

磁共振纹理分析技术在子宫恶性肿瘤中的应用进展

袁敏 综述 周婷婷, 田为中 审核

【摘要】 磁共振纹理分析(MRTA)技术重新定义了影像在疾病诊断中的模式,能进一步挖掘、拓展和提升序列在子宫恶性肿瘤诊断中所提供的信息,以便在治疗前利用无创方法进行前瞻性评估、预测,对高风险者采取更积极的关注。本文主要就基于磁共振图像的纹理分析(TA)技术在子宫恶性肿瘤中的应用展开综述。

【关键词】 影像组学; 纹理分析; 子宫颈癌; 子宫内膜癌; 子宫肉瘤

【中图分类号】 R445. 2; R737. 33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)07-0925-05

DOI:10. 13609/j. cnki. 1000-0313. 2021. 07. 020

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



纹理分析(texture analysis, TA)作为影像组学的重要组成部分,是通过不同软件对相应图像进行后处理得到揭示组织内部性质特征参数的技术^[1]。目前大量研究表明,生物学异质性与影像纹理异质性在恶性肿瘤中具有一定的相关性^[2]。因此 TA 可作为量化不同组织异质性的工具,在肿瘤良恶性鉴别、病理特征、分期分级及预后等方面展现出不同的应用价值^[3-4]。随着子宫恶性肿瘤(宫颈癌、子宫内膜癌、子宫肉瘤等)发生率逐年上升,女性对自身健康的重视逐步加深。磁共振检查凭借无辐射、方便复查的优点,并且具有多方位、多参数及良好的软组织分辨率的成像特点,成为目前最直接、最主要的影像检查方法^[5-6]。磁共振纹理分析(magnetic resonance texture analysis, MRTA)则是基于不同序列图像进行处理分析,提供更精准和丰富的纹理信息用以辅助医疗,其在子宫恶性肿瘤发生发展过程中的应用受到越来越多的关注。

TA 的概念及步骤

纹理被定义为“由紧密交织的元素组成的东西”,具有局部不规则而总体有规律的特性^[7]。随着医学图像分析领域的拓展,图像处理软件的多元化,数据采集的增加,高通量提取定量纹理特征的过程的越来越成熟,这些过程导致图像转换为可开采数据,并随后分析这些数据以供决策支持^[2]。

在 2012 年,放射组学的概念由荷兰学者 Lambin 等^[8]提出,同年 Kumar 等^[9]将放射组学的概念进一步细化。而 TA 作为影像组学特征数据提取中的分支,正是通过后处理软件检测图像像素之间的信号变化、

像素灰度值局部特征、变化规律及其分布模式^[10],可对人眼无法捕捉到的图像信息进行量化分析,并进行定量数据提取,所得到的纹理参数是一种基于图像的无创的生物学标志。

图像获取是进行 TA 的第一步:多从同一医院 PACS 系统采集相同扫描条件下获取的图像,半数以上研究获取自 X 线、CT、MR、PET/CT 的检查图像。但不同医疗机构以及不同设备扫描的图像尚未完全统一,对后续提取参数有所影响^[11]。

图像分割:将所采集图像导入相应软件勾画相应兴趣区(region of interest, ROI)。当前主要方法包括手动分割、半自动分割及全自动分割。其中手动分割是目前大多数研究者首选方法,因其精准勾画,可选择性避开不需要的坏死、囊变或出血等区域。王威玲等^[12]通过对比人工与机器自动分割,发现机器自动分割对于 ROI 边界的勾画定义模糊,但可重复性高并且相对容易获取。

统计学分析方法:对于不同研究目的采用不同统计学验证方法,其中 SPSS 是最常见用于统计学分析的软件。目前较常用步骤为:首先对于提取纹理参数预处理,组内进行正态性检验;符合正态分布且方差齐性的参数以均值±标准差表示,进行 *t* 检验,不满足正态分布的参数以中位数表示,秩和检验进行组间比较;对差异有统计学意义的参数值进行 Spearman 相关性分析,并进行 ROC 曲线分析其诊断效能。

TA 的相关参数

TA 提供了一种提取图像特征的定量和可重复的方法。当前,基于统计、模型、结构和频谱的分析方法为 TA 常用的方法^[13],其中基于统计的 TA 最为常见,取决于相应 ROI 中的像素值、分布和空间相互关系。所得的影像图像数据包含以下几种:

作者单位:225300 江苏,南通大学第五附属医院(泰州市人民医院)
作者简介:袁敏(1994—),女,江苏泰州人,硕士研究生,主要从事女性生殖系统恶性肿瘤影像诊断及纹理分析研究工作。
通讯作者:田为中, E-mail: tz_twz@163.com
基金项目:江苏省妇幼保健协会科研项目(FYX201919)

一阶纹理特征主要根据 ROI 的像素灰度分布情况,采用灰度直方图分析来表示纹理,提供全局信息,通过计算每个灰度强度值的像素数的频率计数生成,可以导出许多特征参数值:平均值、中位数、百分位数、标准差、一阶熵、偏度和峰度等^[14]。

二阶纹理特征主要分析像素强度值的空间关系或共生关系,常常基于灰度共生矩阵(gray-level co-occurrence matrix, GLCM)及灰度游程矩阵(gray-level run-length matrix, GLRLM)获得。GLRLM 估计具有相似灰度值的像素组之间的空间关系,包括:二阶熵、能量、方差和、对比度、均匀性、差异性等;GLRLM 用于评估纹理的粗糙度,包括:游程长度增强、短游程增强、灰度不均匀性度量、游程长度不均匀性度量等^[15]。

高阶纹理特征则是基于邻域灰度差分矩阵(neighborhood gray-tone difference matrix, NGTDM)等特征,反映多个像素或体素之间的差异和关系^[16-17]。其纹理参数复杂多样,目前在临床应用中较为少见,会在未来的不断探索中发掘出巨大潜力。

在国外一篇关于肿瘤异质性分析的系统评价中,数据显示约 58% 研究采用一阶即直方图分析法,但由此得到的一阶特征缺少反映灰度值空间关系的信息,常需要由更高阶特征进行补充^[18]。韩哲等^[19]的研究中提到 2018 年国内的研究团队研究数据表明相比一阶纹理特征,二阶纹理特征在预测直肠癌对新辅助化疗病理反应更具有优势,因二阶纹理特征更好地反映空间异质性。

TA 的可重复性研究现状

对于促进以精确医学为目标的放射学研究是临床必不可少的,因此 TA 的可重复性研究成为其发展的关键步骤。国外最新一项研究^[20]纳入 37 位入组患者在 2 周内接受 CT 增强扫描,由两名放射科医生分割胰腺实质和肿瘤区域。通过计算一致性相关系数用于量化三种不同条件下进行的可重复性分析:①不同放射科医生,相同 CT 增强扫描;②相同放射科医师,不同 CT 增强扫描;③不同放射科医生,不同 CT 增强扫描。得出初步结论,对于两位放射科医师而言,胰腺实质和胰腺肿瘤纹理特征及其他影像学特征具有可重复性,但 CT 扫描条件的变化在更大程度上影响了其可重复性;另外,与胰腺实质相比,可重复的胰腺肿瘤特征较少,可能由于肿瘤边界不清,图像分割变异性较大。

MRTA 在子宫恶性肿瘤中的应用

1. 子宫颈癌

根据 2018 年全球恶性肿瘤流行病学调查显示,子宫颈癌在全球女性恶性肿瘤中的发病率及其死亡率均位于第四位^[21]。子宫颈癌不同病理类型中最为常见的是鳞状细胞癌,其次为腺癌,两者预后的评估存在差异。腺癌早期诊断相对困难,因其发病早期临床症状隐匿,与鳞状细胞癌相比容易发生淋巴结和远处转移,并且对放疗的不敏感,生存率较低^[22]。

在宫颈癌的良恶鉴别诊断方面,对于无法进行病理活检的患者,需要一种无创性评估方法。Guan 等^[23]前瞻性收集了 51 位均被诊断为鳞状细胞癌患者基于全病灶 ADC 图,画取病灶及其周围正常宫颈组织的 ROI 进行分析,所有二阶熵在受试者操作特征(ROC)曲线下的面积(area under curve, AUC)均大于一阶熵(0.841~0.867 vs. 0.833),得出不同阶数的熵对区分宫颈癌及正常宫颈组织有重要意义,且二阶熵参数比一阶更有价值。但是各种二阶熵(H):H0、H45、H90、H135 和 Hmean 之间差异没有统计学意义。

预测宫颈癌病理类型的及组织分化方面,鳞状细胞癌包含紧密排列的细胞和有限的细胞外空间,相比之下,腺癌表现出固体和液体成分的交替变化。Ciolina 等^[24]提出均值和偏度与宫颈癌组织学类型密切相关,处理分析纳入研究的 28 例局部晚期宫颈癌(FIGO I B2-III B)患者 T₂WI 图像后得出:与鳞状细胞癌相比,腺癌的均值和偏度值更高,在使用平均值 ≥ 29 和偏度 ≥ 0.17 时为最佳界限区分两种组织学类型的敏感度为 100%、83%,特异度为 81%、86%。可见 MR-TA 应用于 T₂WI 的子宫颈癌图像超出了常规方法的预测作用。谢元亮等^[25]研究表明,基于动态增强图像的数据生成的最大强化率(maximum relative enhancement, MRE)图提取的 13 个纹理特征参数和基于最大强化值(maximum enhancement, ME)图提取的 1 个纹理特征在鳞癌与腺癌间的差异有统计学意义。有学者基于 DWI 分析出 4 个直方图特征和 28 个来自灰度共生矩阵(GLCM)等的高阶特征,通过将灰度级转换为直方图特征会丢失大量空间信息,而高阶特征包含。经分析其中三个特征:长期高灰度级强调(LRHGE)、小区域重点(SZE)、区域百分比(ZP)与肿瘤分化显著相关,MRTA 作为一种特定纹理特性对肿瘤分化有良好的评估效能^[26]。

其次 MRTA 也在宫颈癌预后方面(复发、转移)有所应用,陈文林等^[27]提出宫颈癌患者术后半年早期复发组均数、熵值及偏度高于非早期复发组。另外在淋巴结转移方面^[26],有学者基于 DWI 分析出 32 个纹理特征,直方图特征的一阶纹理参数偏度和峰度在淋巴转移组更高,尽管 N 分期对临床 FIGO 分期没有影

响,早期疾病中骨盆和主动脉旁淋巴结状态是重要的独立预后因素,因此当肿瘤中较高的偏度或峰度可能会促使仔细检查骨盆和主动脉旁淋巴结是否扩散。以上研究初步表明 MRTA 对宫颈癌预后有一定预测作用。

对于子宫颈癌放化疗疗效评价方面:国外一项研究^[28]在 21 名 FIGO I B2-IV A 宫颈癌患者分别在外照射放疗之前,放疗 2 周和 5 周进行 MRI 扫描检查并提取直方图特征,基于 ADC 图 TA 参数中偏度及峰度从治疗前到治疗后降低,可能与放射治疗期间水分子改善,微血管密度增加和治疗期间肿瘤细胞减少有关,可量化治疗期间肿瘤异质性的时间变化。董立新等^[29]应用 Mazida 软件对同步放化疗宫颈癌患者的 DWI 及 ADC 图像进行纹理特征提取并分析,结果表明 DWI 图像中的偏度、和熵、熵、差异熵、差值方差以及 ADC 图像中的峰度、熵、对比度、和方差在抗拒组更高。其次通过 R 软件建立预测模型,放化疗较敏感患者相应的预测概率值 ≥ 0.5 ,放疗敏感性较差值 < 0.5 ,由此可以指导治疗剂量的调整,有助于提供更合理的治疗决策。TA 为精确的个体化治疗提供早期决策支持,但客观地量化肿瘤异质性与结局的策略尚未得到标准化。

综上所述不管是单独还是联合多种磁共振检查序列的 MRTA 分析在宫颈癌不同应用方面具有初步潜力。

2. 子宫内膜癌

子宫内膜癌作为常见的子宫恶性肿瘤,其肌层浸润的深度与患者 5 年生存率和淋巴结转移的患病率相关,但通过手术治疗后患者预后良好^[30]。传统上,治疗策略和预后基于 FIGO 的分期和子宫切除术标本确定的组织学亚型和等级^[31]。

MRTA 在子宫内膜癌的术前评估的应用,Ytre-Hauge 等^[32]手动在 T1 增强, T₂WI 和 ADC 图上分别绘制了子宫内膜癌肿瘤的 ROI,在软件分析下得出不同序列的纹理参数,通过 ROC 曲线分析及 logistic 回归等方法得出 ADC 图中的熵(ADC_Entropy6)独立预测深层肌层浸润(AUC 为 0.81),T₁ 增强图像中高 MPP(T1c_MPP4)独立预测高风险组织学亚型(AUC 为 0.66),T₁ 增强图像中的峰度(T1c_Kurtosis2)在校正 MRI 测量的肿瘤体积和活检组织学风险后能独立预测无复发和无进展生存期。MRTA 进一步的完善了术前风险评估,可能最终可以使子宫内膜癌的治疗策略更好。另一项对 137 例子宫内膜癌患者回顾性研究中^[33],探讨术前 MRI 的肿瘤纹理参数是否与已知的预后特征(深肌层浸润、淋巴血管间隙浸润和高危组织学亚型)相关,在 T₂WI、DWI 和动态增强以及 ADC 图共提取了 180 个纹理特征,剔除不能帮助诊断、对诊

断产生不利影响或与其他特征高度相关的特征参数,并最终取深肌层浸润的 11 个特征,淋巴血管间隙浸润的 12 个特征和高级别肿瘤的 16 个特征(用于随机森林建模)。对 $>1\text{cm}$ 子宫内膜癌病灶,MRTA 随机森林模型评估深肌层浸润的准确性和三位专科医生的视觉评估深肌层浸润程度的效能相仿。对于人眼无法在图像上检测到淋巴血管间隙浸润的存在和肿瘤等级,通过计算深肌层浸润的 ROC 曲线下面积及敏感度、特异度、符合率、阳性预测值和阴性预测值,可见 MRI 衍生的纹理参数来量化的纹理特征具有可准确、无创地诊断这些异常的潜力。

MRTA 在子宫内膜癌的免疫组化指标 Ki-67 相关性的应用方面,田士峰等^[34]回顾性分析 37 例经手术病理证实为子宫内膜癌的患者 ADC 图像直方图提取的纹理参数,其中能量、惯性矩与其 Ki-67 表达指数负相关,熵、相关性、逆差距与 Ki-67 表达指数正相关,通过所得纹理参数可以无创地反映子宫内膜癌肿瘤细胞的增殖活性与恶性程度。

另外,扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)作为一种不同于常规检查的新型序列,也有学者通过评估整个肿瘤 DTI 图像获得的整个肿瘤直方图纹理参数,以评估子宫内膜癌的肌层浸润等特征。但是目前大多数研究有两个重大局限性:样本量相对较小和 DTI 的标准化^[35]。

3. 子宫肉瘤

子宫肉瘤(uterine leiomyosarcoma, US)恶性程度较高,可起自于子宫平滑肌组织、子宫间质、宫内或宫外组织。其中以子宫平滑肌肉瘤最多见,常与子宫肌瘤的鉴别困难^[36]。目前 MRTA 对子宫肉瘤相关研究较少。

一项回顾性研究纳入了术前接受盆腔 MRI 检查的 78 例患者(29 例子宫肉瘤,49 例平滑肌瘤)。对每位患者的一个病变评估了某些临床和 MRI 特征,建立了基于 ADC 图分析所得纹理参数的放射模型以预测,基于 MRI 的放射科医生的诊断效能达到 AUC 为 0.752,敏感度为 58.6%,特异度为 91.8%,符合率为 79.5%,最佳放射模型达到 AUC 为 0.830,敏感度为 76.0%,平均特异度为 73.2%,符合率为 73.9%,得出最佳放射模型显示出与经验丰富的放射科医生相当的诊断功效^[37]。牛森等^[38]收集 16 例子宫肉瘤和 31 例变性子宫肌瘤的研究发现 ADC 直方图及 TA 参数为鉴别子宫肉瘤与变性子宫肌瘤能提供更多的诊断信息,除峰度外,最大值、平均值、标准差、50th、75th、90th、95th、偏度、熵值、能量值、一致性均在鉴别两者之间差异有统计学意义,其中以熵值的诊断效能最高(AUC 为 0.94)。MRTA 用于鉴别子宫肉瘤与子宫

平滑肌瘤是可行的,进一步反映了肿瘤异质性与图像信息的关联。

小结与展望

MRTA 改变了传统人为主观经验性对子宫恶性肿瘤的诊疗,将其转变为对纹理特征分析的分子影像学模式,以减少医师的主观因素对各序列诊断效能的制约。其中在子宫颈瘤的应用最为成熟,从初步的良恶性鉴别到最终的诊疗预后中每一步都可以得到较好的应用,接近于一个完整体系,其中熵反应图像所具有的信息量的度量,表示图像中纹理的非均匀程度或复杂程度,其应用最为突出。对于子宫内膜癌患者而言,多利用 MRTA 建立的放射模型或不同序列的纹理参数来预测肌层浸润,是一种可行的选择用于术前分析。MRTA 在子宫肉瘤中的应用目前研究较少并且集中于与子宫肌瘤鉴别,着重解决此临床难题,并证实通过 MRTA 技术可实现。

目前 MRTA 仍是一项探索性研究,在鉴别以上三类子宫恶性肿瘤中的应用迄今为止尚未提供前沿和可靠的研究。多由于选用于 MRTA 的磁共振序列多样未得到统一,并且纹理特征参数的提取在不同设备不同的扫描参数中也不尽相同。此外,所选取样本数量的参数提取也存在一定的差异,多中心的大数据库才更具有代表性。

随着未来技术的完善,MRTA 有希望代表影像学生物标志物提供更精细的评估,最终可能会为患者提供更好的量身定制的治疗策略,将在子宫恶性肿瘤的临床诊疗中打开一个新的局面,并且终将推动现代医疗的发展。

参考文献:

- [1] Lubner MG, Smith AD, Sandrasegaran K, et al. CT texture analysis: definitions, applications, biologic correlates, and challenges[J]. Radiographics, 2017, 37(5): 1483-1503.
- [2] Gillies RJ, Kinahan PE, Hricak H. Radiomics: images are more than pictures, they are data[J]. Radiology, 2016, 278(2): 563-577.
- [3] 陈国钰, 沈桂权, 高波. 纹理分析在肿瘤影像组学中的临床应用[J]. 贵州医药, 2019, 43(7): 1037-1039.
- [4] Guo Z, Shu Y, Zhou H, et al. Radiogenomics helps to achieve personalized therapy by evaluating patient responses to radiation treatment[J]. Carcinogenesis, 2015, 36(3): 307-317.
- [5] 李海梅, 何悦明, 丁宝枝, 等. 磁共振不同成像序列检查子宫内膜癌的比较[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2014, 12(1): 94-97.
- [6] 宋彬, 罗娅红, 彭卫军, 等. 宫颈癌磁共振检查及诊断规范专家共识[J]. 肿瘤影像学, 2017, 26(4): 250-254.
- [7] 陈瑾, 王海屹, 叶慧义. 纹理分析在肿瘤影像学中的研究进展[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(12): 979-982.
- [8] Lambin P, Rios-Velazquez E, Leijenaar R, et al. Radiomics: extracting more information from medical images using advanced feature analysis[J]. Eur J Cancer, 2012, 48(4): 441-446.
- [9] Kumar V, Gu Y, Basu S, et al. Radiomics: the process and the challenges[J]. Magn Reson Imaging, 2012, 30(9): 1234-1248.
- [10] 刘菲滢, 杜芳, 程海泉. 基于 MRI 图像纹理分析的应用及研究进展[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2018, 24(5): 426-429.
- [11] Court LE, Fave X, Mackin D, et al. Computational resources for radiomics[J]. Transl Cancer Res, 2016, 5(4): 340-348.
- [12] 王威玲, 汪兵, 利玉林, 等. 肝细胞肝癌 CT 图像纹理分析分割技术的初步研究[J]. 医学信息, 2018, 31(11): 89-92.
- [13] Kolossvary M, Kellermayer M, Merkely B, et al. Cardiac computed tomography radiomics: a comprehensive review on radiomic techniques[J]. J Thorac Imaging, 2018, 33(1): 26-34.
- [14] Soni N, Priya S, Bathla G, et al. Texture analysis in cerebral gliomas: a review of the literature[J]. AJNR, 2019, 40(6): 928-934.
- [15] 衣慧灵, 王海屹, 叶慧义. 影像组学在泌尿系统肿瘤中的研究进展[J]. 微创泌尿外科杂志, 2018, 7(5): 351-360.
- [16] Brown RA, Frayne R. A comparison of texture quantification techniques based on the fourier and S transforms[J]. Med Phys, 2008, 35(11): 4998-5008.
- [17] Dettori L, Semler L. A comparison of wavelet, ridgelet, and curvelet-based texture classification algorithms in computed tomography[J]. Comput Biol Med, 2007, 37(4): 486-498.
- [18] Alic L, Niessen WJ, Veenland JF, et al. Quantification of heterogeneity as a biomarker in tumor imaging: a systematic review[J]. PLoS One, 2014, 9(10): e110300.
- [19] 韩哲, 邵国良, 庞佩佩. 纹理分析及影像组学在直肠癌新辅助化疗评估中的研究进展[J]. 医学影像学杂志, 2019, 29(9): 1582-1586.
- [20] Yamashita R, Perrin T, Chakraborty J, et al. Radiomic feature reproducibility in contrast-enhanced CT of the pancreas is affected by variabilities in scan parameters and manual segmentation[J]. Eur Radiol, 2020, 30(1): 195-205.
- [21] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018; GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2018, 68(6): 394-424.
- [22] Jung EJ, Byun JM, Kim YN, et al. Cervical adenocarcinoma has a poorer prognosis and a higher propensity for distant recurrence than squamous cell carcinoma[J]. Int J Gynecol Cancer, 2017, 27(6): 1228-1236.
- [23] Guan Y, Li W, Jiang Z, et al. Whole-lesion apparent diffusion coefficient-based entropy-related parameters for characterizing cervical cancers: initial findings[J]. Acad Radiol, 2016, 23(12): 1559-1567.
- [24] Ciolina M, Vinci V, Villani L, et al. Texture analysis versus conventional MRI prognostic factors in predicting tumor response to neoadjuvant chemotherapy in patients with locally advanced cancer of the uterine cervix[J]. Radiol Med, 2019, 124(10): 955-964.
- [25] 谢元亮, 牡丹, 谢伟, 等. DCE-MRI 纹理分析鉴别宫颈鳞癌与腺癌及预测分级的价值[J]. 放射学实践, 2019, 34(8): 835-840.
- [26] Becker AS, Ghafoor S, Marcon M, et al. MRI texture features may predict differentiation and nodal stage of cervical cancer: a pilot study [J]. Acta Radiol Open, 2017, 6(10): 2058460117729574.
- [27] 陈文林, 胥明婧, 李绍东. 磁共振扩散加权成像纹理分析在对宫

- 颈癌术后早期复发的预测价值[J]. 广西医学, 2018, 40(13): 1440-1443.
- [28] Bowen SR, Yuh WTC, Hippe DS, et al. Tumor radiomic heterogeneity: multiparametric functional imaging to characterize variability and predict response following cervical cancer radiation therapy[J]. J Magn Reson Imaging, 2018, 47(5): 1388-1396.
- [29] 董立新, 李新, 杨森, 等. 基于 DW-MRI 纹理分析建立预测宫颈鳞状细胞癌放化疗敏感性模型的研究[J]. 医学综述, 2018, 24(11): 2270-2274.
- [30] 季瑞, 陆云燕. 子宫内膜癌临床病理特征与盆腹腔淋巴结转移的相关性分析[J]. 现代肿瘤医学, 2019, 27(19): 3491-3494.
- [31] Salvesen HB, Haldorsen I S, Trovik J. Markers for individualised therapy in endometrial carcinoma[J]. Lancet Oncol, 2012, 13(8): e353-e361.
- [32] Ytre-Hauge S, Dybvik JA, Lundervold A, et al. Preoperative tumor texture analysis on MRI predicts high-risk disease and reduced survival in endometrial cancer[J]. J Magn Reson Imaging, 2018, 48(6): 1637-1647.
- [33] Ueno Y, Forghani B, Forghani R, et al. Endometrial carcinoma: MR imaging-based texture model for preoperative risk stratification-a preliminary analysis[J]. Radiology, 2017, 284(3): 748-757.
- [34] 田士峰, 刘爱连, 刘静红, 等. 初探基于肿瘤全域 ADC 图的灰度共生矩阵纹理分析与子宫内膜癌 Ki-67 表达的相关性[J]. 磁共振成像, 2019, 10(11): 826-829.
- [35] Ghosh A, Singh T, Singla V, et al. DTI histogram parameters correlate with the extent of myoinvasion and tumor type in endometrial carcinoma: a preliminary analysis[J]. Acta Radiol, 2020, 61(5): 675-684.
- [36] Kyriazoglou A, Liontos M, Ziogas DC, et al. Management of uterine sarcomas and prognostic indicators: real world data from a single-institution[J]. BMC Cancer, 2018, 18(1): 1247.
- [37] Xie H, Hu J, Zhang X, et al. Preliminary utilization of radiomics in differentiating uterine sarcoma from atypical leiomyoma: comparison on diagnostic efficacy of MRI features and radiomic features[J]. Eur J Radiol, 2019, 115: 39-45.
- [38] 牛森, 刘爱连, 张钦和, 等. ADC 直方图及纹理分析参数鉴别子宫肉瘤与变性肌瘤的价值[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(10): 1895-1899.

(收稿日期: 2020-02-25 修回日期: 2020-05-22)

欢迎订阅 2021 年《放射学实践》

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学学术期刊, 创刊至今已 36 周年。遵照同行评议、价值导向、等效应用原则, 国内各大学、协会、组织机构通过科技工作者推荐、专家评议、结果公示等规定程序, 《放射学实践》杂志入选中国科协发布 10 大领域《我国高质量科技期刊分级目录》业内认可的较高水平期刊。《放射学实践》杂志再次入选 2020 年版北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。

本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为中国科学引文数据库(CSCD)核心库来源期刊、《中文核心期刊要目总览》收录期刊、中国科技核心期刊、中国高质量科技期刊分级目录临床医学领域医学影像学期刊, 并在中国学术期刊分区中位列 Q1 区。

主要栏目: 论著、继续教育园地、专家荐稿、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、传染病影像学、影像技术学、外刊摘要、学术动态、请您诊断、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊, 每册 25 元, 全年定价 300 元。

国内统一刊号: ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号: 38-122

电话: (027) 69378385

E-mail: fsxsjzz@163.com 网址: <http://www.fsxsj.net>

编辑部地址: 430199 武汉市蔡甸区中法新城同济医院专家社区别墅 C 栋