

Gray level co-occurrence matrix based on T2WI in differential diagnosis of benign and malignant ovarian solid tumors

DONG Tianfa*, MAI Hui, WEI Huihui, MAO Yifei, TANG Wenyan, CHEN Zhanhang
(Department of Radiology, the Third Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510150, China)

[Abstract] Objective To explore the diagnostic value of gray level co-occurrence matrix (GLCM) based on conventional T2WI in differential diagnosis of benign and malignant ovarian solid tumors. **Methods** Preoperative MRI and clinical data of patients with pathologically confirmed primary ovarian solid tumor (19 benign and 27 malignant ones) were retrospectively analyzed. On axial T2WI, the texture parameters of GLCM (energy, contrast, correlation, inverse difference, entropy) of lesions were extracted using Image J software. The differences of texture parameters between benign and malignant solid tumors were compared. ROC curve was drawn to evaluate the efficacy of texture parameters in diagnosis of benign and malignant ovarian solid tumors. **Results** The values of inverse difference and energy in malignant ovarian solid tumors were lower than those in benign ovarian solid tumors, while the values of entropy and contrast were higher than those in benign ovarian solid tumors ($P < 0.05$). In addition, no significant difference was observed in the correlation between benign and malignant ovarian solid tumors ($P = 0.074$). In differentiation between benign and malignant ovarian solid tumors, the AUC of energy, contrast, inverse difference and entropy was 0.70, 0.68, 0.74 and 0.81, respectively, with the sensitivity of 68.4%, 74.1%, 73.7%, 77.8%, the specificity of 77.8%, 68.4%, 77.8% and 73.7%, respectively. **Conclusion** The texture parameters of GLCM based on T2WI have some value in differential diagnosis of benign and malignant solid ovarian tumors, among which, the diagnostic efficacy of entropy value is the highest.

[Key words] Ovarian neoplasms; Diagnosis, differential; Magnetic resonance imaging; Texture analysis

DOI: 10.13929/j.1003-3289.201802005

基于常规 T2WI 灰度共生矩阵纹理参数鉴别诊断卵巢实性肿瘤良恶性

董天发*, 麦慧, 魏慧慧, 毛义菲, 唐文艳, 陈展航
(广州医科大学附属第三医院放射科, 广东 广州 510150)

[摘要] 目的 探讨基于常规 T2WI 的灰度共生矩阵 (GLCM) 纹理参数鉴别诊断良恶性卵巢实性肿瘤的价值。 **方法** 回顾性分析经病理证实的 19 例卵巢原发实性良性肿瘤和 27 例恶性肿瘤患者的术前 MRI 和临床资料。采用 Image J 软件于轴位 T2WI 提取病灶的 GLCM 纹理参数, 包括能量、对比、相关、逆差距和熵, 比较卵巢实性良恶性肿瘤间各参数的差异; 绘制 ROC 曲线, 评价其鉴别诊断卵巢实性良恶性肿瘤的效能。 **结果** 卵巢实性恶性肿瘤的熵和对比高于良性肿瘤, 逆差距和能量低于良性肿瘤 (P 均 < 0.05); 而相关差异无统计学意义 ($P = 0.074$)。ROC 曲线结果显示, 能量、对比、逆差距和熵诊断卵巢实性良恶性肿瘤的 AUC 值分别为 0.70、0.68、0.74 和 0.81 (P 均 < 0.05), 敏感度分别为 68.4%、

[基金项目] 广东省医学科学技术研究基金 (A2015103)、广州医科大学附属第三医院 2017 年度青年科研项目 (2017Q07)。

[第一作者] 董天发 (1972—), 男, 江西万年人, 在读硕士, 副主任医师。研究方向: 妇产科和神经系统疾病影像诊断。

[通信作者] 董天发, 广州医科大学附属第三医院放射科, 510150。E-mail: 438863729@qq.com

[收稿日期] 2018-02-01 **[修回日期]** 2018-07-07

74.1%、73.7%和 77.8%，特异度分别为 77.8%、68.4%、77.8%和 73.7%。**结论** 基于 T2WI 的 GLCM 纹理参数鉴别诊断良恶性卵巢实质性肿瘤具有一定价值，其中熵值的诊断效能较高。

[关键词] 卵巢肿瘤；诊断，鉴别；磁共振成像；纹理分析

[中图分类号] R737.31；R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2018)09-1377-04

卵巢恶性肿瘤为女性生殖系统常见肿瘤，致死率居妇科肿瘤之首^[1]，术前准确判断肿瘤的性质对制定治疗决策及评估预后具有重要临床意义。原发卵巢实质性肿瘤发病率较囊性、囊实性肿瘤低，良性与恶性肿瘤间影像学表现存在重叠，常规 MRI 难以鉴别。不同研究^[2-3]对 DWI 定量参数 ADC 值鉴别良恶性卵巢实质性肿瘤的价值存在分歧，但倾向于 ADC 值不能作为鉴别诊断的可靠指标。作为新兴的图像后处理技术，纹理分析可通过软件定量提取图像中肉眼无法识别的纹理特征来揭示病变的内在异质性；良恶性肿瘤具有不同的异质性，使得纹理分析鉴别诊断良恶性肿瘤成为近年来的研究热点^[4]。灰度共生矩阵 (gray-level co-occurrence matrix, GLCM) 是最常用的二阶纹理分类方法，反映灰度的空间相关特性。Haralick^[5]最初定义了 28 个 GLCM 的纹理参数，其中能量、对比、相关、逆差距和熵在鉴别诊断肿瘤良恶性和疗效评估中具有较高效能^[6-8]。本研究探讨基于常规 T2WI GLCM 纹理分析鉴别诊断良恶性卵巢实质性肿瘤的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2014 年 1 月—2017 年 12 月我院收治的经手术病理证实的 93 例原发性卵巢肿瘤患者，排除囊性为主的肿瘤 34 例(囊腺瘤 16 例、囊腺癌 18 例)和成熟型畸胎瘤 13 例，最终纳入 46 例实质性卵巢肿瘤；患者年龄 25~77 岁，中位年龄 53 岁。其中良性肿瘤 19 例(良性组)，年龄 29~61 岁，中位年龄 52 岁，肿瘤长径 2.51~18.42 cm，平均(10.51±5.70) cm，包括卵泡膜纤维瘤 15 例、卵泡膜细胞瘤 2 例和硬化性间质瘤 2 例；恶性肿瘤 27 例(恶性组)，年龄 25~77 岁，中位年龄 54 岁，肿瘤长径 3.43~20.54 cm，平均(13.63±7.67) cm，包括上皮源性肿瘤 11 例(卵巢子宫内膜样腺癌 3 例、透明细胞癌 4 例、癌肉瘤 3 例、淋巴瘤 1 例)、性索间质来源肿瘤 6 例(均为颗粒细胞瘤)及生殖细胞来源肿瘤 10 例(无性细胞瘤 4 例、卵黄囊瘤 3 例、恶性畸胎瘤 3 例)。

1.2 仪器与方法 采用 Philips Gyroscan Achieva 3.0T MR 扫描仪，腹部相控线圈。主要参数：轴位 FSE 序列 T2WI，TR 3 896 ms，TE 71.7 ms，FOV

300 mm×225 mm；矢状位脂肪抑制 FSE 序列 T2WI，TR 3 516 ms，TE 69 ms，FOV 215 mm×270 mm；轴位脂肪抑制 FSE 序列 T1WI，TR 637 ms，TE 9.1 ms，FOV 280 mm×210 mm；层厚均为 5 mm，层间距 6 mm。对比剂采用 Gd-DTPA，剂量 0.1~0.2 mmol/kg 体重，流率 2.5~3 ml/s，采用 e-THRIVE 脂肪抑制序列行轴位动态增强扫描及冠状位、矢状位延迟增强扫描。

1.3 纹理分析方法 由 2 名具有妇科肿瘤 MRI 诊断经验的医师协商选择 T2WI 中病灶最大层面，采用 Image J (<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>) 软件，由其中 1 名医师沿病灶边缘手动勾画 ROI，纹理分析插件均设置为默认值，像素间距(d)为 1，两点之间连线与轴的夹角(θ)为 0°，软件自动计算 GLCM 的纹理特征参数，包括能量、对比、相关、逆差距和熵(表 1、图 1)。

表 1 GLCM 纹理参数及其意义

参数	意义
能量	图像灰度分布越均匀、像素越相近，能量越大
对比	图像邻近像素差别越明显，对比值越大
相关	反映图像纹理的细致程度，图像纹理越细致，该值越大
逆差距	图像纹理越规则，逆差距越大
熵	反映图像纹理的复杂程度，图像复杂程度越高熵值越大

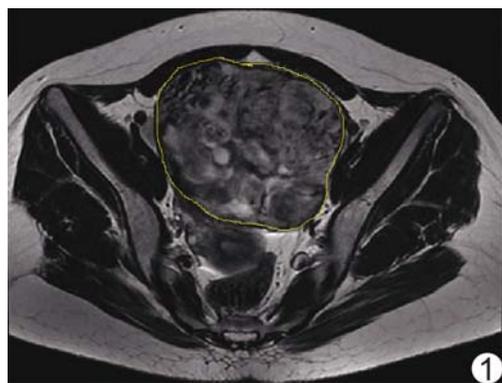


图 1 颗粒细胞瘤的 T2WI 纹理分析示意图

1.4 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件。对计量资料进行正态分布检验，服从正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，良、恶性组间比较采用独立样本 t

表 2 良性组与恶性组 GLCM 参数比较

组别	能量($\times 10^{-4}$)	对比	相关($\times 10^{-4}$)	逆差距	熵
良性组($n=19$)	40.00(10.00,80.00)	35.41 \pm 30.52	30.00(20.00,50.00)	0.35 \pm 0.15	6.25 \pm 0.67
恶性组($n=27$)	10.00(10.00,20.00)	54.88 \pm 30.01	20.00(10.00,30.00)	0.24 \pm 0.11	6.96 \pm 0.53
<i>t</i> / <i>Z</i> 值	2.329	-2.149	1.789	2.913	-4.024
<i>P</i> 值	0.020	0.037	0.074	0.006	<0.001

检验;不服从正态分布的计量资料以中位数(上下四分位数)表示,良、恶性组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。对有统计学差异的参数进行 ROC 曲线分析,以评价其鉴别诊断卵巢实性良恶性肿瘤的效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 GLCM 纹理参数比较 恶性组的熵、对比均高于良性组(P 均 <0.05),逆差距和能量均低于良性肿瘤组(P 均 <0.05);2 组间相关差异无统计学意义($P=0.074$);见表 2。

2.3 GLCM 纹理参数诊断效能 能量、对比、逆差距和熵鉴别诊断卵巢实性肿瘤良恶性的效能见表 3, ROC 曲线见图 2、3,其中熵的诊断效能最佳,其 AUC 为 0.81($P < 0.01$),以 6.67 为临界值,鉴别良恶性卵巢实性肿瘤的敏感度为 77.8%,特异度为 73.7%。

3 讨论

术前准确评估卵巢肿瘤的良好性具有重要临床意

义。卵巢实性肿瘤发病率较低,目前国内外关于卵巢实质性肿瘤的 MRI 诊断多集中于分析单一病种的影像学特征,如对卵泡膜纤维瘤、颗粒细胞瘤、卵黄囊瘤等的分析。不同疾病具有各自的 MRI 特征。在临床实践中,影像学医师多通过肿瘤大小、边界、信号特征、强化方式和盆腔淋巴结情况等来评估卵巢实性肿瘤的良好性,缺乏客观的量化指标,对医师的诊断经验依赖性强,易造成漏诊或误诊。即使是经验丰富的影像学医师,常规 MRI 术前准确鉴别肿瘤的良好性也具有一定难度。如卵泡膜纤维瘤合并腹腔或胸积液时(Meigs 综合征),易被误诊为恶性肿瘤。DWI 广泛用于鉴别良恶性肿瘤,其定量参数 ADC 值对定性诊断肿瘤有一定价值,但对于鉴别良恶性卵巢肿瘤的价值有限,原因可能为在于卵巢良性实质性肿瘤多富含纤维组织,肿瘤结构致密含水较少,导致 ADC 值下降,难以与恶性病变的水分子扩散受限相鉴别。田晓梅等^[2,9]认为 ADC 值对鉴别良恶性卵巢实性肿瘤并无帮助。

表 3 基于 T2WI 的 GLCM 各参数对良恶性卵巢实性肿瘤的诊断效能

参数	AUC	<i>P</i> 值	临界值	敏感度(%)	特异度(%)
能量	0.70	0.03	25.00 $\times 10^{-4}$	68.4	77.8
对比	0.68	0.04	36.36	74.1	68.4
逆差距	0.74	0.01	0.26	73.7	77.8
熵	0.81	<0.01	6.67	77.8	73.7

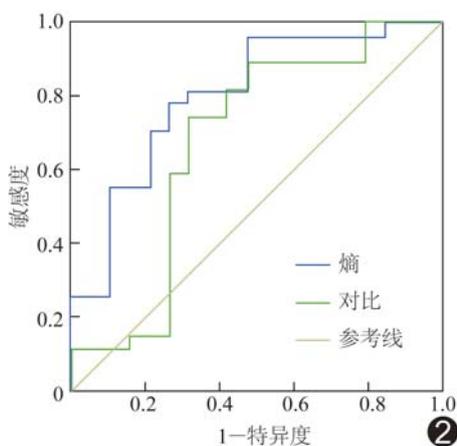


图 2 熵和对比的 ROC 曲线

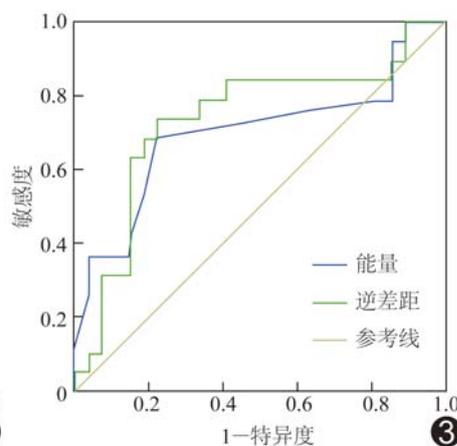


图 3 能量和逆差距的 ROC 曲线

与常规影像学相比,纹理分析不依赖于影像医师的主观判断和临床经验,可提供病变图像的客观信息^[10]。许多纹理参数可反映肿瘤的异质性,肿瘤恶性程度越高,其异质性越强。目前用于鉴别肿瘤性质的纹理特征多来源于 T2WI,原因可能是 T2WI 的 TE 相对较长,增加了组织间对比度,使图像中蕴含更多具有鉴别诊断意义的纹理特征。常规 MRI 纹理分析鉴别脑胶质母细胞瘤与单发转移瘤^[11]以及良恶性乳腺病变^[12]的纹理差异均主要基于 T2WI,误诊率较低。有研究^[13]认为脂肪抑制 T2WI 纹理分析可以鉴别肝癌、肝血管瘤与转移瘤。

纹理分析的计算方法有多种,GLCM 是最常用的二阶特征纹理方法,反映灰度的空间相关

特性,由于计算和理解方便而应用广泛。GLCM 参数可较完整地描述图像的纹理特征,其中能量、对比、相关、逆差距、熵是最为常用的 5 个 GLCM 纹理参数^[14-15]。Wibmer 等^[8]认为该组参数能鉴别前列腺结节良恶性及预测结节的 Gleason 评分。郭冬梅等^[16]认为基于 MRI 超顺磁性氧化铁增强图像的 GLCM 参数可以鉴别大鼠肝细胞癌和肝硬化结节,肝细胞癌的相关及熵值高于肝硬化结节,能量及逆差距均低于肝硬化结节。本组选取这 5 个 GLCM 纹理参数对卵巢实性肿瘤的 T2WI 图像进行纹理分析,发现恶性卵巢实性肿瘤的能量、逆差距低于良性肿瘤,对比和熵高于良性肿瘤(P 均 <0.05),提示卵巢恶性肿瘤的纹理细致程度较低、纹理不规则、复杂,肿瘤的异质性更强;其中以熵的 ROC 曲线的 AUC 最大,以 6.67 为临界值,鉴别良恶性卵巢实性肿瘤的敏感度为 77.8%,特异度为 73.7%,与其他学者对于鉴别良恶性乳腺、前列腺、肝脏病变的研究结果相似^[8,12,16]。

本研究不足:①未比较 MRI 纹理分析参数与常规 MRI 诊断效能的差异;②本组仅依据文献经验选取 T2WI 纹理分析,未比较 MRI 功能成像的纹理分析对卵巢实性肿瘤良恶性鉴别的诊断效能;③为单中心回顾性研究,样本量和包含的病种均较少,且仅提取了 GLCM 的 5 个定量参数,未能建立预测模型,缺乏外部数据的验证,结果有待多中心、大样本影像组学研究进一步验证。

总之,本研究结果提示基于 T2WI 的 GLCM 纹理分析对鉴别良恶性卵巢实性肿瘤有一定临床应用价值,为卵巢肿瘤的鉴别诊断提供了新的思路和方法。

[参考文献]

- [1] Chen W, Zheng R, Baade PD, et al. Cancer statistics in China, 2015. *CA Cancer J Clin*, 2016, 66(2):115-132.
- [2] 田晓梅,张国福,张鹤,等. MR 扩散加权成像在卵巢实性肿块的鉴别价值. *放射学实践*, 2014, 29(10):1194-1197.
- [3] Kim HJ, Lee SY, Shin YR, et al. The value of diffusion-weighted imaging in the differential diagnosis of ovarian lesions: A meta-analysis. *PLoS One*, 2016, 11(2):e0149465.
- [4] 周海龙,张古沐阳,石冰,等. 定量 CT 纹理分析鉴别诊断透明细胞型与非透明细胞型肾癌. *中国医学影像技术*, 2017, 33(12):1768-1773.
- [5] Haralick RM. Statistical and structural approaches to texture. *Proceedings of the IEEE*, 2005, 67(5):786-804.
- [6] 任继亮,吴颖为,陶晓峰. 常规 MRI 纹理分析鉴别诊断眼眶淋巴瘤与炎性假瘤. *中国医学影像技术*, 2017, 33(7):980-984.
- [7] 陈文静,牟玮,张文馨,等. MR 动态增强图像纹理分析判断乳腺结节良恶性的价值. *中国医学影像技术*, 2017, 33(5):647-651.
- [8] Wibmer A, Hricak H, Gondo T, et al. Haralick texture analysis of prostate MRI: Utility for differentiating non-cancerous prostate from prostate cancer and differentiating prostate cancers with different Gleason scores. *Eur Radiol*, 2015, 25(10):2840-2850.
- [9] Fujii S, Kakite S, Nishihara K, et al. Diagnostic accuracy of diffusion-weighted imaging in differentiating benign from malignant ovarian lesions. *J Magn Reson Imaging*, 2008, 28(5):1149-1156.
- [10] Castellano G, Bonilha L, Li LM, et al. texture analysis of medical images. *Clin Radiol*, 2004, 59(12):1061-1069.
- [11] 陈鑫,魏新华,杨蕊梦,等. 常规 MRI 纹理分析鉴别脑胶质母细胞瘤和单发转移瘤的价值. *中华放射学杂志*, 2016, 50(3):186-190.
- [12] 张竹伟,华婷,徐婷婷,等. 常规 MRI 纹理分析鉴别乳腺良、恶性病变的价值初探. *中华放射学杂志*, 2017, 51(8):588-591.
- [13] Li Z, Mao Y, Huang W, et al. Texture-based classification of different single liver lesion based on SPAIR T2W MRI images. *BMC Med Imaging*, 2017, 17(1):42.
- [14] 谢凯,孙鸿飞,林涛,等. 影像组学中特征提取研究进展. *中国医学影像技术*, 2017, 33(12):1792-1796.
- [15] 薄华,马缚龙,焦李成. 图像纹理的灰度共生矩阵计算问题的分析. *电子学报*, 2006, 34(1):155-158.
- [16] 郭冬梅,邱天爽,康伟等. 基于灰度共生矩阵的大鼠肝细胞癌、肝硬化结节超顺磁性氧化铁 MR 增强图像纹理特征分析. *中国医学影像技术*, 2010, 26(3):563-566.