

• 综 述 •      doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2021.20.035

网络首发    https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20210630.1746.020.html(2021-07-01)

衰弱综合征的围术期麻醉管理\*

胡 倩 综述,杜 权<sup>△</sup>审校

(重庆医科大学附属第二医院麻醉科 400010)

**[摘要]** 衰弱综合征是一种跨多个生理系统的累积性衰退综合征,其特征表现为人体多个器官的生理储备减少,对外界刺激的耐受性降低,代谢失代偿阈值下降,从而易发生不良事件。围术期衰弱综合征的评估是一种有价值的预后判断指标,麻醉医生尽早评估并及时采取相应的干预措施,对改善患者预后有重要意义。虽然目前有许多诊断衰弱综合征的工具,但仍旧没有一种标准的方法。因此,本文对一些临床中常用的衰弱综合征的评估方法及其对围术期衰弱综合征患者的意义作一简单综述,以期指导临床。

**[关键词]** 衰弱综合征;衰弱指数;肌少症;围术期  
**[中图分类号]** R614      **[文献标识码]** A      **[文章编号]** 1671-8348(2021)20-3576-05

Anesthesia management of frailty syndrome during the perioperative period\*

HU Qian, DU Quan<sup>△</sup>

(Department of Anesthesiology, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China)

**[Abstract]** Frailty is an age-related syndrome across multiple physiological systems, which is characterized by declined reserve of multiple organs, decreased resistance to stressors, and diminished threshold for decompensation. Therefore, the evaluation of frailty syndrome during perioperative period is a valuable prognostic indicator for anesthesiologists. Early assessment and corresponding prehabilitation measures should also be taken as early as possible to improve the prognosis of patients. However, even though there are many tools for diagnosing frailty syndrome, no standard method exists at present. For this reason, this review focused on methods to evaluate frailty syndrome commonly used in clinic and their significance to the patients with frailty in perioperative period in order to guide the clinical practice.

**[Key words]** frailty syndrome; frailty index; sarcopenia; perioperative period

随着社会经济和医疗水平的提高,人口老龄化加速。2019 年,60 岁及以上老年人口比例已达 18.1%,2050 年将达到 4.83 亿,占人口总数 34.1%,进入深度老年化时代。然而,在老年人群中,身体处于衰弱状态的现象非常普遍。衰弱患病率随年龄呈指数增长,年龄低于 65 岁时,患病率小于 10%,而 85 岁以上老年人,患病率通常超过 50%<sup>[1]</sup>。若机体耐受应激的能力较差,发生疾病或住院治疗后不能再恢复全部功能,甚至在无明显应激因子的情况下其身体机能也逐渐下降,也会导致衰弱综合征的发生,这一现象在老年人群中尤其明显。衰弱综合征便是被用来辅助衡量这类人群特有的健康状态及预估健康状态恶化、残疾、长期住院及死亡等不良后果。然而,越来越多的证据表明,单纯的实际年龄已经不足以代表老年人群的健康状况及预测疾病预后或死亡,部分年龄小于 60 岁的人群可能看似健康,但仍符合衰弱综合征的诊

断<sup>[2]</sup>。因此,麻醉科医生应充分认识衰弱综合征并重视其带来的不良后果。

1 衰弱综合征的定义及发生机制

1.1 衰弱综合征的定义

迄今为止,衰弱综合征并没有一个标准的定义。衰弱综合征是一种跨多个生理系统的累积性衰退综合征,其特征是人体多个器官的生理储备减少,从而对外界刺激的耐受性降低,代谢失代偿阈值下降,从而易于发生不良事件<sup>[2]</sup>。衰弱综合征并不能以实际年龄来判定<sup>[3]</sup>,作为老年人群健康状况的综合表现,衰弱综合征不仅应包含肌肉骨骼功能、代谢能力、营养状况等生理状态,还应包括老年人的精神心理健康和社会参与度等方面。衰弱综合征概念的引入,更确切、客观地反映了老年人的衰老过程及引起的慢性健康问题。

1.2 炎症反应是衰弱综合征的核心机制

\* 基金项目:重庆市渝中区科委项目(20170121);重庆市 2020 科卫联合项目(2020MSXM008)。 作者简介:胡倩(1989—),住院医师,硕士,主要从事衰弱综合征与围术期麻醉关系的研究。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail: duquanl00@sina.com。

衰弱综合征的发生与社会、心理、年龄、疾病状态等因素相关<sup>[1]</sup>,被认为是细胞的累积损伤,但其具体发病机制尚不十分清楚。有研究表明主要与炎症、线粒体肌病和神经内分泌疾病相关<sup>[4]</sup>。而炎症对衰弱综合征的发生起着关键性的作用,老年患者表现为持续的低度炎症状态<sup>[5]</sup>,这种状态与骨髓细胞系扩张有关,炎症通过引起分解代谢过程中的能量失衡和干扰稳态信号传导导致衰弱综合征。通常,衰弱综合征患者的骨髓源性中性粒细胞和单核细胞数量较高,且 C 反应蛋白(CRP)也始终处于较高水平<sup>[6]</sup>,但 CRP 水平随着女性年龄的增长有所增加,而男性则没有这种特征性改变。促炎细胞因子如白细胞介素-6(IL-6)和肿瘤坏死因子(TNF- $\alpha$ ),也与衰弱综合征相关。老年人垂体前叶激素分泌减少,导致合成代谢的激素水平降低,而多种合成代谢激素的缺乏也与老年人的衰弱有关。随着年龄的增长,骨骼肌线粒体数量和功能下降,导致老年人肌肉力量下降、生理功能降低,也导致了衰弱综合征的发生<sup>[4]</sup>。

## 2 衰弱综合征与围术期的密切关系

**2.1 炎性反应是衰弱综合征的发生机制,同时也是影响术后恢复的关键因素**

炎性反应不仅与衰弱综合征相关,同时手术创伤也会引起炎性反应等应激变化,严重者发生持续性炎症免疫抑制分解代谢综合征(PICS)。手术过程中,体温过低、缺血缺氧等都会导致应激和细胞损伤,使细胞释放透明质酸、活性氧、腺苷等化学物质与模式识别受体(PRRs)结合,产生和释放大量炎症因子<sup>[7]</sup>。而衰弱综合征患者耐受手术应激的能力降低,手术创伤会加重衰弱的程度,从而影响术后的恢复。

## 2.2 衰弱综合征对围术期的影响

与非衰弱综合征患者相比,衰弱综合征患者的围术期并发症风险更高。衰弱综合征患者术后并发症风险增加 1 倍,短期死亡风险增加 6 倍,长期死亡风险增加 3 倍;1 项回顾性队列研究发现:衰弱综合征患者的术后 30 d、90 d 和 180 d 的死亡率较非衰弱综合征患者显著增加,即使在手术风险最低的情况下,死亡风险也随着衰弱程度的增加而增加;此外,住院时间、费用和其他资源使用指标增加了 15%~60%<sup>[8]</sup>。因此,衰弱综合征增加了住院患者围术期风险和经济负担。

## 3 术前衰弱综合征评估的意义

随着老年人口的增加,需要进行手术治疗的老年患者越来越多,且常合并多种疾病,存在较大的手术风险,麻醉医生也因此面临着巨大的挑战。衰弱综合征是术后并发症发生的风险因素,同时也是住院期间病死率和患者中期存活率的独立预测因素<sup>[9]</sup>。而在接受麻醉和手术的 65 岁以上患者中,有超过 30% 的人身体处于衰弱状态<sup>[10]</sup>,这些患者的神经认知障碍发病率很高,必须小心识别没有能力签署知情同意书的患者,因为麻醉医生需向患者及其家属解释其麻醉计划、可能的替代方案,以及随之而来的利益和风险。

因此,麻醉医生在术前进行充分有效的术前评估和准备,认识到衰弱综合征患者所增加的风险并将其纳入医患沟通的过程中,这对保证患者手术成功、麻醉安全及术后恢复十分重要<sup>[11]</sup>。目前,麻醉医生主要通过美国麻醉医师协会(ASA)分级、患者整体的健康状况及临床经验来评估患者的手术和麻醉耐受能力。但 ASA 分级对轻度共病患者进行精确风险分层的能力有限,在同等 ASA 分级下,被评估为衰弱综合征的老年患者发生术后并发症的概率明显增高<sup>[12]</sup>,且衰弱程度与死亡率、术后并发症发生率、住院时间和再入院率呈正相关<sup>[13]</sup>。因此,在 ASA 分级的基础上,于术前风险分层中加入对衰弱综合征的评估,可有助于筛选高危患者,获得更全面的风险预测并采取相应的干预措施,对减少术后并发症及死亡率,改善患者预后具有重要意义。

## 4 衰弱综合征的评估工具

### 4.1 常见的衰弱综合征评估量表

为了改善衰弱综合征患者的预后,麻醉医生必须在手术前常规识别衰弱综合征。尽管许多指南都建议把衰弱评估作为 1 项实践操作项目,但目前各医院仍很少进行术前衰弱综合征评估。最新研究<sup>[9]</sup>表明,术前衰弱评估与老年衰弱患者术后预后的改善有关,强调了增加衰弱评估的紧迫性。然而术前衰弱评估还存在许多障碍,如评估方法的准确性及可行性。目前,已有数十种评估方法,但仍旧无一种方法作为金标准应用于临床。2001 年,FRIED 等<sup>[2]</sup>首次提出了衰弱综合征的表型测量方法来评估衰弱状态,内容包括:无意识的体重下降、自我感觉疲惫、握力下降、步速减慢、活动量降低。以上 5 项症状中符合 3 项及以上时可评估为衰弱综合征。该方法评估内容简单但缺乏认知功能及其他原因导致机体整体功能下降情况的评估标准。ROCKWOODI 等<sup>[14]</sup>也提出了衰弱累积缺陷模型:FI-CD=FI/CD(FI:缺陷指标数;CD:总指标数),不仅考虑了衰弱综合征者的生理状态,还加入了社会心理方面的内容,并将衰弱程度的评价指标称为衰弱指数。在该评估方法中,存在缺陷的指标项目越多,则衰弱的可能性越大。然而,衰弱累积缺陷模型虽然涵盖内容较为全面,但评估指标多达 92 项,临床可操作性较差。多项研究表明,不同的衰弱综合征评估工具与结果之间的联系并无本质上的差异。表 1 为临床常见的衰弱综合征评估量表<sup>[2,15]</sup>。

### 4.2 衰弱综合征的生物学标志物

衰弱综合征是一种跨多个生理系统的累计损伤,往往伴随着相应的生物学改变。因此,在围术期对其生物标志物的检测可及早发现衰弱综合征的潜在患者<sup>[16]</sup>。衰弱综合征患者的骨髓源性中性粒细胞和单核细胞数量较高,且 CRP 也始终处于较高水平<sup>[7]</sup>,但由于这些炎症介质缺乏特异性,因此很难区分炎症是由衰老还是疾病导致的。氧化应激也与衰弱综合征有关,衰弱综合征患者比非衰老综合征者往往表现出更严重的氧化损伤。氧化应激的代谢产物如脂质过

氧化物丙二醛(MDA)等可以作为预测衰弱综合征的生物学标志物<sup>[17]</sup>。

表 1 常见的衰弱综合征评估量表

量表	评估时间 (min)	组成部分	衰弱度	优缺点
CHS	5~10	(1)无意识的体重减轻;(2)自我感觉的疲惫;(3)体能消耗降低;(4)行动缓慢;(5)握力下降	(1)阳性指标大于或等于 3 个;存在衰弱状态;(2)阳性指标 1~2 个;衰弱的临界状态,即衰弱前期;(3) 0 个;健康	指标的变化不能为其病因提供直接信息,且需专门人员测量,难以实现自我测评,不适用于大范围人群的衰弱综合征筛查
FI-CD	20~30	大于 30 种疾病、症状、残疾或任何健康缺陷的累积	为一个连续得分,用比值表示,当衰弱指数大于 0.25 时视为衰弱状态	评估更加宽泛和全面,但比较费时,适用于全面医学检查后的风险评估和干预
mFI	10~15	FI-CD 的简化,包含 11 个组成部分	衰弱指数大于 0.27 时视为衰弱状态	较 FI-CD 更简单、省时
SOF	5	(1) 无意识的体重减轻;(2)自我感觉的疲惫;(3)无法从椅子上站起来 5 次	(1)阳性指标大于或等于 3 个;提示存在衰弱状态;(2)1~2 个阳性指标;提示衰弱的临界状态,即衰弱前期;(3)0 个;健康	既适用于人群筛查,也适用于临床评估,但存在过度筛查的可能
FRAIL	5~10	(1)疲劳(自我报告);(2)抵抗力;(3)行走速度;(4)疾病;(5)体重下降	(1)阳性指标大于或等于 3 个;提示存在衰弱状态;(2)1~2 个阳性指标;提示衰弱的临界状态,即衰弱前期;(3)0 个;健康	简单,不需要训练,但其可靠度仍需要进一步验证
EFS	5	17 个项目,包含 9 个组成部分:认知;健康状况;自我报告健康状况;功能独立性;社会支持;用药情况;情绪;自制力;功能状态	(1)0~5 分:不衰弱;(2)6~7 分:可能衰弱;(3) 8~9 分轻度衰弱;(4)10~11 分:中度衰弱;(5)12~17 分:严重衰弱	用于老年人术前评估,可用电脑或者手机评估,但老年人可能操作困难
CFS	5	尺度表上的每一个点都对应着一个关于衰弱的症状描述,并辅以一个可视化的图表来辅助衰弱的分类	得分大于或等于 5 分提示衰弱	可从病历数据中提取,配有可视量表

CHS:心血管健康研究指数(弗里德的衰弱表型);FI-CD:累积赤字衰弱指数;mFI:改良衰弱指数;SOF:骨质疏松性骨折指数;FRAIL:疲劳、阻力、移动、患病、体重下降指数;EFS:埃德蒙顿衰弱量表;CFS:临床衰弱量表。

4.3 超声扫描等影像学工具

虽然目前已有许多量表来评估衰弱综合征的患者,但都过于依靠患者提供的主观信息,且受年龄、教育水平、意识状态等因素的影响。因此,麻醉医生还需一种更为客观的测量手段来提高评估围术期患者衰弱程度的准确性。人体随着年龄增长,会发生不可避免的肌肉质量和功能的丧失,肌间脂肪相对增加,导致肌肉弹性模量值降低。肌间脂肪细胞发生肥大、增生和活化,导致巨噬细胞和其他免疫细胞蓄积及各种脂肪因子的失调,这些因子与衰老细胞及免疫细胞释放的细胞因子和趋化因子一起导致局部炎症反应,形成恶性循环,进一步加剧肌间脂肪组织和骨骼肌慢性低度炎症。炎症反应不断破坏骨骼肌肌纤维,导致正常肌纤维数量减少,肌肉功能下降及肌间脂肪组织的肥大和增生,从而导致肌肉组织弹性的降低。因此,肌肉量减少和功能降低被认为是评估衰弱综合征的有效手段。而影像学测量为围术期评估肌肉质量和骨质减少提供了新的思路。比如双能 X 射线吸收计量法(DXA)<sup>[18]</sup>、CT 和 MR<sup>[19-21]</sup>及超声波扫描。

然而,不管是 DXA、CT 还是 MRI,都必须在特定的检查室并由专业的技术人员进行。超声波扫描是一种安全、廉价、便携、无辐射的成像方式,且麻醉医

生可熟练掌握其操作方法。围术期,麻醉医生不仅可以在床旁利用超声波扫描对患者术前肌肉质量进行准确评估,还可以在术后对其进行随访观察。此外,通过超声诊断的肌少症和骨质减少已被证明与衰弱综合征有良好的相关性<sup>[22]</sup>。实时剪切波弹性成像(SWE)技术是用来评估肌肉减少症患者骨骼肌弹性的一种可靠方法<sup>[23]</sup>,65 岁及以上人群肌肉减少症的发生率约为 20%,而在 80 岁以上人群可达 50%~60%。肌肉的量主要通过肌群的肌肉厚度来评估,通常需要评估许多部位的肌肉,例如,九部位法:包括前臂、肱二头肌、肱三头肌、腹部、肩胛下肌、股四头肌、腓绳肌、腓肠肌和胫前肌,将超声探头与射凝胶一起垂直放置于标记点的组织界面上,尽量减少因接触引起的皮肤凹陷,消除过度压缩引起的组织变形<sup>[24]</sup>。也可以通过测量股骨中点股直肌的厚度和超声回声强度来评估肌肉质量,可发现随着年龄的增长,肌肉质量逐渐丧失,肌肉的脂肪浸润程度增高<sup>[25]</sup>。另外腓肠肌内侧肌厚度、肌束长度和羽状角也可以用来评估肌少症<sup>[22]</sup>。这些方法都已经被验证能有效测量肌少症,从而评估患者的衰弱程度。然而,超声在肌肉评估中也存在着一定的缺陷,包括:技术因素(如传感器定位或肌肉的压缩)、患者(如体位)和肌肉状态(如舒张与



收缩)等<sup>[26]</sup>。

## 5 预康复策略在衰弱综合征患者 ERAS 中的作用

加速康复外科(ERAS)理念倡导在围术期采用一系列有循证医学证据的优化措施,减少患者应激反应,降低术后并发症发生率和死亡率,缩短术后住院时间和减少住院费用。与此同时,麻醉医生在 ERAS 理念下,提出了新的预康复概念,即术前增强个体的功能储备,使他们能够更好地承受随之而来的手术应激过程被称为预康复<sup>[27]</sup>。围术期多模式的预康复计划如下。

### 5.1 适度的运动锻炼

引起衰弱综合征的相关因素在一定程度上是可逆的。故对衰弱综合征的干预措施主要集中在围术期增加活动量、改善营养状况方面。长期接受运动干预治疗的患者,特别是力量和平衡训练,可以提高肌肉力量和功能<sup>[28]</sup>。即使在围术期患者活动受限的情况下,长期低强度的训练也可明显改善患者肌肉功能。然而,目前对于老年衰弱综合征干预的运动形式、运动量等尚无统一标准。

### 5.2 营养支持

衰弱综合征患者多伴有营养不良,因此,围术期保持良好营养状态,对促进伤口愈合、缩短住院时间有重要意义。老年人日常所需要的蛋白质及氨基酸略高于年轻人,对于营养风险筛查评分(NRS2002)≥3 分的患者,需考虑口服营养制剂(ONS),以防止肌肉质量和力量减少,使营养不良的老年人获得小幅但持久的体重增加,降低死亡率<sup>[29]</sup>。但目前仍无补充蛋白质可改善功能活动方面的证据。

### 5.3 术前的积极心理干预

手术患者在术前都会出现不同程度的心理问题,衰弱综合征患者在承受身体衰弱、疾病折磨的同时,还会因面临经济压力、对家人的愧疚等而产生焦虑、抑郁情绪。有研究表明,衰弱程度越严重,焦虑、抑郁情绪也越严重<sup>[30]</sup>。故针对衰弱综合征患者的心理特点给予适当的心理支持,比如家庭和社会支持、音乐放松等方式以减轻患者对手术的恐惧感,从而促进衰弱综合征患者术后康复。

### 5.4 良好的麻醉管理有利于术后恢复

良好的麻醉管理也被证明能够促进衰弱综合征患者的快速康复,减少住院时间和并发症发生率<sup>[31]</sup>。包括:(1)制订个体化的麻醉手术方案,在能够满足外科手术的条件下,应优先选用区域麻醉方法;(2)手术当天,在不影响麻醉安全的情况下,尽量缩短禁食禁饮时间。术中根据麻醉情况预防术后恶心呕吐;术中应常规监测患者体征;(3)制订适合老年患者镇痛的方式及用药,并监测疼痛情况;(4)术后随访,预防肺部感染、下肢血栓、跌倒和坠床;鼓励患者早期下床、进行康复锻炼等<sup>[32]</sup>。

## 6 小 结

综上所述,随着世界人口的老齡化,衰弱综合征已变得越来越普遍,术后不良事件的发生率较非衰弱

综合征患者显著增加。因此,对老年患者进行全面、准确的手术和麻醉风险评估是围术期管理的关注要点。在麻醉科医生与外科医生、营养科医生和老年病科医生及护理团队多学科合作的模式下改善衰弱综合征患者的预后,强调多学科管理的重要性,维持患者功能的独立性和生活质量,体现了麻醉医生在围术期的重要作用。虽然目前已有多种诊断衰弱综合征的方法,但均存在着不同程度的缺陷,测量结果也有所差异。麻醉医生在 ASA 分级的基础上,结合衰弱综合征评估量表进行初步筛查和预估,辅以相关的生物学指标及影像学检查综合评估患者衰弱综合征手术风险,进而采取一定的干预措施,对减少术后并发症及死亡率,改善患者预后有重要意义。然而,在临床实践中,这种方法显得过于繁琐,因此还需进一步探索一种更加简单、经济、可重复并适合我国人口特点的方法来早期诊断衰弱综合征并应用于临床。

## 参考文献

- [1] MCISAAC D I, MACDONALD D B, AUCCOIN S D. Frailty for perioperative clinicians: A narrative review[J]. *Anesth Analg*, 2020, 130(6): 1450-1460.
- [2] FRIED L P, TANGEN C M, WALSTON J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2001, 56(3): M146-156.
- [3] CLEGG A, YOUNG J, ILIFFE S, et al. Frailty in elderly people[J]. *Lancet*, 2013, 381(9868): 752-762.
- [4] PAUL J A, WHITTINGTON R A, BALDWIN M R. Critical illness and the frailty syndrome: mechanisms and potential therapeutic targets[J]. *Anesth Analg*, 2020, 130(6): 1545-1555.
- [5] MICHAUND M, BALARDY L, MOULIS G, et al. Proinflammatory cytokines, aging, and age-related diseases[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2013, 14(12): 877-882.
- [6] SAMSOM L D, BOOTS A, VERSCHUREN W M, et al. Frailty is associated with elevated CRP trajectories and higher numbers of neutrophils and monocytes[J]. *Exp Gerontol*, 2019, 125: 110674.
- [7] 舒彩, 杜权. C 反应蛋白作为术后恢复炎症标志物的价值分析[J]. *检验医学与临床*, 2020, 17(1): 136-139.
- [8] CROOMS R C, GELFMAN L P. Palliative care and end-of-life considerations for the frail patient[J]. *Anesth Analg*, 2020, 130(6): 1504-1515.
- [9] LEE D H, BUTH K J, MARTIN B J, et al. Frail

- patients are at increased risk for mortality and prolonged institutional care after cardiac surgery[J]. *Circulation*, 2010, 121(8):973-978.
- [10] SILBERT B S, SCOTT D A. Informed consent in patients with frailty syndrome[J]. *Anesth Analg*, 2020, 130(6):1474-1481.
  - [11] 廖步程, 陈志聪, 黄绍农. 围手术期老年衰弱患者的评估与意义[J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2019, 40(5):475-480.
  - [12] 李秋萍, 韩斌如. 衰弱评估联合麻醉分级对老年患者术后并发症的预测研究[J]. *中华护理杂志*, 2019, 54(5):645-648.
  - [13] SIMCOX T, ANTOKU D, JAIN N, et al. Frailty syndrome and the use of frailty indices as a preoperative risk stratification tool in spine surgery: a review[J]. *Asian Spine J*, 2019, 13(5):861-873.
  - [14] MITNITSKI R A. Frailty in relation to the accumulation of deficits[J]. *J Gerontol A Biol Med*, 2007, 62(7):722-727.
  - [15] DENT E, KOWAL P, HOOGENDIJK E O. Frailty measurement in research and clinical practice: a review[J]. *Eur J Intern Med*, 2016, 31:3-10.
  - [16] KEHLER D S, THEOU O, ROCKWOOD K. Bed rest and accelerated aging in relation to the musculoskeletal and cardiovascular systems and frailty biomarkers: a review[J]. *Exp Gerontol*, 2019, 124:110643.
  - [17] MARTA I, GAMBINI J, CARNICERO J A, et al. Oxidative stress is related to frailty, not to age or sex, in a geriatric population: lipid and protein oxidation as biomarkers of frailty[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2014, 62(7):1324-1328.
  - [18] SHEPHERD J A, NG B K, SOMMER M J, et al. Body composition by DXA[J]. *Bone*, 2017, 104:101-105.
  - [19] BOUTIN R D, KATZ J R, CHAUDHARI A J, et al. Association of adipose tissue and skeletal muscle metrics with overall survival and post-operative complications in soft tissue sarcoma patients: an opportunistic study using computed tomography[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2020, 10(8):1580-1589.
  - [20] FUCHS G, THEVATHASAN T, CHRETIEN Y R, et al. Lumbar skeletal muscle index derived from routine computed tomography exams predict adverse post-extubation outcomes in critically ill patients[J]. *J Crit Care*, 2018, 44:117-123.
  - [21] KAPLAN S J, PHAM T N, ARBABI S, et al. Association of radiologic indicators of frailty with 1-Year mortality in older trauma patients: opportunistic screening for sarcopenia and osteopenia [J]. *JAMA Surg*, 2017, 152(2):e164604.
  - [22] TICINESI A, MESCHI T, NARICI M V, et al. Muscle ultrasound and sarcopenia in older individuals: a clinical perspective[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2017, 18(4):290-300.
  - [23] 胡建棣, 孙芳, 刘菲菲, 等. 实时剪切波弹性成像评估肌肉减少症患者骨骼肌弹性的价值[J]. *临床超声医学杂志*, 2020, 22(10):747-750.
  - [24] ABE T, BELL Z W, WONG V, et al. Skeletal muscle size distribution in large-sized male and female athletes [J]. *Am J Hum Biol*, 2020, e23473.
  - [25] BERGER J, BUNOUT D, BARRERA G, et al. Rectus femoris (RF) ultrasound for the assessment of muscle mass in older people[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2015, 61(1):33-38.
  - [26] KUYUMCU M E, HALIL M, KARA Ö, et al. Ultrasonographic evaluation of the calf muscle mass and architecture in elderly patients with and without sarcopenia[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2016, 65:218-224.
  - [27] 石银学, 愈卫锋. 促进术后康复的麻醉管理专家共识[J]. *中华麻醉学杂志*, 2015, 35(2):141-148.
  - [28] MCKENDRY J, CURRIER B S, LIM C, et al. Nutritional supplements to support resistance exercise in countering the sarcopenia of aging [J]. *Nutrients*, 2020, 12(7):2057.
  - [29] GIELEN E, BECKWEE D, DELAERE A, et al. Nutritional interventions to improve muscle mass, muscle strength, and physical performance in older people: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses [J]. *Nutr Rev*, 2021, 79(2):121-147.
  - [30] UCHMANOWICZ I, GOBBENS R J. The relationship between frailty, anxiety and depression, and health-related quality of life in elderly patients with heart failure[J]. *Clin Interv Aging*, 2015, 10:1595-1600.
  - [31] GRAHAM A, BROWN C H 4th. Frailty, aging, and cardiovascular surgery [J]. *Anesth Analg*, 2017, 124(4):1053-1060.
  - [32] 朱鸣雷, 黄宇光, 刘晓红, 等. 老年患者围手术期管理北京协和医院专家共识[J]. *协和医学杂志*, 2018, 9(1):36-41.