

## 相位角与冠心病 PCI 患者术前营养状况相关性研究\*

曹楚雄<sup>1</sup>,徐 喆<sup>1</sup>,白 倩<sup>1</sup>,朱文艺<sup>1</sup>,于世勇<sup>2</sup>,王 建<sup>1△</sup>

(陆军军医大学第二附属医院:1. 营养科;2. 心内科,重庆 400037)

**[摘要]** **目的** 探讨相位角与冠心病经皮冠状动脉介入(PCI)患者术前营养状况相关性。**方法** 收集 2021 年 4—7 月在该院心内科拟行 PCI 手术的 120 例冠心病住院患者为研究对象。术前采用营养风险筛查表(NRS-2002)、一般情况及膳食情况调查问卷行营养评估,测定人体成分,收集相关营养指标及病情指标,分析相位角与相关指标的相关性。**结果** 相位角与 NRS-2002 评分、N 末端 B 型利钠肽前体(NT-proBNP)、细胞内外水分比(ECW/TBW)呈负相关( $P < 0.05$ ),与血红蛋白、BMI、白蛋白、前白蛋白呈正相关( $P < 0.05$ )。以 NRS-2002 评分作为预测患者营养风险标准,相位角在预测患者短期营养风险的特异度为 82.5%,灵敏度为 93.1%。能量、蛋白质、钾、Vb1、Vb2、镁、钙、锌、硒等摄入不足( $P < 0.001$ ),脂肪、钠、铁、铜、锰、磷等摄入超量( $P < 0.001$ )。**结论** 冠心病 PCI 术前应用相位角评估其营养状况有助于精准指导该类患者围术期的营养治疗。

**[关键词]** 冠心病;相位角;营养风险筛查;营养评估;膳食调查

**[中图法分类号]** R151.4+1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-8348(2023)02-0205-05

## Correlation between phase angle and preoperative nutritional status in patients with coronary heart disease undergoing PCI\*

CAO Chuxiong<sup>1</sup>, XU Zhe<sup>1</sup>, BAI Qian<sup>1</sup>, ZHU Wenyi<sup>1</sup>, YU Shiyong<sup>2</sup>, WANG Jian<sup>1△</sup>

(1. Department of Nutrition; 2. Department of Cardiology, Second Affiliated Hospital of Army Military Medical University, Chongqing 400037, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the correlation between the phase angle and preoperative nutritional status in the patients with coronary heart disease undergoing PCI. **Methods** A total of 120 inpatients scheduling to undergo PCI due to coronary heart disease in the cardiology department of this hospital from April to July 2021 were collected as the research subjects. Before surgery, Nutritional Risk Screening (NRS-2002), general information and dietary information questionnaire were used for conducting the nutritional assessment, the body composition was measured, and the relevant nutritional indicators and disease indicators were collected. The correlation between the phase angle and the related indicators was analyzed. **Results** The phase angle was negatively correlated with the NRS-2002 score, NT-proBNP and ECW/TBW ( $P < 0.05$ ), and positively correlated with Hb, BMI, albumin and prealbumin ( $P < 0.05$ ). With the NRS-2002 score as the standard for predicting the nutritional risk in the patients, the specificity of the phase angle in predicting the short term nutritional risk was 82.5%, and the sensitivity was 93.1%. The intake of energy, protein, potassium, Vb1, Vb2, magnesium, calcium, zinc, selenium, etc. were insufficient ( $P < 0.001$ ), and the intake of fat, sodium, iron, copper, manganese, phosphorus, etc. were excessive ( $P < 0.001$ ). **Conclusion** Using the phase angle to evaluate the nutritional status is conducive to precisely guide the perioperative nutritional treatment in these patients.

**[Key words]** coronary heart disease; phase angle; nutritional risk screening; nutritional assessment; dietary survey

冠状动脉粥样硬化性心脏病(简称冠心病)是指冠状动脉发生粥样硬化引起管腔狭窄或闭塞,导致心

肌缺血缺氧或坏死而引起的心脏病,也称缺血性心脏病。流行病学数据显示,我国冠心病发病率逐年增

\* 基金项目:重庆市科卫联合医学科研项目(2021MSXM136)。

作者简介:曹楚雄(1989—),医师,在读硕士,主要从事冠心病营养治疗

研究。△ 通信作者, E-mail: 673375499@qq.com。

加<sup>[1]</sup>,且发病年龄呈年轻化趋势,据《中国心血管健康与疾病报告 2021》指出,目前我国冠心病患者约有 1 139 万<sup>[2]</sup>,其中约 35% 会通过经皮冠状动脉介入(percutaneous coronary intervention, PCI) 手术进行治疗。营养状况是影响预后的重要因素<sup>[3]</sup>,有研究显示,72% 的心血管疾病死亡患者是由膳食因素直接或间接导致<sup>[4]</sup>;最新研究表明营养不良是 PCI 术后短期及长期随访期间全因死亡的独立危险因素<sup>[5]</sup>。虽然目前通用的营养风险筛查及营养评估基本适用于所有疾病人群,但是其筛查和评估结果的准确性极大依赖于操作人员的专业水平,而在目前临床实际情况中,并非所有冠心病 PCI 手术患者均能接受营养师的专业营养评估。因此,如何广泛开展、快速客观地识别患者存在的营养问题,精准实施营养治疗是亟待解决的重要问题。本研究基于冠心病 PCI 手术患者术前人体成分分析及膳食摄入、实验室指标进行综合评估和分析,探讨生物电阻抗相位角在冠心病 PCI 患者营养风险筛查、营养状况识别及心力衰竭病情监测中的应用,为拟行 PCI 手术的冠心病患者围术期精准营养治疗提供循证医学依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

应用数字随机抽样法抽取 2021 年 4—7 月在本院心内科行 PCI 手术的冠心病住院患者 120 例为研究对象。纳入标准:(1)年龄 18~90 岁;(2)符合冠心病诊断标准,冠状动脉造影显示主干或至少一支重要分支血管狭窄程度 $\geq 50\%$ ,拟行 PCI 手术治疗;(3)患者或家属知情同意,自愿加入本研究;(4)具备基本交流能力,能配合完成调查问卷。排除标准:(1)严重心肺功能不全或全身状况较差不能耐受手术;(2)妊娠或哺乳期妇女;(3)存在严重认知障碍或精神疾病,不能配合调查。本研究经医院伦理委员会审查[(2021-研第 024-01)]。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 问卷调查

主要包括一般情况调查和膳食情况调查。一般情况包括人口学调查、疾病和烟酒史等;对患者围术期(手术前 1 天,手术当天,手术后 1 天)膳食摄入情况进行统计,使用 Nccwdbf2013 软件对各类营养元素摄入情况进行计算,主要包括能量、蛋白质、脂肪、部分维生素及微量元素。能量摄入推荐值采用 Harris-Benedict 公式计算基础能量消耗(basal energy expenditure, BEE),其余营养元素参照《中国居民膳食营养素参考摄入量(2013 版)》<sup>[6]</sup>进行评价,调查对象根据年龄、性别、活动系数等确定各营养元素参考摄入量。

#### 1.2.2 营养风险筛查

运用营养风险筛查表(NRS-2002) 评估患者营养风险, $< 3$ 分为无风险, $\geq 3$ 分为存在营养不良风险。

#### 1.2.3 人体成分分析

使用 Inbody S10 人体成分分析仪对患者手术前人体成分进行测量和评估,分析指标包括体重指数(BMI)、相位角、细胞内外水分比(ECW/TBW)。根据 KYLE 等<sup>[7]</sup>标准,相位角值男性 $< 5^\circ$ 、女性 $< 4.6^\circ$ 定义为低相位角;ECW/TBW 值正常为 0.36~0.39<sup>[8]</sup>,且会随着年龄增长而变大。

#### 1.2.4 实验室指标

记录患者入院常规检验中血红蛋白、白蛋白、前白蛋白、N 末端 B 型利钠肽前体(NT-proBNP)等相关指标。

#### 1.2.5 质量控制

评估前对调查人员进行专业培训,对标准食物重量进行规范,人体成分分析按照标准化程序进行操作,受试者统一采用卧姿。数据录入时采用双人录入、二次核对等措施确保数据的准确性。

### 1.3 统计学处理

采用 SPSS26.0 统计软件进行分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本  $t$  检验;非正态分布、方差不齐的计量资料以中位数(四分位间距)表示;计数资料以例数或率表示;采用 Pearson、Spearman 相关性分析法进行相关性分析。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 研究人群特征

120 例患者中年龄最大 88 岁,最小 28 岁,研究人群特征见表 1。相位角( $5.81 \pm 0.85^\circ$ ),异常比例为 10%;ECW/TBW ( $0.383 \pm 0.008$ ),异常比例为 15.8%;BMI ( $24.6 \pm 3.4$ )  $\text{kg}/\text{m}^2$ ,异常比例为 45.8%;血红蛋白[141(129,151)]g/L,异常比例为 25.8%;白蛋白( $43.5 \pm 3.45$ )g/L,异常比例为 17.5%;前白蛋白( $262.6 \pm 53.2$ )mg/L,异常比例为 11.7%;NT-proBNP[180.0(72.1,661.0)]pg/mL,异常比例为 62.5%;NRS-2002 评分:0 分 32 例,1 分 42 例,2 分 27 例,3 分 15 例,4 分 4 例,异常比例为 15.8%。

表 1 患者一般情况

基本情况	例数( $n$ )	构成比(%)
年龄		
<65 岁	53	44.2
$\geq 65$ 岁	67	55.8
性别		
男	96	80.0

续表 1 患者一般情况

基本情况	例数(n)	构成比(%)
女	24	20.0
文化程度		
初中及以下	80	66.7
高中	21	17.5
大专及以上	19	15.8
地区		
城市	59	49.2
农村	61	50.8
吸烟		
是	63	52.5
否	57	47.5
饮酒		
是	36	30.0
否	84	70.0

2.2 相关性分析

相位角与 NRS-2002 评分、NT-proBNP、ECW/TBW 呈负相关 ( $P < 0.05$ ), 与血红蛋白、BMI、白蛋白、前白蛋白呈正相关 ( $P < 0.05$ ), 见表 2、3、图 1。以目前临床应用最广泛的 NRS-2002 评分作为预测患者营养风险标准, 相位角在预测患者短期营养风险的特异度为 82.5%, 灵敏度为 93.1%, 见表 4。

表 2 相位角与 NRS-2002 评分、血红蛋白、NT-proBNP 相关性分析

相位角	NRS-2002 评分	血红蛋白	NT-proBNP
Spearman 相关系数	-0.381	0.546	-0.230
显著性(双尾)	<0.001	<0.001	0.013
个案数(n)	120	120	117

表 3 相位角与 ECW/TBW、BMI、白蛋白、前白蛋白相关性分析

相位角	BMI	ECW/TBW	白蛋白	前白蛋白
Pearson 相关性	0.382	-0.893	0.255	0.335
显著性(双尾)	<0.001	<0.001	0.005	<0.001
个案数(n)	120	120	118	118

表 4 相位角与 NRS-2002 评分诊断结果的一致性

相位角	NRS-2002 评分		合计
	≥3 分	<3 分	
阳性	5	7	12
阴性	14	94	108
合计	19	101	120

2.3 膳食调查情况

能量、蛋白质、钾、Vb1、Vb2、镁、钙、锌、硒等摄入不足 ( $P < 0.001$ ); 脂肪、钠、铁、铜、锰、磷等摄入量超量 ( $P < 0.001$ ), 特别是脂肪、钠的摄入量, 严重超出推荐值, 见表 5。

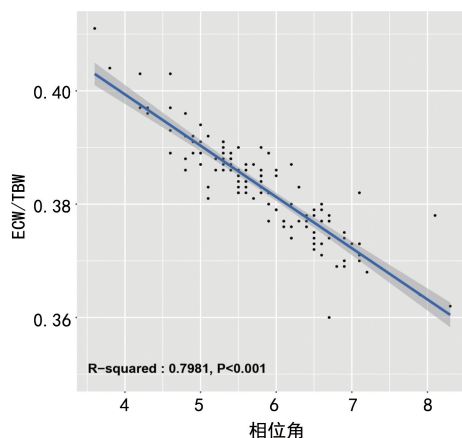


图 1 相位角与 ECW/TBW 线性相关性分析

表 5 患者围术期营养摄入情况调查 ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	实际摄入	推荐/标准摄入	t	P
能量(kcal)	1 421.00±299.00	1 561.00±265.00	-3.833	<0.001
蛋白质(g)	69.80±15.60	79.80±14.70	-5.075	<0.001
脂肪(g)	48.90±17.70	25.00±0.00	14.776	<0.001
钠(mg)	2 755.00±931.00	1 410.00±43.80	15.798	<0.001
钾(mg)	1 667.00±414.00	2 000.00±0.00	-8.827	<0.001
Va(μgRE)	389.00±233.00	780.00±40.20	-18.109	0.324
Vc(mg)	96.10±43.00	100.00±0.00	-0.990	0.028
Ve(mg)	15.20±6.16	14.00±0.00	2.224	<0.001
Vb1(mg)	1.04±0.36	1.36±0.08	-9.552	<0.001
Vb2(mg)	0.88±0.28	1.36±0.08	-18.020	<0.001
镁(mg)	265.00±66.50	324.00±5.84	-9.749	<0.001
钙(mg)	457.00±177.00	970.00±71.70	-29.458	<0.001
铁(mg)	17.30±5.11	12.10±1.03	10.894	<0.001
锌(mg)	9.98±2.81	11.50±2.01	-4.818	<0.001
铜(mg)	1.04±0.31	0.80±0.00	8.629	<0.001
锰(mg)	7.29±4.93	4.50±0.00	6.207	<0.001
磷(mg)	886.00±210.00	707.00±13.00	9.294	<0.001
硒(μg)	30.70±10.80	60.00±0.00	-29.710	<0.001

3 讨论

生物电阻抗分析是一种测量人体组成和评估临床状况的低成本、非侵入性技术, 测量衍生出的相位角反映了细胞的质量和细胞膜的完整性<sup>[9]</sup>, 能够在一定程度上代表细胞的健康营养状况, 目前已被证明有助于肿瘤、结核、透析等患者的营养评价及预后评估。

NRS-2002 评分具有快速、简单等特点,能够有效筛查住院患者营养不良风险,是目前应用最多的营养风险评估方法之一。有研究显示 NRS-2002 评分的灵敏度和特异度分别为 80.3% 和 79.8%<sup>[10]</sup>,NRS-2002 评分增加,30 d 死亡风险和 180 d 死亡风险逐步增加,并且 NRS-2002 评分的增加与住院时间及 180 d 临床功能结局相关<sup>[11]</sup>。有研究显示,相位角能够及时准确地评估患者的营养不良状态,其结果与 NRS-2002 评分及 SGA 评分结果相一致<sup>[12]</sup>。本研究显示,以 NRS-2002 评分为标准,相位角预测冠心病患者营养风险具有较高的特异度和灵敏度,其客观性是 NRS-2002 评分及 SGA 评分所不具备的。相位角具有简便、快速、客观等特点,在预测冠心病患者营养风险方面具有较好的应用价值和前景。

有研究发现,心力衰竭患者人体总水分占去脂体质量的比例(TBW/FFM)和全身及人体各节段的细胞外水分占人体体重的比例(ECW%)明显高于健康人群,且 ECW% 是预测体液潴留的独立因素<sup>[13]</sup>,对于心血管病患者而言,ECW/TBW 可能是一项快速、简便预测患者心力衰竭程度的指标。本研究发现,相位角值与 ECW/TBW 的变化趋势呈线性负相关,与以往相关研究结果相符<sup>[14]</sup>,说明这 2 项指标的变化在生理学方面可能存在一定的联系。通过人体成分分析仪测量相位角和 ECW/TBW,可与血红蛋白、白蛋白、前白蛋白等营养相关指标<sup>[15]</sup>及 NT-proBNP 产生一定的关联性,NT-proBNP 在冠心病患者血液中水平明显高于健康人,且会随着疾病严重程度加重而升高<sup>[16-17]</sup>,是重要的心脏功能标志物之一,在心力衰竭患者和疑似心力衰竭患者的诊断中应用越来越广泛<sup>[18]</sup>。说明营养状况的改变可能会对患者的心力衰竭程度造成一定的影响,运用生物电阻抗技术不仅对预测冠心病患者营养风险具有一定的临床意义,而且对患者心功能及心力衰竭程度的预估也有一定的价值。但是到底是由于部分细胞膜的破坏和功能丧失导致水分外流,致使细胞外水分比例升高,还是因为组织间液的增多才导致细胞膜的破坏和功能受损,这些值得进一步探讨和研究。

另外,本研究通过对冠心病患者围术期膳食情况进行细致调查,发现冠心病患者的个人饮食习惯及膳食理念仍存在较大问题,具体表现为饮食结构较为单一,三大营养元素摄入不均衡,多种必需营养元素摄入不足等问题,特别是脂肪、钠盐摄入过多的问题尤为突出,对患者心血管疾病的治疗和预后及其他疾病的发生、发展都有较大的危害。这些饮食习惯与近些年人们生活水平的提高及川渝地区长期以来的居民

饮食习惯息息相关。然而,本研究为单中心研究,样本量较少,并且病例收集过程集中在春夏两季,膳食调查结果可能存在季节性食物选择限制导致的偏差,这些都使得本研究存在一定的局限性。

综上所述,相位角对于冠心病 PCI 患者营养风险及心力衰竭程度和发展的预测,具有一定的临床应用价值。其简便、快速、客观等特点在对患者营养状况和心功能水平的综合评估中具有其他方法所不具备的优势,值得在冠心病患者的治疗过程中予以推广应用。后续将基于本项研究结果对冠心病 PCI 手术患者予以全程规范化营养管理,以期助力疾病的治疗与转归,提高患者生活质量。

## 参考文献

- [1] 覃远文. 冠心病介入治疗的临床研究进展[J]. 医学食疗与健康,2020,18(1):193-194.
- [2] 马丽媛,王增武,樊静,等.《中国心血管健康与疾病报告 2021》要点解读[J]. 中国全科医学,2022,25(27):3331-3346.
- [3] NAKAGOMI A, KOHASHI K, MORISAWA T, et al. Nutritional status is associated with inflammation and predicts a poor outcome in patients with chronic heart failure[J]. J Atheroscler Thromb,2016,23(6):713-727.
- [4] GBD 2013 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death,1990-2013:a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013[J]. Lancet,2015,385(9963):117-171.
- [5] KANDA D, IKEDA Y, TAKUMI T, et al. Impact of nutritional status on prognosis in acute myocardial infarction patients undergoing percutaneous coronary intervention[J]. BMC Cardiovasc Disord,2022,22(1):3.
- [6] 程义勇.《中国居民膳食营养素参考摄入量》的历史与发展[J]. 营养学报,2021,43(2):105-110.
- [7] KYLE U G, GENTON L, PICHARD C. Low phase angle determined by bioelectrical impedance analysis is associated with malnutrition and nutritional risk at hospital admission[J]. Clin Nutr,2013,32(2):294-299.
- [8] 聂秋平,刘美霞. 人体成分分析在心力衰竭患者



治疗中的应用研究[J]. 中国全科医学, 2019, 22(32):3926-3931.

- [9] 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.
- [10] CUONG T Q, BANKS M, HANNAN-JONES M, et al. Validity, reliability and feasibility of nutrition screening tools NRS-2002 and MST aD<sub>min</sub>-istered by trained medical doctors in routine practice[J]. *Hosp Pract*, 2019, 47(5):259-266.
- [11] HERSBERGER L, BARGETZI L, BARGETZI A, et al. Nutritional risk screening (NRS 2002) is a strong and modifiable predictor risk score for short-term and long-term clinical outcomes: secondary analysis of a prospective randomised trial[J]. *Clin Nutr*, 2020, 39(9):2720-2729.
- [12] 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.
- [13] PARK S, LEE C J, JHEE J H, et al. Extracellu-

lar fluid excess is significantly associated with coronary artery calcification in patients with chronic kidney disease[J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7(13):e008935.

- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 杜华, 潘俊均, 黄光日, 等. 血清 LDL、HCY、TNT-HSST 和 pro-BNP 检测在冠心病诊断中的应用价值分析[J]. 质量安全与检验检测, 2021, 31(2):128-130.
- [17] MAEWAL P, DE LEMOS J A. Natriuretic peptide hormone measurement in acute coronary syndromes[J]. *Heart Fail Rev*, 2003, 8(4):365-368.
- [18] DEO R, DE LEMOS J A. B-type natriuretic peptide in ischemic heart disease[J]. *Curr Cardiol Rep*, 2003, 5(4):271-277.

(收稿日期:2022-03-08 修回日期:2022-10-10)

(上接第 204 页)

RAKOTOBÉ S, LECUYER E, et al. The key role of segmented filamentous bacteria in the coordinated maturation of gut helper T cell responses[J]. *Immunity*, 2009, 31(4):677-689.

- [14] SCHNUPF P, GABORIAU-ROUTHIAU V, SANSONETTI P J, et al. Segmented filamentous bacteria, Th17 inducers and helpers in a hostile world[J]. *Curr Opin Microbiol*, 2017, 35:100-109.
- [15] MAZMANIAN S K. Gut immune balance is as easy as S-F-B [J]. *Immunity*, 2009, 31(4):536-538.
- [16] FEUERSTADT P, LOUIE T J, LASHNER B, et al. SER-109, an oral microbiome therapy for recurrent clostridioides difficile infection[J]. *N*

*Engl J Med*, 2022, 386(3):220-229.

- [17] CHILAMBI G S, NORDSTROM H R, EVANS D R, et al. Evolution of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* during colonization and infection in immunocompromised pediatric patients[J]. *Proc Natl Acad Sci*, 2020, 117(21):11703-11714.
- [18] SAQR A, CARLSON B, STALEY C, et al. Reduced enterohepatic recirculation of mycophenolate and lower blood concentrations are associated with the stool bacterial microbiome after hematopoietic cell transplantation [J]. *Transplant Cell Ther*, 2022, 28(7):372. e1-372. e9.

(收稿日期:2022-05-18 修回日期:2022-09-28)