

• 胸部影像学 •

基于高分辨率 CT 图像特征及纹理参数分析肺腺癌 TRIM28、LAPTM4B 表达的危险因素

王慧, 闫圆圆, 巩贯忠, 李娜

【摘要】 目的:探讨肺腺癌高分辨率 CT 图像特征及纹理参数与三结构域蛋白 28 (TRIM28)、溶酶体相关 4 次跨膜蛋白 B (LAPTM4B) 表达的相关性。**方法:**纳入行手术治疗的 182 例肺腺癌患者作为研究对象,术中取患者的肺腺癌组织和癌旁正常组织。患者行胸部 CT 检查,记录肿瘤大小、肿瘤边界、有无分叶征、毛刺征、血管集束征、胸膜牵拉征、空气支气管征及空泡征和 CT 纹理参数,包括偏度、平均值、熵值、能量、峰度、均质性和自相关。肺腺癌组织和癌旁正常组织中的 TRIM28 和 LAPTM4B 表达水平应用免疫组织化学法进行检测。**结果:**TRIM28 高表达者中出现肿瘤边界不规整、分叶征、毛刺征和胸膜牵拉征的比例(分别为 67.0%、62.5%、70.5%、69.3%)显著高于低表达者(分别为 50.0%、44.7%、53.2%、44.7%),差异均有统计学意义(P 值均 <0.05);TRIM28 高表达者 CT 纹理参数中的峰度(17.52 ± 2.56)显著高于低表达者(8.76 ± 1.74),而均质性(0.14 ± 0.02)显著低于低表达者(0.18 ± 0.03),差异均有统计学意义(P 值均 <0.05)。LAPTM4B 高表达者中出现分叶征、毛刺征、血管集束征和空气支气管征的比例(分别为 66.7%、72.2%、64.4%、63.3%)显著高于低表达者(分别为 40.2%、51.1%、45.7%、44.6%),差异均有统计学意义(P 值均 <0.05);LAPTM4B 高表达者 CT 纹理参数中的峰度(18.48 ± 2.77)和熵值(3.20 ± 0.37)与低表达者(分别为 8.36 ± 1.88 、 2.61 ± 0.30)相比显著升高,差异均有统计学意义(P 值均 <0.05)。对单因素分析中有统计学意义的因素进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示肿块边界不光整、分叶征、峰度升高及均质性降低是 TRIM28 高表达的独立危险因素(P 值均 <0.05),分叶征、血管集束征、峰度和熵值升高是 LAPTM4B 高表达的独立危险因素(P 值均 <0.05)。**结论:**高分辨率 CT 图像特征及纹理参数与肺腺癌 TRIM28 和 LAPTM4B 蛋白表达水平有关,有助于预测疾病预后及制定临床治疗方案。

【关键词】 肺腺癌; 体层摄影术, X 线计算机; 纹理分析; TRIM28; LAPTM4B

【中图分类号】 R734.2; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)09-1101-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.09.005

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Analysis of risk factors for the expression of TRIM28 and LAPTM4B in lung adenocarcinoma based on high-resolution CT image features and texture parameters WANG Hui, YAN Yuan-yuan, GONG Guan-zhong, et al. Department of Occupational Diseases, the Second Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250001, China

【Abstract】 Objective: To explore the correlation between the high-resolution CT image features and texture parameters and the expression of tri-domain protein 28 (TRIM28) and lysosomal associated four transmembrane protein B (LAPTM4B) in lung adenocarcinoma. **Methods:** A total of 182 patients with lung adenocarcinoma who received surgical treatment were included in this study, and lung adenocarcinoma tissues and paracancerous normal tissues of the patients were collected intraoperatively. The patients underwent chest CT examination, and tumor size, tumor boundary, lobulation sign, spiculation sign, vessel convergence sign, pleural indentation sign, air bronchogram sign, vacuole sign and CT texture parameters, including bias, mean value, entropy, energy, kurtosis, homogeneity and autocorrelation, were recorded. The expression levels of TRIM28 and LAPTM4B in lung adenocarcinoma tissues and paracancerous normal tissues were determined by immunohistochemistry. **Results:** The proportion of irregular tumor boundary, lobulation sign, speculation sign and pleural indentation sign in

作者单位: 250001 济南, 山东中医药大学第二附属医院职业病科(王慧、李娜); 250117 济南, 山东省肿瘤防治研究院影像科(闫圆圆), 放射物理技术科(巩贯忠)

作者简介: 王慧(1979-), 女, 山东章丘人, 硕士研究生, 主治医师, 主要从事职业病与呼吸系统疾病工作。

通讯作者: 李娜, E-mail: nali.311@163.com

patients with high expression of TRIM28 (67.0%, 62.5%, 70.5% and 69.3%, respectively) was significantly higher than that in patients with low expression of TRIM28 (50.0%, 44.7%, 53.2% and 44.7%, respectively) (all $P < 0.05$). The kurtosis of CT texture parameters in the high expression TRIM28 group (17.52 ± 2.56) was significantly higher than that in the low expression TRIM28 group (8.76 ± 1.74), while the homogeneity of the high expression TRIM28 group (0.14 ± 0.02) was significantly lower than that in the low expression TRIM28 group (0.18 ± 0.03) (all $P < 0.05$). The proportion of lobulation sign, spiculation sign, vessel convergence sign and air bronchogram sign in high LPTM4B expression group (66.7%, 72.2%, 64.4%, and 63.3%, respectively) was significantly higher than that in low LPTM4B expression group (40.2%, 51.1%, 45.7%, and 44.6%, respectively) (all $P < 0.05$). The kurtosis (18.48 ± 2.77) and entropy (3.20 ± 0.37) in CT texture parameters of LPTM4B with high expression were significantly higher than those of LPTM4B with low expression (8.36 ± 1.88 and 2.61 ± 0.30 , respectively) (all $P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis was conducted for the statistically significant factors in univariate analysis, and the results showed that irregular boundary, lobulation sign, increased kurtosis and reduced homogeneity were independent risk factors for high expression of TRIM28 (all $P < 0.05$), while lobulation sign, vessel convergence sign, increased kurtosis and entropy were independent risk factors for high expression of LPTM4B (all $P < 0.05$). **Conclusion:** The high-resolution CT image features and texture parameters are related to the expression levels of TRIM28 and LPTM4B in lung adenocarcinoma, which is helpful to predict the prognosis of the disease and formulate clinical treatment plans.

【Key words】 Lung adenocarcinoma; Tomography, X-ray computer; Texture analysis; TRIM28; LPTM4B

肺癌我国的发病率和病死率呈逐年上升趋势^[1],然而,肺癌的发展、发展机制非常复杂,迄今尚未完全明确。近年来,已有众多研究报道了与肺腺癌病理及预后有关的分子标志物,如三结构域蛋白 28(tripartite motif-containing protein 28, TRIM28)和溶酶体相关 4 次跨膜蛋白 B(lysosome-associated protein transmembrane-4 beta, LPTM4B)^[2,3]。之前的研究显示,TRIM28 和 LPTM4B 表达升高预示着乳腺癌、胃癌和肺腺癌等多种肿瘤的预后不良^[3-5]。因此,研究这些分子标志物在癌组织中的表达,有助于评估患者预后及制定临床治疗方案。然而,目前对这些分子标志物的检测需通过手术或活检获得活体组织标本,结合病理诊断结果才能完成,因此具有滞后性和有创性等局限性;而且对部分患者来说,其难以接受手术或活检,或者获取的样本量过少而无法进行有效检测。高分辨率 CT 图像和 CT 纹理分析具有方便、快速、无创等优点,被广泛应用于肺腺癌的诊断和疗效评估中。然而目前还未有研究探讨高分辨率 CT 图像特征和 CT 纹理参数在预测肺腺癌预后分子标志物表达中的作用。因此,本研究旨在通过探讨肺腺癌高分辨率 CT 图像特征和 CT 纹理参数与 TRIM28、LPTM4B 蛋白表达间的关系,以期尽早无创性预测肺腺癌预后及选择疾病治疗方案提供影像学参考思路。

材料与方法

1. 病例资料

纳入 2018 年 3 月—2021 年 3 月在山东中医药大学第二附属医院就诊并行手术治疗的肺腺癌患者作为研究对象,术中取患者的肺腺癌组织和癌旁正常组织,立即用石蜡密封保存。病例纳入标准:①术前行高分辨率 CT 检查;②术前未进行过放、化疗等抗肿瘤治疗;③经组织病理学确诊为肺腺癌。病例排除标准:①患有严重心、脑、肝、肾疾病或合并其他部位肿瘤;②患有其他肺部疾病,如肺炎、肺气肿、肺结核等;③影像学或组织病理学资料不完整。最终,本研究共纳入 182 例患者,其中男 86 例,女 96 例,年龄范围 28~78 岁,平均(61.36 ± 8.72)岁。本研究获得了医院伦理委员会的支持,所有患者均自愿参加本研究,并签署了书面知情同意书。

2. 检查方法及图像分析

CT 检查采用德国 Siemens 64 层螺旋 CT 扫描设备,患者取仰卧位,屏气后进行扫描,扫描范围为肺尖以上至膈肌水平以下,扫描参数:管电压 120 kV,管电流 300 mAs,螺距 0.828~0.875,旋转时间为每周 0.5~0.8 s,扫描层厚 5 mm,层间距 5 mm,肺窗窗宽 1400 HU,窗位 -600 HU,纵隔窗窗宽 350 HU,窗位 40 HU,重建间隔 1 mm。

由 2 位副主任以上医师采用双盲法观察及分析 CT 图像,当结果出现分歧时,和第 3 位主任医师商讨后确定最终结果。根据图像记录肿瘤大小、边界,观察有无分叶征、毛刺征、血管集束征、胸膜牵拉征、空气支气管征及空泡征等特征。然后将图像以 DICOM 格式传至工作站,调整图像窗宽、窗位,使图像参数保持一致,利用 PyRadiomics 软件进行分析和纹理提取。由 2 位放射科医生沿病灶轮廓手动勾画感兴趣区,排除血管、肺不张和空洞区域。最终由软件自动生成一系列图像纹理参数值,查阅及参考之前的文献^[6,7],本研究纳入以下 7 个纹理参数:偏度、平均值、熵值、能量、峰度、均质性和自相关,将 2 位医生测量参数的平均值作为最终值记录。

3. TRIM28、LAPTM4B 的表达状态检测及判断

采用免疫组织化学法检测肺腺癌组织和癌旁正常组织中的 TRIM28 和 LAPTM4B 表达水平。由 2 位经验丰富的病理学医师应用双盲法对结果进行评估,当结果出现分歧时,和第 3 位主任医师商讨后确定最终结果。TRIM28 和 LAPTM4B 主要定位于细胞核,染色强度计分:无染色得分 0,弱染色得分 1,中等染色得分 2,强染色得分 3。阳性细胞百分比计分:<5%计为 0 分,5%~25%计为 1 分,26%~50%计为 2 分,51%~75%计为 3 分,>75%计为 4 分。最终评分为染色强度评分与阳性细胞百分比计分的乘积,得分 0~5 分表示低水平表达,6~12 分表示高水平表达。

4. 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。计量资料以均数±标准差表示,采用 t 检验进行组间比较;计数资料以频数和百分比表示,采用 χ^2 检验进行组间比较。对肺腺癌 CT 图像特征进行赋值,包括肿瘤最大径($\leq 10\text{ cm}=0$; $>10\text{ cm}=1$)、肿瘤边界(光整=0;不光整=1)、分叶征(无=0;有=1)、毛刺征(无=0;有=1)、血管集束征(无=0;有=1)、胸膜牵拉征(无=0;有=1)、空气支气管征(无=0;有=1)、空泡征(无=0;有=1),然后对单因素中有统计学意义的变量进行多因素二元 Logistic 回归分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 肺腺癌组织与癌旁组织的 TRIM28、LAPTM4B 表达水平比较

TRIM28 和 LAPTM4B 在肺腺癌组织中的表达水平显著高于癌旁正常组织,两组间表达水平比较差异均有统计学意义(P 值均 <0.001 ,表 1)。

2. 不同 TRIM28 表达水平肺腺癌患者的 CT 图像特征和纹理参数比较

表 1 两组织的 TRIM28、LAPTM4B 表达水平比较 (例)

参数	肺腺癌组织	癌旁正常组织	χ^2 值	P 值
TRIM28			24.149	<0.001
高表达	88(48.4%)	43(23.6%)		
低表达	94(51.6%)	139(76.4%)		
LAPTM4B			17.608	<0.001
高表达	90(49.5%)	51(28.0%)		
低表达	92(50.5%)	131(72.0%)		

高分辨率 CT 图像中的肿瘤边界、分叶征、毛刺征和胸膜牵拉征与 TRIM28 的表达水平有关,TRIM28 高表达者中出现肿瘤边界不规整、分叶征、毛刺征和胸膜牵拉征的比例显著高于低表达者,差异均有统计学意义(P 值均 <0.05 ,图 1、表 2)。CT 纹理参数中的峰度和均质性与 TRIM28 的表达水平有关,TRIM28 高表达者峰度显著高于低表达者,而 TRIM28 高表达者的均质性与低表达者相比显著降低,差异均有统计学意义(P 值均 <0.05 ,表 2)。

表 2 不同 TRIM28 表达水平肺腺癌患者的 CT 图像特征和纹理参数

CT 图像特征/或 纹理参数	n	TRIM28		χ^2/t 值	P 值
		高表达 (n=88)	低表达 (n=94)		
肿瘤最大径(n,%)				0.606	0.436
$\leq 10\text{ cm}$	84	38(43.2)	46(48.9)		
$>10\text{ cm}$	98	50(56.8)	48(51.1)		
肿瘤边界(n,%)				5.430	0.020
光整	76	29(33.0)	47(50.0)		
不光整	106	59(67.0)	47(50.0)		
分叶征(n,%)				5.798	0.016
无	85	33(37.5)	52(55.3)		
有	97	55(62.5)	42(44.7)		
毛刺征(n,%)				5.723	0.017
无	70	26(29.5)	44(46.8)		
有	112	62(70.5)	50(53.2)		
血管集束征(n,%)				1.183	0.277
无	82	36(40.9)	46(48.9)		
有	100	52(59.1)	48(51.1)		
胸膜牵拉征(n,%)				11.231	0.001
无	79	27(30.7)	52(55.3)		
有	103	61(69.3)	42(44.7)		
空气支气管征(n,%)				1.886	0.170
无	84	36(40.9)	48(51.1)		
有	98	52(59.1)	46(48.9)		
空泡征(n,%)				1.409	0.306
无	94	42(47.7)	52(55.3)		
有	88	46(52.3)	42(44.7)		
平均值		18.17±1.36	17.79±1.71	1.632	0.104
偏度		-2.33±0.30	-2.36±0.35	0.443	0.658
峰度		17.52±2.56	8.76±1.74	27.194	<0.001
熵值		3.15±0.41	3.09±0.38	2.245	0.068
能量		0.59±0.08	0.61±0.08	-1.446	0.150
自相关		0.37±0.06	0.36±0.04	0.476	0.635
均质性		0.14±0.02	0.18±0.03	-10.078	<0.001

3. 不同 LAPTM4B 表达水平肺腺癌患者的 CT 图像特征和纹理参数比较

高分辨率 CT 图像中的分叶征、毛刺征、血管集束征和空气支气管征与 LAPTM4B 表达水平有关,LAPTM4B 高表达者中出现分叶征、毛刺征、血管集束征和空气支气管征的比例与低表达者相比显著升高,差异均有统计学意义(P 值均 <0.05 ,图 2、表 3)。CT 纹理参数中的峰度和熵值与 LAPTM4B 的表达水

平有关,LAPTM4B 高表达者的峰度和熵值与低表达者相比显著升高,差异均有统计学意义(P 值均 <0.05 ,表 3)。

表 3 不同 LAPTM4B 表达水平肺腺癌患者的 CT 图像特征和纹理参数

CT 图像特征/或 纹理参数	n	LAPTM4B		χ^2/t 值	P 值
		高表达 (n=90)	低表达 (n=92)		
肿瘤最大径(n,%)				2.713	0.100
≤10cm	84	36(40.0)	48(52.2)		
>10cm	98	54(60.0)	44(47.8)		
肿瘤边界(n,%)				1.898	0.168
光整	76	33(36.7)	43(46.7)		
不光整	106	57(63.3)	49(53.3)		
分叶征(n,%)				12.786	<0.001
无	85	30(33.3)	55(59.8)		
有	97	60(66.7)	37(40.2)		
毛刺征(n,%)				8.586	0.003
无	70	25(27.8)	45(48.9)		
有	112	65(72.2)	47(51.1)		
血管集束征(n,%)				6.490	0.011
无	82	32(35.6)	50(54.3)		
有	100	58(64.4)	42(45.7)		
胸膜牵拉征(n,%)				0.382	0.537
无	79	37(41.1)	42(45.7)		
有	103	53(58.9)	50(54.3)		
空气支气管征(n,%)				6.448	0.011
无	84	33(36.7)	51(55.4)		
有	98	57(63.3)	41(44.6)		
空泡征(n,%)				0.543	0.461
无	94	44(48.9)	50(54.3)		
有	88	46(51.1)	42(45.7)		
平均值		19.05±1.11	18.75±1.17	1.762	0.080
偏度		-2.32±0.30	-2.26±0.27	-1.481	0.140
峰度		18.48±2.77	8.36±1.88	28.997	<0.001
熵值		3.20±0.37	2.61±0.30	11.818	<0.001
能量		0.59±0.07	0.60±0.07	-1.319	0.189
自相关		0.35±0.06	0.36±0.04	-0.611	0.542
均质性		0.16±0.02	0.16±0.03	-0.718	0.474

4. 肺腺癌组织 TRIM28、LAPTM4B 表达水平的多因素 Logistic 回归分析

以 TRIM28、LAPTM4B 表达水平分别作为因变量(低表达=0;高表达=1),自变量为单因素分析结果中有统计学意义的变量,进行多因素二元 Logistic 回归分析。结果显示,出现肿块边界不光整、分叶征及 CT 纹理参数中的峰度及均质性降低是 TRIM28 高表达的独立危险因素(P 值均 <0.05);出现分叶征、血管

表 4 多因素 Logistic 回归分析结果

指标/特征	回归系数	P 值	OR	95% 可信区间
TRIM28				
峰度	0.555	<0.001	1.742	1.318~2.303
均质性	-1.443	0.017	0.236	0.072~0.774
肿块边界	1.387	<0.001	4.004	1.420~15.349
分叶征	1.825	<0.001	6.205	2.673~13.189
毛刺征	0.699	0.204	2.011	0.684~5.911
胸膜牵拉征	1.031	0.062	2.803	0.948~8.288
LAPTM4B				
峰度	0.452	<0.001	1.572	1.284~1.924
熵值	1.133	0.020	3.106	1.610~10.482
分叶征	1.577	0.026	4.842	1.281~18.001
毛刺征	0.260	0.757	1.297	0.250~6.718
血管集束征	1.260	0.029	3.525	1.210~14.197
空气支气管征	0.917	0.294	2.501	0.452~11.838

集束征及 CT 纹理参数中的熵值和峰度升高是 LAPTM4B 高表达的独立危险因素(P 值均 <0.05 ,表 4)。

讨 论

本研究探讨了高分辨率 CT 图像特征和 CT 纹理参数与肺腺癌预后分子标志物 TRIM28、LAPTM4B 蛋白表达间的关系,结果显示,高分辨率 CT 图像特征及 CT 纹理参数与肺腺癌 TRIM28、LAPTM4B 的蛋白表达水平密切相关,因此,高分辨率 CT 有助于早期制定肺腺癌患者的临床治疗方案及无创性预测患者预后。

本研究在肺腺癌组织与癌旁正常组织中比较了 TRIM28、LAPTM4B 蛋白的表达水平,结果显示,TRIM28、LAPTM4B 蛋白在肺腺癌组织中的表达水平显著高于癌旁正常组织,这与之前的研究结果一致^[2,5]。TRIM28 具有多种生物活性,包括诱导基因沉默、促进细胞增殖和分化、促进肿瘤转化、抑制凋亡、促进 DNA 修复和保护基因组完整性等功能^[5]。相关研究表明,TRIM28 表达上调预示着肺癌患者的预后不良^[5]。Wang 等^[2]的研究表明,LAPTM4B 在表皮生长因子受体(epidermal growth factor receptor,EGFR)促进的肺腺癌细胞增殖、迁移和侵袭以及吉非替尼诱导的细胞凋亡中起重要作用,并且可作为肺腺癌的潜在治疗靶标和预后分子标志物。因此,应用高分辨率 CT 和 CT 纹理分析等无创性检查方式预测肺腺癌预后分子标志物 TRIM28 和 LAPTM4B 的表达状态,对选择疾病治疗方案和改善患者预后具有重要意义。

本研究对高分辨率 CT 图像特征、纹理分析参数与肺腺癌分子标志物表达水平间的关系进行了单因素和多因素 Logistic 回归分析。最终的结果显示,CT 图像特征中的肿块边界不光整、分叶征是 TRIM28 高表达的独立危险因素,分叶征、血管集束征是 LAPTM4B 高表达的独立危险因素;CT 纹理分析参数中的峰度、均质性是 TRIM28 高表达的独立危险因素,峰度、熵值是 LAPTM4B 高表达的独立危险因素。

CT 是诊断胸部病变最常用的检查方式之一,在评估肺癌分期和治疗效果中具有重要价值。之前的研究显示,肿块边界规整的肿瘤可能有包膜,手术中较易切干净,而边界不规则的肿瘤往往为浸润性,因此恶性程度较高,预后较差^[8]。分叶是指肿瘤的轮廓表面常呈现起伏不平的多个弧形,而并非呈现规则的圆形或椭圆形,形似多个融合在一起的结节。郑宵阳等^[9]的研究表明,分叶征的出现预示着磨玻璃结节样肺腺癌患者的预后不良。血管集束征是由于肿瘤细胞释放的血管内皮生长因子等多种刺激因子促进血管生成,从而改变血管构形,最终导致血管壁因牵拉而出现的血

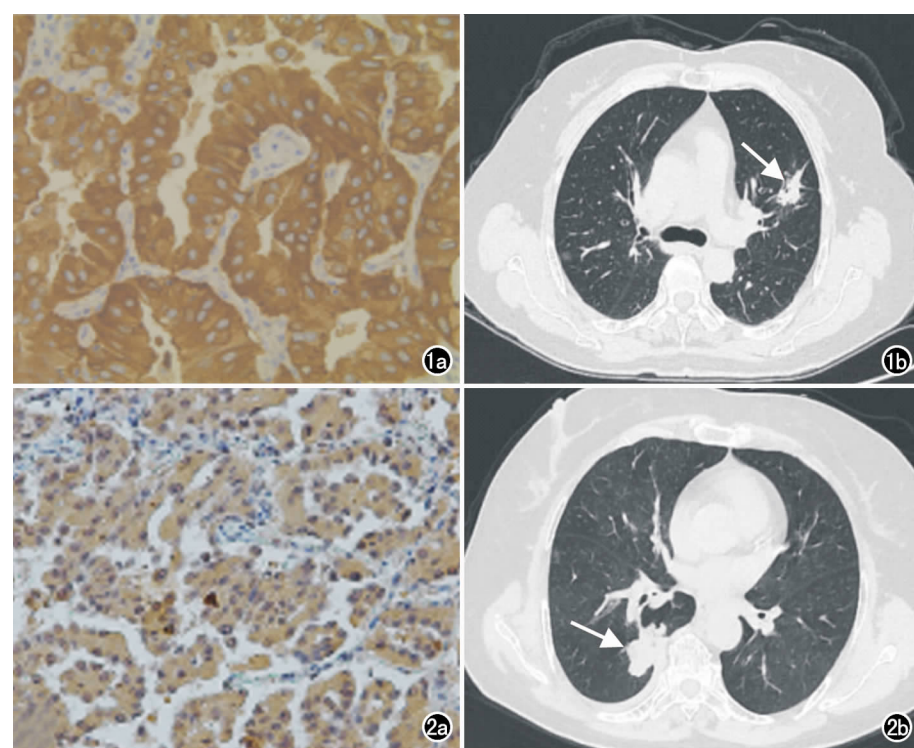


图 1 肺腺癌患者,女,病灶位于右肺下叶。a)免疫组化结果显示 TRIM28 呈高表达;b)高分辨率 CT 图像显示肿瘤(箭)边界不规整,出现分叶征、毛刺征和胸膜牵拉征,肿瘤长径约 3.4cm,平扫 CT 值约 35HU。图 2 肺腺癌患者,女,63 岁,病灶位于左肺上叶。a)免疫组化结果显示 LAPTMB4B 呈高表达;b)高分辨率 CT 图像显示分叶征、毛刺征、血管集束征和空气支气管征,肿瘤(箭)长径约 1.8cm,平扫 CT 值约 42HU。

管集束现象。相关研究表明,血管集束征与肺腺癌的浸润性密切相关,而肺腺癌的浸润程度越高,患者的预后也相对较差^[10]。因此,CT 图像特征中的肿块边界不规整、分叶征和血管集束征对于预测肺腺癌预后具有重要价值。

肺纹理分析技术通过借助计算机的运算分析图像像素的分布规律及特征,可反映病变内的异质性和病变之间的细小差异^[11],已被证实在肺腺癌组织学分化程度和隐匿性淋巴结转移的诊断等方面具有重要价值^[6]。峰度和平均值是纹理分析的一阶统计参数,主要描述灰度直方图的分布特征。能量和熵值是纹理分析的二阶统计参数,能量反映了图像灰度分布均匀程度及纹理粗细度,当图像均匀时能量较大。熵是图像具有信息量的度量,反映纹理的非均匀程度或复杂程度,若纹理复杂,熵值大;反之,若图像中灰度均匀,共生矩阵中元素大小差异大,熵值小。之前的研究显示,恶性肿瘤生长过快,容易出现囊变、坏死,导致肿瘤内部结构不均匀,其像素灰度变化幅度较大、分布规则较乱,从而也预示着较差的预后^[7]。之前的研究也表明,CT 纹理参数中的峰度、能量、自相关和熵值是非小细胞肺癌患者 EGFR 突变的独立预测参数,而 EGFR 突

变与肺癌患者预后密切相关^[6]。

综上所述,高分辨率 CT 图像特征及 CT 纹理参数与肺腺癌 TRIM28、LAPTMB4B 的蛋白表达水平有关,有助于早期制定临床治疗方案和无创性预测患者预后。

参考文献:

- [1] Yang X, Wang G, You J, et al. High expression of cancer-IgG is associated with poor prognosis and radioresistance via PI3K/AKT/DNA-PKcs pathway regulation in lung adenocarcinoma[J]. Front Oncol, 2021, 11(2): 675397.
- [2] Wang L, Meng Y, Zhang QY. LAPTMB4B is a novel diagnostic and prognostic marker for lung adenocarcinoma and associated with mutant EGFR[J]. BMC Cancer, 2019, 19(1): 293.
- [3] Hao L, Leng J, Xiao R, et al. Bioinformatics analysis of the prognostic value of Tripartite Motif 28 in breast cancer[J]. Oncol Lett, 2017, 13(4): 2670-2678.
- [4] Wang YY, Li L, Zhao ZS, et al. Clinical utility of measuring expression levels of KAP1, TIMP1 and STC2 in peripheral blood of patients with gastric cancer[J]. World J Surg Oncol, 2013, 11(2): 81.
- [5] Liu J, Han X, Chen L, et al. TRIM28 is a distinct prognostic biomarker that worsens the tumor immune microenvironment in lung adenocarcinoma[J]. Aging (Albany NY), 2020, 12(20): 20308-20331.
- [6] 徐春阳, 戴峰, 陈刚, 等. 基于 CT 纹理特征的非小细胞肺癌 EGFR 基因突变预测模型的构建[J]. 新疆医科大学学报, 2020, 43(10): 1357-1362.
- [7] 孔令重, 姜壮国, 曹小江, 等. Logistic 回归分析高分辨率 CT 的纹理特征对孤立性肺结节诊断价值[J]. 新疆医科大学学报, 2019, 42(2): 198-202.
- [8] Khodabakhshi Z, Mostafaei S, Arabi H, et al. Non-small cell lung carcinoma histopathological subtype phenotyping using high-dimensional multinomial multiclass CT radiomics signature[J]. Comput Biol Med, 2021, 136(8): 104752.
- [9] 郑宵阳, 王余广, 李博, 等. 磨玻璃结节样肺腺癌 MSCT 征象与 Ki67、PKM2、SPINK1 蛋白表达的相关性研究[J]. 放射学实践, 2021, 36(1): 76-81.
- [10] Li C, Jiang C, Gong J, et al. A CT-based logistic regression model to predict spread through air space in lung adenocarcinoma[J]. Quant Imaging Med Surg, 2020, 10(10): 1984-1993.
- [11] 孟建民, 陈立光. 基于增强 CT 的胃肠道间质瘤纹理分析对术前危险度分级的预测价值[J]. 医学影像学杂志, 2019, 29(3): 420-424.

(收稿日期: 2021-04-25 修回日期: 2021-06-19)