

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2508045

指南解读

《新生儿肠外营养管理专家共识（2025）》解读

林新祝¹ 张蓉² 常艳美³ 李正红⁴ 刘喜红⁵ 贝斐⁶ 沈蔚¹ 童笑梅³ 陈超²

1. 厦门大学附属妇女儿童医院/厦门市妇幼保健院新生儿科, 福建厦门 361003;
2. 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, 上海 201102;
3. 北京大学第三医院儿科, 北京 100191; 4. 中国医学科学院北京协和医学院/北京协和医院儿科/疑难重症及罕见病国家重点实验室, 北京 100730;
5. 广州医科大学附属妇女儿童医疗中心新生儿科, 广东广州 510623;
6. 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心新生儿科, 上海 200127)

[摘要] 该文对《新生儿肠外营养管理专家共识（2025）》进行了解读, 重点剖析了肠外营养液体量的精准把控、营养液溶液配制稳定性的重要考量、氨基酸剂量的科学设定, 以及静脉脂肪乳剂的合理推荐等诸多关键要素, 旨在为临床一线工作者提供权威、清晰的指导, 助力专家共识的广泛推广与有效执行, 进而强化新生儿肠外营养管理的规范性, 以改善新生儿的近期和远期预后。 [中国当代儿科杂志, 2026, 28(1): 9-15]

[关键词] 肠外营养; 氨基酸; 脂肪乳; 专家共识; 新生儿

Interpretation of the "Expert consensus on the management of neonatal parenteral nutrition (2025)"

LIN Xin-Zhu, ZHANG Rong, CHANG Yan-Mei, LI Zheng-Hong, LIU Xi-Hong, BEI Fei, SHEN Wei, TONG Xiao-Mei, CHEN Chao. Department of Pediatrics, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China (Tong X-M, Email: tongxm2007@126.com); Department of Neonatology, Children's Hospital of Fudan University, Shanghai 201102, China (Chen C, Email: chen6010@163.com)

Abstract: This article interprets the "Expert consensus on the management of neonatal parenteral nutrition (2025)", focusing on precise control of parenteral nutrition fluid volume, key considerations for the stability of compounded nutrient solutions, scientific determination of amino acid dosing, and rational recommendations for intravenous lipid emulsion. The aim is to offer authoritative and clear guidance for frontline clinicians, and facilitate the widespread dissemination and effective implementation of the consensus, thereby strengthening the standardization of neonatal parenteral nutrition management and improving short- and long-term outcomes in neonates.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(1): 9-15]

Key words: Parenteral nutrition; Amino acid; Lipid emulsion; Expert consensus; Neonate

肠外营养 (parenteral nutrition, PN) 技术广泛应用于新生儿领域, 是新生儿重症监护室 (neonatal intensive care unit, NICU) 救治措施的重要组成部分。我国于 1996 年、2006 年和 2013 年先后发布了 3 版新生儿 PN 支持指南或共识建议^[1-3], 对规范新生儿医疗保健人员实施 PN 起到了积极的

推动作用。近年来的研究发现, 住院期间大部分极低出生体重早产儿的 PN 目标尚未达到当前指南^[3]的推荐要求^[4-5], 宫外生长迟缓 (extrauterine growth restriction, EUGR) 的发生率仍较高。随着营养管理技术的进步, 营养基础和临床实践的研究已取得较大进展, PN 的应用目标已从改善生存率

[收稿日期] 2025-08-06; [接受日期] 2025-10-20

[作者简介] 林新祝, 男, 副教授, 主任医师; 林新祝、张蓉、常艳美、李正红、刘喜红、贝斐、沈蔚对本文有同等贡献。

[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。

和模拟宫内胎儿生长，进一步扩展到优化远期神经发育结果。因此，中国医师协会新生儿科医师分会营养专业委员会、早产儿专业委员会和《中国当代儿科杂志》编辑委员会组织多学科相关专家，制定了《新生儿肠外营养管理专家共识(2025)》^[6]（简称本共识）。本文结合部分读者来信提出的临床问题，对该共识进行解读，以促进临床推广实施。

1 关于新生儿PN的适应证及禁忌证

2013年发布的《中国新生儿营养支持临床应用指南》^[3]提到，具有先天性和获得性消化道疾病的新生儿和早产儿均可使用PN，而本共识建议对于因任何原因不能及时建立充足肠内营养的新生儿均可使用PN，扩大了应用范围，同时也推荐了PN实施的时间。对于早产儿，目前研究证据主要来源于极低出生体重儿（very low birth weight infant, VLBWI）和极早产儿（very preterm infant, VPI）^[7-8]。2020年英国国家卫生与临床优化研究所制定的新生儿PN指南中强调了出生胎龄（出生胎龄<31周是PN使用的适应证）^[9]，而小于胎龄儿仍有较高的能量需求。本共识进一步明确依据出生胎龄和出生体重的绝对适应证。

新生儿PN的应用需结合胎龄、体重、疾病状态及代谢需求综合决策，VLBWI应尽早启动PN，而足月儿或晚期早产儿需严格评估适应证。一项大样本回顾性研究显示，PN与NICU中胎龄≥35周的新生儿更长的住院时间和常频机械通气使用时间、更高的晚发型败血症发生率和病死率相关^[10]。对于危重症、遗传代谢疾病急性期患儿，更需平衡营养获益与代谢紊乱风险，以实现最佳生长结局。

2 关于PN溶液的渗透压和稳定性

因溶液渗透压的限制，经外周静脉PN通常不能满足新生儿的营养需求。2013年版《中国新生儿营养支持临床应用指南》^[3]推荐外周静脉PN渗透压≤900 mOsm/L。在保证安全的前提下适当放宽标准，使外周静脉提供足够营养的可能性增加。基于临床循证医学证据的更新^[11-12]，本共识提出外周静脉PN渗透压应≤1 000 mOsm/L。但这两个条件均是在特定条件下可尝试的PN渗透压上限^[13]。研究显示，外周PN溶液的体积负荷和渗透压对静脉炎的发生具有同等重要的影响，当外周输注速

度<100 mOsm/h，可有效改善外周静脉耐受度^[14]。外周静脉PN的核心原则是尽可能使用较低渗透压的溶液满足营养需求，强调对外周静脉输注的高渗液应严密监测。

PN溶液渗透压>1 000 mOsm/L时，建议经中心静脉输注。中心静脉（如上腔静脉、下腔静脉）血流速度非常快（通常为1~2 L/min），可迅速稀释输入的PN溶液浓度。临床实践中，即使渗透压为1 500~2 000 mOsm/L，只要导管尖端位置正确，通常是安全的。通过准确的影像学方法确认导管尖端始终位于上腔静脉与右心房交界处的上方或下腔静脉内（即心包外），这是中心静脉PN最关键的安全前提^[15]。

PN溶液由高浓度的氨基酸、脂肪乳、葡萄糖、电解质（尤其是钙、磷、镁）等混合而成，配制时需避免沉淀（如磷酸钙沉淀风险极高）、脂肪乳破乳等带来的风险，确保溶液的稳定性。磷酸钙沉淀与两者浓度、形式、溶液pH、氨基酸浓度、混合顺序、温度、配液操作方法等多种因素相关，应严格遵循PN配制顺序^[16]。“全合一”配制PN溶液时，优选有机磷制剂，如甘油磷酸钠，以减少磷酸根解离和磷酸钙沉淀。当临床需要增加钙、磷输入又无法保证钙磷相容性时，建议采用“二合一”方式分别串联输注钙剂和磷酸盐^[17]。

影响PN溶液中脂肪乳稳定性的主要因素包括电解质浓度超标、pH异常、氨基酸比例不足、电解质直接加入脂肪乳，以及温度高、光照、振荡等^[13]。一旦造成脂肪乳破乳现象，脂肪颗粒聚集成油滴（直径>5 μm），可导致血管栓塞或炎症反应。通常认为一价阳离子（Na⁺、K⁺）浓度应<150 mmol/L；二价阳离子（Ca²⁺、Mg²⁺）浓度应<5 mmol/L，配制时需注意电解质、微量元素溶液不能直接加入脂肪乳剂中^[3]。PN溶液的pH值应介于6~9之间，而葡萄糖液（pH 3.2~6.5）会降低PN溶液的pH值，破坏脂肪乳稳定性，因此需限定葡萄糖最终浓度不超过20%。

3 关于PN能量的推荐

新生儿全胃肠外营养时往往无法保证充足的能量摄入，尤其是非蛋白质能量受限，导致PN提供的氨基酸被更多用于氧化分解。本共识建议，新生儿全胃肠外营养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。一项针

对 18 例早产儿生后非蛋白质能量摄入和能量消耗的研究证实，早产儿生后日龄与能量消耗和非蛋白质能量摄入呈正相关，稳定生长期的早产儿需要的非蛋白质能量摄入为每日 65 kcal/kg^[18]。本共识建议新生儿稳定生长期 PN 的目标能量为每日 80~90 kcal/kg（含非蛋白能量每日 65 kcal/kg），其中用于能量消耗（基础代谢和活动消耗）55~65 kcal/kg，能量储备（生长）25 kcal/kg，以满足正常生长速率的需求^[19]。蛋白质/能量比对早产儿维持正常生长发育至关重要，但最佳比例尚未确定。有关早产儿蛋白质和能量摄入的绝对数量和相对比例对体重增长和代谢反应的研究显示，能量摄入为每日 115~120 kcal/kg 与蛋白质 3.5~4.0 g/kg 相匹配^[20]。

4 关于 PN 液体量的推荐

不同胎龄、不同出生体重的新生儿所需要的液体量有所不同。随着早产儿医疗设备技术的不断更新，暖箱的温湿度及气道湿化等早产儿精细化管理措施的不断完善，大大降低了早产儿的不显性失水状况；生后早期液体负荷过度可能导致肺水肿，肺顺应性降低，气道阻力增加，造成呼吸支持需求增加，动脉导管未闭（patent ductus arteriosus, PDA）、支气管肺发育不良（bronchopulmonary dysplasia, BPD）等发生风险增加^[21]。本共识推荐的液体量较 2013 年版《中国新生儿营养支持临床应用指南》^[3]中所推荐的液体量有所减少。但过度限制液体量也可能导致肾溶质负荷增加，并伴有肾功能不全和肾钙质沉着症的风险^[22]。因此本共识所推荐的液体量仅为参考范围，还需要综合考虑各医疗机构应用不同条件设备的情况及早产儿的个体因素，如不同暖箱类型所提供的温湿度、不同呼吸支持模式所提供的气道湿化程度导致经皮肤、呼吸道不显性失水的差异性，对于胎龄、体重小的超早产儿应每 8~12 h 监测 1 次体重，计算每小时尿量，对心率、呼吸、血压等实时监测，结合患儿尿量、体重、心率、血糖、电解质、白蛋白水平、是否进行光疗及应用利尿药等进行液量调整，使早产儿的液体管理逐渐精准^[23]。

5 关于 PN 液的组成和临床应用

5.1 葡萄糖

PN 中葡萄糖推荐量的前提是满足机体对碳水化合物和能量的需求，并符合宏量营养素在能量

中的合理占比以及 PN 溶液的稳定性要求。血糖异常的治疗不受本共识推荐量的限制。

5.2 氨基酸

新生儿出生来自母体的氨基酸供应中断，如果单纯补充葡萄糖，将造成负氮平衡，每天消耗 1%~2% 的内源性蛋白质，胎龄越小，蛋白质消耗越多，从而导致早期生长不良。每日仅补充氨基酸 1.1 g/kg，氮平衡几乎为 0，每日摄入氨基酸 1.5 g/kg，可达到正氮平衡^[24]。因此，氨基酸起始剂量必须每日达 1.5 g/kg。孕后期胎儿每日从母体获得的氨基酸为 3.5~4.0 g/kg，以满足胎儿每日蛋白质增长 1.5~2 g/kg 的目标^[25]。以往的 PN 指南中对氨基酸的最大推荐剂量是根据宫内胎儿获得的氨基酸量来推荐的^[26-27]。宫内胎儿获得的氨基酸量远大于其合成蛋白质的需要量，其中一半的氨基酸被氧化和转为脂肪储存能量，而氧化产生的代谢废物如尿素氮可通过母体排泄，对胎儿不会造成危害^[28]。早产儿出生后氨基酸的最大需要量不能等同于宫内的情况。多项研究证实，氨基酸每日最大剂量 >3.5 g/kg，再喂养综合征的发生风险增加，导致低磷血症、低镁血症、低钾血症、高钙血症和低血糖，甚至多器官功能障碍^[29-30]；由于支链氨基酸可在肝脏以外的组织代谢，不增加肝脏负担，因此小儿专用氨基酸的支链氨基酸含量较高，但过量输注会造成血浆支链氨基酸浓度增高，导致脂肪堆积^[26]，对体格生长无益，还具有神经毒性，2 岁时中重度认知功能发育延迟和神经发育障碍的风险增加，贝利婴幼儿发展量表 III 评分更低^[31-32]。2018 年欧洲儿科胃肠病学、肝病学和营养协会发布的指南提出，早产儿的最大氨基酸摄入量应为每日 3.5 g/kg^[33]。近年来，各指南对新生儿氨基酸摄入的最大推荐剂量均有所降低^[33-35]。

5.3 脂肪乳

对于静脉脂肪乳剂（intravenous lipid emulsion, ILE）的起始剂量，大豆油应为每日 0.5 g/kg，中链或多种油脂肪乳剂（soybean oil, medium-chain triglycerides, olive oil, and fish oil, SMOF）应为每日 1 g/kg 才能预防必需脂肪酸缺乏。但各指南对 ILE 最大剂量的推荐有所不同，根据新生儿血清脂蛋白脂肪酶的活性，每天可清除甘油三酯 3.6 g/kg。研究发现，生后第 3 天 ILE 达每日 3.5 g/kg 可显著改善胎龄 <34 周早产儿的远期神经系统发育状况^[36]。相较于 2013 年版《中国新生儿营养支持临床应用

指南》^[3]，本共识将 ILE 最大剂量提高到每日 3.0~3.5 g/kg。高剂量 ILE 可能增加高甘油三酯血症的风险。高甘油三酯血症也称脂肪超载，可影响肺泡气体交换和凝血功能，还可能引起血清游离胆红素水平升高，增加发生胆红素脑病的风险，故新生儿血清甘油三酯水平不宜超过 265 mg/dL (3.0 mmol/L)^[37]。疾病状态，如败血症、肝肾功能不全、休克和早产低出生体重也是脂质不耐受的高危因素，需要密切监测^[35]。若甘油三酯 >265 mg/dL，ILE 要减少到预防必需脂肪酸缺乏的最低剂量。目前缺乏新生儿专用的 ILE，传统的大豆油 ILE 由于 ω -6 含量较高，并非理想的 ILE。最近一项随机对照、双盲的 IV 期临床试验表明，与 100% 大豆油 ILE 相比，80% 橄榄油/20% 大豆油混合 ILE 有更好的脂质耐受性，且大豆油比例降至 20% 并不增加必需脂肪酸缺乏的风险^[38]。荟萃分析显示，含鱼油的混合 ILE 可促进脂质耐受，减少脂质过氧化，降低 PN 相关胆汁淤积症/PN 相关性肝病的发生风险，尤其是 PN>14 d 的 VLBWI 和 ELBWI 获益更加显著^[39]。含鱼油的混合 ILE 中， ω -6 与 ω -3 长链多不饱和脂肪酸的比例为 2.5 : 1，与母乳的脂肪酸组成较为接近，且 σ 生育酚含量达 200 mg/L，植物甾醇含量较低。但也存在脂肪酸比例失衡的问题，如二十碳四烯酸含量较低、二十碳五烯酸含量较高，超过了 2022 年欧洲儿科胃肠病学、肝病学和营养协会发布的指南推荐的二十碳五烯酸应每日 <20 mg/kg^[40]。这种脂肪酸比例失衡可能影响新生儿血浆脂肪酸谱，不利于早产儿的体格生长。临床使用 ILE 时，应根据新生儿的疾病状态、使用时长和 ILE 脂肪酸的组成综合考虑。

5.4 常量元素

新生儿的生理病理特点决定了其在出生后不同时期对钠、钾、氯的不同需求。早产儿，尤其是 ELBWI/VLBWI，肾功能不成熟，生后早期存在肾小球滤过率下降、肾小管浓缩功能降低，以及肾小管保碱能力下降等情况，容易发生高血钾、高钠血症和代谢性酸中毒；后期肾小管重吸收功能不成熟，肾脏泌钠分数高，易发生低钠、低氯血症等，PN 期间需要注意监测血电解质和血气分析等指标，实时动态调整液体和电解质摄入量。

钙、磷、镁具有重要的生理功能，宫内钙、磷转运沉积和骨骼矿物化主要从孕 24 周开始，孕后期完成 80% 的骨矿物化。胎儿至足月时，矿物

质沉积率约为钙每日 100~120 mg/kg、磷每日 50~65 mg/kg。早产儿出生时体内矿物质储存有限，后续追赶生长需求高，因此摄入量需求高于足月儿。《早产儿代谢性骨病临床管理专家共识（2021 年）》^[41]详细概述了早产儿代谢性骨病的高危因素、诊断、治疗、预防、筛查和随访。生后不同时期钙磷镁补充的主要侧重点不同，生后早期注重维持生理功能，稳定生长期要满足骨骼发育需求，因此摄入量存在差异。

6 关于 PN 停止时机

早产儿生后早期以 PN 为主，之后随着肠内营养的逐渐增加，PN 逐步减少。目前尚无循证医学证据支持何时停止 PN，以及何时停用氨基酸及 ILE。基本原则是肠内营养进程顺利，所提供的液量及热卡可满足早产儿适宜的生长速度，即可逐渐减停 PN^[42]。对于预期肠内营养可能进展不顺利的早产儿或其他特殊病情，如短肠综合征、造瘘引流等，应继续进行 PN 补足液量及热卡，过早停用 PN 可能导致营养素及能量摄入不足而影响体格生长。

7 PN 的监测

7.1 PN 常见并发症及监测

早产儿 PN 期间容易发生电解质紊乱，包括低钾血症、低磷血症和高钙血症等。瑞典一项对极早产儿的前瞻性研究发现，PN 溶液中葡萄糖剂量每日增加 1 g/kg 与血糖浓度升高 1.6% 相关 ($P<0.001$)；应用胰岛素治疗可降低高血糖婴儿 28 d 和 70 d 的病死率 ($P<0.05$)^[43]。高甘油三酯血症与病死率增高及严重早产儿视网膜病变有关，应定期监测血糖、血脂水平，并及时调整 PN 溶液^[44]。由于 PN 溶液对钙磷输入的限制，长期 PN 的早产儿代谢性骨病的患病风险增加。在 PN 实施过程中，尽早开始肠内喂养，积极开展母乳喂养，以缩短 PN 时长，减少与 PN 相关的并发症，做好导管消毒护理，减少感染与机械损伤^[45]。建议使用统一的 PN 监测表（表 1）记录每日热量/蛋白质/脂肪/碳水化合物的摄入量、液体出入量、临床体征、实验室检查结果、生长曲线和输液导管安全指标等情况^[46]。

表 1 新生儿肠外营养监测表

| 监测项目 | 监测频率 | |
|----------------------|---------|--------|
| | 转变期 | 稳定生长期 |
| 液体平衡 | | |
| 液体入量 | qd | qd |
| 液体出量 | qd | prn |
| 营养摄入 | | |
| 能量 | qd | qd |
| 蛋白质 | qd | qd |
| 体格生长 | | |
| 体重 | qd~qod | qod |
| 身长 | qw | qw |
| 头围 | qw | qw |
| 实验室指标 | | |
| 血常规+CRP ^a | biw~tiw | qw~prn |
| 血糖 ^b | qd~qid | qd~prn |
| 钠、钾、氯 ^c | qw~biw | qw |
| 钙、磷、镁、ALP | qw~biw | qw |
| 肝肾功能 | qw | qow |
| 甘油三酯 ^d | qw | prn |
| 25(OH)D、PTH、铁蛋白 | - | 3~4周 |
| 微量元素 ^e | prn | prn |
| 静脉通道 | | |
| 穿刺部位情况(肤色、渗出、红肿) | tid | tid |
| 回血是否通畅 | qd | qd |
| 导管尖端位置 | prn | prn |

注：^a疑诊感染或贫血时实时检测；^b调整糖速或出现低/高血糖症状时实时检测；^c或电解质调整时实时检测；^d使用ILE时进行检测；^e肝肾功能不全、长期应用PN者进行检测。[qd] 每日1次；[prn] 必要时；[qod] 隔日1次；[qw] 每周1次；[biw] 每周2次；[tiw] 每周3次；[qid] 每日4次；[tid] 每日3次；[qow] 隔周1次；[CRP] C反应蛋白；[25(OH)D] 25羟维生素D；[PTH] 甲状旁腺激素。转变期指生后0~7 d；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。

7.2 PN和体格生长监测

EUGR是指早产儿在生后某个特定时间点（如校正胎龄36周、校正胎龄40周和出院时）的体格生长指标（体重、身长、头围）低于同胎龄、同性别生长曲线的第10百分位数。EUGR差值是指与出生时体格生长指标相比，Z值下降>1，可作为随访2年后神经发育不良结局的预测指标^[47]。不同研究采用了各种生长参数用于识别生长不良，包括纠正足月时体重Z值<-2.0、Z值<-1.28，以及出院时Z值<-1.5^[48-49]。一项来自印度尼西亚的队列研究认为，年龄别体重Z值下降≥1.2有助于判别生长不良的早产儿^[50]。

对于新生儿，尤其是早产儿，营养和体格生

长的监测，更强调动态监测的重要性，以连续随访评估每个婴儿出生后的体格生长轨迹，可采用中国《不同胎龄新生儿出生时生长评价标准》^[51]、Fenton 2013 (www.ualgary.ca/fenton) 和 Intergrowth-21 标准 (<https://intergrowth21.tghn.org/>)，并动态监测Z评分的变化。

8 结语

对于不能及时建立肠内营养的早产儿及患有消化道畸形或危重症的新生儿，PN是一项挽救生命的重要支持措施。PN也是一把双刃剑，可能造成PN相关并发症。本文对《新生儿肠外营养管理专家共识（2025）》^[6]进行了解读，重点剖析了PN液体量的精准把控、营养液溶液配制稳定性的重要考量、氨基酸剂量的科学设定，以及ILE的合理推荐等诸多关键要素，对这些方面做了进一步解释和补充说明，为临床一线工作者答疑解惑，以便更好地推广执行本共识，加强和规范新生儿PN的管理，改善新生儿的近期和远期预后。

作者贡献声明：林新祝、张蓉、常艳美、李正红、刘喜红、贝斐、沈蔚为执笔人，负责共识解读的撰写；童笑梅和陈超为通信作者，负责文章的指导和修改。

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] 徐景葵. 新生儿胃肠道外营养常规的建议[J]. 中华儿科杂志, 1996, 34(1): 51-52.
- [2] 中华医学会肠外肠内营养学分会儿科协作组, 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新生儿学组, 等. 中国新生儿营养支持临床应用指南[J]. 中国当代儿科杂志, 2006, 8(5): 352-356. PMID: 17052388.
- [3] 中华医学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]. 中华小兒外科杂志, 2013, 34(10): 782-787. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2013.10.016.
- [4] 中国医师协会新生儿专业委员会-营养专家委员会协作组. 极低出生体质量早产儿院内营养现状多中心调查[J]. 临床儿科杂志, 2015, 33(1): 32-37. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3606.2015.01.009.
- [5] Wang N, Cui L, Liu Z, et al. Optimizing parenteral nutrition to achieve an adequate weight gain according to the current

- guidelines in preterm infants with birth weight less than 1500 g: a prospective observational study[J]. *BMC Pediatr*, 2021, 21(1): 303. PMID: 34233641. PMCID: PMC8260575. DOI: 10.1186/s12887-021-02782-1.
- [6] 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. 新生儿肠外营养管理专家共识 (2025) [J]. *中国当代儿科杂志*, 2025, 27(3): 247-261. PMID: 40105069. PMCID: PMC11928041. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2411156.
- [7] 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.
- [8] 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. PMCID: PMC8622897. DOI: 10.3390/nu13113961.
- [9] NICE. Neonatal parenteral nutrition [EB/OL]. [2026-02-20]. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng154>.
- [10] Savioli KA, Hunt CE, Ahmed AE, et al. Association between parenteral nutrition and length of stay in late preterm and term infants: a retrospective cohort study[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2025, 49(7): 837-845. PMID: 40474863. DOI: 10.1002/jpen.2781.
- [11] Kane KF, Cologiovanni L, McKiernan J, et al. High osmolality feedings do not increase the incidence of thrombophlebitis during peripheral i.v. nutrition[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 1996, 20(3): 194-197. PMID: 8776692. DOI: 10.1177/0148607196020003194.
- [12] Szachnowicz B, Chalk B, Allan K, et al. Evaluation of the clinical impact of decreasing the maximum osmolality of neonatal peripheral parenteral nutrition[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2024, 79(3): 674-678. PMID: 38801057. DOI: 10.1002/jpn3.12259.
- [13] Boullata JI, 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.
- [14] Timmer JG, Schipper HG. Peripheral venous nutrition: the equal relevance of volume load and osmolality in relation to phlebitis [J]. *Clin Nutr*, 1991, 10(2): 71-75. PMID: 16839898. DOI: 10.1016/0261-5614(91)90090-y.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] Smolkin T, Diab G, Shohat I, et al. Standardized versus individualized parenteral nutrition in very low birth weight infants: a comparative study[J]. *Neonatology*, 2010, 98(2): 170-178. PMID: 20234142. DOI: 10.1159/000282174.
- [18] Thureen PJ, Phillips RE, Baron KA, et al. Direct measurement of the energy expenditure of physical activity in preterm infants[J]. *J Appl Physiol* (1985), 1998, 85(1): 223-230. PMID: 9655779. DOI: 10.1152/jappl.1998.85.1.223.
- [19] Koletzko B, Wiecek S, Cheah FC, et al. Recommended nutrient intake levels for preterm infants[J]. *World Rev Nutr Diet*, 2021, 122: 191-197. PMID: 34352778. DOI: 10.1159/000514772.
- [20] Kashyap S, Forsyth M, Zucker C, et al. Effects of varying protein and energy intakes on growth and metabolic response in low birth weight infants[J]. *J Pediatr*, 1986, 108(6): 955-963. PMID: 3712165. DOI: 10.1016/s0022-3476(86)80940-4.
- [21] Rocha G, Guimarães H, Pereira-da-Silva L. The role of nutrition in the prevention and management of bronchopulmonary dysplasia: a literature review and clinical approach[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(12): 6245. PMID: 34207732. PMCID: PMC8296089. DOI: 10.3390/ijerph18126245.
- [22] Carnielli VP, Correani A, Giretti I, et al. Practice of parenteral nutrition in preterm infants[J]. *World Rev Nutr Diet*, 2021, 122: 198-211. PMID: 34352767. DOI: 10.1159/000514751.
- [23] Slagle C, Gist KM, Starr MC, et al. Fluid homeostasis and diuretic therapy in the neonate[J]. *Neoreviews*, 2022, 23(3): e189-e204. PMID: 35229135. DOI: 10.1542/neo.23-3-e189.
- [24] 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.semperi.2007.02.005.
- [25] 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.
- [26] 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]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2019, 43(8): 1053-1064. PMID: 30729556. PMCID: PMC7241650. DOI: 10.1002/jpen.1507.
- [27] Patel P, Bhatia J. Total parenteral nutrition for the very low birth weight infant[J]. *Semin Fetal Neonatal Med*, 2017, 22(1): 2-7. PMID: 27576106. DOI: 10.1016/j.siny.2016.08.002.
- [28] Embleton ND, van den Akker CHP. Protein intakes to optimize outcomes for preterm infants[J]. *Semin Perinatol*, 2019, 43(7): 1511-1514. PMID: 31303253. DOI: 10.1053/j.semperi.2019.06.002.
- [29] Cormack BE, Jiang Y, Harding JE, et al. Neonatal refeeding syndrome and clinical outcome in extremely low-birth-weight babies: secondary cohort analysis from the ProVIDE trial[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2021, 45(1): 65-78. PMID: 32458478. PMCID: PMC7891336. DOI: 10.1002/jpen.1934.
- [30] 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的影响[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.

- [31] 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.
- [32] 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.
- [33] Van Goudoever JB, Carnielli V, Darmaun D, et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR guidelines on pediatric parenteral nutrition: amino acids[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(6 Pt B): 2315-2323. PMID: 30018281. PMID: PMC6113665. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.06.945.
- [34] 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.2582.
- [35] Pereira-da-Silva L, Pissarral 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: 209-219. DOI: 10.25754/pjp.2019.15981.
- [36] 蒋仁荟, 申玉洁, 刘晓晨, 等. 积极肠外营养支持方案在胎龄小于 34 周早产儿中的远期效果研究[J]. *中国当代儿科杂志*, 2021, 23(12): 1221-1227. PMID: 34911604. PMID: PMC8690710. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2108113.
- [37] Chan AP, Robinson DT, Calkins KL. Hypertriglyceridemia in preterm infants[J]. *Neoreviews*, 2022, 23(8): e528-e540. PMID: 35909103. DOI: 10.1542/neo.23-8-e528.
- [38] Blanco C, Chang W, Bhatt AJ, et al. Essential fatty acid deficiency, olive oil-based intravenous lipid emulsion, and genetic polymorphisms: a pediatric randomized controlled trial [J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2025, 81(2): 314-323. PMID: 40415417. PMID: PMC12314573. DOI: 10.1002/jpn3.70072.
- [39] 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. PMID: PMC9205820. DOI: 10.1007/s12519-022-00536-2.
- [40] Embleton ND, Jennifer Moltu S, Lapillonne A, et al. Enteral nutrition in preterm infants (2022): a position paper from the ESPGHAN committee on nutrition and invited experts[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2023, 76(2): 248-268. PMID: 36705703. DOI: 10.1097/MPG.0000000000003642.
- [41] 常艳美, 林新祝, 张蓉, 等. 早产儿代谢性骨病临床管理专家共识 (2021 年) [J]. *中国当代儿科杂志*, 2021, 23(8): 761-772. PMID: 34511163. PMID: PMC8428920. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2105152.
- [42] Embleton ND, van den Akker CHP, Johnson M. Parenteral nutrition for preterm infants: benefits and risks in 2025[J]. *Semin Fetal Neonatal Med*, 2025, 30(2): 101635. PMID: 40234180. DOI: 10.1016/j.siny.2025.101635.
- [43] 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.
- [44] 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.
- [45] 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. PMID: PMC10199576. DOI: 10.1186/s12887-023-04068-0.
- [46] 庄思齐. 中国新生儿营养支持临床应用指南 (2013 年更新版) 解读[J]. *临床儿科杂志*, 2014, 32(9): 801-803. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3606.2014.09.001.
- [47] Tozzi MG, Moscuza F, Michelucci A, et al. ExtraUterine growth restriction (EUGR) in preterm infants: growth patterns, nutrition, and epigenetic markers. A pilot study[J]. *Front Pediatr*, 2018, 6: 408. PMID: 30619799. PMID: PMC6306451. DOI: 10.3389/fped.2018.00408.
- [48] Okalany NRA, Engebretsen IMS, Okello F, et al. Early postnatal growth failure in infants <1 500 g in a Ugandan referral hospital: a retrospective cohort study[J]. *BMC Pediatr*, 2024, 24(1): 706. PMID: 39506674. PMID: PMC11539602. DOI: 10.1186/s12887-024-05172-5.
- [49] Yoon SJ, Kim D, Park SH, et al. Prediction of postnatal growth failure in very low birth weight infants using a machine learning model[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(24): 3627. PMID: 38132211. PMID: PMC10743090. DOI: 10.3390/diagnostics13243627.
- [50] Rohsiswatmo R, Kaban RK, Sjahrulla MAR, et al. Defining postnatal growth failure among preterm infants in Indonesia[J]. *Front Nutr*, 2023, 10: 1101048. PMID: 36992910. PMID: PMC10042288. DOI: 10.3389/fnut.2023.1101048.
- [51] 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.

(本文编辑: 邓芳明)

©《中国当代儿科杂志》编辑部, 开放获取 CC BY-NC-ND 4.0 协议
© Editorial Office of Chinese Journal of Contemporary Pediatrics. OA under CC BY-NC-ND 4.0 license