

• 腹部影像学 •

基于 MR-T₂WI 纹理特征的决策树分类分析在 FIGO-II 期宫颈癌宫旁浸润中的诊断价值

何月明, 范良生, 罗锦文, 李新春, 关玉宝, 王薇

【摘要】 目的:探讨基于 MR-T₂WI 纹理特征的决策树分类分析所建立的分类预测模型对 FIGO-II 期宫颈癌宫旁浸润的诊断价值。**方法:**搜集本院经手术或活检病理证实的连续 90 例 FIGO-II 期宫颈癌患者的 MRI 资料,其中 FIGO II B 期宫旁浸润组 45 例,FIGO-II A 期非宫旁浸润组 45 例。使用 Mazda 软件在 MR-T₂WI 上提取宫颈癌的 794 个纹理参数,经过特征选择降维得到 10 个纹理参数,比较 2 组中这 10 个 MR 纹理参数值的差异,选取差异具有统计学意义的参数作为自变量,采用 SPSS 软件进行决策树分类分析,并采用 ROC 曲线分析决策树模型的诊断效能。**结果:**采用卡方自交互检测决策树(CHAID)、穷举 CHAID、快速无偏和高效统计树(QUEST)和分类回归树(CRT)四种决策树方法成功建立了能够判断宫旁浸润与非宫旁浸润的预测模型,4 种决策树预测模型的分类诊断符合率分别为 86.7%、83.3%、92.2%和 82.2%,ROC 曲线下面积分别为 0.867、0.833、0.922 和 0.822,敏感度分别为 91.1%、77.8%、93.3%和 82.2%,特异度分别为 82.2%、88.9%、91.1%和 82.2%。**结论:**基于 MR-T₂WI 纹理特征的决策树分类分析能准确判断 FIGO II 期宫颈癌的宫旁浸润情况,其中以分类回归树(CRT)生长法的鉴别诊断效能最佳。

【关键词】 磁共振成像;纹理分析;决策树;宫颈癌;肿瘤侵袭;临床分期

【中图分类号】 R445.3;R737.33 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)12-1560-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.12.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Diagnostic value of decision tree classification analysis based on MR-T₂WI texture features in stage FIGO-II cervical cancer with parametral invasion HE Yue-ming, FAN Liang-sheng, LUO Jin-wen, et al. Department of Obstetrics and Gynecology, the First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510120, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to analyze the texture features of stage FIGO-II cervical cancer based on MR-T₂WI by decision tree classification and to establish a classification prediction model for the diagnosis of para-uterine invasion of cervical cancer. **Methods:** The MRI data of 90 patients with stage FIGO-II cervical cancer confirmed by operation or biopsy were included in this study, including 45 cases of stage FIGO-II B (para-uterine invasion group) and 45 cases of stage FIGO-II A (non-uterine invasion group). Totally 794 texture parameters of cervical cancer based on MR-T₂WI were extracted by Mazda software, and 10 texture parameters were obtained by feature selection and dimensionality reduction. The values of the ten texture parameters between the two groups were compared statistically, and the parameters with statistical difference were selected as independent variables. SPSS software was used for decision tree classification analysis, and the ROC curve analysis were made for evaluation the diagnostic efficacy of the decision tree models. **Results:** Four decision tree models established by chi-square self-interactive detection decision tree, exhaustive chi-square self-interactive detection decision tree, fast unbiased and efficient statistical tree and classification regression tree which were capable of judging invasion and non-uterine invasion were established successfully. The classification diagnosis coincidence rates of the four decision tree prediction models were 86.7%, 83.3%, 92.2% and 82.2%, respectively; and the area under the ROC curve was 0.867, 0.833, 0.922 and

作者单位: 510120 广州, 广州医科大学附属第一医院妇产科(何月明, 范良生, 王薇), 放射科(李新春); 510700 广州, 广州医科大学附属第五医院妇科(何月明), 影像科(罗锦文, 关玉宝)

作者简介: 何月明(1981-), 女, 广东清远人, 硕士, 副主任医师, 主要从事妇科肿瘤临床诊疗和影像学诊断工作。

通信作者: 王薇, E-mail: smugowang@126.com

0.822, respectively, with corresponding sensitivity of 91.1%, 77.8%, 93.3% and 82.2% respectively, and specificity of 82.2%, 88.9%, 91.1% and 82.2% respectively. **Conclusion:** The classification analysis of texture feature decision tree based upon MR image can be used to accurately predict the para-uterine invasion in stage FIGO-II cervical cancer, in which the classification regression tree (CRT) growth method is the best.

[Key words] Magnetic resonance imaging; Texture analysis; Decision tree; Cervical cancer; Tumor invasion; Clinical stage

宫颈癌发病率逐年上升,且呈年轻化发展趋势,准确诊断和精确分期对宫颈癌的治疗和预后具有重要价值。传统 FIGO 临床分期主要依靠妇科检查,存在主观性较强、分期的整体准确性低等不足,不同文献报道的结论差异较大^[1-3]。MRI 的广泛应用提高了对宫颈癌术前分期的准确性,但 MRI 分期的准确性与 MR 设备的性能、技术及影像诊断医师的经验有很大关系,存在一定的主观性,不同文献报道的结论各异^[4-6],所以探索一种可靠、稳定和客观的分期方法有重要的临床意义。医学纹理分析是数字图像后处理技术的一个分支,通过一定的图像处理技术(如软件、程式、工作站等),从已获得的图像数据中提取出纹理特征参数,从而获得对于组织和病变的纹理信息的定量或定性描述的处理过程。纹理特征的内在变化及定量测量能够区别不同病变组织的类型及正常与病变组织,为疾病的诊疗提供更多客观的量化依据^[7-9]。机器学习(machine learning, ML)本质上是使用算法来解析数据、分析规律,然后对真实世界中的事件做出决策和预测,能很好地提高预测和决策能力。本研究通过对 FIGO-II 期宫颈癌患者的 MR 图像提取纹理特征的定量参数,并进行决策树分类分析,旨在建立对 FIGO-II 期宫颈癌宫旁浸润(parauterine invasion, PUI)进行诊断和鉴别诊断的决策树机器学习模型。

材料与方法

1. 基本临床资料

搜集 2016 年 7 月—2019 年 7 月本院收治的 90 例经术后病理证实的 FIGO-II 期宫颈癌(均为鳞癌)患者的 MR 图像及临床资料,年龄 26~74 岁,平均(51±9)岁。纳入标准:①手术前均行盆腔 MRI 平扫和增强扫描,且 MRI 检查与手术或活检的时间间隔<2 周;②术前或活检前未行任何放、化疗等相关治疗;③各序列 MR 图像清晰,满足影像组学特征提取和影像诊断的要求;④术后或活检病理学诊断明确;⑤临床资料完整。排除标准:①全身多发肿瘤患者;②腺癌、腺鳞癌等宫颈非鳞癌患者;③未行手术或活检;④MR 图像显示不清,无法进行影像学评价和组学特征的提取。

满足以下条件之一判定有 PUI,①由一名妇科主

治以上医师查体并由 2 名具有 10 年以上盆腔 MR 肿瘤诊断经验影像主治医师共同阅片后判定有 PUI。②术后病理明确有 PUI。根据上述判定方法,按照国际妇产科联盟(International Federation of Gynecology and Obstetrics, FIGO)2018 年分期标准^[7],本研究中 II a 期(无宫旁浸润组)宫颈癌患者 45 例,II b 期(宫旁浸润组)45 例。

本研究已经获得本院伦理委员审核通过。患者或家属行 MRI 检查前签署了检查知情同意书。

2. MRI 扫描方法

使用 Philips Achieva 3.0T 磁共振扫描仪,扫描序列及参数如下。①矢状面 TSE T₂WI 压脂序列:TR 3500 ms, TE 94 ms,层厚 3.5 mm,层间距 0.3 mm,视野 250 mm×320 mm;②横轴面 TSE T₁WI 压脂和非压脂序列:TR 580 ms, TE 12 ms,层厚 4.0 mm,层间距 0.4 mm,视野 192 mm×320 mm;③横轴面 T₂WI 压脂序列:TR 3020 ms, TE 89 ms,层厚 5.0 mm,层间距 0.4 mm,视野 266 mm×320 mm;④横轴面 TSE T₂WI 非压脂序列:TR 2980 ms, TE 104 ms,层厚 5.0 mm,层间距 0.4 mm,视野 192 mm×320 mm;⑤单次激发 SE EPI 序列横轴面 DWI:TR 3800 ms, TE 98 ms, b 值取 0、600 和 1000 s/mm²;⑥横轴面 T₁WI 压脂序列:TR 580 ms, TE 12 ms,层厚 3.5 mm,层间距 1.0 mm,视野 260 mm×260 mm;⑦横轴面 T₁WI 压脂序列增强扫描:TR 580 ms, TE 12 ms,层厚 5.0 mm,层间距 0.4 mm,视野 260 mm×260 mm。

3. 图像分析方法

ROI 的勾画和特征提取:首先,后处理工作站上 T₂WI 矢状面图像(层厚 3.5 mm,层间距 0.3 mm)以“.DCM”格式导出,导出前将图像标准化,使得每一帧图像的矩阵均为 1118×1429。然后,将 T₂WI 矢状面图像导入 ITK-SNAP 3.08 软件(www.itksnap.org),分别由 2 位具有 10 年以上盆腔肿瘤 MRI 诊断经验的副主任医师评价图像,确定用于分析的层面,意见有分歧时通过协商达成一致。其后,由 2 位医师分别独立勾画 ROI(图 1~3)。ROI 勾画原则:①ROI 的边缘位于病灶边缘内侧 1~2 mm;②逐层勾画,获得病灶的容积 ROI(volume of interest, VOI);③勾画的

ROI 及 VOI 尽量避开了坏死、出血、钙化等影像学改变区域。将所有原始图像文件及勾画好的 ROI 文件导入纹理分析软件 MaZda 4.6 软件(<http://www.ele-tel.p.lodz.pl/mazda/>)进行图像纹理特征的提取(具体流程见图 4)^[7]。为减少 MR 图像亮度和对比度的影响,特征提取前对所有 MR 图像进行灰度标准化处理,控制其灰度值在 $(\mu-3\delta, \mu+3\delta)$,其中 μ 和 δ 分别表示灰度值的平均值和标准差。通过 MaZda 软件 RUN 功能键,每个选定 VOI 可提取出 3D 直方图、3D 灰度共生矩阵(gray level co-occurrence matrix, GLCM)、3D 灰度游程矩阵(gray run-length matrix, GRLM)、3D 绝对梯度(absolute gradient, GRA)、自回归模型(auto-regressive model, ARM)及小波分析这 6 大类共 794 个纹理特征参数^[11-12]。

特征选择及降维方法:采用 Mazda 软件对获得的全部纹理特征参数进行降维, Mazda 软件的降维方法有 3 种,包括 Fisher 系数(Fisher)、分类错误概率联合平均相关系数(classification error probability combined average correlation coefficients, POE+ACC)和交互信息(mutual information, MI),联合 3 种方法(Fisher+POE+ACC+MI, FPM)最终获得 10 个最具鉴别价值的纹理特征参数。

4. 病理学诊断

II A 期患者均行手术切除病灶,有明确的病理学诊断报告,内容有肿瘤病理类型、分化程度、宫体和宫旁浸润程度、淋巴结转移情况、神经和血管侵犯情况及

肿瘤的各种免疫组化信息等;II B 期患者进行肿瘤的穿刺活检,有病理诊断报告。

5. 统计学分析

使用 SPSS 19.0 及 Medcalc 15.2.2 软件统计分析软件,计量资料符合正态分布的,以均数±标准差的形式表示,非正态分布者采用中位数(数值范围)表示。计量资料的组间比较采用独立样本 t 检验或非参数 U 检验。比较降维后获得的各项纹理参数在宫旁浸润组和非宫旁浸润组之间有无统计学差异,选取差异具有统计学意义的参数为自变量,采用卡方自交互决策树(CHAD)、穷举 CHAD、快速无偏和高效统计树(QUEST)和分类回归树(CRT)四种决策树方法并采用十倍交叉法建立预测模型,分析 4 种决策树预测模型鉴别 nPUI 与 PUI 的符合率。采用 ROC 曲线分析 4 种决策树机器学习模型的诊断效能,计算曲线下面积(area under curve, AUC),确定各指标的截断值,获得相应的敏感度和特异度。使用 delong 测试对 4 个决策树预测模型的 AUC 值进行组间两两比较。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 纹理特征的比较

宫旁浸润组和非宫旁浸润组的 10 个纹理特征(经降维后最终确定的)的比较见表 1。S010 熵、S110 对比度、S010 角二阶矩、@135°游程长度非均匀性、135°长游程补偿之间比较,差异均具有统计学意义($P <$

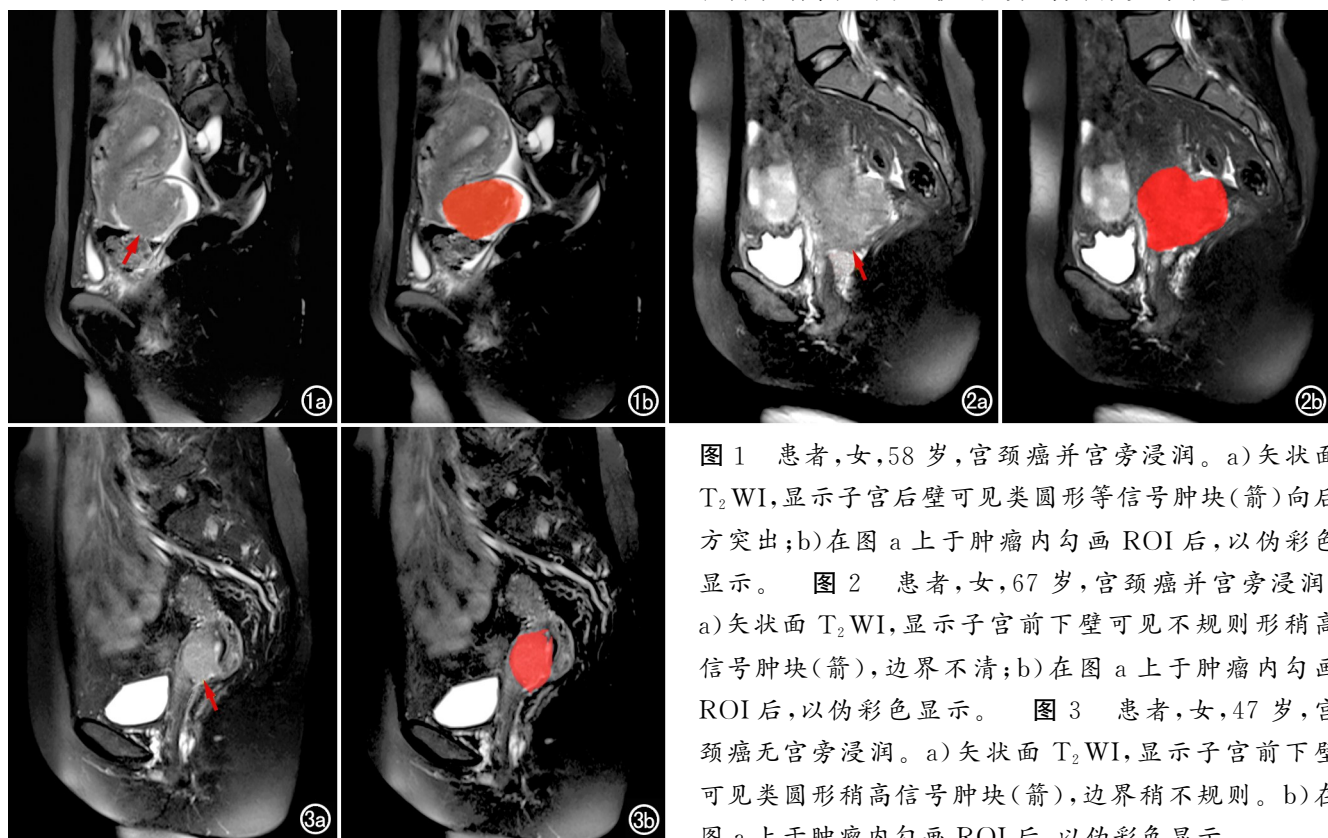


图 1 患者,女,58 岁,宫颈癌并宫旁浸润。a)矢状面 T_2 WI,显示子宫后壁可见类圆形等信号肿块(箭)向后突出;b)在图 a 上于肿瘤内勾画 ROI 后,以伪彩色显示。图 2 患者,女,67 岁,宫颈癌并宫旁浸润。a)矢状面 T_2 WI,显示子宫前下壁可见不规则形稍高信号肿块(箭),边界不清;b)在图 a 上于肿瘤内勾画 ROI 后,以伪彩色显示。图 3 患者,女,47 岁,宫颈癌无宫旁浸润。a)矢状面 T_2 WI,显示子宫前下壁可见类圆形稍高信号肿块(箭),边界稍不规则。b)在图 a 上于肿瘤内勾画 ROI 后,以伪彩色显示。

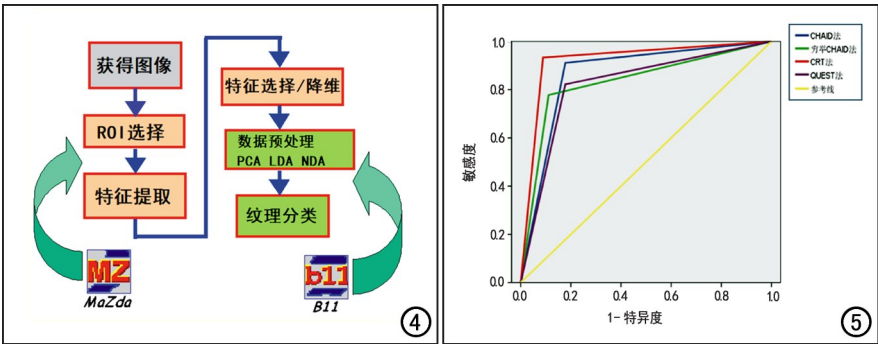


图 4 Mazda 软件纹理分析流程图。 图 5 四种生长法决策树建立的预测模型的 ROC 曲线。

0.05);但宫旁浸润组及非宫旁浸润组的 1%灰度百分位 3D、45°长游程补偿、Gr 均值、Teta1、Teta2 比较差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 1 nPUI 组与 PUI 组降维后 MRI 纹理参数的比较

纹理特征	宫旁浸润组	非宫旁浸润组	t 值	P 值
1%灰度百分位	149.74±19.53	154.82±25.39	-1.063	0.290
S(0,1,0) 熵	7.23±0.22	6.96±0.28	5.161	0.000
S(1,1,0) 对比度	23.32±14.18	13.77±3.48	4.390	0.000
S(0,1,0)角二阶矩	164.76±9.73	150.52±11.34	6.397	0.000
135°游程长度非均匀性	145.29±10.08	134.20±12.38	4.657	0.000
135°长游程补偿	360.41±10.67	345.52±11.76	6.290	0.000
45°长游程补偿	1.14±0.09	1.14±0.09	-0.306	0.760
梯度均值	96.22±24.95	99.87±19.15	-0.778	0.439
Teta1	0.83±0.05	0.83±0.06	0.099	0.922
Teta2	-0.63±0.06	-0.63±0.06	-0.002	0.999

2. 4 种生长法建立的决策树模型的分类结果

4 种生长法建立的决策树模型的分类结果及诊断效能指标见表 2~3。四种模型中以 CRT 生长法决策树模型的诊断效能最高,对宫旁浸润的分类符合率为 93.3%,对非宫旁浸润的分类符合率为 91.1%,总体诊断符合率为 92.2%。

表 2 预测模型对 nPUI 和 PUI 的分类结果 (例)

临床 诊断	CHAID		穷举 CHAID		CRT		QUEST	
	PUI	nPUI	PUI	nPUI	PUI	nPUI	PUI	nPUI
PUI	41	4	35	10	42	3	37	8
nPUI	8	37	5	40	4	41	8	37

表 3 四种决策树预测模型的诊断结果

建模方法	符合率	敏感度	特异度	PPV	NPV
CHAID	86.7%	82.7%	90.2%	82.2%	91.1%
穷举 CHAID	83.3%	87.5%	80.0%	77.8%	88.9%
CRT	92.2%	91.3%	93.2%	93.3%	91.1%
QUEST	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%	82.2%

注:PPV 为阳性预测值,NPV 为阴性预测值。

3. CRT 决策树所筛选的 MR 纹理特征的重要性分析

CRT 法采用 Gini 分类树算法,软件给出了差异有统计学意义的 5 项纹理特征的相对重要性(表 4)。5 项纹理参数中以 S(0,1,0)熵的标准化重要性最大(达 100.0%),以 135°游程长度非均匀性的标准化重要性最小(51.4%)。

4. 四种决策树预测模型的诊断效能

四种生长法生成的决策树预测模型的 ROC 曲线和诊断效能分析见(图 5 和表 5)。基于组间差异有统计学意义的 5 项纹理特征建立的四种生长算法决策树模型中以 CRT 法的 AUC 最大,达 0.922 (95% CI: 0.858~0.986)。

对四种预测模型的 AUC 进行两两比较(表 6),结果显示 CRT 法建立的预测模型的 AUC 显著高于穷举 CHAID 法和 QUEST 法,差异具有统计学意义(P 值分别为 0.0404 和 0.0051);其它方法建立的预测模型的 AUC 之间差异均无统计学意义($P>0.05$)。

表 4 待选指标的相对重要程度

自变量	重要性	标准化重要性
S(0,1,0)熵	0.227	100.0%
135°长游程补偿	0.208	91.6%
S(1,1,0)对比度	0.185	81.2%
S(0,1,0)角二阶矩	0.182	80.0%
135°游程长度非均匀性	0.117	51.4%

表 5 四种生长法生成的决策树预测模型诊断效能

建模方法	AUC	标准误 ^a	P 值	AUC 的 95% 置信区间	
				下限	上限
CHAID 法	0.867	0.042	0.000	0.785	0.948
穷举 CHAID 法	0.833	0.046	0.000	0.744	0.923
CRT 法	0.922	0.033	0.000	0.858	0.986
QUEST 法	0.822	0.047	0.000	0.731	0.914

注:^a 在非参数假设下。

表 6 模型的 ROC 曲线 AUC 组间两两比较的 P 值

建模方法	CHAID	穷举 CHAID	CRT	QUEST
CHAID	—	0.3918	0.0922	0.1526
穷举 CHAID	0.3918	—	0.0404	0.8192
CRT	0.0922	0.0404	—	0.0051
QUEST	0.1526	0.8192	0.0051	—

讨 论

1. 宫颈癌 MRI 分期价值和限度

MRI 在宫颈癌的诊断、分期和预后评估中都具有独特优势。常规平扫 T₂WI 序列能很好地显示 IB 期以上的病灶,所以本研究中选择在矢状面 T₂WI 上对病灶进行 ROI 的勾画。增强扫描能进一步提高对宫颈癌病灶的识别率,使用阴道内线圈能显示较小肿瘤。常规 MRI 对宫旁浸润的诊断主要依据的是宫颈纤维基质低信号带的中断和模糊,当肿瘤内存在坏死和水肿时,则会导致对宫旁浸润的误判,造成 MRI 对肿瘤的过度分期。随着各种 MR 功能成像技术的发展,如

DWI、体素内不相干运动 DWI、MR 灌注成像、MRS、动态对比增强定量分析等,对宫颈癌的诊断和分期的准确性进一步提高,但是受限于设备、技术控制等因素的制约,上述技术在临床实践中的广泛推广有一定难度。因此,宫颈癌宫旁浸润的鉴别诊断仍是宫颈癌影像学研究的难点及重点。以往的研究中认为宫颈癌的某些形态学和强化特征对判断宫颈癌宫旁浸润有一定价值,但这些影像学特征仅仅是总体而言对评价宫颈癌有一定价值,但是缺乏特异性,而某些患者可能并无典型的征象,最终导致了影像及临床医师无法快速准确地判断是否存在宫旁浸润。

2. 纹理分析与决策树的诊断价值

纹理分析是数字图像后处理一个分支,通过一定的图像处理技术(如软件、程式、工作站等)对已获得的医学图像数据提取出纹理特征参数,从而获得纹理的定量或定性描述的处理过程。纹理特征内在变化及定量测量能够区别不同病变组织的类型及正常及病变组织,为疾病诊疗提供更多的客观的量化的依据^[7-9]。

决策树(decision tree)是在已知各种情况发生概率的基础上,通过构成决策树来求取净现值的期望值大于等于零的概率,评价项目风险,判断其可行性的决策分析方法,是直观运用概率分析的一种图解法,相对于传统的统计学分类方法如回归分析等,决策时属于一种非参数分类分析,可以处理没有符合某种特定分布的分类变量、连续变量等。本研究采用基于宫颈癌纹理特征联合决策树机器学习模型分类分析技术鉴别宫颈癌宫旁浸润,其优势在于不依赖影像医师的主观及临床经验,不受专业领域限制,能最大限度提供当前标准图像的各种定量信息^[13],有助于提高影像诊断的准确性,更好地帮助临床进行决策。

目前国内外多数研究利用图像的纹理分析技术进行宫颈癌的研究,包括诊断和治疗评估等,谢元亮等^[14]基于 DCE-MRI 的纹理分析技术有助于在术前预测宫颈癌的组织病理学分型和 FIGO 分级,尤其是对腺癌与鳞癌的鉴别诊断有较大价值。Guan 等^[15]对 54 例宫颈癌进行 ADC 值的全瘤直方图分析,结果显示宫颈癌的直方图参数中偏度和峰度均显著低于正常宫颈组织($P < 0.0001$),ADC 值的 90%百分位数的 ROC 曲线下面积最大(为 0.996)。Meng 等^[16]探讨 ADC 直方图形状相关参数在晚期宫颈癌放化疗过程中评估早期治疗反应的价值,结果显示除宽度和标准差外,所有直方图纹理参数均在放化疗期间有显著变化($P < 0.05$),提示纹理分析有望作为监测晚期宫颈癌患者治疗过程中早期疗效的有效手段。杨易等^[17]总结了影像组学在宫颈癌异质性分析中的进展,利用常规 MRI 序列与功能成像技术相结合的影像组学在

宫颈癌异质性分析中的应用越来越广泛,可应用于宫颈癌的检出、分级和分期、以及对癌灶血管分布、淋巴结转移以及治疗疗效等方面进行预测和评估,从而能有效指导临床进行决策。

决策树分析属于机器学习内的有监督学习,在医学研究的各个领域都有广泛应用,有学者使用决策树分析方法对腮腺的良、恶性肿瘤块进行评估,提示基于腮腺肿块形态学特征和强化特点建立的决策树模型,鉴别诊断的敏感度、特异度和符合率分别为 75%、100%和 75%,体现了决策树的优势^[18]。徐晓娟等^[19]采用分类决策树方法,探索盆腔 MRI 结合患者临床信息在术前诊断子宫内膜癌合并卵巢恶性肿瘤中的价值,经决策树模型筛选出 3 项有诊断意义的指标:宫角受累、附件区肿块及血清 CA125,诊断子宫内膜癌合并卵巢恶性肿瘤的敏感度为 89.66%(52/58),因此作者认为采用分类决策树方法对盆腔 MRI 和相关临床信息建立决策树模型,可提高对子宫内膜癌合并卵巢恶性肿瘤的术前诊断准确性。

本研究通过 Mazda 软件提取 794 个纹理参数,经降维及 t 检验得到的 5 项纹理参数的标准化重要性由高到低依次为 S(0,1,0)熵的 100.0%、135°长游程补偿的 91.6%、S(1,1,0)对比度的 81.2%、S(0,1,0)角二阶矩的 80.0%和 135°游程长度非均匀性的 51.4%。熵描述的是共生矩阵的复杂性,其值越大,表示共生矩阵越复杂,即病灶的结构也越复杂,异质性越大;长游程补偿描述的是病灶内相邻像素间灰度值的差异程度,其值越大,则病灶越复杂,异质性越大。本研究中这 2 项纹理参数的重要性最大,提示这 2 项纹理参数是反映肿瘤异质性的一个重要指标。

基于 MR 纹理特征 CRT 生长法决策树预测模型,对 45 例宫旁浸润正确分类 42 例,误判为非宫旁浸润 3 例,准确率为 93.3%;对 45 例非宫旁浸润分类正确 41 例,误判为宫旁浸润 4 例,准确率为 91.1%,总体诊断符合率为 92.2%。本研究根据 MR 影像特征及纹理参数特征建立决策树分类预测模型,使用客观定量的纹理数据,使结果更加可靠。其中,使用 CRT 生长法建立的决策树预测模型对宫旁浸润的预测符合率为 0.922,敏感度为 93.3%,特异度为 91.1%,体现了决策树方法的优势,提示该预测模型对宫颈癌宫旁浸润具有很好的预测效果。

3. 本研究不足之处及展望

不足之处:本研究纳入的样本量较少,ROI 人为勾画,可能存在一定的选择偏倚,后续将进一步扩大样本量并引入半自动 ROI 勾画方法来减少误差。其次,本研究中仅采取 SPSS 内决策树分类模型进行数据分析,后续将与工科人员合作进行其它机器学习

方法如支持向量机、贝叶斯、K 近邻、随机森林和逻辑回归等方法的研究。

综上所述,利用对宫颈癌 MR 图像提取的纹理特征,通过特征降维、 t 检验并进行决策树分析建立预测模型,能对宫颈癌宫旁浸润的诊断提供帮助,可在一定程度上避免影像医师因主观因素而造成的诊断差异,提高分期诊断准确性,更好地帮助临床医师进行治疗决策。

参考文献:

- [1] Bourgioti C, Chatoupis K, Rodolakis A, et al. Incremental prognostic value of MRI in the staging of early cervical cancer: a prospective study and review of the literature[J]. Clin Imaging, 2016, 40(1): 72-78.
- [2] Thomeer MG, Gerestein C, Spronk S, et al. Clinical examination versus magnetic resonance imaging in the pretreatment staging of cervical carcinoma: systematic review and meta-analysis[J]. Eur Radiol, 2013, 23(7): 2005-2018.
- [3] 王晓辉, 杜忆兵, 于联芳, 等. 宫颈癌 MRI 分期与妇科检查分期对比分析[J]. 医学影像学杂志, 2014, 24(7): 1197-1199.
- [4] Yang K, Park W, Huh SJ, et al. Parametrial involvement on magnetic resonance imaging has no effect on the survival of early-stage cervical cancer patients[J]. Intern J Gynecol Cancer, 2017, 27(3): 507-513.
- [5] Shweel MA, Abdel Gawad EA, Abdel Gawad EA, et al. Uterine cervical malignancy: diagnostic accuracy of MRI with histopathologic correlation[J/OL]. J Clin Imaging Sci, 2012; e42. DOI: 10.4103/2156-7514.99175.
- [6] Thomeer MG, Gerestein C, Spronk S, et al. Clinical examination versus magnetic resonance imaging in the pretreatment staging of cervical carcinoma: systematic review and meta-analysis[J]. Eur Radiol, 2013, 23(7): 2005-2018.
- [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]. Acad Radiol, 2015, 22(9): 1115-1121.
- [8] 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[J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(7): 980-984.
- [9] 陈立鹏, 刘伟锋, 赵钊. 基于 CT 平扫图像的纹理分析鉴别肉芽肿性肺曲霉病与肺隐球菌病[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2018, 24(5): 77-81.
- [10] 张禹, 张茜, 张雪健, 等. 3.0T 动态对比增强 MRI 定量参数在鉴别 FIGO II 期宫颈癌宫旁浸润中的应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(7): 1163-1167.
- [11] Strzelecki M, Szczypinski P, Materka A, et al. A software tool for automatic classification and segmentation of 2D/3D medical images[J]. Nucl Instrum Meth Phys Res, 2013, 702(2): 137-140.
- [12] 雷强, 万齐, 邹乔, 等. 基于 HRCT 图像的纹理分析技术在鉴别良恶性肺部病变中的价值[J]. 放射学实践, 2018, 33(12): 24-28.
- [13] 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[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(8): 588-591.
- [14] 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.
- [15] Guan Y, Shi H, Chen Y, et al. Whole-lesion histogram analysis of apparent diffusion coefficient for the assessment of cervical cancer[J]. J Comput Assist Tomogr, 2015, 40(2): 135-140.
- [16] Meng J, Zhu L, Zhu L, et al. Apparent diffusion coefficient histogram shape analysis for monitoring early response in patients with advanced cervical cancers undergoing concurrent chemoradiotherapy[J]. Radiat Oncol, 2016, 11(1): 141-148.
- [17] 杨易, 冯峰. 影像组学在宫颈癌异质性分析中的研究进展[J]. 放射学实践, 2020, 36(4): 564-568.
- [18] 董梦莹, 金观桥, 苏丹柯, 等. 决策树在 MRI 诊断腮腺区肿块中的应用[J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(2): 210-213.
- [19] 徐晓娟, 陈雁, 李楠, 等. 分类决策树辅助盆腔 MRI 术前诊断子宫内膜癌伴卵巢恶性肿瘤[J]. 中国介入影像与治疗学, 2017, 14(11): 681-685.

(收稿日期: 2020-04-07 修回日期: 2020-07-01)