

新生儿肠外营养管理专家共识（2025）

中国医师协会新生儿科医师分会营养专业委员会；中国医师协会新生儿科医师分会
早产儿专业委员会；《中国当代儿科杂志》编辑委员会

[摘要] 肠外营养（parenteral nutrition, PN）已广泛应用于新生儿医学领域，对于不能通过肠内营养满足机体能量和各种营养素需求的危重新生儿或早产儿是挽救生命的一项重要治疗措施。为进一步规范和优化PN的临床管理，基于国内外相关研究进展，该共识制订工作组采用证据推荐分级的评估、制订与评价方法，对PN的适应证、应用途径、能量、液体量、营养液组成、停止时机及监测等7个方面提出24条推荐意见，旨在为相关从业人员提供PN管理的建议，以改善新生儿近远期预后。 [中国当代儿科杂志, 2025, 27 (3): 247-261]

[关键词] 肠外营养；营养素；氨基酸；脂肪乳；专家共识；早产儿

Expert consensus on parenteral nutrition management in neonates (2025)

Nutritional Committee of Neonatology Branch of Chinese Medical Doctor Association; Preterm Committee of Neonatology Branch of Chinese Medical Doctor Association; Editorial Committee of Chinese Journal of Contemporary Pediatrics (Tong X-M, Email: tongxm2007@126.com; Chen C, Email: chen6010@163.com)

Abstract: Parenteral nutrition (PN) is widely utilized in the field of neonatology and is a critical life-saving intervention for critically ill neonates or preterm infants who cannot meet their energy and nutrient needs through enteral feeding. To further standardize and optimize the clinical management of PN, this consensus was developed by a working group based on relevant research progress both domestically and internationally. Employing the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation, the consensus presents 24 recommendations covering seven aspects of PN: indications, administration routes, energy, fluid volume, composition of nutritional solutions, timing of cessation, and monitoring. The aim is to provide guidance for relevant practitioners in PN management to improve the short-term and long-term outcomes for neonates.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2025, 27(3): 247-261]

Key words: Parenteral nutrition; Nutrient; Amino acid; Lipid emulsion; Expert consensus; Preterm infant

危重新生儿或早产儿生后不能建立或不能耐受肠内营养（enteral nutrition, EN）时，需要通过肠外营养（parenteral nutrition, PN）满足机体对能量和各种营养物质的需求。PN已成为新生儿重症监护室（neonatal intensive care unit, NICU）重要的治疗手段，早期积极的PN可提高危重新生儿尤其是早产儿的救治成功率。但从成本效益上看，PN是一种昂贵的治疗措施，且长时间PN会导致相关并发症，如代谢紊乱、液体渗漏、中心静脉导管相关性血流感染、PN相关性肝病/胆汁淤积

（parenteral nutrition-associated liver disease/cholestasis, PNALD/PNAC）、早产儿代谢性骨病（metabolic bone disease of prematurity, MBDP）和肠道菌群失调等。生命早期的营养供给不足，会使早产儿“营养债”进一步加重，导致宫外生长迟缓（extrauterine growth restriction, EUGR）。2020年一项全国多中心调查发现，以体重评估为指标的极早产儿EUGR发生率为47.3%^[1]，较以往发生率有所降低^[2]，但与发达国家相比，仍有较大差距。EUGR与早产儿远期神经认知功能障碍密切相

[收稿日期] 2024-11-27; [接受日期] 2025-02-13

[基金项目] 北京大学第三医院临床队列建设项目（BYSYDL2019008）。

[通信作者] 童笑梅，女，教授，北京大学第三医院儿科，Email: tongxm2007@126.com; 陈超，男，教授，复旦大学附属儿科医院新生儿科/国家卫健委新生儿疾病重点实验室，Email: chen6010@163.com。

关^[3]，也与成年后慢性代谢综合征的发生风险增高有关^[4]。早产儿生后早期优化PN策略以提高营养摄入，可降低校正胎龄36周或足月时EUGR的发生率^[5]，改善神经发育结局^[6]。

《中国新生儿营养支持临床应用指南》（2013年更新版）（以下简称2013年中国指南）的发布，规范了我国危重新生儿的营养管理^[7]。近十多年来，国内外临床研究陆续提供许多新的高质量研究证据，国外相关专业机构相应更新了有关新生儿或早产儿的PN管理指南^[8-10]，但对于PN的启动时机、各种营养素的成分和最佳剂量、PN向EN的过渡等仍存在许多争议^[8, 11]。本共识针对新生儿PN管理提出基于循证证据的推荐意见，以进一步规范和优化PN的临床管理。

本共识由中国医师协会新生儿科医师分会营养专业委员会和早产儿专业委员会及《中国当代儿科杂志》编辑委员会共同发起，根据PICO原则，即研究对象（population）、干预措施（intervention）、对照措施（comparison）、结局（outcome），组织临床一线工作者进行问卷调查及会议讨论，提出临床问题，并制定专家共识计划书。本共识已在中国临床试验注册中心注册（<http://www.chictr.org.cn>），注册号：ChiCTR2400082099，并通过厦门市妇幼保健院伦理委员会审查批准，批准文号：KY-2023-159-K01。由新生儿科、儿童保健科、临床营养科、循证医学信息服务研究和医学杂志编辑部等领域的专家组成共识制订多学科工作组，经过反复多次讨论修改，对有争议的问题通过德尔菲共识法投票，并经共识工作组审议，最终形成24条推荐意见。目标人群是新生儿，

尤其是早产儿。使用人群为围产医学工作者、新生儿科医师、小儿外科医师、儿童保健科医师、营养师、临床药师、社区医疗保健工作者和相关护理人员，旨在为我国相关从业人员提供新生儿PN管理的建议。

本共识在《中国当代儿科杂志》发布后，将通过学术会议讲座、发表专家共识解读文章，有计划地在全国范围内组织相关临床医师学习专家共识内容，并通过微信公众号、微博平台、手机应用程序和相关网站等途径对本共识进行传播和推广。

本共识通过英文关键词“neonatal; premature; preterm infant; prematurity; infant, premature; premature, diseases; parenteral nutrition; parenteral nutrition solutions; intravenous nutrition”和相应的中文关键词，检索中英文数据库。中文检索数据库包括中国生物医学文献数据库、中国知网、万方数据和中文科技期刊数据库（维普）。英文检索数据库包括PubMed、Embase、Cochrane Library。所有文献由北京大学第三医院图书馆循证医学信息服务研究室从建库开始检索，截至2024年5月31日，重点是2012年以后的文献。文献筛选流程见图1。文献证据水平和推荐等级采用证据推荐分级的评估、制订与评价（Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation, GRADE）的方法，将证据质量分为高（A）、中（B）、低（C）和极低（D）4个等级，推荐强度分为强推荐（1）、弱推荐（2）和良好实践声明（good practice statement, GPS）3个等级（表1）^[12-14]。

表1 GRADE证据质量与推荐强度分级^[12-14]

类别	具体描述
证据质量分级	
高 (A)	非常有把握观察值接近真实值
中 (B)	对观察值有中等把握: 观察值有可能接近真实值, 但也有可能差别很大
低 (C)	对观察值的把握有限: 观察值可能与真实值有很大差别
极低 (D)	对观察值几乎没有把握: 观察值与真实值可能有极大差别
推荐强度分级	
强 (1)	明确显示干预措施利大于弊或弊大于利
弱 (2)	利弊不确定或无论质量高低的证据均显示利弊相当
GPS	基于非直接证据或专家意见/经验形成的推荐

注: [GPS] 良好实践声明。

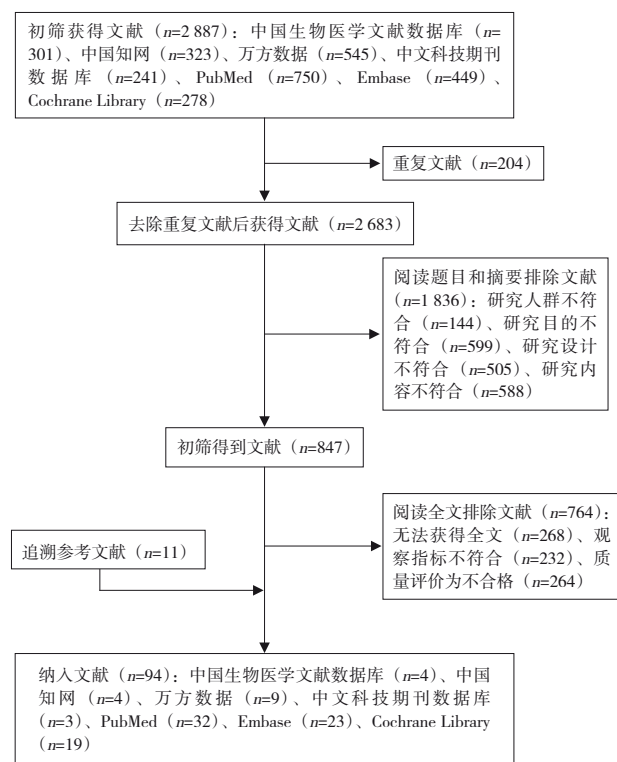


图 1 文献筛选流程图

1 PN 的适应证和禁忌证

推荐意见 1: 满足以下任一条件均推荐使用 PN: (1) 任何原因导致 48~72 h 内无法建立充分的 EN 或存在喂养困难、喂养不耐受、体重增长不良; (2) 胎龄<32 周或出生体重<1 500 g 的早产儿 (B1)。

推荐意见 2: 新生儿若存在休克、严重水电解质紊乱或酸碱平衡失调, 未纠正前不建议以营养支持为目的的补液 (GPS)。

推荐说明: 预计 48~72 h 内无法建立充分的 EN 以及存在喂养困难、喂养不耐受或体重增长不良的新生儿均可使用 PN^[10]。2020 年澳大利亚新生儿 PN 指南 (以下简称 2020 年澳洲指南) 建议, 对难以尽快达到足量 EN 的新生儿均使用 PN, 以增加蛋白质、脂肪储存及减少体重丢失^[15]。

早产儿生后早期分解代谢明显, EN 尚未完全建立, 因此迫切需要 PN 支持, 特别是极早产儿和极低出生体重儿 (very low birth weight infant, VLBWI)^[11]。2020 年澳洲指南建议胎龄<32 周和/或 VLBWI 应在生后 12 h 内开始使用 PN^[15]。VLBWI 生后 24 h 内给予 PN 是安全的, 还可减少体重丢失, 促进正氮平衡^[9, 16]。英国国家卫生与临床优化研究所 (National Institute for Health and Clinical Excellence, NICE) 制定的新生儿 PN 指南建议出生

胎龄<31 周的早产儿, 生后即可使用 PN; 胎龄>31 周的早产儿, 如果 EN 进展不顺利, 生后 72 h 内需启动 PN^[10]。欧洲和美国对于早产儿使用 PN 适应证则较宽泛, 早产儿均可使用, 尤其对于 EN 进展不顺利的早产儿^[8, 17]。一项回顾性研究显示, 胎龄≥32 周且无并发症的早产儿近期临床结局并未从 PN 中明显获益^[18]; 另一项单中心研究对 503 例出生体重 1 250~1 499 g 早产儿的回顾性调查发现, 未使用 PN 的早产儿在校正胎龄 36 周和 2 岁时体格生长和神经发育均达到正常推荐范围^[19], 由此提出可进一步提高 PN 使用门槛。晚期早产儿如生后早期存在严重并发症, 可采取 PN 联合 EN 的策略^[20]。因此, 针对早产儿人群的 PN 使用, 需根据出生胎龄、出生体重及疾病严重程度综合判断。

先天性遗传代谢病的新生儿在发病初期往往合并急性代谢紊乱, 应慎用 PN, 确诊后根据遗传代谢病的具体类型进行针对性 PN^[21]。2013 年中国指南指出, 如存在休克、严重水电解质紊乱或酸碱失衡未纠正时, 不建议使用以营养支持为目的的补液^[7]。存在脓毒症、肝肾功能不全、高胆红素血症、高甘油三酯血症等情况并非 PN 的绝对禁忌证, 可谨慎使用, 酌情减少脂肪乳或氨基酸剂量^[7, 22]。

2 PN 的输注途径和方式

2.1 PN 输注途径

推荐意见 3: 新生儿包括早产儿 PN 输注途径首选中心静脉导管 (B1); 短期使用 PN 可选择外周静脉导管 (<5 d) (B1)。

推荐说明: PN 静脉通路选择取决于 PN 治疗的剂量和预计持续时间。中心静脉导管适用于高浓度糖、氨基酸、钙镁制剂等高渗液体的输注, 新生儿 PN 应首选中心静脉导管^[23]。早产儿 PN 对象大多胎龄<32 周, 或为 VLBWI, 当预计早产儿在生后 1 周仍不能耐受 EN 者, 应采用中心静脉导管以保证 PN 提供足量的营养素^[24]。脐静脉置管适用于生后早期, 留置时间短; 经外周静脉穿刺的中心静脉导管 (peripherally inserted central venous catheter, PICC) 可经锁骨下静脉、颈静脉或股静脉置入, 留置时间长^[25]。新生儿 PN 也可经外周静脉输注。由于外周静脉对渗透压高及刺激性药物的耐受性差^[26], 仅用于临床没有条件留置中心静脉导管, 为避免 PN 供给延迟或中断, 或者预期短期使用 PN 时 (<5 d)^[10, 27]。PN 导管系统应包含管内

过滤器，以去除化合物沉淀等微粒^[28]。

一项回顾性队列研究发现，经外周静脉输注渗透压 $>1\ 000\ \text{mOsm/L}$ 与 $\leq 1\ 000\ \text{mOsm/L}$ 的 PN 溶液相比，显著增加了渗漏（ $P=0.010$ ）以及静脉炎或渗漏的综合结局（ $P=0.020$ ）。多变量分析显示，渗透压 $>1\ 000\ \text{mOsm/L}$ 是发生 PN 相关并发症的独立危险因素（ $P=0.020$ ）^[29]。2020 年澳洲指南建议渗透压 $\leq 1\ 000\ \text{mOsm/L}$ 的 PN 溶液可用于外周静脉短期使用，但需密切监测液体外渗或静脉炎表现^[15]。

2.2 PN 输注方式

推荐意见 4：新生儿首选“全合一”输注方式（B1）；特殊情况下可采用“二合一”输注方式（C2）。

推荐说明：新生儿 PN 输注方式有“全合一”和“二合一”两种。“全合一”PN（all-in-one parenteral nutrition, AIO-PN）是将葡萄糖、脂肪乳、氨基酸、矿物质、电解质和维生素等营养成分在无菌条件下混匀在一个容器中静脉输注，操作流程相对安全、便捷、高效，为最佳的 PN 输注方式^[30-31]。AIO-PN 溶液中需控制一价阳离子电解质浓度 $\leq 150\ \text{mmol/L}$ ，二价阳离子电解质浓度 $\leq 5\ \text{mmol/L}$ ，避免加入其他药物。需注意 AIO-PN 溶液中钙磷比例增高会导致絮状沉淀物现象^[32]。“二合一”输注方式是指将氨基酸溶液、葡萄糖电解质溶液与脂肪乳剂、维生素采用输液瓶串联或并联的方式输注。优点是操作灵活，适用于电解质紊乱时临时调整 PN 配方；或合并代谢性骨病时，必须经 PN 供给足量的钙磷制剂^[7, 33]。缺点是护理配液工作量大，易出现血糖、电解质紊乱，不利于营养素充分利用。两种 PN 输注方式在感染并发症的发生率无差异^[24]。

3 PN 能量需要量

推荐意见 5：PN 第 1 天应提供总能量 45~60 kcal/kg（非蛋白能量 35~45 kcal/kg）；PN 的目标能量应提供总能量每日 80~90 kcal/kg（非蛋白能量

每日 65 kcal/kg），以保证正常生长速率（B1）。

推荐说明：PN 能量供给仅需达到能量消耗的极限，就能保证机体的能量储存，能量目标比 EN 低 20% 左右。新生儿 PN 能量需求主要取决于静息能量（约 50 kcal/kg），能量储存即生长所需（约 25 kcal/kg）及其他（活动、体温调节、营养素的体内合成，5~20 kcal/kg），合计为每日 85~95 kcal/kg^[34-36]。生后早期每日 PN 摄入约 60 kcal/kg 即可保证胎龄 30~34 周的早产儿生后 1 周内的能量储存；进入稳定生长期后，PN 应增加 20~30 kcal/kg 以保障正常生长所需，能量需求可增至静息能量的 1.3 倍。研究显示，无明显并发症的早产儿每日能量摄入量若超过 80~90 kcal/kg，其体内能量储存可维持体格达线性增长^[35]。

蛋白质/能量比对早产儿的正常生长发育至关重要，但是最佳比例尚未确定。一项系统评价显示，接受 PN 和机械通气的危重症病例，至少需要蛋白质摄入量每日 2.8 g/kg、能量摄入量每日 60 kcal/kg 以达到正氮平衡^[37]。欧洲儿科胃肠肝病营养学会（European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition, ESPGHAN）等机构制定的 PN 指南建议早产儿 PN 中每克氨基酸需要同时配比非蛋白能量 20~30 kcal，以促进体重增加^[17, 38]。2020 年英国 NICE 指南推荐，非蛋白能量中碳水化合物占 60%~75%，脂肪乳占 25%~40%，配比水平与母乳相近，可能有助于优化蛋白质增长，同时限制脂质过量的潜在毒性^[10]。新生儿生后早期 PN 需提供非蛋白能量每日 35~45 kcal/kg；全 PN 时需提供非蛋白能量每日 65 kcal/kg，以保证合理的蛋白质/能量比^[39]。

4 PN 的液体量

推荐意见 6：不同出生体重新生儿生后不同日龄 PN 推荐的液体量见表 2。应根据新生儿生后环境的温湿度及接受的治疗、体重、尿量变化等进行调整（GPS）。

表 2 不同出生体重新生儿生后不同日龄所需液体量 [mL/（kg·d）]^[15, 40-41]

新生儿类别	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	$\geq 6\ \text{d}$
足月儿	40~60	50~70	60~80	60~100	100~140	140~170
BW $>1\ 500\ \text{g}$ 早产儿	60~80	80~100	100~120	120~140	120~160	140~160
BW 1 000~1 500 g 早产儿	60~90	80~110	100~130	120~150	130~160	140~160
BW $<1\ 000\ \text{g}$ 早产儿	60~100	80~120	100~140	120~160	140~160	140~160

注：[BW] 出生体重。

推荐说明：新生儿所需液体量与出生体重、胎龄、生后日龄、体表面积、各系统尤其是皮肤成熟程度和所需治疗等情况均密切相关。出生体重越小不显性失水越多，超低出生体重儿（extremely low birth weight infant, ELBWI）的不显性失水可达每日 60~200 mL/kg，体重>2 000 g 的新生儿仅为每日 15~20 mL/kg；经呼吸道、皮肤等不显性失水也与其应用的呼吸支持模式、气道湿化程度、暖箱类型和温湿度密切相关，VLBWI 生后早期的适宜湿度应在 80% 以上，当闭式暖箱的湿度达到 90% 时可使 VLBWI 的不显性失水减少 30%。表 2 是不同出生体重新生儿在不同日龄所需 PN 液体量的参考范围^[40-41]，确定新生儿液体入量时要综合分析液体需要量及不显性失水的各种影响因素，并监测体重、尿量、血清电解质水平和血流动力学等的变化，进行综合调整。光疗、置于开放式暖箱时应增加液体量 10%~20%，出生时窒息、呼吸窘迫综合征、置于闭式暖箱、使用加温湿化呼吸机时应减少液体量 10%~20%^[41]。体重和尿量变化是相对客观且直观的两个指标，可指导调整每日液体摄入量。生后早期的体重变化与液体量明显相关，足月儿生后 2~5 d 的生理性体重下降不超过 10%，VLBWI 下降 7%~10%，ELBWI 下降 7%~12%，在理想的营养支持下早产儿在生后 7~10 d 恢复出生体重后并持续稳定增长^[41]。生后 12~24 h 尿量应达到每小时 0.5 mL/kg，第 2 天尿量达到每小时 1~2 mL/kg，之后尿量稳定在每小时 3~5 mL/kg^[42]。PN 时需要足够的液体量作为各种营养素成分的稀释载体，液体量过少可能会导致循环系统及泌尿系统功能损害，持续不足还会造成各种营养素摄入不足；液体量过多可能会导致液体负荷过度、动脉导管未闭、支气管肺发育不良等。临床实践中应从参考范围内较低量开始，通过密切监测体重、尿量及临床状况进行递增调整^[15, 41-42]。

5 PN 溶液的组成和临床应用

5.1 葡萄糖

推荐意见 7：PN 溶液葡萄糖推荐量参见表 3（B2）。

推荐意见 8：不推荐在 PN 治疗期间预防性使用胰岛素（B1）。

推荐说明：PN 提供的葡萄糖应在满足能量需求的同时避免葡萄糖超载风险。机体对葡萄糖的代谢受到胎龄、日龄、体重、疾病和营养等诸多因素的影响，需定时监测血糖水平，并实时调整葡萄

糖输注速度（glucose infusion rate, GIR）。PN 支持期间，避免血糖<2.6 mmol/L 或>8~8.3 mmol/L^[43-44]。全 PN 期间若发生高血糖，可逐步下调 GIR 1~2 mg/（kg·min），足月儿 GIR 不低于 2.5 mg/（kg·min），早产儿 GIR 不低于 4 mg/（kg·min）。GIR 调整后若血糖持续>10 mmol/L 可加用胰岛素治疗。Alsweiler 等^[45]开展了一项随机对照试验（randomized controlled trial, RCT），将胎龄<30 周或出生体重<1 500 g 血糖>8.8 mmol/L 的 88 例早产儿分为干预组（43 例，使用胰岛素严格控制血糖，目标血糖 4~6 mmol/L）和对照组（45 例，根据指南使用胰岛素，目标血糖 8~10 mmol/L），结果显示，至校正胎龄 36 周时，干预组体重和头围增长高于对照组，但低血糖（血糖<2.6 mmol/L）的发生率也高于对照组（25/43 vs 12/45， $P<0.01$ ）。目前仍缺乏预防性使用胰岛素有益于远期神经预后的循证证据。2023 年美国肠外肠内营养学会（American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, ASPEN）早产儿 PN 指南^[8]（以下简称 2023 年美国 ASPEN 指南）不推荐预防性使用胰岛素。

表 3 新生儿 PN 溶液葡萄糖推荐量 [mg/（kg·min）]^[43]

新生儿类别	起始剂量	目标剂量	最大剂量
足月儿	2~5	5~10	12
早产儿	4~8	8~10	12

5.2 氨基酸

推荐意见 9：早产儿生后 24 h 内尽早补充氨基酸，起始剂量每日 1.5~2.5 g/kg，随后每日增加 1.0~1.5 g/kg，最大剂量为每日 3.0~3.5 g/kg（C1）。

推荐意见 10：足月儿 PN 氨基酸起始剂量每日 1.5~2.5 g/kg，随后每日增加 1.0~1.5 g/kg，最大剂量每日 2.5~3.0 g/kg（C1）。

推荐说明：氨基酸使用最佳时机、最佳起始和最大剂量以及对近远期预后的影响，尚未达成共识^[15, 46]。早产儿对氨基酸的需要量不能简单地等同于宫内胎儿代谢所需。ELBWI 每日摄入氨基酸 1.5 g/kg 可达正氮平衡^[47]。多项指南推荐早产儿生后应尽早补充氨基酸^[8, 17]，以避免“代谢休克”。但也有不同的研究证据，比如一项系统综述和 Meta 分析显示，与晚期（生后 24 h 后）补充氨基酸相比，早期（生后 24 h 以内）补充氨基酸尽管可达到正氮平衡，缩短恢复出生体重的时间、达全肠内喂养时间和住院时间，但对身长、头围

和2岁时贝利婴幼儿发育量表-Ⅲ评分<70分患儿比例等指标几乎没有影响^[48]。目前关于足月儿氨基酸使用时机的研究较少。一项多中心RCT的二次分析显示,与晚期使用PN(入住NICU后1周)相比,早期使用PN(入住NICU 24 h内)的危重新生儿院内感染发生率增加14.4% ($P=0.082$),机械通气时间增加2 d ($P=0.002$),NICU住院时间延长2 d ($P=0.002$)^[49]。因此,危重足月新生儿氨基酸补充的时机有待进一步研究。

2006年一项研究表明,早期高剂量补充氨基酸(生后前5 d每天氨基酸均>3 g/kg)与校正胎龄36周时更好的生长发育指标显著相关,至校正18月龄时头围小于第10百分位数的情况较少^[50]。但近期多项研究表明生后早期氨基酸起始剂量每日>3 g/kg存在风险。2016年一项多中心双盲RCT表明,生后24 h内氨基酸起始剂量每日3.6 g/kg与1.7 g/kg相比,在校正胎龄足月时的瘦体重含量并未增加($P=0.980$),且头围较小($P=0.020$),提示生后给予大剂量氨基酸并无益处,且可能有害^[51]。Strømmen等^[52]开展了一项多中心RCT,在纳入50例时进行安全性评估,由于氨基酸高剂量组晚发型败血症发生率显著增加($P=0.040$),试验被提前终止;在生后5周时评估氨基酸摄入量与生长速率的相关性,结果显示氨基酸供应在促进蛋白质合成方面存在天花板效应,氨基酸剂量增加与氮保留并非正相关关系。2022年澳大利亚和新西兰8个NICU的一项多中心、平行、双盲RCT表明,大剂量氨基酸摄入组动脉导管未闭和再喂养综合征发生率更高,且2岁时中重度神经功能障碍发生率和贝利婴幼儿发育量表-Ⅲ评分<70分患儿比例均高于对照组^[53]。以上研究表明早产儿生后早期氨基酸补充并非越多越好^[54],提示正在发育中的器官暴露在氨基酸高浓度下可能有害^[55]。大剂量补充氨基酸会导致高氨基酸血症以及氨基酸谱异常,特别是支链氨基酸和芳香族氨基酸的异常升高具有潜在神经毒性^[55-56],还会造成氮质血症、代谢性酸中毒、低钾血症、低磷血症和高钙血症。

在权衡获益与风险后,多项指南推荐早产儿生后24 h内尽早补充氨基酸至少1.5 g/kg,以维持正氮平衡并满足合成代谢的需求,第2天达到每日2.5~3.5 g/kg,最大剂量不超过每日3.5 g/kg^[8, 17, 57]。相较于2013年中国指南^[7],本共识对早产儿起始氨基酸推荐量有所增加,最大推荐量有所减少;足月儿由于氮利用率较高,最大剂量较早产儿稍

低。还需要强调,在补充氨基酸的同时,应供给充足的非蛋白氮热卡和微量营养素,以保证氨基酸得以充分的合成代谢和促进生长。

5.3 脂肪乳剂

推荐意见 11:有PN适应证的新生儿生后24 h内尽早静脉使用脂肪乳剂,起始剂量每日1.0~2.0 g/kg,每日增加0.5~1.0 g/kg,最大剂量每日3.0~3.5 g/kg,需要24 h均匀输注(C1)。

推荐意见 12:连续使用PN>2周以及存在PNALD/PNAC危险因素者,推荐使用含鱼油的混合脂肪乳剂(C1)。

推荐意见 13:新生儿输注脂肪乳剂时要全程避光(A1)。

推荐说明:足月儿每日补充亚油酸0.1 g/kg,早产儿每日可补充0.25 g/kg以预防必需脂肪酸缺乏。若未及时补充,2~3 d后就会出现必需脂肪酸缺乏^[58]。不同制剂的静脉脂肪乳剂(intravenous lipid emulsions, ILE)中亚油酸含量各不相同,如大豆油脂肪乳剂每日0.5 g/kg,中长链脂肪乳剂(medium-chain triglycerides/long-chain triglycerides, MCT/LCT)和含鱼油的多种油脂肪乳剂(soybean oil-medium chain triglycerides-olive oil-fish oil, SMOF)每日1 g/kg,可满足必需脂肪酸需求^[59]。

一项系统综述和Meta分析显示,极低出生体重早产儿早期启动(生后24 h内)高剂量脂肪乳剂(起始≥1.5 g/kg),生后体重下降百分数较低($P<0.001$),校正足月时头围增长较大($P=0.002$),EUGR发生率较低($P<0.001$),其他早产儿不良结局无差异,提示24 h内启动高剂量脂肪乳剂是安全和可耐受的,且有利于早产儿生长^[60]。

ILE使用的最大剂量仍存在争议。2018年ESPGHAN^[59]和2020年英国NICE^[10]的PN指南均推荐脂肪乳剂最大剂量可达每日4 g/kg,2023年美国ASPEN指南^[8]推荐最大剂量为3 g/kg。研究显示,仅有不到25%的患儿能耐受每日ILE>3.0 g/kg的剂量,ILE每增加1 g,高甘油三酯血症的风险增加约2倍^[61]。早产儿生后使用ILE须从低剂量开始逐渐增加至目标剂量,并需24 h均匀输注,可降低高甘油三酯血症及早产儿视网膜病变(retinopathy of prematurity, ROP)的发生风险^[10]。本共识专家组推荐符合PN适应证的新生儿生后24 h内尽早启用ILE,起始剂量每日1.0~2.0 g/kg,以满足必需脂肪酸的需求^[62],最大剂量为每日3.0~3.5 g/kg。起始和最大ILE剂量均稍高于2013年

中国指南^[7]的推荐。对严重血小板减少（血小板计数 $<50 \times 10^9/L$ ）、败血症、肺动脉高压患儿，应将 ILE 减量至防止必需脂肪酸缺乏的最小剂量^[59]。

ILE 的选择应根据患儿的临床状况、PNALD/PNAC 高危因素、使用时长和 ILE 成分等综合考虑。早产儿首选 20% ILE 有利于脂质代谢的耐受性。ASPEN 营养工作组认为， ω -6 与 ω -3 长链多不饱和脂肪酸在免疫调节中的最佳比例是 1~4:1，SMOF 的比例为 2.5:1，符合推荐范围^[63]。2023 年美国 ASPEN 指南^[8]不推荐使用含或不含鱼油的混合 ILE 预防 PNALD/PNAC，但该指南的适用人群是“相对健康，且预计能够较快达到全肠内喂养的早产儿”。2018 年 ESPGHAN^[59]和 2020 年英国 NICE^[10]的 PN 指南对较长时间使用 PN 或存在 PNALD/PNAC 以及高危因素者，均推荐使用含鱼油的复合 ILE。2022 年国内一项多中心前瞻性 RCT 及其二次分析表明，相较于 MCT/LCT，SMOF 可降低极低早产儿（very preterm infant, VPI）/VLBWI 发生 PNAC 和 MBDP 的风险，具有更好的脂质耐受性^[64]。随着 PN 时间延长（ >2 周），SMOF 是 PNAC 的保护性因素^[65-66]。该研究还发现 SMOF 是 VPI 生长速率较低的独立危险因素（ $P=0.045$ ）^[67]。提示早产儿的最佳生长不仅需要所有必需脂肪酸的参与，各种脂肪酸成分的比例关系也会影响早产儿的生长^[68]。2022 年一项 Meta 分析（ $n=1\,098$ ）显示，含鱼油的混合 ILE 可显著减少 VLBWI 的 PNAC 发生率（ $P=0.002$ ），尤其是 PN >14 d 的 VLBWI 和 ELBWI 获益更加显著^[69]。本共识专家组在权衡利弊以及临床可及的情况下，推荐 PN 持续使用 >2 周或存在 PNALD/PNAC 危险因素的患儿，应使用含鱼油的混合脂肪乳剂。

ASPEN 对早产儿 PN 进行光保护建议的立场文件^[70]指出，含有脂肪乳剂的静脉营养液应避免光输注。脂肪乳剂在光照（自然光或蓝光照射）下会发生脂质过氧化反应，导致氧自由基产生增加。一项 Meta 分析显示，光保护组早产儿病死率是光暴露组的一半，提示 PN 避光措施至关重要，应为新生儿尤其是早产儿 PN 提供全程避光输送系统和输液器^[71]。

5.4 常量元素

推荐意见 14：PN 溶液中钠、钾、氯推荐量参见表 4（GPS）。

推荐意见 15：PN 溶液中钙、磷、镁推荐量参见表 5（C1）。

推荐说明：新生儿生后早期水和电解质在体

内的含量和分布变化迅速，容易发生电解质紊乱。早产儿尤其是 ELBWI/VLBWI，肾功能不成熟，易发生高钠血症和代谢性酸中毒；后期肾脏泌钠分数高，易发生低钠血症。2018 年 ESPGHAN 指南^[41]根据足月与否、出生体重和出生后不同生长阶段提出了不同的钠、钾和氯推荐范围。临床实践中需根据患儿的生理病理特点、疾病状态和辅助检查结果进行实时调整。

2013 年美国 ASPEN 代谢性骨病高风险新生儿营养支持临床指南^[33]指出，目前对早产儿 PN 的钙磷摄入量建议范围较大，钙每日 40~120 mg/kg，磷每日 31~71 mg/kg，补充钙磷的同时应监测相关血生化指标。2014 年美国 ASPEN 临床指南^[24]推荐新生儿短期 PN 钙摄入量每日 76 mg/kg，钙磷比例 1.7:1（质量比）或 1.3:1（摩尔比）。2013 年中国指南^[7]对早产儿钙磷的推荐摄入量明显低于现行国外同类指南。2018 年 ESPGHAN 指南^[72]针对足月 and 不同生长阶段的早产儿提出了推荐范围。PN 中使用有机钙和磷制剂可增加钙磷溶解度，减少沉积物的产生。母亲产前使用硫酸镁的早产儿生后早期血镁水平可能增高，需根据血镁水平适时调整镁补充剂量。

表 4 PN 溶液中钠、钾、氯推荐量 [mmol/ (kg·d)]^[41]

阶段	钠	钾	氯
过渡期			
足月儿第 1~3 天	0~2	0~3	0~3
足月儿第 4~5 天	1~3	2~3	2~5
BW $\geq 1\,500$ g 早产儿第 1~2 天	0~2	0~3	0~3
BW $\geq 1\,500$ g 早产儿第 3 天	0~3	0~3	0~3
BW $\geq 1\,500$ g 早产儿第 4~5 天	2~5	2~3	2~5
BW $< 1\,500$ g 早产儿第 1~2 天	0~2	0~3	0~3
BW $< 1\,500$ g 早产儿第 3 天	0~5	0~3	0~3
BW $< 1\,500$ g 早产儿第 4~5 天	2~5	2~3	2~5
恢复期			
足月儿	2~3	1~3	2~3
BW $\geq 1\,500$ g 早产儿	2~5	1~3	2~5
BW $< 1\,500$ g 早产儿	2~5	1~3	2~5
稳定生长期			
足月儿	2~3	1.5~3	2~3
BW $\geq 1\,500$ g 早产儿	3~5	1~3	3~5
BW $< 1\,500$ g 早产儿	3~5	2~5	3~5

注：过渡期通常指生后 7 d 以内；稳定生长期指生理病理状态基本稳定，体重开始稳步增长至出院时；恢复期是过渡期和稳定生长期之间的阶段，通常指恢复出生体重并开始体重增长的阶段。[BW] 出生体重。

表 5 PN 溶液中钙、磷、镁推荐量 [mmol/ (kg·d)]^[72]

常量元素	足月儿	早产儿
钙	0.8~1.5	生后早期 0.8~2 生长期 1.6~3.5
磷	0.7~1.3	生后早期 1~2 生长期 1.6~3.5
镁	0.1~0.2	生后早期 0.1~0.2 生长期 0.2~0.3

注：生后早期一般指生后 7 d 内；生长期指生理病理状态基本稳定，体重开始稳步增长至出院时。

5.5 微量元素

推荐意见 16：PN 溶液中微量元素推荐量见表 6 (C1)。

推荐说明：常见的微量元素主要是铁、锌、铜、碘、硒、钼和铬等。早产儿由于储存不足，微量元素缺乏的风险增加；长期依赖 PN 的足月儿也是微量元素缺乏的高危人群。2020 年英国 NICE 指南^[10]推荐在 PN 开始时即加入微量元素。2023 年美国 ASPEN 指南^[8]在更新相关文献后推荐 PN 微量元素摄入量可参照 2012 年 ASPEN^[73]和 2018 年 ESPGHAN^[74]PN 指南。体内铜和锰主要通过胆道排泄，罹患胆汁淤积的患儿需监测血清铜水平。

因顾虑静脉铁制剂的潜在毒性，目前尚未明确每日摄入推荐量。静脉补充铁制剂前需要监测血清铁、转铁蛋白和铁蛋白水平。2018 年 ESPGHAN 的 PN 指南^[74]指出，如果能耐受 EN，补充铁剂优选肠内途径。PN 时间 <3 周不推荐常规补充静脉铁制剂。需要长期 PN 支持的新生儿，如果肠内铁摄入不足，可静脉补铁，补充期间应监测铁代谢相关指标，避免铁超载。

表 6 PN 溶液中微量元素推荐量 [μg/ (kg·d)]^[74]

微量元素	足月儿	早产儿
铁	50~100	200~250
锌	250	400~500
铜	20	40
硒	2~3	7
铬	0	0
钼	0.25	1
锰	≤1	≤1
碘	1	1~10

5.6 维生素

推荐意见 17：PN 溶液中维生素推荐量参见表 7 (C1)。

推荐说明：新生儿 PN 时应添加水溶性维生素和脂溶性维生素制剂，2013 年中国指南^[7]中的维生素推荐量尚未区分足月儿和早产儿。2018 年 ESPGHAN^[75]和 2020 年英国 NICE^[10]的 PN 指南推荐 PN 开始时即补充维生素。水溶性和脂溶性维生素均可加入脂肪乳剂中保证维生素稳定性并促进其吸收。2023 年美国 ASPEN 指南^[8]推荐维生素摄入量可参照 2012 年 ASPEN^[73]和 2018 年 ESPGHAN 的 PN 指南^[75]。

5.7 其他

推荐意见 18：不推荐在 PN 中常规添加左旋肉碱 (C2)。

推荐意见 19：不推荐在 PN 中常规添加肝素 (C2)。

推荐说明：左旋肉碱将长链脂肪酸转移到线粒体进行 β-氧化从而提供能量，在机体能量代谢中起重要作用。新生儿尤其是早产儿，EN 建立延迟或肾脏排泄增加等因素，可导致左旋肉碱缺乏并出现相关症状，如代谢性酸中毒、低血糖、周期性呼吸、肠道动力障碍、肌张力减低、生长迟缓等。

表 7 PN 溶液中维生素推荐量

维生素	足月儿 ^[73,75]	早产儿 ^[75]
维生素 A [IU/(kg·d)]	500~1 000 [#]	700~1 500
维生素 D [IU/(kg·d)]	40~150 [§]	80~400 [*]
维生素 E [IU/(kg·d)]	2.8~3.5	2.8~3.5
维生素 K [μg/(kg·d)]	10	10
维生素 B ₁ [μg/(kg·d)]	350~500	350~500
维生素 B ₂ [μg/(kg·d)]	150~200	150~200
烟酸 [mg/(kg·d)]	4.0~6.8	4.0~6.8
维生素 B ₆ [μg/(kg·d)]	150~200	150~200
叶酸 [μg/(kg·d)]	56	56
维生素 B ₁₂ [μg/(kg·d)]	0.3	0.3
维生素 B ₅ [mg/(kg·d)]	1~2	2.5
生物素 [μg/(kg·d)]	5~8	5~8
维生素 C [mg/(kg·d)]	15~25	15~25

注：[#]或 2 300 IU/d；[§]或 400 IU/d；^{*}或 200~1 000 IU/d。

Manninen 等^[76]发现胎龄 <32 周早产儿的血游离肉碱和短链酰基肉碱水平与体重、身长和头围 Z-评分的变化以及校正胎龄足月时经头颅 MRI 评估的大脑容积呈正相关。有研究提示 PN 中补充左旋肉碱可增强脂肪酸氧化和清除，改善脂肪乳剂输注耐受性和促进脂肪酸的吸收。Sasenick 等^[77]对胎龄 <30 周且出生体重 <1 250 g 的早产儿进行回顾

性队列分析,将PN中常规每日加入5 mg/kg左旋肉碱与未添加两组进行比较,发现补充组血游离肉碱和短链酰基肉碱水平更高,但两组间血甘油三酯水平无差异。2018年一篇系统综述证实早产儿PN中常规补充左旋肉碱可增加血肉碱水平,但与体重增长、患病率或病死率和住院时间无相关性^[78]。2018年ESPGHAN的PN指南^[59]建议早产儿可根据个体情况在PN中补充左旋肉碱每日20~30 mg/kg。鉴于现有的循证依据,建议对于EN建立延迟的新生儿,可根据血游离肉碱水平在PN中补充左旋肉碱。

2014年ASPEN指南^[24]不推荐在成人PN制剂中常规加入肝素用以减少中心静脉相关血栓。2018年ESPGHAN的PN指南^[59, 79]指出,虽然在新生儿PN中常规使用肝素可有效预防PICC堵塞,但潜在风险仍未明确;尚无确切依据证实肝素能改善脂肪乳剂的利用,反而可能会影响脂肪乳剂的稳定性,因此不推荐在PN中常规添加肝素。

6 PN停止时机

推荐意见20: PN剂量应随着EN量增加而逐渐减少,当EN量达到每日120~140 mL/kg或EN热卡达每日110 kcal/kg时可停用PN;需结合EN是否顺利及PN相关并发症风险等情况综合判断(GPS)。

推荐说明:应权衡长时间使用PN的利弊来决定停止PN的时机。当EN基本满足早产儿的液体及热卡需求时即可停止PN:胎龄 ≥ 28 周者在EN量达每日120~140 mL/kg或EN热卡达每日110 kcal/kg时可停止PN;胎龄 < 28 周者在EN量达每日140~150 mL/kg时可停止PN^[7, 10]。计划停用PN前还需考虑以下情况:目前患儿对EN的耐受情况,EN与PN利弊的权衡,是否存在特殊病情需长期PN,如短肠综合征、造瘘引流量大或生长迟缓等^[10]。

一项RCT显示,VLBWI达到较高EN量(每日140 mL/kg)时停止PN,可更早恢复出生体重^[80]。有研究发现EN从每日20 mL/kg增加至120 mL/kg所用的时间长短与生后28 d时能量、蛋白质、脂肪和碳水化合物累积量呈负相关,与体重和头围增长呈负相关;EN量增加较快的VLBWI,体重增长更快^[81]。因各种原因(如静脉导管相关感染风险增加、液量限制、潜在代谢并发症或心肺疾病风险增加等)过早停用PN时,可能出现暂时性蛋白质和能量摄入不足,尤其当EN量不足时^[81]。

EN增加量应略高于PN量的减少速度,避免因PN延缓EN进程^[20, 41]。对于合并支气管肺发育不良的早产儿,总液体量达到每日130~150 mL/kg,EN达到营养目标的90%时可停止PN^[82]。

7 PN的监测

7.1 PN常见并发症及监测

推荐意见21: PN期间应定期监测血糖、甘油三酯、肝肾功能、电解质、骨矿化等生化指标(A1)。

推荐意见22: 密切观察穿刺部位有无肿胀、疼痛、渗液、皮肤破损和/或体温升高等症状(B2)。

推荐说明:PN相关并发症包括肝损害如PNALD/PNAC、高血糖、高脂血症、MBDP、感染并发症、机械性损伤如堵塞、渗漏以及生长障碍等。PNALD/PNAC是新生儿长期PN最主要的并发症之一,发生率与胎龄、出生体重、PN时长等存在相关性^[83]。PNALD/PNAC临床表现不一,从轻度可逆的胆汁淤积,到严重的肝功能衰竭,甚至危及生命,但大多在2个月内恢复,总体预后良好^[83]。国内一项前瞻性多中心RCT显示,与非PNAC组相比,PNAC组接受氨基酸和MCT/LCT的剂量更多、SMOF更少、PN时间更长、喂养不耐受发生率更高、体重增长速度更慢,使用SMOF和母乳喂养是PNAC的保护因素^[65]。

瑞典一项对胎龄 < 27 周超早产儿使用PN的前瞻性研究发现,生后2周高血糖(血糖 > 10 mmol/L)发生率达30%^[84]。澳大利亚一项对胎龄 < 29 周的早产儿使用PN的回顾性分析发现,19.5%出现高甘油三酯血症,5.6%出现严重高甘油三酯血症(血甘油三酯 > 4.5 mmol/L),高甘油三酯血症与病死率及严重ROP有关^[85]。中国一项VLBWI/ELBWI应用不同剂量氨基酸的PN对电解质影响的队列研究发现,生后7 d内低钾血症、低磷血症、严重低磷血症和高钙血症发生率分别为64.8%、67.6%、26.8%和1.4%,氨基酸用量与电解质紊乱发生率呈正相关性^[86]。波兰一项早产儿PN的队列研究发现,较长时间PN会增加导管相关感染和机械性损伤并发症的发生风险^[87]。

对长期PN的新生儿特别是早产儿,需要定期(1~2周)监测血糖、甘油三酯、肝肾功能、电解质和骨矿化指标^[72]。密切观察穿刺部位有无肿胀、

疼痛、渗液、皮肤破损和/或体温升高等症状^[88]，及时作出调整和处理。

7.2 PN营养和体格生长监测

推荐意见 23: 在PN起始的1~2周，测量体重1次/d；稳定生长阶段测量体重2~3次/周，身长和头围1次/周，必要时结合人体成分，以确保营养素充足（A1）。

推荐意见 24: 推荐应用中国《不同胎龄新生儿出生时生长评价标准》或参照 Fenton 2013 和 Intergrowth-21 绘制生长曲线，使用纵向方法动态定义 EUGR（GPS）。

推荐说明：PN 期间应监测婴儿的生长轨迹，以确保营养充足均衡。一项对胎龄≤32 周的早产儿前瞻性队列研究发现，在校正胎龄 36 周时，EUGR 和生长不良（Z 评分下降>1.34）发生率分别为 66.0% 和 67.4%^[89]。意大利一项关于 VLBWI 的回顾性调查采用 Intergrowth-21 标准（<https://intergrowth21.tghn.org/>），分别采用横向（即出院时体格生长指标<P₁₀）和纵向（即从出生到出院时体格生长指标 Z 评分下降>1 SD）2 种方法诊断 EUGR，结果发现纵向定义比横向定义更适合识别早产儿出生后生长不良^[90]。国际上对于早产儿尤其是 VLBWI/ELBWI 的体格生长曲线标准尚无共识。西班牙一项对 792 例 VLBWI 的回顾性研究^[91] 分别采用 Fenton 2013（<https://live-ucalgary.ucalgary.ca/resource/preterm-growth-chart>）和 Intergrowth-21 标准，比较 IUGR 和 EUGR 患病率，计算 2 个标准对 3 个指标（体重、身长和头围）的 Kappa 一致性。结果显示，Fenton 2013 和 Intergrowth-21 在 IUGR 识别上的一致性较好，但在 EUGR 识别上的一致性较差。

2022 年我国国家卫生健康委妇幼健康标准专业委员会发布了《中国不同胎龄新生儿出生时生长评价标准》^[92]，本共识推荐可使用我国标准并参考 Fenton 2013 或 Intergrowth-21 绘制新生儿的生长曲线图，记录其生长轨迹，计算增长速率、Z 评分，并与同胎龄、同性别的婴儿进行横向比较，对于新生儿的营养支持策略至关重要。

婴儿可用的人体成分评估方法，包括双能 X 线吸收法（dual energy X-ray absorption method, DXA）、空气置换体积描记法（air displacement plethysmography, ADP）、磁共振成像和生物电阻抗分析等。早期一项小规模采用 DXA 测量人体成分的前瞻性研究，对比分析 26 例胎龄<29 周早产儿和 33 例足月儿的人体成分，发现早产儿在校正胎龄足月时，虽然体重、身长、头围均明显低于足月儿，但早产儿的体脂和瘦体重百分比与足月儿相似^[93]。美国一项对 VLBWI 的小样本 RCT 研究发现，评估第 1 周强化 PN 和标准 PN 对住院期间早产儿体格生长，并采用 ADP 测量体脂、去脂体重及体脂百分比，结果发现两组无论是体格生长还是体成分分析，差异均无统计学意义（P>0.05）^[94]。使用人体成分分析技术评估新生儿生长状况还需要更多的深入研究。

8 结语

新生儿 PN 管理专家共识的制定，对促进从业人员 PN 管理的规范化、同质化，提高危重新生儿或早产儿救治成功率具有重要意义。然而，专家共识在临床实践中不能代替医疗保健技术人员的专业判断，应结合临床病情变化，及时作出 PN 方案调整。本专家共识共形成了 24 条推荐意见，汇总见表 8。本共识存在以下局限性：（1）由于缺乏高质量的临床研究，甚至某些观察性研究结论存在矛盾，因此，本共识的推荐意见等级较低；（2）新生儿尤其是早产儿营养的基础研究较少，对临床研究结果缺乏充足的理论支持；（3）本共识涉及的是临床共性问题，针对特殊疾病情况缺乏推荐意见。未来将从新生儿 PN 的基础和临床角度进行更多高质量研究，尤其是 PN 应用人群的远期生长发育和神经认知功能研究。本专家共识拟 5 年更新一次，根据新生儿 PN 的研究进展，检索新的证据后咨询专家意见、收集使用人群及目标人群的意见，形成更新决策证据表，遵循卫生保健实践指南的报告条目适时进行更新。

表 8 推荐意见汇总

推荐项目	推荐意见	证据等级 推荐强度 [#]
PN 的适应证及禁忌证	1. 满足以下任一条件均推荐使用 PN：（1）任何原因导致 48~72 h 内无法建立充分的 EN 或存在喂养困难、喂养不耐受、体重增长不良；（2）胎龄<32 周或出生体重<1 500 g 的早产儿	B1
	2. 新生儿若存在休克、严重水电解质紊乱或酸碱平衡失调，未纠正前不建议以营养支持为目的补液	GPS

表 8 (续)

推荐项目	推荐意见	证据等级 推荐强度 [#]
PN 输注途径和方式	3. 新生儿包括早产儿 PN 输注途径首选中心静脉导管；短期使用 PN 可选择外周静脉导管 (<5 d)	B1
	4. 新生儿首选“全合一”输注方式；特殊情况下可采用“二合一”输注方式	B1 C2
PN 能量需要量	5. PN 第 1 天应提供总能量 45~60 kcal/kg (非蛋白能量 35~45 kcal/kg)；PN 的目标能量应提供总能量每日 80~90 kcal/kg (非蛋白能量每日 65 kcal/kg)，以保证正常生长速率	B1
PN 的液体量	6. 不同出生体重新生儿生后不同日龄 PN 推荐的液体量见表 2。应根据新生儿生后环境的温湿度及接受的治疗、体重、尿量变化等做出调整	GPS
PN 溶液的组成和临床应用	7. PN 溶液葡萄糖推荐量参见表 3	B2
	8. 不推荐在 PN 治疗期间预防性使用胰岛素	B1
	9. 早产儿生后 24 h 内尽早补充氨基酸，起始剂量 1.5~2.5 g/kg，随后每日增加 1.0~1.5 g/kg，最大剂量为每日 3.0~3.5 g/kg	C1
	10. 足月儿 PN 氨基酸起始剂量每日 1.5~2.5 g/kg，随后每日增加 1.0~1.5 g/kg，最大剂量每日 2.5~3.0 g/kg	C1
	11. 有 PN 适应证的新生儿生后尽早静脉使用脂肪乳剂，起始剂量每日 1.0~2.0 g/kg，每日增加 0.5~1.0 g/kg，最大剂量每日 3.0~3.5 g/kg，需要 24 h 均匀输注	C1
	12. 连续使用 PN>2 周以及存在 PN 相关性肝病或胆汁淤积症危险因素者，推荐使用含鱼油的混合脂肪乳剂	C1
	13. 新生儿输注脂肪乳剂时要全程避光	A1
	14. PN 溶液中钠、钾、氯推荐量参见表 4	GPS
	15. PN 溶液中钙、磷、镁推荐量参见表 5	C1
	16. PN 溶液中微量元素推荐量参见表 6	C1
	17. PN 溶液中维生素推荐量参见表 7	C1
PN 停止时机	18. 不推荐在 PN 中常规添加左旋肉碱	C2
	19. 不推荐在 PN 中常规添加肝素	C2
PN 的监测	20. PN 剂量应随着 EN 量增加而逐渐减少，当 EN 量达到每日 120~140 mL/kg 或 EN 热卡达每日 110 kcal/kg 时可停用 PN；需结合 EN 是否顺利及 PN 相关并发症风险等情况综合判断	GPS
PN 的监测	21. PN 期间应定期监测血糖、甘油三酯、肝肾功能、电解质、骨矿化等生化指标	A1
	22. 密切观察穿刺部位有无肿胀、疼痛、渗液、皮肤破损和/或体温升高等症状	B2
	23. 在 PN 起始的 1~2 周，测量体重 1 次/d；稳定生长阶段测量体重 2~3 次/周，身长和头围 1 次/周，必要时结合人体成分，以确保营养充足	A1
	24. 推荐应用中国《不同胎龄新生儿出生时生长评价标准》或参照 Fenton 2013 和 Intergrowth-21 绘制生长曲线，使用纵向方法动态定义 EUGR	GPS

注：*A、B、C 分别为高、中、低质量证据；1、2 分别为强推荐和弱推荐；GPS 为良好实践声明。[PN] 肠外营养；[EN] 肠内营养。

执笔人：张蓉（复旦大学附属儿科医院/国家卫健委新生儿疾病重点实验室）、林新祝（厦门大学附属妇女儿童医院/厦门市妇幼保健院）、常艳美（北京大学第三医院）、李正红（中国医学科学院北京协和医学院/北京协和医院/疑难重症及罕见病国家重点实验室）、刘喜红（广州市妇女儿童医疗中心）、贝斐（上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心）、童笑梅（北京大学第三医院）、陈超（复旦大学附属儿科医院/国家卫健委新生儿疾病重点实验室）

专家共识制订专家指导委员会（按专家姓名拼音排序）：程秀永（郑州大学第一附属医院）、崔其亮（广州医科大学第三附属医院）、封志纯（中国人民解放军总院第七医学中心）、黄柳明

（中国人民解放军总院第七医学中心）、王丹华（中国医学科学院北京协和医院）、杨传忠（深圳市妇幼保健院）、杨于嘉（中国当代儿科杂志编辑委员会）、曾琳（北京大学第三医院）、庄思齐（中山大学附属第七医院）

专家共识制订工作组（按专家姓名拼音排序）：陈玲（华中科技大学附属同济医院）、高喜容（湖南省儿童医院）、韩树萍（南京市妇幼保健院）、华子瑜（重庆医科大学附属儿童医院）、李龙（新疆维吾尔自治区儿童医院）、李秋平（中国人民解放军总医院第七医学中心）、刘俐（西安交通大学第一附属医院）、唐军（四川大学华西第二医院）、田新玉（北京大学第三医院）、邵洁（浙江大学医学院附属儿童医院）、沈淳（复旦大学附

属儿科医院)、沈蔚(厦门大学附属妇女儿童医院/厦门市妇幼保健院)、吴繁(广州医科大学附属第三医院)、叶秀楨(广东省妇幼保健院)、曾长江(患儿家属)

专家共识外审专家组(按专家姓名拼音排序):陈冬梅(泉州市妇幼保健院·儿童医院)、孔祥永(中国人民解放军总医院第七医学中心)、李占魁(西北妇女儿童医院)、刘玲(贵阳市妇幼保健院)、毛健(中国医科大学附属盛京医院)、裘刚(上海市儿童医院)

专家共识证据合成与评价组(按专家姓名拼音排序):胡廷岳(北京大学第三医院)、毛玮莹(复旦大学附属儿科医院)、唐丽霞(厦门大学附属妇女儿童医院/厦门市妇幼保健院)、王雅森(厦门大学附属妇女儿童医院/厦门市妇幼保健院)、悦光(电子科技大学医学院附属妇女儿童医院/成都市妇女儿童中心医院)、朱巍巍(北京大学第三医院)、朱燕(复旦大学附属儿科医院)

利益冲突声明:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] 沈蔚,郑直,林新祝,等.住院极早产儿宫外生长迟缓及相关因素的多中心前瞻性研究[J].中国当代儿科杂志,2022,24(2):132-140. PMID: 35209977. PMCID: PMC8884052. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2111143.
- [2] 早产儿营养调查协作组.新生儿重症监护病房中早产儿营养相关状况多中心调查974例报告[J].中华儿科杂志,2009,47(1):12-17. PMID: 19573373. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2009.01.003.
- [3] Martínez-Jiménez MD, Gómez-García FJ, Gil-Campos M, et al. Comorbidities in childhood associated with extrauterine growth restriction in preterm infants: a scoping review[J]. Eur J Pediatr, 2020, 179(8): 1255-1265. PMID: 32096070. DOI: 10.1007/s00431-020-03613-8.
- [4] Makker K, Ji Y, Hong X, et al. Antenatal and neonatal factors contributing to extra uterine growth failure (EUGR) among preterm infants in Boston birth cohort (BBC) [J]. J Perinatol, 2021, 41(5): 1025-1032. PMID: 33589730. PMCID: PMC7883994. DOI: 10.1038/s41372-021-00948-4.
- [5] Baillat M, Pauly V, Dagau G, et al. Association of first-week nutrient intake and extrauterine growth restriction in moderately preterm infants: a regional population-based study[J]. Nutrients, 2021, 13(1): 227. PMID: 33466801. PMCID: PMC7830065. DOI: 10.3390/nu13010227.
- [6] Schneider J, Fischer Fumeaux CJ, Duerden EG, et al. Nutrient intake in the first two weeks of life and brain growth in preterm neonates[J]. Pediatrics, 2018, 141(3): e20172169. PMID: 29440285. DOI: 10.1542/peds.2017-2169.
- [7] 中华医学会儿科学分会肠外肠内营养学分会儿科学组,中华医学会儿科学分会新生儿学组,中华医学会儿科学分会小儿外科学分会新生儿外科学组,等.中国新生儿营养支持临床应用指南[J].中华小儿外科杂志,2013,34(10):782-787. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2013.10.016.
- [8] Robinson DT, Calkins KL, Chen Y, et al. Guidelines for parenteral nutrition in preterm infants: The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2023, 47(7): 830-858. PMID: 37610837. DOI: 10.1002/jpen.2550.
- [9] Mihatsch W, Shamir R, van Goudoever JB, et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: guideline development process for the updated guidelines[J]. Clin Nutr, 2018, 37(6 Pt B): 2306-2308. PMID: 30055868. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.06.943.
- [10] NICE. Neonatal parenteral nutrition[EB/OL]. [2021-12-07]. <https://www.nice.org.uk/guidance/NG154>.
- [11] Groh-Wargo S, Barr SM. Parenteral nutrition[J]. Clin Perinatol, 2022, 49(2): 355-379. PMID: 35659091. DOI: 10.1016/j.clp.2022.02.002.
- [12] Schünemann H, Brožek J, Guyatt G, et al. GRADE Handbook [EB/OL]. (2013-10) [2020-07-16]. <https://gdt.gradepro.org/app/handbook/handbook.html>.
- [13] GRADEpro GDT. GRADE your evidence and improve your guideline development in health care[EB/OL]. [2020-07-10]. <https://www.gradepro.org/>.
- [14] Balshem H, Helfanda M, Schunemann HJ, 等. GRADE指南: III. 证据质量分级[J].中国循证医学杂志,2011,11(4):451-455. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2531.2011.04.017.
- [15] Bolisetty S, Osborn D, Schindler T, et al. Standardised neonatal parenteral nutrition formulations: Australasian neonatal parenteral nutrition consensus update 2017[J]. BMC Pediatr, 2020, 20(1): 59. PMID: 32035481. PMCID: PMC7007668. DOI: 10.1186/s12887-020-1958-9.
- [16] Leenders EKSM, de Waard M, van Goudoever JB. Low- versus high-dose and early versus late parenteral amino-acid administration in very-low-birth-weight infants: a systematic review and meta-analysis[J]. Neonatology, 2018, 113(3): 187-205. PMID: 29268262. DOI: 10.1159/000481192.
- [17] van Goudoever JB, Carnielli V, Darmaun D, et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: amino acids[J]. Clin Nutr, 2018, 37(6 Pt B): 2315-2323. PMID: 30100107. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.06.945.
- [18] Prusakov P, Speaks S, Magers JS. Parenteral nutrition in moderately preterm, otherwise healthy neonates is not associated with improved short-term growth outcomes[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2020, 44(8): 1519-1524. PMID: 32026496. DOI: 10.1002/jpen.1785.
- [19] Biagetti C, Correani A, Antognoli L, et al. Which birth weight threshold to start parenteral nutrition? A single center experience[J]. Eur J Clin Nutr, 2023, 77(4): 474-480. PMID: 36627415. DOI: 10.1038/s41430-022-01257-5.
- [20] 李正红,王丹华,童笑梅,等.晚期早产儿营养管理专家共识[J].

- 中国循证儿科杂志, 2022, 17(6): 405-413.
DOI: 10.3969/j.issn.1673-5501.2022.06.001.
- [21] 邱文娟, 杜陶子, 夏瑜. 儿童遗传代谢病急性期的营养管理[J]. 临床儿科杂志, 2023, 41(6): 401-405.
DOI: 10.12372/jcp.2023.23e0366.
- [22] Lapillonne A, Kermorvant-Duchemin E. A systematic review of practice surveys on parenteral nutrition for preterm infants[J]. *J Nutr*, 2013, 143(12 Suppl): 2061S-2065S. PMID: 24108136. DOI: 10.3945/jn.113.176982.
- [23] Ainsworth S, McGuire W. Percutaneous central venous catheters versus peripheral cannulae for delivery of parenteral nutrition in neonates[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015, 2015(10): CD004219. PMID: 26439610. PMCID: PMC9250057. DOI: 10.1002/14651858.CD004219.pub4.
- [24] Boullata JJ, Gilbert K, Sacks G, et al. A. S. P. E. N. clinical guidelines: parenteral nutrition ordering, order review, compounding, labeling, and dispensing[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2014, 38(3): 334-377. PMID: 24531708. DOI: 10.1177/0148607114521833.
- [25] Pezzati M, Filippi L, Chiti G, et al. Central venous catheters and cardiac tamponade in preterm infants[J]. *Intensive Care Med*, 2004, 30(12): 2253-2256. PMID: 15517163. DOI: 10.1007/s00134-004-2472-5.
- [26] Ainsworth SB, Clerihew L, McGuire W. Percutaneous central venous catheters versus peripheral cannulae for delivery of parenteral nutrition in neonates[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2007(3): CD004219. PMID: 17636749. DOI: 10.1002/14651858.CD004219.pub3.
- [27] 中国医师协会新生儿科医师分会循证专业委员会. 新生儿经外周置入中心静脉导管操作及管理指南 (2021) [J]. 中国当代儿科杂志, 2021, 23(3): 201-212. PMID: 33691911. PMCID: PMC7969181. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2101087.
- [28] Bethune K, Allwood M, Grainger C, et al. Use of filters during the preparation and administration of parenteral nutrition: position paper and guidelines prepared by a British pharmaceutical nutrition group working party[J]. *Nutrition*, 2001, 17(5): 403-408. PMID: 11377134. DOI: 10.1016/s0899-9007(01)00536-6.
- [29] Dugan S, Le J, Jew RK. Maximum tolerated osmolality for peripheral administration of parenteral nutrition in pediatric patients[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2014, 38(7): 847-851. PMID: 23851423. DOI: 10.1177/0148607113495569.
- [30] Hanifah S, Maulidani Y, Nugroho BH, et al. Provision of standardized all-in-one parenteral nutrition (AIO-PN) for very preterm neonates: evaluation at room and cold temperatures[J]. *J Pharm Bioallied Sci*, 2021, 13(1): 26-30. PMID: 34084045. PMCID: PMC8142921. DOI: 10.4103/jpbs.JPBS_278_19.
- [31] Blackmer AB, Partipilo ML. Three-in-one parenteral nutrition in neonates and pediatric patients: risks and benefits[J]. *Nutr Clin Pract*, 2015, 30(3): 337-343. PMID: 25857309. DOI: 10.1177/0884533615580596.
- [32] MacKay M, Jackson D, Eggert L, et al. Practice-based validation of calcium and phosphorus solubility limits for pediatric parenteral nutrition solutions[J]. *Nutr Clin Pract*, 2011, 26(6): 708-713. PMID: 22205559. DOI: 10.1177/0884533611426435.
- [33] Nehra D, Carlson SJ, Fallon EM, et al. A. S. P. E. N. clinical guidelines: nutrition support of neonatal patients at risk for metabolic bone disease[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2013, 37(5): 570-598. PMID: 23685349. DOI: 10.1177/0148607113487216.
- [34] Koletzko B, Wiczorek S, Domellöf M, et al. Defining nutritional needs of preterm infants[J]. *World Rev Nutr Diet*, 2021, 122: 5-11. PMID: 34352755. DOI: 10.1159/000514739.
- [35] Hay WW, Brown LD, Denne SC. Energy requirements, protein-energy metabolism and balance, and carbohydrates in preterm infants[J]. *World Rev Nutr Diet*, 2014, 110: 64-81. PMID: 24751622. DOI: 10.1159/000358459.
- [36] Weintraub V, Mimouni FB, Dollberg S. Effect of birth weight and postnatal age upon resting energy expenditure in preterm infants[J]. *Am J Perinatol*, 2009, 26(3): 173-177. PMID: 19021091. DOI: 10.1055/s-0028-1103023.
- [37] Bechard LJ, Parrott JS, Mehta NM. Systematic review of the influence of energy and protein intake on protein balance in critically ill children[J]. *J Pediatr*, 2012, 161(2): 333-339. e1. PMID: 22402566. DOI: 10.1016/j.jpeds.2012.01.046.
- [38] Embleton ND, van den Akker CHP. Protein intakes to optimize outcomes for preterm infants[J]. *Semin Perinatol*, 2019, 43(7): 151154. PMID: 31303253. DOI: 10.1053/j.semperi.2019.06.002.
- [39] van den Akker CHP, Saenz de Pipaon M, van Goudoever JB. Proteins and amino acids[M]//Koletzko B, Cheah FC, Domellöf M, et al. *Nutritional Care of Preterm Infants: Scientific Basis and Practical Guidelines*. Basel: Karger International, 2021.
- [40] 古谷纯朗. *Manual of Neonatal Intensive Care Unit*[M]. 5 版. 东京: 金原出版株式会社, 2014: 177-180.
- [41] Jochum F, Moltu SJ, Senterre T, et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: fluid and electrolytes[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(6 Pt B): 2344-2353. PMID: 30064846. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.06.948.
- [42] Koletzko B, Cheah FC, Domellöf M, et al. Nutritional care of preterm infants: scientific basis and practical guidelines[M]//*World Review of Nutrition and Dietetics*. Basel: Karger International, 2021: 103-121.
- [43] Mesotten D, Joosten K, van Kempen A, et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: carbohydrates[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(6 Pt B): 2337-2343. PMID: 30037708. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.06.947.
- [44] Arsenaault D, Brenn M, Kim S, et al. A. S. P. E. N. clinical guidelines: hyperglycemia and hypoglycemia in the neonate receiving parenteral nutrition[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2012, 36(1): 81-95. PMID: 22179520. DOI: 10.1177/0148607111418980.
- [45] Alsweiler JM, Harding JE, Bloomfield FH. Tight glycemic control with insulin in hyperglycemic preterm babies: a randomized controlled trial[J]. *Pediatrics*, 2012, 129(4): 639-647. PMID: 22430450. DOI: 10.1542/peds.2011-2470.
- [46] Darmaun D, Lapillonne A, Simeoni U, et al. Parenteral nutrition for preterm infants: issues and strategy[J]. *Arch Pediatr*, 2018, 25(4): 286-294. PMID: 29656825. DOI: 10.1016/j.arcped.2018.02.005.
- [47] Denne SC, Poindexter BB. Evidence supporting early nutritional

- support with parenteral amino acid infusion[J]. *Semin Perinatol*, 2007, 31(2): 56-60. PMID: 17462489. DOI: 10.1053/j.semp.2007.02.005.
- [48] Trivedi A, Jatana V, Sinn JK. Early versus late administration of amino acids in preterm infants receiving parenteral nutrition[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2024, 1(1): CD008771. PMID: 38275196. PMCID: PMC10811752. DOI: 10.1002/14651858.CD008771.pub3.
- [49] van Puffelen E, Vanhorebeek I, Joosten KFM, et al. Early versus late parenteral nutrition in critically ill, term neonates: a preplanned secondary subgroup analysis of the PEPaNIC multicentre, randomised controlled trial[J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2018, 2(7): 505-515. PMID: 30169323. DOI: 10.1016/S2352-4642(18)30131-7.
- [50] Poindexter BB, Langer JC, Dusick AM, et al. Early provision of parenteral amino acids in extremely low birth weight infants: relation to growth and neurodevelopmental outcome[J]. *J Pediatr*, 2006, 148(3): 300-305. PMID: 16615955. DOI: 10.1016/j.jpeds.2005.10.038.
- [51] Uthaya S, Liu X, Babalis D, et al. Nutritional evaluation and optimisation in neonates: a randomized, double-blind controlled trial of amino acid regimen and intravenous lipid composition in preterm parenteral nutrition[J]. *Am J Clin Nutr*, 2016, 103(6): 1443-1452. PMID: 27099248. PMCID: PMC4880995. DOI: 10.3945/ajcn.115.125138.
- [52] Strømmen K, Haag A, Moltu SJ, et al. Enhanced nutrient supply to very low birth weight infants is associated with higher blood amino acid concentrations and improved growth[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2017, 18: 16-22. PMID: 29132733. DOI: 10.1016/j.clnesp.2017.01.003.
- [53] Bloomfield FH, Jiang Y, Harding JE, et al. Early amino acids in extremely preterm infants and neurodisability at 2 years[J]. *N Engl J Med*, 2022, 387(18): 1661-1672. PMID: 36322845. DOI: 10.1056/NEJMoa2204886.
- [54] Martin CR. Parenteral protein in extremely preterm infants: more is not better[J]. *N Engl J Med*, 2022, 387(18): 1712-1713. PMID: 36322851. DOI: 10.1056/NEJMe2212522.
- [55] Blanco C, McGill-Vargas L, Li C, et al. High branched-chain amino acid concentrations are found in preterm baboons receiving intravenous amino acid solutions and mimic alterations found in preterm infants[J]. *JPN J Parenter Enteral Nutr*, 2019, 43(8): 1053-1064. PMID: 30729556. PMCID: PMC7241650. DOI: 10.1002/jpen.1507.
- [56] Kirchberg FF, Harder U, Weber M, et al. Dietary protein intake affects amino acid and acylcarnitine metabolism in infants aged 6 months[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2015, 100(1): 149-158. PMID: 25368978. DOI: 10.1210/jc.2014-3157.
- [57] Pereira da Silva L, Pissarra S, Alexandrino AM, et al. Guidelines for neonatal parenteral nutrition: 2019 update by the Portuguese Neonatal Society. Part I. General aspects, energy, and macronutrients[J]. *Port J Pediatr*, 2019, 50(3): 209-219. DOI: 10.25754/pjp.2019.15981.
- [58] 杨庆, 林新祝. 长链多不饱和脂肪酸对新生儿的影响研究进展[J]. *中国当代儿科杂志*, 2021, 23(7): 755-760. PMID: 34266537. PMCID: PMC8292656. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2104087.
- [59] Lapillonne A, Fidler Mis N, Goulet O, et al. ESPGHAN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: lipids[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(6 Pt B): 2324-2336. PMID: 30143306. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.06.946.
- [60] Kim K, Kim NJ, Kim SY. Safety and efficacy of early high parenteral lipid supplementation in preterm infants: a systematic review and meta-analysis[J]. *Nutrients*, 2021, 13(5): 1535. PMID: 34063216. PMCID: PMC8147506. DOI: 10.3390/nu13051535.
- [61] Giretti I, D'Ascenzo R, Correani A, et al. Hypertriglyceridemia and lipid tolerance in preterm infants with a birth weight of less than 1250 g on routine parenteral nutrition[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(6): 4444-4448. PMID: 33526286. DOI: 10.1016/j.clnu.2020.12.039.
- [62] Chan AP, Rostas S, Rogers S, et al. Parenteral nutrition in the neonatal intensive care unit: intravenous lipid emulsions[J]. *Clin Perinatol*, 2023, 50(3): 575-589. PMID: 37536765. DOI: 10.1016/j.clp.2023.04.012.
- [63] 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]. *JPN J Parenter Enteral Nutr*, 2016, 40(2): 159-211. PMID: 26773077. DOI: 10.1177/0148607115621863.
- [64] Yang Q, Kong J, Bai RM, et al. Effects of mixed oil emulsion on short-term clinical outcomes in premature infants: a prospective, multicenter, randomized controlled trial[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2023, 77(8): 823-832. PMID: 37138099. PMCID: PMC10393776. DOI: 10.1038/s41430-023-01288-6.
- [65] Wang YS, Shen W, Yang Q, et al. Analysis of risk factors for parenteral nutrition-associated cholestasis in preterm infants: a multicenter observational study[J]. *BMC Pediatr*, 2023, 23(1): 250. PMID: 37210514. PMCID: PMC10199576. DOI: 10.1186/s12887-023-04068-0.
- [66] 林榕, 杨庆, 王雅森, 等. 两种脂肪乳剂不同肠外营养时间对早产儿临床结局影响的比较: 一项随机对照多中心研究[J]. *中国当代儿科杂志*, 2023, 25(9): 901-908. PMID: 37718394. PMCID: PMC10511226. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2303074.
- [67] Zhang ZX, Yang Q, Shen W, et al. Effect of SMOF lipid emulsion on physical growth and extrauterine growth retardation in very preterm infants: insights from a multicenter retrospective cohort study[J]. *Nutrition*, 2023, 116: 112221. PMID: 37832169. DOI: 10.1016/j.nut.2023.112221.
- [68] Asfour SS, Alshaikh B, AlMahmoud L, et al. SMOFlipid impact on growth and neonatal morbidities in very preterm infants[J]. *Nutrients*, 2022, 14(19): 3952. PMID: 36235604. PMCID: PMC9573282. DOI: 10.3390/nu14193952.
- [69] Zou TT, Li JR, Zhu Y, et al. Fish oil-containing lipid emulsions prevention on parenteral nutrition-associated cholestasis in very low birth weight infants: a meta-analysis[J]. *World J Pediatr*, 2022, 18(7): 463-471. PMID: 35325398. PMCID: PMC9205820. DOI: 10.1007/s12519-022-00536-2.

- [70] Robinson DT, Ayers P, Fleming B, et al. Recommendations for photoprotection of parenteral nutrition for premature infants: an ASPEN position paper[J]. *Nutr Clin Pract*, 2021, 36(5): 927-941. PMID: 34472142. DOI: 10.1002/ncp.10747.
- [71] Chessex P, Laborie S, Nasef N, et al. Shielding parenteral nutrition from light improves survival rate in premature infants[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2017, 41(3): 378-383. PMID: 26376662. DOI: 10.1177/0148607115606407.
- [72] Mihatsch W, Fewtrell M, Goulet O, et al. ESPGHAN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: calcium, phosphorus and magnesium[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(6 Pt B): 2360-2365. PMID: 30097365. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.06.950.
- [73] Vanek VW, Borum P, Buchman A, et al. A.S.P.E.N. position paper: recommendations for changes in commercially available parenteral multivitamin and multi-trace element products[J]. *Nutr Clin Pract*, 2012, 27(4): 440-491. PMID: 22730042. DOI: 10.1177/0884533612446706.
- [74] Domellöf M, Szitanyi P, Simchowicz V, et al. ESPGHAN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: iron and trace minerals[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(6 Pt B): 2354-2359. PMID: 30078716. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.06.949.
- [75] Bronsky J, Campoy C, Braegger C, et al. ESPGHAN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: vitamins[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(6 Pt B): 2366-2378. PMID: 30100105. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.06.951.
- [76] Manninen S, Silvennoinen S, Bendel P, et al. Carnitine intake and serum levels associate positively with postnatal growth and brain size at term in very preterm infants[J]. *Nutrients*, 2022, 14(22): 4725. PMID: 36432412. PMID: PMC9696952. DOI: 10.3390/nu14224725.
- [77] Sassenick J, Miller M, Rastogi D, et al. Carnitine supplementation increases serum concentrations of free carnitine and total acylcarnitine in preterm neonates: a retrospective cohort study[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2023, 47(6): 746-753. PMID: 37345267. DOI: 10.1002/jpen.2535.
- [78] Salguero Olid A, Blanco Sánchez G, Alonso Ojembarrena A. A systematic review about prophylactic L-carnitine administration in parenteral nutrition of extremely preterm infants[J]. *Farm Hosp*, 2018, 42(4): 168-173. PMID: 29959842. DOI: 10.7399/fh.10976.
- [79] Kolaček S, Puntis JWL, Hojsak I, et al. ESPGHAN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: venous access[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(6 Pt B): 2379-2391. PMID: 30055869. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.06.952.
- [80] Perrem L, Semberova J, O'Sullivan A, et al. Effect of early parenteral nutrition discontinuation on time to regain birth weight in very low birth weight infants: a randomized controlled trial[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2019, 43(7): 883-890. PMID: 30613992. DOI: 10.1002/jpen.1502.
- [81] Immeli L, Sankilampi U, Mäkelä PM, et al. Length of nutritional transition associates negatively with postnatal growth in very low birthweight infants[J]. *Nutrients*, 2021, 13(11): 3961. PMID: 34836216. PMID: PMC8622897. DOI: 10.3390/nu13113961.
- [82] 张蓉, 林新祝, 常艳美, 等. 早产儿支气管肺发育不良营养管理专家共识[J]. *中国当代儿科杂志*, 2020, 22(8): 805-814. PMID: 32800025. PMID: PMC7441505. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2005080.
- [83] 胡玉莲, 胡长霞. 早产儿肠外营养相关性肝病的诊断与治疗[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2018, 33(19): 1454-1459. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2018.19.004.
- [84] Zamir I, Tornevi A, Abrahamsson T, et al. Hyperglycemia in extremely preterm infants: insulin treatment, mortality and nutrient intakes[J]. *J Pediatr*, 2018, 200: 104-110. e1. PMID: 29731360. DOI: 10.1016/j.jpeds.2018.03.049.
- [85] Sinclair R, Schindler T, Lui K, et al. Hypertriglyceridaemia in extremely preterm infants receiving parenteral lipid emulsions[J]. *BMC Pediatr*, 2018, 18(1): 348. PMID: 30404604. PMID: PMC6220513. DOI: 10.1186/s12887-018-1325-2.
- [86] 茹喜芳, 冯琪, 王颖, 等. 肠外营养中氨基酸用量对早产儿电解质影响[J]. *中华新生儿科杂志*, 2021, 36(3): 1-7. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2021.03.001.
- [87] Romańska J, Wawrzoniak T, Krajewski P, et al. Effects of early versus standard central line removal on the growth of preterm infants with very low birth weight: a non-inferiority, randomized clinical trial[J]. *Nutrients*, 2022, 14(22): 4766. PMID: 36432453. PMID: PMC9692930. DOI: 10.3390/nu14224766.
- [88] 王薇, 侯朝铭, 高静, 等. 早产儿肠外营养相关并发症预防的最佳证据总结[J]. *军事护理*, 2023, 40(5): 41-44. DOI: 10.3969/j.issn.2097-1826.2023.05.010.
- [89] Izquierdo Renau M, Aldecoa-Bilbao V, Balcells Esponera C, et al. Applying methods for postnatal growth assessment in the clinical setting: evaluation in a longitudinal cohort of very preterm infants[J]. *Nutrients*, 2019, 11(11): 2772. PMID: 31739632. PMID: PMC6893690. DOI: 10.3390/nu11112772.
- [90] Motta M, Aversa S, Francesco M, et al. Extrauterine growth restriction in preterm very low birth weight infants: the use of a web-based system designed for computerized prescribing of parenteral nutrition in neonatal intensive care[J]. *Newborn*, 2023, 2(1): 1-10. DOI: 10.5005/jp-journals-11002-0052.
- [91] González-García L, García-López E, Fernández-Colomer B, et al. Extrauterine growth restriction in very low birth weight infants: concordance between Fenton 2013 and INTERGROWTH-21st growth charts[J]. *Front Pediatr*, 2021, 9: 690788. PMID: 34235126. PMID: PMC8255477. DOI: 10.3389/fped.2021.690788.
- [92] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 不同胎龄新生儿出生时生长评价标准: WS/T 800-2022[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.
- [93] Tremblay G, Boudreau C, Bélanger S, et al. Body composition in very preterm infants: role of neonatal characteristics and nutrition in achieving growth similar to term infants[J]. *Neonatology*, 2017, 111(3): 214-221. PMID: 27866210. DOI: 10.1159/000450882.
- [94] Nagel EM, Super J, Marka NA, et al. Body composition after implementation of an enhanced parenteral nutrition protocol in the neonatal intensive care unit: a randomised pilot trial[J]. *Ann Hum Biol*, 2024, 51(1): 2306352. PMID: 38293997. PMID: PMC10964316. DOI: 10.1080/03014460.2024.2306352.

(本文编辑: 邓芳明)
(版权所有©2025中国当代儿科杂志)