

凡健, 高斌, 夏春华. CT 平扫与动脉期图像纹理分析在鉴别膀胱乳头状瘤和膀胱癌中的应用价值[J]. CT 理论与应用研究, 2020, 29(6): 742-750. DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.06.13.
FAN J, GAO B, XIA C H. The value of CT non-enhanced and enhanced image texture analysis in differentiating bladder papilloma from bladder cancer[J]. CT Theory and Applications, 2020, 29(6): 742-750. DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.06.13. (in Chinese).

CT 平扫与动脉期图像纹理分析在鉴别膀胱乳头状瘤和膀胱癌中的应用价值

凡健¹, 高斌^{2a}✉, 夏春华^{2b}

1. 安徽医科大学研究生院, 安徽医科大学第三附属医院, 合肥 230000
2. 安徽医科大学第三附属医院(合肥市第一人民医院) a) 介入科; b) 放射科, 合肥 230000

摘要: 目的: 探讨利用 CT 平扫与动脉期图像纹理分析在鉴别膀胱乳头状瘤和膀胱癌中的应用价值。方法: 回顾性纳入自 2016 年 1 月至 2020 年 1 月在安徽医科大学第三附属医院就诊的经病理证实的 64 例膀胱肿瘤患者的病例资料, 其中良性病变 32 例, 恶性病变 32 例。所有患者均行 CT 三期动态增强扫描, 选择其平扫与动脉期图像来进行研究。使用 MaZda 纹理分析软件对扫描图像上的膀胱病变进行纹理特征的提取, 再用费希尔参数 (Fisher) 法、最小分类误差与最小平均相关系数法 (POE + ACC) 及相关信息测度法 (MI) 分别筛选出鉴别膀胱良恶性病灶的 10 个最佳纹理参数, 使用 Mazda 的 B11 工具的主成分分析法 (PCA)、线性判别分析法 (LDA) 和非线性判别分析法 (NDA) 对选取的最佳纹理特征进行分析, 计算出其鉴别膀胱良恶性肿瘤的最小误判率 (R), 对最小误判率所对应的最佳纹理参数进行 ROC 检验, 筛选出最有辅助鉴别意义的可量化参数来对膀胱良恶性肿瘤进行鉴别诊断。结果: 基于 CT 平扫时以 MI + NDA 组合的误判率最低 (1.56%), 所筛选的最佳纹理参数分别为 WavEnHH_s-1 (高高频小波系数转换 s-1)、Horzl_Fraction (水平游程图像分数)、Horzl_ShrtrEmp (水平短游程补偿)、Sigma (参数 σ)、Variance (方差), 对应的 AUC 值分别为 0.932、0.897、0.902、0.935 和 0.849, P 值均小于 0.01, 联合这五项指标综合分析的 AUC 值为 0.985, 特异度 96.87%, 敏感度 96.87%。在动脉期以 POE+ACC+NDA 组合的误判率最低 (1.56%), 所筛选的最佳纹理参数分别为 WavEnHH_s-1 (高高频小波系数转换 s-1)、WavEnHH_s-2 (高高频小波系数转换 s-2)、135dr_ShrtrEmp (短游程补偿 135 方向)、GrVariance (绝对梯度方差), 对应的 AUC 值分别为 0.916、0.711、0.797 和 0.793, P 值均小于 0.01, 联合这四项指标综合分析的 AUC 值为 0.916, 特异度 84.37%, 敏感度 81.25%。联合平扫 + 动脉期所有最佳纹理参数综合分析的 AUC 值为 0.997, 特异度 93.75%, 敏感度 100%。结论: 利用 CT 平扫与动脉期图像纹理分析对膀胱乳头状瘤和膀胱癌的鉴别具有一定的应用价值。

关键词: 膀胱乳头状瘤; 膀胱癌; 纹理分析; 纹理参数

DOI: 10.15953/j.1004-4140.2020.29.06.13 中图分类号: R 814.42; R 445 文献标志码: A

膀胱癌是泌尿系统常见的恶性肿瘤之一, 在全球范围内的发病率居所有恶性肿瘤的第 9 位^[1], 且呈逐年上升趋势。日常工作中利用 CT 平扫与动脉期图像在鉴别膀胱乳头状瘤和膀胱癌中存在一定的难度。由于膀胱乳头状瘤和膀胱癌的病理基础不同, 其内血管走行、组织形态、质地亦不相同, 人眼无法辨认其微观结构。Mazda 纹理分析软件利用数学方法从图像中提取像素的局部特征、变化规律及其分布模式并获取一系列可量化参数, 对这些参数进

行定量分析,其分析结果能够反映病灶内部人眼无法观察的结构等特点^[2],且 MaZda 内置 B11 模块能够对所获取的特征纹理参数进行降维处理,筛选其最佳诊断效能。已有部分报道显示纹理分析在肝脏^[3]、颅脑^[4-5]、乳腺^[6]和肾脏^[7-8]疾病中的鉴别诊断,本研究主要探讨利用 CT 平扫与动脉期图像纹理分析在鉴别膀胱乳头状瘤和膀胱癌中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 病例资料

回顾性纳入自 2016 年 1 月至 2020 年 1 月在安徽医科大学第三附属医院就诊的经病理证实的膀胱良恶性肿瘤患者的病例资料,根据 WHO 2004 病理分级标准将膀胱乳头状瘤 (bladder papilloma, BP) 纳入良性组,将低度恶性倾向尿路上皮乳头状瘤 (papillary urothelial neoplasm of low malignant potential, PUNLMP)、低级别膀胱尿路上皮癌 (low-grade urothelial carcinoma, LGUC) 和高级别膀胱尿路上皮癌 (high-grade urothelial carcinoma, HGUC) 归为恶性组。

按照纳入标准:①所有患者在本次 CT 检查前未接受过其他任何相关临床治疗(如介入、穿刺活检、膀胱镜检以及放化疗等);②无远处脏器转移及合并其他恶性肿瘤者。筛选后共获得 105 份病例,剔除部分因病灶太小或无法勾画感兴趣区的病例,共入组 64 例,其中良性病变 32 例,年龄 53~88 岁,平均 (70.06 ± 10.54) 岁;恶性病变 32 例,年龄 27~88 岁,平均 (67.06 ± 11.67) 岁。

1.2 检查方法

所有患者行膀胱三期动态扫描,扫描前嘱患者多饮水以保证膀胱充盈状态,扫描机器为 Siemens Dual Source CT 机,扫描参数:管电流 300 mA,管电压 120 kV,扫描层厚 5 mm,重建层厚 1.5 mm,采用高压注射器于肘正中静脉注 80~100 mL 碘海醇 (350 mg/mL),注射流率 3.0 mL/s,动脉期为注射对比剂后 25 s,静脉期为 65 s,肾盂期为 180~300 s。对比剂注射完毕后使用相同流率注射 20 mL 生理盐水进行冲管。

1.3 纹理分析方法

选取 CT 三期扫描中的平扫与动脉期图像进行研究,将扫描的图像全部以 bmp 格式导入 MaZda 纹理分析软件中,由两位具有 10 年以上工作经验的放射科医师进行阅片及感兴趣区 (ROI) 的勾画 (图 1),为避免容积效应的影响,所勾画的 ROI 以距离病灶边缘 2~3 mm 为宜。使用 MaZda 纹理分析软件对选取的 ROI 进行纹理分析,其中包括直方图、绝对梯度、游程矩阵、共生矩阵、自回归模型和小波转换共 6 种分析方法,共获得 256 个纹理特征参数 (图 2)。采用费希尔 (Fisher) 参数、最小分类误差与平均相关系数 (POE + ACC) 及相关信息测度法 (MI) 进行筛选,分别选择出 10 个最佳纹理特征参数。

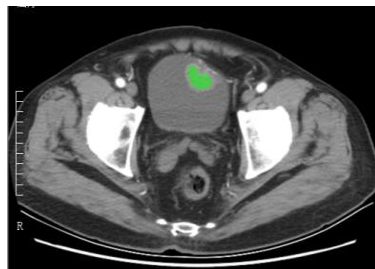


图 1 对感兴趣区勾画 ROI

Fig.1 Sketch ROI for areas of interest

1.4 特征参数分析

采用 MaZda 纹理分析软件中的 B11 模块提供的主成分分析法 (principal component analysis, PCA)、线性鉴别分析法 (linear discriminant analysis, LDA) 和非线性鉴别分析法 (nonlinear discriminant-analysis, NDA) 对选取的纹理参数进行分析处理, 计算出鉴别诊断膀胱癌和膀胱乳头状瘤的最小误判率 R , 其中将 R 的大小分为 5 个等级: $\leq 10\%$ 为优秀, $10\% < R \leq 20\%$ 为良好, $20\% < R \leq 30\%$ 为中等, $30\% < R \leq 40\%$ 为一般, $> 40\%$ 为较差^[9]。LDA 的最大分类特征应用于 K 邻近分类 (K nearest neighbor classification, NN, 其中 $K=2$); NDA 提取出的数据用于人工神经网络 (artificial neural network, ANN) 分类。

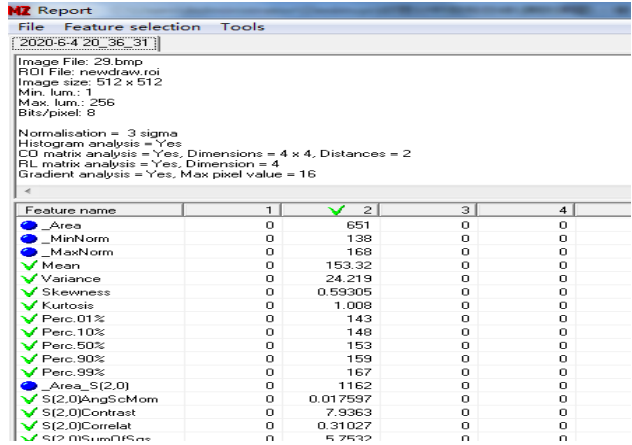


图 2 纹理分析结果
Fig.2 Texture analysis results

1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计分析软件, 对一般临床资料中的分类变量采用 χ^2 检验或 Fisher 检验, 连续变量使用 t 检验或 U 检验。对所获取最优诊断组合中的 10 个最佳纹理参数进行准确性检验 (ROC 曲线) 并获得曲线下面积 (AUC), 对多数数据联合分析采用多指标联合 ROC, 并获得曲线下面积 (AUC), 检验所获取的纹理分析定量参数在鉴别膀胱乳头状瘤和膀胱癌之间的阈值及效能 (敏感度、特异度)。按检验水准 $\alpha=0.05$, $P<0.01$ 被认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 膀胱乳头状瘤和膀胱癌患者的一般临床资料

所获取患者临床资料共 64 例, 其中良恶性病变各 32 例, 两组数据在年龄、性别、肿瘤直径、平扫 CT 均值、动脉期 CT 均值存在一定的差异, 但是 P 值均大于 0.05, 差异无统计学意义 (表 1)。

表 1 患者的一般临床资料 ($\bar{x} \pm s$)
Table 1 General clinical information of the patient ($\bar{x} \pm s$)

分组	例数	性别 / (男, 女)	年龄/岁	肿瘤直径/mm	平扫 CT 值/HU	动脉期 CT 值/HU
膀胱乳头状瘤	32	(25, 7)	70.06 \pm 10.54	16.65 \pm 9.00	46.74 \pm 13.07	71.37 \pm 17.14
膀胱癌	32	(29, 3)	67.06 \pm 11.67	22.95 \pm 13.88	48.53 \pm 9.06	76.12 \pm 13.94
检验值		-1.366	-0.665	2.154	0.635	1.217
P 值		0.172	0.506	0.059	0.094	0.423

2.2 MaZda 纹理分析

Fisher、POE + ACC、MI 法所提取的最佳纹理参数组合用主成分分析法、线性鉴别分析法和非线性鉴别分析法对其进行分析, 得到最小误判率 R (表 2)。可见在 CT 平扫与动脉期图像中不同组合的降维方法, 所获得的诊断效能有所差异。在平扫图像中, 以 MI + NDA 组合的误判率最低 (1.56%), 而在动脉期则以 POE + ACC + NDA 组合的误判率最低 (1.56%)。

表 2 Mazda 分类时最小误判率% (错判病灶数/病灶总数)

Table 2 The minimum misjudgment rate % in Mazda classification (number of misdiagnosed lesions/total lesions)

纹理分析方法		纹理提取方法		
		Fisher	POE + ACC	MI
平扫	PCA	18.75 (12/64)	25.00 (16/64)	6.25 (4/64)
	LDA	9.38 (6/64)	17.19 (11/64)	7.81 (5/64)
	NDA	6.25 (4/64)	3.13 (2/64)	1.56 (1/64)
动脉期	PCA	26.56 (17/64)	29.69 (19/64)	18.75 (12/64)
	LDA	15.63 (10/64)	18.75 (12/64)	21.88 (14/64)
	NDA	3.13 (2/64)	1.56 (1/64)	7.81 (5/64)

2.3 最佳纹理参数的准确性检验

对获得最小误判率的参数组合进行准确性检验。在平扫图像中, 将筛选出的 10 个最佳纹理参数分别进行 ROC 检验(图 3), 可见以 WavEnHH_s-1、Horzl_Fraction、Horzl_ShrtREmp、Sigma 和 Variance 这 5 个特征纹理分析参数的 AUC 值偏高, 分别为 (0.932、0.897、0.902、0.935 和 0.849, P 值均小于 0.01), 差异具有统计学意义 (表 3)。在动脉期图像中, 对筛选出的 10 个最佳纹理参数分别进行 ROC 检验 (图 4), 可见以 WavEnHH_s-1、WavEnHH_s-2、

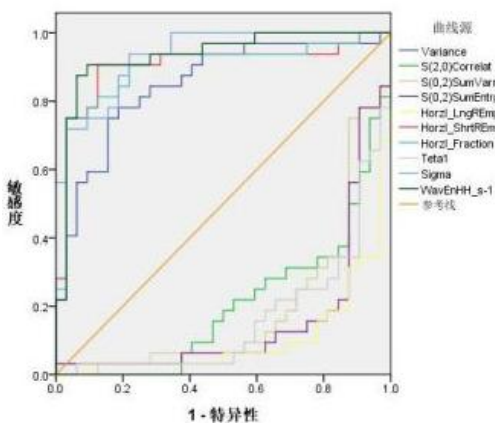


图 3 CT 平扫 10 个纹理参数的 ROC 图

Fig.3 ROC diagram of 10 texture parameters during non-enhanced scanning

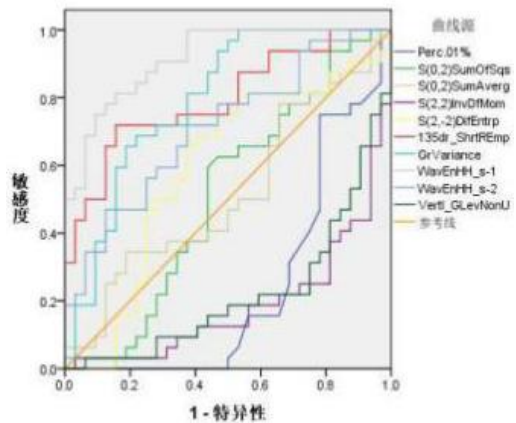


图 4 CT 动脉期 10 个纹理参数的 ROC 图

Fig.4 ROC diagram of 10 texture parameters in arterial phase

表 3 选取的最佳纹理参数对应的诊断效能
Table 3 The selection of the best texture parameters corresponding to the diagnostic performance

	名称	AUC 值	特异度/%	敏感度/%	<i>P</i>
平扫	Variance	0.849	84.38	75.00	0.000
	Horzl_ShrtrREmp	0.902	87.50	90.62	0.000
	Horzl_Fraction	0.897	96.88	75.00	0.000
	Sigma	0.935	78.13	93.75	0.000
	WavEnHH_s-1	0.932	90.63	90.63	0.000
动脉期	135dr_ShrtrREmp	0.797	84.38	71.88	0.000
	GrVariance	0.793	81.26	65.63	0.000
	WavEnHH_s-1	0.916	84.38	81.25	0.000
联合评估效能	WavEnHH_s-2	0.711	62.50	71.88	0.004
	平扫 P1	0.985	96.87	96.87	0.000
	动脉期 P2	0.916	84.37	81.25	0.000
	联合评估 P3	0.997	93.75	100	0.000

注：平扫 P1 指平扫最优纹理参数联合起来分析的结果；动脉期 P2 指动脉期最优纹理参数联合起来分析的结果；联合评估 P3 指将平扫和动脉期联合起来分析的结果。

135dr_ShrtrREmp 和 GrVariance 这四个参数 AUC 值偏高，其值分别为 (0.916、0.711、0.797 和 0.793，*P* 值均小于 0.01)，差异具有统计学意义 (表 3)。而将各自的最佳纹理参数联合起来分析，在平扫图像中的 AUC 值为 0.985，特异度 96.87%，敏感度 96.87%，差异有统计学意义；在动脉期图像中的 AUC 值为 0.916，特异度 84.37%，敏感度 81.25%，差异有统计学意义；平扫 + 动脉期联合分析的 AUC 值为 0.997，特异度 93.75%，敏感性 100%，差异有统计学意义 (图 5 和表 3)。

3 讨论

伴随着计算机技术以及医学影像设备的迅速发展，医学影像图像的分辨率、清晰度也在不断提高，病变的检出率和诊断准确率也有了很大的提升。CT 检查技术对于膀胱肿瘤具有很

高的检出率，但目前医学影像诊断对于病灶的判断是依靠医师的肉眼观察以及诊断经验所获得的，这受医生的工作状态、工作经验以及疲劳程度等主观因素影响较大，且 CT 平扫图像上膀胱乳头状瘤与膀胱癌均为软组织密度，增强扫描均呈较均匀轻或中等强化，使得对膀胱乳头状瘤和膀胱癌的鉴别诊断较为困难。因此，目前缺乏较为客观可量化的评价因素

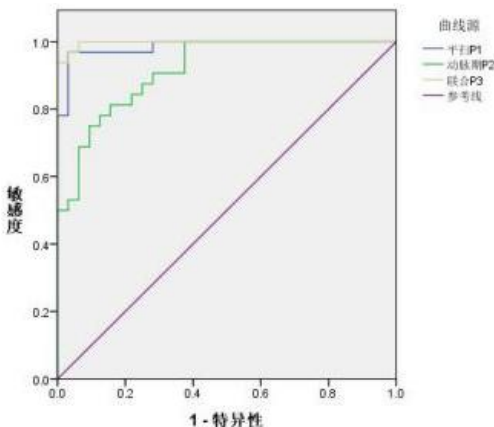


图 5 联合最佳纹理参数在平扫、动脉期以及平扫 + 动脉期的 ROC 图

Fig.5 The ROC diagram of combined optimal texture parameters in non-enhanced scan, arterial phase and non-enhanced scan + arterial phase

来鉴别膀胱乳头状瘤和膀胱癌。而纹理特征的定量变化往往反映机体内在的病理改变,能够从微观角度区别正常组织及病变组织以及其病变组织类型^[10]。

膀胱乳头状瘤和膀胱癌的病理结构区别在于膀胱乳头状瘤具有良好的乳头状结构,乳头中央为清晰的纤维脉管轴心,乳头状小叶围绕泌尿上皮生长且“漂浮”在泌尿上皮表面,可见伞细胞的一些组织学改变^[11];而膀胱癌呈菜花状、乳头状或丘地状,且具有向周边组织浸润生长的趋势,多数肿瘤密度均匀,少数密度不均,并有钙化^[12],膀胱癌的微血管密度与其组织学分级有明显的相关性^[13],即分化越差,侵袭性越强的肿瘤,微血管数越多。这些组织差异为纹理分析提供了基础。

因此本研究通过图像收集、ROI 选取、特征提取、特征降维以及模型建立^[14],在反映病变组织肉眼可见的形态学表现的同时还能反映病灶内肉眼无法发现的肿瘤异质性及其内部细微特征^[15-16],得到客观可量化的评价指标对膀胱病灶进行初步定性,同时也能辅助医师的临床诊疗工作。

在本研究中,通过 MaZda 纹理分析软件得出不同降维方法在不同图像上提取的最佳纹理特征,其误判率是不同的,在 CT 平扫时以 MI+NDA 组合的误判率最低(1.56%),在动脉期则以 POE+ACC+NDA 组合的误判率最低(1.56%),这也进一步说明膀胱良恶性肿瘤内部结构以及对比剂的摄入在一定程度上影响了病灶的纹理特征,而这种差异在对膀胱乳头状瘤和膀胱癌的初步鉴别上是可行的。在此基础上,分别将平扫、动脉期以及平扫+动脉期的最佳纹理参数进行联合分析,可见以平扫+动脉期诊断效能最佳,其特异度达 93.75%,敏感度达 100%, P 小于 0.001,这在鉴别膀胱良恶性肿瘤中展示了一个很高的诊断效能,可以作为其鉴别的首选方法。

而在动脉期小波转换分析方法中 WavEnHH_s-1、WavEnHH_s-2 这两个参数有鉴别意义,与刘瑶等^[17]研究结果在利用增强 CT 图像 Weka 软件中的 CfsSubsetEval 功能去提取膀胱肿瘤参数,所得到的结果也基本吻合。对比其他学者的纹理分析研究,谭惠斌等^[18]在 CT 平扫图像纹理分析鉴别肾透明细胞癌与肾乏脂性血管平滑肌脂肪瘤,结果显示 Mazda POE+ACC-NDA/ANN 法对鉴别 ccRCC 和 fp-RAML 效果最好,最小错误率仅为 6.97%,对于 ccRCC 和 fp-RAML 的分类精度是 93.02%;黄栌有等^[19]利用 CT 平扫图像纹理分析鉴别浸润性肺腺癌与非钙化结核球,结果显示对于单组最佳纹理特征,NDA/ANN-Fisher 法的错误率最低,为 7.69%(4/52);对于 MPF,NDA/ANN-MPF 法的错误率最低,为 5.77%(3/52);2 种病变间存在 10 个纹理特征差异有统计学意义,其中差异熵 $S(1,1)$ 、差方差 $S(1,1)$ 及梯度方差的诊断效能较好($AUC=0.71、0.71、0.70$)^[19];薛刚在利用 MR 动态增强图像纹理分析判断乳腺结节良恶性的价值,结果显示 MR 动态增强纹理分析诊断乳腺结节特异度 88.46%、敏感度 78.95%,为乳腺结节性质鉴别提供支持^[20]。

这些分析结果都显示了利用纹理分析对肿瘤进行辅助诊断具有一定的诊断效能,而利用此方法研究 CT 平扫与动脉期图像在膀胱乳头状瘤和膀胱癌中的鉴别亦有诊断价值。但是本研究也存在一些不足:① 样本量较少;② 未完全利用肿瘤的全部容积数据。

综上所述,我们利用 CT 平扫与动脉期图像进行纹理分析,在微观角度对膀胱良恶性肿瘤的性质进行区分是可行的,这种客观可量化的评价指标既可对病灶进行初步定性分析,又可辅助医师的临床诊疗工作,值得应用推广。

参考文献

- [1] PARKIN M D, BRAY F, FERLAY J, et al. Global cancer statistics, 2002[J]. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 2005, 55(2): 74-108.
- [2] GINSBURG S B, ZHAO J, HUMPHRIES S, et al. Texture-based quantification of centrilobular emphysema and centrilobular nodularity in longitudinal CT scans of current and former smokers[J]. Academic Radiology, 2016, 23(11): 1349-1358.
- [3] MAYERHOEFER M E, SCHIMA W, TRATTNIG S, et al. Texture-based classification of focal liver lesions on MRI at 3.0 Tesla: A feasibility study in cysts and hemangiomas[J]. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2010, 32(2): 352-359.
- [4] NACHIMUTHU D S, BALADHANDAPANI A. Multidimensional texture characterization: On analysis for brain tumor tissues using MRS and MRI[J]. Journal of Digital Imaging, 2014, 27(4): 496-506.
- [5] ORPHANIDOU-VLACHOU E, VLACHOS N, DAVIES N P, et al. Texture analysis of T_1 - and T_2 -weighted MR images and use of probabilistic neural network to discriminate posterior fossa tumours in children[J]. NMR in Biomedicine, 2014, 27(6): 632-639.
- [6] HOLLI K, LÄÄPERI A L, HARRISON L, et al. Characterization of breast cancer types by texture analysis of magnetic resonance images[J]. Academic Radiology, 2010, 17(2): 135-141.
- [7] YAN L, LIU Z, WANG G, et al. Angiomyolipoma with minimal fat: Differentiation from clear cell renal cell carcinoma and papillary renal cell carcinoma by texture analysis on CT images[J]. Academic Radiology, 2015, 22(9): 1115-1121.
- [8] GOH V, GANESHAN B, NATHAN P, et al. Assessment of response to tyrosine kinase inhibitors in metastatic renal cell cancer: CT texture as a predictive biomarker[J]. Radiology, 2011, 261(1): 165-171.
- [9] 黄燕琪, 马泽兰, 何兰, 等. 基于CT图像的纹理分析鉴别肝脏实性局灶性病变[J]. 中国医学影像学杂志, 2016, 24(4): 289-292, 297.
HUANG Y Q, MA Z L, HE L, et al. Differentiation of solid focal liver lesions: A CT-based texture analysis[J]. Chinese Journal of Medical Imaging, 2016, 24(4): 289-292, 297. (in Chinese).
- [10] MAYERHOEFER M E, BREITENSEHER M, AMANN G, et al. Are signal intensity and homogeneity useful parameters for distinguishing between benign and malignant soft tissue masses on MR images? Objective evaluation by means of texture analysis[J]. Magnetic Resonance Imaging, 2008, 26(9): 1316-1322.
- [11] 温晖, 丁强, 方祖军, 等. 膀胱尿路上皮乳头状瘤 32 例临床病理特征分析[J]. 临床泌尿外科杂志, 2009, 24(10): 728-730.
WEN H, DING Q, FANG Z J, et al. Urothelial papilloma of the bladder (clinicopathological study of 32 cases)[J]. Journal of Clinical Urology, 2009, 24(10): 728-730. (in Chinese).
- [12] 郝楠馨, 诸静其, 曹开明, 等. 膀胱癌的多层螺旋CT征象与病理表现的关系[J]. 中国医学影像学杂志, 2009, 17(2): 134-138.
HAO N X, ZHU J Q, CAO K M, et al. Relationship between CT features and pathology of bladder carcinoma[J]. Chinese Journal of Medical Imaging, 2009, 17(2): 134-138. (in Chinese).
- [13] SAĞOL O, YÖRÜKOĞLU K, SIS B, et al. Does angiogenesis predict recurrence in superficial transitional cell carcinoma of the bladder?[J]. Urology, 2001, 57(5): 895-899.
- [14] 吴亚平, 林子松, 顾建钦, 等. 影像组学的研究进展与挑战[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51: 983-985.
- [15] 朱碧云, 陈卉. 医学图像纹理分析的方法及应用[J]. 中国医学装备, 2013, 10(8): 77-81.
ZHU B Y, CHEN H. Research on methods and application of texture analysis of medical images[J]. China Medical Equipment, 2013, 10(8): 77-81. (in Chinese).
- [16] WU K, GARNIER C, COATRIEUX J, et al. A preliminary study of moment-based texture analysis for medical images[C]//Conference Proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Annual Conference, 2010: 5581-5584.

- [17] 刘瑶, 刘磐石, 郑石磊, 等. 增强 CT 动脉期图像纹理分析对膀胱乳头状瘤与低级别乳头状癌鉴别诊断的价值[J]. 航空航天医学杂志, 2019, 30(5): 513-517.
LIU Y, LIU P S, ZHENG S L, et al. The value of enhanced CT arterial-phase image texture analysis in differential diagnosis of bladder papilloma and low grade papillary carcinoma[J]. Journal of Aerospace Medicine, 2019, 30(5): 513-517. (in Chinese).
- [18] 谭惠斌, 熊飞, 黄文才, 等. CT 平扫图像纹理分析在肾透明细胞癌与肾乏脂性血管平滑肌脂肪瘤鉴别诊断中的价值[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(11): 2128-2132.
TAN H B, XIONG F, HUANG W C, et al. The value of texture analysis of CT none-contrast images in the differential diagnosis of renal clear cell carcinoma and renal fat-poor angiomyolipoma[J]. Journal of Clinical Radiology, 2019, 38(11): 2128-2132. (in Chinese).
- [19] 黄栋有, 王延花, 高先聪. 基于 CT 平扫图像纹理分析鉴别浸润性肺腺癌与非钙化结核球[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36(4): 545-549.
HUANG L Y, WANG Y H, GAO X C, Identification of invasive lung adenocarcinoma and non-calcified lung tuberculoma on plain CT images based on texture analysis[J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2020, 36(4): 545-549. (in Chinese).
- [20] 薛刚. MR 动态增强图像纹理分析判断乳腺结节良恶性的价值[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(15): 166-167.

The Value of CT Non-enhanced and Enhanced Image Texture Analysis in Differentiating Bladder Papilloma from Bladder Cancer

FAN Jian¹, GAO Bin^{2a✉}, XIA Chunhua^{2b}

1. Graduate School of Anhui Medical University, the Third Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230000, China

2.a). Department of Intervention; b). Department of Radiology, the Third Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230000, China

Abstract: objective: To explore the value of non-enhanced CT images and enhanced CT image texture analysis in differentiating bladder papilloma from bladder cancer. Methods: 64 pathologically confirmed cases of benign and malignant bladder tumors in the third Affiliated Hospital of Anhui Medical University from January 2016 to January 2020 were retrospectively included, including 32 cases of benign lesions and 32 cases of malignant lesions. All patients underwent phase III dynamic enhanced CT scan, and their non-enhanced and arterial phase images were selected for study. MaZda texture analysis software was used to extract texture features of bladder lesions on CT non-enhanced and arterial phase images. Fisher method, the minimum classification error and the minimum average correlation coefficient method (POE + ACC) and the related information measurement method (MI) were selected to identification of benign and malignant lesions of bladder 10 optimal texture characteristic value, Using Mazda b11 tools of principal component analysis (PCA) and linear discriminant analysis (LDA) and nonlinear discriminant analysis (NDA) to select the best texture feature analysis, The minimum misjudgment rate (R) for differentiating benign from malignant bladder tumors was calculated. ROC test was conducted for the optimal texture parameters corresponding to the minimum misjudgment rate, and the quantifiable parameters with the most auxiliary differential significance were selected for differential diagnosis of benign from malignant bladder tumors. Results: Through the study found that in differentiating benign and malignant tumors of bladder images of omics, based on the non-enhanced CT images MI + NDA combination of misjudgment rate is the lowest (1.56%), The best texture parameters selected were wavenhh_s-1, Horzl_Fraction, Horzl_ShrtREmp, Sigma and Variance, with AUC values corresponding to (0.932, 0.897, 0.902, 0.935 and 0.849, all P values less than 0.01), Combined with these five indicators, the AUC value was 0.985, specificity 96.87% and sensitivity 96.87%, with

statistically significant differences. At the artery stage, POE + ACC + NDA combination had the lowest misjudgment rate (1.56%). The best selected texture parameters are: wavenhh_s-1, wavenhh_S-2, 135dr_ShrtREmp, GrVariance, AUC corresponding to (0.916, 0.711, 0.797, 0.793, all P values less than 0.01) The AUC value combined with these four indicators was 0.916, the specificity was 84.37%, and the sensitivity was 81.25%. The difference was statistically significant. The AUC value of the combined non-enhanced and enhanced best texture parameter analysis was 0.997, Specificity was 93.75%, sensitivity was 100%, the difference was statistically significant. Conclusion: The technique of texture analysis using CT non-enhanced and enhanced image has certain application value in the differentiation of bladder papilloma and bladder cancer.

Keywords: bladder papilloma; bladder cancer; texture analysis; the texture parameters



作者简介: 凡健 (1993—), 男, 安徽医科大学影像医学与核医学专业硕士研究生, 主要从事 CT、MR 以及介入诊疗, Tel: 18756965313, E-mail: 761383412@qq.com; 高斌[✉] (1960—), 男, 安徽医科大学教授, 安徽医科大学第三附属医院主任医师, 硕士研究生导师, 主要从事 CT、MRI 诊断及介入放射学治疗, Tel: 13905511671, E-mail: gaobin_3136@163.com。