

# 生物电阻抗分析法与CT对肿瘤恶病质的预测价值



王 宇, 段若男, 宋 彬

山西医科大学第三医院/山西白求恩医院/山西医学科学院/同济山西医院肿瘤中心(太原 030032)

**【摘要】目的** 研究生物电阻抗分析法(bioelectrical impedance analysis, BIA)和CT相关指标与肿瘤恶病质的关系,探讨二者对肿瘤恶病质的预测价值。**方法** 选取2022年8月至2023年9月在山西白求恩医院肿瘤科住院的肿瘤患者为研究对象,于入院后48 h内通过BIA获取其体成分相关指标,包括全身相位角(PhA)、去脂体重(FFM)、基础代谢率(BMR)、骨骼肌指数(SMI)、内脏脂肪面积(VFA)等。通过MIM计划系统勾画出患者腹部CT图像中第3腰椎中点横截面脂肪和骨骼肌的边界,半自动化得出相关参数,包括CT骨骼肌指数(CT-SMI)和CT脂肪质量指数(CT-FMI)等。使用 $t$ 检验或 $\chi^2$ 检验比较恶病质组和非恶病质组基本信息和营养指标的差异,采用单因素Logistic回归分析各指标与恶病质发生的关系,通过ROC曲线判定二者对肿瘤恶病质的预测价值,采用R 4.2.0中的predictABEL包计算综合判别改善指数(IDI)和净重新分类指数(NRI)。**结果** 本研究共纳入100例肿瘤患者,其中恶病质组53例,非恶病质组47例。两者相比较,恶病质组男性患者占比较高,PhA、BMI、FFM、BMR、SMI、VFA、CT-SMI、CT-FMI等指标均低于非恶病质组,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。单因素Logistic回归分析结果显示男性和较低的PhA、BMI、FFM、BMR、SMI、VFA、CT-SMI、CT-FMI是肿瘤患者发生恶病质的危险因素。ROC曲线图结果表明BIA与CT对肿瘤恶病质均有良好的预测价值,相较于CT-SMI,BIA测量的SMI预测恶病质的IDI为0.031[95%CI(-0.011, 0.073)],NRI为-0.080[95%CI(-0.241, 0.081)],反映BIA对恶病质的诊断效能并未优于CT,但不劣于CT。**结论** PhA、BMI、FFM、BMR、SMI、VFA、CT-SMI、CT-FMI等指标的下降是肿瘤恶病质的危险因素,且男性肿瘤患者似乎更易合并恶病质。CT与BIA评估机体肌肉与脂肪水平方面效能相近,二者均可用于预测肿瘤恶病质。

**【关键词】** 肿瘤;恶病质;CT;生物电阻抗分析

Predictive value of bioelectrical impedance analysis and CT in cancer cachexia

WANG Yu, DUAN Ruonan, SONG Bin

Cancer Center, Third Hospital of Shanxi Medical University, Shanxi Bethune Hospital, Shanxi Academy of Medical Sciences, Tongji Shanxi Hospital, Taiyuan 030032, China

Corresponding author: SONG Bin, Email: songbintara@163.com

**【Abstract】Objective** To evaluate the association between indicators of bioelectrical impedance analysis (BIA) and CT-related indices and cancer cachexia in patients, and explore the

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202401029

基金项目: 山西省医学重点科研项目(2022XM54)

通信作者: 宋彬, 博士, 主任医师, 硕士研究生导师, Email: songbintara@163.com

predictive value. **Methods** Patients with cancer in the oncology department of Shanxi Bethune Hospital in Taiyuan were selected from August 2022 to September 2023. Their body composition-related indices, including whole-body phase angle (PhA), fat free mass (FFM), basal metabolic rate (BMR), skeletal muscle index (SMI), and visceral fat area (VFA), were obtained by BIA within 48 h of admission to the hospital. The MIM planning system was used to delineate the boundaries of fat and skeletal muscle in the mid-point cross-section of the third lumbar vertebra in the abdominal CT images of the patients, providing semi-automated relevant parameters, including CT-skeletal muscle index (CT-SMI) and CT-fat mass index (CT-FMI). Differences in basic information and nutritional indicators between the cachexia and non-cachexia groups were compared using the *t* test or  $\chi^2$  test, the relationship between each indicator and the occurrence of malignant disease was analyzed using univariate Logistic regression, the predictive value of the two for tumor malignancy was determined by the ROC curve, and the integrated discrimination improvement (IDI) and net reclassification improvement (NRI) were calculated using the predictABEL package in R 4.2.0 **Results** A total of 100 cases were included, in which 53 cases of cachexia group, 47 cases of non-cachexia group. Compared with the two groups, cachexia group had a higher percentage of male patients. PhA, BMI, FFM, BMR, SMI, VFA, CT-SMI and CT-FMI in cachexia group were lower than those in non-cachexia group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). Univariate Logistic regression analysis showed that male and the decline of PhA, BMI, FFM, BMR, SMI, VFA, CT-SMI and CT-FMI were the risk factors for cachexia in tumor patients. The ROC curve showed that both BIA and CT had good predictive value for cancer cachexia. Compared with CT-SMI, the IDI of SMI measured by BIA for predicting cachexia was 0.031 [95%CI(-0.011, 0.073)], and the NRI was -0.080 [95%CI(-0.241, 0.081)], reflecting that the diagnostic efficacy of BIA for cachexia was not superior to that of CT, but was not inferior to that of CT. **Conclusion** The decrease of PhA, FFM, BMR, SMI, VFA, CT-SMI and CT-FMI were related risk factors for cancer cachexia. Male tumor patients seemed to be more likely to be complicated with cachexia. CT and BIA had similar efficacy in evaluating the body's muscle and fat levels, and both of them can be used to predict cancer cachexia.

**【Keywords】** Tumor; Cachexia; CT; Bioelectrical impedance analysis

恶病质 (cachexia) 是一种以体重减轻伴肌肉和 (或) 脂肪含量消耗为特征的综合征, 常伴发于多种慢性疾病<sup>[1]</sup>。其中, 肿瘤恶病质 (cancer cachexia) 发病率最高, 是各种恶性肿瘤的常见并发症, 进展期恶性肿瘤约 60%~80% 可出现恶病质, 约 20% 肿瘤患者因此死亡<sup>[2]</sup>。而恶病质的发生机制尚未完全阐明, 亟需发掘客观的临床指标, 寻找合适的诊断工具以指导肿瘤恶病质的相关诊疗。

生物电阻抗分析法 (bioelectrical impedance analysis, BIA) 是一种测量人体成分的非侵入性方法。国外多项研究证实 BIA 可用于评估多种疾病包括肿瘤患者在内的人体成分、营养状况<sup>[3-5]</sup>, 但 BIA 受多种因素干扰, 如治疗方式和合并症、水合作用、运动情况等<sup>[6]</sup>, 故还需进

一步的研究来评估 BIA 生成的数据对治疗决策和整体癌症护理的潜在益处。计算机断层扫描 (computed tomography, CT) 是一种较为理想的恶病质评估工具, 可通过测量皮下和内脏脂肪的体积以及腹部和椎旁肌肉的体积推断全身肌肉水平, 通常限于第 3 腰椎 (the third lumbar vertebra, L3) 水平的一个 5~10 mm 厚的 CT 切片<sup>[7]</sup>, 但目前因其费用昂贵和电离辐射, 尚未用于临床上肿瘤恶病质的诊断和动态监测。据此, 本研究使用 CT L3 水平肌肉、脂肪相应参数, 结合肿瘤患者的体成分指标, 旨在发掘客观的临床指标指导肿瘤恶病质的早期发现和临床干预, 探索 BIA 与 CT 对肿瘤恶病质的预测价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

选取 2022 年 8 月至 2023 年 9 月在山西白求恩医院肿瘤科住院的肿瘤患者为研究对象。纳入标准：①经组织病理学或细胞病理学确诊为肿瘤的患者；②年龄  $\geq 18$  周岁；③意识清楚，患者及家属自愿参加本研究。排除标准：①体内装有心脏起搏器、固定钢钉等金属物品；②合并大出血、脑卒中、心肌梗死等严重并发症；③合并慢性阻塞性肺疾病、慢性心衰、慢性肾衰、肝功能不全、艾滋病、风湿性关节炎等易引起恶病质的疾病；④合并甲状腺功能亢进、肾上腺皮质功能不全等代谢性疾病；⑤半年内各种术后体重减轻者；⑥其他原因无法配合本研究者。本研究已获得山西白求恩医院伦理委员会审核批准（批号：YXLL-2023-235），所有研究对象均知情同意。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 人体测量

采用韩国 InBody 身高体重测量仪 BSM370 于入院时测量肿瘤患者身高体重。测量时要求排尽大小便，保持空腹，脱去鞋帽和外衣，以立正姿势站于底板，双手自然下垂。测量仪通过感应器自动测量受试者身高体重，并将数据输出于 BSM370 液晶输出屏，即可读数。测量精度为  $\pm 0.1$  cm，连续测 2 次取平均值，计算得到体重指数（body mass index, BMI）。

#### 1.2.2 人体成分分析

入院后 48 h 内测量研究对象的人体成分，测量仪器采用韩国 InBody770 人体成分分析仪，测量人员均经统一系统培训后操作。测量前要求受试者空腹、排尽大小便，不可携带金属物品，严禁体内装有心脏起搏器、固定钢钉等金属物品者受试。测试前采用医用卫生湿巾擦拭电极，所有阻抗测量均在受试者站立位时进行。受试者去掉鞋袜裸脚上台，上台后两足跟和掌跖前部分别站在指定电极，成自然直体站立，两手大拇指分别轻按电极按钮，其余四指全部握在手柄下方电极，手臂自然伸直。测量指标包括全身相位角（phase angle, PhA）、去脂体重（fat free mass, FFM）、基础代谢率（basal metabolic rate, BMR）、骨骼肌指数（skeletal muscle index, SMI）、内脏脂肪

面积（visceral fat area, VFA）等。

#### 1.2.3 CT图像处理及身体成分测量

使用 MIM 计划系统 V 7.1.2（北京明维视景医疗软件开发有限公司），对患者入院后 1 个月内获得的腹部 CT 图像进行分析。选取 L3 椎体中点平面，不同组织的 CT 值阈值范围如下：骨骼肌（-29~+150）HU，皮下脂肪与肌间脂肪组织（-190~-30）HU，内脏脂肪组织（-150~-50）HU。根据既定范围半自动化勾画骨骼肌（如图 1 红色区域所示）、皮下脂肪组织（如图 1 黄色区域所示）、肌间脂肪组织（如图 1 绿色区域所示）与内脏脂肪组织（如图 1 蓝色区域所示），系统自动计算各区域面积，并根据身高进行标准化，计算得到 CT 骨骼肌指数（CT-skeletal muscle index, CT-SMI）和 CT 脂肪质量指数（CT-fat mass index, CT-FMI）。为保证数据和结果的准确性，所得图像均由 2 名影像科主治医师及以上职称且具有至少 3 年工作经验的医师进行审核与修改。

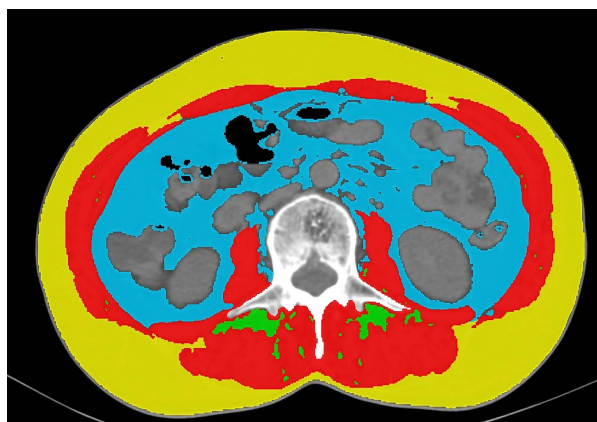


图1 L3椎体平面骨骼肌与脂肪示意图

Figure 1. Example of a patient's L3 slice with measurements of skeletal muscle and fat areas

注：红色区域表示骨骼肌，黄色区域表示皮下脂肪，绿色区域表示肌间脂肪，蓝色区域表示内脏脂肪。

#### 1.2.4 恶病质诊断

根据中国抗癌协会肿瘤营养专业委员会制订的《肿瘤恶液质临床诊断与治疗指南（2020 版）》<sup>[1]</sup>，满足以下 3 项诊断标准之一者纳入恶病质组，否则纳入非恶病质组：①无节食条件下，6 个月内体质量减轻  $> 5\%$ ，同时伴有摄食减少；②  $BMI < 18.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  和 6 个月内任何程度的体质量减轻  $> 2\%$ ，同时伴有摄食减少；③男性  $SMI < 7.26 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ，女性  $SMI < 5.45 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  和任何程度的体质量减轻  $> 2\%$ ，同时伴有摄食减少。

### 1.3 统计学分析

利用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料采用均数和标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 两组间比较采用两独立样本  $t$  检验, 不符合正态分布的数据采用中位数和四分位数表示 [M (IQR)], 两组间比较采用非参数检验中的 Mann-Whitney U 检验; 计数资料采用例数和百分比 ( $n, \%$ ) 表示, 两组间比较采用  $\chi^2$  检验。单因素 Logistic 回归分析评估影响恶病质发生的危险因素, 结果采用比值比 (OR) 和 95% 可信区间 (95%CI) 表示。ROC 曲线用于确定相关指标的诊断阈值, 并评估其诊断恶病质的灵敏度及特异度。采用 R 4.2.0 中的 predictABEL 包计算综合判别改善指数 (integrated discrimination improvement, IDI) 和净重新分类指数 (net reclassification improvement, NRI)。诊断水准  $\alpha=0.05$ ,  $P < 0.05$  被认为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

本研究纳入 100 例肿瘤患者, 男性和女性患者分别为 59 例 (59.0%) 和 41 例 (41.0%)。其中, 结直肠癌 24 例 (24.0%)、肺癌 22 例 (22.0%)、胃癌 20 例 (20.0%)、食管癌 12 例 (12.0%)、宫颈癌 6 例 (6.0%)、胰腺癌 5 例 (5.0%), 其他类型恶性肿瘤 11 例 (11.0%), 包括乳腺癌 3 例、胆管癌 2 例、肝癌 1 例、平滑肌肉瘤 1 例、神经内分泌癌 1 例、咽癌 1 例、阴茎癌 1 例、尿道癌 1 例。根据第八版美国癌症联合委员会 TNM 分期 I~II 期 12 例 (12.0%), III 期 23 例 (23.0%), IV 期 65 例 (65.0%)。研究对象平均年龄 ( $60.64 \pm 9.57$ ) 岁, SMI 为 ( $6.33 \pm 0.97$ )  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ , PhA 为 ( $4.14 \pm 0.78$ ) $^{\circ}$ , BMI 为 ( $22.15 \pm 3.35$ )  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ , 其中正常体重 59 例 (59.0%)、低体重 14 例 (14.0%)、超重或肥胖 27 例 (27.0%)。根据相关诊断标准, 恶病质患者 53 例 (53.0%), 非恶病质患者 47 例 (47.0%)。

### 2.2 两组患者相关指标比较

恶病质组男性占比高于非恶病质组 (71.7% vs. 44.7%), 恶病质组 I~II 期 (18.9% vs. 4.3%)、IV 期 (66.0% vs. 63.8%) 占比高, III 期占比低 (15.1% vs. 31.9%), 恶病质组 PhA、BMI、FFM、BMR、

SMI、VFA、CT-SMI、CT-FMI 均低于非恶病质组, 以上差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 两组年龄差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 1。

### 2.3 相关指标与恶病质的 Logistic 回归分析

将性别、年龄、肿瘤分期、PhA、BMI、FFM、BMR、SMI、VFA、CT-SMI、CT-FMI 作为自变量, 将恶病质作为因变量, 进行单因素 Logistic 回归分析, 结果显示男性和较低的 PhA、BMI、FFM、BMR、SMI、VFA、CT-SMI、CT-FMI 是肿瘤患者发生恶病质的相关危险因素, 见表 2。

### 2.4 恶病质相关危险因素的受试者工作特征曲线图

#### 2.4.1 BIA 与 CT 相关指标预测肿瘤恶病质的比较

比较 BIA 与 CT 的肌肉相关指标 SMI 与 CT-SMI, 结果表明 SMI 预测恶病质  $\text{AUC}=0.658$  [95%CI (0.551, 0.765)],  $P=0.007$ ; CT-SMI 预测恶病质  $\text{AUC}=0.623$  [95%CI (0.513, 0.734)],  $P=0.034$ , 如图 2 所示。相较作为诊断标准之一的 SMI, CT 得到的 CT-SMI 同样可用于预测肿瘤恶病质。

进一步计算 BIA 所得 SMI 的 IDI 与 NRI, 发现 SMI 预测恶病质的 IDI 为 0.031 [95%CI (-0.011, 0.073)], NRI 为 -0.080 [95%CI (-0.241, 0.081)], 反映 BIA 对恶病质的诊断效能并未优于 CT, 但也不劣于 CT。

比较 BIA 与 CT 的脂肪相关指标 VFA 与 CT-FMI, 结果表明 VFA 预测恶病质  $\text{AUC}=0.636$  [(95%CI (0.527, 0.746)],  $P=0.019$ ; CT-FMI 预测恶病质  $\text{AUC}=0.672$  [95%CI (0.565, 0.778)],  $P=0.003$ , 表示依靠评估脂肪含量预测肿瘤恶病质发生, CT 与 BIA 无明显差异, 如图 3 所示。

#### 2.4.2 BIA 其余体成分指标预测肿瘤恶病质的比较

比较 BIA 其余体成分指标 BMI、PhA、FFM、BMR, 结果表明 BMI 预测恶病质  $\text{AUC}=0.748$  [95%CI (0.652, 0.844)],  $P < 0.001$ , 当 BMI 为  $20.47 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  时, 约登指数最大, 此时 BMI 预测肿瘤恶病质发生的灵敏度为 0.915, 特异度为 0.528; PhA 预测恶病质  $\text{AUC}=0.648$  [95%CI (0.541, 0.755)],  $P=0.011$ , 当 PhA 为  $3.65^{\circ}$  时, 约登指数最大, 此时 PhA 预测肿瘤恶病质发生的灵敏度为 0.851, 特异度为 0.415; BMR 预

测恶病质 AUC=0.606[95%CI (0.495, 0.717)], P=0.068; FFM预测恶病质 AUC=0.607[95%CI (0.496, 0.718)], P=0.066, 如图 4 所示。本研究中 BMR 与 FFM 尚不足以用于预测肿瘤患者恶病质, BMI 与 PhA 有更好的诊断效能。

表1 两组肿瘤患者相关指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1. Comparison of basic information between two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

特征	恶病质组 (n=53)	非恶病质组 (n=47)	t/ $\chi^2$ 值	P值
性别*			7.517	0.006
男	38 (71.7)	21 (44.7)		
女	15 (28.3)	26 (55.3)		
平均年龄 (岁)	61.79 ± 10.13	59.31 ± 8.83	-1.282	0.203
肿瘤分期*			7.515	0.023
I~II期	10 (18.9)	2 (4.3)		
III期	8 (15.1)	15 (31.9)		
IV期	35 (66.0)	30 (63.8)		
PhA (°)	3.96 ± 0.80	4.35 ± 0.70	2.553	0.012
BMI (kg · m <sup>-2</sup> )	20.81 ± 2.97	23.66 ± 3.11	4.673	<0.001
FFM (kg)	40.40 ± 6.83	43.36 ± 7.13	2.122	0.036
BMR (kcal)	1 242.57 ± 147.61	1 306.55 ± 153.91	2.121	0.036
SMI (kg · m <sup>-2</sup> )	6.05 ± 0.91	6.64 ± 0.94	3.207	0.002
VFA (cm <sup>2</sup> )	76.91 ± 33.18	95.40 ± 40.46	2.509	0.014
CT-SMI (cm <sup>2</sup> · m <sup>-2</sup> )	38.90 ± 7.55	43.07 ± 8.78	2.550	0.012
CT-FMI (cm <sup>2</sup> · m <sup>-2</sup> )	54.14 ± 36.64	80.57 ± 45.54	3.214	0.002

注: \*为计数资料, 以例数和百分比 (n, %) 表示; PhA: 全身相位角; BMI: 体重指数; FFM: 去脂体重; BMR: 基础代谢率; SMI: 骨骼肌指数; VFA: 内脏脂肪面积; CT-SMI: CT骨骼肌指数; CT-FMI: CT脂肪质量指数。

表2 影响肿瘤患者发生恶病质的单因素分析

Table 2. Univariate analysis of cachexia in cancer patients

因素	β值	Wald值	OR (95% CI)	P值
性别				
女			ref.	
男	1.143	7.297	3.137 (1.369, 7.189)	0.007
年龄	0.027	1.619	1.028 (0.985, 1.072)	0.203
肿瘤分期				
I~II期	1.455	3.200	4.286 (0.870, 21.113)	0.074
III期	-0.783	2.416	0.457 (0.170, 1.227)	0.120
IV期			ref.	
PhA (°)	-0.688	5.859	0.503 (0.288, 0.877)	0.016
BMI (kg · m <sup>-2</sup> )	-0.312	15.109	0.732 (0.626, 0.857)	<0.001
FFM (kg)	-0.062	4.208	0.940 (0.886, 0.997)	0.040
BMR (kcal)	-0.003	4.204	0.997 (0.994, 1.000)	0.040
SMI (kg · m <sup>-2</sup> )	-0.705	8.677	0.494 (0.309, 0.790)	0.003
VFA (cm <sup>2</sup> )	-0.014	5.759	0.986 (0.976, 0.998)	0.016
CT-SMI (cm <sup>2</sup> · m <sup>-2</sup> )	-0.063	5.914	0.939 (0.893, 0.988)	0.015
CT-FMI (cm <sup>2</sup> · m <sup>-2</sup> )	-0.015	8.836	0.985 (0.975, 0.995)	0.003

注: PhA: 全身相位角; BMI: 体重指数; FFM: 去脂体重; BMR: 基础代谢率; SMI: 骨骼肌指数; VFA: 内脏脂肪面积; CT-SMI: CT骨骼肌指数; CT-FMI: CT脂肪质量指数。

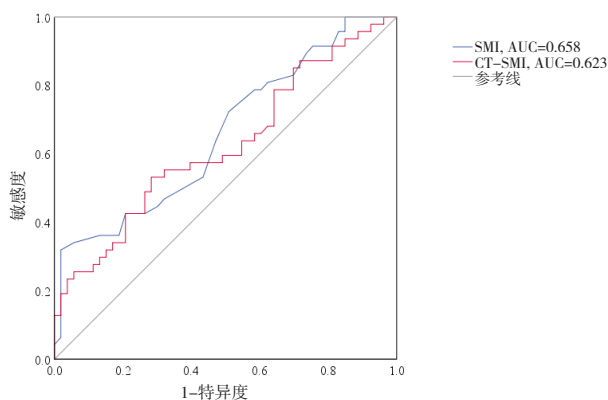


图2 SMI与CT-SMI预测肿瘤恶病质的ROC曲线图

Figure 2. ROC curves of SMI and CT-SMI predicting cancer cachexia

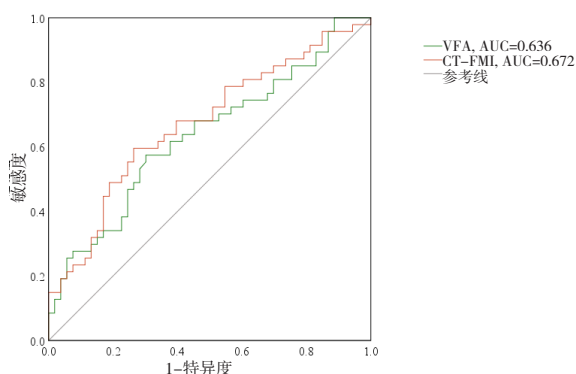


图3 VFA与CT-FMI预测肿瘤恶病质的ROC曲线图

Figure 3. ROC curves of VFA and CT-FMI predicting cancer cachexia

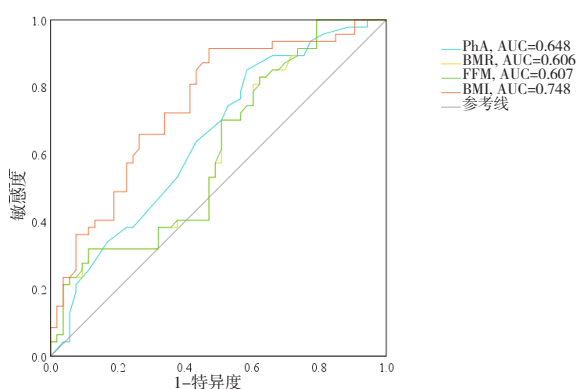


图4 BMI、PhA、FFM、BMR预测肿瘤恶病质的ROC曲线图

Figure 4. ROC curves of BMI, PhA, FFM and BMR predicting cancer cachexia

### 3 讨论

肿瘤恶病质影响肿瘤的进展和预后，增加肿瘤患者的并发症、住院时间以及死亡率，严重降

低患者的生活质量，积极的营养干预被证明可有效降低肿瘤患者术后并发症的发生率<sup>[8-9]</sup>。因此，关注肿瘤患者的营养状况，早期发现恶病质并加以干预，对改善肿瘤患者的预后、提高生活质量具有重要意义。

目前有多种量表被推荐作为恶病质患者、厌食症患者的营养评估工具量表，其中营养风险筛查采用营养风险筛查 2002 (Nutritional Risk Screening 2002, NRS2002)，营养评估采用主观整体评估法 (Subjective Global Assessment, SGA)，患者主观整体评估法 (Patient-Generated Subjective Global Assessment, PG-SGA) 已被广泛应用于肿瘤患者的营养评估<sup>[10-12]</sup>。2021 年我国多位肿瘤和营养方向的学者基于 PG-SGA 联合开发了改良的 PG-SGA (mPG-SGA)，并在 34 071 名肿瘤患者中得到验证，相比 PG-SGA 和删减的 PG-SGA 具有更好的生存预测有效性<sup>[13]</sup>。但评估工具量表的主观性强，且不适用于无自主意识的患者。作为恶病质最主要的特征，指南推荐应动态监测肿瘤患者的肌肉减少<sup>[1]</sup>。CT 和 BIA 是指南推荐评估患者肌肉含量的两种有力工具，CT 可用于推测肿瘤恶病质患者的炎症情况<sup>[14]</sup>，而全身炎症是肿瘤患者厌食和肌肉萎缩的关键驱动因素<sup>[15]</sup>；BIA 作为一种简单、无创的检查手段，不仅可以用于评估人体不同部位的肌肉、脂肪含量，还可测量人体细胞外水比率、PhA 等，从侧面反映肿瘤患者的预后<sup>[16]</sup>。

本研究以肿瘤恶病质为结局变量，单因素 Logistic 回归分析发现，男性和较低的 PhA、BMI、FFM、BMR、SMI、VFA、CT-SMI、CT-FMI 是肿瘤患者发生恶病质的危险因素。关于肿瘤患者恶病质的性别差异相关研究较少，与女性肿瘤患者相比，男性患者恶病质患病率似乎更高。Baracos 等通过分析 441 名非小细胞癌患者的 CT 图像来评估身体成分，结果显示男性表现出肌肉减少症的比例远高于女性 (61% vs. 31%)<sup>[17]</sup>。但仍需大样本的研究数据证明。

本研究通过 ROC 曲线分别比较了 CT 和 BIA 用于评估肌肉和脂肪含量的效能，二者具有高度的相似性。目前，通过计算 CT L3 水平肌肉面积进而判断不同类型肿瘤患者预后已被广泛应用于临床<sup>[18-20]</sup>；而二者在评估脂肪含量方面的相似性，也使得通过全身脂肪水平预测肿瘤恶病质

成为一种可能。

本研究还比较了 BMI、PhA、FFM、BMR 4 种指标对肿瘤恶病质的预测价值，BMR 与 FFM 尚不足以用于预测肿瘤患者恶病质，而 BMI 与 PhA 具有较好的预测价值，且 BMI 用于诊断恶病质的临界值已写入指南。PhA 是衡量细胞响应身体成分测量电流的指标，可以反映细胞膜的完整性，PhA 越高，表示细胞膜完整性越好，细胞功能越好<sup>[21]</sup>。由于肿瘤和各种治疗方式会在肌肉和脂肪丢失之前损伤机体细胞，所以 PhA 的减小也与肿瘤恶病质相关的营养不良有所联系，是预测恶病质发生和许多重症疾病进展的重要指标<sup>[22]</sup>。本研究结果显示，预测肿瘤恶病质的 PhA 临界值是 3.65°，低于多项癌症相关临床研究中计算的 PhA 临界值。Shi 等在一项 804 例肺癌患者的临床研究中，计算得出与总生存期相关的 PhA 临界值为男性 5.1°、女性 4.1°<sup>[23]</sup>。Vegas-Aguilar 等报道了 127 名结直肠癌患者肌肉减少症相关 PhA 临界值，女性为 4.85°，男性未得出有诊断意义的临界值<sup>[24]</sup>。Ji 等对 455 名患有非小细胞肺癌和消化道癌的老年男性患者进行研究，发现上述肿瘤合并肌少症相关的 PhA 临界值为 4.25°<sup>[25]</sup>。考虑到本次研究纳入的晚期肿瘤患者较多，并且多半合并肿瘤恶病质，故计算得出的 PhA 临界值偏低。本研究属于单中心研究，样本量较小，混杂因素较多，使研究结果外推受限。未来应在确定瘤种的基础上，继续扩大样本量，进行多中心研究，进一步探讨 CT 与 BIA 对肿瘤患者的应用价值。

综上，BIA 与 CT 均可用于预测肿瘤恶病质，二者评估肌肉与脂肪的水平相近。BIA 作为指南强烈推荐诊断恶病质的手段，其多种指标可用于评估患者身体情况，判断预后。但 BIA 评估水肿患者及携带金属物的患者会受到较大干扰，而 CT 不受影响，恰好可以用于此类患者。且晚期肿瘤患者会经常完善 CT 评估病情，使用 CT 作为备用手段判断肿瘤恶病质的程度完全可应用于临床实践。

## 参考文献

- 1 崔久崧, 李薇, 许红霞, 等. 肿瘤恶液质临床诊断与治疗指南(2020 版)[J]. 中国肿瘤临床, 2021, 48(8): 379-385. [Cui JW, Li W, Xu HX, et al. Guidelines for clinical diagnosis and treatment of cancer cachexia (2020 Edition)[J]. Chinese Journal of Clinical Oncology, 2021, 48(8): 379-385.] DOI: 10.3969/j.issn.1000-8179.2021.08.369.
- 2 Baracos VE, Mazurak VC, Bhullar AS. Cancer cachexia is defined by an ongoing loss of skeletal muscle mass[J]. Ann Palliat Med, 2019, 8(1): 3-12. DOI: 10.21037/apm.2018.12.01.
- 3 Kutz LM, Abel J, Schweizer D, et al. Quality of life, HPV-status and phase angle predict survival in head and neck cancer patients under (chemo) radiotherapy undergoing nutritional intervention: results from the prospective randomized HEADNUT-trial[J]. Radiother Oncol, 2022, 166: 145-153. DOI: 10.1016/j.radonc.2021.11.011.
- 4 Wang F, Zhen HN, Wang HP, et al. Measurement of sarcopenia in lung cancer inpatients and its association with frailty, nutritional risk, and malnutrition[J]. Front Nutr, 2023, 10: 1143213. DOI: 10.3389/fnut.2023.1143213.
- 5 Sandini M, Paiella S, Cereda M, et al. Independent effect of fat-to-muscle mass ratio at bioimpedance analysis on long-term survival in patients receiving surgery for pancreatic cancer[J]. Front Nutr, 2023, 10: 1118616. DOI: 10.3389/fnut.2023.1118616.
- 6 Aleixo GFP, Shachar SS, Nyrop KA, et al. Bioelectrical impedance analysis for the assessment of sarcopenia in patients with cancer: a systematic review[J]. Oncologist, 2020, 25(2): 170-182. DOI: 10.1634/theoncologist.2019-0600.
- 7 Engelke K, Museyko O, Wang L, et al. Quantitative analysis of skeletal muscle by computed tomography imaging-state of the art[J]. J Orthop Translat, 2018, 15: 91-103. DOI: 10.1016/j.jot.2018.10.004.
- 8 张星霞, 胡艳杰, 李卡. 肠内联合肠外与单纯肠内营养支持在胃癌术后患者中应用效果的 Meta 分析[J]. 中国循证医学杂志, 2022, 22(1): 60-66. [Zhang XX, Hu YJ, Li K. Enteral combined with parenteral nutrition and enteral nutrition alone in postoperative patients with gastric cancer: a Meta-analysis [J]. Chinese Journal of Evidence-Based Medicine, 2022, 22(1): 60-66.] DOI: 10.7507/1672-2531.202107190.
- 9 陈思娇, 邬文君, 郑雅文. 术前口服复合益生菌对结直肠癌根治术后感染性并发症的预防作用[J]. 中国药师, 2023, 26(10): 119-124. [Chen SJ, Wu WJ, Zheng YW. Preventive effects of preoperative oral probiotic

- complex before radical surgery for colorectal cancer on postoperative infectious complications[J]. *China Pharmacist*, 2023, 26(10): 119–124. DOI: [10.12173/j.issn.1008-049X.202310029](https://doi.org/10.12173/j.issn.1008-049X.202310029).
- 10 Aprile G, Basile D, Giaretta R, et al. The clinical value of nutritional care before and during active cancer treatment[J]. *Nutrients*, 2021, 13(4): 1196. DOI: [10.3390/nu13041196](https://doi.org/10.3390/nu13041196).
  - 11 Yin LY, Cheng N, Chen P, et al. Association of malnutrition, as defined by the PG-SGA, ESPEN 2015, and GLIM criteria, with complications in esophageal cancer patients after esophagectomy[J]. *Front Nutr*, 2021, 8: 632546. DOI: [10.3389/fnut.2021.632546](https://doi.org/10.3389/fnut.2021.632546).
  - 12 Da Silva SHK, De Oliveira LC, Msdm ESL, et al. The patient generated-subjective global assessment (PG-SGA) and ECOG performance status are associated with mortality in patients hospitalized with breast cancer[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2023, 53: 87–92. DOI: [10.1016/j.clnesp.2022.11.019](https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.11.019).
  - 13 Fu ZM, Zhang R, Wang KH, et al. Development and validation of a modified patient-generated subjective global assessment as a nutritional assessment tool in cancer patients[J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2022, 13(1): 343–354. DOI: [10.1002/jcsm.12872](https://doi.org/10.1002/jcsm.12872).
  - 14 Molfino A, Carletti R, Imbimbo G, et al. Histomorphological and inflammatory changes of white adipose tissue in gastrointestinal cancer patients with and without cachexia[J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2022, 13(1): 333–342. DOI: [10.1002/jcsm.12893](https://doi.org/10.1002/jcsm.12893).
  - 15 Setiawan T, Sari IN, Wijaya YT, et al. Cancer cachexia: molecular mechanisms and treatment strategies[J]. *J Hematol Oncol*, 2023, 16(1): 54. DOI: [10.1186/s13045-023-01454-0](https://doi.org/10.1186/s13045-023-01454-0).
  - 16 Katsura N, Yamashita M, Ishihara T. Extracellular water to total body water ratio may mediate the association between phase angle and mortality in patients with cancer cachexia: a single-center, retrospective study[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2021, 46: 193–199. DOI: [10.1016/j.clnesp.2021.10.009](https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.10.009).
  - 17 Baracos VE, Reiman T, Mourtzakis M, et al. Body composition in patients with non-small cell lung cancer: a contemporary view of cancer cachexia with the use of computed tomography image analysis[J]. *Am J Clin Nutr*, 2010, 91(4): 1133S–1137S. DOI: [10.3945/ajcn.2010.28608C](https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28608C).
  - 18 Anyene I, Caan B, Williams GR, et al. Body composition from single versus multi-slice abdominal computed tomography: concordance and associations with colorectal cancer survival[J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2022, 13(6): 2974–2984. DOI: [10.1002/jcsm.13080](https://doi.org/10.1002/jcsm.13080).
  - 19 Ballinger TJ, Marques HS, Xue G, et al. Impact of muscle measures on outcome in patients receiving endocrine therapy for metastatic breast cancer: analysis of ECOG-ACRIN E2112[J]. *J Natl Compr Canc Netw*, 2023, 21(9): 915–923.e1. DOI: [10.6004/jncn.2023.7045](https://doi.org/10.6004/jncn.2023.7045).
  - 20 Vangelov B, Smee R, Moses D, et al. Thoracic skeletal muscle index is effective for CT-defined sarcopenia evaluation in patients with head and neck cancer[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2023, 280(12): 5583–5594. DOI: [10.1007/s00405-023-08162-y](https://doi.org/10.1007/s00405-023-08162-y).
  - 21 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. DOI: [10.1007/s11154-022-09776-z](https://doi.org/10.1007/s11154-022-09776-z).
  - 22 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. DOI: [10.1007/s11154-023-09803-7](https://doi.org/10.1007/s11154-023-09803-7).
  - 23 Shi JY, Xie HL, Ruan GT, et al. Sex differences in the association of phase angle and lung cancer mortality[J]. *Front Nutr*, 2022, 9: 1061996. DOI: [10.3389/fnut.2022.1061996](https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1061996).
  - 24 Vegas-Aguilar IM, Guirado-Peláez P, Fernández-Jiménez R, et al. Exploratory assessment of nutritional evaluation tools as predictors of complications and sarcopenia in patients with colorectal cancer[J]. *Cancers (Basel)*, 2023, 15(3): 847. DOI: [10.3390/cancers15030847](https://doi.org/10.3390/cancers15030847).
  - 25 Ji W, Liu XL, Zheng KW, et al. Correlation of phase angle with sarcopenia and its diagnostic value in elderly men with cancer[J]. *Nutrition*, 2021, 84: 111110. DOI: [10.1016/j.nut.2020.111110](https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.111110).

收稿日期: 2024 年 01 月 08 日 修回日期: 2024 年 02 月 19 日

本文编辑: 桂裕亮 曹越

引用本文: 王宇, 段若男, 宋彬. 生物电阻抗分析法与CT对肿瘤恶病质的预测价值[J]. 医学新知, 2024, 34(4): 409–416. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202401029](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202401029)

Wang Y, Duan RN, Song B. Predictive value of bioelectrical impedance analysis and CT in cancer cachexia[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2024, 34(4): 409–416. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202401029](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202401029)