·综　　述· DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.20.019

人体成分分析在营养评估中的临床应用研究进展*

张　芬 综述,姚晓东△ 审校

山西医科大学附属山西省人民医院全科医疗科,山西太原 030012

摘　要:人体成分分析作为现代营养评估的核心技术能精确量化脂肪、瘦体组织,以及骨骼肌质量、体液分布等多维度指标,有效弥补了传统体质量指数与生化检验在区分上述指标的显著局限性。该文系统综述了该技术的理论基础、检测方法及其临床价值。近年来,包括相位角、生物电阻抗矢量分析,以及细胞外水分与全身水分比值等生物电阻抗衍生参数,展现出超越传统指标的早期预警能力,可在体质量变化前提示细胞完整性下降,且与化疗毒性、病死率等临床结局独立相关。另外该技术在老年患者、慢性疾病、危重症等特殊人群的营养评估方面也显示出独特优势,广泛用于肌少症、肌肉减少性肥胖、液体负荷异常的筛查与诊断。针对营养评估,与传统筛查工具的分步整合策略,可实现从普遍筛查到精准干预的完整临床路径,指导精准营养医学实践发展。尽管目前该技术仍面临设备差异及参考标准不统一等挑战,但随着技术不断发展完善,人体成分分析在营养医学领域的应用前景广阔,将为精准营养、改善患者临床结局发挥重要作用。

关键词:人体成分分析;　营养评估;　生物电阻抗分析;　精准营养

中图法分类号:R151;R445　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1672-9455(2026)20-2862-07

Research progress of clinical application of human body composition analysis in nutritional assessment*

Zhang Fen, *Yao Xiaodong*△

Department of General Medicine, *Shanxi Provincial People's Hospital Affilliated to Shanxi Medical University*, *Taiyuan*, *ShanXi* 030012, *China*

Abstract: Body composition analysis, as a core technology in modern nutritional assessment, precisely quantifies multidimensional indicators including fat mass, lean body mass, skeletal muscle mass, and body fluid distribution, effectively overcoming the significant limitations of traditional body mass index and biochemical tests in distinguishing these components. This review systematically summarizes the theoretical basis, measurement techniques, and clinical applications of this technology. In recent years, bioelectrical impedance analysis-derived parameters-including phase angle, bioelectrical impedance vector analysis, and extracellular water-to-total body water ratio-have demonstrated early warning capabilities superior to traditional indicators, signaling reduced cellular integrity before changes in body weight occur, and are independently associated with clinical outcomes such as chemotherapy toxicity and mortality. Furthermore, this technology shows unique advantages in nutritional assessment of special populations, including elderly patients, those with chronic diseases, and critically ill individuals, and is widely applied in the screening and diagnosis of sarcopenia, sarcopenic obesity, and abnormal fluid load. Regarding nutritional assessment, a stepwise integration strategy with traditional screening tools enables a complete clinical pathway from universal screening to precise intervention, guiding the development of precision nutrition practice. Although this technology still faces challenges such as equipment variability and lack of unified reference standards, with continuous technological advancement, body composition analysis holds broad prospects in the field of nutritional medicine and will play an increasingly important role in precision nutrition and improving patients' clinical outcomes.

Key words: body composition analysis;　nutritional assessment;　bioelectrical impedance analysis;　precision nutritio

---

*　**基金项目**:国家重点研发计划项目(2018YFC2002004)。

△　**通信作者**,E-mail:yaoxiaodong120@163.com。

中文引用格式:张芬,姚晓东. 人体成分分析在营养评估中的临床应用研究进展[J]. 检验医学与临床,2026,23(20):2862-2868.

英文引用格式:Zhang F, Yao X D. Research progress of clinical application of human body composition analysis in nutritional assessment [J]. Lab Med Clin, 2026, 23(20): 2862-2868.

营养状况评估作为临床诊疗实践中的核心环节，对疾病预防、治疗方案制订、预后评估具有重要指导意义。准确的营养状况评估不仅有助于早期识别营养风险，更是实现个体化精准营养干预的前提条件[1]。当前，营养评估正从传统经验判断向循证精准模式转变。

以体质量指数（BMI）和生化检验为代表的传统营养评估手段，虽简便低廉，但难以区分脂肪组织（FM）与瘦体组织（LBM），无法准确评估骨骼肌质量（SMM）等关键营养指标，且易受水肿、炎症反应等因素干扰，导致评估结果的准确性和可靠性受到质疑[2]。在此背景下，人体成分分析技术应运而生，其通过先进的检测手段精确量化人体内 FM、LBM、SMM、体液分布等多维度指标，具有客观性强、灵敏度高等显著优势，为营养不良的早期诊断、个体化治疗、干预效果监测、营养相关并发症预测提供了科学支撑[3]。从而有助于临床医生精准把握患者营养代谢状态，改善其临床结局与生活质量。现将人体成分分析技术的理论基础、检测方法及其临床应用价值综述如下。

1　人体成分分析概述

1.1　人体成分分析的理论基础　人体成分分析的理论基础建立在对人体各组分精确量化的认识之上。人体成分主要由 FM、LBM、SMM、体液等基本构成要素组成，这些组分在维持机体正常生理功能和营养代谢平衡中发挥着不同而重要的作用[3]。在分析模型的发展中，传统的两组分模型将人体简化为 FM 和去脂体质量（FFM）。三组分模型进一步将 FFM 分解为瘦体软组织和骨骼矿物质，而当前被广泛认可的四组分模型则将人体成分划分为脂肪、蛋白质、矿物质、体液 4 个独立组分，为精准的人体成分评估奠定了坚实的理论基础[4]。

1.2　人体成分分析方法　现代人体成分分析技术涵盖了多种检测手段，其原理和适用场景各异，为应用场景提供了不同选择。生物电阻抗分析（BIA）技术基于不同组织导电性差异，通过测量电流阻抗变化评估人体成分，具有操作简便、无创、成本低等优势，适合大规模筛查及动态监测[5]。双能 X 射线吸收测定法依据不同能量 X 射线在组织中吸收差异，精确测定骨密度、LBM 和 FM 的水平及分布，被认为是人体成分分析的参考标准之一，广泛用于骨质疏松和肌少症的评估[6]。CT 可精确测量特定解剖位置（尤其是第三腰椎水平）的肌肉面积与脂肪分布，已成为评估全身肌肉质量和内脏脂肪水平的重要方法[7]，其在肿瘤患者营养评估、外科手术风险预测等领域具有独特价值[8]。

1.3　人体成分参数的营养学意义　人体成分分析技术的发展为营养评估提供了多维度的量化手段。通过对脂肪、肌肉、体液等指标的综合分析，临床医生能更精准地评估患者营养状况，制订个体化干预策略并动态监测疗效，从而为精准营养医学实践奠定了技术基础。FM 的水平与分布具有重要临床意义。脂肪质量指数既反映机体能量储备，也是评估代谢疾病风险的重要指标[9]。内脏脂肪过度堆积与胰岛素抵抗、慢性炎症、代谢综合征密切相关[10]。FM 的动态变化兼具预后评估价值，在恶性肿瘤中，FM 过度消耗提示与患者不良预后相关；而在心血管疾病中，适度的脂肪储备可能具有保护作用，体现了“肥胖悖论”的复杂性[11]。LBM 是评估机体蛋白质营养状况的核心指标。其质量指数可敏感反映氮平衡状态，是诊断蛋白质-能量营养不良的重要依据[12]。LBM 的减少不仅会降低机体基础代谢率，还损害免疫功能、创伤愈合和生活质量[13]。在外科患者中，术前 LBM 水平与术后并发症和康复速度显著相关[14]。而其在慢性病管理中的动态变化可客观评估营养干预效果，为治疗方案调整提供参考依据[15]。骨骼肌组织作为 LBM 的主要组成部分，在营养评估中具有独特临床价值[16]。SMM 指数（SMI）是诊断肌肉减少症的核心指标，其减少直接影响运动功能、代谢能力和生活质量。在肿瘤患者中，骨骼肌密度变化与化疗耐受性、疗效、生存预后密切相关。检测四肢 SMM 指标能排除躯干 FM 和内脏干扰，更准确实用[17]。体液分布状况在营养评估中占据重要地位，细胞内外液体平衡直接反映机体细胞功能状态[18]。细胞内液比例降低提示细胞膜完整性受损或细胞代谢功能障碍，是早期营养不良的敏感指标。BIA 可精确评估体液分布，为营养评估提供关键信息。相位角（PA）作为重要参数，可以反映细胞膜完整性和离子分布状况[19]。Norman 等[20]研究表明，标准化 PA 是营养失衡、功能受损、生存预后的独立预测因子，低 PA 与不良营养状态和预后相关。

2　人体成分分析在营养状况评估中的临床应用

2.1　营养不良的识别与诊断　人体成分分析技术在营养不良的早期识别与精确诊断方面发挥着不可替代的作用，其检测精度和临床应用价值远超传统营养评估方法。传统使用 BMI、血清清蛋白等指标在识别营养不良方面存在显著局限性，而人体成分分析能提供更为全面、准确的营养状态信息[21]。

2.1.1　传统营养评估方法的局限性与人体成分分析的优势　Campillo 等[22]发现，BMI＜20 kg/m^2 在老年患者和肿瘤患者中具有较高的灵敏度来诊断严重营养不良，但存在严重腹水的肝硬化、心血管、神经系统疾病患者中灵敏度较低，揭示了传统 BMI 指标在特殊患者群体中的诊断局限性，特别是存在体液潴留的情况下，BMI 无法准确反映真实的营养状况。而

BIA 作为人体成分评估的核心技术展现出独特的临床价值，其测得的 PA 和细胞外水分（ECW）与全身水分（TBW）比值已被证实为能敏感反映机体营养状况变化的客观参数[23]。在炎症性肠病患者中，有研究表明，人体成分分析与营养不良风险问卷的联合应用显示出显著的临床价值，有 27.7%的患者被检测出有肌肉减少症风险，然而其中 1/3 的患者通过营养不良通用筛查工具并未被认为存在风险[24]，这一发现强调了人体成分分析在传统筛查工具基础上的重要补充作用。针对克罗恩病患者的研究同样表明，人体成分分析在评估初诊克罗恩病患者营养状况方面发挥了重要作用[25]。在肿瘤患者中相关研究也已证实人体成分分析在营养评估中的应用价值[26]。此外，现代营养医学面临着双重营养负担的挑战，即营养不良与超重/肥胖并存的复杂情况。新概念指出，肌肉减少性肥胖（SO）是一种新的异常人体成分表型[27]，即肥胖与肌肉减少共存，其广泛存在于不同的 BMI 范围中，常隐匿存在，诊断十分困难。而人体成分分析在评估这一现象中发挥了关键作用，为临床决策提供重要依据[28]。

2.1.2　BIA 衍生参数的技术进展及其临床应用价值　传统 BIA 依赖经验回归方程估算人体成分，其准确性受限于人群特异性。近年来的技术突破在于从“间接估算”转向“直接测量”—PA 和生物电阻抗矢量分析（BIVA）等原始参数不依赖于任何方程，直接从电阻（R）和电抗（Xc）计算得出。PA 由公式 PA＝arctan（Xc/R）×（180°/π）计算。Kong 等[29]研究证实，低 PA 患者生存概率降低 27%，亚洲人群预测价值更高，且不同癌种（头颈、结直肠、肺癌、胰腺癌等）和不同治疗类型均未改变其预后评估价值，提示 PA 有潜力成为肿瘤护理中非侵入性、低成本的预后评估工具。BIVA 是 BIA 技术的重要延伸，其直接在 R-Xc 图上绘制标准化矢量，无需回归方程。有研究表明，矢量位于新 95th 椭圆之外者死亡风险显著增加，未来建议将更新版 BIVA 椭圆纳入常规预筛查流程，以优化临床营养评估与干预方法[30]。ECW/TBW 则是另一个重要的 BIA 衍生参数。有研究发现，ECW/TBW≥0.40 被证实为营养不良和不良预后的独立危险因素[31]。相关研究进一步证实，ECW/TBW 高比值的患者总体生存期显著降低[32]。值得强调的是，上述参数的优势在于其能在体质量及 BMI 变化前早期捕捉亚临床营养恶化信号，为临床决策提供了前瞻性预警信息。

2.1.3　BIA 衍生参数超越传统营养评估的预后预测价值　传统营养评估工具如营养风险筛查 2002（NRS-2002）等主要依赖病史采集和体格检查，而 BIA 衍生参数能直接量化细胞层面的健康状态，提供传统筛查工具无法获得的独立预后信息。PA 的独立预后预测价值已在多个临床场景中得到验证。一项多中心前瞻性研究评估了 BIA 衍生参数对剂量限制性毒性（DLT）的预测能力，结果显示，标准化 PA 与 DLT 风险显著相关，证实 BIA 衍生参数不仅与生存独立相关，还与治疗毒性显著相关[33]。BIVA 的矢量偏移为住院患者的风险分层提供了量化工具。Guerrini 等[30]通过将患者的生物阻抗矢量定位于更新版耐受椭圆中，明确划分了特定的死亡风险区域。这一方法直接通过矢量的空间位置判断患者的营养和预后状态，具有高度的标准化潜力。ECW/TBW 的阈值效应为临床决策提供了明确的量化依据。ECW/TBW≥0.40 这一阈值在多项研究中被反复验证为营养不良和不良预后的独立危险因素[31]。该阈值可在常规临床实践中作为启动营养干预和液体管理的客观触发指标。

2.2　特殊人群营养状况的精准评估　特殊人群的营养状况评估需采取针对性的评估策略和参考标准，人体成分分析技术在不同人群中的应用特点和临床价值存在显著差异。现代营养医学实践表明，年龄、疾病状态、生理条件等因素均会影响人体成分分析结果的解释和临床应用。

2.2.1　人体成分分析在老年人群营养评估中的不可替代性　对于老年人群，人体成分分析需采用无创、经济、安全、简单且需患者最少配合的技术。BMI 和腰围作为整体和中心性肥胖的指标被广泛使用，但在老年人群中缺乏统一的界值标准，且人体成分的变化（特别是肌肉质量减少）往往被正常的 BMI 值和腰围值所掩盖[34]。SO 是老年人群中最为典型的隐匿性体成分异常表现，其特征为 SMM 下降与 FM 过度蓄积同时存在，而非二者的简单叠加[27]。SO 广泛存在于不同 BMI 范围中，在老年人群中尤为显著。国外一项横断面研究采用 BIA 评估了 SO，结果显示，SO 患病率为 24.5%，多因素分析结果显示，高龄是 SO 的独立预测因子，且 SO 组病死率显著更高。包含衰弱等的老年学模型对 SO 的拟合优度显著优于代谢模型。有学者强调了老年学因素在 SO 识别中的核心作用[35]。单靠体质量和身高无法识别 SO，使用 BIA 可同时量化 SMI 和 FM，为 SO 的诊断提供了不可替代的技术手段。此外，PA 在老年人群中的参考值同样具有人群特异性。韩国学者基于 4 881 例 10～80 岁受试者的研究建立了东亚人群 PA 标准化参考值，确定老年肌少症诊断的 PA 界值为男性≤4.65°，女性≤4.25°[36]。进一步强调了在老年人群中解读 PA 时必须纳入人群特异性参考值框架。

2.2.2　人体成分分析在慢性疾病与危重症患者中的特殊价值　对慢性疾病患者的人体成分评估则需考

虑疾病本身对机体代谢和营养状况的影响。在透析患者中，人体测量和人体成分评估提供了关于营养状况的重要信息[37]。一项针对腹膜透析患者的研究发现，LBM 指数是病死率的独立预测因子，模型中包括性别、年龄、腹膜透析龄、糖尿病状态，以及基线血清清蛋白包括在单独模型中高 FM 指数是病死率的独立预测因子，但在添加生化参数后则不是，揭示了透析患者营养与炎症之间复杂的交互关系[38]。与 Cheng 等[39]研究血液透析患者的人体成分结果一致。BIA 在透析患者中的独特价值在于其可同时评估容量和营养状态，为透析患者的液体管理和营养干预提供了双重指导。而危重症患者的营养评估面临独特的挑战——体液转移、毛细血管渗漏、全身炎症反应使传统体质量和 BMI 等指标完全失真。应用 BIA 的主要优势包括操作简便、可便携、可在不依赖复杂设备的情况下进行频繁评估。有关危重症患者的研究证实，BIA 衍生参数可作为危重症患者营养评估和预后的重要预测因子，低 PA 与重症老年人晚期病死率较高和 60 d 生存期较短相关[40]。此外，PA 的纵向轨迹分析表明，PA 的持续下降可独立于临床严重程度评分预测重症监护病房（ICU）患者病死率[41]。表明 BIA 衍生参数可作为传统营养评估指标的重要补充，为重症患者的营养管理提供更全面的信息支撑。

2.2.3　人体成分分析在儿童与青少年中的特殊考量　在儿童和青少年中，人体成分评估则需考虑生长、发育的特殊性，参考标准和评估方法与成人存在显著差异[42]。Lara-Pompa 等[43]针对 5～18 岁住院儿童的研究比较了人体成分和营养不良筛查工具在检测营养不良和预测不良临床结局方面的能力，结果显示，LBM 比 BMI 更能预测该人群的不良临床结局，BMI 作为诊断参数表现较差。营养不良筛查工具在与人体成分测量的关联，以及临床结局方面表现不同。儿科 Yorkhill 营养不良评分和 LBM 为住院时间提供了互补信息[44]。目前，针对该人群人体成分评估尚处在构建与不断优化阶段，而青少年期人体成分的变化具有动态变化规律与性别特异性。因此，未来在儿童和青少年中可基于年龄和性别分层进行安全、高效普及化研究。

2.3　营养干预的个体化指导　人体成分指标在制订个体化营养治疗方案、指导营养支持策略调整、监测营养干预效果方面发挥着核心作用。现代精准营养医学的发展使基于人体成分数据的个体化营养干预成为可能，为改善患者临床结局提供了科学依据。在个体化营养方案的制订方面需综合考虑患者的人体成分特征、代谢状态和疾病特点。国外一项试验比较了个体化膳食程序与一般建议对心脏代谢健康的影响，结果显示，遵循个体化膳食程序的参与者在心脏代谢健康、肠道健康、体质量减轻方面均有显著改善[45]。相比之下遵循美国农业部膳食指南的标准建议组以上指标改善有限[46]。这一发现证实了基于个体生物标志物的精准营养干预相比传统一般性建议具有显著优势。在指导营养支持策略方面，一项针对精英运动员营养干预对人体成分和运动表现影响的研究表明，力量训练和正能量摄入是与 LBM 增加相关的最重要因素[47]。一项运动员个体化营养计划的实施研究显示，基于人体成分分析的精准营养策略能显著改善运动表现[48]。一项有关移动食品储藏室用户个体化营养干预的可行性研究表明，基于人体成分分析的个体化营养教育干预可能是一种可接受和有效的干预措施，通过改善膳食减轻体质量[49]。因此，基于人体成分分析的个体化营养干预策略通过动态监测人体相关指标，为不同人群提供精准的营养支持指导，进而有效改善机体功能状态与临床结局。在营养干预效果监测方面，Eglseer 等[46]针对接近退休年龄超重或肥胖人群的研究分析评估了包含膳食成分的营养和运动干预对人体成分的改善效果，结果显示，退休阶段正好是将健康的营养和运动习惯融入日常生活的机会，而人体成分分析能精确监测这些干预措施的效果。个体化营养监测的新方法能实时监测能量平衡、运动、代谢、营养状况，为个体化医学和体质量管理提供了有效工具[50]。

2.4　BIA 与传统营养筛查工具的整合应用　BIA 与传统营养筛查工具并非替代关系，而是互补关系。二者的合理整合可显著提高营养评估的灵敏度和特异度。

2.4.1　传统营养筛查工具与 BIA 的联合应用　目前，多项研究证实了 BIA 与传统营养筛查工具联合应用具有临床价值，如 Del Giorno 等[51]使用 NRS-2002 和 BIA 评估住院患者的营养风险和临床结局发现，在受试者工作特征曲线分析中，NRS-2002 在预测死亡风险、ICU 需求和延长住院时间方面具有最高的灵敏度，中等偏低的特异度，PA 显示出类似的预测能力，确认了 NRS-2002 在评估患者入院营养风险和预测住院时间方面的临床实用性，而 BIA 不能增加进一步的预测价值[52]。此外，还有患者主观整体评估（PG-SGA）分类已被证实为病死率的独立预测因子，而 PA 显示出作为补充标志物的潜力[53]。提示单一工具难以全面评估患者的营养状态，联合应用可弥补各自的不足。

2.4.2　分步整合策略　实践表明，人体成分的变化通常早于传统营养指标的改变，能为疾病风险预测和临床决策提供了重要信息[54]。因此，在常规评估患者营养状态时加用人体成分分析可补充传统筛查工具的不足，有助于识别隐匿性人体成分异常和需强化营

养干预的高危患者,并预测不良临床结局。根据指南指示可进行以下分步整合策略[55]:第一步使用 NRS-2002 或 PG-SGA 等传统筛查工具进行快速初筛;第二步对筛查阳性患者加用 BIA 测量 PA、ECW/TBW 等衍生参数,以确认营养风险并评估细胞健康状态;第三步 PA 低于人群特异性阈值或 ECW/TBW≥0.40 的患者启动个体化营养干预并定期复查 BIA 以动态监测疗效。BIA 凭借其快速、无创、简便等优势,可在大规模临床队列中协助识别营养筛查工具的灵敏度和特异度。这种分层递进的整合策略既避免了在所有患者中常规使用 BIA 所带来的成本问题,又确保了高危患者能获得精准的体成分评估,从而实现从“普遍筛查”到“精准评估”再到“个体化干预”的完整临床路径。

3 人体成分分析在临床营养应用中的局限性

人体成分分析技术虽然在临床营养评估中具有无创、安全、快捷、多参数测量等优势,但仍面临一些挑战和不足[56]。在测量准确性方面,其受多因素干扰,BIA 技术依赖体内水分的电流传导特性,脱水或水肿状态会影响脂肪和肌肉估算的准确性。同时操作规范要求较高,如患者穿着、体位、饮食状态等均影响测试结果。在解读测量结果方面,人体成分分析主要反映组织体积和组成,不能直接体现机体的代谢活性、炎症状态、免疫功能等关键营养相关指标。对疾病特殊阶段的营养风险如恶病质、炎症反应等,仅靠测量数据不能全方位评估[57]。因此,提示临床医生在结果解读时需结合疾病状态、实验室检查、膳食和功能评估等,需进行精准评估,从而进一步制订个体化营养方案。而在数据标准化方面,不同设备和机构之间存在差异[26]。未来需建立统一的技术标准、质量控制体系和参考值范围,确保结果的可比性和一致性;其次针对人员培训体系建设不足,应建立分层次、多形式的培训机制,提高临床医护人员的技术操作能力和结果解读水平;最后还需进一步完善法规政策和制定相关临床应用指南,为技术的规范化应用提供制度保障。

4 总结与展望

人体成分分析技术的不断发展为营养科学研究和临床实践带来了革命性的变化。通过对 FM、LBM、骨骼肌组织、体液分布等多维度指标的综合评估,临床医生能更准确地了解患者的营养状况,制订个体化的营养干预策略,并动态监测疗效。这些技术的应用不仅提高了营养评估的精确性,更为现代精准营养医学的发展奠定了坚实的技术基础。然而该技术本身存在准确性受限、标准不一、解读复杂等不足,临床应用时应结合临床状况和多维评估。

人体成分分析技术作为营养医学领域的重要创新,未来发展前景广阔,将在技术革新、临床应用拓展、规范化推广应用等多个方面迎来重大突破。随着精准医学理念的深入推广和技术水平的不断提升,该技术必将在现代营养诊疗体系中发挥更加重要的作用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献 张芬:文献检索与筛选、资料整理与分析、论文初稿撰写及修订,综述主题框架设计及核心论点提炼;姚晓东:研究概念提出与整体设计指导、论文结构框架审定、内容修改及重要学术意见提供,对论文全部内容进行最终审核,对论文的学术质量和数据真实性承担最终责任。

参考文献

[1] Zhou J, Yang S, Liu T, et al. Diagnostic performance of GLIM and PG-SGA for malnutrition assessment in adult cancer patients: a systematic review and meta-analysis [J]. BMC Cancer, 2025, 25(1): 765.

[2] Lai J Q. Beyond the Number: re-evaluating the history, limitations, and future of body mass index [J]. Biomed Environ Sci, 2025, 38(12): 1463-1465.

[3] Campa F, Toselli S, Mazzilli M, et al. Assessment of body composition in athletes: a narrative review of available methods with special reference to quantitative and qualitative bioimpedance analysis [J]. Nutrients, 2021, 13(5): 1620.

[4] Gallagher D, Andres A, Fields D A, et al. Body composition measurements from birth through 5 years: challenges, gaps, and existing & emerging technologies-a national institutes of health workshop [J]. Obes Rev, 2020, 21(8): e13033.

[5] Son J W, Han B D, Bennett J P et al. Development and clinical application of bioelectrical impedance analysis method for body composition assessment [J]. Obes Rev, 2025, 26(1): e13844.

[6] Tinsley G M, Moore M L, Dellinger J R, et al. Digital anthropometry via three-dimensional optical scanning: evaluation of four commercially available systems [J]. Eur J Clin Nutr, 2020, 74(7): 1054-1064.

[7] 刘一凝,崔久嵬. 人体成分分析在肿瘤患者临床应用中的研究进展[J]. 肿瘤代谢与营养电子杂志, 2022, 9(6): 808-815.

[8] Yan G, Liu L, Liu M, et al. Bidirectional association between perioperative skeletal muscle and subcutaneous fat in colorectal cancer patients and their prognostic significance [J]. Front Nutr, 2024, 11: 1381995.

[9] Lee M M, Jebb S A, Oke J, et al. Reference values for skeletal muscle mass and fat mass measured by bioelectrical impedance in 390 565 UK adults [J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2020, 11(2): 487-496.

[10] Reytor-González C, Sarno G, Montalvan M, et al. Obesi-

ty，bariatric surgery，and cancer risk：nutritional perspectives and long-term clinical implications[J]. Nutrients，2026，18(4)：685.

[11] Altea-Manzano P，Decker-Farrell A，Janowitz T，et al. Metabolic interplays between the tumour and the host shape the tumour macroenvironment[J]. Nat Rev Cancer，2025，25(4)：274-292.

[12] McCarthy D，Berg A. Weight Loss Strategies and the risk of skeletal muscle mass loss[J]. Nutrients，2021，13(7)：2473.

[13] Kolck J，Hosse C，Fehrenbach U，et al. The extent of Skeletal muscle wasting in prolonged critical illness and its association with survival：insights from a retrospective single-center study[J]. BMC Anesthesiol，2025，25(1)：266.

[14] Heus C，Stelten S，Kenter G G，et al. Body composition and peri- and postoperative complications in patients with gynaecological malignancies：a systematic review[J]. Gynecol Oncol，2024，190：131-138.

[15] Sieren M M，Grasshoff H，Riemekasten G，et al. Computed tomography-derived quantitative imaging biomarkers enable the prediction of disease manifestations and survival in patients with systemic sclerosis[J]. RMD Open，2025，11(2)：e5090.

[16] Gonzalez-Correa C H，Pineda-Zuluaga M C，Marulanda-Mejia F. Skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis and calf circumference for sarcopenia diagnosis [J]. J Electr Bioimpedance，2020，11(1)：57-61.

[17] Bastijns S，Alabadi B，Barbosa-Silva T G，et al. The influence of muscle morphology on oncological outcomes：a review[J]. J Frailty Sarcopenia Falls，2025，10(3)：163-199.

[18] Hori T，Nakamura S，Yamagami H，et al. Phase angle and extracellular water-to-total body water ratio estimated by bioelectrical impedance analysis are associated with levels of hemoglobin and hematocrit in patients with diabetes [J]. Heliyon，2023，9(4)：e14724.

[19] Malecka-Massalska T，Mlak R，Smolen A，et al. Bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in detecting malnutrition among newly diagnosed head and neck cancer patients[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol，2016，273(5)：1299-1305.

[20] Norman K，Stobäus N，Zocher D，et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality，quality of life，and mortality in patients with cancer[J]. Am J Clin Nutr，2010，92(3)：612-619.

[21] Seron-Arbeloa C，Labarta-Monzon L，Puzo-Foncillas J，et al. Malnutrition Screening and Assessment[J]. Nutrients，2022，14(12)：2392.

[22] Campillo B，Paillaud E，Uzan I，et al. Value of body mass index in the detection of severe malnutrition：influence of the pathology and changes in anthropometric parameters [J]. Clin Nutr，2004，23(4)：551-559.

[23] Zheng K，Lu J，Liu X，et al. The clinical application value of the extracellular-water-to-total-body-water ratio obtained by bioelectrical impedance analysis in people with advanced cancer[J]. Nutrition，2022，96：111567.

[24] Csontos A A，Molnar A，Piri Z，et al. Malnutrition risk questionnaire combined with body composition measurement in malnutrition screening in inflammatory bowel disease[J]. Rev Esp Enferm Dig，2017，109(1)：26-32.

[25] Kurban M，Zeng N，Wang M，et al. Role of human body composition analysis and malnutrition risk questionnaire in the assessment of nutritional status of patients with initially diagnosed Crohn′s disease[J]. Front Med (Lausanne)，2020，7：106.

[26] Branco M G，Mateus C，Capelas M L，et al. Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) for the assessment of body composition in oncology：a scoping review[J]. Nutrients，2023，15(22)：4792.

[27] Barazzoni R，Ballesteros M D，Bischoff S C，et al. Sarcopenic obesity：call to action and nutritional agenda from the international clinical nutrition community[J]. Clin Nutr，2026，61：106645.

[28] Wells J. Using Body Composition Assessment to Evaluate the Double Burden of Malnutrition[J]. Ann Nutr Metab，2019，75(2)：103-108.

[29] Kong Q，Tian L，Wang Y，et al. Phase angle as a prognostic factor in patients with cancer：a systematic review of the existing evidence via a meta-analysis[J]. Nutr Hosp，2025，42(1)：161-172.

[30] Guerrini A，Rovere L D，Fernández-Jiménez R，et al. The usefulness of the updated bioelectrical impedance vector analysis references for assessing malnutrition，sarcopenia and predicting mortality in hospitalized patients[J]. Clin Nutr，2025，47：187-195.

[31] Yajima T，Yajima K. Association of extracellular water/total body water ratio with protein-energy wasting and mortality in patients on hemodialysis[J]. Sci Rep，2023，13(1)：14257.

[32] Kato R，Miyamoto Y，Hiyoshi Y，et al. Pretreatment bioelectrical impedance analysis predicts chemotherapy efficacy and toxicity in metastatic colorectal cancer patients [J]. Clin Nutr ESPEN，2025，66：497-504.

[33] Cereda E，Casirati A，Klersy C，et al. Bioimpedance-derived body composition parameters predict mortality and dose-limiting toxicity：the multicenter ONCO-BIVA study[J]. ESMO Open，2024，9(8)：103666.

[34] Ernst M E，Fravel M A，Woods R L，et al. Prevalence of obesity，excess central adiposity，and cardiovascular risk among older adults[J]. JACC Adv，2025，4(10 Pt 2)：102150.

[35] Silay K，Selvi Oztorun H. Sarcopenic obesity is linked to worse clinical outcomes than sarcopenia or obesity alone in hospitalized older adults[J]. BMC Geriatr，2025，25(1)：443.

[36] Lee D,Won C W,Kim M. Normative reference values of the phase angle for Korean population:an analysis of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey[J]. Aging Clin Exp Res,2025,37(1):226.

[37] 吴芳,梁勇. 生物电阻抗分析在透析中的应用研究进展[J]. 中国血液净化,2025,24(4):296-299.

[38] Parthasarathy R,Oei E,Fan S L. Clinical value of body composition monitor to evaluate lean and fat tissue mass in peritoneal dialysis[J]. Eur J Clin Nutr,2019,73(11):1520-1528.

[39] Cheng L,Chang L,Yang R,et al. Association of changes in body composition with all-cause mortality in patients undergoing hemodialysis:A prospective cohort study[J]. Nutrition,2024,128:112566.

[40] Rosenfeld R S,Gonzalez M C,Freire S M,et al. Low phase angle in critically ill older patients is associated with late mortality:a prospective study[J]. Nutrition,2023,105:111852.

[41] Papanastasiou P,Chaloulakou S,Karayiannis D,et al. Phase angle trajectory among critical care patients:longitudinal decline predicts mortality independent of clinical severity scores[J]. Healthcare(Basel),2025,13(12):1463.

[42] Yang J,Qian Y,Gu X,et al. Reference percentiles for evaluating phase angle using bioelectrical impedance analysis in Chinese children aged 6-11 years[J]. Front Nutr,2025,12:1597087.

[43] Lara-Pompa N E,Hill S,Williams J,et al. Use of standardized body composition measurements and malnutrition screening tools to detect malnutrition risk and predict clinical outcomes in children with chronic conditions[J]. Am J Clin Nutr,2020,112(6):1456-1467.

[44] Becker P J,Nieman C L,Corkins M R,et al. Consensus statement of the academy of nutrition and dietetics/american society for parenteral and enteral nutrition:indicators recommended for the identification and documentation of pediatric malnutrition(undernutrition)[J]. J Acad Nutr Diet,2014,114(12):1988-2000.

[45] Bermingham K M,Linenberg I,Polidori L,et al. Effects of a personalized nutrition program on cardiometabolic health:a randomized controlled trial[J]. Nat Med,2024,30(7):1888-1897.

[46] Eglseer D,Traxler M,Embacher S,et al. Nutrition and exercise interventions to improve body composition for persons with overweight or obesity near retirement age:a systematic review and network Meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Adv Nutr,2023,14(3):516-538.

[47] Garthe I,Raastad T,Refsnes P E,et al. Effect of nutritional intervention on body composition and performance in elite athletes[J]. Eur J Sport Sci,2013,13(3):295-303.

[48] Stavitz J,Koc T. Exploring the experiences and perspectives of division Ⅲ athletes regarding personalized nutrition plans for improved performance-a qualitative investigation[J]. Healthcare(Basel),2024,12(9):923.

[49] Marmash D,Ha K,Sakaki J R,et al. A feasibility and pilot study of a personalized nutrition intervention in mobile food pantry users in northeastern connecticut[J]. Nutrients,2021,13(9):2939.

[50] Bianchetti G,Abeltino A,Serantoni C,et al. Personalized self-monitoring of energy balance through integration in a web-application of dietary,anthropometric,and physical activity data[J]. J Pers Med,2022,12:568.

[51] Del Giorno R,Quarenghi M,Stefanelli K,et al. Nutritional Risk Screening and Body Composition in COVID-19 Patients Hospitalized in an Internal Medicine Ward[J]. Int J Gen Med,2020,13:1643-1651.

[52] Moonen H P,Bos A E,Hermans A J,et al. Bioelectric impedance body composition and phase angle in relation to 90-day adverse outcome in hospitalized COVID-19 ward and ICU patients:The prospective BIAC-19 study[J]. Clin Nutr ESPEN,2021,46:185-192.

[53] Ribeiro M A,Peria F,Perdona G D S,et al. Patient-generated subjective global assessment and phase angle as predictors of survival in cancer patients[J]. Cureus,2025,17(7):e88972.

[54] Amano K,Bruera E,Hui D. Diagnostic and prognostic utility of phase angle in patients with cancer[J]. Rev Endocr Metab Disord,2023,24(3):479-489.

[55] 中华医学会肠外肠内营养学分会,中国营养学会临床营养分会,中国医疗保健国际交流促进会临床营养健康学分会. 成人患者营养不良诊断与应用指南(2025 版)[J]. 中华医学杂志,2025,105(13):953-980.

[56] Bellido D,García-García C,Talluri A,et al. Future lines of research on phase angle:strengths and limitations[J]. Rev Endocr Metab Disord,2023,24(3):563-583.

[57] Da Silva B R,Orsso C E,Gonzalez M C,et al. Phase angle and cellular health:inflammation and oxidative damage[J]. Rev Endocr Metab Disord,2023,24(3):543-562.

(收稿日期:2026-01-12 修回日期:2026-05-18)
(编辑:伍晓敏 陈晶)