

《2023 年国际儿童肾脏营养工作组临床实践建议： 儿童急性肾损伤的营养管理》解读

丁亚平 夏珊珊 张晨美

浙江大学医学院附属儿童医院(浙江杭州 310057)

摘要：急性肾损伤(AKI)是危重患儿常见的多脏器功能障碍之一,可造成蛋白质-能量消耗,加剧肾脏功能损害,致死率极高。鉴于AKI营养代谢机制复杂和缺乏相关基础研究,如何满足AKI患儿的营养需求面临更多挑战。国际儿童肾脏营养工作组制定了临床实践建议《儿童急性肾损伤的营养管理》,本文旨在对该建议进行解读,以期为国内儿科领域针对AKI患儿构建系统化的营养管理方案提供参考。

关键词：急性肾损伤; 营养; 专家共识; 儿童

Interpretation of “2023 Children’s Renal Nutrition Working Group Clinical Practice Recommendations: Nutritional Management of Children with Acute Kidney Injury” DING Yaping, XIA Shanshan, ZHANG Chenmei (Children’s Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310057, Zhejiang, China)

Abstract: Acute kidney injury is one of the most common multiple organ dysfunctions in critically ill children, which can cause protein-energy wasting, exacerbate renal impairment, and lead to extremely high mortality. Given the complexity of the nutritional and metabolic mechanisms of AKI and the lack of relevant basic research, and how to meet the nutritional needs of AKI substitutes faces more unique challenges. The Pediatric Kidney Injury Nutrition Working Group formulated the clinical practice recommendations of “Nutritional Management of Children with Acute Kidney Injury”. The purpose of this article is to interpret the recommendation, with a view to providing reference for the construction of a systematic nutritional management program for children with AKI in the in the domestic field of pediatrics.

Key words: acute kidney injury; nutrition; expert consensus; child

急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)是由多种病因和病理机制引起的以肾功能迅速下降为特征的临床综合征^[1],是危重患儿常见的多脏器功能障碍之一。AKI导致肾脏内稳态平衡功能丧失,以及多种代谢改变和营养状态的迅速恶化,造成蛋白质-能量消耗(protein-energy wasting, PEW),加剧肾脏功能损害,致死率极高^[2]。因此,对AKI患儿进行科学、合理的营养支持可以延缓疾病进展,改善预后。鉴于AKI营养代谢机制复杂和缺乏相关基础研究,如何满足AKI患儿的营养需求面临更多挑战。儿童肾脏营养工作组(Pediatric Renal Nutrition Taskforce, PRNT)是一个由专科营养师和儿科肾脏病专家组成的国际团队,基于大量的文献研究与德

尔菲专家咨询法,制定了临床实践建议《儿童急性肾损伤的营养管理》^[3],涵盖营养评估,肠内外营养策略,能量、蛋白质、微量营养素以及电解质提供等,以指导临床医师针对AKI患儿的营养评估和治疗实践。本文旨在对该建议进行解读,以期为国内儿科领域针对AKI患儿构建系统化的营养管理方案提供参考。

1 协作

确保医护人员与营养科医师密切合作,为AKI患儿提供最佳的全面护理。(X级;强烈推荐)

AKI患儿临床状态极有可能频繁变化,如容量超载或容量耗竭,肠道运动或吸收异常等,营养治疗

基金项目:国家重点研发计划(No. 2021 YFC 2701800, No. 2021 YFC 2701801)

通信作者:张晨美 电子信箱:Email: chzcm@zju.edu.cn



需反复评估病情及营养耐受情况,以满足个体化需求,在此过程中,需要医疗和营养支持团队之间密切协作,做到营养治疗的精准调控。

2 营养评估

2.1 在诊断AKI后48 h内使用经验证的儿科营养风险筛查工具评估营养风险。(B级;中度推荐)

2.2 将发现有营养风险的患儿转介给营养科医师进行营养评估。(B级;中度推荐)

2.3 根据营养风险的严重程度、AKI的严重程度和持续时间以及肾脏替代治疗的变化,重复进行营养评估。(D级;弱推荐)

AKI患儿营养不良的风险极高,营养筛查较为重要,大多数小组建议在入院后48 h进行筛查,以便及时进行营养干预^[4]。营养筛查工具目前主要有儿科Yorkhill营养不良评分(paediatric Yorkhill malnutrition score, PYMS),儿科营养不良筛查工具(screening tool for the assessment of malnutrition in paediatrics, STAMP),营养状况和生长风险筛查工具(screening tool for risk of nutritional status and growth, STRONGkids),儿科营养筛查工具(paediatric nutrition screening tool, PNST)。不过, PYMS不适用于体重变化较快的新生儿和婴儿^[5]。STAMP对2岁以下患儿的应用准确性尚未得到验证,同时,其对超重或肥胖患儿的营养风险评价也不完善^[6]。而PNST目前并未引进我国。总之,营养筛查工具各有利弊,国际上并未推荐使用哪一种,在临床的应用过程中需要根据实际情况选择。我国《危重症儿童营养评估及支持治疗指南》建议使用PYMS量表,也可使用STRONGkids或STAMP量表^[7],不过,这些量表能否准确评估AKI患儿仍需进一步验证。评估频率上,除了每周重新筛查营养风险之外,重新评估的频率没有形成共识,鉴于AKI患儿的疾病特殊性及其治疗模式,应多学科协作,依据病情、治疗策略等判断,必要时每日进行评估。

2.4 在住院期间尽快获得准确的人体测量数据。(A级;强烈推荐)

2.4.1 结合其他临床评估措施,如体液平衡、血压、

体格检查和可识别的生物指标(例如,生物电阻抗分析、上臂围、非侵入性血容量监测)。(D级;弱推荐)

2.4.2 2岁以下患儿测量身高,无法站立测量者,在平卧状态下测量。(A级;强烈推荐)

2.4.3 有合适的百分位数图表时,2岁或3岁以下的患儿测量头围。(A级;强烈推荐)

2.4.4 通过体格检查和生物指标来评估患儿肌肉萎缩程度。(D级;弱推荐)

准确评估住院患儿的营养状况取决于对体格测量和人体成分的合理评估。AKI患儿脂肪、蛋白质等高度分解,极易导致病情恶化及代谢异常,最好在入院时立即进行测量。另外,许多干扰因素(如液体平衡、肾脏功能、循环功能等)降低了营养指标的特异度及灵敏度,应联合多种指标进行评估,如生物电阻抗分析、上臂围、非侵入性血容量监测、双能X光吸收法等,以支持个性化的营养干预措施。目前国内常用的人体测量参数为头围、上臂围、身高、体重及相应Z评分、BMI、生长曲线等,结合血清蛋白水平、营养风险筛查工具等来综合评价机体营养情况,生物电阻抗、双能X光吸收法等因设备昂贵、步骤繁琐尚未在临床普及,如何全面、精确评估患儿的营养状况仍是临床上亟待解决的难题。总的原则为根据实际情况选择合适的评价方法、指标及标准,必要时可联合应用两种甚至多种方法。

3 经口和肠内营养

3.1 经口喂养,包括母乳喂养,是提供营养的首选方法。(X级;强烈推荐)

3.2 对于重症患儿,建议尽早开始(入院后48 h内)经口喂养,当经口喂养不能满足营养需求时,应考虑完全肠内管饲。(C级;弱推荐)

3.3 使用整蛋白(多聚)配方,除非有其他原因不耐受,如胃肠道功能障碍。(C级;弱推荐)

3.4 考虑使用高蛋白质和能量的营养配方,在液体容许量和胃肠耐受范围内达到营养目标;逐步调整配方比例,以最大限度地提高耐受性。(C级;中度推荐)

危重患儿早期肠内营养支持,特别是蛋白质摄



入量足够时 (> PICU 住院期间规定目标的 60 %), 病死率较低^[8]。母乳含有最佳的能量和营养成分, 是最优选择。但对于 AKI 患儿, 母乳不足或需要限制液体时, 为满足能量需求, 使用高能量配方奶粉是一项关键措施。目前没有足够的证据支持 AKI 患儿选择部分水解或深度水解配方, 因此, 除非患儿有禁忌症或胃肠道耐受性差, 推荐首选整蛋白配方^[9]。当患儿经口喂养不能满足营养需求时, 尽早开始肠内管饲。关于管饲途径方面, 目前 PICU 仍首选经鼻胃管重力滴注或微量持续泵奶, 无法满足时可选择幽门后喂养。

4 肠外营养

4.1 对于存在营养不良或重度营养风险的患儿, 当肠内营养不能满足全部营养需求时, 可开始肠外营养 (parenteral nutrition, PN)。(X 级; 中度推荐)

4.2 对于无营养不良或重度营养风险的患儿, 当肠内营养不能提供所有营养需求时, 在提供微量营养素情况下, PN 最多推迟 1 周。(B 级; 中度推荐)

4.3 对于所有患儿, 无论营养状况如何, 肾脏替代治疗 (kidney replacement therapy, KRT) 会导致大量的营养损失, 当肠内营养不能满足营养需求时, 应考虑在 KRT 1 周时开始 PN。(D 级; 弱推荐)

接受持续肾脏替代治疗 (continuous kidney replacement therapy, CKRT) 的患儿从 PN 过渡到肠内营养时要特别注意, 以确保在液体允许范围内提供最佳营养。(C 级; 中度推荐)

与目前关于无法通过肠内途径获得足够营养时启动 PN 的证据一致, 在没有营养不良或 KRT 的情况下, 开始 PN 最多可延迟 1 周, 前提是在此之前提供微量营养素。且目前的证据表明, 早期 (< 24 h) 开始 PN 反而可能造成不良后果 (住院时间更长和感染率增加)^[10]。AKI 患儿营养不良、胃肠道紊乱和透析相关的营养损失增加发生率较高, 营养相关紊乱的总体风险较高, 应考虑进行 KRT 1 周开始 PN。目前国内缺乏关于 AKI 患儿营养补充途径或时间的系统性研究, 多数医疗中心在患儿肠内营养 3~5 d 无法满足能量摄入目标时, 联合肠内、肠外营养, 基本满足指南推荐的 1 周范围要求。

5 能量需求

5.1 非危重症患儿, 初始能量摄入应参考基于标准体重建议的膳食摄入量 (suggested dietary intake, SDI), 而不是实际测量体重。(B 级; 中度推荐)

5.2 在危重病的急性期, 能量需求不应超过静息能量消耗 (resting energy expenditure, REE)。(C 级; 弱推荐)

5.3 在危重症的稳定期和恢复期, 能量处方必须考虑能量补偿、体力活动、康复和成长。(X 级; 中度推荐)

5.4 修改能量处方, 以考虑与透析相关的能量净增加或损失。(C 级; 弱推荐)

5.5 在危重症患儿中, 考虑在 PN 支持时增加脂质摄入量, 以减少 β -氧化。(C 级; 弱推荐)

对于非危重型 AKI 患儿, SDI 可指导初始膳食摄入量。在重病期间, 机体对生理应激的反应分为三个阶段, 其特征是不同的代谢反应^[11]。急性期, 肌肉蛋白质合成和 REE 减少, 机体通过炎症级联反应, 向损伤部位供应血液、能量等, 以维持脏器有效运转, 这一阶段增加营养物质供应并不会逆转分解代谢^[12], 因此, 能量需求无需超过 REE。在疾病稳定期和恢复阶段, 机体从分解代谢转向合成代谢 (正氮平衡、组织修复和补偿性生长), 营养支持的目的是恢复瘦体质量 (lean body mass, LBM)^[13], 营养处方需全面考虑机体需求。为了避免 CKRT 患儿过度喂养或喂养不足, 需考虑透析、血液滤过或抗凝溶液中来自柠檬酸 (3 kcal/g)、乳酸 (3.62 kcal/g) 和葡萄糖的能量^[14]。净热量增加取决于所用液体的类型和速率以及 CKRT 剂量^[15]。在一项对 33 例危重症患儿接受 PN 和机械通气的横断面研究中, 脂质优先氧化, 碳水化合物的利用较差^[16]。高碳水化合物摄入促进脂肪生成, 降低脂质氧化, 因此, 在 AKI 患儿中, 增加脂质摄入更为合适。

6 蛋白质需求

6.1 对于非危重症患儿, 蛋白质摄入量应接近基于标准体重的 SDI, 而不是实际测量体重。(B 级; 中度推荐)



6.2 危重症患儿,考虑在SDI基础上增加蛋白质摄入量,以限制蛋白质负平衡。(B级;中度推荐)

6.3 对于血尿素氮水平较高的患儿,特别是在逐渐恶化的情况下,首先要确保足够的能量摄入,然后,考虑满足SDI最低要求的同时暂时降低蛋白质摄入量。(C级;弱推荐)

不推荐为了降低尿素氮水平或推迟KRT启动而持续降低蛋白质摄入量。(X级;强烈推荐)

6.4 对于所有接受透析的儿童,需要进一步增加蛋白质摄入,以弥补透析导致的流失,这在CKRT中是极为关键的。(C级;中度推荐)

分解代谢和负氮平衡在AKI患儿中较为常见,充足的蛋白质供应旨在减少肌肉蛋白质的分解,帮助组织修复并促进康复,改善患儿预后。但目前尚无关于接受保守治疗的AKI患儿需要补充蛋白质含量的数据。在AKI患儿中,尤其是疾病急性期之后,肌肉蛋白分解也是尿素生成的因素之一,应密切评估导致血尿素氮水平升高的风险因素。不过,限制蛋白质摄入以延迟透析会导致营养不良恶化,且没有数据支持蛋白质供应会阻碍AKI患儿恢复,因此,需要慎重权衡持续减少蛋白质摄入量的处方。在一项接受慢性腹膜透析患儿的研究中发现,其蛋白质损失为 $0.1\sim 0.28\text{ g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$,越小的患儿蛋白质损失越高^[17]。在能量和蛋白质代谢稳定的情况下,要达到正氮平衡,则需要约144%的推荐日供给量^[18]。不过,该指南并未对蛋白质摄入量进行详细推荐,美国肠内与肠外营养学会(ASPEN)与我国《危重症儿童营养评估及支持治疗指南》均推荐PICU患儿蛋白质最低摄入量为 $1.5\text{ g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ ^[7,19],由于AKI疾病的特殊性,仍需根据患儿耐受情况个体化治疗。

7 微量营养素需求(维生素、微量元素和肉碱)

7.1 在保守治疗的患儿中,提供的维生素和微量元素量与健康儿童推荐量一致,在摄入不足的情况下予以补充。(D级;弱推荐)

7.2 对于需要透析的患儿,无论是肠内营养还是PN,考虑额外补充水溶性维生素、硒、铜、锌和肉碱。(D级;弱推荐)

7.3 避免对所有AKI患儿补充维生素A。(B级;强

烈推荐)

7.4 评估维生素、微量元素和肉碱缺乏或过量的临床体征和症状。(C级;弱推荐)

7.5 无需常规测量维生素、微量元素和肉碱的血清浓度,除非有缺乏和/或中毒症状,或当儿童因缺乏维生素而接受治疗或已知毒性浓度时。(D级;弱推荐)

维生素和微量元素在代谢、免疫功能以及抗氧化过程中起着重要作用,低蛋白摄入和CKRT去除肉碱的结合,会导致左卡尼汀的消耗,左卡尼汀有助于脂肪酸通过线粒体内膜,是心脏和骨骼肌正常能量生产的关键辅助因子。由于透析液中水溶性维生素、微量元素、肉碱等的缺失,透析患儿有缺乏的风险^[20]。但由于目前的证据水平太低,不建议对AKI患儿的维生素、微量元素、肉碱浓度进行常规测量,但监测营养素缺乏或过量的症状极为关键,一旦怀疑,建议进行实验室评估,以确认临床结果并进行适当干预。另外,目前缺乏研究和高质量的证据来指导AKI患儿补充微量营养素,应注意维生素和微量元素的摄入量不要超过推荐摄入量的100%,以防潜在毒性,特别是在少尿透析患儿中^[20]。

8 电解质监测

8.1 在AKI整个过程中,常规监测血清钠、氯、钾、钙、磷、镁和碳酸氢盐等电解质水平。(未分级)

8.2 根据实验室和临床变量调整电解质监测频率,包括:电解质水平趋势、评估肾小球滤过率和尿量的变化、KRT处方或方式的使用或改变、尿液和肾外电解质及水分的流失、输注电解质和液体以及药物的调整。(未分级)

9 电解质指标

9.1 应根据临床状态、用药情况和KRT处方的持续和预期变化,与医疗团队密切合作,对电解质摄入进行个性化调整,以正常的血液/血清范围为目标。(未分级)

9.2 调节钠和水输注,优化血管内容量,以维持足够的灌注,防止或纠正容量超载或耗竭。(未分级)

9.2.1 慢性低钠或高钠应逐渐纠正,以降低神经系



统并发症的风险。(未分级)

电解质异常在持续 AKI 患儿中很常见。在某些情况下, KRT 对于处理危及生命的电解质和酸碱平衡紊乱是必要的, 特别是严重的高钾血症和酸中毒。然而, 目前还没有研究调查 AKI 患儿监测电解质的最佳频率, 因其需要结合患儿的临床状态, 而 AKI 患儿的临床状态常不稳定, 因此, 营养师应与临床医疗团队共同确定液体和电解质的补充量。电解质监测最初可能需要每 8~12 h 进行 1 次。一旦电解质稳定, 在患儿相关指标(包括尿量)没有其他变化的情况下, 可适当降低实验室监测的频率。对于需要 CKRT 的患儿, 应每日监测电解质, 以便动态调整 KRT 处方。该建议基于健康儿童的电解质需求, 也制定了 AKI 患儿的调整策略。血清钠的纠正比较特殊, 快速纠正存在神经系统并发症的风险, 因此应逐步纠正^[21]。钠摄入量在考虑血浆钠水平和体液平衡后进行调整。此外, 水的摄入量对血浆钠值和体液平衡有显著影响, AKI 患儿的低钠血症通常是由于容量过多, 应通过限制液体摄入而不是增加钠来治疗。

10 小结

由于疾病的动态性, 急性肾损伤患儿的营养管理是复杂的, 需要经常进行营养评估和调整, 以适应个体化需求, 避免与不当营养支持相关的不良代谢紊乱。儿科肾脏营养工作组为 AKI 患儿的营养管理制定了临床实践建议, 以维持或改善营养状况, 限制代谢并发症, 有利于指导临床实践。不过, 现有证据有限且质量参差不齐, 此建议纳入了其他领域的文献(如儿童慢性肾病、儿童重症护理、成人急性肾损伤)等, 虽进行了专家论证, 但能否切实满足急性肾损伤患儿营养需求仍需进一步临床验证。另外, 此建议对蛋白质、微量营养素推荐剂量等并未详细提及, 具体仍需各临床医师、营养师结合患儿实际情况权衡。

参考文献:

- [1] 曹杰, 赵宇亮, 付平. 急性肾损伤流行病学的新进展 [J]. 中国循证医学杂志, 2019, 19(6): 631-634.
- [2] 贾鑫磊, 钱素云. 急性肾损伤患儿的营养支持 [J]. 中国小儿急救医学, 2017, 24(1): 9-12.
- [3] Vega MRW, Cerminara D, Desloovere A, et al. Nutritional management of children with acute kidney injury-clinical practice recommendations from the Pediatric Renal Nutrition Taskforce [J]. *Pediatr Nephrol*, 2023, 38(11): 3559-3580.
- [4] Becker PJ, Gunnell Bellini S, Wong Vega M, et al. Validity and reliability of pediatric nutrition screening tools for hospital, outpatient, and community settings: a 2018 evidence analysis center systematic review [J]. *J Acad Nutr Diet*, 2020, 120(2): 288-318.
- [5] 张莉, 姚文英, 阚玉英, 等. 儿科 Yorkhill 营养不良评分在普外科患儿入院营养风险筛查中的应用 [J]. 中国实用护理杂志, 2017, 33(2): 112-115.
- [6] 罗红凤, 邝彩云, 刘喜红. 住院患儿营养风险筛查工具研究进展 [J]. 发育医学电子杂志, 2020, 8(1): 86-91.
- [7] 危重症儿童营养评估及支持治疗指南(中国)工作组, 钱素云, 陆国平, 等. 危重症儿童营养评估及支持治疗指南(2018, 中国, 标准版) [J]. 中国循证儿科杂志, 2018, 13(1): 1-29.
- [8] Mehta NM, Bechard LJ, Zurakowski D, et al. Adequate enteral protein intake is inversely associated with 60-d mortality in critically ill children: a multicenter, prospective, cohort study [J]. *Am J Clin Nutr*, 2015, 102(1): 199-206.
- [9] Tume LN, Valla FV, Joosten K, et al. Nutritional support for children during critical illness: European Society of Pediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC) metabolism, endocrine and nutrition section position statement and clinical recommendations [J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46(3): 411-425.
- [10] Fives T, Kerklaan D, Mesotten D, et al. Early versus late parenteral nutrition in critically ill children [J]. *N Engl J Med*, 2016, 374(12): 1111-1122.
- [11] Joosten KF, Kerklaan D, Verbruggen SC. Nutritional support and the role of the stress response in critically ill children [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2016, 19(3): 226-233.
- [12] Preiser JC, Ichai C, Orban JC, et al. Metabolic response to the stress of critical illness [J]. *Br J Anaesth*, 2014, 113(6): 945-954.
- [13] Joosten KFM, Eveleens RD, Verbruggen SCAT. Nutritional support in the recovery phase of critically ill children [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2019, 22(2): 152-158.
- [14] 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.
- [15] Jonckheer J, Van Hoorn A, Oshima T, et al. Bioenergetic balance of continuous venovenous hemofiltration, a retrospective analysis [J]. *Nutrients*, 2022, 14(10): 2112.
- [16] Hellerman M, Sabatino A, Theilla M, et al. Carbohydrate and lipid prescription, administration, and oxidation in critically ill patients with acute kidney injury: a post hoc analysis [J]. *J Ren Nutr*, 2019, 29(4): 289-294.
- [17] Shaw V, Polderman N, Renken-Terhaerd J, et al. Energy and protein requirements for children with CKD stages 2-5 and on dialysis-clinical practice recommendations from the Pediatric Renal Nutrition Taskforce [J]. *Pediatr Nephrol*, 2020, 35(3): 519-531.
- [18] KDOQI Work Group. KDOQI Clinical practice guideline for nutrition in children with CKD: 2008 update. Executive summary [J]. *Am J Kidney Dis*, 2009, 53(3 Suppl 2): S11-S104.
- [19] 纪健, 钱素云. 2017 版美国危重患儿营养支持治疗实施与评价指南解读 [J]. *中华儿科杂志*, 2018, 56(5): 332-335.
- [20] Harshman LA, Lee-Son K, Jetton JG. Vitamin and trace element deficiencies in the pediatric dialysis patient [J]. *Pediatr Nephrol*, 2018, 33(7): 1133-1143.
- [21] Adrogué HJ, Tucker BM, Madias NE. Diagnosis and management of hyponatremia: a review [J]. *JAMA*, 2022, 328(3): 280-291.
- (收稿日期: 2023-08-29)
(本文编辑: 魏梦丹)

《临床儿科杂志》关于论文刊出后的一些说明

《临床儿科杂志》为中文核心期刊(北京大学图书馆)、中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)、中国科学引文数据库来源期刊,已被国际权威检索机构美国化学文摘(CA)收录,并被《中国知网》《维普网》《万方数据》《超星数字图书馆》全文收录。

所有待发表的论文均须通过编辑初审、同行专家外审和主编终审/定稿会终审。来稿决定录用后,由所有作者亲笔签署版权转让协议,自动承认论文专有使用权归《临床儿科杂志》编辑委员会所有,对本刊以但不限于电子期刊、光盘版、网络版等方式出版该文无异议。在正式刊出前,编辑部均将论文以作者清样的形式发送给第一作者确认并须经通信作者审核同意。

已发表的论文未经本刊书面许可,不可再授权他人以任何形式汇编、转载、出版该文的任何部分。任何单位或个人不得私自将已出版的论文以单行本、抽印本等形式出版。但论文作者本人可以在其后续的作品中引用该论文中部分内容,或翻译,或将其汇编在论文作者主编的非期刊类文集中。

