

联合 DWI 和常规 MRI 征象在睾丸生殖细胞瘤中的诊断价值

安丽华, 冯海霞, 王唯伟, 李静, 陈月芹, 赵凡

【摘要】 目的:探讨 DWI 联合常规 MRI 征象对睾丸精原细胞瘤与非精原细胞瘤(NSGCT)的鉴别诊断价值。**方法:**搜集经病理证实的睾丸生殖细胞瘤患者 46 例,其中精原细胞瘤 28 例,非精原细胞瘤 18 例,46 例患者均行 MRI 平扫及 DWI 扫描。两位医师采用双盲法行常规 MRI 征象观察及 ADC 值测量,并比较上述指标在睾丸精原细胞瘤与非精原细胞瘤间的差异;运用多因素 logistic 回归分析及受试者工作特征(ROC)曲线分析独立影响因素的诊断效能。**结果:**精原细胞瘤的平均 ADC 值小于 NSGCT,差异有统计学意义($P < 0.05$);精原细胞瘤的 T_2 WI 低信号征象、信号的均匀性及瘤内分隔征象较 NSGCT 多见,而 NSGCT 多见坏死/囊变,上述征象在两种肿瘤间的发生率差异有统计学意义($P < 0.05$)。二元 Logistic 回归分析结果显示 ADC 值、坏死/囊变及瘤内分隔征象为鉴别诊断精原细胞瘤与 NSGCT 的独立影响因素。当 ADC 值 $\leq 0.90 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,倾向于诊断为精原细胞瘤,曲线下面积(AUC)为 0.722,敏感度为 72.2%,特异度为 67.9%,准确度为 67.4%。联合坏死/囊变与瘤内分隔征进行诊断的 AUC 为 0.803,敏感度为 83.3%,特异度为 57.1%,准确度为 76.1%。联合 ADC 值、坏死/囊变和瘤内分隔征的诊断效能最高,AUC 为 0.899,敏感度为 77.8%、特异度为 89.3%、准确度为 89.1%。**结论:**当 ADC 值 $\leq 0.90 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、瘤内分隔征象多见而少有囊变/坏死时倾向于诊断为精原细胞瘤,反之则诊断为 NSGCT。将 DWI 与常规 MRI 征象相联合,可进一步提高诊断效能,对睾丸生殖细胞瘤的术前鉴别诊断有一定价值。

【关键词】睾丸;生殖细胞肿瘤;精原细胞瘤;非精原细胞瘤;磁共振成像;扩散加权成像;表观扩散系数

【中图分类号】R737.21; R445.2 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1000-0313(2022)01-0079-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.01.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The diagnostic value of combining DWI and conventional MRI features in testicular germ cell tumor AN Li-hua, FENG Hai-xia, WANG Wei-wei, et al. Department of Imaging, Affiliated Hospital of Jining Medical University, Shandong 272029, China

【Abstract】 Objective: To explore the diagnostic value of combining diffusion-weighted imaging (DWI) and conventional magnetic resonance imaging (MRI) features for differentiating seminoma and non-seminomatous germ cell tumor (NSGCT). **Methods:** A total of 46 patients with testicular germ cell tumors confirmed by pathology were collected, including 28 cases of seminoma and 18 cases of NSGCT. All the 48 cases underwent conventional MRI and DWI scans. The conventional MRI features and ADC values among different types of testicular tumors were recorded by two doctors and their differences were statistically analyzed. Multivariate logistic regression models and receiver operating characteristic (ROC) curves were used to analyze the diagnostic efficacy of independent predictors. **Results:** There were significant differences between seminoma and NSGCT in ADC value, T_2 -hypointensity, T_2 -homogeneity, cyst/necrosis, and intratumor septa ($P < 0.05$). Binary Logistic regression analysis showed that $\text{ADC} \leq 0.90 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, cyst/necrosis, and intratumor septa were independent predictors for differentiating seminoma and NSGCT. The area under the ROC curve (AUC) of ADC value was 0.722. The sensitivity, specificity and accuracy were 72.2%, 67.9%, 67.4%, respectively. The AUC of combining cyst/necrosis with intratumor septa was 0.803, the sensitivity, specificity and accuracy were 83.3%, 57.1%, and 76.1%, respectively. Combining ADC with cyst/necrosis, and intratumor sep-

作者单位:272029 山东,济宁医学院附属医院影像科(安丽华,冯海霞,王唯伟,李静,陈月芹),肿瘤科(赵凡)

作者简介:安丽华(1982-),女,山东济宁人,硕士研究生,主治医师,主要从事腹部影像诊断工作。

通讯作者:王唯伟, E-mail:1027070940@qq.com

基金项目:2019 年山东省研究生教育优质课程立项建设项目(SDYKC19213)

ta showed a maximum AUC of 0.899, sensitivity of 77.8%, specificity of 89.3%, and accuracy of 89.1%. **Conclusion:** $ADC \leq 0.90 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ and intratumor septa were independent predictors for seminoma. Cyst/necrosis were significant variables for predicting the NSGCT. The combination of ADC and could further improve the specificity in differentiating seminomas from NSGCT.

【Key words】 Testis; Germ cell tumor; Seminoma; Nonseminoma; Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging; Apparent diffusion coefficient

睾丸肿瘤临床上少见,但种类繁多,且以生殖细胞瘤为著^[1],临床症状缺乏特异性,多表现为睾丸进行性肿大,少有疼痛;治疗方法多以手术治疗为主,其中精原细胞瘤对放疗敏感,而非精原细胞瘤(nonseminomatous germ cell tumor, NSGCT)术后化疗为其常见治疗手段^[2],术前准确的影像诊断有助于临床治疗方案的制定。MRI 软组织分辨率高且无创,对睾丸占位的定位、侵犯范围、病理类型及临床分期的判断有重要价值,国内外学者对此已有诸多研究^[3];扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)通过其表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)反映肿瘤的病理类型^[4],现已广泛应用于腹盆部器官,但在睾丸肿瘤上应用较少,且国内外文献尚未有运用 ADC 值与 MRI 征象联合诊断睾丸生殖细胞瘤的报道。本研究回顾性分析 46 例睾丸生殖细胞瘤的 MRI 平扫、强化及 DWI 影像特点,旨在探讨 ADC 值联合 MRI 常规征象对生殖细胞瘤与 NSGCT 的鉴别诊断价值。

材料与方法

1. 研究对象

搜集 2014 年 1 月—2020 年 1 月本院经病理证实的睾丸生殖细胞瘤患者 46 例,其中精原细胞瘤 28 例,非精原细胞瘤 18 例(混合性生殖细胞肿瘤 6 例,其中胚胎性癌+未成熟畸胎瘤+精原细胞瘤 2 例,卵黄囊瘤+胚胎性癌+未成熟畸胎瘤 1 例,胚胎性癌+成熟畸胎瘤 1 例,卵黄囊瘤+未成熟畸胎瘤 2 例;畸胎瘤 5 例,胚胎癌 3 例,卵黄囊瘤 4 例),年龄 18~71 岁,平均约(41±15)岁。35 例患者表现为阴囊内进行性肿大的无痛肿块,11 例肿瘤性病变更伴有触痛。病例纳入标准:①经手术病理证实为精原细胞瘤或 NSGCT;②术前均行 MRI 平扫及 DWI 扫描。病例排除标准:①术前进行穿刺及放化疗;②图像资料不全或图像质量欠佳;③MRI 图像上显示病变全为囊变/坏死,无实性成分的病变。

2. MRI 检查方法

MRI 检查采用 Siemens MAGNETOM Verio 3.0T 超导型磁共振扫描仪,18 通道体部正交线圈。患者取仰卧位,用毛巾夹于大腿根部托起阴囊以减少运动伪影,平扫 T_1WI 扫描参数:TR 400~700 ms, TE

5~20 ms,层厚 5 mm,层间距 1 mm,矩阵 320×272 ,视野 $220 \text{ mm} \times 220 \text{ mm} \sim 260 \text{ mm} \times 260 \text{ mm}$;矢状面、冠状面及轴面脂肪抑制 T_2WI 序列扫描参数:TR 4000~6000 ms, TE 80~100 ms, Average 2;层厚 5 mm,层间距 1 mm,视野 $220 \text{ mm} \times 220 \text{ mm} \sim 260 \text{ mm} \times 260 \text{ mm}$,矩阵 320×272 。MRI 增强扫描对比剂采用 Gd-DTPA,剂量 0.1 mmol/kg,以 2~3 mL/s 流率经肘静脉推注。DWI 采用单次激发平面回波成像脉冲序列 SS-EPI 行轴面扫描,扫描参数:TR 4000~6000 ms, TE 9~15 ms,层厚 5 mm,层间距 1 mm,激励次数 2,矩阵为 320×272 ,视野 $220 \text{ mm} \times 220 \text{ mm} \sim 260 \text{ mm} \times 260 \text{ mm}$,扩散敏感系数 b 值取 50、800 s/mm^2 。

3. 影像征象分析及 DWI 图像后处理

由 2 位有 5 年以上影像诊断经验的主治医师采用双盲法对睾丸生殖细胞瘤的常规 MRI 征象进行分析,包括 T_2WI 信号均匀性(瘤内无囊变/坏死、出血即为均匀)、 T_2WI 低信号征象(与对侧睾丸实质进行比较,肿瘤实质 T_2WI 上信号较低)、囊变/坏死区(T_2WI 表现为高信号,增强扫描无强化,被认为是肿瘤内的囊变/坏死区)、瘤内分隔征(肿瘤内 T_2WI 低信号分隔)、包膜(瘤周 T_2WI 低信号环)。将采集的数据传输至 Siemens 后处理工作站(syngo. via),以 FS- T_2WI 及 DWI 上高信号区作为参照,于同层面 ADC 图像病灶最大层面划取 $15 \sim 20 \text{ mm}^2$ 感兴趣区(region of interest, ROI),注意避开坏死、囊变及出血区,由 2 位经验丰富的主治医师测量 ADC 值 3 次,并取其平均值为最终数值。

4. 统计学分析

采用 SPSS 17.0 及 Medcalc Version 12.7 软件进行统计学分析。两位观察者对于 ADC 值的组间一致性检验采用组间相关系数(interclass correlation coefficients, ICC)进行分析($ICC > 0.80$ 为一致性较强,0.61~0.80 为良好,0.41~0.60 为一般,0.11~0.4 为一致性较低)。常规 MRI 征象的组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。运用 Kolmogorov-Smirnov Z 检验计量资料是否符合正态分布,运用 Levene 检验方差齐性,以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。ADC 值的组间比较采用独立样本 t 检验。将有统计学意义的参数纳

入二元 Logistic 回归分析,获得有独立鉴别诊断价值的参数。通过绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算曲线下面积(area under curve, AUC),运用最大约登指数确定 ADC 值的鉴别诊断阈值,计算诊断敏感度、特异度及准确度。对独立影响因素的 AUC 差异性分析采用 Delong 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 精原细胞瘤与 NSGCT 的常规 MRI 征象、ADC 值差异性分析

T_2 WI 均匀性、 T_2 WI 低信号、瘤内分隔征象在精原细胞瘤中多见,坏死、囊变在 NSGCT 中多见,以上

征象的发生率在两种肿瘤间差异有统计学意义($P < 0.05$);瘤周包膜、瘤周侵犯及远处转移在两种肿瘤中的发生率差异不具有统计学意义($P > 0.05$)。两位观察者对 46 例睾丸生殖细胞瘤的 ADC 值一致性分析 ICC 值为 0.903,一致性非常好。精原细胞瘤的平均 ADC 值较 NSGCT 低,差异有统计学意义($P < 0.05$, 表 1, 图 1~3)。

2. 精原细胞瘤与 NSGCT 的多因素 Logistic 及诊断效能分析

将 ADC 值、 T_2 WI 均匀性、 T_2 WI 低信号、瘤内分隔征和囊变/坏死纳入二元 Logistic 回归分析,分析结果显示 ADC 值、囊变/坏死和瘤内分隔征为精原细胞瘤与 NSGCT 两者鉴别的独立影响因素。将上述独立

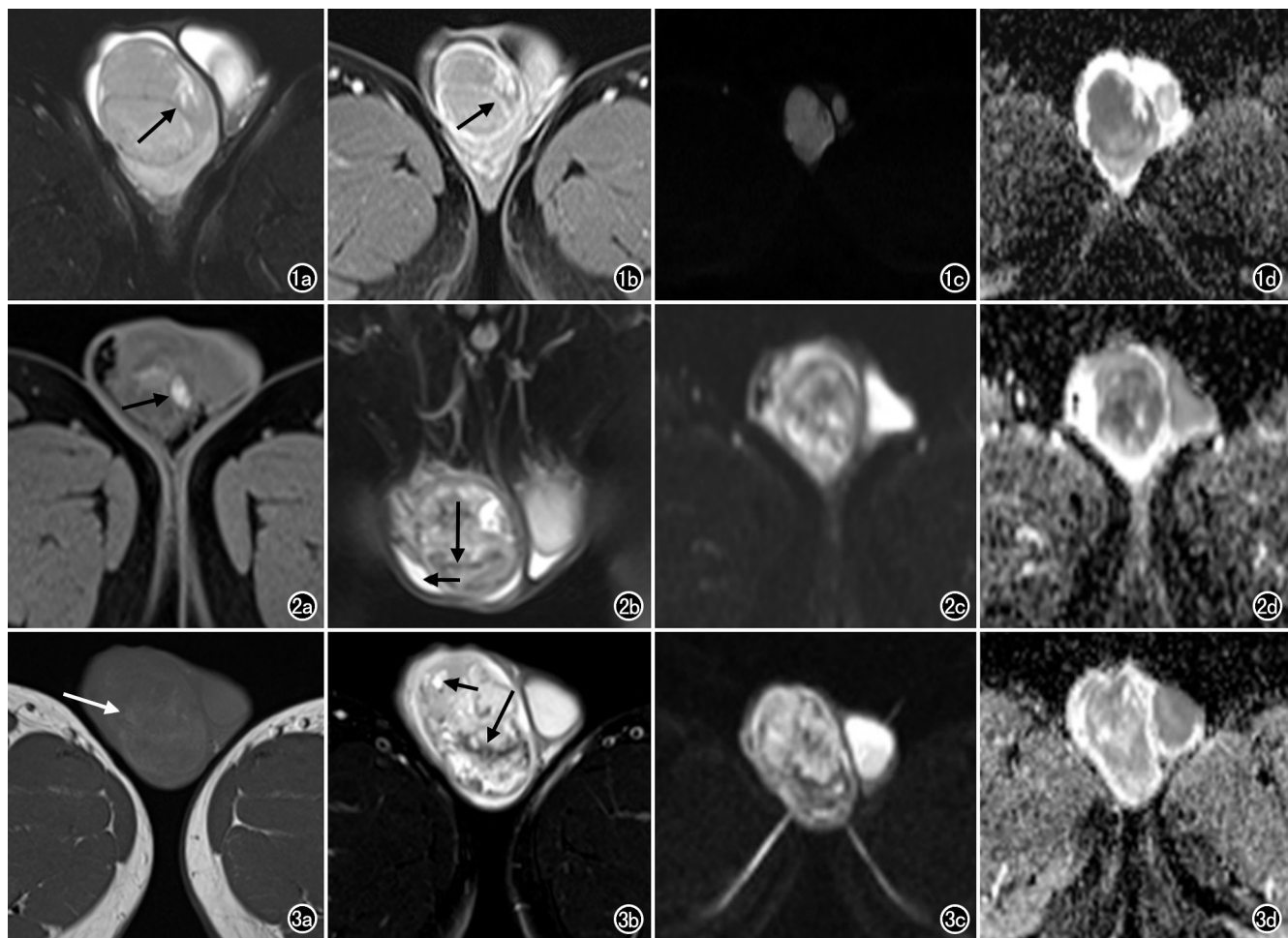


图 1 右侧精原细胞瘤患者,男,37 岁。a) T_2 WI 示病变呈混杂稍低信号,其内见高信号囊变、坏死区及低信号分隔影(箭);b) 增强扫描示低信号分隔强化程度高于周围肿瘤实质(箭);c) DWI 图示病变呈混杂高信号;d) ADC 图示病变呈混杂低信号,ADC 值约 $0.61 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。图 2 右侧混合生殖细胞瘤患者,男 22 岁。a) T_1 WI 示病变呈混杂低信号,其内见斑片状高信号出血灶(箭);b) T_2 WI 示病变呈混杂高信号,其内见斑片状高信号坏死区(短箭)及低信号分隔影(长箭);c) DWI 图示病变呈混杂高信号;d) ADC 图示病变呈混杂低信号,肿瘤实质 ADC 值为 $1.18 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。图 3 右侧睾丸内胚窦瘤患者,男 22 岁。a) T_1 WI 示病变呈混杂低信号,其内见小斑片状出血灶呈高信号(箭);b) T_2 WI 示病变呈混杂高信号,囊变、坏死区呈明显高信号(短箭),瘤内见低信号分隔(长箭);c) DWI 图示病变呈混杂高信号;d) ADC 图示病变呈混杂稍低信号,ADC 值为 $0.99 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

影响因素进行 ROC 曲线分析,结果显示当 ADC 值 $\leq 0.90 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时倾向于诊断为精原细胞瘤。对常规 MRI 征象中囊变/坏死与瘤内分隔征的 AUC 进行比较,差异不具有统计学意义($Z = 0.387, P = 0.699$)。将囊变/坏死和瘤内分隔征两者联合进行诊断,AUC 为 0.803,敏感度为 83.3%,特异度为 57.1%,准确度为 76.1%。将囊变/坏死和瘤内分隔征两者联合进行诊断,与 ADC 值的 AUC 进行比较,差异不具有统计学意义($Z = 0.835, P = 0.404$)。ADC 值、囊变/坏死及瘤内分隔征 3 组联合的诊断效能最高,分别与囊变/坏死、瘤内分隔征 2 组联合及 ADC 值的 AUC 进行比较,差异均具有统计学意义($Z = 2.673, P = 0.008; Z = 1.876, P = 0.041$;表 2~3,图 4)。

表 1 两组常规 MRI 征象及 ADC 值差异性分析 (例)

指标	精原细胞瘤 (n=28)	非精原细胞瘤 (n=18)	χ^2/t 值	P 值
T ₂ WI 信号均匀	14	3	5.225	0.022
T ₂ WI 低信号	18	4	7.769	0.005
瘤内分隔征	23	9	5.347	0.021
坏死、囊变	12	15	7.404	0.007
有包膜	7	4	0.046	0.829
瘤周侵犯	17	10	0.120	0.729
白膜/附睾	13	5	1.600	0.206
睾丸鞘膜	2	2	—	0.639
精索	2	2	—	0.639
阴囊壁	0	1	—	0.391
转移	4	2	—	1.000
ADC 值($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	0.86 ± 0.26	1.08 ± 0.32	-2.619	0.012

讨 论

1.精原细胞瘤与 NSGCT 的常规 MRI 征象比较

精原细胞瘤约占生殖细胞瘤的 40%~50%,肿瘤成分单一,呈多结节融合改变,囊变坏死少见,瘤内含水量低于正常睾丸生精细胞,在 T₂WI 上呈均匀低信号^[5,6],肿瘤间质为分隔样的纤维组织,其内含有微小血管及淋巴细胞^[7-9],增强扫描分隔强化程度高于肿瘤

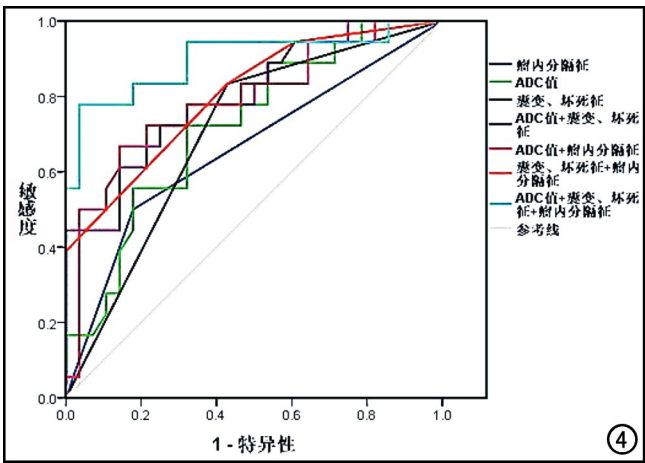


图 4 ADC 值及常规 MRI 征象鉴别精原细胞瘤与 NSGCT 的 ROC 曲线,其中 ADC 值联合囊变/坏死及瘤内分隔征的 AUC 最高,为 0.899。

实质。NSGCT 成分混杂,囊变坏死多见,瘤内局部含水量高于正常睾丸实质,T₂WI 呈混杂高信号,且瘤内分隔少见^[10],如胚胎性癌,好发于 25~35 岁青年男性,肿瘤多较精原细胞瘤小,但侵袭性强,瘤内信号混杂,坏死、囊变多见。卵黄囊瘤:好发于婴幼儿及青少年,血清 AFP 显著升高,富含内胚层窦样粘液质,T₂WI 呈混杂高信号。畸胎瘤呈多囊样改变,脂肪及钙化成分多见,并可见 T₂WI 低信号分隔及包膜,当肿瘤包膜不完整时,提示恶变可能。本研究发现精原细胞瘤的 T₂WI 均匀性、低信号征象及瘤内分隔征象较 NSGCT 多见,而囊变/坏死征象少见,以上征象的发生率在两种肿瘤间差异有统计学意义,与 Tsili 等^[11,12]学者的研究结果一致。但笔者发现瘤周包膜及瘤周侵犯的发生率在两种肿瘤间差异无统计学意义,与 Liu 等^[13]学者的研究结果有所不同,究其原因可能是本研究未将良性表皮样囊肿和皮样囊肿纳入研

表 2 精原细胞瘤与 NSGCT 鉴别诊断的二元 Logistic 分析结果

影响因素	β 值	标准误	Wald 值	OR 值	95%CI	P 值
ADC 值	4.316	1.879	5.273	74.875	1.882~2979.237	0.022
囊变/坏死	-3.367	1.444	5.439	0.034	0.002~0.584	0.020
瘤内分隔征	3.171	1.259	6.347	23.828	2.022~280.796	0.012
T ₂ WI 低信号	2.233	1.457	2.349	9.332	0.536~162.373	0.125
T ₂ WI 信号均匀性	-1.677	1.619	1.073	0.187	0.008~4.463	0.300

表 3 ADC 值及常规 MRI 征象对精原细胞瘤与 NSGCT 的鉴别诊断效能

指标	AUC	95%CI	Cutoff 值	最大约登指数	敏感度 (%)	特异度 (%)	准确度 (%)
ADC 值	0.722	0.574~0.871	$0.90 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$	0.401	72.2	67.9	67.4
瘤内分隔征	0.661	0.540~0.828	—	0.421	60.0	82.1	69.6
囊变/坏死	0.702	0.549~0.856	—	0.404	83.3	57.1	67.4
ADC 值+囊变/坏死	0.801	0.669~0.932	—	0.572	72.2	75.0	71.7
ADC 值+瘤内分隔征	0.791	0.651~0.930	—	0.508	72.2	79.6	76.1
囊变/坏死+瘤内分隔征	0.803	0.672~0.933	—	0.404	83.3	57.1	76.1
ADC 值+囊变/坏死+瘤内分隔征	0.899	0.790~0.999	—	0.671	77.8	89.3	89.1

究中。笔者对有鉴别价值的常规 MRI 征象进行二元 Logistic 回归分析,结果显示坏死/囊变、瘤内分隔征为两者鉴别的独立影响因素,且诊断效能无差异。

2.DWI 对精原细胞瘤与 NSGCT 的鉴别诊断价值

精原细胞瘤体积较大时可出现坏死、囊变,部分 NSGCT 亦可见瘤内分隔征象,而且影像医师在观察这些影像特点时存在主观性,所以寻求对睾丸精原细胞瘤与 NSGCT 量化鉴别的影像手段具有重要意义,亦是对常规 MRI 特征的有效补充。DWI 是基于水分子高斯运动的功能成像技术,睾丸肿瘤的细胞密度、排列方式及肿瘤基质的纤维化等使瘤内水分子自由扩散受限越明显,ADC 值越低。本研究发现精原细胞瘤的平均 ADC 值小于 NSGCT,差异具有统计学意义,病理基础为精原细胞瘤细胞成分单一,排列紧密,肿瘤细胞弥漫浸润睾丸实质,致细胞外水分子扩散受限明显,ADC 值较低;而 NSGCT 细胞成分多样,排列疏松,相应组织内水分子扩散受限程度没有精原细胞瘤明显,ADC 值较高。本研究结果显示当 $ADC \leq 0.90 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,更倾向于诊断为精原细胞瘤,诊断敏感度为 72.2%,特异度为 67.9%,准确度为 67.4%。而 Tsili 等^[14]学者亦发现 ADC 值对鉴别精原细胞瘤与 NSGCT 有很高的诊断效能,并建议以 $ADC = 0.68 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 作为诊断阈值,与本研究有所差异,究其原因,首先是病变种类的选取有所不同;另外与机器设备类型、参数设置及 ROI 的选取方法不同有关^[15]。

3.联合常规 MRI 及 DWI 对精原细胞瘤与 NSGCT 的鉴别诊断价值

本研究结果显示 ADC 值、囊变/坏死及瘤内分隔征象为鉴别精原细胞瘤与 NSGCT 的独立影响因素,其中囊变/坏死征象对诊断 NSGCT 的敏感度最高,瘤内分隔征象对诊断精原细胞瘤的特异度、敏感度最高;而 $ADC \leq 0.90 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 对精原细胞瘤的诊断效能(AUC)较高,可定量弥补常规 MRI 征象的不足;笔者发现将 ADC 值、囊变/坏死及瘤内分隔征象三组联合,诊断效能高于单一 ADC 值或常规组合(囊变/坏死及瘤内分隔征象),进一步证实了 ADC 值与常规 MRI 征象联合诊断的价值。

本研究存在以下局限性:首先,样本量较小,存在选择偏倚,亦未对 NSGCT 的不同组织学亚型进行分组分析,但本研究纳入了 46 例患者,样本量仍大于多数国内外文献报道;值得注意的是笔者未将表皮样囊肿和皮样囊肿纳入本研究中,因其为良性病变,治疗方法与恶性病变明显不同,且睾丸 MRI 平扫及增强扫描对其具有较好的诊断价值。其次,常规 MRI 特征的评估具有一定主观性。

综上所述,当 $ADC \leq 0.90 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、瘤内

分隔征象多见而少有囊变/坏死时倾向于诊断为精原细胞瘤,反之则诊断为 NSGCT。联合运用 DWI 及常规 MRI 征象,对睾丸精原细胞瘤与 NSGCT 具有较高的鉴别诊断效能,能够为临床选择治疗方案提供有价值的信息,值得推广。

参考文献:

- [1] Bahrami A, Ro JY, Ayala AG. An overview of testicular germ cell tumors[J]. Arch Pathol Lab Med, 2007, 131(8): 1267-1280.
- [2] Oldenburg J, Fossä SD, Nuver J, et al. Testicular seminoma and non-seminoma: ESMO clinical practice guidelines for diagnosis, treatment and follow-up[J]. Ann Oncol, 2013, 24(Suppl 6): vi125-vi132.
- [3] Thomas LJ, Brooks MA, Stephenson AJ. The role of imaging in the diagnosis, staging, response to treatment, and surveillance of patients with germ cell tumors of the testis[J]. Urol Clin North Am, 2019, 46(3): 315-331.
- [4] Backens M. Basic principles and technique of diffusion-weighted imaging and diffusion tensor imaging[J]. Radiologe, 2015, 55(9): 762-770.
- [5] Mittal PK, Abdalla AS, Chatterjee A, et al. Spectrum of extratesticular and testicular pathologic conditions at scrotal MR imaging[J]. Radiographics, 2018, 38(3): 806-830.
- [6] Mathur M, Mills I, Spektor M. Magnetic resonance imaging of the scrotum: pictorial review with ultrasound correlation[J]. Abdom Radiol (NY), 2017, 42(7): 1929-1955.
- [7] 李子园, 管民, 史立刚, 等. 睾丸精原细胞瘤与非精原生殖细胞瘤的影像表现[J]. 中华放射学杂志, 2015, 49(6): 445-448.
- [8] Marko J, Wolfman DJ, Aubin AL, et al. Testicular seminoma and its mimics: from the radiologic pathology archives[J]. Radiographics, 2017, 37(4): 1085-1098.
- [9] Tsili AC, Giannakis D, Sylakos A, et al. MR imaging of scrotum[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2014, 22(2): 217-238.
- [10] Tsili AC, Sofikitis N, Stiliara E, et al. MRI of testicular malignancies[J]. Abdom Radiol (NY), 2019, 44(3): 1070-1082.
- [11] Tsili AC, Argyropoulou MI, Giannakis D, et al. Diffusion-weighted MR imaging of normal and abnormal scrotum: preliminary results[J]. Asian J Androl, 2012, 14(4): 649-654.
- [12] Tsili AC, Tsampoulas C, Giannakopoulos X, et al. MRI in the histologic characterization of testicular neoplasms[J]. AJR Am J Roentgenol, 2007, 189(6): W331-W337.
- [13] Liu R, Lei Z, Li A, et al. Differentiation of testicular seminoma and nonseminomatous germ cell tumor on magnetic resonance imaging[J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(45): e17937.
- [14] Tsili AC, Sylakos A, Ntorkou A, et al. Apparent diffusion coefficient values and dynamic contrast enhancement patterns in differentiating seminomas from nonseminomatous testicular neoplasms[J]. Eur J Radiol, 2015, 84(7): 1219-1226.
- [15] Tsili AC, Ntorkou A, Astrakas L, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the characterization of testicular germ cell neoplasms: effect of ROI methods on apparent diffusion coefficient values and interobserver variability[J]. Eur J Radiol, 2017, 89(4): 1-6.

(收稿日期: 2020-12-16 修回日期: 2021-03-07)