

术前腹部脂肪含量对胃癌根治术后远处转移的预测价值

赵亚子, 翟建, 赵田英, 王钰璇

【摘要】 目的:探讨术前腹部脂肪含量与胃癌根治术后远处转移的相关性。**方法:**回顾性分析 2015—2022 年在本院行胃癌根治术且在术后进行长期随访的 136 例患者的临床和术前腹部 CT 检查资料。其中, 47 例在随访过程中发生远处转移, 89 例术后随访 5 年及以上未发现转移。采用 QCT PRO 软件在 CT 平扫图像上对腹部脂肪含量进行定量分析, 测量 L₃ 椎体中部层面皮下脂肪含量 (SFA)、腹腔内脂肪含量 (VFA)、椎后肌群肌肉脂肪浸润程度 (MFI), 并计算 VFA/SFA。采用独立样本 *t* 检验比较远处转移组与无转移组之间年龄、身高、体表面积 (BSA)、L₃ 层面 VFA/SFA 的差异; 采用 Mann-Whitney *U* 检验比较 2 组之间体重、BMI 及 L₃ 层面 VFA、SFA 和 MFI 的差异; 采用 χ^2 检验比较 2 组之间性别构成及抽烟史、高血压史和糖尿病史出现率的差异; 并将 VFA、SFA、MFI 和 VFA/SFA 纳入单因素及多因素二元 logistic 回归分析, 筛选出胃癌发生远处转移的独立危险因素, 并采用 ROC 曲线分析各指标预测胃癌发生远处转移的诊断效能并确定最佳截断值。**结果:**远处转移组 L₃ 层面的 VFA 和 VFA/SFA 均较无转移组大, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 两组之间 MFI 及 SFA 的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。单因素 logistic 回归分析发现 L₃ 层面 VFA 和 VFA/SFA 可能是影响胃癌根治术后远处转移的影响因素 ($P < 0.05$); 多因素 Logistic 回归分析发现 L₃ 层面 VFA/SFA 是影响胃癌根治术后远处转移的独立影响因素 ($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示 VFA/SFA 的 AUC 为 0.710 (0.618~0.803), 临界值为 1.71, 相应的预测敏感度和特异度分别为 51.1% 和 85.4%。**结论:**基于 CT 平扫图像测量的 L₃ 层面 VFA/SFA 是胃癌根治术后远处转移的独立影响因素。

【关键词】 腹部脂肪; 肌肉脂肪浸润; 胃癌; 远处转移

【中图分类号】 R814.42; R735.2 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2023)08-1033-06

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.08.013

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The value of preoperative abdominal fat content in predicting distant metastasis of gastric cancer after radical surgery ZHAO Ya-zi, ZHAI Jian, ZHAO Tian-ying, et al. Department of Medical Imaging, Yijishan Hospital, Wannan Medical College, Anhui 241001, China

【Abstract】 Objective: To investigate the correlation between preoperative abdominal fat content and distant metastasis after radical gastrectomy for gastric cancer. **Methods:** The clinical and preoperative abdominal CT data of 136 patients who underwent radical gastrectomy and long-term follow-up in our hospital from 2015 to 2022 were retrospectively analyzed. Among them, 47 patients developed distant metastasis during the follow-up, and 89 patients were follow-ups for more than 5 years without metastasis. QCT PRO software was used to quantitatively analyze the abdominal fat content on CT plain scan images. Subcutaneous fat content (SFA), visceral fat content (VFA) and intramuscular fat infiltration (MFI) of posterior vertebral muscles were measured at the middle level of L₃ vertebral body, and VFA/SFA was calculated. Independent sample *t*-test was used to compare the differences of age, height, body surface area (BSA) and VFA/SFA at L₃ level between the distant metastasis group and the non-metastasis group. Mann-Whitney *U*-test was used to compare the differences of body weight, BMI, VFA, SFA and MFI at L₃ level between the two groups. The *t*-test was used to compare the differences in gender, smoking history, hypertension history, and diabetes history between the two groups. Univariate and multivariate binary Logistic regression analysis was used to analyze VFA, SFA, MFI and VFA/SFA at L₃ level to select the independent risk factors that may affect the distant metas-

作者单位: 241001 安徽芜湖, 皖南医学院弋矶山医院影像中心

作者简介: 赵亚子 (1996—), 男, 安徽铜陵人, 硕士研究生, 住院医师, 主要从事放射诊断工作。

通讯作者: 翟建, E-mail: yjszhaj@126.com

tasis of gastric cancer, and the ROC curve was used to analyze the diagnostic efficacy of each index in predicting distant metastasis of gastric cancer and determine the best cut-off value. **Results:** The VFA and VFA/SFA values at L₃ level in the distant metastasis group were higher than those in the non-metastasis group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). There was no significant difference in MFI and SFA between the two groups ($P > 0.05$). Univariate logistic regression analysis showed that VFA and VFA/SFA at L₃ level may be the influencing factors of distant metastasis after radical gastrectomy for gastric cancer ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that VFA/SFA at L₃ level was an independent influencing factor of distant metastasis after radical gastrectomy for gastric cancer ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the AUC of VFA/SFA was 0.710 (0.618~0.803), the critical value was 1.71, and the corresponding predictive sensitivity and specificity were 51.1% and 85.4%, respectively. **Conclusion:** VFA/SFA at L₃ level based on plain CT images is an independent influencing factor for distant metastasis after radical gastrectomy for gastric cancer.

【Key words】 Abdominal fat; Muscle fat infiltration; Gastric cancer; Distant metastasis

腹部脂肪的功能复杂多样,除了与我们熟知的肥胖、代谢综合征、糖尿病等营养代谢性疾病关系密切之外,也可以通过产生多种生长因子、细胞因子、游离脂肪酸(free fat acid, FFA)及激素等从而干预细胞的分裂、死亡和愈合等,进而影响癌症的结局^[1,2]。胃癌是我国第三大常见恶性肿瘤,第二大致死恶性肿瘤,尽管有研究表明,胃癌的发病率及死亡率在 2000—2019 年呈下降趋势,并且围手术期的辅助化疗及根治术后的放化疗和淋巴结清扫等治疗方法能够改善可切除胃癌的结局,但是仍有超过一半的根治性胃癌患者会发生术后局部复发或远处转移^[3-5]。除此之外,治疗及后期随诊费用对患者亦造成了沉重的经济负担^[6]。目前,已经有越来越多的学者发现在胰腺癌、肝癌和肝内胆管细胞癌患者中,术前腹部脂肪含量与复发率、死亡率及总生存率等密切相关^[7-9]。并且,蓝巧清等^[10]学者还发现术前腹部脂肪含量是胃癌术后并发症的独立危险因素。但是,关于术前腹部脂肪含量是否对胃癌患者根治术后发生远处转移存在影响目前尚不明确。本研究旨在探讨腹部脂肪含量对胃癌根治术后远处转移的预测价值。

材料与方法

1. 临床资料

回顾性搜集 2015 年—2022 年在本院就诊且符合本研究要求的 136 例胃癌患者的临床和影像资料。纳入标准:①经手术病理证实为胃癌;②有完整的上腹部或全腹部术前及术后多次随诊 CT 及 MR 影像资料;③M 分期均由胃肠外科医师结合临床、病理及影像检查资料进行综合判断,明确诊断为无远处转移;④未合并其它恶性肿瘤;⑤术后发生胃癌远处转移的诊断标准为在术后常规随诊过程中影像学检查显示体内有新增结节、占位或骨质破坏,并经两位及以上资深影像科

医师最终诊断为转移瘤;⑥诊断为胃癌术后未发生转移的患者随访问隔在 5 年及以上,且多次随访时临床及影像学检查均未发现明显异常。排除标准:①合并有严重的心、肝或肾等脏器的功能障碍;②远处转移组患者术后新增结节、占位或骨质破坏经病理检查证实为非胃癌转移瘤。

最终纳入 136 例胃癌患者,病理分级为中~低级别者 122 例(89.71%)、高级别者 14 例(10.29%)。美国癌症联合委员会(American Joint Committee on Cancer, AJCC)分期:0 期 5 例(3.68%), I 期 88 例(64.70%), II 期 37 例(27.21%), III 期 6 例(4.41%)。术前 M 分期均为 M0。术后发生远处转移者 47 例,包括肝转移 22 例(46.81%)、腹膜后淋巴结转移 11 例(23.4%)、腹膜转移 8 例(17.02%)、骨转移 5 例(10.64%)和肺转移 1 例(2.13%);术后 5 年及以上未发现肿瘤转移者 89 例。

记录每例患者的年龄、性别、体重、身高、BMI 和体表面积(body surface area, BSA)等一般临床资料。

2. 腹部脂肪测量

使用加装美国 Mindways Software 公司 QCT 体模的 Philips Brilliance 64 排 CT 机进行扫描全腹部或者上腹部 CT 扫描。受检者仰卧于检查床,双手抱头。扫描参数:100~120 kV, 200~300 mAs, 视野 450 mm×500 mm, 螺距 0.986~1.375, 采集矩阵 512×512。

将扫描数据传输至 QCT PRO 工作站,进行腹部脂肪参数的测量(图 1)。有学者发现 L₃ 层面的腹部脂肪及肌内脂肪浸润能够较好地反映全身脂肪的分布情况^[11],故本研究中选择 L₃ 层面的 CT 图像进行测量,软件可自动计算得到皮下脂肪含量(subcutaneous fat area, SFA)和腹腔内脂肪含量(visceral fat area, VFA),计算两者的比值(VFA/SFA);随后,测量 L₃ 层面椎后肌群的脂肪面积(fat area, FA)和肌肉面积

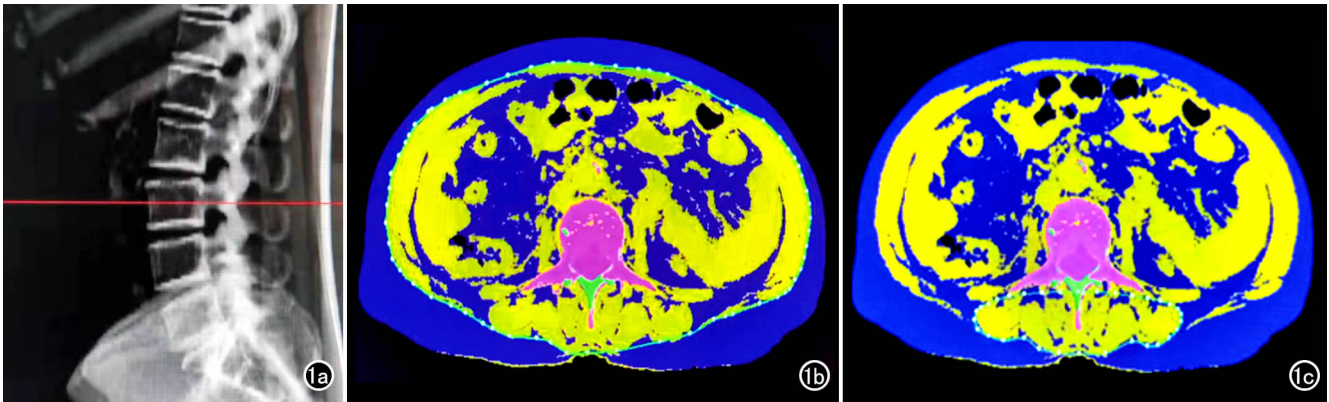


图 1 胃癌患者术前 CT 图像导入 QCT PRO 软件的分析方法。a)在定位像上选择 L₃ 椎体中部水平;b)选择软件中的 tissue composition 功能,软件自动勾画出腹内脂肪与皮下脂肪的分界,即可自动分析计算出 VFA 及 SFA;c)沿多裂肌及竖脊肌边缘人工勾画其轮廓线条,确定 L₃ 椎后肌群的感兴趣区,软件按照预设阈值自动区分肌肉及脂肪进而计算获得 MFI。

(muscle area,MA),按公式(1)计算椎后肌群脂肪浸润程度(muscle fat infiltration,MFI):

$$MFI=\frac{FA}{FA+MA}\times 100\%$$

(1)

3. 统计学方法

使用 SPSS 25.0 统计分析软件进行数据分析。计量资料符合正态分布采用均数±标准差表示,采用独立样本 *t* 检验进行两组间比较;不符合正态分布的资料采用 M(P25,P75)表示,两组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验;采用例数(构成比)来描述计数资料,组间比较采用 χ^2 检验。

首先对可能影响胃癌术后转移的指标进行单因素二元逻辑回归分析,然后对筛选出的指标进行多因素二元 logistic 回归分析,筛选出预测胃癌患者术后转移的独立影响因素,并利用 ROC 曲线确定各项独立影响因素的最佳截断值和诊断效能。一致性分析采用 Bland-Altman 检验:首先,由一名放射科医师(A)使用 QCT pro 软件采用随机的方法对 58 例患者的 MFI 值进行测量,在间隔两周后由该医生再次对 58 例患者的 MFI 值进行测量,对 2 次测量值进行观察者内部一致性分析;然后,由另一位放射科医师(B)在不了解医师 A 测量结果的情况下对 58 例患者的 MFI 值进行测量,将其测量结果与医师 A 的第一次测量数据,进行观察者之间的一致性分析。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 影像学表现

胃癌的主要影像表现为胃内大小不等的软组织肿块,固定于胃壁,其它常见征象:胃壁增厚,可呈凹凸不平或结节状,胃壁柔韧性消失呈僵直硬化改变(图 2a、3a)。本研究 47 例远处转移患者中,肝脏转移达到了 22 例(图 2b~d、3b~f)。

2. 一般临床资料的比较

转移组与无转移组一般临床资料的比较结果详两组间一般资料比较见表 1。两组之间各项临床资料的差异均无统计学意义(*P*>0.05)。

表 1 两组胃癌患者一般临床资料的比较

指标	无转移组 (n=89)	远处转移组 (n=47)	<i>t</i> / χ^2 / <i>Z</i> 值	<i>P</i> 值
性别(男/女)	53/36	29/18	0.059	0.807
年龄/岁	61.07±10.81	64.04±7.86	-1.835	0.069
体重/kg	60(51,67)	55(55,65)	-0.372	0.710
身高/cm	166.74±8.48	166.21±7.31	0.362	0.718
BMI/kg/m ²	20.98(19.31,23.52)	21.48(19.72,24.01)	-0.762	0.446
BSA/m ²	1.62±0.18	1.63±0.18	-0.198	0.843
吸烟史/例	12(12/89)	10(10/47)	1.378	0.240
高血压史/例	46(46/89)	22(22/47)	0.293	0.589
糖尿病史/例	14(14/89)	9(9/47)	0.256	0.613

3. 两组胃癌患者腹部脂肪定量参数值的比较

两组胃癌患者 L₃ 层面腹部脂肪各项定量参数值的比较结果见表 2。根治术后远处转移组的 VFA 和 VFA/SFA 值较无转移组大,组间差异均有统计学意义(*P*<0.05);两组之间 MFI 和 SFA 值的差异均无统

表 2 两组胃癌患者 L3 层面腹部脂肪参数值的比较

指标	无转移组(n=89)	远处转移组(n=47)	<i>t</i> / <i>Z</i> 值	<i>P</i> 值
MFI	8.11%(5.74%,13.25%)	9.12%(5.26%,13.94%)	-0.398	0.691
VFA/cm ²	115.90(55.20,188.30)	172.30(107.00,236.00)	-2.679	0.007
SFA/cm ²	95.90(67.95,149.90)	96.20(65.30,157.50)	-0.277	0.782
VFA/SFA	1.24±0.56	1.74±0.72	-4.201	<0.001

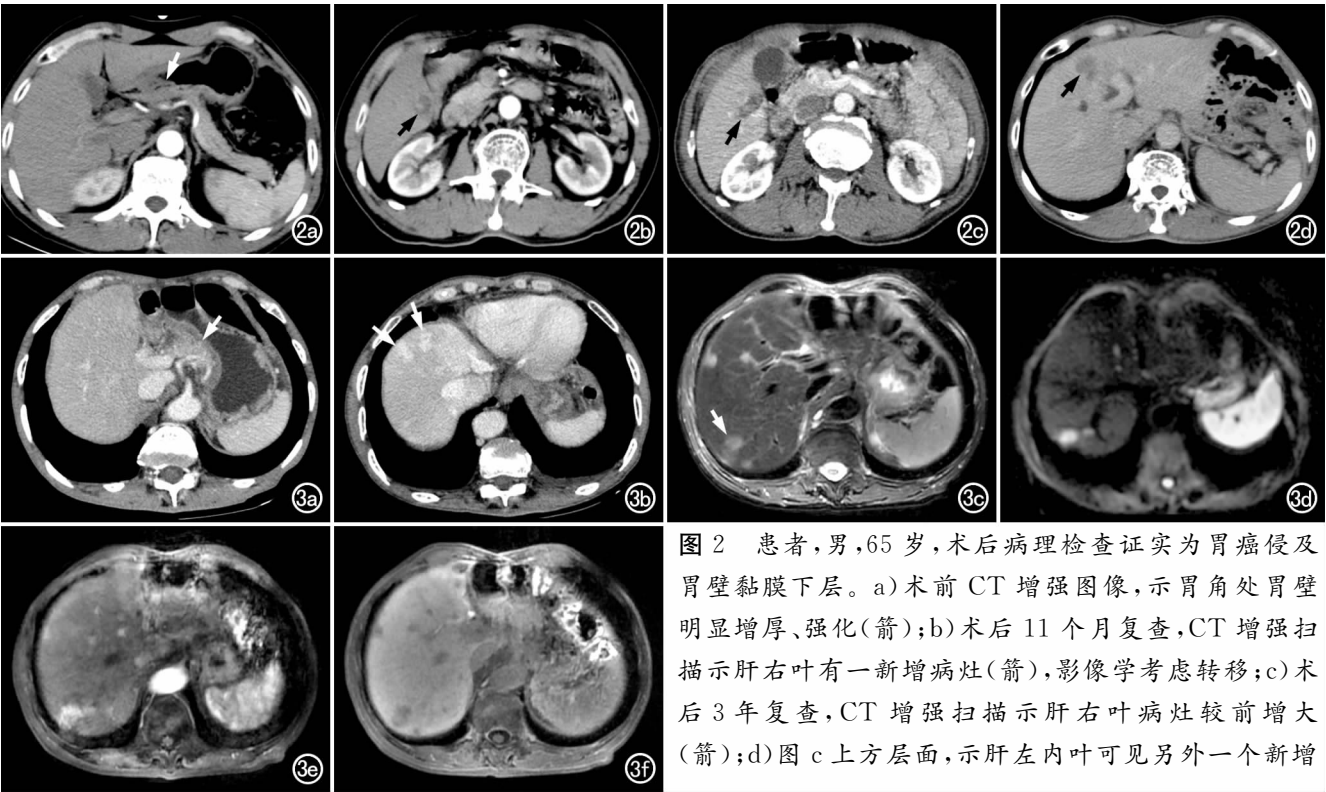


图 2 患者,男,65 岁,术后病理检查证实为胃癌侵及胃壁黏膜下层。a)术前 CT 增强图像,示胃角处胃壁明显增厚、强化(箭);b)术后 11 个月复查,CT 增强扫描示肝右叶有一新增病灶(箭),影像学考虑转移;c)术后 3 年复查,CT 增强扫描示肝右叶病灶较前增大(箭);d)图 c 上方层面,示肝左内叶可见另外一个新增

病灶(箭)。图 3 男,72 岁,术后病理证实为胃癌且肿瘤侵及胃壁肌层。a)术前 CT 增强图像,示胃窦部胃壁明显不均匀增厚、强化(箭);b)术后 4 个月复查,CT 增强扫描示肝内新增多个强化结节(箭);c)术后 11 个月复查,MR T₂WI 示肝内多发异常高信号灶,较大者位于肝右后叶(箭);d)与图 c 同一次随访,DWI 示呈肝内多发病灶呈明显高信号;e)同期 MR 增强扫描示病灶均有明显强化;f)同期钆塞酸二钠肝胆特异期增强图像,示肝内多发病灶均呈低信号。

表 3 单因素及多因素 logistic 回归分析

变量	单因素 logistic 回归分析		多因素 logistic 回归分析	
	OR(95% CI)	P 值	OR(95% CI)	P 值
VFA	1.005(1.001~1.010)	0.010	1.001(0.996~1.006)	0.744
VFA/SFA	3.521(1.873~6.620)	<0.001	3.314(1.602~6.854)	0.001

计学意义($P>0.05$)。

4. 单因素及多因素 logistic 回归分析

对 VFA、SFA、MFI 和 VFA/SFA 进行单因素 logistic 回归分析,结果显示 L₃ 层面的 VFA 和 VFA/SFA 是胃癌根治术后发生远处转移的影响因素($P<0.05$)。将上述 2 项指标纳入多因素 logistic 回归分析,结果显示仅 VFA/SFA 是胃癌根治术后远处转移的独立影响因素($P<0.05$),结果详见表 3。

5. ROC 曲线分析

L₃ 层面 VFA/SFA 预测胃癌根治术后远处转移的 AUC 为 0.710(95%CI:0.618~0.803)、临界值为 1.71(图 4),相应的敏感度为 51.1%、特异度为 85.4%、符合率为 73.5%(95%CI:0.669~0.801)。

6. 一致性分析

观察者内及观察者间一致性分析的 Bland-Altman 图显示大部分数据位于 95%CI 内(图 5),表明观察者内及观察者间的测量值均具有很好的一致性。

讨 论

癌症患者在根治术后随访过程中发生的转移、复发、肌少症和恶液质等疾病占公共卫生挑战的很大一部分。腹部脂肪除了与癌症引起的恶液质、肌少症等代谢性疾病关系密切外^[12],腹部脂肪与癌症之间的关系也已经得到了充分的证明^[13,14]。脂肪细胞可通过分泌激素、生长因子和促炎细胞因子等参与肥胖个体的炎症反应,这为腺癌的发生提供了一个有利的环境,所有这些激素、生长因子、促炎细胞因子等都参与了细胞生长和增殖以及肿瘤血管生成,并且已经证实它们的表达与腺瘤和腺癌的发生密切相关,进而表明它们参与了多步骤的腺癌的发生。在脂肪细胞分泌的激素中,与以腺癌为主要病理类型的结直肠癌的发生最相关的是脂联素、瘦素和抵抗素等。这些发现让我们不难猜想,具有抗炎和抗癌活性的脂肪因子的减少可能是影响同样以腺癌为主要病理类型的胃癌的预后因

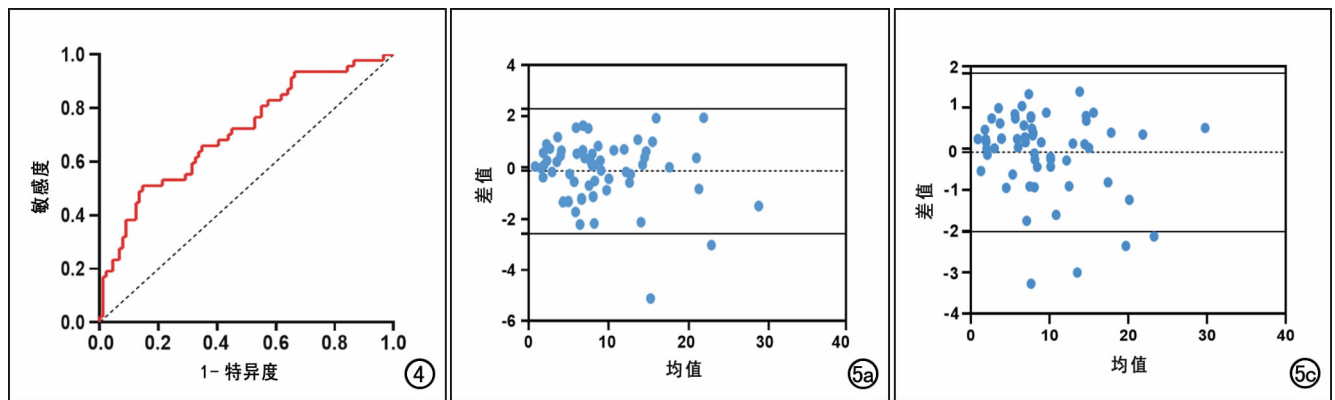


图 4 L_3 层面 VFA/SFA 预测胃癌根治术后远处转移的 ROC 曲线。图 5 L_3 椎后肌群 MFI 测量值一致性分析的 Bland-Altman 图,中间虚线为偏倚差值均数,两条实线为 95%CI 的上下限。a) 观察者内一致性分析;b) 观察者间一致性分析。

素,故术前腹部脂肪含量的改变可能与胃癌的预后密切相关。基于上述原因,本研究中对术前胃癌患者的腹部脂肪含量进行了研究。

皮下脂肪及腹腔内脂肪共同构成腹部脂肪,但 2 个部位的脂肪组织在解剖、功能、成分和脂肪分解活性等方面均存在一定的差异^[15]。Mourtzakakis 等^[11]学者的研究中发现与全身脂肪含量相关性最好的是 L_3 层面的腹部脂肪面积,且 L_3 层面的 VFA 最大,故我们选择 L_3 层面的 VFA、SFA 及 VFA/SFA 作为本研究的主要分析指标。

本研究结果显示,远处转移组与无转移组之间 L_3 层面 SFA 值的差异无统计学意义($P > 0.05$)。这可能与皮下脂肪组织的细胞组成及功能有关。此部位的脂肪组织主要由大量的脂肪细胞及少量的神经、血管等结缔组织组成。脂肪细胞主要分为大脂肪细胞及小脂肪细胞,小脂肪细胞主要存在于皮下脂肪组织中,相较于在腹腔内脂肪组织中含量丰富的大脂肪细胞,小脂肪细胞对 FFA 和甘油三酯(triglycerides, TG)具有更高的亲和力,所以在正常饮食状态下,即非能量摄入过剩,皮下脂肪会优先作为能量摄入的缓冲区间^[15],所以在机体正常的能量摄入过程中,远处转移组与未转移组的患者中皮下脂肪都能起到足够的缓冲作用,这可能是转移组与非转移组皮下脂肪含量类似的原因。

本研究结果显示,相较于未转移组,远处转移组 L_3 层面的 VFA 值更大,且差异具有统计学意义($P < 0.05$),这可能与两组患者的腹腔内脂肪的内分泌功能及解剖位置特点存在差异有关,如我们较为熟悉的血管内皮细胞生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF),VEGF 能够促进机体产生循环内皮前体细胞,这种细胞参与了肿瘤新生血管的形成^[16]。VEGF 主要由大网膜脂肪细胞生成,而在解剖上,大网膜脂肪占腹腔内脂肪的大部分。除此之外,脂联素和

胰岛素样生长因子等也在癌症患者的结局中承担着重要的角色^[1,2]。而这些细胞因子等的增加可能是导致远处转移组 L_3 层面 VFA 增加的重要因素。同时,在进行单因素和多因素 logistic 回归分析后,发现 L_3 层面的 VFA 对胃癌根治术后的结局有一定的影响,但却并不是独立影响因素。首先,相较于皮下脂肪组织,腹腔内脂肪组织与代谢综合征、心血管风险等影响癌症患者结局的疾病关系更加密切,此点已经基本达成共识。其次,腹腔内脂肪在分泌功能上明显较皮下脂肪活跃,而且,由于解剖位置的原因,腹腔内脂肪分泌 FFA 及各种脂肪因子等可直接通过门静脉引流而触发机体的免疫机制^[15]。这可能是腹腔内脂肪含量能够成为胃癌患者根治术后随诊过程中发生远处转移的影响因素的原因之一;但是,腹腔内脂肪含量受多种因素的影响,如身高、体重、生活状态、年龄等,甚至于压力过大也会导致腹内脂肪含量增加^[17],这可能是它不能够成为独立影响因素的原因。

进而我们研究了腹部脂肪的相对含量,即 VFA 与 SFA 的比值,此指标可避免腹部脂肪含量受个体状态不同的影响。本研究结果显示, L_3 层面 VFA/SFA 是预测胃癌根治术后发生远处转移的独立影响因素;且 ROC 曲线分析获得其截断值为 1.71。高 VFA/SFA 值对于预测胃癌根治术后患者发生远处转移具有着较高的应用价值。Pahk 等^[18]学者利用 PET-CT 技术测量了 131 例结直肠癌患者术前腹部脂肪含量,评估该指标在预测结直肠癌区域淋巴结或远处转移中的效能,通过 logistic 回归分析得出 VFA/SFA 值是与远处转移显著相关的唯一因素;进而他们利用 ROC 曲线分析得出 VFA/SFA 的最佳截断值为 1.88,敏感度为 84.6%,特异度为 78.8%。而本研究得到的敏感度低于 Pahk 等学者的研究结果,原因可能是因为增强 CT 与 PET-CT 在诊断远处转移的准确性方面存在

差异,但是 PET-CT 检查费用昂贵、辐射剂量高,通常不推荐作为常规随诊方法。此外,Pahk 等^[19]学者又采用了类似的方法研究了 161 例子宫内膜癌患者,发现腹内脂肪/皮下脂肪值与淋巴结转移独立相关。

在本研究中,我们选取 L₃ 层面的 MFI 作为研究对象。L₃ 层面 MFI 是反映骨骼肌力量及行动能力的指标^[20],左玉强等^[21]回顾性分析了 284 例老年体检患者,利用 ROC 曲线分析 MFI 预测老年肌少症,发现该指标对于癌症患者晚期常见的提示不良预后的代谢性疾病——肌少症具有良好的预测效能;但是与本研究中的不同之处在于,该研究中的对象为体检患者,而本研究中为胃癌根治术后患者;而且,该研究中受试者的年龄为(68.32±11.67)岁,男、女性别比为 136/148,均与本研究中相差较大,这些都可能是导致该研究中转移组与未转移组 MFI 值的差异无统计学意义的原因。李新彤等^[22]分析了 865 例 21~83 岁的健康志愿者,其中男 347 例、年龄(44.0±12.6)岁,女 518 例、年龄(45.3±13.6)岁,再以 10 岁为间距进行年龄分组,发现 MFI 与受试者的年龄及性别均有关。

本研究存在一定的局限性:①本研究中男性患者明显多于女性患者,可能存在一定的偏倚;②远处转移组较未转移组的人数偏多,也可能会导致结果存在偏倚;③远处转移组的诊断为影像医师作出,而非经病理证实;④患者术后接受放化疗等治疗,而由于个体对常规化疗的反应不同,预后也不同。

综上所述,术前 L₃ 层面 VFA/SFA 的监测对于胃癌患者根治术后随诊过程中发生远处转移具有良好的预测价值。

参考文献:

- [1] Dieudonne MN, Bussiere M, Dos Santos E, et al. Adiponectin mediates antiproliferative and apoptotic responses in human MCF7 breast cancer cells[J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2006, 345(1):271-279.
- [2] Renehan AG, Zwahlen M, Minder C, et al. Insulin-like growth factor (IGF)-I, IGF binding protein-3, and cancer risk: systematic review and meta-regression analysis[J]. *Lancet*, 2004, 363(9418):1346-1353.
- [3] 曹毛毛, 李贺, 孙殿钦, 等. 2000-2019 年中国胃癌流行病学趋势分析[J]. *中华消化外科杂志*, 2021, 20(1):102-109.
- [4] 易颜琳, 张学云, 郑松柏. 我国胃癌流行病学变迁和启示[J]. *胃肠病学*, 2021, 26(8):489-493.
- [5] Orditura M, Galizia G, Sforza V, et al. Treatment of gastric cancer[J]. *World J Gastroenterol*, 2014, 20(7):1635-1649.
- [6] 姚芳, 石春雷, 刘成成, 等. 中国 1996-2015 年胃癌经济负担研究的系统评价[J]. *中华预防医学杂志*, 2017, 51(8):756-762.
- [7] Okumura S, Kaido T, Hamaguchi Y, et al. Visceral adiposity and sarcopenic visceral obesity are associated with poor prognosis after resection of pancreatic cancer[J]. *Ann Surg Oncol*, 2017, 24(12):3732-3740.
- [8] Hamaguchi Y, Kaido T, Okumura S, et al. Preoperative visceral adiposity and muscularity predict poor outcomes after hepatectomy for hepatocellular carcinoma[J]. *Liver Cancer*, 2019, 8(2):92-109.
- [9] Okumura S, Kaido T, Hamaguchi Y, et al. Impact of skeletal muscle mass, muscle quality, and visceral adiposity on outcomes following resection of intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. *Ann Surg Oncol*, 2017, 24(4):1037-1045.
- [10] 蓝巧清, 龙莉玲, 史波, 等. CT 脂肪定量与胃癌术后相关并发症的关系[J]. *放射学实践*, 2018, 33(3):270-274.
- [11] Mourtzakis M, Prado CM, Lieffers JR, et al. A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care[J]. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2008, 33(5):997-1006.
- [12] Han J, Tang M, Lu C, et al. Subcutaneous, but not visceral, adipose tissue as a marker for prognosis in gastric cancer patients with cachexia[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(9):5156-5161.
- [13] Riondino S, Roselli M, Palmirotta R, et al. Obesity and colorectal cancer: role of adipokines in tumor initiation and progression[J]. *World J Gastroenterol*, 2014, 20(18):5177-5190.
- [14] Kawashima K, Maeda K, Saigo C, et al. Adiponectin and interleukin-1: important adipokine players in obesity-related colorectal carcinogenesis[J/OL]. *Int J Mol Sci*, 2017, 18(4):e866. DOI: 10.3390/ijms18040866.
- [15] Ibrahim MM. Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences[J]. *Obes Rev*, 2010, 11(1):11-18.
- [16] Lyden D, Hattori K, Dias S, et al. Impaired recruitment of bone-marrow-derived endothelial and hematopoietic precursor cells blocks tumor angiogenesis and growth[J]. *Nat Med*, 2001, 7(11):1194-1201.
- [17] 玄淑兴, 张振国, 贾守强. 基于定量 CT 分析不同年龄、生理时期女性腰椎骨密度与腹部脂肪的相关性[J]. *放射学实践*, 2021, 36(5):642-647.
- [18] Pahk K, Rhee S, Kim S, et al. Predictive role of functional visceral fat activity assessed by preoperative ¹⁸F-FDG PET/CT for regional lymph node or distant metastasis in patients with colorectal cancer[J/OL]. *PLoS One*, 2016, 11(2):e0148776. DOI: 10.1371/journal.pone.0148776.
- [19] Pahk K, Ryu KJ, Joung C, et al. Metabolic activity of visceral adipose tissue is associated with metastatic status of lymph nodes in endometrial cancer: a ¹⁸F-FDG PET/CT study[J/OL]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 19(1):e92. DOI: 10.3390/ijerph19010092.
- [20] Jankowski CM, Gozansky WS, van Pelt RE, et al. Relative contributions of adiposity and muscularity to physical function in community-dwelling older adults[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2008, 16(5):1039-1044.
- [21] 左玉强, 柳青, 关兴, 等. CT 定量测量骨骼肌脂肪浸润程度预测老年肌少症价值分析[J]. *临床放射学杂志*, 2021, 40(11):2173-2177.
- [22] 李新彤, 钱占华, 冯强强, 等. 定量 CT 研究椎后肌群体质成分与年龄的关系及变化趋势[J]. *中华健康管理学杂志*, 2021, 15(1):44-48.