·临床研究·

慢性病共病联合相位角对老年患者跌倒风险的预测价值

许婷媛[1],杨月[2],闫翔[1],蔡羚琴[1],陈亚伦[1],常彬宾[1*]
(中国人民解放军西部战区总医院:[1]干部病房,[2]保健科,成都 610083)

【摘 要】 目的 探讨慢性病共病、相位角(PhA)与跌倒的相关性,并分析二者联合对跌倒的预测价值。**方法** 回顾性分析2020年12月至2023年12月于西部战区总医院老年科门诊就诊,以及老年科、全科医学科住院的353例老年患者的临床资料。根据患者近一年有无跌倒史,分为跌倒组(126例)及非跌倒组(227例)。收集患者基本信息及实验室指标。采用年龄校正查尔森合并症指数(aCCI)对慢性病共病情况进行分析。采用生物电阻抗法通过人体成分分析仪检测体质量指数(BMI)、PhA、腹围及骨骼肌质量指数(SMI)。采用SPSS 26.0统计软件进行数据分析。采用单因素及多因素logistic回归模型分析老年患者跌倒的影响因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线及曲线下面积(AUC)评估相关因素的预测效能。**结果** 与非跌倒组相比,跌倒组患者年龄及aCCI显著升高,SMI、PhA、BMI、血红蛋白、白蛋白、前白蛋白、视黄醇结合蛋白、淋巴细胞计数、维生素D、握力及6 m步行速度显著降低($P<0.05$)。多因素logistic回归分析显示,PhA($OR=0.732$,95%CI 0.684~0.954)及SMI($OR=0.521$,95%CI 0.367~0.789)是老年患者跌倒的保护因素,aCCI($OR=3.432$,95%CI 1.248~3.679)是危险因素($P<0.05$)。SMI、aCCI及PhA预测老年患者跌倒的AUC分别为0.662(95%CI 0.367~0.789;$P=0.032$)、0.751(95%CI 0.723~0.854;$P<0.001$)及0.807(95%CI 0.683~0.820;$P<0.001$)。当aCCI>10时,其预测老年患者跌倒的灵敏度为0.619,特异度为0.893;当PhA<4.25°时,其预测老年患者跌倒的灵敏度为0.893,特异度为0.642。aCCI和PhA联合预测老年患者跌倒具有更高的价值,AUC为0.818(95%CI 0.757~0.879;$P<0.001$),灵敏度为0.891,特异度为0.825。**结论** aCCI、PhA及SMI与老年人跌倒风险具有相关性。随着aCCI上升,SMI及PhA下降,老年人跌倒风险升高。PhA联合aCCI对老年患者跌倒具有较高的预测价值。

【关键词】 老年人;跌倒;慢性病共病;相位角
【中图分类号】 R592 **【文献标志码】** A **【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2025.11.178

Predictive value of chronic multimorbidities combined with phase angle for fall risk in elderly patients

Xu Tingyuan[1], Yang Yue[2], Yan Xiang[1], Cai Lingqin[1], Chen Yalun[1], Chang Binbin[1*]
([1]Cadre Ward, [2]Department of Healthcare, General Hospital of Western Theater Command of PLA, Chengdu 610083, China)

【Abstract】 Objective To explore the correlation of chronic multimorbidities and phase angle (PhA) with falls, and to analyze the predictive value of the combination of chronic multimorbidities and PhA for falls. **Methods** A retrospective study was conducted of the clinical data of 353 elderly patients who visited the Geriatrics Department or were hospitalized at the Internal Medicine Department of Western Theater General Hospital from December 2020 to December 2023. According to the history of falls in the past year, patients were divided into a fall group ($n=126$) and a non-fall group ($n=227$). Patient's basic information and laboratory test results were collected. The age-adjusted Charlson Comorbidity Index (aCCI) was used to analyze chronic multimorbidities. A body composition analyzer was used to measure body mass index (BMI), phase angle (PhA), waist circumference, and skeletal muscle mass index (SMI). SPSS 26.0 was used for data analysis. Univariate and multivariate logistic regression models were used to analyze the influencing factors for falls in elderly patients. Receiver operating characteristic (ROC) curves and the area under the curve (AUC) were used to evaluate the predictive efficacy of the influencing factors. **Results** The age and aCCI in the fall group were significantly higher, and SMI, PhA, BMI, hemoglobin, albumin, prealbumin, retinol binding protein, lymphocyte count, vitamin D, grip strength, and 6-meter walking speed were significantly lower than those in the non-fall group ($P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that PhA ($OR=0.732$, 95%CI 0.684-0.954) and SMI ($OR=0.521$, 95%CI 0.367-0.789) were protective factors for falls in elderly patients, while aCCI ($OR=$

收稿日期:2024-11-29;**接受日期**:2025-02-28
基金项目:中国人民解放军西部战区总医院院管课题(2021-XZYG-C07)
通信作者:常彬宾,E-mail:cbb1424@163.com

3.432, 95%*CI* 1.248-3.679) was a risk factor ($P<0.05$). The AUCs of SMI, aCCI, and PhA for predicting falls in elderly patients were 0.662 (95%*CI* 0.367-0.789; $P=0.032$), 0.751 (95%*CI* 0.723-0.854; $P<0.001$), and 0.807 (95%*CI* 0.683-0.820; $P<0.001$), respectively. When aCCI>10, the sensitivity was 0.619, and specificity was 0.893 for predicting falls in elderly people. When PhA< 4.25°, the sensitivity was 0.893 and specificity was 0.642. The combination of aCCI and PhA had a higher predictive value for falls in elderly patients, with an AUC of 0.818 (95%*CI* 0.757-0.879; $P<0.001$), a sensitivity of 0.891, and a specificity of 0.825. **Conclusion** aCCI, PhA, and SMI are correlated with the risk of falls in the elderly. As aCCI increases and SMI and PhA decrease, the risk of falls in the elderly rises. The combination of PhA and aCCI has a high predictive value for falls in elderly patients.

【Key words】 aged; fall; chronic multimorbidities; phase angle

This work was supported by the Management Project of General Hospital of Western Theater Command of PLA (2021-XZYG-C07).

Corresponding author: Chang Binbin, E-mail: cbb1424@163.com

随着年龄增长,我国老年人跌倒发生率正逐渐升高。有研究发现,患有≥3种慢性病的老年患者,其跌倒发生率显著增加;其中,骨骼肌质量及抑郁评分均与跌倒发生密切相关[1]。相位角(phase angle, PhA)是人体成分分析仪中衍生的一组数据,其值降低目前被认为与多种疾病有关,如营养不良、肿瘤、肝肾功能障碍及肌肉质量减少等[2],而老年人肌肉质量减少则容易出现衰弱、行走不稳以及跌倒[3]。慢性病共病是指患者同时患有≥2种需要医学处理或导致日常活动能力受限的慢性疾病或慢性健康问题[4]。目前,关于慢性病共病、PhA与跌倒关系的研究尚缺乏。因此,本研究拟探讨慢性病共病、PhA及跌倒三者之间的相关性,分析慢性病共病及PhA对老年人跌倒的预测价值,以期为临床开展老年人跌倒早期预警工作提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

回顾性分析2020年12月至2023年12月于西部战区总医院老年科门诊就诊,以及老年科、全科医学科住院的353例老年患者的临床资料。其中,男性244例,女性109例,平均年龄(74.35±11.78)岁。跌倒的判定标准:患者突然、不自主的、非故意的体位改变,从一个平面至另一个平面的跌落或同一平面的跌倒[5]。根据近一年内有无跌倒史,将患者分为跌倒组(126例)及非跌倒组(227例)。纳入标准:年龄≥60岁;合并≥2种慢性病;可基本正常交流,能配合完成相关检查。排除标准[4]:(1)疾病急性期如急性感染、心脑血管疾病急性期;(2)透析、急性心力衰竭等;(3)各种原因不能自行行走;(4)起搏器植入术后等情况,对体质分析测量结果产生影响;(5)信息资料丢失或缺失。

1.2 方法

1.2.1 资料收集方法 收集患者人口学特征(性别、年龄)、慢性病共病、吸烟史及近1年跌倒史等资料。实验室指标:营养相关指标(白蛋白、前白蛋白、视黄醇结合蛋白)、血红蛋白及尿素氮。采用自动血细胞分析仪(Mindray公司,CAL8000)分析血红蛋白及淋巴细胞计数;自动生化分析仪(Olympus公司,AU2700)检测血尿酸、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、白蛋白及血肌酐;全自动生化分析仪(Beckman公司,AU5800)测定铁蛋白;全自动化学发光仪(罗氏E801)检测维生素D水平。

1.2.2 慢性病共病状态的量化评价 采用年龄校正查尔森合并症指数(age-adjusted Charlson comorbidity index, aCCI)量化共病状态。基础aCCI评分标准:心肌梗死、心力衰竭、周围血管疾病、痴呆症、脑血管疾病、结缔组织病、消化性溃疡、糖尿病及慢性阻塞性肺病9种疾病各计1分;偏瘫、中度至重度慢性肾病、糖尿病引起的手脚等终末器官损害、实体肿瘤、白血病、淋巴瘤6种疾病各计2分;转移癌和艾滋病各计6分;肝脏疾病按严重程度计1~3分;年龄校正规则为50~59岁起计1分,每增10岁加1分[6]。

1.2.3 生物电阻抗、握力及躯体功能检测 应用生物电阻抗法通过人体成分分析仪(InBody公司,S10)行空腹体成分分析,受试者赤足站立保持标准姿势,记录体质量指数(body mass index, BMI)、骨骼肌质量指数(skeletal muscle mass index, SMI)、腹围及PhA。采用Jamar握力计行握力测试,坐位肘屈90°测量优势手,测试3次取均值。采用清华同方步速仪测定6 m步行速度以评估躯体功能,受试者自然行走,测量3次取最小值计算步速。

1.3 统计学处理

采用SPSS 26.0统计软件进行数据分析。计量资料中呈正态分布者以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本t检验或单因素方差分析;呈非正态分布者以中位数(四分位数间距)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组间比较采用Wilcoxon秩和检验。计数资料以例数(百分率)表示,组间比较采用χ^2检验。采用单因素及多因素logistic回归模型分析老年患者跌倒

的影响因素，采用受试者工作特征（receiver operating characteristic，ROC）曲线及曲线下面积（area under the curve，AUC）评估相关因素的预测效能。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组患者一般资料

与非跌倒组相比，跌倒组患者年龄及 aCCI 显著升高，SMI、PhA、BMI、血红蛋白、白蛋白、前白蛋白、视黄醇结合蛋白、淋巴细胞计数、维生素 D、握力及 6 m步行速度显著降低（$P<0.05$；表 1）。

2.2 影响老年患者跌倒的 logistic 回归分析

单因素 logistic 回归分析显示，年龄、SMI、PhA、BMI、前白蛋白、淋巴细胞计数、维生素 D、aCCI 及 6 m 步行速度是老年患者跌倒的影响因素（$P<0.05$）。进一步行多因素 logistic 回归分析，发现 SMI 及 PhA 是老年患者跌倒的保护因素，aCCI 是危险因素（$P<0.05$；表 2）。

表 1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of baseline data between two groups

Item	Fall group（$n=126$）	Non-fall group（$n=227$）	$t/Z/X^2$	P value
Age（years，$\bar{x}\pm s$）	78.64±11.43	71.73±12.95	3.219	0.008
Male/female（n）	89/37	155/72	1.54	0.592
SMI[kg/m^2，$M(Q_1, Q_3)$]	5.8(3.2,7.2)	7.9(5.6,10.2)	−8.784	<0.001
PhA[$M(Q_1, Q_3)$]	3.5°(3.1°,4.4°)	5.7°(4.9°,6.2°)	−6.669	<0.001
Abdominal girth[*cm*，$M(Q_1, Q_3)$]	87.5(74.5,102.5)	87.3(72.1,98.5)	1.986	0.671
BMI[kg/m^2，$M(Q_1, Q_3)$]	22.46(21.38,24.87)	24.67(22.39,26.03)	−1.234	0.042
Hemoglobin（*g/L*，$\bar{x}\pm s$）	124.67±14.49	135.67±16.43	2.789	0.003
Albumin（g/L，$\bar{x}\pm s$）	31.74±3.18	35.16±3.67	4.081	<0.001
Prealbumin（mg/L，$\bar{x}\pm s$）	214.43±25.57	220.27±32.43	3.865	0.001
BUN（mmol/L，$\bar{x}\pm s$）	5.79±2.73	5.32±2.43	−0.495	0.784
Retinol-binding protein（μg/ml，$\bar{x}\pm s$）	42.34±18.03	48.15±16.27	6.713	<0.001
Lymphocyte count（$\times10^9$/L，$\bar{x}\pm s$）	1.14±0.45	1.52±0.57	1.070	0.042
Vitamin D（ng/ml，$\bar{x}\pm s$）	18.75±9.67	21.46±9.15	3.764	0.002
TC（mmol/L，$\bar{x}\pm s$）	4.19±0.94	4.25±1.01	−0.423	0.672
LDL-C（mmol/L，$\bar{x}\pm s$）	2.32(1.76,2.76)	2.29(1.77,2.79)	−0.322	0.764
Smoking[n(%)]	28(22.22)	53(23.35)	0.716	0.434
aCCI[points，$M(Q_1, Q_3)$]	11(7,15)	9(5,13)	−3.329	0.006
Grip[kg，$M(Q_1, Q_3)$]	17(12,29)	23(17,31)	−2.439	<0.001
6-meter walking speed[m/s，$M(Q_1, Q_3)$]	0.8(0.6,1.2)	0.9(0.6,1.3)	1.076	0.034

SMI：skeletal muscle mass index；PhA：phase angle；BMI：body mass index；BUN：blood urea nitrogen；TC：total cholesterol；LDL-C：low-density lipoprotein cholesterol；aCCI：age-adjusted Charlson comorbidity index.

表 2 影响老年患者跌倒的 logistic 回归分析

Table 2 Logistic regression analysis of influencing factors of falls in elderly patients

Factor	Univariate			Multivariate		
	OR	95%*CI*	P value	*OR*	95%*CI*	P value
Age	1.098	1.032−1.267	0.003	1.743	0.786−3.274	0.105
SMI	0.497	0.416−0.829	0.004	0.521	0.367−0.789	0.001
PhA	0.812	0.696−0.832	<0.001	0.732	0.684−0.954	<0.001
BMI	0.527	0.387−0.607	0.002	1.269	0.637−2.427	0.265
Hemoglobin	0.798	0.785−1.169	0.125	−	−	−
Albumin	0.863	0.679−1.078	0.074	−	−	−
Prealbumin	0.865	0.576−0.918	0.003	0.937	0.439−1.389	0.249
Retinol-binding protein	0.543	0.349−1.239	0.349	−	−	−
Lymphocyte count	0.639	0.602−0.871	0.014	−	−	−
Vitamin D	0.719	0.647−0.919	0.002	0.864	0.739−1.572	0.531
aCCI	3.985	1.187−4.127	0.001	3.432	1.248−3.679	0.002
Grip	0.641	0.792−1.512	0.273	−	−	−
6-meter walking speed	0.726	0.621−0.893	<0.001	0.769	0.683−1.742	0.088

SMI：skeletal muscle mass index；PhA：phase angle；BMI：body mass index；aCCI：age-adjusted Charlson comorbidity index. −：no datum.

2.3 SMI、aCCI 及 PhA 对老年人跌倒的预测价值

ROC 曲线分析显示,SMI、aCCI 及 PhA 预测老年患者跌倒的 AUC 分别为 0.662(95%*CI* 0.367~0.789;*P*=0.032)、0.751(95%*CI* 0.723~0.854;*P*<0.001)及 0.807(95% *CI* 0.683~0.820;*P*<0.001)。当 aCCI>10 时,其预测老年人跌倒的灵敏度为 0.619,特异度为 0.893;当 PhA<4.25°时,其预测老年人跌倒的灵敏度为 0.893,特异度为 0.642。aCCI 和 PhA 联合预测具有更高的价值,AUC 为 0.818(95%*CI* 0.757~0.879;*P*<0.001),灵敏度为 0.891,特异度为 0.825。详见图 1。

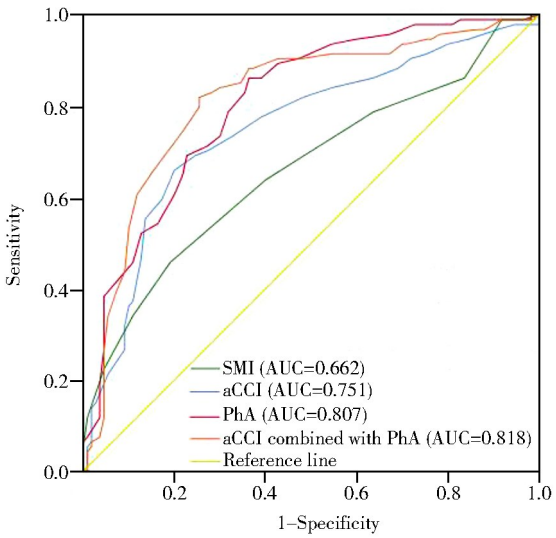


图 1 SMI、aCCI 及 PhA 预测老年患者跌倒的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curves of SMI, aCCI and PhA in predicting falls of elderly patients

SMI: skeletal muscle mass index; aCCI: age-adjusted Charlson comorbidity index; PhA: phase angle; ROC: receiver operating characteristic; AUC: area under the curve.

3 讨 论

跌倒是高龄人群的重要健康威胁,其中复发性跌倒者不良结局风险显著增高。袁亚运等[7]使用中国健康与养老追踪调查 2015 年数据发现,2010~2011 年我国城乡老年人跌倒发生率为 19.00%,2014~2015 年上升至 20.89%。胡惠菊等[8]调查发现,2018 年我国老年人跌倒发生率升至 22.24%。本研究纳入 353 例老年患者,平均年龄(74.35±11.78)岁,跌倒组年龄偏大,跌倒发生率为 35.69%。一项来自瑞士的研究发现,>65 岁的衰弱老年人中有 1/3 在一年内发生跌倒[9]。慢性病共病是指合并多种慢性疾病和(或)老年综合征。本研究使用 aCCI 对共病状态进行量化评价,结果提示跌倒组 aCCI 明显高于非跌倒组,且 aCCI 是老年患者跌倒的独立危险因素。Immonen 等[10]的研究指出,共病患者往往年龄较高,体力活动水平下降,且多伴有衰弱、营养不良以及更复杂的老年综合征。同时,多病共存与肌肉力量、平衡性和运动能力下降有关,患者协调性差,从而导致步态控制不佳[11]。此外,多病共存常伴随多重用药。有研究发现,除慢性病外,跌倒还与多重用药有关,如利尿剂、抗抑郁药物、胰岛素的使用,均会增加跌倒风险[12]。因此,慢性疾病及其治疗所需的药物,均可能使跌倒风险增加。

生物电阻抗分析是评估身体成分的一种快速、无创且经济高效的方法,该技术基于生物电阻抗分析原理,即不同频率的电流透入人体组织时,其穿透深度与所呈现的电阻抗值各异,据此可反映不同组织与器官的生理及病理状态[13]。目前,该技术已广泛应用于对老年人群肌少症等疾病的辅助诊断与评估[13]。生物电阻抗检测指标中 SMI 代表人体四肢骨骼肌质量,在本研究中 SMI 是老年患者跌倒的独立保护性因素。SMI 是诊断肌少症必不可少的指标,其下降代表肌肉流失,而多项研究表明,肌少症会显著增加跌倒风险[14]。PhA 是用于评估细胞膜完整性、细胞质量与功能状态的关键指标[15]。较高的 PhA 值标志着良好的细胞健康状态;当机体处于疾病、脱水、炎症等情况,则会引起细胞膜完整性受损、细胞质量与功能状态下降,导致 PhA 测量值偏低[15]。因此,老年患者出现 PhA 水平下降,预示着其发生残疾、跌倒、肌少症、衰弱乃至全因死亡的风险显著增加。同时,PhA 也可作为一种预防身体虚弱的指标,识别老年人肌肉流失和死亡的风险[16]。本研究发现,PhA<4.25°时,其预测老年人跌倒的灵敏度为 0.893,特异度为 0.642。Sterner 等[17]在 PhA 对老年女性身体机能和跌倒恐惧影响的研究中也指出,PhA≤4.1°时老年女性身体机能下降,PhA 可用于早期识别此类人群躯体功能下降的风险。此外,本研究中 aCCI 联合 PhA 预测老年人跌倒的灵敏度及特异度均明显提高,二者联合增加了对跌倒的预测价值。

综上,跌倒与多种因素有关,其中 SMI、PhA 是老年患者跌倒的保护因素,aCCI 是危险因素,aCCI 联合 PhA 可作为早期识别跌倒风险的指标。但本研究为回顾性分析,数据来源于单中心,样本代表性较弱,后续需多中心、前瞻性研究对结果进行验证。

【参考文献】

[1] 王旭. 老年慢性病患者跌倒的危险因素及相关分析[D]. 长春: 吉林大学, 2020: 134-136.

[2] Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF, *et al*. Bioelectric impedance phase angle and body composition[J]. Am J Clin Nutr, 1988, 48(1): 16-23. DOI: 10.1093/ajcn/48.1.16.

[3] Cawthon PM. Recent progress in sarcopenia research: a focus on operationalizing a definition of sarcopenia[J]. Curr Osteoporos Rep, 2018, 16(6): 730-737. DOI: 10.1007/s11914-018-0484-2.

[4] 耿佳旭, 魏雅楠, 王晶桐. 相位角与住院老年慢病患者肌少症的相关性分析[J]. 中国骨质疏松杂志, 2022, 28(4): 499-504. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7108.2022.04.006.

[5] Lamb SE, Jorstad-Stein EC, Hauer K, *et al*. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the prevention of falls network Europe consensus[J]. J Am Geriatr Soc, 2005, 53(9): 1618-1622. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2005.53455.x.

[6] 贡歌, 万文辉, 刘新晖, 等. 高龄患者共病指数与肌少症的相关性研究[J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2019, 5(6): 327-331. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2019.06.005.

[7] 袁亚运, 李红芳. 中国城乡老年人跌倒的性别差异研究——基于 CHARLS 2015 数据[J]. 人口与发展, 2020, 26(4): 72-85. DOI: 10.14132/j.2095-7963.2020.04.004.

[8] 胡惠菊, 李慧源, 唐启群, 等. 慢性病对中国老年人跌倒发生的影响研究[J]. 现代预防医学, 2021, 48(21), 3930-3934.

[9] Gschwind YJ, Wolf I, Bridenbaugh SA, *et al*. Basis for a Swiss perspective on fall prevention in vulnerable older people[J]. Swiss Med Wkly, 2011, 141: w13305. DOI: 10.4414/smw.2011.13305.

[10] Immonen M, Haapea M, Similä H, *et al*. Association between chronic diseases and falls among a sample of older people in Finland[J]. BMC Geriatr, 2020, 20(1): 225. DOI: 10.1186/s12877-020-01621-9.

[11] Westerdahl E, Gunnarsson M, Wittrin A, *et al*. Pulmonary function and respiratory muscle strength in patients with multiple sclerosis[J]. Mult Scler Int, 2021, 14(6): 76-82. DOI: 10.1155/2021/5532776.

[12] Hacıdursunoğlu Erbaş D, Çınar F, Eti Aslan F. Elderly patients and falls: a systematic review and meta-analysis[J]. Aging Clin Exp Res, 2021, 33(11): 2953-2966. DOI: 10. 1007/s405 20-021-01843-w.

[13] Uemura K, Doi T, Tsutsumimoto K, *et al*. Predictivity of bioimpedance phase angle for incident disability in older-adults[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2020, 11(1): 46-54. DOI: 10. 1002/ jcsm. 12492.

[14] Rodrigues F, Domingos C, Monteiro D, *et al*. A review on aging, sarcopenia, falls, and resistance training in cmmunity-dwelling older adults[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(2): 874. DOI: 10.3390/ijerph19020874.

[15] Ward LC, Brantlov S. Bioimpedance basics and phase angle fundamentals[J]. Rev Endocr Metab Disord, 2023, 24(3): 381-391. DOI: 10.1007/s11154-022-09780-3.

[16] Norman K, Herpich C, Müller-Werdan U, *et al*. Role of phase angle in older adults with focus on the geriatric syndromes sarcopenia and frailty[J]. Rev Endocr Metab Disord, 2023, 24(3): 429-437. DOI: 10.1007/s11154-022-09772-3.

[17] Sterner DA, Stout JR, Lafontant K, *et al*. Phase angle and impedance ratio as indicators of physical function and fear of falling in older adult women: cross-sectional analysis[J]. JMIR Aging. 2024, 7: e53975. DOI: 10.2196/53975.

(编辑: 和雨璇)