

衰弱老年人的人体成分及相关研究进展

刘晓燕, 姚晓东, 文淑敏, 刘晓冰

山西医科大学第五临床医学院全科医疗科, 太原 030000

[摘要] 衰弱是个体应激时依赖性和(或)死亡率增加的临床状态, 可能导致失能、失智、跌倒、死亡等不良后果, 是一种老年综合征。它是一个动态的过程, 个人可在不同状态间转换。人体成分如肌肉、脂肪、水分等会随着疾病的发生、发展而发生动态变化。该文概括了衰弱老年人人体成分具有低肌肉质量、高内脏脂肪量、低相位角等特点, 总结人体成分分析对衰弱识别及管理的作用。对老年人进行人体成分分析, 评估其与机体状况及临床表现的相关联系, 通过调整营养、水分摄入、增加运动、改善生活方式等综合干预, 可能使部分衰弱状态逆转, 从而提高老年人的生活质量并降低非必需的医疗费用。

[关键词] 衰弱; 肌减少症; 生活质量; 老年人; 综述

DOI: 10.3969/J.issn.1672-6790.2024.01.028

Research progress of body composition and related research in the frail elderly people

Liu Xiaoyan, Yao Xiaodong, Wen Shumin, Liu Xiaobing

Department of General Medical, the Fifth Clinical Medical College of Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, China

Corresponding author: Yao Xiaodong, Email: yaoxiaodong120@163.com

[Abstract] Frailty is a clinical condition characterized by individual dependence and/or increased mortality during periods of stress, which can result in adverse outcomes such as disability, dementia, falls and death. It represents a contemporary geriatric syndrome that involves dynamic processes with individuals transitioning between different states. Body composition, including muscle mass, fat distribution, and water content, undergoes dynamic changes in response to the occurrence and progression of diseases. This article provides an overview of body composition characteristics observed in frail elderly individuals, such as reduced muscle mass, elevated visceral fat mass, and decreased phase angle. Additionally, it highlights the role of body composition analysis in identifying and managing frailty. The article suggests that analyzing body composition allows for evaluating the relationship between body composition indices and overall health status or clinical manifestations among older adults. Comprehensive interventions like adjusting nutrient intake and hydration levels while increasing physical activity and improving lifestyle choices may potentially reverse certain aspects of frailty state, thereby enhancing quality of life for older adults while reducing unnecessary medical costs.

[Keywords] Frailty; Sarcopenia; Quality of life; Aged; Review

衰弱是“由于年龄相关的神经肌肉、代谢和免疫系统的生理储备下降, 从而更易受应激因素影响的状态”^[1], 它与跌倒、失能、谵妄、残疾等负面事件密切相关。导致衰弱的因素包括与衰老相关的生理变化、疾病、炎症、药物、代谢紊乱、营养不良及不良的生活方式等。衰弱的发病率随年龄的增长而增加, 我国老年人衰弱和衰弱前期的患病率分别为 9.5% 和 46.1%^[2]。

目前在临床上应用广泛的衰弱评估方法是

Fried 量表, 包括体重下降、行走时间、握力、体力活动及自感疲乏 5 个方面, 其中根据性别、身高、体重指数 (BMI) 对步速和握力的界值进行划分, 当满足至少 3 项时, 记为衰弱, 满足 1 项或 2 项为衰弱前期, 任何 1 项都不满足为健康状态, 其中, 把衰弱前期和健康状态统称为非衰弱。

人体成分是指机体组成的各种组分, 包含脂肪、肌肉、骨组织和水分等, 人们通常将人体成分分为两类: 脂肪成分和去脂成分。脂肪与去脂成分的含量

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2018YFC2002004)

作者简介: 刘晓燕, 硕士研究生, Email: 1580275797@qq.com

通信作者: 姚晓东, 副主任医师, Email: yaoxiaodong120@163.com

之和即为人体体重,正常情况下,人体内脂肪和去脂成分的含量及比例的相对均衡是维持健康的基本条件。当各组分含量及比例出现失衡时,人体即可表现出不同程度的症状或体征,甚至导致严重疾病。

人体成分和衰弱之间的关系是复杂而不清楚的。目前衰弱的诊断及疗效评价依靠各类量表及功能测试,带有一定的主观性、局限性,而应用生物电阻抗分析法进行的人体成分分析能更加直观地反映人体成分的变化。因此,本文将人体成分分析相关指标与衰弱的研究进展作一概述,旨在为衰弱的早期预防、诊断和干预提供帮助。

1 人体成分分析

人体成分评估技术从简单的间接测量,如腰臀比、卡尺到基于三维成像技术的复杂的直接体积测量;有一系列侵入性的方法,如注射积聚水或脂肪的药剂。本文将关注非侵入性的人体成分测量技术。

1.1 人体成分分析模型 最常用的研究人体成分的方法是采用五级模型,它将人体按照复杂程度分为五个层次:原子、分子、细胞、组织器官、全身。在人体成分评估中,研究最多的是全身、器官组织和分子水平^[3]。

1.2 人体成分分析法 人体测量法包括 BMI、腰围及皮褶厚度等测量。这些测量方法相对经济、快捷,但易出现人工误差,缺乏统一的临界标准。生物电阻抗分析(BIA)利用人体不同成分含水量及导电性的不同测定电阻抗,结合身高、体重、性别、年龄等数据,通过公式“计算”出身体细胞量(BCM)、细胞内液(ICW)等人体成分的含量,同时 BIA 还可将受试者数据精确到上、下、左、右肢体的各项健康指数,能够有效显示受试者的各项健康指标,但其测量的准确性易受饮水及活动水平的影响^[4]。双能 X 线吸收法(DEXA)能对人体内脂肪含量进行定量测量并评估脂肪区域分布,具有良好的重复性和准确性,还具有采集时间短,辐射暴露低,成本相对较低的优点^[5],但明显的水化受损状态也可能会影响 DEXA 的准确性^[6]。目前已将 DEXA 作为人体成分测定的“金标准”,广泛应用于临床^[7]。

超声基于回声反射提供了二维灰度图像来显示皮下脂肪、肌肉和骨骼,是腹部脂肪分析的准确、快速、可重复的方法,尽管能够在局部、简单和近距离地评估皮下和内脏脂肪区,但对其有效性存在不同的意见^[8]。计算机断层扫描(CT)根据 X 线穿过人体不同组织产生衰减的程度不同,识别脂肪、肌肉、

骨骼等密度不同组织,可以评价脂肪区域性分布。磁共振(MRI)可以准确辨别脂肪组织,根据扫描层面脂肪组织的面积、体积推算脂肪的含量,具有无创、安全、清晰度高的特点。不同测量方法有各自的优缺点,在临床工作中通常根据实际情况选用合适的测量方法。

2 衰弱老年人人体成分分析特点

对老年人的人体成分进行详细的评估是极为重要的。衰弱老年人大多分布于医院、养老机构及社区等环境,考虑到老年人的心理特点及活动能力,使用 BIA 分析人体成分,监测肌肉、脂肪质量等相关指标,具有操作简便、经济、安全等优点。

2.1 体重和 BMI 人体成分的总水分和去脂体重(FFM)随机体的衰老而不断减少^[9]。老年人常常出现体重的减轻,主要是身体细胞群和骨骼肌的减轻^[10],且女性多于男性^[11]。体重过轻可能发展为慢性疾病、营养不良和骨骼肌减少症,这增加了身体衰弱的风险。营养不良、恶病质和骨骼肌减少症也可能引起体重明显下降,这代表储备能力不足,是衰弱的关键组成部分。

BMI 是一种用于筛查和评估人群中营养不良、肥胖和健康身体组成的传统工具,但它受体型、骨骼、肌肉体重等多重因素的影响,并不反映体脂分布,因此不是个体水平上肥胖的可靠标志^[12]。一项研究发现 BMI 和衰弱之间存在 U 型关联,BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ 的肥胖老年人和 BMI $\leq 18.5 \text{ kg/m}^2$ 的消瘦老年人发生衰弱风险较高^[13]。

赵黎等^[14]发现 BMI 与衰弱老年人的全因死亡率间呈明显非线性关系且存在肥胖悖论,BMI $27.5 \sim 31.9 \text{ kg/m}^2$ 时衰弱老年人全因死亡率最低。国外有报道称,高龄时较高的 BMI 是抗氧化应激、炎症、营养不良、骨折和认知能力下降的保护性因素^[15]。然而,Ponti 等^[8]认为所报道的研究中取样和统计分析中的偏倚可能增加了其对死亡率的保护作用,其他没有受到以上偏倚影响的研究得出的结论是,超重或肥胖都会降低健康老龄化的机会。一项针对老年人高 BMI 对死亡风险影响的系统综述^[16]认为 BMI 在超重范围内与死亡风险增加无关,而肥胖与更高的死亡风险有显著联系,即高 BMI 对健康预期寿命有负面影响。

美国一项对住院患者的研究^[17]发现衰弱类别与 BMI 水平之间显著关联,调整混杂因素后,衰弱患者的死亡风险高于非衰弱患者;与正常体重患者

相比,超重患者如果处于非衰弱或衰弱前期,则具有生存优势,但如果处于衰弱期,则没有生存优势。

2.2 肌肉指标 人体肌肉水平可用骨骼肌质量指数(SMI)评估,该参数可以预测代谢综合征、肌肉减少症和胰岛素抵抗的风险。随着年龄增长,老年人群的肌肉质量和力量均呈下降趋势,肌少症患病率随之增加,肌肉量减少与步速减慢和身体平衡有关,与之相关的跌倒、失能等致残风险也呈上升趋势^[18]。Kołodziej 等^[19]发现衰弱前期老年人的肌肉质量明显低于非衰弱者,衰弱表型与四肢骨骼肌肉与功能质量具有较强的相关性。骨骼肌质量的损失是导致功能性损伤的众多原因之一,也是衰弱的标志之一,并与新型冠状病毒感染有关^[20-21]。肌少症是衰老过程中的一种表现,通过改善生活方式、调整营养、增加运动等综合干预,期间通过人体成分分析仪监测肌肉水平,有的放矢地调整方案,可以延缓甚至逆转肌少症和衰弱的发生和发展^[22-23]。

2.3 脂肪量 内脏脂肪是一种特殊的腹部脂肪,它隐藏在腹部深处并围绕着内脏器官,对内脏起着支撑、稳定和保护的作用。大量的内脏脂肪与心脏疾病风险增加、2 型糖尿病、肝脏疾病及癌症有关,而肌肉脂肪的增加与胰岛素抵抗和 2 型糖尿病的风险增加和活动能力降低有关^[24]。Li 等^[25]研究显示内脏脂肪肥胖的中老年人发生衰弱的风险较高。衰弱与较高的内脏脂肪面积相关,但与 BMI 或腰臀比无关。衰弱评分与女性的内脏脂肪面积和 BMI 呈正相关,但与男性无关。对内脏脂肪量高的老年患者进行针对性的人体成分分析,并根据其分析结果进行饮食、锻炼等多方面措施的干预,更有助于有效调控脂代谢状态,实现针对性的治疗改善效果。

一般来说,腰围较 BMI 可以更准确地反映腹部肥胖。在老年人中,腹部肥胖与衰弱的发生率比全身肥胖更密切相关:在腰围正常人群中,只有体重不足的人群衰弱的风险更高。而腰围较大的老年人更容易衰弱。老年人的衰弱可能与代谢紊乱密切相关,考虑到高腰围与代谢紊乱的密切关系,腰围可能是比 BMI 更好的评估衰弱方法^[26]。Xu 等^[27]研究发现身体衰弱的老年住院患者具有体重过轻、腰围高、体脂质量高、骨骼肌质量低的特点。Liu 等^[28]研究发现 BMI 高和中心性肥胖对认知障碍有综合影响,腰臀比与认知障碍的相关性强于腰围。

2.4 细胞外水分比率 人体中的水分称为身体总水分(TBW),由细胞内液和细胞外液(ECW)构成,

如果两者分布比例均衡,则人体内环境保持稳定,若两者分布失调,则会引起机体水代谢紊乱的现象。在健康个体中,ECW/TBW 比值为 0.36 ~ 0.38^[29]。ECW/TBW 作为一个水肿的指标,它引起了肥胖、营养不良和电解质异常等领域的关注,特别是作为包括透析在内的各种过程的预后指标^[30]。高 ECW/TBW 比值代表水从细胞内向细胞外的运动,可能由于营养不良导致细胞膜发生变化。这反映了由于身体活动不良和水稳态紊乱而导致的骨骼肌质量或 BMI 较低^[31]。根据研究^[32]显示,ECW/TBW 是一个与骨骼肌减少症和衰弱相关的指标,也有其他研究^[33]将运动器官综合征与 ECW/TBW 联系起来。人体成分分析能监测老年慢性肾脏病患者、高血压患者体内水分的分布情况,指导调节干体重,平衡液体负荷;另一方面,老年慢性病患者容易存在蛋白质-能量营养不良,人体成分分析可评估其营养状况,从而指导加强营养支持^[34]。

2.5 身体细胞量 身体细胞量显示的是人体器官内所有含水分和蛋白质的细胞数量,主要用于评价人体营养状况。研究^[35]发现血液透析患者中低骨骼肌质量指数组较正常骨骼肌质量指数组身体细胞量低,骨骼肌质量指数与年龄呈负相关,与骨矿物质含量、BMI、相位角、BCM 等营养指标呈正相关。Talluri 认为 BCM 可以引申出一个营养指数:体细胞质量指数(BCMI) = BCM/身高²,与 BMI 相比,BCMI 与老年人群中白蛋白等重要标志物显著相关^[36]。目前多数衰弱评估量表包含营养状况这一指标,且营养补充是有效干预衰弱的重要手段^[37]。

2.6 基础代谢率 能量代谢和身体组成密切相关,而基础代谢率(BMR)是总能量消耗的最大组成部分,因此它可提供一些关于患者的能量代谢、身体表现、活跃组织的线索。活跃的组织器官是基础代谢率的主要贡献者,而骨骼肌是消耗整个人体所需的大部分能量的主要组织^[38]。由于骨骼肌减少症中的骨骼肌损失,BMR 在 20 ~ 70 岁之间下降了约 30%^[39]。研究认为高 BMR 是高死亡率的危险因素,男性和女性之间的性别和激素差异是 BMR 的重要贡献因素。Soysal 等^[40]研究认为较低的 BMR 与老年男性骨骼肌减少症和衰弱的较高患病率相关。Teresa 则认为较高的 BMR 对健康结果有不同的影响,一种是由于多系统衰退和线粒体功能降低导致的不佳的健康状况,如由于能量储备减少而出现慢性疾病和较高的死亡风险;另一种是由于体力活动

程度的提高导致的肌肉质量增加,在这些人中,较高的 BMR 与不良的健康结果呈负相关;在衰弱前和衰弱老年人组中观察到一个 BMR 较高的特定组,其残疾和行动能力下降的风险较低,表明 BMR 可以用于早期识别年老衰弱人群中适应力强的群体,从而降低衰弱相关不良后果的风险^[41]。

2.7 相位角 (PhA) PhA 被认为是水分分布 (ECW/ICW) 和 BCM 的表征,与细胞膜健康状态相关,反映细胞的功能和细胞内外水分的分布情况^[42]。因此,高 PhA 表明更高的细胞密度、更好的细胞完整性和细胞功能^[43]。PhA 值的变化可能与年龄、性别、种族、身体成分、体力活动水平、肥胖等因素有关^[44]。

研究^[45-47]发现,PhA 与骨骼肌质量指数、肌肉力量及功能呈正相关,可作为肌少症的预测因子,随年龄增长而下降^[48],这与已知的 BCM 和 ECW/ICW 比值随年龄增长而发生的生理变化一致。也有研究^[49]认为 PhA 仅与肌肉力量相关,与肌少症的其他指标无关。此外,EWGSOP 2019 年对肌少症的共识表明 PhA 被视为一个全面评估肌肉质量的指标^[50]。

PhA 随疾病、炎症、营养不良和长期缺乏体力活动而减少,并与各种慢性疾病的生活质量受损和预后不良相关^[51-53]。有研究^[54]将 PhA 用于评定疾病的营养状况以及预测肿瘤、外伤、肝肾衰竭等临床疾病的预后和死亡率。在墨西哥的一项队列研究^[55]中发现,即使在控制了年龄、性别、BMI 和合并症后,低 PhA 也与衰弱有关。一项针对老年人的小型前瞻性研究^[56]显示,PhA 每增加一个单位,衰弱改善的概率增加 4.53 倍。低 PhA 是各种疾病死亡率的强独立预测指标,并且还与基线时健康的老年人的残疾发生率较高以及跌倒有关^[34]。

3 总结与展望

衰弱是动态可逆的,衰弱前期比衰弱期更容易逆转到非衰弱状态^[57],衰弱前期患者较衰弱患者有更强的复原力^[58]。衰弱前期的老年人虽不表现出特殊的临床症状,但躯体功能可能已经开始下降,衰弱前期与失能、生活质量降低和不良结局密切相关^[59],考虑到失能、残疾等的风险及其带来的经济负担和损害,早期识别衰弱前期并消除相关的风险因素势在必行,人体成分的评估监测将作为如何改善衰弱的新兴领域。

人体成分的评估不仅可以更早识别衰弱前期,也会使老年衰弱患者具有更加个性化的治疗方案。由于肌肉减少症对老年人的生存和生活质量产生重

大影响,保护或增加肌肉质量,优化治疗方案的针对性和有效性,现在被认为是衰弱干预的重要组成部分^[60-62]。尽管运动及营养干预的标准化在短期内缓解患者不良症状、促进功能康复已取得一定的成果,人们对人体成分的认识也进一步深化,但是仍需要更多的研究来完善准确评估衰弱患者人体成分的方法,并不断改进相关仪器,以监测干预后脂肪、肌肉和骨组织的变化。另外,不同衰弱程度的患者在治疗或干预的不同阶段身体成分亦可能存在差异,因此,利用人体成分分析评估老年人肌肉量和脂肪储备的分布上的独特优势,指导调整膳食蛋白质、脂类、碳水化合物供能比,指导制订运动干预方案以提高肌肉量,将有利于对老年人进行健康的科学管理。期待这一努力的实现以增加衰弱干预的有效性、提高老年人的依从性,并精准预判衰弱患者的临床生存结局。

人体成分的有效监测衰弱患者营养状况、肌肉脂肪变化以及恶病质的重要指标和依据,运用科学合适的量表、人体成分分析仪等手段进行衰弱识别及动态监测,评估老年衰弱及衰弱前期患者的状况,提前实施有效的健康宣教及干预措施,将会减少其发展为不良结局的风险,节约医疗资源,提高生活质量。

参考文献

- [1] WALSTON J, HADLEY E C, FERRUCCI L, et al. Research agenda for frailty in older adults: toward a better understanding of physiology and etiology: summary from the American Geriatrics Society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults[J]. J Am Geriatr Soc, 2006, 54(6): 991-1001.
- [2] ZENG X Z, MENG L B, LI Y Y, et al. Prevalence and factors associated with frailty and pre-frailty in the older adults in China: a national cross-sectional study[J]. Front Public Health, 2023, 11: 1110648.
- [3] PONTI F, SANTORO A, MERCATELLI D, et al. Aging and imaging assessment of body composition: from fat to facts[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2019, 10: 861.
- [4] DEHGHAN M, MERCHANT A T. Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? [J]. Nutr J, 2008, 7: 26.
- [5] GUERRI S, MERCATELLI D, APARISI GÓMEZ M P, et al. Quantitative imaging techniques for the assessment of osteoporosis and sarcopenia[J]. Quant Imaging Med Surg, 2018, 8(1): 60-85.
- [6] BAZZOCCHI A, PONTI F, ALBISINNI U, et al. DXA: technical aspects and application[J]. Eur J Radiol, 2016, 85(8): 1481-1492.
- [7] GUGLIELMI G, PONTI F, AGOSTINI M, et al. The role of DXA in sarcopenia[J]. Aging Clin Exp Res, 2016, 28(6): 1047-1060.

- [8] PONTI F, SANTORO A, MERCATELLI D, et al. Aging and imaging assessment of body composition; from fat to facts [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2019, 10: 861.
- [9] STEEN B. Body composition and aging [J]. *Nutr Rev*, 1988, 46 (2): 45-51.
- [10] ROUBENOFF R. Sarcopenia and its implications for the elderly [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2000, 54 (Suppl 3): S40-47.
- [11] PEREIRA DA SILVA A, MATOS A, VALENTE A, et al. Body composition assessment and nutritional status evaluation in men and women portuguese centenarians [J]. *J Nutr Health Aging*, 2016, 20 (3): 256-266.
- [12] GONZALEZ M C, CORREIA M, HEYMSFIELD S B. A requiem for BMI in the clinical setting [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2017, 20 (5): 314-321.
- [13] RIETMAN M L, VAN DER A D L, VAN OOSTROM S H, et al. The association between BMI and different frailty domains: a u-shaped curve? [J]. *J Nutr Health Aging*, 2018, 22 (1): 8-15.
- [14] 赵黎, 徐畅, 陈飞, 等. BMI 对衰弱老年人全因死亡率影响的剂量-反应 Meta 分析 [J]. *中国循证医学杂志*, 2021, 21 (6): 654-661.
- [15] LEE H J, KIM H K, HAN K D, et al. Age-dependent associations of body mass index with myocardial infarction, heart failure, and mortality in over 9 million Koreans [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2022, 29 (10): 1479-1488.
- [16] NG T P, JIN A, CHOW K Y, et al. Age-dependent relationships between body mass index and mortality: singapore longitudinal ageing study [J/OL]. *PLoS One*, 2017, 12 (7): e0180818. DOI:10.1371/journal.pone.0180818.
- [17] SOH Y, WON C W. Sex differences in association between body composition and frailty or physical performance in community-dwelling older adults [J/OL]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100 (4): e24400. DOI:10.1097/MD.00000000000024400.
- [18] 周璇, 陈文英, 张珊, 等. 社区老年人不同程度肌少症与跌倒风险的关系研究 [J]. *中华全科医学*, 2021, 19 (5): 821-824, 845.
- [19] KOŁODZIEJ M, SEBASTJAN A, IGNASIAK Z. Appendicular skeletal muscle mass and quality estimated by bioelectrical impedance analysis in the assessment of frailty syndrome risk in older individuals [J]. *Aging Clin Exp Res*, 2022, 34 (9): 2081-2088.
- [20] MORLEY J E, KALANTAR-ZADEH K, ANKER S D. COVID-19: a major cause of cachexia and sarcopenia? [J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2020, 11 (4): 863-865.
- [21] BARAZZONI R, BISCHOFF S C, BREDA J, et al. ESPEN expert statements and practical guidance for nutritional management of individuals with SARS-CoV-2 infection [J]. *Clin Nutr*, 2020, 39 (6): 1631-1638.
- [22] 陈恒亭, 马信龙, 马剑雄, 等. 肌肉减少症运动疗法 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2017, 10 (6): 582-588.
- [23] 金鑫, 马晓妍, 张静, 等. 综合干预对肌少症患者生活质量及预后的影响研究 [J]. *中国现代医学杂志*, 2016, 26 (23): 99-103.
- [24] BORGA M, WEST J, BELL J D, et al. Advanced body composition assessment; from body mass index to body composition profiling [J]. *J Investig Med*, 2018, 66 (5): 1-9.
- [25] LI B, LI Y, ZHANG Y, et al. Visceral fat obesity correlates with frailty in middle-aged and older adults [J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2022, 15: 2877-2884.
- [26] LIAO Q, ZHENG Z, XIU S, et al. Waist circumference is a better predictor of risk for frailty than BMI in the community-dwelling elderly in Beijing [J]. *Aging Clin Exp Res*, 2018, 30 (11): 1319-1325.
- [27] XU L, ZHANG J, SHEN S, et al. Association between body composition and frailty in elder inpatients [J]. 2020, 15: 313-320.
- [28] LIU Z, YANG H, CHEN S, et al. The association between body mass index, waist circumference, waist-hip ratio and cognitive disorder in older adults [J]. *J Public Health (Oxf)*, 2019, 41 (2): 305-312.
- [29] HOFFER E C, MEADOR C K, SIMPSON D C. Correlation of whole-body impedance with total body water volume [J]. *J Appl Physiol*, 1969, 27 (4): 531-534.
- [30] NISHIKAWA H, YOH K, ENOMOTO H, et al. Extracellular water to total body water ratio in viral liver diseases: a study using bioimpedance analysis [J]. *Nutrients*, 2018, 10 (8): 1072.
- [31] YOSHIDA M, ASAGIRI K, FUKAHORI S, et al. The utility of a phase angle analysis in patients with severe motor and intellectual disabilities [J]. *Brain Dev*, 2017, 39 (7): 557-563.
- [32] TANAKA S, ANDO K, KOBAYASHI K, et al. Relationship between locomotive syndrome and body composition among community-dwelling middle-age and elderly individuals in Japan: the Yaku-mo study [J]. *Mod Rheumatol*, 2019, 29 (3): 491-495.
- [33] TANAKA S, ANDO K, KOBAYASHI K, et al. Higher extracellular water-to-total body water ratio more strongly reflects the locomotive syndrome risk and frailty than sarcopenia [J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2020, 88: 104042.
- [34] 蔡晓璐, 章婧, 张亚兰, 等. 人体成分分析在慢性病健康管理应用的研究进展 [J]. *中国医药导报*, 2023, 20 (5): 38-41, 46.
- [35] 谢蒙蒙, 马春园, 蔡忠林, 等. 骨骼肌质量指数与血液透析患者营养指标的相关性分析 [J]. *实用临床医药杂志*, 2021, 25 (23): 86-88, 94.
- [36] TALLURI T. Qualitative human body composition analysis assessed with bioelectrical impedance [J]. *Coll Antropol*, 1998, 22 (2): 427-432.
- [37] HSIEH T J, SU S C, CHEN C W, et al. Correction to: Individualized home-based exercise and nutrition interventions improve frailty in older adults: a randomized controlled trial [J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2019, 16 (1): 136.
- [38] KALYANI R R, CORRIERE M, FERRUCCI L. Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2014, 2 (10): 819-829.
- [39] CHAU D, CHO L M, JANI P, et al. Individualizing recommendations for weight management in the elderly [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2008, 11 (1): 27-31.
- [40] SOYSAL P, ATES BULUT E, YAVUZ I, et al. Decreased basal

- metabolic rate can be an objective marker for sarcopenia and frailty in older males[J]. J Am Med Dir Assoc, 2019, 20(1):58-63.
- [41] FLORES RUANO T, HOOGENDIJK E O, ROMERO RIZOS L, et al. Resting metabolic rate in relation to incident disability and mobility decline among older adults; the modifying role of frailty[J]. Aging Clin Exp Res, 2023, 35(3):591-598.
- [42] 宁华英, 赵崇法, 齐玉梅, 等. 相位角预测手术病人营养风险及住院时间[J]. 肠外与肠内营养, 2017, 24(5):296-300.
- [43] LUKASKI H C, KYLE U G, KONDRUP J. Assessment of adult malnutrition and prognosis with bioelectrical impedance analysis: phase angle and impedance ratio[J]. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2017, 20(5):330-339.
- [44] BALLARIN G, VALERIO G, ALICANTE P, et al. Bioelectrical impedance Analysis (BIA)-derived phase angle in children and adolescents: a systematic review[J]. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 2022, 75(2):120-130.
- [45] MIURA T, MATSUMOTO Y, KAWAGUCHI T, et al. Low phase angle is correlated with worse general condition in patients with advanced cancer[J]. Nutr Cancer, 2019, 71(1):83-88.
- [46] ESPIRITO SANTO SILVA D D, WAITZBERG D L, PASSOS DE JESUS R, et al. Phase angle as a marker for sarcopenia in cirrhosis[J]. Clin Nutr ESPEN, 2019, 32:56-60.
- [47] KILIC M K, KIZILARSLANOGLU M C, ARIK G, et al. Association of bioelectrical impedance analysis-derived phase angle and sarcopenia in older adults[J]. Nutr Clin Pract, 2017, 32(1):103-109.
- [48] YAMADA Y, BUEHRING B, KRUEGER D, et al. Electrical properties assessed by bioelectrical impedance spectroscopy as biomarkers of age-related loss of skeletal muscle quantity and quality[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2017, 72(9):1180-1186.
- [49] DOS REIS A S, SANTOS H O, LIMIRIO L S, et al. Phase angle is associated with handgrip strength but not with sarcopenia in kidney transplantation patients[J]. J Ren Nutr, 2019, 29(3):196-204.
- [50] CRUZ-JENTOFT A J, BAEYENS J P, BAUER J M, et al. Sarcopenia: european consensus on definition and diagnosis; report of the European Working Group on sarcopenia in older people[J]. Age and ageing, 2010, 39(4):412-423.
- [51] BERING T, DINIZ K, COELHO M, et al. Bioelectrical impedance analysis-derived measurements in chronic hepatitis C: clinical relevance of fat-free mass and phase angle evaluation[J]. Nutr Clin Pract, 2018, 33(2):238-246.
- [52] DE BLASIO F, DI GREGORIO A, DE BLASIO F, et al. Malnutrition and sarcopenia assessment in patients with chronic obstructive pulmonary disease according to international diagnostic criteria, and evaluation of raw BIA variables[J]. Respir Med, 2018, 134:1-5.
- [53] PENA N F, MAURICIO S F, RODRIGUES A, et al. Association between standardized phase angle, nutrition status, and clinical outcomes in surgical cancer patients[J]. Nutr Clin Pract, 2019, 34(3):381-386.
- [54] BAUMGARTNER R N, CHUMLEA W C, ROCHE A F. Bioelectric impedance phase angle and body composition[J]. Am J Clin Nutr, 1988, 48(1):16-23.
- [55] ROSAS-CARRASCO O, RUIZ-VALENZUELA R E, LÓPEZ-TEROS M T. Phase angle cut-off points and their association with sarcopenia and frailty in adults of 50-64 years old and older adults in Mexico city[J]. Front Med (Lausanne), 2021, 8:617126.
- [56] ZANFORLINI B M, TREVISAN C, BERTOCCO A, et al. Phase angle and metabolic equivalents as predictors of frailty transitions in advanced age[J]. Exp Gerontol, 2019, 122:47-52.
- [57] LIU Z Y, WEI Y Z, WEI L Q, et al. Frailty transitions and types of death in Chinese older adults: a population-based cohort study[J]. Clin Interv Aging, 2018, 13:947-956.
- [58] LU Z H, LAM F, LEUNG J, et al. The resilience and the subsequent hospitalization of older people with different frailty status: a prospective cohort study[J]. J Am Med Dir Assoc, 2022, 23(10):1718.
- [59] SEZGIN D, O'DONOVAN M, WOO J, et al. Early identification of frailty: developing an international delphi consensus on pre-frailty[J]. Arch Gerontol Geriatr, 2022, 99:104586.
- [60] 毕江涵, 康琳, 洪婷婷, 等. 衰弱-肌少症门诊患者现况与干预效果分析[J]. 中国临床保健杂志, 2023, 26(1):17-21.
- [61] 马彩莉, 黄武, 刘幼硕. 寻找高质量防控老年衰弱与失能的答案[J]. 中国临床保健杂志, 2023, 26(1):22-24.
- [62] 李一平, 丁晶晶, 徐仲卿. 分级诊疗模式下的团队照护对社区衰弱综合征患者的管理效果研究[J]. 中国临床保健杂志, 2022, 25(4):468-471.

(收稿日期:2023-09-10)