

老年髋部骨折手术患者营养管理研究进展

唐宁¹, 黄晓莉², 宋桂花¹

(1.潍坊市人民医院临床营养科, 山东 潍坊 261041; 2.山东大学齐鲁医院临床营养科, 山东 济南 250012)

摘要:老年髋部骨折手术患者易出现营养不良和肌少症等营养问题,对临床结局产生不良影响。规范的营养筛查、评估、诊断有助于早期发现营养风险或营养不良,及时科学的营养干预有助于改善临床结局。但目前我国尚缺乏针对老年髋部骨折手术患者营养管理的指南或共识。论文旨在探讨近年来国内外相关研究进展,了解营养筛查、评估和诊断工具在老年髋部骨折手术患者营养管理中的应用,以及其围手术期和康复期的营养干预策略,为今后相关研究的开展提供借鉴和参考,并进一步加速在临床实践中的应用。

关键词:老年髋部骨折;营养管理;围手术期;康复期;研究进展

中图分类号:R681.6

文献标志码:A

Research progress of nutrition management in elderly patients with hip fracture surgery

TANG Ning¹, HUANG Xiaoli², SONG Guihua¹

(1. Department of Clinical Nutrition, Weifang People's Hospital, Weifang 261041, Shandong, China;

2. Department of Clinical Nutrition, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, Shandong, China)

Abstract: Elderly patients undergoing hip fracture surgery are prone to nutritional problems such as malnutrition and sarcopenia, which will adversely affect the clinical outcome. Standardized nutrition screening, assessment and diagnosis can help early detection of nutritional risks or malnutrition, and timely scientific nutrition intervention can help improve clinical outcomes. However, there is a lack of guidelines or consensus on nutritional management for elderly patients undergoing hip fracture surgery. This paper aims to probe the relevant research progress at home and abroad in recent years, understand the application of nutritional screening, nutritional assessment and nutritional diagnostic tools in elderly patients undergoing hip fracture surgery, as well as its nutritional intervention strategies in the perioperative and rehabilitation periods, provide reference for future relevant studies, and further accelerate the application in clinical practice.

Key words: Elderly hip fracture; Nutrition management; Perioperative period; Rehabilitation; Research progress

随着全球老龄化的加剧,老年人髋部骨折的发病率逐步增加。有研究显示,根据人口趋势和髋部骨折风险的长期变化等数据预测,到2050年全球髋部骨折患者预计将达到730万,最高可至2130万,其中约45%发生在亚洲^[1-2]。髋部骨折严重影响老年患者的身心健康,骨折后1年死亡率约为8%~36%^[3]。大约40%的患者不能恢复至骨折前的功能状态^[4],再加上老年人通常合并多种基础疾病,由

此引起的并发症也可使其病情恶化。手术干预通常是老年髋部骨折患者首选的治疗措施,可帮助患者恢复日常生活能力、提高生活质量、预防压疮等相关并发症的发生^[5]。然而由于饮食结构不合理、热量及蛋白质摄入不足、运动量减少等原因,老年髋部骨折患者往往存在营养不良和肌少症等营养问题,导致术后不良结局的发生风险增加。目前我国尚缺乏针对老年髋部骨折手术患者围手术期和康复期营养

管理的指南或共识,本文拟通过对近年来国内外相关研究进展进行探讨,旨在为老年髋部骨折手术患者营养管理提供参考。

1 营养不良与肌少症

1.1 营养不良

老年髋部骨折手术患者由于创伤和手术应激更容易发生营养不良。有研究表明,约 18.7%~45.7% 的老年髋部骨折患者在入院时已存在营养不良^[6]。而一项前瞻性队列研究通过使用不同工具对老年髋部骨折手术患者进行营养评估,营养不良发生率高达 45%~85%^[7]。大量观察性研究均报道了营养不良与髋部骨折患者的临床结局显著相关。Zhou 等^[3]通过回顾性分析 597 例老年髋部骨折住院患者,发现老年营养风险指数(geriatric nutritional risk index, GNRI)和全身免疫炎症指数(the systemic immune-inflammatory index, SII)联合评分较高的患者术后并发症的发生率明显高于评分较低的患者,并且较高的 SII-GNRI 评分可作为 1 年全因死亡率的独立预测因子。一项涉及 369 例老年髋部骨折患者的前瞻性队列研究发现,术前预后营养指数(prognostic nutritional index, PNI)可作为术后精神错乱(postoperative delirium, POD)的预测因素,低 PNI、低血清白蛋白患者更容易被诊断为 POD^[8]。Inoue 等^[9]报道体质量指数(body mass index, BMI)是 1 年和 3 年死亡率的独立危险因素,营养充足可降低死亡率。Nishioka 等^[10]进行回顾性观察队列研究发现,营养不良的老年髋部骨折患者的日常生活活动(activities of daily living, ADL)能力显著下降,而营养状况恢复后将伴随着 ADL 能力的恢复。总体而言,大多数研究发现髋部骨折患者的营养状况与临床结局之间存在关联。

1.2 肌少症

老年人较易发生饮食摄入量不足,导致热量、蛋白质、微量元素等营养素缺乏,髋部骨折患者术后疼痛、恶心等症状引起饮食摄入量进一步减少,营养无法满足愈合需要,机体只能被动分解骨骼肌,从而导致患者的肌肉量减少^[11]。另外,由于髋部骨折后长期卧床限制、活动能力降低,患者会出现肌肉量进一步减少,肌肉功能下降,肌少症患病率增高。诊断标准虽有所不同,但有研究显示,肌少症的总体患病率为 11%~76.4%^[9]。一项前瞻性队列研究调查了髋部骨折患者身体成分的变化,结果显示,在骨折 1 年后老年人全身瘦体质量平均损失 5%~6%,而大多

数损失发生在骨折后 2~4 个月^[11]。骨骼肌减少会增加髋部骨折患者再次跌倒和骨折的风险,对住院时间、骨折后的康复以及生活质量产生影响^[12],是术后临床结局的一个重要独立预测因素^[9]。肌少症对老年髋部骨折患者具有重要的临床意义,但在临床上却常常被忽视。

2 营养筛查和评定

对因髋关节脆性骨折入院患者进行营养筛查和评定,有助于早期发现营养风险或营养不良,从而早期制定营养干预策略。微型营养评估简表(the mini nutritional assessment-short form, MNA-SF)是评估髋部骨折患者营养状况最常用的工具^[9-10,13]。此外,由于髋部骨折患者入院时难以准确测量体质量,微型营养评价量表(mini nutritional assessment-short form, MNA-SF)评估可以使用小腿围而不是 BMI^[14]。一项纵向研究比较了 MNA-SF、营养风险筛查 2002 评分(nutritional risk score 2002, NRS 2002)、GNRI 和营养不良普遍筛查工具(malnutrition universal screening tool, MUST)等营养筛查工具与急性期髋部骨折患者功能预后的相关性,结果发现,MNA-SF 是与老年髋关节骨折患者术后急性期功能结果相关的最佳营养筛查工具^[14]。一项前瞻性研究对 300 例老年髋部骨折患者进行营养筛查评估,结果发现 MNA-SF 能更好地预测老年髋部骨折患者的死亡率^[7]。

2018 年发表的全球(营养)领导人发起的营养不良诊断标准共识(global leadership initiative on malnutrition, GLIM)明确要求筛查工具需经过前瞻性临床验证,我国符合要求的工具是 NRS 2002^[15]。研究表明,NRS 2002 与并发症发生率、住院时间、病死率、成本/效果等结局指标有关^[15]。国内外多个营养相关指南或共识均推荐将 NRS 2002 作为住院患者的首选筛查工具,因此,NRS 2002 同样适用于老年髋部骨折手术患者。2023 年《老年髋部骨折患者围术期营养护理管理专家共识》推荐使用 NRS 2002 或 MNA-SF 进行筛查^[16]。

此外,多项研究探讨了其他营养评估工具或指标的有效性,包括 GNRI^[17-18]、MUST^[19]、BMI^[20]、血清白蛋白^[21]、维生素 D^[18,21]、控制营养状况评分^[22]、PNI^[23]等。

全面的营养评定除了营养综合评估量表外,还应包括病史、膳食调查、体格测量、实验室检查、人体成分分析、体能测试等多个方面^[24],在临床实际操作过程中可根据患者情况进行选择。

营养诊断主要是指营养不良的诊断,目前国内均推荐采用 GLIM 标准,但其在老年髌部骨折手术患者中的应用情况仍需进一步验证。已有研究显示, GLIM 标准可用于预测老年急性髌部骨折住院患者出院时的步态能力^[25]。一项回顾性研究提出,与 NRS 2002 和 MNA-SF 相比, GLIM 适合预测老年髌部骨折患者术后 1 年髌关节运动功能恢复情况^[26]。然而, Sánchez-Torralvo 等^[7]提出,在预测老年髌部骨折患者的死亡率方面, GLIM 标准不如 MNA-SF。

3 营养干预

多项研究证实,在围手术期和康复期对老年髌部骨折手术患者进行营养干预有助于改善临床结局^[12,22,27]。但有研究显示,仅 21% 营养不良风险患者接受营养治疗^[28]。目前尚缺乏基于证据的系统营养干预方案,本文围绕老年髌部骨折手术患者围手术期和康复期营养干预总结了若干建议。

3.1 营养干预方式

老年髌部骨折患者住院期间的营养干预可通过多种方式进行,如营养教育、口服营养补充(oral nutritional supplement, ONS)、鼻胃管(nasogastric tube, NGT)喂养或静脉注射补充剂。通过 NGT 提供的营养支持是最具侵入性的方法之一,其对髌部骨折患者的预后尚未显示良好效果^[12]。针对老年髌部骨折手术患者营养干预的研究大多采用 ONS 的方式。

Liu 等^[29]进行的一项 Meta 分析显示,接受 ONS 治疗的患者并发症减少,总蛋白水平有所增加。2023 年 Chen 等^[30]一项 Meta 分析研究也表明,ONS 可以将感染、压疮等并发症的发生风险降低一半,改善血清白蛋白水平和减少住院时间。一项针对 2008~2018 年手术后营养不良的髌关节骨折患者进行的回顾性队列研究发现,早期营养补充与住院时间显著缩短相关,并不增加成本^[28]。Delmi 等^[12]进行的随机对照试验研究探讨了 ONS 对急性住院阶段和康复期老年髌部骨折患者的影响,干预组每天摄入营养补充剂 1 次(1 062.736 J 热量,20 g 蛋白质),平均干预 32 d,结果发现,ONS 补充组的临床不良结局较少,住院时间缩短,骨折后 6 个月的死亡率较低。Myint 等^[12]进行的一项随机对照试验研究显示,患者在康复病房住院期间,每天额外摄入 500 kcal 的营养补充剂(含蛋白质 18~24 g),最多持续 4 周,可使住院时间缩短 3.8 d。在 Tidermark

等^[31]研究中,干预组口服含 20 g 蛋白质的营养补充剂,持续 6 个月,对照组和干预组的瘦体质量均下降,但干预组的日常生活活动保持在较高水平。

综上所述,ONS 在减少并发症、缩短住院时间、改善临床结局等方面发挥重要作用,是老年髌部骨折手术患者首选的营养干预手段,并且应成为围手术期和康复期营养管理的重要组成部分;一方面其具有较高的依从性^[30],另一方面其在改善患者营养状态的同时还相对经济实惠^[29]。

3.2 围手术期及康复期营养

3.2.1 术前营养

术前营养可确保患者有足够的能量储存,以满足手术等应激需求。目前研究通常建议患者手术前一晚进行碳水化合物负荷^[32-33]。也有研究认为手术前 7~10 d 开始给予碳水化合物可能更好^[34]。以运动营养为模型,骨科手术患者术前至少 3~4 d,每天摄入碳水化合物占总能量的 60% 或 8 g/kg,最大限度增加糖原储备,并且建议选择全谷物、蔬菜和水果等复杂碳水化合物,在保证能量的同时确保维生素、矿物质和膳食纤维的充分摄入,可能对减少炎症和肌肉恢复有影响^[35]。此外,有研究显示,术前 2 h 摄入 50 g 葡萄糖已被证实可减轻术后胰岛素抵抗^[36],并对瘦体质量和肌肉功能维持具有积极影响^[35]。

虽然分解代谢状态下的手术患者摄入碳水化合物有益,但作用有限,仍需要蛋白质的补充。有研究建议患者术前每天摄入 1.2~2.0 g/kg 蛋白质(每餐 20~40 g)^[37-39]。与植物产品相比,动物产品(鸡肉、牛肉、鱼、鸡蛋和牛奶等)更易消化,含有更多必需氨基酸(essential amino acids, EAAs),具有更高的生物利用率,能刺激更大的合成代谢反应,被认为是优质蛋白^[40]。

ONS 膳食补充剂以浓缩的形式提供营养,较易消化吸收,且营养密度高,营养传递形式更加有效,是患者术前的理想选择。最常见的蛋白质补充剂包括分离乳清蛋白、浓缩乳清蛋白、酪蛋白、大豆蛋白和其他植物混合物。分离乳清蛋白是高质量蛋白质来源之一,其 50% 以上的氨基酸来自 EAAs,通常 25 g 中含有 2.7 g 亮氨酸^[41]。与浓缩乳清蛋白相比,分离乳清蛋白的蛋白质浓度更高,乳糖含量少,使乳糖不耐受症患者更易耐受。与乳清蛋白类似,酪蛋白以牛奶为基础,含有较高比例的 EAAs (48%),但由于消化慢,导致血液中出现 EAAs 的速度较慢^[35]。大豆蛋白中 EAAs 含量为 38%,也被认为是优质蛋白,但其利用效率低于乳清蛋白^[41-42]。

除强调碳水化合物负荷、蛋白质补充外,有研究

建议术前 2 h 应同时摄入游离氨基酸,以促进蛋白质的正平衡。与乳清蛋白或全食物来源的蛋白质相比,含有 9 种 EAAs 的补充剂更能刺激合成代谢反应^[43]。但目前尚缺乏术前 EAAs 具体补充剂量、频次的相关研究。

3.2.2 术后营养

术后营养可促进氮的平衡,减少瘦体质量的损失,促进快速愈合和恢复。术后营养是术前营养的反向营养^[35]。欧洲肠外和肠内营养学会(European Society for Parenteral and Enteral Nutrition, ESPEN)指南建议所有老年患者在骨科手术后应早期进行 ONS^[29]。有研究表明,术后补充 EAAs 可以促进合成代谢,保留和增加瘦肌肉量,改善身体功能,减少炎症,并预防术后并发症^[11]。 β -羟基 β -甲基丁酸盐(β -hydroxy- β -methylbutyrate, HMB)是一种亮氨酸代谢物,可最大限度地减少制动后肌肉质量和力量的损失^[4]。Hendrickson 等^[44]研究显示,200 例急性骨折患者随机接受标准饮食和 EAAs 补充,EAAs 补充组每次补充 7 g 精氨酸、7 g 谷氨酰胺和 1.5 g HMB,2 次/d,可显著降低术后并发症的发生率以及死亡率。Ekinci 等^[45]研究显示,干预组每天补充 1 000 IU 维生素 D、3 g CaHMB 和 36 g 蛋白质,可缩短伤口愈合时间,增加患者的活动能力,并减少术后 30 d 内的并发症。因此,富含 HMB 的 ONS 可作为老年髌部骨折患者术后肌少症的有效干预措施。

3.2.3 康复期营养

老年髌部骨折患者术后进行康复训练的同时,也应关注营养状况。针对两个荷兰疗养院进行的一项横断面研究发现,40 例老年髌部骨折患者每天平均能量、蛋白质、膳食纤维和多不饱和脂肪酸的摄入量显著低于建议值^[46]。ESPEN 指南建议,营养不良的髌部骨折患者出院后至少 1 个月内应继续接受 ONS 治疗(热量 $\geq 1\ 673.6$ J,蛋白质 ≥ 30 g/d)^[24]。

康复期蛋白质摄入的数量、时间和类型对老年髌部骨折手术患者肌肉质量和力量的恢复至关重要。有研究显示,较高的蛋白质摄入可降低术后并发症的发生风险^[10]。在康复期间,一般建议蛋白质摄入量至少为 1.6 g/(kg·d),甚至可达 2~3 g/(kg·d)^[35]。为实现最大的合成代谢,蛋白质应根据膳食频率均匀分配,通常摄入量 20~40 g/次。在康复训练前 3~4 h,患者应加餐,含有复杂碳水化合物 50~100 g 和优质蛋白质 30~40 g。训练前 15~45 min,应饮用一种含碳水化合物和蛋白质的膳食补充剂,训练后需饮用蛋白质补充剂。为诱导夜间肌肉充分合成,建议睡前 30 min 至少摄入 40 g 蛋白质^[10]。蛋白质

补充类型首选乳清蛋白,研究显示,补充乳清蛋白可缩短髌部骨折手术患者的康复时间,提高血清白蛋白浓度,降低炎症指标^[47]。

4 总结与展望

老年髌部骨折患者较易合并营养不良、肌少症等营养问题,若不及时干预,会导致不良临床结局。但由于现有文献中应用的营养干预方案不尽一致,其对老年髌部骨折手术患者的有效性及可行性尚无明确结论,难以广泛实践应用。此外,与营养干预益处有关的基础科学证据相对缺乏,不同干预模式的成本效益研究亟待开展,以及在临床试验过程中患者依从性的差异,进一步成为在髌部骨折等骨科创伤中进行营养干预的障碍。本综述从老年髌部骨折手术患者的营养筛查、评估、诊断、干预等方面入手,总结了近年来营养管理的相关研究证据,尤其是围手术期和康复期的营养干预策略,为今后的研究建立更完整和统一的知识库,从而加速在临床实践中的应用。

参考文献:

- [1] Fischer H, Maleitzke T, Eder C, et al. Management of proximal femur fractures in the elderly: current concepts and treatment options[J]. *Eur J Med Res*, 2021, 26(1): 86.
- [2] Gullberg B, Johnell O, Kanis JA. World-wide projections for hip fracture[J]. *Osteoporos Int*, 1997, 7(5): 407-413.
- [3] Zhou L, Huang C, Zhu XJ, et al. Combined Systemic Immune-inflammatory Index (SII) and Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI) predict survival in elderly patients with hip fractures: a retrospective study [J]. *J Orthop Surg Res*, 2024, 19(1): 125.
- [4] Malafarina V, Uriz-Otano F, Malafarina C, et al. Effectiveness of nutritional supplementation on sarcopenia and recovery in hip fracture patients. A multi-centre randomized trial[J]. *Maturitas*, 2017, 101: 42-50. doi:10.1016/j.maturitas.2017.04.010.
- [5] Yin MC, Yan YJ, Fan ZX, et al. The efficacy of Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) for elderly patients with intertrochanteric fractures who received surgery: study protocol for a randomized, blinded, controlled trial [J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15(1): 91.
- [6] Liu N, Lv L, Jiao J, et al. Association between nutritional indices and mortality after hip fracture: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2023, 27(6): 2297-2304.

- [7] Sánchez-Torralvo FJ, Pérez-Del-Río V, García-Olivares M, et al. Global subjective assessment and mini nutritional assessment short form better predict mortality than GLIM malnutrition criteria in elderly patients with hip fracture[J]. *Nutrients*, 2023, 15(8): 1828.
- [8] Mi XN, Jia YY, Song YN, et al. Preoperative prognostic nutritional index value as a predictive factor for postoperative delirium in older adult patients with hip fractures: a secondary analysis[J]. *BMC Geriatr*, 2024, 24(1): 21.
- [9] Inoue T, Maeda K, Nagano A, et al. Undernutrition, sarcopenia, and frailty in fragility hip fracture: advanced strategies for improving clinical outcomes[J]. *Nutrients*, 2020, 12(12): E3743.
- [10] Nishioka S, Wakabayashi H, Momosaki R. Nutritional status changes and activities of daily living after hip fracture in convalescent rehabilitation units: a retrospective observational cohort study from the Japan rehabilitation nutrition database [J]. *J Acad Nutr Diet*, 2018, 118(7): 1270-1276.
- [11] Reider L, Owen EC, Dreyer HC, et al. Loss of muscle mass and strength after hip fracture: an intervention target for nutrition supplementation [J]. *Curr Osteoporos Rep*, 2023, 21(6): 710-718.
- [12] Kramer IF, Blokhuis TJ, Verdijk LB, et al. Perioperative nutritional supplementation and skeletal muscle mass in older hip-fracture patients [J]. *Nutr Rev*, 2019, 77(4): 254-266.
- [13] Helminen H, Luukkaala T, Saarnio J, et al. Comparison of the Mini-Nutritional Assessment short and long form and serum albumin as prognostic indicators of hip fracture outcomes[J]. *Injury*, 2017, 48(4): 903-908.
- [14] Inoue T, Misu S, Tanaka T, et al. Acute phase nutritional screening tool associated with functional outcomes of hip fracture patients: a longitudinal study to compare MNA-SF, MUST, NRS-2002 and GNRI [J]. *Clin Nutr*, 2019, 38(1): 220-226.
- [15] 张献娜, 蒋朱明, 康维明, 等. 营养风险筛查和全球(营养)领导人发起的营养不良诊断(GLIM)第二、三步流程(共识2020) [J]. *中华临床营养杂志*, 2020, 28(4): 193-200.
- [16] 邓春花, 陈小华, 尹芝华, 等. 老年髋部骨折患者围术期营养护理管理专家共识(2023版) [J]. *中华创伤杂志*, 2023, 39(5): 394-403.
- DENG Chunhua, CHEN Xiaohua, YIN Zhihua, et al. Expert consensus on perioperative nursing management of nutrition for elderly patients with hip fractures (version 2023) [J]. *Chinese Journal of Trauma*, 2023, 39(5): 394-403.
- [17] Kotera A. Geriatric Nutritional Risk Index and Controlling Nutritional Status Score can predict postoperative 180-day mortality in hip fracture surgeries [J]. *JA Clin Rep*, 2019, 5(1): 62.
- [18] Hao L, Carson JL, Schlüssel Y, et al. Vitamin D deficiency is associated with reduced mobility after hip fracture surgery: a prospective study [J]. *Am J Clin Nutr*, 2020, 112(3): 613-618.
- [19] Han TS, Yeong K, Lisk R, et al. Prevalence and consequences of malnutrition and malnourishment in older individuals admitted to hospital with a hip fracture [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2021, 75(4): 645-652.
- [20] Vosoughi AR, Emami MJ, Pourabbas B, et al. Factors increasing mortality of the elderly following hip fracture surgery: role of body mass index, age, and smoking [J]. *Musculoskelet Surg*, 2017, 101(1): 25-29.
- [21] Stone AV, Jinnah A, Wells BJ, et al. Nutritional markers may identify patients with greater risk of re-admission after geriatric hip fractures [J]. *Int Orthop*, 2018, 42(2): 231-238.
- [22] Cheng XQ, Chen W, Yan JC, et al. Association of preoperative nutritional status evaluated by the controlling nutritional status score with walking independence at 180 days postoperatively: a prospective cohort study in Chinese older patients with hip fracture [J]. *Int J Surg*, 2023, 109(9): 2660-2671.
- [23] Wang YL, Jiang Y, Luo Y, et al. Prognostic nutritional index with postoperative complications and 2-year mortality in hip fracture patients: an observational cohort study [J]. *Int J Surg*, 2023, 109(11): 3395-3406.
- [24] 中华医学会肠外肠内营养学分会. 中国成人患者肠外肠内营养临床应用指南(2023版) [J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(13): 946-974.
- [25] Kobayashi H, Inoue T, Ogawa M, et al. Malnutrition diagnosed by the Global Leadership Initiative on Malnutrition criteria as a predictor of gait ability in patients with hip fracture [J]. *Injury*, 2022, 53(10): 3394-3400.
- [26] Wu W, Guo Z, Gu Z, et al. GLIM criteria represent a more suitable tool to evaluate the nutritional status and predict postoperative motor functional recovery of older patients with hip fracture: a retrospective study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024, 103(6): e37128.
- [27] Morrison CA, Morrison MM. For you were hungry and I gave you food: the prevalence and treatment of malnutrition in patients with acute hip fracture [J]. *Nutr Clin Pract*, 2022, 37(1): 59-67.
- [28] Williams DGA, Ohnuma T, Haines KL, et al. Association between early postoperative nutritional supplement utilisation and length of stay in malnourished hip fracture patients [J]. *Br J Anaesth*, 2021, 126(3): 730-737.
- [29] Liu M, Yang J, Yu X, et al. The role of perioperative oral nutritional supplementation in elderly patients after

- hip surgery[J]. *Clin Interv Aging*, 2015, 10: 849-858. doi: 10.2147/CIA.S74951. eCollection 2015.
- [30] Chen B, Zhang JH, Duckworth AD, et al. Effect of oral nutritional supplementation on outcomes in older adults with hip fractures and factors influencing compliance[J]. *Bone Joint J*, 2023, 105-B(11): 1149-1158.
- [31] Tidermark J, Ponzer S, Carlsson P, et al. Effects of protein-rich supplementation and nandrolone in lean elderly women with femoral neck fractures [J]. *Clin Nutr*, 2004, 23: 587-596. doi: 10.1016/j.clnu.2003.10.006.
- [32] Weimann A, Braga M, Carli F, et al. ESPEN guideline: clinical nutrition in surgery [J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(7): 4745-4761.
- [33] Ackerman RS, Tufts CW, DePinto DG, et al. How sweet is this? A review and evaluation of preoperative carbohydrate loading in the enhanced recovery after surgery model[J]. *Nutr Clin Pract*, 2020, 35(2): 246-253.
- [34] Weimann A, Braga M, Carli F, et al. ESPEN guideline: clinical nutrition in surgery [J]. *Clin Nutr*, 2017, 36(3): 623-650.
- [35] Hirsch KR, Wolfe RR, Ferrando AA. Pre- and post-surgical nutrition for preservation of muscle mass, strength, and functionality following orthopedic surgery [J]. *Nutrients*, 2021, 13(5): 1675.
- [36] Nygren J. The metabolic effects of fasting and surgery [J]. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*, 2006, 20(3): 429-438.
- [37] Wischmeyer PE, Carli F, Evans DC, et al. American society for enhanced recovery and perioperative quality initiative joint consensus statement on nutrition screening and therapy within a surgical enhanced recovery pathway [J]. *Anesth Analg*, 2018, 126(6): 1883-1895.
- [38] Gillis C, Wischmeyer PE. Pre-operative nutrition and the elective surgical patient: why, how and what? [J]. *Anaesthesia*, 2019, 74(Suppl 1): 27-35.
- [39] Smith-Ryan AE, Hirsch KR, Saylor HE, et al. Nutritional considerations and strategies to facilitate injury recovery and rehabilitation[J]. *J Athl Train*, 2020, 55(9): 918-930.
- [40] Park S, Church DD, Schutzler SE, et al. Metabolic evaluation of the dietary guidelines' ounce equivalents of protein food sources in young adults; a randomized controlled trial [J]. *J Nutr*, 2021, 151(5): 1190-1196.
- [41] Gorissen SHM, Crombag JJR, Senden JMG, et al. Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates[J]. *Amino Acids*, 2018, 50(12): 1685-1695.
- [42] van Vliet S, Burd NA, van Loon LJ. The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption [J]. *J Nutr*, 2015, 145: 1981-1991. doi: 10.3945/jn.114.204305.
- [43] Paddon-Jones D, Sheffield-Moore M, Aarsland A, et al. Exogenous amino acids stimulate human muscle anabolism without interfering with the response to mixed meal ingestion[J]. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2005, 288(4): E761-E767.
- [44] Hendrickson NR, Davison J, Glass NA, et al. Conditionally essential amino acid supplementation reduces postoperative complications and muscle wasting after fracture fixation: a randomized controlled trial [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2022, 104(9): 759-766.
- [45] Ekinçi O, Yanık S, Terzioğlu Bebitoğlu B, et al. Effect of calcium β -hydroxy- β -methylbutyrate (CaHMB), vitamin D, and protein supplementation on postoperative immobilization in malnourished older adult patients with hip fracture: a randomized controlled study [J]. *Nutr Clin Pract*, 2016, 31(6): 829-835.
- [46] Groenendijk I, Kramer CS, den Boeft LM, et al. Hip fracture patients in geriatric rehabilitation show poor nutritional status, dietary intake and muscle health [J]. *Nutrients*, 2020, 12(9): 2528.
- [47] Reidy PT, Rasmussen BB. Role of ingested amino acids and protein in the promotion of resistance exercise-induced muscle protein anabolism[J]. *J Nutr*, 2016, 146(2): 155-183.

(编辑:徐苗蓁)