重要组成部分, 但目前如何针对重症患者实施合理规范的 PN 尚有较多争议。为进一步规范重症患者的 PN 策略, 浙江省医学会重症医学分会召集重症医学领域专家, 制定了《中国重症患者肠外营养治疗临床实践专家共识(2024)》。该共识基于 GRADE 证据质量分级标准, 以问题为导向, 从 PN 时机、适宜人群、营养方案及成分比例等多方面总结循证医学证据, 为临床营养实践中 PN 的规范化和标准化实施提供专业建议。

【关键词】 肠外营养; 重症; 专家共识

实践指南注册: 国际实践指南注册与透明化平台, PREPARE-2024CN753

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20240123-00080

Expert consensus on clinical practice of parenteral nutrition therapy for critically ill patients in China (2024)

Zhejiang Medical Association Critical Care Medicine Branch

Corresponding author: Jiang Ronglin, Email: jiangronglin@126.com

【Abstract】 Critical patients have a high incidence of malnutrition, which can lead to adverse outcomes such as infections and ICU-acquired weakness. Improving the nutritional status of critically ill patients is currently an important challenge. Parenteral nutrition (PN) is an important component of medical nutrition, but there is still much controversy over how to implement a reasonable and standardized PN for critically ill patients. To further standardize the PN strategy for critically ill patients, the Critical Care Medicine Branch of the Zhejiang Medical Association convened experts in the field of critical care medicine and formulated the *Expert consensus on clinical practice of parenteral nutrition therapy for critically ill patients in China (2024)*. This consensus is based on the GRADE evidence quality grading standard, problem oriented, and summarizes evidence-based medicine evidence from multiple aspects such as PN timing, suitable population, nutritional plan, and ingredient ratio, providing professional suggestions for the standardization and implementation of PN in clinical nutrition practice.

【Key words】 Parenteral nutrition; Critical illness; Expert consensus

Practice Guideline Registration: Practice Guideline Registration for Transparency, PREPARE-2024CN753

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20240123-00080

重症患者营养不良发生率高, 高达 30% ~ 50%, 可导致总住院时间及重症监护病房(intensive care unit, ICU)住院时间明显延长, 感染、ICU 获得性肌无力等并发症显著增加^[1-2]。医学营养治疗是重症患者的重要治疗手段之一, 在患者血流动力学及内环境基本稳定的情况下, 应实施积极的医学营养治疗, 其中, 肠外营养(parenteral nutrition, PN)是医学营养治疗的重要组成部分。国内外指南也推荐在肠内营养(enteral nutrition, EN)禁忌或不足时, 可进行全胃肠外营养(total parenteral nutrition, TPN)或补充性肠外营养(supplementary parenteral nutrition, SPN)治疗。目前认为, 合理规范的 PN 可改善重症患者的临床预后, 但有关 PN 的启动时机、方法、成分及剂量等问题仍然存在很多争议^[1-4]。因此, 浙江省医学会重症医学分会召集重症医学领域专家, 基于 GRADE

证据质量分级标准, 以临床问题为导向, 根据目前循证医学证据, 制定了《中国重症患者肠外营养治疗临床实践专家共识(2024)》, 并请 40 位专家为每条推荐意见进行评分, 以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)列于推荐意见之后作为推荐强度, 为临床营养实践中 PN 的规范化和标准化实施提供专业建议。本共识已通过国际实践指南注册与透明化平台(Practice Guideline Registration for Transparency, PREPARE)进行了注册(注册号: PREPARE-2024CN753)。

1 对于有高营养风险或严重营养不良的重症患者, 什么时候是 PN 启动的时机?

既往研究表明, 与 PN 相比, 早期 EN 可降低重症患者感染发生率, 缩短 ICU 住院时间^[5], 因此建议对于存在高营养风险或严重营养不良的重症患者, 应在不能耐受 EN 时才启动 PN, 且在未尝试所有优

化EN耐受性措施前不应启用PN^[6]。但有两项分别纳入2 388例和2 410例ICU患者的大型多中心临床研究通过比较入ICU 3 d内给予PN与EN的预后表明,两组患者90 d病死率及感染发生率差异均无统计学意义,而EN组胃肠道不耐受、急性假性肠梗阻和肠缺血的发生率更高^[6-7]。2022年美国肠外肠内营养学会(American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, ASPEN)指南建议重症患者入ICU 7 d内给予PN或EN均可接受,二者在成本和操作便利性方面的差异可能是医生决定治疗方式的重要因素^[8]。

专家共识:对于存在高营养风险或严重营养不良的重症患者,若有EN禁忌证,则推荐入ICU 3~7 d启动PN。〔推荐强度:(8.0±1.3)分〕

2 对于低营养风险的重症患者,什么时候是PN启动的时机?

近期一项纳入6项随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)共6 731例低营养风险重症患者的Meta分析显示,大多数患者从第3天开始使用SPN且持续治疗6~8 d,其感染等并发症发生率及病死率与未使用SPN者差异均无统计学意义^[8]。另一项多中心RCT显示,给予入ICU第8天EN未达标的低营养风险患者SPN,其存活率较高,ICU住院时间较短,感染发生率较低^[9]。鉴于EN和PN各有利弊,在EN未基本达标的情况下,应在EN基础上给予SPN。超过7 d热量仍未达标的重症患者容易出现明显的营养状况恶化,并对临床结局产生不良影响,因此建议对入ICU 7 d后EN仍未基本达标的重症患者给予SPN^[4,8,10]。

专家共识:对于低营养风险的重症患者,若入ICU 1周EN的摄入量仍未达到目标热量的60%~80%,则推荐启动SPN。〔推荐强度:(7.9±1.5)分〕

3 对于重症患者,在EN耐受性改善后应如何调整PN?

尽管目前尚缺乏循证证据支持,但基于EN更符合生理特征,对于病情逐步稳定的重症患者,一旦其EN耐受性改善,应逐渐增加EN^[10]。同时,为了避免过度喂养,应逐渐减少PN。当EN达到目标热量的60%~80%且耐受性良好时,应考虑停用PN^[3]。

专家共识:一旦重症患者EN耐受性改善,推荐逐渐增加EN并降低PN比例,直至全EN供能。〔推荐强度:(8.4±1.2)分〕

4 重症患者实施PN时,应选择什么途径?

PN输注途径的选择主要考虑以下因素:预期

给药持续时间、PN配方和患者血管条件等。外周静脉的脆弱性限制了PN的持续时间和成分,但有研究表明,当PN营养液配方中氨基酸浓度<5%、葡萄糖浓度<10%、渗透压<900 mOsm/L且PN支持时间短暂时,选择外周静脉输注是安全的^[11]。经中心静脉导管或外周中心静脉导管(peripherally inserted central catheter, PICC)输注的优势是不受PN营养液成分、pH值、渗透压或体积的限制,因此推荐重症患者优先选择中心静脉导管或PICC作为PN的输注途径^[12]。

专家共识:推荐优先选择中心静脉导管或PICC作为重症患者PN途径。当PN治疗时间短且营养液配方浓度和渗透压不高时,也可选择经外周静脉途径输注。〔推荐强度:(7.7±1.4)分〕

5 对于重症患者,非蛋白热量和蛋白质供给应是多少?

有研究显示,通过对重症患者定期进行间接能量代谢测定,制定动态且个体化的营养目标,能显著降低病死率,改善患者预后^[13]。因此,目前大多数学者和主要营养学会的指南均推荐采用间接能量代谢测定患者实际的能量消耗值,作为机体能量目标需要的依据。在不能进行能量代谢测定时,2016年ASPEN指南推荐,对于存在高营养风险或者严重营养不良的非肥胖患者,非蛋白热量摄入的目标量为 $104.6 \sim 125.5 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ($25 \sim 30 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$),并推荐在开始营养治疗后24~48 h达到目标热量的50%;并且在监测再喂养综合征的前提下,建议在48~72 h达到目标热量的80%^[10]。需要注意的是,在不同病理状态下,机体能量代谢率有所不同:择期手术患者约增加10%;严重创伤、多发性骨折、感染患者可增加20%~30%;大面积烧伤患者能量消耗增加最明显,最大可增加100%;严重创伤性颅脑损伤患者热量需要量增加达100%~200%^[14]。而对于肥胖患者,体质指数(body mass index, BMI) $30 \sim 50 \text{ kg/m}^2$ 者非蛋白热量摄入的目标量为 $46.0 \sim 58.6 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ [$11 \sim 14 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ (实际体质量)], BMI $> 50 \text{ kg/m}^2$ 者非蛋白热量摄入的目标量为 $92.0 \sim 104.6 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ [$22 \sim 25 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ (理想体质量)]^[10,15]。

足量的蛋白质供给对患者预后同样起着十分重要的作用^[16-17]。建议采用氮平衡监测以指导蛋白质补充。重症患者因高分解代谢导致体质量和肌肉快速丢失,这会增加并发症发生率和病死率。在提供

足够适当能量的前提下,适当的氮补充可起到纠正负氮平衡、修复损伤组织及合成蛋白质的作用。一项前瞻性观察性研究显示,当蛋白质和热量均达到理想目标剂量时,患者 28 d 病死率明显下降;但仅热量达标而蛋白质不足时,其病死率并未改善^[18]。有研究表明,重症患者在无过度喂养时,蛋白质摄入量与病死率成反比^[19]。2016 年 ASPEN 指南建议每天补充蛋白质 $1.2 \sim 2.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ^[10],而 2018 年欧洲肠外肠内营养学会(European Society of Parenteral and Enteral Nutrition, ESPEN)指南则建议目标蛋白量 $>1.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ^[4]。

原发疾病不同可能导致患者对蛋白的需求量也有所不同,其中烧伤、多发伤、慢性重症及肥胖患者的蛋白需求量更高。严重创伤性颅脑损伤患者可增加至 $1.5 \sim 2.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$;开放性腹部手术患者,每天需要多提供 $15 \sim 30 \text{ g}$ 蛋白以补充腹腔渗出消耗;烧伤患者的目标蛋白量为 $1.5 \sim 2.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ^[20];接受血液透析或者连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)的患者需要增加蛋白质补充,最多可以增加至 $2.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ^[21];BMI $30 \sim 40 \text{ kg/m}^2$ 者的目标蛋白量约为 $2.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$,BMI $>40 \text{ kg/m}^2$ 者约为 $2.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ^[10]。由于每位患者的蛋白质需求量不同,因此应通过监测血清白蛋白、前白蛋白、视黄醇结合蛋白等进一步指导调整蛋白质的供应量。

专家共识:对于重症患者,推荐通过间接能量代谢及氮平衡测定来指导非蛋白热量和蛋白质供给。当不能实施上述监测时,建议重症患者的目标热量为 $104.6 \sim 125.5 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ($25 \sim 30 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$),目标蛋白量为 $1.2 \sim 2.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$,特殊情况下需适当调整。[推荐强度:(7.5 ± 1.7)分]

6 重症患者营养液中的脂肪乳剂应为多少?

脂肪酸是重症患者 PN 营养液中的重要成分,但过多的脂肪酸可能导致肝功能异常及脂质超载,尤其是重症患者常发生脂质代谢异常^[22]。因此,建议常规使用脂肪乳剂作为重症患者 PN 营养液成分,但剂量不应超过 $1.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ^[4, 10],需密切监测三酰甘油和肝功能以指导调整脂肪乳剂的应用^[23]。

中链脂肪酸具有水溶性好、不依赖肉毒碱转运、可刺激胰岛 B 细胞释放胰岛素、维持细胞膜磷脂构成及抗炎等优点;而长链脂肪酸耐受性较好,含必需脂肪酸。为兼顾两者优点,临床上通常使用物理或化学混合的中-长链脂肪酸,其中化学混合的结

构脂肪乳水解速度更均匀,有利于脂肪廓清。一项 Meta 分析显示,与物理混合的中-长链脂肪乳相比,结构脂肪乳可减少肝功能损伤风险,改善营养状况和免疫功能,减轻炎症反应,缩短住院时间^[24]。另外,针对重症感染患者,鱼油脂肪乳中富含 $\omega-3$ 多不饱和脂肪酸,具有一定的抗炎作用,能降低感染发生率,缩短住院时间^[25-27]。多种油脂肪乳 SMOF 具有均衡的脂肪酸组成和理想的 $\omega-6/\omega-3$ 比值(约为 $2.5:1$)。研究表明,SMOF 可缩短 ICU 住院时间及总住院时间,减轻肝肾功能损伤,具有良好的卫生经济学效应^[28]。

专家共识:建议常规静脉使用脂肪乳剂作为重症患者 PN 营养液成分,剂量不超过 $1.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。[推荐强度:(7.4 ± 1.4)分]

7 PN 营养液中是否应添加微营养素?

微营养素包括维生素和微量元素,是机体代谢必不可少的重要成分。微量元素(如锌、硒、碘、铁等)参与了机体有效利用葡萄糖、脂肪供能及合成蛋白质的生化过程,如锌、铜、锰等是机体内酶、维生素和激素的活性因子或成分^[29-30]。重症患者由于经口摄食能力受限,微量元素摄入减少,体内微量元素常明显不足;重症患者处于高代谢状态,对微量元素的需求明显增加;重症患者常合并局部或全身炎症反应及行 CRRT 等治疗,导致微量元素消耗大大增加^[31]。因此,建议在 PN 营养液中补充微量元素,并建议以复合制剂的形式通过配制流程添加^[32]。

维生素是一种有机化合物,在维持正常生理功能时是必不可少的。营养不良患者接受 PN 治疗时容易出现再喂养综合征,导致一系列不良反应,包括硫胺素(维生素 B1)等的缺乏。目前尚无应用维生素 B1 最佳剂量、频率或持续时间的统一意见。一项针对长期 PN 患者的研究表明,每天补充 3 mg 非肠道维生素 B1 即足够^[28]。对于代谢性脑病,如韦尼克脑病患者,建议每天补充足量维生素 B1。严重烧伤或创伤、多发伤和危重患者可能会出现维生素 C 水平降低,ASPEN 指南建议,对于接受 PN 的患者应常规提供 $110 \sim 150 \text{ mg/d}$ 的维生素 C。对于接受 PN 的住院患者,不推荐常规监测维生素 K 水平;但对于长期口服抗凝药物(华法林)或接受特殊抗菌药物(如头孢哌酮舒巴坦、替加环素等)的患者,建议定期检测维生素 K 水平,并及时调整补充剂量^[33]。

专家共识:建议在 PN 营养液中常规添加适量的微营养素。[推荐强度:(7.4 ± 1.9)分]

8 重症患者 PN 应采用什么输注方式?

“全合一”输注方式是指根据医师处方将包括氨基酸、葡萄糖、脂肪乳剂、维生素、微量元素、水、电解质等在内的营养素,在符合要求的洁净环境下,按照一定比例和顺序混合于一个输液袋中,经中心或外周静脉输注的方式。研究表明,“全合一”输注方式较各营养成分单瓶串联输注更符合机体生理代谢特征,可减少代谢性并发症的发生,具有较好的卫生经济学效益^[34]。目前国内外指南及共识均推荐 PN 采用“全合一”输注方式^[34-35],包括医师开具处方后在静脉药物配制中心完成的“院内配置”和工业化生产的“多腔袋”两种形式,应根据患者病情选择使用。

专家共识:推荐重症患者 PN 采用“全合一”输注方式。〔推荐强度:(8.6±1.3)分〕

9 PN 应在什么地方进行配置?

PN 配置不当会对患者造成伤害,甚至导致患者死亡^[36]。为了减少不当配制、降低患者相关风险,建议医疗机构设置静脉用药配置中心,参照《规范肠外营养液配制》中国专家共识^[37],对 PN 营养液进行集中调配与供应,包括配置环境、配制人员、配置顺序及配置方法等。进行 PN 营养液配制前,其处方必须经药师审核^[38];“全合一”输注方式营养液成分复杂,建议采用重力法或者自动化配制设备进行配制^[39];配制时遵循无菌操作技术;添加大容量药物或同时添加多种药物时,应参照人工配制顺序,推荐在配液中心层流洁净工作台操作:建议先混合葡萄糖与氨基酸,再混合脂肪乳剂,混合时多次翻转袋体;添加其他营养素需注意药物的相容性和稳定性。

专家共识:PN 应在静脉用药配置中心进行配置。〔推荐强度:(8.4±1.4)分〕

10 PN 输注中应如何控制血糖?

葡萄糖是重症患者 PN 配方重要成分之一,是机体能量代谢的主要底物。重症患者应激性高血糖和胰岛素抵抗较常见^[40],维持血糖在 7.8~10.0 mmol/L 有利于患者恢复,减少感染并发症的发生。高血糖是 PN 患者常见并发症,与临床不良结局和病死率增加相关。指南推荐,PN 配方中葡萄糖的输注速度应不超过 $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ^[4, 10]。PN 配方中糖脂比一般为 6:4~5:5,在血糖难以控制时可适当调整。

添加胰岛素是 PN 时控制血糖的常用方法。胰岛素可通过静脉微泵或皮下途径给药,也可通过混合

在 PN 营养液中给药^[41]。持续静脉泵入胰岛素更有利于将血糖水平维持在目标范围内,以实现血糖的精确控制^[42]。

专家共识:建议 PN 配方中葡萄糖的输注速度不超过 $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,并按需输注胰岛素控制血糖。〔推荐强度:(8.1±1.4)分〕

11 如何防治 PN 相关的代谢并发症?

PN 配方中各组分供给不足或过量均会引起代谢性并发症,包括再喂养综合征、高血糖、高甘油三酯血症及肠外营养相关性肝脏疾病(parenteral nutrition-associated liver disease, PNALD)。在临床实践中应监测相关指标,根据患者的代谢需求调整营养方案,防治 PN 相关的代谢并发症。

再喂养综合征是指实施医学营养治疗早期出现的电解质紊乱(低磷血症、低镁血症和低钾血症)、维生素缺乏(主要是维生素 B1)、液体超负荷和水钠潴留,严重者可发生器官功能障碍,出现恶性心律失常甚至死亡,常见于营养治疗 72 h 内^[43]。所以,必须强化临床监测,包括生命体征、液体平衡状态和血清电解质、维生素水平测定,血磷 $< 0.65 \text{ mmol/L}$ 或较营养实施前降低 0.16 mmol/L 以上是重要标志。建议在 PN 开始前尽量纠正电解质紊乱,特别是钾、镁、磷,补充维生素 B1,能量摄入应从目标量的 50% 以下开始,并逐步加量^[44]。一旦发生再喂养综合征,应减少营养摄入量,并及时补充磷、维生素 B1 等。

当 PN 制剂中脂肪乳剂输注速度和(或)剂量超过机体脂肪廓清能力时,会导致脂肪超载综合征。防治关键是评估患者的脂肪廓清能力,建议 PN 输注完毕后 5~6 h 复查血清三酰甘油水平;若输注完毕后 12 h 血清三酰甘油水平仍 $> 4.6 \text{ mmol/L}$,则脂肪乳剂摄入量应减量;若血清三酰甘油水平 $> 11.4 \text{ mmol/L}$,则应停用脂肪乳剂^[45]。

PNALD 是长期 PN 患者的常见并发症,包括肝脏脂肪变性和胆汁淤积等,甚至可导致肝硬化^[46],容易发生于存在基础肝脏疾病或其他伴发疾病的患者,以 γ -谷氨酰转氨酶或碱性磷酸酶升高 1.5 倍以上和(或)血清结合胆红素 $\geq 34.2 \mu\text{mol/L}$ (2 mg/dL)为标志^[46-47],故建议定期监测肝功能和肝脏超声。SMOF 等 ω -6/ ω -3 比值较低的脂肪乳剂对于防治 PNALD 具有一定的优势^[48]。

专家共识:建议监测相关指标,防治再喂养综合征、脂肪超载综合征和肝功能严重受损等 PN 相关的代谢并发症。〔推荐强度:(8.4±1.5)分〕

12 如何防止导管相关性血流感染(catheter-related bloodstream infection, CRBSI)?

CRBSI 是 PN 相关的重要并发症之一,可导致脓毒症、休克,并增加患者的死亡风险、住院时间和医疗成本^[49]。研究表明,PN 是 CRBSI 的重要危险因素^[50]。为最大程度降低感染风险,进行 PN 治疗时应遵循指南、实施管路护理^[51]。

一项纳入 1 268 例患者的荟萃分析提示,超声引导下中心静脉置管可降低 CRBSI 的发生率^[52]。系统评价显示,与隧道式中心静脉置管和输液港相比, PICC 不会增加 CRBSI 的发生率^[53];而多腔中心静脉导管较单腔导管更容易发生感染^[54]。目前指南推荐住院时间 < 30 d 的重症患者首选经锁骨下静脉途径留置中心静脉导管;而住院时间较长(>30 d)的重症患者则建议将 PICC 作为 PN 输注的主要途径^[55]。

专家共识: 建议加强 PN 静脉通路管理,以减少 CRBSI 的发生。[推荐强度:(8.4±1.8)分]

13 急性和亚急性肝衰竭患者的能量摄入及能量结构应如何调整?

急性肝衰竭(acute liver failure, ALF)患者的静息能量消耗(resting energy expenditure, REE)增加 18%~30%^[56],能量摄入目标约为 REE 的 1.3 倍,或 125.5~146.4 kJ·kg⁻¹·d⁻¹(30~35 kcal·kg⁻¹·d⁻¹)^[57]。但因 ALF 患者病情变化迅速,不同病因及不同病情阶段的患者能量代谢差异很大^[58],因此建议采用实际消耗量监测来指导营养实施。

在 ALF 中,由于肝细胞功能丧失和继发的多器官功能衰竭,碳水化合物、蛋白质、脂质代谢严重紊乱,高胰高血糖素血症、糖异生异常、糖酵解加速均会导致血糖严重紊乱,推荐每隔 2 h 监测 1 次血糖,并控制血糖在 8.3~10.0 mmol/L(150~180 mg/dL),以避免高血糖导致的器官功能障碍^[59]。

ALF 患者脂肪代谢能力下降,应减少脂肪摄入量,以免增加肝脏负担。理论上,含有 ω-3 和中链三酰甘油的 SMOF 脂质优于标准大豆基脂质,这些制剂可能会减少 PNALD 的发生^[60]。

以往认为,应给予 ALF 患者低蛋白饮食甚至禁止蛋白质摄入,但长时间限制蛋白质饮食会加速肌肉分解^[61],造成低蛋白血症和高氨血症,甚至更易出现肝性脑病等并发症。一项前瞻性 RCT 将 120 例诊断为轻度肝性脑病的肝硬化患者随机分为营养治疗组[能量摄入量为 125.5~146.4 kJ·kg⁻¹·d⁻¹(30~35 kcal·kg⁻¹·d⁻¹),蛋白摄入量为 1.0~1.5 g·kg⁻¹·d⁻¹]

和对照组(正常饮食),结果显示,给予营养治疗能够改善患者的神经精神病学表现,并降低了患者发生肝性脑病的风险^[62]。因此,对于轻度肝性脑病患者无需减少甚至禁止蛋白质摄入^[63]。根据欧洲肝脏研究协会指南建议,肝性脑病患者蛋白质摄入量应为 1.2~1.5 g·kg⁻¹·d⁻¹,以防止肌肉减少^[64]。

由于蛋白质给药可能会进一步升高血氨水平并增加脑水肿风险, ESPEN 建议严重超急性肝病伴肝性脑病及高血氨且有脑水肿风险患者的营养蛋白补充可延迟 24~48 h,直至高氨血症得到控制。补充蛋白时,应监测血氨,确保不发生病理性升高^[65]。

专家共识: 建议增加急性和亚急性肝衰竭患者的能量摄入,调整糖、脂肪、蛋白质摄入结构。[推荐强度:(7.1±1.9)分]

14 对于急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)或慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)合并 AKI 的患者,蛋白质摄入量应为多少?

AKI 重症患者营养代谢发生了较大改变^[66],尤其是蛋白质分解代谢较其他重症患者有所增强^[67]。因此,给予 AKI 患者实施营养治疗时,蛋白质仍可按照其他重症患者的摄入量给予。但对于存在严重氮质血症且未接受肾脏替代治疗(renal replacement therapy, RRT)的患者,应适当减少蛋白质摄入量,以避免氮质血症加重。ESPEN 指南建议蛋白质起始量为 1.0 g·kg⁻¹·d⁻¹,并根据患者耐受情况逐渐增加至 1.3 g·kg⁻¹·d⁻¹^[67]。

专家共识: 建议 AKI 或 CKD 合并 AKI 患者的蛋白质摄入量为 1.0~1.3 g·kg⁻¹·d⁻¹。[推荐强度:(6.9±1.8)分]

15 对于接受 RRT 的患者,蛋白质摄入量应为多少?

RRT 已成为重症患者的重要治疗手段,RRT 过程中会额外丢失氨基酸等多种营养成分。决定氨基酸丢失量的因素包括 RRT 的方式(连续或间歇,对流、弥散或两者兼有)、血液和透析液流速、流出量及膜材特征等^[68];此外,由于氨基酸是筛分系数接近 1.0 的低分子质量物质,可导致许多氨基酸(如半胱氨酸、精氨酸、丙氨酸和谷氨酰胺)的丢失^[69]。一项针对接受连续性静脉-静脉血液滤过(continuous veno-venous hemofiltration, CVVH)治疗的重症患者研究提示,氨基酸丢失中位数为 13.4(11.8~17.4)g/d^[70]。因此,RRT 患者需要更高的蛋白质摄入量^[66]。2021 年, ESPEN 指南建议 AKI 或 AKI 合并 CKD 或 CKD 合并

肾衰竭且接受常规间歇性 RRT 的重症患者蛋白质摄入量为 $1.3 \sim 1.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$; 接受 CRRT 的患者蛋白质摄入量为 $1.5 \sim 1.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ [67], 最多可增加至 $2.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ [10]。

对于接受 RRT 的患者, 在计算能量时, 应考虑包括实施过程中以枸橼酸盐 [12.6 kJ/g (3 kcal/g)]、乳酸盐 [15.1 kJ/g (3.62 kcal/g)] 和葡萄糖 [14.2 kJ/g (3.4 kcal/g)] 形式提供的额外热量的总能量供应, 确定每日总能量供应, 避免过度喂养 [67]。

专家共识: 对于接受常规间歇性 RRT 的重症患者, 蛋白质摄入量应为 $1.3 \sim 1.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$; 对于接受 CRRT 的患者, 蛋白质摄入量应为 $1.5 \sim 1.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, 必要时可增加至 $2.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。 [推荐强度: (7.7 ± 1.4) 分]

16 对于接受体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 治疗的患者, 脂肪乳剂输注应如何实施?

对于实施 ECMO 治疗的患者, 需关注 PN 中使用脂肪乳剂引起的相关并发症, 如血栓形成、脂质沉积及膜氧合器功能障碍等 [71]。一项基于 42 家临床中心的观察性研究显示, 在静脉-动脉体外膜肺氧合 (veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO) 支持期间, 常规使用脂肪乳剂 (输注速率为 $0.5 \sim 3.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) 与 ECMO 回路中发生脂肪凝集 (26.2%)、旋塞阀破裂 (23.8%)、膜氧合器堵塞和相关故障 (4.8%)、血栓形成 (4.8%) 有关 [71-72]。Stoppe 等 [73] 建议 ECMO 患者 PN 时, 脂肪乳剂不应直接注入 ECMO 回路, 而应使用单独的静脉通路。目前欧洲临床营养与代谢协会推荐 PN 连续输注 $12 \sim 24 \text{ h}$, 不推荐弹丸式推注 [74], 同时每日应常规监测血脂及氧合器的功能状态。对于三酰甘油 $> 3 \text{ g/L}$ 的患者, 可考虑减少脂肪乳剂, 直至停用 [75]。

专家共识: 对于接受 ECMO 治疗的患者, 脂肪乳剂应采用缓慢连续输注的方式, 并监测血脂指标和氧合器状态。 [推荐强度: (7.3 ± 1.4) 分]

17 对于择期手术患者, 应如何实施 PN?

手术创伤可引起机体的应激反应, 激素、血液、代谢及免疫系统随之发生变化, 以维持机体内稳态。研究显示, 营养不良患者术后并发症 (包括感染、吻合口瘘等) 发生率及病死率升高, ICU 住院时间及总住院时间延长, 从而影响临床结局 [76-78]。围手术期合理的医学营养治疗能减轻患者分解状态, 增强免疫功能, 有助于患者早期活动, 促进康复 [79]。

对于择期手术患者, 应于术前进行营养风险筛查。对于重度营养不良或存在营养不良高风险患者, 若 EN 无法满足能量需求, 则术前应使用 SPN。一项荟萃分析证实, 接受胃肠道手术患者术前进行 PN 可使术后并发症发生率从 45% 降至 28% [80]。术后应早期评估 EN 耐受性, 当出现经口或管饲不耐受或不能满足营养需求, 以及术后并发症 (胃排空延迟、麻痹性肠梗阻等) 影响胃肠道功能而不能进行 EN 时, 应选择 SPN 或 TPN [81]。对于术前存在高营养风险或营养不良患者, 应术后早期开始 EN, PN 可在术后 48 h 根据情况选择应用 [82]。对于术前营养状态良好患者, 如术后 7 d 经口途径无法达到需求量的 70%, 可考虑进行 SPN; 如存在 EN 禁忌证 (如肠梗阻、严重吻合口瘘、肠功能衰竭等), 应尽早开始 PN。若术前无营养不良, 通常可考虑术后 1 周给予 SPN。

专家共识: 建议对择期手术患者常规进行术前营养风险筛查。对于重度营养不良或存在营养高风险患者, 若 EN 无法满足能量需求, 术前应使用 SPN, 术后早期评估 EN 耐受性, 在术后 48 h 根据情况选择 SPN; 若术前无营养不良, 但术后 1 周 EN 仍不能满足营养需求, 可考虑给予 SPN。 [推荐强度: (7.6 ± 1.6) 分]

18 结 语

PN 是医学营养的重要组成部分, 实施过程中需要密切监测, 尤其对于一些特殊的重症患者, 需及时根据具体临床情况调整营养方案, 以达到最大获益。

执笔专家 (按姓氏笔画排序) 孙仁华 (浙江省人民医院重症医学科), 江荣林 (浙江中医药大学附属第一医院重症医学科), 黄曼 (浙江大学医学院附属第二医院重症医学科), 蔡国龙 (浙江医院重症医学科)

评审专家 (按姓氏笔画排序) 于湘友 (新疆医科大学一附院重症医学科), 王春亭 (山东省公共卫生临床中心重症医学科), 王洪亮 (哈尔滨医科大学附属第二医院重症医学科), 王锦权 (安徽省立医院重症医学科), 石松菁 (福建省立医院重症医学科), 刘虹 (山西医科大学第一医院重症医学科), 安友仲 (北京大学人民医院重症医学科), 朱建华 (宁波大学附属第一医院重症医学科), 许媛 (北京清华长庚医院重症医学科), 许强宏 (浙江医院重症医学科), 严静 (浙江医院重症医学科), 吴健锋 (中山大学附属第一医院重症医学科), 张西京 (空军军医大学西京医院重症医学科), 张丽娜 (中南大学湘雅医院重症医学科), 李文雄 (北京朝阳医院重症医学科), 李琛 (山东大学齐鲁医院重症医学科), 杨向红 (浙江省人民医院重症医学科), 沈锋 (贵州医科大学附属医院重症医学科), 周飞虎 (中国人民解放军总医院重症医学科), 周发春 (重庆医科大学附属第一医院重症医学科), 尚游 (华中科技大学同济医学院附属协和医院重症医学科), 邵敏 (安徽医科大学第一附属医院重症医学科), 宫焯 (复旦大学附属华山医院重症医学科), 段美丽 (北京友谊医院重症医学科), 胡炜 (杭州市第一

人民医院重症医学科),赵宏胜(南通大学附属医院重症医学科),赵鸣雁(哈尔滨医科大学附属一院重症医学科),徐颖鹤(浙江恩泽医疗集团重症医学科),徐磊(天津市第三中心医院重症医学科),皋源(上海交通大学医学院附属仁济医院重症医学科),秦秉玉(河南省人民医院重症医学科),屠越兴(浙江省立同德医院重症医学科),崔巍(浙江大学医学院附属第二医院重症医学科),曹权(南京医科大学第一附属医院重症医学科),彭志勇(武汉大学中南医院重症医学科),曾振国(南昌大学第一附属医院重症医学科),谢波(浙江省湖州市中心医院重症医学科),潘爱军(中国科学技术大学附属第一医院重症医学科),潘景业(温州医科大学附属第一医院重症医学科),蔡洪流(浙江大学医学院附属第一医院重症医学科)

编写工作小组(按姓氏笔画排序) 毛诗昊(浙江中医药大学附属第一医院重症医学科),沈延飞(浙江医院重症医学科),郑祥鑫(浙江大学医学院附属第二医院重症医学科),郑漾(浙江省人民医院重症医学科),颜默磊(浙江医院重症医学科)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Powers J, Samaan K. Malnutrition in the ICU patient population [J]. Crit Care Nurs Clin North Am, 2014, 26 (2): 227-242. DOI: 10.1016/j.ccell.2014.01.003.
- [2] Mogensen KM, Robinson MK, Casey JD, et al. Nutritional status and mortality in the critically ill [J]. Crit Care Med, 2015, 43 (12): 2605-2615. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001306.
- [3] 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.
- [4] Singer P, Blaser AR, Berger MM, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit [J]. Clin Nutr, 2019, 38 (1): 48-79. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.08.037.
- [5] 孙仁华, 江荣林, 黄曼, 等. 重症患者早期肠内营养临床实践专家共识 [J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30 (8): 715-721. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.08.001.
- [6] CALORIES Trial Investigators. Trial of the route of early nutritional support in critically ill adults [J]. N Engl J Med, 2014, 371 (18): 1673-1684. DOI: 10.1056/NEJMoa1409860.
- [7] NUTRIREA-2 Trial Investigators, Clinical Research in Intensive Care and Sepsis (CRICS) Group. Enteral versus parenteral early nutrition in ventilated adults with shock: a randomised, controlled, multicentre, open-label, parallel-group study (NUTRIREA-2) [J]. Lancet, 2018, 391 (10116): 133-143. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32146-3.
- [8] Compher C, Bingham AL, McCall M, et al. Guidelines for the provision of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2022, 46 (1): 12-41. DOI: 10.1002/jpen.2267.
- [9] Casera 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.
- [10] Society of Critical Care Medicine, American Society of Parenteral and Enteral Nutrition. 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]. Crit Care Med, 2016, 44 (2): 390-438. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001525.
- [11] Lappas BM, Patel D, Kumpf V, et al. Parenteral nutrition: indications, access, and complications [J]. Gastroenterol Clin North Am, 2018, 47 (1): 39-59. DOI: 10.1016/j.gtc.2017.10.001.
- [12] 中华医学会肠外肠内营养学分会. 成人补充性肠外营养中国专家共识 [J]. 中华胃肠外科杂志, 2017, 20 (1): 9-13. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2017.01.002.
- [13] 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.
- [14] Chan MM, Chan GM. Nutritional therapy for burns in children and adults [J]. Nutrition, 2009, 25 (3): 261-269. DOI: 10.1016/j.nut.2008.10.011.
- [15] 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.
- [16] Nicolo M, Heyland DK, Chittams J, et al. Clinical outcomes related to protein delivery in a critically ill population: a multicenter, multinational observation study [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2016, 40 (1): 45-51. DOI: 10.1177/0148607115583675.
- [17] Elke G, Wang M, Weiler N, et al. Close to recommended caloric and protein intake by enteral nutrition is associated with better clinical outcome of critically ill septic patients: secondary analysis of a large international nutrition database [J]. Crit Care, 2014, 18 (1): R29. DOI: 10.1186/cc13720.
- [18] 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.
- [19] Weijs PJ, Looijaard WG, Beishuizen A, et al. Early high protein intake is associated with low mortality and energy overfeeding with high mortality in non-septic mechanically ventilated critically ill patients [J]. Crit Care, 2014, 18 (6): 701. DOI: 10.1186/s13054-014-0701-z.
- [20] Rousseau AF, Losser MR, Ichai C, et al. ESPEN endorsed recommendations: nutritional therapy in major burns [J]. Clin Nutr, 2013, 32 (4): 497-502. DOI: 10.1016/j.clnu.2013.02.012.
- [21] Wiesner P, Van Overmeire L, Delanaye P, et al. Nutrition disorders during acute renal failure and renal replacement therapy [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2011, 35 (2): 217-222. DOI: 10.1177/0148607110377205.
- [22] Ali Abdelhamid Y, Cousins CE, Sim JA, et al. Effect of critical illness on triglyceride absorption [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2015, 39 (8): 966-972. DOI: 10.1177/0148607114540214.
- [23] Berger MM, Reintam-Blaser A, Calder PC, et al. Monitoring nutrition in the ICU [J]. Clin Nutr, 2019, 38 (2): 584-593. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.07.009.
- [24] Li C, Ni Q, Pei YF, et al. Meta-analysis of the efficacy and safety of structured triglyceride lipid emulsions in parenteral nutrition therapy in China [J]. Clin Nutr, 2019, 38 (4): 1524-1535. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.07.013.
- [25] Pradelli L, Mayer K, Klek S, et al. ω -3 fatty-acid enriched parenteral nutrition in hospitalized patients: systematic review with Meta-analysis and trial sequential analysis [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2020, 44 (1): 44-57. DOI: 10.1002/jpen.1672.
- [26] Singer P, Bendavid I, Mesilati-Stahy R, et al. Enteral and supplemental parenteral nutrition enriched with omega-3 polyunsaturated fatty acids in intensive care patients: a randomized, controlled, double-blind clinical trial [J]. Clin Nutr, 2021, 40 (5): 2544-2554. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.03.034.
- [27] Pradelli L, Klek S, Mayer K, et al. Omega-3 fatty acid-containing parenteral nutrition in ICU patients: systematic review with Meta-analysis and cost-effectiveness analysis [J]. Crit Care, 2020, 24 (1): 634. DOI: 10.1186/s13054-020-03356-w.
- [28] Feng YF, Li C, Zhang T, et al. Parenteral nutrition including an omega-3 fatty-acid-containing lipid emulsion for intensive care patients in China: a pharmacoeconomic analysis [J]. Clinicoecon Outcomes Res, 2017, 9: 547-555. DOI: 10.2147/CEOR.S139902.
- [29] Jin J, Mulesa L, Carrilero Rouillet M. Trace elements in parenteral nutrition: considerations for the prescribing clinician [J]. Nutrients, 2017, 9 (5): 440. DOI: 10.3390/nu9050440.
- [30] Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A review of micronutrients and the immune system—working in harmony to reduce the risk of infection [J]. Nutrients, 2020, 12 (1): 236. DOI: 10.3390/nu12010236.
- [31] McMillan DC, Maguire D, Talwar D. Relationship between nutritional status and the systemic inflammatory response: micronutrients [J]. Proc Nutr Soc, 2019, 78 (1): 56-67. DOI: 10.1017/S0029665118002501.
- [32] Berger MM, Shenkin A, Schweinlin A, et al. ESPEN micronutrient guideline [J]. Clin Nutr, 2022, 41 (6): 1357-1424. DOI: 10.1016/j.clnu.2022.02.015.
- [33] Osland EJ, Ali A, Nguyen T, et al. Australasian Society for Parenteral and Enteral Nutrition (AuSPEN) adult vitamin guidelines for parenteral nutrition [J]. Asia Pac J Clin Nutr, 2016, 25 (3): 636-650. DOI: 10.6133/apjcn.022016.05.
- [34] Berlanda D, Almendral MA, Abad MR, et al. Cost, time, and error assessment during preparation of parenteral nutrition: multichamber bags versus hospital-compounded bags [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2019, 43 (4): 557-565. DOI: 10.1002/jpen.1436.
- [35] American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.) Board of Directors, American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. A.S.P.E.N. clinical guidelines: nutrition support of adult patients with hyperglycemia [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2013, 37 (1): 23-36. DOI: 10.1177/0148607112452001.
- [36] Gupta N, Hocevar SN, Moulton-Meissner HA, et al. Outbreak of *Serratia marcescens* bloodstream infections in patients receiving parenteral nutrition prepared by a compounding pharmacy [J]. Clin Infect Dis, 2014, 59 (1): 1-8. DOI: 10.1093/cid/ciu218.
- [37] 赵彬, 老东辉, 商永光, 等. 规范肠外营养液配制 [J]. 中华临床营养杂志, 2018, 26 (3): 136-148. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-635X.2018.03.002.

- [38] Standards of Practice for Nutrition Support Pharmacists Task Force, American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (a.s.p.e.N.) standards of practice for nutrition support pharmacists [J]. *Nutr Clin Pract*, 2015, 30 (1): 139–146. DOI: 10.1177/0884533614550318.
- [39] Vanek VW, Ayers P, Charney P, et al. Follow-up survey on functionality of nutrition documentation and ordering nutrition therapy in currently available electronic health record systems [J]. *Nutr Clin Pract*, 2016, 31 (3): 401–415. DOI: 10.1177/0884533616629619.
- [40] Singer P, Hiesmayr M, Biolo G, et al. Pragmatic approach to nutrition in the ICU: expert opinion regarding which calorie protein target [J]. *Clin Nutr*, 2014, 33 (2): 246–251. DOI: 10.1016/j.clnu.2013.12.004.
- [41] McCulloch A, Bansiya V, Woodward JM. Addition of insulin to parenteral nutrition for control of hyperglycemia [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2018, 42 (5): 846–854. DOI: 10.1177/0148607117722750.
- [42] Vlasselaers D, Milants I, Desmet L, et al. Intensive insulin therapy for patients in paediatric intensive care: a prospective, randomised controlled study [J]. *Lancet*, 2009, 373 (9663): 547–556. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60044-1.
- [43] Friedli N, Stanga Z, Culkun A, et al. Management and prevention of refeeding syndrome in medical inpatients: an evidence-based and consensus-supported algorithm [J]. *Nutrition*, 2018, 47: 13–20. DOI: 10.1016/j.nut.2017.09.007.
- [44] Parenteral Nutrition Safety and Clinical Practice Committees, American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. ASPEN consensus recommendations for refeeding syndrome [J]. *Nutr Clin Pract*, 2020, 35 (2): 178–195. DOI: 10.1002/ncp.10474.
- [45] Kovacevich DS, Corrigan M, Ross VM, et al. American Society for Parenteral and Enteral Nutrition guidelines for the selection and care of central venous access devices for adult home parenteral nutrition administration [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2019, 43 (1): 15–31. DOI: 10.1002/jpen.1455.
- [46] Madnawat H, Welu AL, Gilbert EJ, et al. Mechanisms of parenteral nutrition-associated liver and gut injury [J]. *Nutr Clin Pract*, 2020, 35 (1): 63–71. DOI: 10.1002/ncp.10461.
- [47] Mitra A, Ahn J. Liver disease in patients on total parenteral nutrition [J]. *Clin Liver Dis*, 2017, 21 (4): 687–695. DOI: 10.1016/j.cld.2017.06.008.
- [48] Xu ZW, Li YS, Wang J, et al. Effect of omega-3 polyunsaturated fatty acids to reverse biopsy-proven parenteral nutrition-associated liver disease in adults [J]. *Clin Nutr*, 2012, 31 (2): 217–223. DOI: 10.1016/j.clnu.2011.10.001.
- [49] 3SITES Study Group. Intravascular complications of central venous catheterization by insertion site [J]. *N Engl J Med*, 2015, 373 (13): 1220–1229. DOI: 10.1056/NEJMoa1500964.
- [50] Martincich I, Cini K, Lapkin S, et al. Central venous access device complications in patients receiving parenteral nutrition in general ward settings: a retrospective analysis [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2020, 44 (6): 1104–1111. DOI: 10.1002/jpen.1743.
- [51] Timsit JF, Baleine J, Bernard L, et al. Expert consensus-based clinical practice guidelines management of intravascular catheters in the intensive care unit [J]. *Ann Intensive Care*, 2020, 10 (1): 118. DOI: 10.1186/s13613-020-00713-4.
- [52] Takeshita J, Tachibana K, Nakajima Y, et al. Incidence of catheter-related bloodstream infections following ultrasound-guided central venous catheterization: a systematic review and Meta-analysis [J]. *BMC Infect Dis*, 2022, 22 (1): 772. DOI: 10.1186/s12879-022-07760-1.
- [53] Hon K, Bihari S, Holt A, et al. Rate of catheter-related bloodstream infections between tunneled central venous catheters versus peripherally inserted central catheters in adult home parenteral nutrition: a Meta-analysis [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2019, 43 (1): 41–53. DOI: 10.1002/jpen.1421.
- [54] Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections [J]. *Clin Infect Dis*, 2011, 52 (9): e162–e193. DOI: 10.1093/cid/cir257.
- [55] 中华医学会肠外肠内营养学分会老年营养支持学组. 中国老年患者肠外肠内营养应用指南(2020)[J]. *中华老年医学杂志*, 2020, 39 (2): 119–132. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2020.02.002.
- [56] Walsh TS, Wigmore SJ, Hopton P, et al. Energy expenditure in acetaminophen-induced fulminant hepatic failure [J]. *Crit Care Med*, 2000, 28 (3): 649–654. DOI: 10.1097/00003246-200003000-00008.
- [57] DGEM (German Society for Nutritional Medicine), ESPEN (European Society for Parenteral and Enteral Nutrition). ESPEN guidelines on enteral nutrition: liver disease [J]. *Clin Nutr*, 2006, 25 (2): 285–294. DOI: 10.1016/j.clnu.2006.01.018.
- [58] Yao J, Zhou XS, Wang H, et al. Persistently increased resting energy expenditure predicts short-term mortality in patients with acute-on-chronic liver failure [J]. *Ann Nutr Metab*, 2018, 73 (1): 2–9. DOI: 10.1159/000487604.
- [59] Kappus MR. Acute hepatic failure and nutrition [J]. *Nutr Clin Pract*, 2020, 35 (1): 30–35. DOI: 10.1002/ncp.10462.
- [60] Osowska S, Kunecki M, Sobocki J, et al. Effect of changing the lipid composition of home parenteral nutrition in adults [J]. *Clin Nutr*, 2019, 38 (3): 1355–1361. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.05.028.
- [61] Nardelli S, Lattanzi B, Torrisi S, et al. Sarcopenia is risk factor for development of hepatic encephalopathy after transjugular intrahepatic portosystemic shunt placement [J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2017, 15 (6): 934–936. DOI: 10.1016/j.cgh.2016.10.028.
- [62] Maharshi S, Sharma BC, Sachdeva S, et al. Efficacy of nutritional therapy for patients with cirrhosis and minimal hepatic encephalopathy in a randomized trial [J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2016, 14 (3): 454–460. e3; quiz e33. DOI: 10.1016/j.cgh.2015.09.028.
- [63] Bajaj JS, Lauridsen M, Tapper EB, et al. Important unresolved questions in the management of hepatic encephalopathy: an ISHEN consensus [J]. *Am J Gastroenterol*, 2020, 115 (7): 989–1002. DOI: 10.14309/ajg.0000000000000603.
- [64] European Association for the Study of the Liver. EASL clinical practice guidelines on nutrition in chronic liver disease [J]. *J Hepatol*, 2019, 70 (1): 172–193. DOI: 10.1016/j.jhep.2018.06.024.
- [65] Bischoff SC, Bernal W, Dasarathy S, et al. ESPEN practical guideline: clinical nutrition in liver disease [J]. *Clin Nutr*, 2020, 39 (12): 3533–3562. DOI: 10.1016/j.clnu.2020.09.001.
- [66] 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.
- [67] Fiaccadori E, Sabatino A, Barazzoni R, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in hospitalized patients with acute or chronic kidney disease [J]. *Clin Nutr*, 2021, 40 (4): 1644–1668. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.01.028.
- [68] Btaiche IF, Mohammad RA, Alaniz C, et al. Amino acid requirements in critically ill patients with acute kidney injury treated with continuous renal replacement therapy [J]. *Pharmacotherapy*, 2008, 28 (5): 600–613. DOI: 10.1592/phco.28.5.600.
- [69] Maxvold NJ, Smoyer WE, Custer JR, et al. Amino acid loss and nitrogen balance in critically ill children with acute renal failure: a prospective comparison between classic hemofiltration and hemofiltration with dialysis [J]. *Crit Care Med*, 2000, 28 (4): 1161–1165. DOI: 10.1097/00003246-200004000-00041.
- [70] Stapel SN, de Boer RJ, Thorat PJ, et al. Amino acid loss during continuous venovenous hemofiltration in critically ill patients [J]. *Blood Purif*, 2019, 48 (4): 321–329. DOI: 10.1159/000500998.
- [71] Lee HM, Archer JR, Dargan PI, et al. What are the adverse effects associated with the combined use of intravenous lipid emulsion and extracorporeal membrane oxygenation in the poisoned patient? [J]. *Clin Toxicol (Phila)*, 2015, 53 (3): 145–150. DOI: 10.3109/15563650.2015.1004582.
- [72] Groenendaal F. Early versus late parenteral nutrition in critically ill children [J]. *N Engl J Med*, 2016, 375 (4): 384. DOI: 10.1056/NEJMc1605395.
- [73] Stoppe C, Nesterova E, Elke G. Nutritional support in patients with extracorporeal life support and ventricular assist devices [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2018, 24 (4): 269–276. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000512.
- [74] Calder PC, Adolph M, Deutz NE, et al. Lipids in the intensive care unit: recommendations from the ESPEN Expert Group [J]. *Clin Nutr*, 2018, 37 (1): 1–18. DOI: 10.1016/j.clnu.2017.08.032.
- [75] Bear DE, Smith E, Barrett NA. Nutrition support in adult patients receiving extracorporeal membrane oxygenation [J]. *Nutr Clin Pract*, 2018, 33 (6): 738–746. DOI: 10.1002/ncp.10211.
- [76] Sanford DE, Sanford AM, Fields RC, et al. Severe nutritional risk predicts decreased long-term survival in geriatric patients undergoing pancreaticoduodenectomy for benign disease [J]. *J Am Coll Surg*, 2014, 219 (6): 1149–1156. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2014.06.017.
- [77] Ho JW, Wu AH, Lee MW, et al. Malnutrition risk predicts surgical outcomes in patients undergoing gastrointestinal operations: results of a prospective study [J]. *Clin Nutr*, 2015, 34 (4): 679–684. DOI: 10.1016/j.clnu.2014.07.012.
- [78] Fukuda Y, Yamamoto K, Hirao M, et al. Prevalence of malnutrition among gastric cancer patients undergoing gastrectomy and optimal preoperative nutritional support for preventing surgical site infections [J]. *Ann Surg Oncol*, 2015, 22 Suppl 3: S778–S785. DOI: 10.1245/s10434-015-4820-9.
- [79] 中华医学会肠外肠内营养学分会. 成人围手术期营养支持指南 [J]. *中华外科杂志*, 2016, 54 (9): 641–657. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.09.001.
- [80] Horgan A. Pre-operative nutritional support in patients undergoing gastrointestinal surgery [J]. *Tech Coloproctol*, 2014, 18 (11): 1137–1138. DOI: 10.1007/s10151-014-1205-1.
- [81] Worsh CE, Tatarian T, Singh A, et al. Total parenteral nutrition in patients following pancreaticoduodenectomy: lessons from 1184 patients [J]. *J Surg Res*, 2017, 218: 156–161. DOI: 10.1016/j.jss.2017.05.057.
- [82] 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. 中国成人心脏外科围手术期营养支持治疗专家共识(2019)[J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (7): 801–810. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.07.002.