

衰弱与肌少症评估在胃肠道肿瘤术后 结局预测中的应用与展望

王宝炫^{1,2}, 焦杰², 张厚君², 刘奇², 于冠英²

(1. 山东第一医科大学(山东省医学科学院)研究生部, 山东 济南 250117;

2. 山东第一医科大学附属中心医院胃肠外科, 山东 济南 250013)

摘要:衰弱和肌少症是胃肠道肿瘤患者术前常见的并存状态,通过炎症通路和代谢异常机制相互作用,显著增加术后并发症和死亡风险。然而,目前针对衰弱与肌少症的评估工具多独立开展,尚缺乏联合评估的统一体系。本研究系统梳理了衰弱与肌少症的诊断方法及其在胃肠道肿瘤患者术后结局预测中的应用,并强调早期识别与干预的重要性,但区域性限制和评估工具差异性仍需未来多中心研究进一步验证。结合人工智能的精准预测模型将为优化干预方案和改善患者预后提供新方向,为围手术期管理和临床决策带来新的思路。

关键词:衰弱;肌少症;胃肠道肿瘤;围手术期管理;人工智能预测模型;临床营养

中图分类号:R735.2;R735.3;R459.3

文献标志码:A

Application and perspectives of frailty and sarcopenia assessment in predicting postoperative outcomes of gastrointestinal tumours

WANG Baoxuan^{1,2}, JIAO Jie², ZHANG Houjun², LIU Qi², YU Guanying^{1,2}

(1. Graduate Department, Shandong First Medical University (Shandong Academy of Medical Sciences),

Jinan 250117, Shandong, China; 2. Second Department of Gastrointestinal and External Surgery, Central Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan 250013, Shandong, China)

Abstract: Frailty and sarcopenia are common comorbidities in patients with gastrointestinal tumours before surgery. Through mechanisms involving inflammatory pathways and metabolic abnormalities, these conditions significantly increase the risk of postoperative complications and mortality. However, current assessment tools for frailty and sarcopenia are often used independently, and a unified system for combined assessment is still lacking. This study systematically reviews the diagnostic methods for frailty and sarcopenia and their application in predicting postoperative outcomes in patients with gastrointestinal tumours, highlighting the importance of early detection and intervention. Despite its innovative nature, this study is limited by regional limitations and variability in assessment tools, which require further validation through future multicentre studies. The integration of precision prediction models based on artificial intelligence offers a new direction for optimising intervention strategies and improving patient outcomes, so as to provide novel insights for perioperative management and clinical decision-making.

Key words: Frailty; Sarcopenia; Gastrointestinal tumours; Perioperative management; AI forecasting model; Clinical nutrition

胃肠道肿瘤主要包括胃癌和结直肠癌,尤其在老年人群中更为普遍^[1]。虽然手术切除仍是胃肠道肿瘤患者治疗的主要手段,但这类患者在术前往往往伴随复杂的身体状况,包括衰弱和肌少症,这显著增加了术后并发症、住院时间和死亡率的风险。研究表明,肿瘤与机体衰弱密切相关,且其发生率随着年龄增长而增高^[2]。围手术期对老年患者进行衰弱管理已被证明可改善不良健康结局^[3],肌少症则是一种以骨骼肌质量和功能逐渐下降为特征的疾病^[4]。更为重要的是,衰弱和肌少症往往呈现相互作用,通过共同的炎症通路及代谢异常机制形成恶性循环,从而进一步加剧术后不良结局的发生风险。尽管目前已有针对衰弱和肌少症的诊断标准,但尚缺乏专门针对胃肠道肿瘤患者的统一评估体系。衰弱和肌少症评估的研究大多独立开展,且已有文献表明^[5],基于衰弱和肌少症的术前评估能够有效预测老年患者的术后结局,二者联合评估及其对术后结局的综合预测价值尚未被充分探索。

本文以胃肠道肿瘤患者为核心,探讨衰弱和肌少症在术前评估中的联合应用价值,进一步分析二者的内在关联及其对术后不良结局的预测作用。同时,我们尝试结合术前评估指标,构建胃肠道肿瘤患者的个性化评估流程和预测模型,为围手术期管理和预康复策略的优化提供科学依据。这将有助于改善患者预后,减少术后并发症及医疗资源消耗,为临床实践提供重要参考。

1 衰弱与肌少症的评估进展

1.1 衰弱的评估与发展

“衰弱”概念最早由 Linda Fried 教授及其团队于 2001 年提出^[6],随后被全球学者广泛引用和推广。截至 2024 年 8 月,在 PubMed 以“Frailty”检索,共有约 30 000 篇相关研究和文献,且自 2022 年起,年发文量呈上升趋势。在国内,衰弱的定义和研究也逐渐取得进展。在中国知网(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)以“衰弱”为主题检索,共有相关文献 10 000 余篇,其中临床医学领域的研究约 2 000 篇。国际老年学与老年医学协会(International Association of Gerontology and Geriatrics, IAGG)将衰弱定义为“一种力量减弱和生理功能异常的状态,增加了个体的依赖性、脆弱性及对死

亡的易感性”^[7]。

衰弱的发生率随着年龄增长显著增加,因此被视为一种普遍存在于老年人群中的可逆老年综合征,并最早应用于老年医学领域。多项前瞻性队列研究表明,衰弱是老年人不良结局的重要风险标志^[8]。目前,衰弱评估已广泛应用于多个专业领域,用于预测患者的临床结局^[9],如肿瘤科、心血管内科和骨科等。尤其是在临床肿瘤学领域,衰弱与肿瘤具有双向影响关系。研究显示,衰弱的老年人患某些类型肿瘤的风险更高,而被诊断为癌症的患者通常衰弱程度更严重^[10]。此外,文献指出手术人群中衰弱的患病率显著高于一般人群,尤其在癌症手术患者中,患病率接近 50%^[11]。衰弱患者术后并发症的发生率超过 50%^[12],住院时间和医疗费用显著增加,各类研究均显示增长幅度在 15%~60%之间^[13-15]。

目前,表型模型和累积赤字模型是两个主要的衰弱概念化框架^[16]。我国大多以量表形式对患者进行评估,量表的构建基本基于上述两种模型,通过患者所符合的变量进行评分,并根据诊断截断值评估。临床常用的评估量表有 Fried 表型衰弱量表(fried frailty phenotype, FFP)、FRAIL 量表(fatigue, resistance, ambulation, illnesses & loss of weight, FRAIL)、改良虚弱指数(modified frailty index, MFI)、简易体能测试量表(short physical performance battery, SPPB)、埃德蒙顿衰弱量表(edmonton frail scale, EFS)、CFS 量表(clinical frailty scale, CFS)、蒂尔堡虚弱指标(tilburg frailty indicator, TFI),各衰弱量表因评估方法的差异而展示着不同的优缺点(表 1)^[17-19]。尽管已有多项研究对衰弱评估方法进行比较,但尚未达成对最优评估方法的一致意见。2022 年,Shaw 等^[20]发表的一项系统综述和荟萃分析,纳入了 71 项研究,旨在确定癌症手术后衰弱与不良结局之间的关系。研究涉及 23 种衰弱评估工具,其中以 11-mFI 最为常用。进一步研究表明,11-mFI 中的 5 项变量也可准确评估术后结果^[21],简化术前衰弱评估流程,这也是该量表在临床中广泛应用的优势。

国内胃肠道肿瘤领域关于衰弱的研究尚处于初期阶段,目前尚无统一的诊断标准或共识。未来应制定适合我国围术期肿瘤患者的衰弱评估量表,以推广其在临床的应用,从而有效预防术后并发症并改善患者的预后。

表1 衰弱评估量表对比表
Table 1 Comparison of the debilitation assessment scale

评估量表	评估指标	诊断标准	优点	缺点	适用人群
FFP	1. 体质量下降 ≥ 4.5 kg 或减少 $\geq 5\%$; 2. 无力(握力测试结合性别和BMI判断); 3. 疲乏(过去1月经常疲倦); 4. 步速缓慢(4 m 行走时间低于20%分位数); 5. 躯体活动低(需帮助行走)	衰弱:3~5分; 衰弱前期:1~2分; 无衰弱:0分	应用广泛,是经典评估工具	不适合痴呆或精神障碍患者;评估耗时耗力	医院及其他医疗机构老年人衰弱风险筛查
FRAIL	1. 疲乏; 2. 低抵抗力; 3. 低移动能力; 4. 不明原因体质量下降; 5. 多种慢性疾病(≥ 5 种)	衰弱:3~5分; 衰弱前期:1~2分; 无衰弱:0分	简单易行,不需工具	主观偏倚,认知障碍患者不适用	适合老年人衰弱的临床或社区筛查
MFI	11项;如功能依赖、糖尿病、高血压、心血管病、脑血管病等综合病史	衰弱:FI >0.25 ; 衰弱前期:0.09~0.25;无衰弱:FI ≤ 0.08	灵敏度高,与表型评估效果一致	需综合评估患者既往病史,应用较复杂	美国外科质量改进计划风险分级,适用于外科手术患者
SPPB	1. 站立10 s; 2. 3 m 或 4 m 步行时间; 3. 椅子站起5次时间。	无衰弱:10~12分; 衰弱前期:7~9分; 衰弱:0~6分	操作简单,可在小空间完成,广泛应用于临床	缺乏心理、社会因素的评估	识别成人衰弱的客观工具,适用于临床和实验室
EFS	综合认知、健康、自理、社会支持、药物使用、营养等10项内容	无衰弱: ≤ 5 分; 衰弱前期:6~7分; 衰弱:8~18分	综合性较强,适用于门诊及住院患者	条目多,评分复杂,对评估者要求较高	适用于门诊及住院患者的全面衰弱评估
CFS	1分:非常健康;9分:终末期;定义衰弱前期(4~5分)及衰弱(≥ 6 分)	健康:1~3分; 衰弱前期:4~5分; 衰弱: ≥ 6 分	分类清晰,简单易行	缺乏具体功能指标,主观评估成分较多	广泛适用于社区、门诊及住院患者的筛查
TFI	身体因素(健康、体重、疲劳等);心理因素(记忆、情绪等);社会因素(孤立、支持等)	评分 ≥ 5 表示虚弱	全面覆盖身体、心理、社会三大维度	对社区老年人调研较繁琐	适用于社区居住老年人的全面健康评估

1.2 肌少症的评估与发展

肌肉减少症简称肌少症(Sarcopenia)最早由Rosenberg于1989年提出^[22]。2010年,欧洲老年人肌少症工作组(european working group on sarcopenia, EWGSOP)将肌少症定义为“以骨骼肌质量和力量进行性、全身性丧失为特征的综合征,并伴随身体残疾、生活质量下降及死亡风险等不良后果”^[23]。自2016年起,WHO正式在《国际疾病分类》(International Classification of Diseases, ICD)中将其认定为一种疾病^[24]。中国抗癌协会肿瘤营养与支持治疗专业委员会将肌少症分为生理性和病理性两类。生理性肌少症主要与年龄有关,而病理性肌少症则由多种疾病引起^[25]。

目前,EWGSOP和亚洲肌少症工作组(Asian Working Group for Sarcopenia, AWGS)制定的诊断标准在全球广泛应用,均包含对肌肉质量、力量及功能的综合评估^[26]。其中,肌肉质量评估工具包括双能X线(dual energy X-ray absorptiometry, DXA)、生物电阻抗(bioelectrical impedance analysis,

BIA)、计算机断层扫描(computed tomography, CT)和核磁共振(magnetic resonance imaging, MRI)等。DXA和BIA因无创性和成本较低,常用于筛查;CT和MRI则因可精确测量去脂骨骼肌组织,被视为诊断肌少症的金标准。肌肉力量测定多使用握力计。在机体功能的评估方法中,步态速度作为一种简单、经济、准确的功能性测量方法在临床被广泛应用,但两项共识中的各诊断切点值存在着差异(表2)^[27-28]。两项共识的评估方法均建议通过SARC-F等量表筛查出肌少症风险患者,最新的EWGSOP2共识强调,低肌力是肌少症的关键特征,肌肉力量低(例如握力降低)可诊断为“可能的肌少症”,肌肉数量和质量减少为其诊断依据,在肌肉力量低的基础上,证实肌肉量降低可诊断为肌少症,而同时存在肌肉力量低、肌肉质量低和身体功能下降可诊断为严重肌少症^[29]。AWGS在2019年诊断标准中要求同时测量全身和局部肌肉质量,将肌肉力量低,可能伴随或不伴随身体功能减退诊断为可能的肌少症,将全身肌

肉质量减少、全身肌力下降及功能减退的患者定义为严重肌少症^[30]。基于 AWGS 的诊断标准中纳入的人群背景与我国人群类似,并涵盖了部分中国人群数据,我国老年人肌少症诊疗专家共识推荐使用 2019 年 AWGS 的诊断切点值^[31]。

在胃肠道肿瘤患者中,CT 检查已成为术前常规,因此可以结合术前 CT 图像,通过分析软件计算 L3 水平上腰大肌的总面积(total psoas area, TPA),再根据患者身高对该面积进行标准化,以计算总腰

大肌指数(total psoas index, TPI) [TPI = TPA/(身高×身高)]。研究指出,基于 CT 诊断的肌少症可用于评估结直肠癌患者的术后结局,并提供肌肉质量的定量数据^[32]。CT 扫描中的肌肉质量评估同样是胃癌患者风险预测的潜在相关临床工具^[33]。随着胃肠道肿瘤诊疗的逐步规范,借助患者术前已完成的检查来诊断肌少症,这一诊断方法不仅减少了患者单独诊断的检查费用,也有效提升了预后预测能力。

表 2 测量指标对比表 (AWGS2019 vs. EWGSOP2)

Table 2 Comparison table of measurement metrics (AWGS2019 vs. EWGSOP2)

测量指标	AWGS2019	EWGSOP2
握力	男<28 kg;女<18 kg	男<27 kg;女<16 kg
椅立测试	5次起立-坐下动作时间>12 s	5次起立-坐下动作时间>15 s
肌肉量(kg/m ²)	DXA: 男≤7.0; 女≤5.4 BIA: 男≤7.0; 女≤5.7	DXA: 男≤7.0; 女≤5.5 BIA: 男≤7.0; 女≤5.5
步速	<1.0 m/s	≤0.8 m/s
SPPB 分数	<9 分	≤8 分
起立行走测试	未定义	≥20 s
400 米步行	未定义	未完成或≥6 min 完成
小腿围	男<34 cm; 女<33 cm	未定义

2 衰弱与肌少症的机制及相关性

衰弱与肌少症的发病机制密切相关。研究表明,这两者的发生涉及炎症机制及内分泌代谢调节途径^[34],并通过线粒体功能改变、氧化还原失衡、蛋白质代谢障碍、肌细胞凋亡加速和自噬失调等多种细胞机制相互作用^[35]。肌少症被认为是一种衰弱状态^[36],并通过肌肉功能障碍等病理生理机制导致与衰弱相关的不良健康结局^[37]。因此,肌少症通常早于衰弱发生^[38],且肌少症患者更易出现衰弱^[39]。

两者之间的关系相互交织且互为因果。在临床表现方面,握力和步速下降均为两者评估中的关键指标。此外,研究表明,特定的生物标志物在衰弱与肌少症患者中表现相关性。例如,白蛋白和血红蛋白水平与衰弱和肌少症呈负相关,而白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)仅在 75 岁以上人群中与二者相关^[40]。相比健康人群,患有衰弱和肌少症的老年人中肿瘤坏死因子 α(tumor necrosis factor-alpha, TNF-α)水平显著升高。

炎症机制在衰弱和肌少症的发生中发挥了重要作用。慢性和急性炎症通过影响肌肉代谢导致高分解代谢状态,破坏骨骼肌的结构和功能。炎症因子

(如 IL-6 和 TNF-α)水平升高,不仅加剧了肌肉蛋白质分解,还抑制了肌肉合成,从而引发肌少症并加重衰弱的发生与发展^[41]。对新型冠状病毒感染的研究进一步显示,严重感染死亡的患者大多是患有多种疾病、衰弱和肌少症的老年人^[42]。营养不良是衰弱与肌少症的重要影响因素,尤其在肿瘤患者中。癌细胞的营养消耗、毒素释放及治疗带来的代谢异常显著提高了营养不良发生率^[43]。Ligthart-Melis 等^[44]的研究显示,机体虚弱与营养不良之间的关联性很高 [OR:5.77(95%CI:3.88~8.58),P<0.001],且有相当大的重叠(49.7%),肌少症与营养不良之间的关联性也很高 [OR:4.06(95%CI:2.43~6.80),P<0.001],且有相当大的重叠(41.6%)。胃肠道肿瘤患者围手术期常面临营养状态下陷(肿瘤消耗、进食功能障碍)和免疫炎症增加(免疫药物、化疗后骨髓移植等)的双重压力,通过以上病理生理机制进一步提升了衰弱和肌少症的发病率。见图 1。因此,围手术期对胃肠道肿瘤患者进行衰弱与肌少症评估尤为必要。

过去 30 年里,衰弱与肌少症研究已从疾病表型和临床结果扩展到遗传机制与健康的管理。研究重点从临床表现逐步转向发病机制,包括炎症通路、IL-6 基因表达以及其与慢性疾病(如糖尿病、肝硬化和

肿瘤)的关联。然而,由于定义、诊断及建模方面的挑战,衰弱和肌少症的病理生理学研究尚不完整。

未来研究需聚焦其细胞机制的探索,整合两者的评估方法,推动规范化管理及精准治疗。

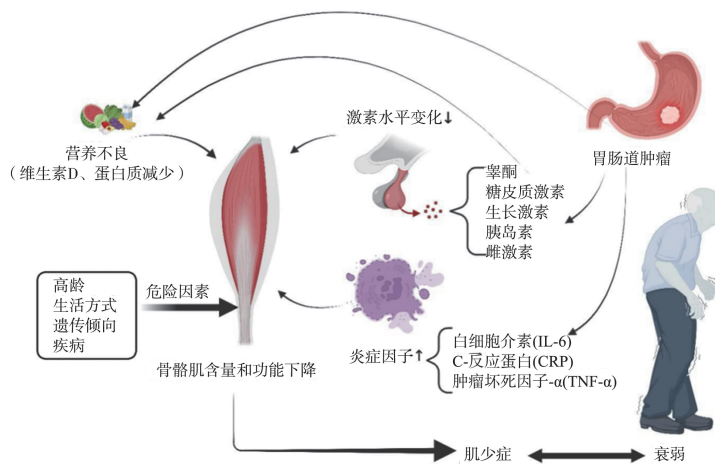


图1 肌少症和衰弱相互关联的发生机制及胃肠道肿瘤导致肌少症和衰弱的机制

Figure 1 Mechanisms of the interrelated onset of sarcopenia and debility and gastrointestinal tumours-caused sarcopenia and debility

3 衰弱与肌少症预测胃肠道肿瘤的预后

以手术为主的综合治疗是当前胃肠道恶性肿瘤的主要治疗方式^[45]。研究表明,接受手术的老年患者在术前评估衰弱、肌少症和营养状态后可显著改善术后结局^[46]。

近年来的研究表明,高水平的术前衰弱显著增加胃肠道肿瘤患者不良结局的风险^[47]。衰弱被认为是预测胃肠道肿瘤患者不良预后和结局的重要因素。一项国外前瞻性研究显示,在接受根治性切除的结直肠癌患者中,MFI-5 衰弱评分与患者年龄、全身炎症及术后预后显著相关^[48]。不仅在结直肠癌患者中,衰弱与老年胃癌患者的不良预后也密切相关^[49]。因此,临床医护人员应关注老年胃癌患者的衰弱状态,并通过大规模、多中心前瞻性研究和早期筛查,为患者提供预防和治疗指导。

胃肠道肿瘤患者的肌少症发病率存在显著差异。马旭等^[50]对 234 例结直肠癌患者的 CT 图像分析第 3 腰椎骨骼肌指数,以男性 L_3 SMI <52.4 cm^2/m^2 、女性 <38.5 cm^2/m^2 作为肌肉减少症的诊断标准,研究显示,肌少症发生率为 38.9%。另一项 Meta 分析^[51]纳入了 10 篇研究,发现结直肠癌患者肌少症发生率为 44.6%。研究表明,术前伴肌少症的胃肠道肿瘤患者,其术后并发症发生率及死亡率均显著升高。Richards 等^[52]旨在确定通过腰大肌横截面积评估的肌肉减少症与结直肠癌手术患者术后结局之间的相关性,研究发现肌少症患者术后并发症发生

率为 85.2%,显著高于非肌少症患者的 34.5% ($OR = 15.4$; 95% $CI: 8.39 \sim 29.7$; $P < 0.01$)。此外,肌少症患者术后 1 年死亡率为 13.9%,也显著高于非肌少症患者的 0.9% ($OR = 16.2$; 95% $CI: 4.34 \sim 83.4$; $P < 0.01$)。另一项 Meta 分析^[53]显示,术前肌少症显著增加了胃癌患者胃切除术后并发症风险 ($RR = 2.89$, $P < 0.001$),这意味着术前肌少症患者发生术后总体并发症的可能性是非肌少症患者的 2.89 倍;且总生存率降低了 41.52% ($HR = 1.71$, $P < 0.001$),即术前肌肉减少症患者的死亡风险比非肌肉减少症患者高出 71%。

术前评估患者的机体功能状态已成为预测胃肠道肿瘤患者预后的关键环节。近年来,为了研究衰弱和肌少症在手术决策中的应用价值,研究者将两者结合用于术前临床评估,并分析其与术后不良结局的关系。Sousa 等^[5]的研究显示,在老年胃肠道肿瘤患者中,肌少症合并衰弱显著增加了术后死亡风险 ($HR = 2.23$, 95% $CI: 1.27 \sim 3.92$),这一风险远高于仅患肌少症或仅患衰弱的患者。此外,Osaki 等^[54]研究表明,MFI 较高的胃癌患者在术后非家庭出院率、总生存期 (overall survival, OS) 以及非癌症特异性生存期 (non-cancer-specific survival, non-CSS) 方面具有显著的预后价值。具体而言,肌少症患者的 5 年总生存率显著下降 ($HR = 2.03$, $P = 0.003$),非癌症特异性生存期也显著缩短 ($HR = 2.10$, $P = 0.020$)。此外,Aguilar-Frasco 等^[55]研究进一步指出,衰弱状态与结直肠癌患者术后严重并发症的发生密切相关,其风险显著增加 ($OR = 29.78$, 95% $CI: 10.36 \sim 85.71$);与此同时,衰弱和低骨骼肌指数均与

术后住院时间延长显著相关(分别为 $OR = 11.22$, $95\% CI: 8.91 \sim 13.53$; $OR = 0.14$, $95\% CI: 0.06 \sim 0.20$)。尽管这些研究结果表明衰弱和肌少症在胃肠道肿瘤患者术后结局中具有重要意义,但不同研究的结果存在一定差异。这种差异可能与术前评估方法的选择、肿瘤类型、分期及手术方式等多种因素相关。随着数据统计和分析技术的发展,为更精准地预测胃肠道肿瘤患者的术后结局,研究者已开始整合这些围手术期差异因素,构建有效的预测模型。Lan 等^[56]建立了一个包含 NRS-2002 评分、肌少症、术中失血量以及影像组学特征的列线图模型,用于对胃癌患者术后并发症进行个体化预测。该模型不仅能够有效整合术前检查和患者信息,还提升了预测的精准度。在胃肠道肿瘤患者术前诊断流程中,这种模型能够更好地支持快速康复外科模式的实施,有助于减少术后并发症、缩短住院时间,加快床位周转,从而释放医疗资源,提高资源分配的合理性^[57]。

目前预测模型的研究尚处于初期阶段,未来应统一衰弱与肌少症的评估方式,进一步探讨二者在术后结局中的预测价值,并通过回顾性分析优化评估因素的组合,从而更准确地预测胃肠道肿瘤患者的预后和并发症风险。

综上所述,衰弱与肌少症在临床表现、共同危险因素及术后不良结局预测方面具有显著关联。本研究验证了二者联合评估在术前预测胃肠道肿瘤患者整体功能状态及术后结局中的价值,为临床实践提供了参考。随着患者数量的增加,针对特定肿瘤人群优化衰弱与肌少症的评估方法,并纳入常规围手术期管理,是亟需解决的重点问题。本研究强调早期识别和干预的重要性,通过联合评估可更精准制定个性化管理策略,从而改善患者预后,减少术后并发症。尽管研究具备创新性,但评估工具的差异性和区域性限制是当前的不足。未来需开展多中心研究,验证评估方法的可靠性,并探索结合人工智能的精准预测模型,以优化干预方案并实现改善预后的目标,为胃肠道肿瘤患者的术前评估和术后管理提供新视角。

参考文献:

- [1] Cao W, Chen HD, Yu YW, et al. Changing profiles of cancer burden worldwide and in China: a secondary analysis of the global cancer statistics 2020[J]. Chin Med J, 2021, 134(7): 783-791.
- [2] Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, et al. Cancer Statistics, 2021[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(1): 7-33.
- [3] Chen CC, Chen CN, Lai IR, et al. Effects of a modified Hospital Elder Life Program on frailty in individuals undergoing major elective abdominal surgery[J]. J Am Geriatr Soc, 2014, 62(2): 261-268.
- [4] Kim EY, Kim K, Kim YS, et al. Prevalence of and factors associated with sarcopenia in Korean cancer survivors: based on data obtained by the Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES) 2008-2011[J]. Nutr Cancer, 2017, 69(3): 394-401.
- [5] Sousa IM, Silva FM, das Virgens IPA, et al. Independent and joint association of sarcopenia and frailty with mortality in older patients with gastrointestinal cancer: a cohort study with prospective data collection[J]. Support Care Cancer, 2023, 31(12): 728. doi:10.1007/s00520-023-08173-9
- [6] Hoogendijk EO, Afilalo J, Ensrud KE, et al. Frailty: implications for clinical practice and public health[J]. Lancet, 2019, 394(10206): 1365-1375.
- [7] Morley JE, Vellas B, van Kan GA, et al. Frailty consensus: a call to action[J]. J Am Med Dir Assoc, 2013, 14(6): 392-397.
- [8] Hartley P, Adamson J, Cunningham C, et al. Clinical frailty and functional trajectories in hospitalized older adults: a retrospective observational study[J]. Geriatr Gerontol Int, 2017, 17(7): 1063-1068.
- [9] Kua J, Ramason R, Rajamoney G, et al. Which frailty measure is a good predictor of early post-operative complications in elderly hip fracture patients? [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2016, 136(5): 639-647.
- [10] Goede V. Frailty and cancer: current perspectives on assessment and monitoring[J]. Clin Interv Aging, 2023, 18: 505-521. doi:10.2147/CIA.S365494
- [11] McIsaac DI, Wong CA, Huang A, et al. Derivation and validation of a generalizable preoperative frailty index using population-based health administrative data[J]. Ann Surg, 2019, 270(1): 102-108.
- [12] McIsaac DI, MacDonald DB, Aucoin SD. Frailty for perioperative clinicians: a narrative review[J]. Anesth Analg, 2020, 130(6): 1450-1460.
- [13] McIsaac DI, Taljaard M, Bryson GL, et al. Frailty as a predictor of death or new disability after surgery: a prospective cohort study[J]. Ann Surg, 2020, 271(2): 283-289.
- [14] McIsaac DI, Beaulé PE, Bryson GL, et al. The impact of frailty on outcomes and healthcare resource usage after total joint arthroplasty[J]. Bone Jt J, 2016, 98-B(6): 799-805.
- [15] Robinson TN, Wu DS, Stiegmann GV, et al. Frailty

- predicts increased hospital and six-month healthcare cost following colorectal surgery in older adults [J]. *Am J Surg*, 2011, 202(5): 511-514.
- [16] Dent E, Kowal P, Hoogendijk EO. Frailty measurement in research and clinical practice: a review[J]. *Eur J Intern Med*, 2016, 31: 3-10. doi:10.1016/j.ejim.2016.03.007
- [17] 杨滢, 李小明, 曹星琦, 等. 我国老年人群衰弱不同测量方法的比较分析——基于江苏省如皋市某镇 2021 年调查[J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2023, 15(10): 49-60. YANG Gan, LI Xiaoming, CAO Xingqi, et al. Comparison of different frailty measurements among Chinese elderly population based on the 2021 survey in one town of Rugao City, Jiangsu Province[J]. *Chinese Journal of the Frontiers of Medical Science (Electronic Version)*, 2023, 15(10): 49-60.
- [18] 李明妍, 王睿哲, 易莹莹, 等. 癌症病人衰弱评估工具的研究进展[J]. *护理研究*, 2024, 38(15): 2723-2727. LI Mingyan, WANG Ruizhe, YI Yingying, et al. Research progress on frailty assessment tools for cancer patients [J]. *Chinese Nursing Research*, 2024, 38(15): 2723-2727.
- [19] 倪微, 马影蕊. 老年衰弱评估工具及其研究进展[J]. *智慧健康*, 2024, 10(9): 33-40. NI Wei, MA Yingrui. Assessment tools and research progress of elderly frailty [J]. *Smart Healthcare*, 2024, 10(9): 33-40.
- [20] Shaw JF, Budiansky D, Sharif F, et al. The association of frailty with outcomes after cancer surgery: a systematic review and metaanalysis[J]. *Ann Surg Oncol*, 2022, 29(8): 4690-4704.
- [21] Panayi AC, Foroutanjazi S, Parikh N, et al. The modified 5-item frailty index is a predictor of perioperative risk in breast reconstruction: an analysis of 40, 415 cases [J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2022, 75(9): 2941-2954.
- [22] Ng SC, Wong SH. Colorectal cancer screening in Asia [J]. *Br Med Bull*, 2013, 105: 29-42. doi:10.1093/bmb/lds040
- [23] Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European working group on sarcopenia in older people [J]. *Age Ageing*, 2010, 39(4): 412-423.
- [24] Anker SD, Morley JE, von Haehling S. Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia [J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2016, 7(5): 512-514.
- [25] 中国抗癌协会肿瘤营养与支持治疗专业委员会. 肌肉减少症营养治疗指南[J]. *肿瘤代谢与营养电子杂志*, 2015, 2(3): 32-36.
- [26] Voulgaridou G, Tyrovolas S, Detopoulou P, et al. Diagnostic criteria and measurement techniques of sarcopenia: a critical evaluation of the up-to-date evidence [J]. *Nutri-*
- ents*, 2024, 16(3): 436. doi:10.3390/nu16030436
- [27] Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis [J]. *Age Ageing*, 2019, 48(4): 601. doi:10.1093/ageing/afz046
- [28] Weng SE, Huang YW, Tseng YC, et al. The evolving landscape of sarcopenia in Asia: a systematic review and meta-analysis following the 2019 Asian working group for sarcopenia (AWGS) diagnostic criteria [J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2025, 128: 105596. doi:10.1016/j.archger.2024.105596
- [29] 甄志龙, 赵建民, 孙逊, 等. 肌少症的诊疗共识解读与研究进展 [J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2023, 20(1): 71-75. ZHEN Zhilong, ZHAO Jianmin, SUN Xun, et al. Progress of sarcopenia: diagnosis, treatment and research progress [J]. *Orthopaedic Biomechanics Materials and Clinical Study*, 2023, 20(1): 71-75.
- [30] Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment [J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2020, 21(3): 300-307.
- [31] 刘娟, 丁清清, 周白瑜, 等. 中国老年人肌少症诊疗专家共识(2021) [J]. *中华老年医学杂志*, 2021, 40(8): 943-952. LIU Juan, DING Qingqing, ZHOU Baiyu, et al. Chinese expert consensus on diagnosis and treatment for elderly with sarcopenia (2021) [J]. *Chinese Journal of Geriatrics*, 2021, 40(8): 943-952.
- [32] Soria-Utrilla V, Sánchez-Torralvo FJ, Palmas-Candia FX, et al. AI-assisted body composition assessment using CT imaging in colorectal cancer patients: predictive capacity for sarcopenia and malnutrition diagnosis [J]. *Nutrients*, 2024, 16(12): 1869. doi:10.3390/nu16121869
- [33] Borggreve AS, den Boer RB, van Boxel GI, et al. The predictive value of low muscle mass as measured on CT scans for postoperative complications and mortality in gastric cancer patients: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Clin Med*, 2020, 9(1): 199. doi:10.3390/jcm9010199
- [34] Ye L, Liang R, Liu XL, et al. Frailty and sarcopenia: a bibliometric analysis of their association and potential targets for intervention [J]. *Ageing Res Rev*, 2023, 92: 102111. doi:10.1016/j.arr.2023.102111
- [35] Marzetti E, Lees HA, Wohlgemuth SE, et al. Sarcopenia of aging: underlying cellular mechanisms and protection by calorie restriction [J]. *Biofactors*, 2009, 35(1): 28-35.
- [36] Sasako T, Ueki K. Sarcopenia: loss of mighty armor against frailty and aging [J]. *J Diabetes Investig*, 2023, 14(10): 1145-1147.

- [37] Landi F, Calvani R, Cesari M, et al. Sarcopenia as the biological substrate of physical frailty[J]. *Clin Geriatr Med*, 2015, 31(3): 367-374.
- [38] Nascimento CM, Ingles M, Salvador-Pascual A, et al. Sarcopenia, frailty and their prevention by exercise[J]. *Free Radic Biol Med*, 2019, 132: 42-49. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2018.08.035
- [39] Wagner D, DeMarco MM, Amini N, et al. Role of frailty and sarcopenia in predicting outcomes among patients undergoing gastrointestinal surgery[J]. *World J Gastrointest Surg*, 2016, 8(1): 27-40.
- [40] Picca A, Coelho-Junior HJ, Calvani R, et al. Biomarkers shared by frailty and sarcopenia in older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. *Ageing Res Rev*, 2022, 73: 101530. doi:10.1016/j.arr.2021.101530
- [41] Piotrowicz K, Gałowski J, Michel JP, et al. Post-COVID-19 acute sarcopenia: physiopathology and management[J]. *Ageing Clin Exp Res*, 2021, 33(10): 2887-2898.
- [42] Li G, Fan YH, Lai YN, et al. Coronavirus infections and immune responses[J]. *J Med Virol*, 2020, 92(4): 424-432.
- [43] 张伟, 李国立, 黎介寿. 胃肠道恶性肿瘤病人的围手术期营养支持治疗[J]. *肠外与肠内营养*, 2016, 23(6): 326-328.
- [44] Lighthart-Melis GC, Luiking YC, 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.
- [45] 陈路川, 滕文浩, 魏晟宏. 美国国家综合癌症网络胃癌临床实践指南(2022·V2)更新要点及解读[J]. *临床外科杂志*, 2022, 30(9): 801-804.
CHEN Luchuan, TENG Wenhao, WEI Shenghong. Update and interpretation of gastric cancer clinical practice guidelines of the National Comprehensive Cancer Network (2022. V2) [J]. *Journal of Clinical Surgery*, 2022, 30(9): 801-804.
- [46] Dalton A, Zafirova Z. Preoperative management of the geriatric patient: frailty and cognitive impairment assessment[J]. *Anesthesiol Clin*, 2018, 36(4): 599-614.
- [47] Tan ZKK, Tang WZ, Jia K, et al. Relation between frailty and adverse outcomes in elderly patients with gastric cancer: a scoping review[J]. *Ann Med Surg*, 2024, 86(3): 1590-1600.
- [48] McGovern J, Grayston A, Coates D, et al. The relationship between the modified frailty index score (mFI-5), malnutrition, body composition, systemic inflammation and short-term clinical outcomes in patients undergoing surgery for colorectal cancer[J]. *BMC Geriatr*, 2023, 23(1): 9. doi:10.1186/s12877-022-03703-2
- [49] Tang WZ, Tan ZKK, Qiu LY, et al. Prevalence and unfavorable outcome of frailty in older adults with gastric cancer: a systematic review and meta-analysis [J]. *Support Care Cancer*, 2024, 32(2): 115.
- [50] 马旭, 李青科, 何立芳. 结直肠癌患者肌少症的发生率及其对术后感染和住院时间的影响[J]. *现代肿瘤医学*, 2022, 30(13): 2400-2404.
MA Xu, LI Qingke, HE Lifang. Characteristics of sarcopenia in patients with colorectal cancer and its influence on post-operative infection and hospital stay[J]. *Journal of Modern Oncology*, 2022, 30(13): 2400-2404.
- [51] 梁枫, 苏飞雁. 肌肉减少症对结直肠癌患者术后并发症及预后影响的 Meta 分析[J]. *当代护士(中旬刊)*, 2021, 28(8): 12-16.
- [52] Richards SJG, Senadeera SC, Frizelle FA. Sarcopenia, as assessed by psoas cross-sectional area, is predictive of adverse postoperative outcomes in patients undergoing colorectal cancer surgery[J]. *Dis Colon Rectum*, 2020, 63(6): 807-815.
- [53] Chen F, Chi JT, Liu Y, et al. Impact of preoperative sarcopenia on postoperative complications and prognosis of gastric cancer resection: a meta-analysis of cohort studies[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2022, 98: 104534. doi:10.1016/j.archger.2021.104534
- [54] Osaki T, Tatebe S, Orihara J, et al. Impact of frailty and sarcopenia on short- and long-term outcomes in elderly patients undergoing radical gastrectomy for gastric cancer[J]. *World J Surg*, 2023, 47(12): 3250-3261.
- [55] Aguilar-Frasco JL, Moctezuma-Velázquez P, Rodríguez-Quintero JH, et al. Preoperative frailty assessment in older patients with colorectal cancer: use of clinical and radiological tool[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2023, 408(1): 19. doi:10.1007/s00423-023-02754-2
- [56] Lan QQ, Guan XC, Lu SZ, et al. Radiomics in addition to computed tomography-based body composition nomogram may improve the prediction of postoperative complications in gastric cancer patients[J]. *Ann Nutr Metab*, 2022, 78(6): 316-327.
- [57] 高树庚. 加速康复外科在肺癌围术期管理中的应用[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2022, 60(11): 1-10.
GAO Shugeng. Application of enhanced recovery after surgery in perioperative management of lung cancer[J]. *Journal of Shandong University (Health Sciences)*, 2022, 60(11): 1-10.