

胸部肿瘤专题

• 临床经验与技术交流 •

# 初诊食管癌患者生物电阻抗相位角与营养状况的关系研究\*

周红, 邓明珍, 李亚玲, 缪艳, 罗稀, 韩泳涛<sup>△</sup>

610041 成都, 四川省肿瘤医院·研究所, 四川省癌症防治中心, 电子科技大学医学院 胸外科一病区

**[摘要]** 目的: 探讨初诊食管癌患者生物电阻抗相位角与营养状况的关系。方法: 采用方便抽样法, 选取四川省肿瘤医院的初诊食管癌患者 287 例, 采用生物电阻抗测量人体成分, 并分别通过体格测量、主观整体营养评估量表(patient-generated subjective global assessment, PG-SGA) 和预后营养指数(prognostic nutritional index, PNI) 等进行综合营养评估。根据生物电阻抗相位角(phase angle, PA) 将患者分为正常 PA 组和低 PA 组(男性 PA < 5°、女性 PA < 4.6°), 比较两组患者各营养相关指标, 分析 PA 与营养状况的关系。结果: 食管癌低 PA 组患者 PG-SGA 高于正常 PA 组( $P < 0.05$ ); 低 PA 组患者 PNI、四肢骨骼肌指数、身体质量指数低于正常 PA 组( $P < 0.05$ ), 两组患者体脂百分比、内脏脂肪面积比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); 相关分析中 PA 与 PNI、四肢骨骼肌指数、身体质量指数、身体细胞含量成正相关( $P < 0.05$ ); PA 与 PG-SGA、浮肿指数、体脂百分比、内脏脂肪面积呈负相关( $P < 0.05$ )。PG-SGA( $OR = 0.920, P = 0.001$ ) 和 PA( $OR = 5.948, P < 0.001$ ) 与患者发生营养不良显著相关。结论: 初诊食管癌中 PA 与多项营养指标密切相关, 低 PA 患者营养不良发生率高, 并可能预测患者的不良临床结局。

**[关键词]** 营养不良; 食管癌; 生物电阻抗; 相位角

**[中图分类号]** R735.1 **[文献标志码]** A **doi:**10.3969/j.issn.1674-0904.2020.09.008

引文格式: Zhou H, Deng MZ, Li YL, et al. Relationship between bioelectrical impedance phase angle and the nutritional status in patients with newly diagnosed esophageal cancer[J]. J Cancer Control Treat. 2020, 33(9): 775-780. [周红, 邓明珍, 李亚玲, 等. 初诊食管癌患者生物电阻抗相位角与营养状况的关系研究[J]. 肿瘤预防与治疗, 2020, 33(9): 775-780.]

## Relationship between Bioelectrical Impedance Phase Angle and the Nutritional Status in Patients with Newly Diagnosed Esophageal Cancer

Zhou Hong, Deng Mingzhen, Li Yaling, Miao Yan, Luo Xi, Han Yongtao

First Division, Department of Thoracic Surgery, Sichuan Cancer Hospital & Institute, Sichuan Cancer Center, School of Medicine, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610041, Sichuan, China

**Corresponding author:** Han Yongtao, E-mail: hanyongt@aliyun.com

This study was supported by grants from Science and Technology Department of Sichuan Province (NO. 2018SZ0199).

**[Abstract]** **Objective:** To investigate the relationship between bioelectrical impedance phase angle and the nutritional status in patients with newly diagnosed esophageal cancer. **Methods:** 287 patients with newly diagnosed esophageal cancer were recruited. Body composition of patients was measured by bioelectrical impedance; and the nutritional status of patients was comprehensively assessed by physical measurement, the patient-generated subjective global assessment (PG-SGA) and prognostic nutritional index (PNI). The patients were assigned to the normal phase angle (PA) group and the low PA group according to PA of the bioelectrical impedance (male: PA < 5°, female: PA < 4.6°). The nutrition-related indexes in the two groups were compared and the relationship between PA and nutrition was analyzed. **Results:** PG-SGA in the low PA group was higher than that in the normal PA group ( $P < 0.05$ ).

**[收稿日期]** 2019-10-08 **[修回日期]** 2020-07-20

**[基金项目]** \* 四川省科技厅重点研发项目(编号:2018SZ0199)

**[通讯作者]** <sup>△</sup>韩泳涛, E-mail: hanyongt@aliyun.com

according to PA of the bioelectrical impedance (male: PA < 5°, female: PA < 4.6°). The nutrition-related indexes in the two groups were compared and the relationship between PA and nutrition was analyzed. **Results:** PG-SGA in the low PA group was higher than that in the normal PA group ( $P < 0.05$ ).

PNI, skeletal muscle index, body mass index of patients in the low PA group were lower than those in the normal PA group ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in percentage body fat and visceral fat area between the two groups ( $P > 0.05$ ). PA was positively correlated to PNI, skeletal muscle index, body mass index and body cell mass ( $P < 0.05$ ). PA was negatively correlated to PG-SGA, extracellular water/total body water, percentage body fat and visceral fat area ( $P < 0.05$ ). PG-SGA ( $OR = 0.920, P = 0.001$ ) and PA ( $OR = 5.948, P < 0.001$ ) were significantly associated with malnutrition. **Conclusion:** PA is significantly related to several nutritional indicators in patients with newly diagnosed esophageal cancer. The incidence of malnutrition in patients with low PA is high, and may predict adverse clinical outcomes of patients.

[Key words] Malnutrition; Esophageal cancer; Bioelectrical impedance; Phase angle

中国是全球食管癌发病率和死亡率较高的国家之一,全球新发食管癌病例中超过一半在中国<sup>[1-2]</sup>。因肿瘤消耗及食管癌病变部位的特殊性,食管癌是营养不良发生风险最高的恶性肿瘤<sup>[3]</sup>,且约 20% 的食管癌患者死于营养不良和营养不良导致的相关并发症<sup>[4]</sup>。因此对初诊食管癌患者进行有效的营养状态评估并及时给予科学的营养支持治疗对食管癌患者的预后十分重要。相位角(phase angle, PA)是由生物电阻抗技术测得的营养不良最敏感的指标之一,它反映细胞膜的完整性和细胞外与细胞内空间之间水分分布情况,并以此协助早期评定疾病相关营养不良<sup>[5]</sup>。目前,在国外已有研究将 PA 用于评估患者的营养状态及预测临床结局,尚未见 PA 在食管癌患者中的相关研究报道<sup>[6-7]</sup>。国内有学者探讨在肝硬化、血液透析及食管癌手术患者中 PA 与营养状况及临床结局的关系<sup>[8-11]</sup>。本研究主要探讨 PA 与初诊食管癌患者营养状况的相关性,为早期识别食管癌患者营养风险提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究采用方便抽样法,于 2019 年 2 月至 2019 年 8 月期间,将在四川省肿瘤医院就诊的食管癌患者纳入为调查对象。纳入标准:1) 经病理学诊断为食管癌;2) 未进行手术及放化疗的首诊患者;3) 意识清晰,能够进行日常言语交流;4) 同意加入本研究。排除标准:1) 有认知功能障碍;2) 合并有其他恶性肿瘤的患者;3) 安装心脏起搏器或动脉支架术后的患者;4) 四肢不健全的患者。

### 1.2 方法

1.2.1 患者基本情况指标 包括一般人口学资料(年龄、性别)和疾病相关资料(肿瘤部位、疾病分期、受教育程度)。

1.2.2 体格测量 入院 24 小时内进行体格测量。测量患者身高、体重,计算体质指数(body mass index, BMI),  $BMI = \text{体重}(\text{kg}) / [\text{身高}(\text{m})]^2$ 。BMI 分

组:  $BMI < 18.5$  为偏瘦,  $18.5 \leq BMI < 24$  为正常,  $24 \leq BMI < 28$  为超重,  $BMI \geq 28$  为肥胖<sup>[12]</sup>。

1.2.3 人体成分测定 入院 48 小时内进行人体成分测定。本研究采用韩国 InbodyS10 多频率生物电阻抗法(direct segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis, DSM-BIA)人体成分分析仪测定人体成分,由接受过统一正规操作流程培训的营养师完成测量。患者在进食 2 小时后排空大小便,着单衣,赤脚,躺在检查床上,输入患者性别、年龄、身高等信息后通过手和脚上的 8 个触碰式电极进行测量,保持室温  $20^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$ 。测量指标包括:细胞内水分(intracellular water, ICW)、细胞外水分(extracellular water, ECW)、节段肌肉(右上肢、左上肢、右下肢、左下肢)、脂肪组织、去脂组织(fat free mass, FFM)、体脂百分比(percentage body fat, PBF)、身体总水分(total body water, TBW)、身体细胞含量(body cell mass, BCM)、内脏脂肪面积(visceral fat area, VFA)、PA(生物电阻抗 50kHz)、浮肿指数(ECW/TBW)。计算四肢骨骼肌指数(appendicular skeletal muscle mass index, ASMI),  $ASMI = \text{四肢骨骼肌质量}(\text{kg}) / [\text{身高}(\text{m})]^2$ 。依据亚洲肌肉减少症工作组(Asian Working Group for Sarcopenia, AWGS)专家共识中 DSM-BIA 评测结果:男性  $< 7.0\text{kg}/\text{m}^2$ , 女性  $< 5.7\text{kg}/\text{m}^2$  为异常<sup>[13]</sup>。根据 Kyle 标准<sup>[14]</sup>, 男性  $PA < 5^\circ$ 、女性  $PA < 4.6^\circ$ (生物电阻抗 50kHz)定义为低 PA,将患者分为正常 PA 组和低 PA 组。

1.2.4 患者主观整体营养评估量表(patient-generated subjective global assessment, PG-SGA) 入院 6 小时内完成 PG-SGA 评估。PG-SGA 是专门针对肿瘤患者设计的特异性营养评估方法,能主观反映患者营养相关症状与需求<sup>[15]</sup>。PG-SGA 由患者自我评估和医务人员评估两部分组成,第一部分主要内容为体重、饮食、症状、体征、活动和功能,由患者自己评估;第二部分主要内容包括疾病、年龄、代谢应激状态、体格检查,由医务人员评估。总分 0~1 分为营养良好,2~3 分为可疑营养不良,4~8 分为中度

营养不良,  $\geq 9$  分为重度营养不良。

1.2.5 预后营养指数 (prognostic nutritional index, PNI) 由血清白蛋白和外周血淋巴细胞计数计算得出, 能客观反映患者的营养状态和免疫水平<sup>[16-18]</sup>, 计算公式为:  $PNI = \text{血清白蛋白值 (g/L)} + 5 \times \text{外周血淋巴细胞总数} (\times 10^9/\text{L})$ 。根据患者入院 24 小时内抽血检查结果计算患者 PNI, 参照 Onodera 等制定的标准将患者分为营养良好组 ( $PNI \geq 45$ ) 和营养不良组 ( $PNI < 45$ )<sup>[17]</sup>。

### 1.3 统计学方法

资料采用 EpiData v3.1 录入和管理, 使用 SPSS 22.0 统计分析软件进行分析。统计描述: 计数资料采用频率和百分比, 计量资料采用均数  $\pm$  标准差; 统计推断: 两组间比较采用  $t$  检验; 相关分析采用 Pearson 相关分析方法, 以食管癌患者的营养状况为因变量, 预测营养不良的相关营养指标为自变量, 将

单因素 Logistic 回归分析有统计学意义的相关营养指标进行多因素的 Logistic 回归分析; 检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

本研究共纳入 299 例患者, 排除 6 例患者合并其他肿瘤, 2 例患者安装有心脏起搏器, 4 例患者拒绝参加, 最终纳入患者 287 例。男性 234 例 (81.5%), 女性 53 例 (18.5%), 平均年龄 ( $63.91 \pm 7.95$ ) 岁。其中正常 PA 组 216 例, 低 PA 组 71 例。

### 2.2 正常 PA 组及低 PA 组临床资料比较

正常 PA 组及低 PA 组临床资料比较见表 1, 两组患者的性别构成、平均年龄、肿瘤部位、疾病分期及受教育程度方面差异无统计学意义。

表 1 患者一般资料比较 ( $n=287$ )

Table 1. General Information of Patients ( $N=287$ )

Variable	Normal PA group	Low PA group	$t/\chi^2$	$P$
Gender (male/female)	179/37	55/16	1.037	0.309
Age (year)	$62.21 \pm 7.34$	$64.56 \pm 7.49$	0.445	0.505
Site of tumor			4.578	0.333
Upper thoracic	28	6		
Mid-thoracic	122	42		
Lower thoracic	66	23		
TNM			5.765	0.123
I	47	8		
II	73	21		
III	80	35		
IV	16	7		
Education			4.292	0.231
Primary school	133	51		
Junior high school	62	13		
Senior high school	10	5		
University degree or above	11	2		

### 2.3 两组患者 PG-SGA、PNI、人体测量及人体成分指标结果比较

食管癌低 PA 组患者 PG-SGA、ECW/TBW 高于正常 PA 组 ( $P < 0.05$ ); 食管癌低 PA 组患者 PNI、

ASMI、BMI、ICW、ECW、FFM、BCM 低于正常 PA 组 ( $P < 0.05$ ), 两组患者 PBF、VFA 比较差异无统计学意义 (表 2)。

表 2 不同 PA 分组患者营养指标比较

Table 2. Nutritional Indicators in Patients with Different PA Groups

Variable	Normal PA group (n = 216)	Low PA group (n = 71)	t	P
PG-SGA	5.05 ± 5.90	7.65 ± 4.16	3.437	0.001
PNI	47.52 ± 6.27	44.23 ± 10.65	3.177	0.002
ASMI	6.85 ± 0.82	5.88 ± 0.70	8.928	<0.001
BMI	22.98 ± 2.76	20.31 ± 2.95	6.943	<0.001
ECW/TBW	0.38 ± 0.01	0.40 ± 0.01	11.289	<0.001
ICW	19.75 ± 3.03	16.94 ± 2.45	7.907	<0.001
ECW	12.25 ± 1.96	11.20 ± 1.65	4.047	<0.001
FM	15.68 ± 6.62	13.56 ± 5.85	2.395	0.017
FFM	43.07 ± 8.69	38.09 ± 5.47	4.536	<0.001
PBF	25.63 ± 7.85	25.70 ± 8.87	0.062	0.951
BCM	28.25 ± 4.32	24.26 ± 3.51	7.814	<0.001
VFA	72.14 ± 32.14	73.81 ± 34.40	0.374	0.708

PA: Phase angle; PG-SGA: Patient-generated subjective global assessment; PNI: Prognostic nutritional index; ASMI: Appendicular skeletal muscle mass index; BMI: Body mass index; ECW: Extracellular water; TBW: Total body water; ICW: Intracellular water; FM: Fat mass; FFM: Fat free mass; PBF: Percentage body fat; BCM: Body cell mass; VFA: Visceral fat area.

### 2.4 PA 与营养相关指标的关系

PA 与 PNI、ASMI、FFM、BMI、ICW、ECW、BCM 成正相关 ( $P < 0.05$ ); PA 与 PG-SGA、ECW/TBW、PBF、VFA 呈负相关 ( $P < 0.05$ ) (表 3)。

### 2.5 食管癌患者发生营养不良的 Logistic 回归分析

以是否有营养不良 (PNI < 45) 为因变量, 各营养指标为自变量进行单因素 logistic 回归分析, 结果显示前白蛋白 (prealbumin, PALB)、PG-SGA、PNI、ASMI、BCM、上臂围 (arm circumference, AC)、上臂肌肉围度 (arm muscle circumference, AMC)、PA 可能是初诊食管癌患者营养不良的影响因素 ( $P < 0.05$ )。再将单因素分析中有统计学意义的变量纳入多因素 logistic 回归模型中进行分析, 结果显示 PG-SGA ( $OR = 0.920, P = 0.001$ ) 和 PA ( $OR = 5.948, P < 0.001$ ) 与患者发生营养不良显著相关 (表 4)。

表 3 PA 与营养相关指标的相关分析

Table 3. Correlation between PA and Nutrition-Related Indicators

Variable	r	P
PG-SGA	-0.166	0.005
PNI	0.143	0.015
ASMI	0.649	<0.001
FFM	0.546	0.003
BMI	0.333	<0.001
ECW/TBW	-0.899	<0.001
ICW	0.571	<0.001
ECW	0.311	<0.001
PBF	-0.132	0.025
BCM	0.575	<0.001
VFA	-0.199	0.001

Abbreviations as indicated in Table 2.

表 4 预测初诊食管癌患者营养不良的 Logistic 回归分析

Table 4. Binary Logistic Regression Analysis of Malnutrition in Patients with Esophageal Cancer

Variable	Single factor analysis						Multi-factor analysis					
	$\beta$	SE	Wald	P	OR	95% CI	$\beta$	SE	Wald	P	OR	95% CI
PALB	0.014	0.003	16.152	<0.001	1.014	1.007 - 1.021						
PG-SGA	-0.129	0.043	8.959	0.003	0.879	0.807 - 0.956	-0.083	0.026	10.330	0.001	0.920	0.874 - 0.968
PNI	0.054	0.025	4.742	0.029	1.056	1.005 - 1.109						
ASMI	1.316	0.253	27.034	<0.001	3.730	2.271 - 6.126						
BCM	0.169	0.046	13.688	<0.001	1.184	1.083 - 1.296						
AC	1.968	0.353	31.138	<0.001	7.160	3.586 - 14.294						
AMC	1.107	0.179	38.184	<0.001	3.027	2.130 - 4.300						
PA	1.848	0.317	34.001	<0.001	6.349	3.411 - 11.818	1.783	0.324	30.329	<0.001	5.948	3.153 - 11.218

Abbreviations as indicated in Table 2.

### 3 讨论

营养不良是食管癌患者就诊时的主要症状,营养不良影响患者手术预后及放化疗的效果。准确地评估患者营养状况,及时发现营养不良并进行营养干预至关重要。PA 是由生物电阻抗分析法测得的容抗和电阻之比的反正切值,是细胞健康的综合指标,可反映细胞的活力及完整性(如细胞形状大小、膜的通透性、细胞间组分)等生物电特性<sup>[18]</sup>。PA 作为营养指标,与人体内的脂肪、总水分和 ECW 相关,有研究表明,PA 能够反映细胞的健康和营养状态,高 PA 值被认为是细胞增多、细胞膜完整性和更好的细胞功能的良好标志<sup>[10,19]</sup>。PA 值低提示细胞死亡或细胞功能下降,是临床营养不良的标志。

本研究结果显示,低 PA 组的患者 PG-SGA 评分高于正常 PA 组患者,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),且 PA 与 PG-SGA 成负相关,患者 PA 值越低,PG-SGA 评分越高,表明患者的营养状况越差。针对食管癌手术患者及血液透析患者的研究也表明,营养不良患者 PA 值明显低于营养良好患者,且 PA 与 PG-SGA 呈负相关关系<sup>[11,20]</sup>。Ozorio 等<sup>[21]</sup>的研究结果显示,在胃肠道肿瘤患者中,PG-SGA 确定的营养风险与 PA 有关。PG-SGA 作为营养评估的主观指标,能全面反映患者营养状况,在临床研究中已被公认是评估癌症患者营养状况的首选量表,在多个国家和地区被推荐,并且被写入包括澳大利亚、巴西、荷兰<sup>[3]</sup>、英国<sup>[4]</sup>和美国等有关肿瘤学的国家营养指南中。PA 与 PG-SGA 密切相关,因此 PA 也可用于初诊食管癌患者营养状况评估。

本研究对比了低 PA 组患者与正常 PA 组患者 BMI、ASMI、ICW、ECW、FFM、BCM 的差异,结果证实低 PA 组患者 BMI、ASMI、ICW、ECW、FFM、BCM 均明显低于正常 PA 组患者,ECW/TBW 高于正常 PA 组,且差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),相关分析中 PA 与 BMI、ASMI、ICW、ECW、FFM、BCM 均成正相关,与 ECW/TBW 呈负相关。营养不良的食管癌患者 PA 倾向于减小,FFM 降低是营养不良的明显特征,FFM 与 PA 同时下降,则意味着营养风险增加。有研究显示,身体细胞量反映人体内功能细胞群的数量,是机体进行物质代谢和能量代谢的重要影响因素<sup>[22]</sup>。本研究中,低 PA 组患者 ICW 与 ECW 明显低于正常 PA 组患者,ICW 的减少反映了机体瘦体组织减少。PA 作为反映细胞外和细胞内空间之间水分分布状况的指标,是营养不良最敏感的指标之

一<sup>[23]</sup>。PA 是一个反映细胞膜完整性和功能的指标,PA 低表明细胞死亡或细胞完整性降低,而 PA 高则表明大量完整的细胞膜<sup>[24]</sup>。

PNI 由血清白蛋白和外周淋巴细胞总数两项指标计算而来,为客观性营养指标,临床检测方便,是对食管癌患者围手术期营养状态的反映,能预测患者的临床结局<sup>[25]</sup>。本研究进一步对食管癌营养不良患者( $PNI < 45$ )影响因素进行 logistic 回归分析,发现 PG-SGA( $OR = 0.920, P = 0.001$ )和 PA( $OR = 5.948, P < 0.001$ )与患者发生营养不良显著相关。低 PA 的患者营养不良发生率更高。有研究表明 PA 与患者存活率密切相关,PA 低的肿瘤患者其生存期会显著缩短、术后并发症的发生率显著增加<sup>[26-27]</sup>。且应用 PA 预测患者的营养状况和监测其疾病进程的能力优于其他血清或营养体检指标,低 PA 与肿瘤患者、慢性肾功能不全患者、手术患者和艾滋病患者的营养不良、死亡率升高密切相关<sup>[28-29]</sup>。

综上所述,目前临床上常用的营养评估方法较多,但这些方法的缺点在于其多基于主观因素,例如根据患者的描述食用的食物量,或者可能受混杂变量的影响。而 PA 省时、可重复性好、测量数据精确不受人体水分变化的影响,本研究中 PA 截断值是参照 kyle 标准进行划分,因该标准中不同性别 PA 截断值不同,方便更加精确地进行分组。本研究结果证实 PA 与多项营养指标密切相关。低 PA 可以作为初诊食管癌患者营养不良评估的参考指标,早期识别具有营养风险的患者,从而早期干预,早期改善患者营养状态,继而改善临床结局。但本研究也存在一定的局限性,不同人群的 PA 截断值会有差异,进一步的研究需通过分析得到本患者群的 PA 截断值进行分组比较。

**作者声明:**本文全部作者对于研究和撰写的论文出现的不端行为承担相应责任;并承诺论文中涉及的原始图片、数据资料等已按照有关规定保存,可接受核查。

**学术不端:**本文在初审、返修及出版前均通过中国知网(CNKI)科技期刊学术不端文献检测系统的学术不端检测。

**同行评议:**经同行专家双盲外审,达到刊发要求。

**利益冲突:**所有作者均声明不存在利益冲突。

**文章版权:**本文出版前已与全体作者签署了论

文授权书等协议。

### 【参考文献】

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, *et al.* Global cancer statistics 2018; GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6):394-424.
- [2] Chen WQ, Zheng RS, Baade PD, *et al.* Cancer statistics in China, 2015[J]. *CA Cancer J Clin*, 2016, 66(2):115-132.
- [3] 温静. 食管癌患者营养状况与治疗相关性的研究进展[J]. *肿瘤预防与治疗*, 2017, 30(3):213-218.
- [4] Zhang LY, Lu YH, Fang Y. Nutritional status and related factors of patients with advanced gastrointestinal cancer[J]. *Br J Nutr*, 2014, 111(7):1239-1244.
- [5] 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.
- [6] Pena NF, Mauricio SF, Rodrigues AMS, *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.
- [7] Pérez Camargo DA, Allende Pérez SR, Verastegui Avilés E, *et al.* Assessment and impact of phase angle and sarcopenia in palliative cancer patients[J]. *Nutr Cancer*, 2017, 69(8):1227-1233.
- [8] 梁丹华, 谭荣韶, 刘岩, 等. 生物电阻抗相位角对血液透析患者蛋白质-能量消耗的预测价值[J]. *中华临床营养杂志*, 2017, 25(6):355-360.
- [9] 肖慧娟, 张明, 齐玉梅, 等. 相位角与肝硬化病人营养状况及临床结局的关系研究[J]. *肠外与肠内营养*, 2019, 26(3):145-149.
- [10] 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.
- [11] 王艳莉, 辛晓伟, 周秀耕, 等. 食管癌手术病人相位角与营养状况的相关性研究[J]. *肠外与肠内营养*, 2019, 26(2):65-69.
- [12] 陈春明, 国际生命科学学会中国办事处中国肥胖问题工作组联合数据汇总分析协作组. 中国成人体质指数分类的推荐意见简介[J]. *中华预防医学杂志*, 2001, 35(5):349-350.
- [13] Hen LK, Liu LK, Woo J, *et al.* Sarcopenia in Asia: Consensus report of the Asian working group for sarcopenia[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2014, 15(2):95-101.
- [14] Kyle UG, Soundar EP, Genton L, *et al.* Can phase angle determined by bioelectrical impedance analysis assess nutritional risk? A comparison between healthy and hospitalized subjects[J]. *Clin Nutr*, 2012, 31(6):875-881.
- [15] Bauer J, Capra S, Ferguson M. Use of the scored Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA) as a nutrition assessment tool in patients with cancer[J]. *Euro J Clin Nutr*, 2002, 56(8):779-885.
- [16] Onodera T, Goseki N, Kosaki G. Prognostic nutritional index in gastrointestinal surgery of malnourished cancer patients[J]. *Nihon Geka Gakkai zasshi*, 1984, 85(9):1001-1005.
- [17] Borda F, Miranda C, Borda A, *et al.* Relation between preoperative prognostic Onodera's Index and postsurgery complications in the R0 gastric carcinoma resection[J]. *An Sanit Navar*, 2017, 40(1):67-75.
- [18] Stegel P, Kozjek NR, Brumen BA, *et al.* Bioelectrical impedance phase angle as indicator and predictor of cachexia in head and neck cancer patients treated with (chemo)radiotherapy[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2016, 70(5):602-606.
- [19] Ringaitiene D, Gineityte D, Vicka V, *et al.* Malnutrition assessed by phase angle determines outcomes in low-risk cardiac surgery patients[J]. *Clin Nutr*, 2016, 35(6):1328-1332.
- [20] 曾小庆, 柳园, 程懿, 等. 不同年龄、性别血液透析患者体成分及营养状况分析[J]. *现代预防医学*, 2018, 45(6):1141-1144.
- [21] Ozorio GA, Barão K, Forones NM, *et al.* Patient-generated subjective global assessment, phase angle, and handgrip strength in patients with gastrointestinal cancer[J]. *Nutr Cancer*, 2017, 69(5):772-779.
- [22] 吴国豪, 吴肇汉, 吴肇光. 应用生物电阻抗分析法检测营养不良病人的人体组成[J]. *肠外与肠内营养*, 2002, 9(2):87-89.
- [23] Schwenk A, Beisenherz A, Römer K, *et al.* Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment[J]. *Am J Clin Nutr*, 2000, 72(2):496-501.
- [24] Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2002, 86(6):509-516.
- [25] Xue YB, Zhou X, Xue L, *et al.* The role of pretreatment prognostic nutritional index in esophageal cancer: A meta-analysis[J]. *J Cell Physiol*, 2019, 234(11):19655-19662.
- [26] Ruiz-Margáin A, Macías-Rodríguez RU, Duarte-Rojo A, *et al.* Malnutrition assessed through phase angle and its relation to prognosis in patients with compensated liver cirrhosis: A prospective cohort study[J]. *Dig Liver Dis*, 2015, 47(4):309-314.
- [27] Toso S, Piccoli A, Gusella M, *et al.* Altered tissue electric properties in lung cancer patients as detected by bioelectric impedance vector analysis[J]. *Nutrition*, 2000, 16(2):120-124.
- [28] Varan HD, Bolayir B, Kara O, *et al.* Phase angle assessment by bioelectrical impedance analysis and its predictive value for malnutrition risk in hospitalized geriatric patients[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2016, 28(6):1121-1126.
- [29] Zouridakis A, Simos YV, Verginadis II, *et al.* Correlation of bioelectrical impedance analysis phase angle with changes in oxidative stress on end-stage renal disease patients, before, during, and after dialysis[J]. *Ren Fail*, 2016, 38(5):738-743.