

• 综 述 •

ICU 患者再喂养综合征管理及预后的研究进展*

叶 天¹, 杜金磊², 叶 群¹, 胡中华¹综述, 邹晓月^{3△}审校

(1. 湖州师范学院, 浙江 湖州 313200; 2. 自贡市第四人民医院, 四川 自贡 643000;

3. 湖州市第一人民医院, 浙江 湖州 313200)

[摘要] 再喂养综合征(RFS)是长期营养不良患者重新摄入营养初期机体代谢异常所导致的一系列危及生命的临床症状, 由于缺乏特异性, 不易辨别, 其在 ICU 患者中死亡率较高。目前, 国内学者对 RFS 的治疗管理和预后影响的研究报道较少, 且具体管理措施仍然存在争议。此外, 对于 RFS 预后研究的方法和结论同样存在差异。故该文拟从 ICU 患者 RFS 的诊断标准及发生现状、管理现况、疾病预后方面进行系统综述, 旨在为医护人员就 RFS 的管理提供经验借鉴, 为后续相关研究提供参考。

[关键词] 再喂养综合征; 重症监护室; 管理; 预后; 综述

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2024.01.025

中图法分类号:R459.3

文章编号:1009-5519(2024)01-0127-05

文献标识码:A

Research advances in management and prognosis of refeeding syndrome in ICU patients*

YE Tian¹, DU Jinlei², YE Qun¹, HU Zhonghua¹, ZOU Xiaoyue^{3△}

(1. Huzhou Normal College, Huzhou, Zhejiang 313200, China; 2. Zigong Municipal Fourth

People's Hospital, Zigong, Sichuan 643000, China; 3. Huzhou Municipal

First People's Hospital, Huzhou, Zhejiang 313200, China)

[Abstract] Refeeding syndrome (RFS) is a series of life-threatening clinical symptoms caused by abnormal metabolism in the early stage of re-intake of nutrition in the patients with chronic malnutrition. Due to the lack of specificity it is difficult to identify, and has higher mortality in ICU patients. At present, there are few studies on the management and prognosis of RFS by domestic scholars, moreover the specific management measures are still controversial. In addition, there are also differences in the methods and conclusions of RFS prognostic studies. Thus this paper systematically reviews the diagnostic criteria, occurrence status, management status and disease prognosis of RFS, aiming at offering the experience to medical staffs on RFS management and providing reference for follow-up related research.

[Key words] Refeeding syndrome; Intensive care unit; Management; Prognosis; Review

再喂养综合征(RFS)是机体在长期饥饿或营养不足状态下经口服、肠内或肠外途径再次喂养后出现的一系列症状, 主要表现为电解质代谢紊乱、体液紊乱、多系统功能障碍等症状, 通常发生在保持饥饿状态大于 5 d 或营养不良患者开始再喂养后的 72 h 内^[1-2]。由于其病情进展迅速, 在危重症患者中死亡率高达 83%^[3]。随着医疗技术的发展, 近年来国内对 RFS 关注度逐渐提高, 也有越来越多的学者对 RFS 展开调查研究。但是, 目前研究主要聚焦于 RFS 早期预防措施, 对已发病患者的管理及预后影响研究相对较少, 管理措施仍然存在争议, RFS 预后研究的方法和结论同样存在差异。因此, 本文从 ICU 患者 RFS 的诊断标准及发生现状、管理现况、疾病预后进

行系统综述, 旨在为医护人员就 RFS 的干预管理提供经验借鉴, 为后续相关研究提供参考。

1 诊断标准及发生现状

随着国内外学者的不断深入研究, RFS 的诊断标准由早期再喂养患者出现单纯低磷血症^[2]逐步演变为再喂养 72 h 内新发生的低磷血症^[4-5], 并进一步演化为在其基础上出现相关临床表现(低钾、低镁、心力衰竭、肺水肿等)^[6]。但截至目前, 临床针对 RFS 的诊断标准仍存在较大差异, 如美国肠外和肠内营养学会(ASPEN)将 RFS 定义为电解质(磷酸盐、钾、镁)中的一项及以上下降超过 10%, 或临床症状中有硫胺素缺乏的相关表现^[7], 该定义同时考虑到电解质、微量元素的变化及相关临床表现, 较其他定义更加全面。然

* 基金项目: 四川省科技计划项目(2022JDKP0037); 自贡市科技局重点科技计划项目(2022ZCYGY30); 自贡市卫生健康委员会科研课题(21zd010); 中华医学会杂志社科研课题(CMAPH-NRD2021053)。

△ 通信作者, E-mail: 1831660976@qq.com。

而,目前国内外研究对 RFS 采用的诊断标准仍存在较大差异,同时有大量研究发现根据不同人群特征进行分组后其发生现状也有较大差距。VIRANI 等^[8]发现 RFS 在 ICU 患者中最常见,发生率为 30.02%。XIONG 等^[4]的研究结果显示,RFS 在神经系统功能障碍患者中发生率为 17.1%。此外,由于老年人基础疾病多、生理功能减退,是发生 RFS 的高危人群。国外学者通过临床调查发现,营养不良的老年患者 RFS 发病率高达 75%^[9]。由此可见,诊断标准和纳入人群的特征会对发病率调查结果产生影响。CIOFFI 等^[10]也在一项 meta 分析中证明了发病率高度依赖于 RFS 的诊断标准及纳入人群。然而目前,国内外相关研究及指南对 RFS 尚缺乏统一评估诊断标准。因此,在今后的研究中,如何对不同人群、不同疾病类型的患者制定 RFS 统一诊断标准仍有待进一步研究。

2 管理现状

2.1 早期筛查

2.1.1 筛查工具 根据现有临床报道,RFS 临床表现通常类似于多器官功能障碍,早期症状极易被掩盖,直接增加了医护人员精准评估、有效识别的难度^[1]。由于诊断标准仍未统一,筛查工具也尚未达成共识。2006 年英国国家健康与临床卓越研究所指南(NICE)首次将 RFS 根据体重指数、非主动体重下降、电解质水平等划分为低风险及高风险,但相关指标缺乏具体量化数值,且分级仅有 2 个级别。2018 年 FRIEDLI 等^[11]在此基础上进行补充修正后形成的 mNICE 在原有等级上加入了极高风险,并首次明确了指标中血磷、钾、镁水平的具体数值,为医护人员对 RFS 的精准识别提供更明确的参考。2020 年 ASPEN 发布的专家共识^[7]将各项指标转化为根据患者个人情况可动态观察的标准,方便医护人员根据患者具体病情判断 RFS 的风险因素。然而,以上评估工具虽得到了不断完善,但并未有研究根据人群特征分组进行其预测价值的检验。近期国内学者在危重症神经系统功能障碍患者中对以上工具进行了本土化效能检验,发现其受试者工作特征曲线(ROC 曲线)下面积均较低(<0.6),且差异无统计学意义($P>0.05$),其原因可能在于 RFS 患者的诊断标准尚未统一,且危重症患者通常自身情况复杂,混杂因素较多^[12]。因此,未来还需进一步明确适用于我国危重症人群的 RFS 评估标准,根据不同的人群特征构建 RFS 风险预测模型。

2.1.2 危险因素 危重症患者由于各种原因易出现不同程度的营养不良,增加 RFS 发生风险。从机体生理学角度来看,自身营养状况较差患者若年龄大于 65 岁^[13]、体重指数(BMI) $<18.5\text{ kg/m}^2$ ^[14]、再喂养前清蛋白浓度小于 30 g/L 、前清蛋白浓度小于 150 g/L ^[15],再喂养时机体则需要更多营养补充消耗,RFS 发生风险更高。同时,神经性厌食、脓毒症、恶性肿

瘤、重症胰腺炎、糖尿病及长期机械通气患者,均为发生 RFS 的高危人群^[16-18],尤其在 ICU 患者中 RFS 发病率可达 30.2%^[6]。此外,肠内营养治疗过程中,营养液温度过高($36\sim38\text{ }^{\circ}\text{C}$)、喂养速度过快($\geq 20\text{ mL/L}$)、蛋白质含量过高(整蛋白型营养液喂养)、热量过高($>25\%$ 标准热量)、通过鼻肠管喂养等治疗方式均会使危重症患者的 RFS 发生风险增加^[15]。近期国内有学者基于循证证据在患者入院时早期识别 RFS 危险人群并进行完善管理,最终成功降低了 RFS 发生率^[19]。由此可见,早期识别危险因素及高危人群在预防 RFS 中具有重要意义,应强化医护人员对 RFS 相关知识的学习培训,完善对高危患者的早期评估,从而降低 RFS 发生率,为后期干预治疗奠定基础。

2.2 动态治疗

2.2.1 非限制性营养支持 RFS 患者大多病情变化迅速且伴并发症,因此干预方案需要根据病情变化及时调整。既往大量研究表明,限制初始热量摄入可以降低 RFS 发生率,促进患者康复^[5,20]。ASPEN 建议在 $1\sim2\text{ d}$ 内先补充目标能量的 33%,循序渐近达到 100%^[7]。然而,危重症患者大多由于自身疾病和治疗原因伴营养摄入不足,需要充足的热量支持,因此营养治疗方案应根据患者自身情况进行动态调整^[21]。近期有大量研究发现,如果能对肠内营养患者持续动态监测,及时补充相关电解质,使用更高初始热量的再喂养方案并不会提高 RFS 发生率,同时可以缩短营养不良患者的住院时间^[22-24]。DRAFFIN 等^[25]在神经性厌食症患儿和青少年中进行研究,发现采用高热量标准碳水化合物(提供总能量的 50%~60%)喂养并不会增加 RFS 发生风险。因此,建议对存在 RFS 风险的危重症患者进行密切动态评估,监测相关电解质指标及临床表现,实现精准化治疗,实行个体化营养管理方案^[21]。对于在动态监测下进行非限制性营养支持的具体实施方案,还有待进一步开展随机对照试验进行探究。

2.2.2 营养支持途径 为维持胃肠道正常的生理功能,欧洲重症医学会(ESICM)提出相关指南^[26],推荐危重症患者应首选早期肠内营养支持。然而,由于危重症患者大多存在消化功能障碍,易引起腹泻、呕吐、误吸等多种并发症,进一步加重营养不良。此外,肠内营养引起的肠促胰岛素效应也会导致 RFS 的发生风险增加^[15]。针对此类问题,ALSHARIF 等^[27]研究结果指出,补充性肠外营养在提高危重症患者营养摄入的同时可有效降低感染率和死亡率。近期国外有学者在此基础上进行进一步研究,发现相对肠内营养,对 RFS 高风险患者进行补充性肠外营养的短期疗效效果不明显,但是能显著提高 60 d 生存率,改善预后^[28]。目前,国内对 RFS 患者营养支持途径的关注度较低,针对患者病情严重程度进行补充肠外营养的具体措施也缺乏循证依据。因此建议学者进一步开

展病情分级明确、干预措施具体的前瞻性研究,明确危重症 RFS 患者最佳营养支持途径及具体措施。

2.3 液体管理 危重患者再喂养开始前的 72 h 内应动态监测血清电解质和硫胺素,如果指标低于正常水平则及时补充相关电解质,动态调整剂量。对于胃肠道功能完好且电解质失衡较轻的患者,也可以口服补充电解质^[29]。同时,重症患者进行再喂养期间,易出现外周水肿、心力衰竭等症状,需严格控制补液量^[17]。FRIEDLI 等^[30]根据风险分级对 RFS 患者的液体管理拟定共识:对存在 RFS 风险的患者,应密切监测体重保持液体出入平衡。低风险患者再喂养开始后液体摄入量为 30~35 mL/(kg·d);高风险患者再喂养开始后 1~3 d 液体摄入量为 25~30 mL/(kg·d),从第 4 天开始改为 30~35 mL/(kg·d);极高风险患者再喂养开始后 1~3 d 液体摄入量为 20~25 mL/(kg·d),4~6 d 为 25~30 mL/(kg·d),从第 7 天开始改为 30~35 mL/(kg·d)。胡燕等^[31]根据该共识进行 RFS 患者液体管理,临床应用效果良好。但是,由于缺乏临床随机对照试验,该种管理方案的有效性并未得到准确证实,因此还需进一步明确再喂养过程中液体补充的最佳方案。

3 疾病预后

3.1 多器官功能障碍 RFS 发生时,微量元素和胰岛素分泌的骤变可能导致低钾血症、低磷血症、低镁血症及水钠潴留。这一系列反应易引发充血性心力衰竭和肺水肿,甚至猝死^[1]。同时,RFS 引起的硫胺素缺乏会损伤肾小管细胞,引起急性肾小管坏死和急性肾损伤^[32]。此外,电解质和硫胺素的异常还会造成免疫系统损伤(免疫抑制、感染),神经系统损伤(韦尼克脑病、共济失调、谵妄),消化系统损伤(肝功能异常或衰竭),血液系统损伤(贫血、白细胞及血小板功能障碍),最终可致多器官功能衰竭,使机械通气时间延长,感染风险增加,医疗负担进一步加重^[1,33]。相关研究在对 RFS 患者进行随访期间发现,虽然其在临床症状方面与普通患者没有显著差异,但在随访时确诊为 RFS 的患者中心动过速更常见^[34]。RFS 是否会引起其他不良临床结局,还有待进一步开展大样本量调查进行探究。

3.2 延长住院时间及机械通气时间 近年来,针对 RFS 患者预后影响的研究逐渐增加,但观察指标较为单一,多以死亡率、ICU 住院时间、机械通气时间为主。WANG 等^[35]对 ICU 患者进行了回顾性队列研究,发现 RFS 与危重症患者 28 d 死亡率独立相关,且 RFS 患者的 ICU 住院时间、机械通气时间均高于血磷正常患者。同时,国外也有研究显示 RFS 会延长患者 ICU 住院时间和机械通气时间^[16]。YOSHIDA 等^[14]则将 ICU 住院时间超过 24 h 的患者分为 4 个风险等级(无风险、低风险、高风险和非常高风险),发现 RFS 风险等级越高患者 1 个月死亡率更高。熊瑞

琪^[36]则在神经重症监护室患者中进行分析,发现 RFS 与 6 个月死亡率独立相关。此外,该学者还考虑到长期预后影响,将脑卒中 mRS 评分大于 3 分作为预测 6 个月预后不良因素纳入分析,但并未发现其与 RFS 存在独立相关性^[36]。由此可见,目前虽然有大量研究关注 RFS 对预后的影响,但研究设计和样本人群差异较大,研究结果也存在矛盾,且少有研究关注 RFS 病情严重程度对长期预后的影响。根据近期国内外学者对大量预后研究的系统评价发现,RFS 对短期死亡风险和机械通气时间的影响尚不明确,其原因可能在于 RFS 患者病情大多危急,医务人员未能及时发现病情采取有效措施,导致病情迅速恶化^[37-38]。虽然近年来对 RFS 的预后情况关注度逐渐提高,但由于诊断标准的危重症患者自身情况差异,增加了研究中的异质性^[37],导致研究结果产生较大差异。此外,对 RFS 的预后研究大多聚焦在死亡风险、住院时间、机械通气时间这类短期预后指标,较少有研究关注 RFS 对患者生活质量、康复情况的长期预后影响。未来仍需更多研究根据纳入人群特征、RFS 诊断标准等进行明确亚组分析,提供更加可靠的临床证据,指导 RFS 患者的康复治疗。

4 小结与展望

RFS 是严重营养不良患者开始再喂养后,以低磷血症为特征的体液及电解质代谢紊乱,是一种潜在危及生命的临床症候群。RFS 多发生在危重患者中,临床症状易被掩盖,导致不良预后影响,不利于后期康复^[38]。近年来,国内外对 RFS 关注度逐渐上升,但相关研究方向存在局限,主要集中于 RFS 的危险因素、早期预防等方面。同时,由于 RFS 的诊断标准差异和危重症患者自身的复杂病情,现有研究对管理方案的建议存在较大差异,相关研究多以观察性研究为主,证据水平较低^[17],因此尚无系统完善的特异性诊疗方案。未来还需统一 RFS 的诊断标准,明确以危重症患者具体病情为依据的治疗措施。同时,需进一步开展针对 RFS 营养支持的相关研究,明确热量摄入与营养支持途径对 RFS 发病及预后的影响,从而统一治疗管理方案,为医护人员的临床管理提供更加可靠的参考。在 RFS 的预后方面,目前研究主要局限于死亡率、住院时间、机械通气时间等短期指标,较少有研究关注其对后续康复及长期生活质量的影响,同时研究设计及纳入人群也存在较大差异。后续研究设计可以根据纳入人群、临床症状、诊断标准等进行亚组分析,同时针对长期预后影响展开多中心、多层次的高质量研究,以期改善 RFS 患者的预后。

参考文献

- [1] KRUTKYTE G, WENK L, ODERMATT J, et al. Refeeding syndrome: A critical reality in patients with chronic disease[J]. *Nutrients*, 2022,

- 14(14):2859.
- [2] FRIEDLI N, STANGA Z, SOBOTKA L, et al. Revisiting the refeeding syndrome: Results of a systematic review[J]. *Nutrition*, 2017, 35: 151-160.
- [3] MEIRA A P C, SANTOS C O D, LUCHO C L C, et al. Refeeding syndrome in patients receiving parenteral nutrition is not associated to mortality or length of hospital stay: A retrospective observational study[J]. *Nutr Clin Pract*, 2021, 36(3): 673-678.
- [4] XIONG R, HUANG H, WU Y M, et al. Incidence and outcome of refeeding syndrome in neurocritically-ill patients[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(3): 1071-1076.
- [5] OLTHOF L E, KOEKKOEK W A C K, SEETEN C V, et al. Impact of caloric intake in critically ill patients with, and without, refeeding syndrome: A retrospective study[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(5): 1609-1617.
- [6] 龙兴霞. ICU 肠内营养患者再喂养综合征危险因素分析及风险预测模型研究[D]. 湖州: 湖州师范学院, 2021.
- [7] DA SILVA J S V, SERES D S, SABINO K, et al. ASPEN consensus recommendations for refeeding syndrome[J]. *Nutr Clin Pract*, 2020, 35(2): 178-195.
- [8] VIRANI F R, PEERY T, RIVAS O, et al. Incidence and effects of feeding intolerance in trauma patients[J]. *J Parenter Enteral Nutr*, 2019, 43(6): 742-749.
- [9] POURHASSAN M, CUVELIER I, GEHRKE I, et al. Risk factors of refeeding syndrome in malnourished older hospitalized patients[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(4): 1354-1359.
- [10] CIOFFI I, PONZO V, PELLEGRINI M, et al. The incidence of the refeeding syndrome. A systematic review and meta-analyses of literature[J]. *Clin Nutr (Edinburgh, Scotland)*, 2021, 40(6): 3688-3701.
- [11] FRIEDLI N, STANGA Z, CULKIN 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] YOSHIDA M, IZAWA J, WAKATAKE H, et al. Mortality associated with new risk classification of developing refeeding syndrome in critically ill patients: A cohort study[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(3): 1207-1213.
- [15] 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, 68(6): 818-823.
- [16] STATLENDER L, RAPHAELI O, BENDAV-IDI, et al. Correlations between first 72 h-hypophosphatemia, energy deficit, length of ventilation, and mortality: A retrospective cohort study[J]. *Nutrients*, 2022, 14(7): 1332.
- [17] REBER E, FRIEDLI N, VASILOGLOU M F, et al. Management of refeeding syndrome in medical inpatients[J]. *J Clin Med*, 2019, 8(12): 2202.
- [18] PUCKETT L. Renal and electrolyte complications in eating disorders: A comprehensive review[J]. *J Eat Disord*, 2023, 11(1): 26.
- [19] 邱昌翠, 于晓丽, 冯亚婷, 等. ICU 营养支持患者再喂养综合征风险评估及预防干预研究[J]. *护理学报*, 2022, 28(7): 57-62.
- [20] DOIG G S, SIMPSON F, HEIGHES P T, et al. Restricted versus continued standard caloric intake during the management of refeeding syndrome in critically ill adults: A randomised, parallel-group, multicentre, single-blind controlled trial[J]. *Lancet Respir Med*, 2015, 3(12): 943-952.
- [21] LAMBELL K J, TATUCU-BABET O A, CHAPPLE L A, et al. Nutrition therapy in critical illness: A review of the literature for clinicians[J]. *Crit Care*, 2020, 24(1): 35.
- [22] KOERNER T, HAAS V, HEESE J, et al. Outcomes of an accelerated inpatient refeeding protocol in 103 extremely underweight adults with anorexia nervosa at a specialized clinic in prien, germany[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(5): 1535.
- [23] LIU P Q, CHEN L, ZHONG T S, et al. Impact of calorie intake and refeeding syndrome on the length of hospital stay of patients with malnutrition: A systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Nutr*, 2022, 41(9): 2003-2012.
- [24] STAAB R, CAMPAGNA J, MA J, et al. Rapid

refeeding in anorexia nervosa: A dialectic balance[J]. *Int J Ea Disord*, 2022, 55(5): 653-663.

[25] DRAFFIN K, HAMILTON J, GODSIL S, et al. Comparison of a low carbohydrate intake and standard carbohydrate intake on refeeding hypophosphatemia in children and adolescents with anorexia nervosa: A pilot randomised controlled trial[J]. *J Eat Disord*, 2022, 10(1): 50.

[26] BLASER A R, STARKOPF J, ALBAZZANI W, et al. Early enteral nutrition in critically ill patients: ESICM clinical practice guidelines [J]. *Intensive Care Med*, 2017, 43(3): 380-398.

[27] ALSHARIF D J, ALSHARIF F J, ALJURAI-BAN G S, et al. Effect of supplemental parenteral nutrition versus enteral nutrition alone on clinical outcomes in critically ill adult patients: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Nutrients*, 2020, 12(10): 2968.

[28] DOCK-NASCIMENTO D B, RIBEIRO A C, SILVA J M J R, et al. Impact of nutritional management on survival of critically ill malnourished patients with refeeding hypophosphatemia[J]. *Arch Med Res*, 2023, 54(3): 231-238.

[29] NUNES G, BRITO M, SANTOS C A, et al. Refeeding syndrome in the gastroenterology practice: How concerned should we be? [J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2018, 30(11): 1270-1276.

[30] FRIEDLI N, ODERMATT J, REBER E, et al. Refeeding syndrome: Update and clinical advice for prevention, diagnosis and treatment [J]. *Current Opinion Gastroenterol*, 2020, 36(2): 136-140.

[31] 胡燕, 沈碧歆. 再喂养综合征患者营养治疗方式的探讨[J]. *中国现代应用药学*, 2022, 39(9): 1214-1219.

[32] MAIORANA A, VERGINE G, COLETTI V, et al. Acute thiamine deficiency and refeeding syndrome: Similar findings but different pathogenesis[J]. *Nutrition*, 2014, 30(7/8): 948-952.

[33] MATTHEWS K L, CAPRA S M, PALMER M A. Throw caution to the wind: Is refeeding syndrome really a cause of death in acute care? [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2018, 72(1): 93-98.

[34] FRIEDLI N, BAUMANN J, HUMMEL R, et al. Refeeding syndrome is associated with increased mortality in malnourished medical inpatients: Secondary analysis of a randomized trial[J]. *Medicine*, 2020, 99(1): e18506.

[35] WANG L, XIAO C, CHEN L, et al. Impact of hypophosphatemia on outcome of patients in intensive care unit: A retrospective cohort study [J]. *BMC Anesthesio*, 2019, 19(1): 86.

[36] 熊瑞琪. 神经重症患者再喂养综合征的危险因素及预后研究[D]. 广州: 南方医科大学, 2021.

[37] 马慧颖, 绳宇, 朱信雨, 等. 重症病人再喂养综合征与预后关系的 Meta 分析 [J]. *护理研究*, 2022, 36(17): 3023-3031.

[38] BIOLETTO F, PELLEGRINI M, PONZO V, et al. Impact of refeeding syndrome on short- and medium-term all-cause mortality: A systematic review and meta-analysis[J]. *Am J Med*, 2021, 134(8): 1009-1018.

(收稿日期: 2023-06-15 修回日期: 2023-10-19)

(上接第 126 页)

method of accurate bone tunnel placement for anterior cruciate ligament reconstruction based on 3-dimensional printing technology: A cadaveric study[J]. *Arthroscopy*, 2018, 34(2): 546-556.

[35] LIU D, LI Y, LI T, et al. The use of a 3D-printed individualized navigation template to assist in the anatomical reconstruction surgery of the anterior cruciate ligament [J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(24): 1656.

[36] 张丽, 梁求真, 赵赞栋, 等. 机器人辅助关节镜下重建前交叉韧带的疗效[J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(2): 142-148.

[37] YAO S Y, CAO M D, HE X, et al. Biological modulations to facilitate graft healing in anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR), when and where to apply? A systematic review [J]. *J Orthop Translat*, 2021, 30: 51-60.

(收稿日期: 2023-04-26 修回日期: 2023-10-22)