

## 老年再喂养综合征风险因素的研究进展\*

高 铭 翟海昕 刁冠伟 李 薇 薄 琳\*\*

北京协和医院保健医疗部, 北京 100730

**[摘要]** 再喂养综合征是一种严重危及生命的代谢并发症, 通常发生在长期营养不良的个体重新开始摄入营养时, 一般在补充营养后的 72 h 内发病, 病情发展迅速, 临床症状多样且非特异, 可导致死亡率增加。老年患者普遍存在营养不良、多病共存等问题, 是再喂养综合征的高发人群。本文就老年人群再喂养综合征的危险因素作系统阐述, 以帮助医护人员早期识别高风险患者, 通过及时和最佳的营养治疗改善患者预后。

**[关键词]** 老年人; 营养不良; 再喂养综合征; 风险因素

doi: 10.3969/j.issn.1674-7593.2025.04.017

### Research progress on risk factors contributing to refeeding syndrome in elderly population

Gao Ming, Zhai Haixin, Diao Guanwei, Li Wei, Bo Lin\*\*

Department of Health Care, Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100730

\*\* Corresponding author: Bo Lin, email: bolin@pumch.cn

**[Abstract]** Refeeding syndrome is a significant and potentially fatal metabolic complication that arises from the rapid provision of nutritional support during the replenishment phase in catabolic patients suffering from malnutrition. Typically, it manifests within the initial 72 h following nutritional replenishment, advances swiftly, presents a range of nonspecific clinical symptoms, and may result in elevated mortality rates. The elderly population typically experiences issues such as malnutrition and multiple comorbidities, rendering them a high-risk group for refeeding syndrome. This article examines the risk factors associated with refeeding syndrome in the elderly, aiming to assist medical professionals in the early identification of high-risk patients and enhance patient prognosis through timely and effective nutritional interventions.

**[Key words]** Elderly; Malnutrition; Refeeding syndrome; Risk factors

再喂养综合征 (Refeeding syndrome, RFS) 是一种严重的代谢异常状况, 在饥饿或严重营养不良的个体重新开始经口、肠内或肠外喂养后显现出来。以急性液体和电解质紊乱为特征, 尤其会影响磷酸盐、钾、镁和钠的水平, 还常常伴有硫酸胺缺乏的情况。通常发生在开始补充营养后的 72 h 内<sup>[1]</sup>。老年人由于健康储备减少、多病共存, 更易出现 RFS<sup>[2]</sup>。RFS 不仅会增加患者感染风险和死亡率, 延长住院时间, 还会增加患者的再入院率, 导致临床预后更差<sup>[3]</sup>。所以早期筛查 RFS 风险患者非常重要。因老年 RFS 患者临床表现具有非特异性, 医护人员难以早期识别并预防。因而, 本文针对老年人 RFS 的危险因素予以综述, 旨在增强医护人员对 RFS 的识别能力, 施行针对性预防措施。

#### 1 RFS 的起源与发展

RFS 的起源可追溯至第二次世界大战结束时, 长期饥饿的囚犯在摄入过量甚至适宜卡路里的食物后, 出现心脏呼吸衰竭、外周水肿和神经系统

症状, 死亡率高达 20%<sup>[4]</sup>。1944 年, 明尼苏达饥饿实验是一项里程碑式的实验, 为现代医生理解 RFS 奠定了关键基础<sup>[5]</sup>。此后, RFS 的诊断和管理规范长期处于空白状态。直到 2006 年, 英国国家卫生与临床优化研究所 (National Institute for Health and Care Excellence, NICE) 发布首份 RFS 共识文件, 将其定义为饥饿后进食引发的临床和生化异常, 并推出筛查工具<sup>[6]</sup>。但该工具未得到充分的临床验证, 且文件无确切诊断标准, 实际应用受限<sup>[3]</sup>。为弥补这一缺陷, 2018 年欧洲学者 Friedli 团队与 2020 年美国肠外肠内营养学会 (American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, ASPEN) 先后基于循证证据更新了 RFS 诊断标准。Friedli 标准为磷酸盐临界值变动, 或重新喂养 72 h 内两种电解质低于临界值; 美国 ASPEN 则明确指出, 在重新喂养 5 d 内, 只要镁、钾、磷这三种电解质中的任意一种数值出现 10% 的下降, 便能够判定为 RFS<sup>[7-8]</sup>。尽管两者均强调多电解质联合监测的重要性, 但诊断标准在临界值设定和时间界

收稿日期: 2024-12-08 修回日期: 2025-02-09 录用日期: 2025-02-14

\* 北京协和医院中央高水平医院临床科研专项项目 (2022-PUMCH-B-130); 北京协和医院护理科研课题 (XHHLKY202217)

\*\* 通信作者: 薄 琳, 电子邮箱 bolin@pumch.cn

定上存在差异, 诊断敏感性与临床适用性仍需进一步验证<sup>[9]</sup>。目前, RFS 缺乏全球通用诊断标准, 严重阻碍研究的推进。而老年患者群体因身体机能衰退等原因, 易受 RFS 影响, 逐渐成为研究焦点。国内一项纳入 92 例老年患者的分析表明, RFS 的发病率为 45.2%<sup>[10]</sup>。一项对老年急危重症患者的调查表明, RFS 的发病率为 44.8%, 病死率为 52.3%<sup>[11]</sup>。国外一项纳入 85 例有 RFS 风险的老年住院患者的调查显示, RFS 的发病率为 12.9%~65.9%<sup>[12]</sup>。可见, 老年患者 RFS 发病率较高, 临床营养干预时需格外警惕。

## 2 老年发生 RFS 的风险因素

### 2.1 营养状态

营养不良是老年 RFS 最主要、最常见的临床危险因素, 长期饥饿是 RFS 最重要的危险因素<sup>[1]</sup>。长期饥饿会导致能量储存、维生素与细胞内电解质耗尽, 再喂养后高血糖使胰岛素分泌增多, 电解质转至细胞内致使低血清电解质水平, 同时肾脏排钠和水减少, 且作为糖代谢过程中丙酮酸脱氢酶复合体以及三羧酸循环中  $\alpha$ -酮戊二酸脱氢酶复合体的辅助因子, 硫胺素会因能量代谢加速而缺乏。有学者发现, 营养风险评估量表 2002 (Nutritional Risk Screening 2002, NRS-2002) 评分 >3 分的患者, RFS 的风险较大, 喂养前较低的前白蛋白和白蛋白浓度会导致肠内营养患者出现 RFS 的风险较高<sup>[13]</sup>。RFS 已成为营养不良常见的并发症, 因此, 当为营养不良患者提供营养时, 需特别注意预防 RFS 的发生。

### 2.2 疾病因素

疾病可影响老年人消化系统功能或代谢过程, 从而增加营养不良的风险。多种疾病如脑卒中、轻度认知损害及痴呆、慢性阻塞性肺病 (Chronic obstructive pulmonary disease, COPD)、急危重症、肿瘤、神经性厌食症等均与 RFS 密切相关。脑卒中患者由于吞咽困难、认知障碍及应激反应等导致营养摄入不足和能量需求增加, 易形成能量负平衡而成为 RFS 高风险人群<sup>[14]</sup>。轻度认知损害及痴呆患者因淡漠、注意力减退、吞咽困难等造成营养摄入减少, 且静息能量消耗高<sup>[15]</sup>。加之患者躁动、攻击及脱抑制行为会让能量消耗进一步增加, 最终引发营养不良, 进而增加 RFS 风险。COPD 患者因肺的有效顺应性下降, 呼吸肌做功增加, 导致静息能量消耗随之增加, 此外呼吸问题、胃黏膜受刺激、菌群失调等会导致营养摄入减少和消化吸收不良, 从而增加营养不良患病率 (20%~45%)<sup>[16]</sup>。所以, 在为 COPD 患者进行营养支持时存在高 RFS 风险。急危重症患者常因医疗原因无法经口进食、肠道功能受损、代谢紊乱等易诱发营养不良, 具有较高 RFS 风险<sup>[11]</sup>。肿瘤患者因食欲下降、治疗副作用、癌细胞消耗等导致能量摄入减少和营养不良, 也是 RFS 高发人群<sup>[17]</sup>。

研究显示, 衰弱的老年人更容易陷入营养不良状态<sup>[18]</sup>。有学者认为, 低握力被视为癌症患者易患 RFS 的相关风险因素, 虽具体关联机制尚待阐明, 但已提示其在癌症患者 RFS 发生进程中可能存在潜在促进作用<sup>[19]</sup>。因此在为衰弱患者实施营养支持时, 应警惕 RFS 的发生。神经性厌食症患者因自我限制饮食, 存在长期严重营养不良, 已成为引发 RFS 的典型风险因素<sup>[20]</sup>。有研究显示, 老年厌食症的患病率在 hospital 和护理院等机构环境可达 30.0%, 在社区环境中约为 6.9%~15.0%, 门诊患病率约为 27.7%, 在健康状况良好人群中约为 7.0%, 衰弱者中约为 21.2%<sup>[21]</sup>。然而, 老年性厌食症在实际情况中往往容易被忽视。由于其症状可能与其他健康问题存在相似之处, 或者被简单地归结为年龄增长所带来的正常生理变化, 所以常常未能得到应有的关注与重视。在未来的医疗工作中, 这一状况需引起广大医务人员的高度警觉。尤其是需要着重针对老年人群, 采取积极有效的预防措施, 以降低 RFS 在这一特定人群中的发生概率。

### 2.3 炎症状态

老年人由于生理机能的退化和慢性疾病的积累, 常处于慢性低度炎症状态。炎症会导致老年人体内细胞因子和炎症介质的释放增加, 如肿瘤坏死因子- $\alpha$ 、白细胞介素-6 等<sup>[22]</sup>。这些物质会干扰细胞的正常代谢和营养物质的利用<sup>[23]</sup>。在长期炎症状态下, 老年人的身体处于高代谢状态, 能量消耗增加, 容易导致营养不良。当重新开始营养支持时, 身体的代谢调节机制可能无法迅速适应, 增加了 RFS 的发生风险。相关文献表明, 脓毒症不仅会影响胃肠道的功能, 导致消化和吸收障碍, 使营养不良的程度进一步恶化, 而且会导致机体电解质紊乱<sup>[24]</sup>。基线低水平的磷酸盐是发生 RFS 的危险因素<sup>[25]</sup>。因此, 在喂养前应评估老年患者的炎症状态, 包括检测 C 反应蛋白等炎症指标, 并逐步增加营养摄入, 以避免 RFS 的发生。

### 2.4 药物

老年患者多重用药问题普遍存在, 且随着年龄的增长而增加。高血压、高脂血症、糖尿病、冠心病、慢性胃炎是多重用药最常见的疾病<sup>[26]</sup>。有研究数据证明, 利尿剂的使用是 RFS 的主要决定因素<sup>[27]</sup>。作为老年患者常用的降压药物, 利尿剂会加剧体内电解质的消耗, 导致额外的电解质损失, 从而加重代谢紊乱。胰岛素的使用是 RFS 的独立危险因素<sup>[28]</sup>。这是因为胰岛素利用钠-钾-ATP 酶使蛋白同向转运, 最终使得电解质被重新分布, 导致磷、钾、镁的血清浓度出现明显下降。进行再喂养后, 高血糖刺激胰岛素大量分泌, 加速了电解质向细胞内的转移, 进一步导致血清磷、钾、镁浓度的下降<sup>[29]</sup>。抗酸剂的使用是 RFS 的风险因素<sup>[30]</sup>。含镁的抗酸剂会引起腹泻造成电解质

紊乱, 氢氧化铝会阻碍肠道对磷酸盐的吸收, 从而导致严重的低磷血症的发生, 质子泵抑制剂治疗会导致镁的摄取减少, 诱发低镁血症。而基线低水平的磷酸盐和镁是 RFS 风险的独立预测因素<sup>[1]</sup>。此外, 有些药物, 如锂、甲硝唑、左旋多巴、格列吡嗪、卡托普利和克拉霉素, 会导致老年人味觉障碍, 类风湿性关节炎的治疗药物(如青霉胺)会降低胃肠道吸收和锌的生物利用度, 并引起味觉障碍, 从而影响食物摄入, 造成营养不良。因此, 在为老年患者提供营养支持前, 医护人员应详细了解老年患者的用药情况, 必要时调整用药, 以预防 RFS 的发生。

## 2.5 营养方式

**2.5.1 喂养方式** 迄今为止, 肠内营养与肠外营养对 RFS 的影响仍存在争议。但有研究发现, 在使用标准全胃肠外营养(Total parenteral nutrition, TPN)的患者中, 与接受个性化 TPN 的患者相比, 接受标准 TPN 的患者发生 RFS 的风险高 4.69 倍<sup>[31]</sup>。接受鼻肠管喂养的患者出现 RFS 的风险为鼻胃管组的 2.323 倍<sup>[13]</sup>。这或许跟肠促胰岛素效应存在关联, 在营养物质直接到达肠道时, 会加速胰岛素的分泌, 增加细胞对磷酸盐、钾、镁、硫酸素等物质的消耗, 进而引发 RFS。虽然鼻肠管在预防误吸方面表现更优, 但综合考虑老年患者的生理特点和 RFS 风险, 仍优先推荐老年患者应用鼻胃管喂养。一方面, 在使用鼻胃管时通过合理控制输注速度和量, 让营养物质更缓慢、均匀地进入胃肠道, 也能够减轻胃肠道负担, 防反流从而降低误吸风险<sup>[32]</sup>。另一方面, 吞咽困难患者选择鼻胃管能避免营养物质快速进入肠道, 缓解肠促胰岛素效应, 减少关键营养物质过度消耗, 从而降低 RFS 风险<sup>[33]</sup>。此外, 肠外营养在老年患者综合管理中同样关键。研究表明, 老年患者使用 TPN 时, 电解质紊乱发生率更高<sup>[34]</sup>。这是因为年龄增长会导致人体电解质尤其是磷储备生理性减少, 加之老年患者常患多种基础疾病, 长期使用利尿剂、胰岛素等药物, 会进一步降低电解质储备<sup>[31]</sup>。经专业团队监督实施个性化 TPN 输注, 依据患者个体需求在肠外营养液输注起始时添加磷、钾、镁等电解质, 能够有效减少 TPN 相关电解质紊乱, 降低 RFS 风险。因此, 推荐老年患者在进行肠外营养时选择个性化 TPN 方案。

**2.5.2 喂养速度、温度与剂量** 蛋白质及热量摄入过多、营养液温度较高、喂养速度过快是肠内营养患者发生 RFS 的危险因素<sup>[13]</sup>。一项前瞻性研究发现, 营养治疗期间总能量的增加与发生 RFS 的风险相关<sup>[31]</sup>。老年患者胃肠蠕动显著减慢, 消化酶分泌量和活性均下降, 快速喂养会使大量营养物质短时间涌入胃肠道, 远超其消化吸收能力, 极易引发消化不良、腹胀、腹痛等不适症状<sup>[35]</sup>。另外, 随年龄增加, 老年人对应激的抵御能力减

弱。再喂养时, 临床上往往以增加营养液热量及蛋白质含量的方式进行补充, 但摄入大量的营养物质致患者合成代谢增强和胰岛素分泌急剧升高, 电解质快速消耗与重新分布, 易引起 RFS<sup>[13]</sup>。在喂养速度方面, 有文献显示, 老年患者碳水化合物输注速度大于 5 mg/kg·min 时, 超出了体内的氧化速度, 会引起高血糖、脂肪堆积及肝脏脂肪浸润<sup>[34]</sup>。高血糖刺激胰岛素分泌增加, 加速电解质向细胞内转移, 致使血清中磷、钾、镁的浓度进一步降低, 从而加重 RFS 的风险<sup>[2]</sup>。

有研究表明, 热量限制是预防 RFS 的有效措施<sup>[1]</sup>。更有学者提出了 RFS 的风险越高, 每公斤体质量的初始热量就越低的建议<sup>[36]</sup>。国内外学者目前仍在探究具体可操作的最佳营养方案。国内的一项研究发现, 初始的热卡摄入(即开始治疗的前 3 d, 每日的热卡摄入) 5~10 kcal/kg·d 时, RFS 的发生率最低<sup>[11]</sup>。另有学者在研究中发现, 与谨慎的再喂养(10 kcal/kg·d) 方案相比, 提供 20 kcal/kg·d 的再喂养方案在 RFS 的发生率上差异无统计学意义<sup>[37]</sup>。ASPEN 建议在最初 24 h 内提供 100~150 g 葡萄糖或 10~20 kcal/kg, 然后每 1~2 d 增加总补充目标的 33%, 同时在补充多种维生素及能量供应前补充硫酸素 100 mg<sup>[37]</sup>。该方案热量递增方式和时间间隔固定, 方便医护操作, 能够确保营养支持治疗规范进行。但它未充分考量老年患者的个体差异, 统一递增方式可能使消化差、基础病多的老年人短期内热量摄入过快, 引发胃肠道不耐受, 甚至增加 RFS 风险。有研究则根据 RFS 不同的风险程度, 选择更谨慎能量供应计划。除补充硫酸素 200~300 mg 及多种维生素外, 该方法将发生 RFS 的风险划分为低、高、极高风险, 初始喂养热量分别为 15~25 kcal/kg·d、10~15 kcal/kg·d、5~10 kcal/kg·d, 逐步递增热量供应, 分别在第 5 天、第 7 天、第 10 天补充至每日所需全部热量; 另外, 根据不同风险分级, 还对液体及钠的摄入进行了限制, 并要求再喂养的前 7 d 不应给予铁, 以避免诱发或延长低磷血症<sup>[38]</sup>。该方案充分考虑老年患者复杂状况, 对低风险患者快速优化营养供给以维持稳态, 对极高风险患者采用低起始热量缓增方式, 或能降低代谢应激、保护生理机能。面对复杂的老年合并症, 该方案尤为关注体液与钠、铁的管理细节, 提出极具针对性的建议, 有望防控水肿、心力衰竭、低血钾症等并发症, 为临床治疗提供了新思路。

关于营养液温度, 对老年患者来讲, 过高会损伤胃肠道黏膜, 过低会使肠蠕动加快、肠痉挛及肠黏膜微血管收缩, 从而容易引起腹泻, 造成电解质紊乱, 增加 RFS 风险<sup>[39]</sup>。目前, 尚缺乏肠内营养液温度对 RFS 影响的研究, 仅倡导将营养液温度维持在 37~40℃, 用于预防老年患者腹泻<sup>[40]</sup>。未来需要更多的研究以探寻老年 RFS 最佳

的喂养策略。

### 3 小结与展望

RFS 是一种潜在的致命性综合征,老年患者常存在营养不良、多病共存、多重用药等问题,对发生 RFS 的高风险人群,早期识别及防治至关重要。目前,缺乏老年患者 RFS 的有效风险预测体系,未来应建立具有高灵敏度和特异度的老年患者 RFS 风险预测模型,以便临床医护人员及时正确识别高危人群,制定老年 RFS 标准化的预防策略。此外,RFS 患者的识别和管理需要包括重症监护医生、药剂师、护理人员 and 营养师在内的专业人员的参与,因此,建立多学科团队对于及时诊断和治疗 RFS 至关重要。

### 参考文献

- [1] erlisten K, Wirth R, Daubert D, et al. Refeeding syndrome in older hospitalized patients: incidence, management, and outcomes [J]. *Nutrients*, 2023, 15 (18): 4084.
- [2] Olsen S U, Hesseberg K, Aas A M, et al. Refeeding syndrome occurs among older adults regardless of refeeding rates: a systematic review [J]. *Nutr Res*, 2021, 91: 1-12.
- [3] Schönenberger K A, Dürig C, Huwiler V V, et al. Refeeding syndrome: where do we stand in 2022? [J]. *Praxis (Bern 1994)*, 2022, 111(7): 381-387.
- [4] Hemstreet D E, Weisz G M. One page in the history of starvation and refeeding [J]. *Rambam Maimonides Med J*, 2024, 15(2): e0010.
- [5] Dulloo A G. Physiology of weight regain: lessons from the classic Minnesota Starvation Experiment on human body composition regulation [J]. *Obe Rev*, 2021, 22 (Suppl 2): e13189.
- [6] National Collaborating Centre for Acute Care (UK). Nutrition support for adults; oral nutrition support, enteral tube feeding and parenteral nutrition [M]. London: National Collaborating Centre for Acute Care (UK), 2006: 13-15.
- [7] 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.
- [8] da Silva J, Seres D S, Sabino K, et al. ASPEN consensus recommendations for refeeding syndrome [J]. *Nutr Clin Pract*, 2020, 35(2): 178-195.
- [9] Liu N, Zhao X L, Xiong R Q, et al. The performances of SNAQ, GLIM, mNICE, and ASPEN for identification of neurocritically ill patients at high risk of developing refeeding syndrome [J]. *Nutrients*, 2022, 14(19): 4032.
- [10] 孟璐. 营养不良老年患者发生再喂养综合征的危险因素及其对预后的影响 [D]. 苏州: 苏州大学, 2021. Meng L, Risk factors of refeeding syndrome in malnourished elderly patients and its influence on prognosis [D]. Suzhou: Suzhou University, 2021.
- [11] 陈曦, 张新超. 老年急危重症患者再喂养综合征对近期预后的影响及风险因素 [J]. *中国急救医学*, 2021, 41(4): 296-301. Chen X, Zhang X C. The influence of refeeding syndrome on the short-term prognosis and the risk factors of refeeding syndrome in the elderly patients [J]. *Chin J Crit Care Med*, 2021, 41(4): 296-301.
- [12] Olsen S U, Tazmini K, Aas A M, et al. The incidence and mortality of refeeding syndrome in older hospitalized patients, based on three different diagnostic criteria: a longitudinal study [J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2024, 61: 101-107.
- [13] 龙兴霞, 姚梅琪, 姚金兰, 等. ICU 肠内营养患者再喂养综合征发生现状及影响因素研究 [J]. *中华护理杂志*, 2021, 56(6): 818-823. Long X X, Yao M Q, Yao J L, et al. Investigation and analysis of factors related to refeeding syndrome in ICU patients undergoing enteral nutrition [J]. *Chin J Nur*, 2021, 56(6): 818-823.
- [14] 熊瑞琪, 黄凯滨, 吴永明. 重症卒中患者再喂养综合征的危险因素 [J]. *国际脑血管病杂志*, 2021, 29(4): 252-257. Xiong R Q, Huang K B, Wu Y M. Risk factors for refeeding syndrome in patients with severe stroke [J]. *Int J Cerebrovasc Dis*, 2021, 29(4): 252-257.
- [15] 姜季委, 李汶逸, 蒋施瑞, 等. 营养不良与阿尔茨海默病相互作用影响的研究进展 [J]. *肿瘤代谢与营养电子杂志*, 2023, 10(1): 149-154. Jiang J W, Li W Y, Jiang S R, et al. The research advance on the interaction between malnutrition and Alzheimer's disease [J]. *Electron J Metab Nutr Cancer*, 2023, 10(1): 149-154.
- [16] Justel Enríquez A, Rabat-Restrepo J M, Vilchez-López F J, et al. Practical guidelines by the andalusian Group for Nutrition Reflection and Investigation (GARIN) on nutritional management of patients with chronic obstructive pulmonary disease: a review [J]. *Nutrients*, 2024, 16(18): 3105.
- [17] Pehlivan Köksal Z, Nural N. The effect of taste alteration on malnutrition and quality of life in patients undergoing chemotherapy [J]. *Support Care Cancer*, 2025, 33(5): 369.
- [18] Lighthart-Melis G C, Luiking Y C, Kakourou A, et al. Frailty, sarcopenia, and malnutrition frequently (co-) occur in hospitalized older adults: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2020, 21(9): 1216-1228.
- [19] Khoory J, Rupal A, Jani C, et al. Food coma: hyperammonemic encephalopathy from refeeding syndrome [J]. *Cureus*, 2021, 13(10): e18898.
- [20] Staab R, Campagna J, Ma J, et al. Rapid refeeding in anorexia nervosa: a dialectic balance [J]. *Int J Eat Disord*, 2022, 55(5): 653-663.
- [21] Cox N J. Consequences of anorexia of aging in hospital settings: an updated review [J]. *Clin Interv Aging*, 2024, 19: 451-457.

- [22] Chung K W, Kim D H, Jung H J, et al. Chronic inflammation as an underlying mechanism of ageing and ageing-related diseases[J]. *Subcell Biochem*, 2023,103:31-44.
- [23] Rigal S, Casas B, Kanebratt K P, et al. Normoglycemia and physiological cortisone level maintain glucose homeostasis in a pancreas-liver microphysiological system[J]. *Immunity Biol*, 2024,7(1):877.
- [24] Zhao G, Gu Y, Chen Y, et al. Association of serum potassium levels with mortality in critically ill patients with sepsis during hospitalization[J]. *PLoS One*, 2024,19(12):e0314872.
- [25] 颜冉冉, 张立文, 杨莹, 等. ICU患者再喂养综合征风险预测指标研究进展[J]. *中华危重病急救医学*, 2021,33(11):1397-1400.  
Yan R R, Zhang L W, Yang Y, et al. Research progress on risk predictors of refeeding syndrome in intensive care unit patients[J]. *Chin Crit Care Med*, 2021,33(11):1397-1400.
- [26] Hu X, Tang M, Feng J, et al. Characteristics of the current situation of drug use in elderly patients with chronic diseases in Chongqing: a cross-sectional survey[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024,103(46):e40470.
- [27] Apiromruck N, Kano H, Taemkaew K, et al. Association between energy delivery from parenteral nutrition and refeeding syndrome in hospitalized adults: a retrospective cohort study[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2024,48(3):318-328.
- [28] 王虹, 杨德兴, 王强, 等. ICU脓毒症患者发生再喂养综合征的危险因素分析及预测模型建立[J]. *昆明医科大学学报*, 2022,43(11):44-51.  
Wang H, Yang D X, Wang Q, et al. Risk factors analysis and prediction model establishment of refeeding syndrome in ICU patients with sepsis[J]. *J Kunming Med Univ*, 2022,43(11):44-51.
- [29] Boal A H, Panarelli M, Millar C. Starvation ketoacidosis and refeeding syndrome[J]. *BMJ Case Rep*, 2021,14(12):e245065.
- [30] Buitendag J, Variawa S, Davids R, et al. Refeeding syndrome in surgical patients post initiation of artificial feeding, a prospective cohort study in a low-income country[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2021,46:210-215.
- [31] de Vargas Cony K, de Magalhães Francesconi C F. An unexpectedly high incidence of refeeding syndrome in patients with total parenteral nutrition in a reference university hospital[J]. *Clin Nutr*, 2021,40(6):3702-3707.
- [32] 李珍, 岳丽青, 谢常宁, 等. 阶梯式吞咽障碍食品方案对咽喉肿瘤术后患者吞咽功能的效果观察[J]. *解放军护理杂志*, 2021,38(1):68-71.  
Li Z, Yue L Q, Xie C N, et al. Effects of stepped feeding program with dysphagia food on swallowing function of postoperative patients with laryngopharyngeal tumor[J]. *Nurs J Chin P L A*, 2021,38(1):68-71.
- [33] 蔡昂, 李一, 王留根, 等. 脑卒中失能患者营养不良的影响因素及预测模型分析[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2023,45(1):24-28.  
Cai A, Li Y, Wang L G, et al. Analysis of risk factors and a predictive model of malnutrition in disabled stroke patients[J]. *Chin J Phys Med Rehabil*, 2023,45(1):24-28.
- [34] 中华医学会老年医学分会, 中国医师协会老年医学科医师分会, 《中华老年医学杂志》编辑委员会. 中国老年危重患者营养支持治疗指南[J]. *中华老年医学杂志*, 2023,42(9):1009-1028.  
Geriatrics Branch of Chinese Medical Association, Geriatric Medicine Branch of Chinese Medical Doctor Association, Editorial Board of Chinese Journal of Geriatric Medicine. Guidelines for nutritional support therapy of critically ill elderly patients in China[J]. *Chin J Geriatr Med*, 2023,42(9):1009-1028.
- [35] 庄艳, 郑松柏. 重视消化系统衰老的特点和规律研究[J]. *老年医学与保健*, 2023(5):873-875.  
Zhuang Y, Zheng S B. Pay attention to the research on the characteristics and laws of digestive system aging[J]. *Geriatr Health Care*, 2023(5):873-875.
- [36] Heuft L, Voigt J, Selig L, et al. Refeeding syndrome[J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2023,120(7):107-114.
- [37] Olsen S U, Hesseberg K, Aas A M, et al. A comparison of two different refeeding protocols and its effect on hand grip strength and refeeding syndrome: a randomized controlled clinical trial[J]. *Eur Geriatr Med*, 2021,12(6):1201-1212.
- [38] Krutkyte G, Wenk L, Odermatt J, et al. Refeeding syndrome: a critical reality in patients with chronic disease[J]. *Nutrients*, 2022,14(14):2859.
- [39] 张晋, 张延英, 尤华琴. 重症监护室老年病人肠内营养相关性腹泻的影响因素[J]. *护理研究*, 2022,36(14):2624-2626.  
Zhang J, Zhang Y Y, You H Q. Influencing factors of enteral nutrition-related diarrhea in elderly patients in intensive care unit[J]. *Chin Nur Res*, 2022,36(14):2624-2626.
- [40] 蔡悦, 王颖, 乐霄, 等. 住院患者肠内营养相关性腹泻的预防及管理最佳证据总结[J]. *护理学杂志*, 2022,37(16):80-84.  
Cai Y, Wang Y, Le X, et al. Best evidence summary for prevention and management of diarrhea related to enteral nutrition in inpatients[J]. *J Nur Sci*, 2022,37(16):80-84.