

· 头颈部影像学 ·

扩散峰度成像及动态增强 MRI 鉴别腮腺多形性腺瘤与 Warthin 瘤

胡涛, 刘琼, 邹玉坚, 姚兆友, 方学文

【摘要】 目的:探讨扩散峰度成像(DKI)及动态对比增强磁共振成像(DCE-MRI)鉴别诊断腮腺多形性腺瘤(PA)与 Warthin 瘤的价值。**方法:**回顾性分析经病理证实的 13 例腮腺 PA 患者及 21 例 Warthin 瘤(31 个病灶)患者的临床及影像资料。比较定量参数平均峰度(MK)值、平均扩散率(MD)值及半定量参数时间信号强度曲线(TIC)的组间差异,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析组间差异有统计学意义的参数对 PA 与 Warthin 瘤的鉴别诊断效能。**结果:**PA 组患者的年龄 $[(37.9 \pm 10.8) \text{岁}]$ 小于 Warthin 瘤组 $[(64.2 \pm 11.2) \text{岁}]$,差异有统计学意义($t = -6.71, P < 0.0001$);PA 组男女比例(7:6)与 Warthin 瘤组(17:4)相比差异无统计学意义($P = 0.1300$)。PA 组与 Warthin 瘤组的动态增强 TIC 曲线类型差异有统计学意义($\chi^2 = 34.3280, P = 0.0000$),PA 组以 I 型为主,Warthin 瘤组以 II、III 型为主。PA 组的 MD 值 $[(1.9337 \pm 0.5528) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}]$ 高于 Warthin 瘤组 $[(1.2664 \pm 0.3474) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}]$,差异有统计学意义($F = 8.015, P = 0.0070$),PA 组的 MK 值 (0.5151 ± 0.1375) 低于 Warthin 瘤组 (1.0291 ± 0.1809) ,差异有统计学意义($F = 28.623, P = 0.0000$)。以 MD 值 $> 1.671 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 诊断为 PA,鉴别诊断 PA 与 Warthin 瘤的曲线下面积(AUC)为 0.8387,敏感度为 76.92%,特异度为 87.10%;以 MK 值 < 0.7861 诊断为 PA,鉴别诊断两者的 AUC 为 0.9876,敏感度为 100%,特异度为 90.32%;以 I 型曲线诊断为 PA,II 或 III 型曲线诊断为 Warthin 瘤,鉴别诊断两者的 AUC 为 0.8883 ($P < 0.05$),敏感度为 84.6%,特异度为 100%。**结论:**PA 与 Warthin 瘤的 TIC 类型、MD 值、MK 值差异均有统计学意义,DKI 及 DCE-MRI 有助于鉴别多形性腺瘤与 Warthin 瘤。

【关键词】 腮腺肿瘤; 腺淋巴瘤; 腺瘤, 多形性; 诊断, 鉴别; 扩散峰度成像; 磁共振成像

【中图分类号】 R739.91; R445.2 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)09-1089-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.09.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Application value of DKI and DCE-MRI in the differential diagnosis of parotid pleomorphic adenoma and Warthin tumor HU Tao, LIU Qiong, ZOU Yu-jian, et al. Department of Radiology, Dongguan People's Hospital, Guangdong 23000, China

【Abstract】 Objective: To investigate the value of diffusional kurtosis imaging (DKI) and dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) in the differential diagnosis of parotid pleomorphic adenoma (PA) and Warthin tumor. **Methods:** The clinical and imaging data of 13 patients with PA and 21 patients with Warthin tumor (31 lesions) confirmed by pathology were analyzed retrospectively. Differences of quantitative parameters [mean kurtosis (MK), and mean diffusivity (MD)] and semi-quantitative [time signal intensity curve (TIC)] between the two groups were compared. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the diagnostic efficacy of statistically significant parameters between groups in distinguishing PA from Warthin tumor. **Results:** The age of PA group was significantly younger than those of Warthin tumor group (37.9 ± 10.8 vs. 64.2 ± 11.2 years, $t = -6.71, P < 0.0001$). There was no statistically significant difference in the male to female ratio between PA and Warthin tumor group (7:6 vs. 17:4, $P = 0.1300$). There were significant differences in TIC types between the two entities ($\chi^2 = 34.3280, P < 0.001$). PA group was mainly type I, Warthin tumor group was mainly type II and III. The MD value of PA group was higher than that of

作者单位: 523000 广东, 广东省东莞市人民医院放射科(胡涛, 邹玉坚, 方学文), 亚健康管理中心(刘琼), 口腔颌面外科(姚兆友)

作者简介: 胡涛(1980—), 男, 湖北孝感人, 硕士, 副主任医师, 主要从事中枢神经系统及头颈部影像诊断工作。

通讯作者: 方学文, E-mail: 1264968430@qq.com

the Warthin tumors ($1.9337 \pm 0.5528 \times 10^{-3}$ vs. $1.2664 \pm 0.3474 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $F = 8.015$, $P = 0.0070$). The MK value of PA group was significantly lower than that of Warthin tumor group (0.5151 ± 0.1375 vs. 1.0291 ± 0.1809 , $F = 28.623$, $P < 0.001$). The area under the curve (AUC), sensitivity, specificity, and the cutoff value for differentiating PA from Warthin tumor for MD and MK were as follows: MD, 0.8387, 76.92%, 87.10%, and $1.671 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; MK, 0.9876, 100%, 90.32%, and 0.7861, respectively. When the type I curve was used to diagnose PA, and the type II or III curve was used to diagnose Warthin tumor, the AUC, sensitivity, specificity, were 0.8883, 84.6%, and 100%, respectively. **Conclusion:** The differences in TIC types, MD, and MK value between PA and Warthin tumors were statistically significant. DKI and DCE-MRI were helpful to distinguish PA from Warthin tumors.

【Key words】 Parotid gland tumor; Adenolymphoma; Adenoma, pleomorphic; Diagnosis, differential; Diffusional kurtosis imaging; Magnetic resonance imaging

多形性腺瘤(pleomorphic adenoma, PA)和 Warthin 瘤(又称腺淋巴瘤)是腮腺最常见的两种良性肿瘤,分别占腮腺良性肿瘤的 80% 和 10%^[1],由于不同的生物学行为,两种肿瘤的临床手术方案及预后有所不同,而且 PA 的术后复发率及恶变率高于 Warthin 瘤^[2],因此术前准确鉴别诊断有利于手术方案制定及预后评估。MSCT、常规扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)及基于 DWI 的直方图分析、体素内不相干运动扩散加权成像(intravoxel incoherent motion diffusion weighted imaging, IVIM-DWI)等对腮腺肿瘤的鉴别有一定作用^[3-7];但 MSCT 有辐射,常规 DWI、IVIM-DWI 没有考虑水分子的非高斯扩散运动情况,有一定不足,同时部分 PA 和 Warthin 瘤的临床、影像表现有重叠,增加了鉴别难度。扩散峰度成像(diffusional kurtosis imaging, DKI)基于水分子在生物体内的非高斯扩散运动的真实状态,可以检测并量化肿瘤内水分子偏离高斯扩散运动的程度和大小,弥补了这一不足。目前,DKI 广泛应用于中枢神经系统、消化系统、生殖系统等^[8-10],在腮腺疾病特别是肿瘤中的应用较少,仅有少量报道^[11-13]。动态对比增强磁共振成像(dynamic contrast enhanced MRI, DCE-MRI)是一种较为成熟的用于腮腺肿瘤的 MRI 技术,既能做定量分析,也可通过初始信号强度(previous signal intensity, SI_{pre})、最大信号强度(maximum signal intensity of enhancement, SI_{max})、增强终末信号强度(signal intensity of the end of enhancement, SI_{end})、清除率(wash-out ratio, WR)、达峰时间(time to peak, TTP)、信号强度时间曲线(time-intensity curve, TIC)等参数来反映肿瘤组织的微血管分布、血流灌注、血管通透性等特性,能对肿瘤的血流动力学进行半定量分析,其中 TIC 类型是一种综合性指标,能直观、准确地反映肿瘤的动态强化特征,是反映肿瘤血供情况的最佳指标之一。本研究通过分析

DKI 联合 DCE-MRI 对 PA、Warthin 瘤的鉴别价值及诊断效能,旨在探讨其鉴别诊断 PA 与 Warthin 瘤的价值。

材料与方法

1. 病例资料

收集我院 2018 年 2 月—2020 年 12 月经病理证实的腮腺 PA 患者 13 例和 Warthin 瘤患者 21 例。13 例腮腺 PA 患者共 13 个病灶,其中单发病灶 12 例;21 例 Warthin 瘤患者共 31 个病灶,其中单发病灶 12 例,2 个病灶 6 例,3 个病灶 2 例;1 例患者同时发生 PA 和 Warthin 瘤各 1 个病灶。入组的 PA 患者中男 7 例,女 6 例,平均年龄(37.9 ± 10.8)岁;病灶位于右侧 11 例,左侧 2 例,5 个位于浅叶,7 个跨深浅叶,1 个深叶;最大截面面积为(5.9 ± 3.4)cm²。入组的 21 例 Warthin 瘤患者中男 17 例,女 4 例,平均年龄(64.2 ± 11.2)岁,31 个病灶中 8 例 8 个病灶位于右侧,5 例 5 个病灶位于左侧,8 例 18 个病灶(其中 6 例左右各 1 个病灶,2 例各 3 个病灶)位于双侧;17 个病灶位于浅叶,12 个跨深浅叶,2 个深叶;肿块最大截面面积为(4.7 ± 3.6)cm²。34 例患者中 32 例表现为耳后无痛性肿块,2 例表现为耳后肿块突然肿大伴疼痛,病程 1 天~4 年。

病例纳入标准:①病理证实为腮腺多形性腺瘤或 Warthin 瘤;②术前同时行常规 MRI、DCE-MRI 及 DKI 检查;③行 MRI 前未经手术、活检或其他治疗;④腮腺区图像无明显金属伪影或变形;⑤肿块直径 > 10 mm。病例排除标准:①腮腺区有明显伪影或图像扭曲变形;②MRI 检查前有腮腺肿块活检或手术史。

2. 检查方法

MRI 检查采用 Philips Achieva 1.5T Initial System 超导型 MR 仪及 16 通道相控阵头颈联合线圈,34 例患者依次行 MRI 平扫、DKI、DCE-MRI 及常规增强轴面、冠状面、矢状面扫描。

常规 MRI 扫描参数: TSE 序列 T₂WI 轴面, TR 4964 ms, TE 120 ms, 矩阵 288×189, 视野 230 mm×210 mm, 层厚 4 mm, 层间距 0.4 mm, 扫描时间 1 分 12 秒; TSE 序列 T₁WI 轴面, TR 535 ms, TE 15 ms, 矩阵 201×288, 视野 230 mm×210 mm, 扫描时间 1 分 08 秒; STIR 冠状面, TR/TI 2941/160 ms, TE 60 ms, 矩阵 175×256, 视野 220 mm×210 mm, 层厚 4 mm, 层间距 0.4 mm, 扫描时间 1 分 25 秒; T₁WI 抑脂增强轴面, 参数与平扫 T₁WI 轴面相同; T₁WI 抑脂增强冠状面, TR 535 ms, TE 15 ms, 矩阵 256×256, 视野 240 mm×240 mm, 层厚 4 mm, 层间距 0.4 mm; T₁WI 增强矢状面: TR 535 ms, TE 15 ms, 矩阵 256×256, 视野 230 mm×220 mm, 层厚 4 mm, 层间距 0.4 mm。增强扫描对比剂应用马根维显, 剂量 0.2 mmol/Kg, 经肘正中静脉注入, 流率 3 mL/s, 注射完毕后 15 mL 生理盐水冲管。

DCE-MRI 扫描参数: 采用 FFE/3DT1/WATS 序列, TR/TE 12/6.2 ms, 空扫 1~2 期后注射对比剂, 共 24 个动态, 0 间隔, 每个动态 10.8 s, 视野 270 mm×262 mm, 层厚 10 mm, 层间距 5 mm, 矩阵 250×189, 总扫描时间 4 分 20 秒。

DKI 扫描参数: 采用 EPI/SE/SPIR 序列扫描, TR 4558 ms, TE 90 ms, 层厚 4.0 mm, 层间距 0.4 mm, 矩阵 112×110, 视野 224 mm×224 mm, b 值为 0、1000、2000 s/mm², 正交扩散敏感梯度方向数为 medium (15 个方向), 激励次数为 2, 总采集时间 4 分 2 秒。

3. 图像分析及后处理

将 DKI 原始图像以 DICOM 格式导出, 经 dcm2niigui 软件将格式转换成 *.nii 格式, 导入第三方后处理软件 (MITK-Diffusion) 进行后处理, 获得参数平均峰度 (mean kurtosis, MK) 值、平均扩散率 (mean diffusivity, MD) 值, 并生成相应的伪彩图。结合常规 T₂WI、T₁WI、T₁WI 抑脂增强, 在 b=0 s/mm² 图上选取实性强化区域手动勾画感兴趣区 (region of interest, ROI), 范围平均约 20 个像素大小, 尽量避开坏死、囊变、出血区域, 随机选取 3 个 ROI 测值并取平均值。将 DCE-MRI 数据发送到机器自带的均值曲线应用软件处理, 选取实性强化区域手动勾画 ROI (部位与 DKI 所选 ROI 相同), 大小约 30 mm², 记录 TIC 曲线类型。TIC 形态可分以下 4 个类型: I 型, 持续上升型 (TTP>120 s); II 型, 速升速降型 (TTP≤120 s, WR 值≥30%); III 型, 速升缓降型 (TTP≤120 s, WR 值<30%); IV 型, 平坦型, 无强化。

4. 统计学分析

应用 SAS 8.01 软件比较两组患者的年龄差异, 进行正态分布及方差齐性检验后, 采用两独立样本 *t*

检验进行组间比较。MD 值、MK 值两组间的比较需要控制年龄的影响, 采用协方差分析, 且 MK 值需倒数化处理, 以便在协方差分析时保持方差齐性。应用 SPSS 22.0 软件及 Fisher 精确概率法比较两组患者的性别差异, TIC 类型的比较采用 R×C 列联精确概率法, 并采用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线分析 MK 值、MD 值、TIC 类型对 PA 与 Warthin 瘤的鉴别诊断效能, 根据约登指数选取阈值, 计算鉴别诊断的敏感度、特异度、准确度及曲线下面积 (area under curve, AUC)。最后采用 GraphPad Prism 8.4.2 绘制 ROC 曲线。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组患者一般资料比较

PA 组患者的年龄小于 Warthin 组, 差异有统计学意义 (*P*<0.05, 表 1); 两组间的男女比例差异无统计学意义 (*P*>0.05, 表 1)。

表 1 2 组患者的一般资料及动态增强 TIC 曲线类型比较

指标	PA 组	Warthin 组	χ ² / <i>t</i> 值	<i>P</i> 值
例数	13	21(31)		
年龄 (岁)	37.9±10.8	64.2±11.2	-6.71	<0.0001
性别 (例)				0.1300
男	7	17		
女	6	4		
TIC 曲线类型 (例)			34.3280	0.0000
I	11	0		
II	0	14		
III	2	17		
IV	0	0		

注: 括号内为病灶数, 括号外为患者数。

2. 两组患者 DCE-MRI 结果比较

PA 组与 Warthin 瘤组的 TIC 类型差异有统计学意义 (*P*<0.05, 表 1), PA 组以 I 型为主 (I 型占 84.6%, 图 1), Warthin 瘤组以 II、III 型为主 (分别占 45.2%、54.8%, 图 2)。

3. 两组患者 DKI 结果比较

PA 组与 Warthin 瘤组的 MD 值、MK 值差异均有统计学意义 (*P* 值均<0.05, 表 2); 典型 PA、Warthin 瘤的 MD 值伪彩图、MK 值伪彩图见图 1c、1d、1f 和图 2c、2d、2f。

表 2 PA 组与 Warthin 组患者的 DKI 参数 MD 值、MK 值比较

指标	PA 组	Warthin 组	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
例数	13	21(31)		
MD (×10 ⁻³ mm ² /s)	1.9337±0.5528	1.2664±0.3474	8.015	0.0070
MK	0.5151±0.1375	1.0291±0.1809	28.623	0.0000

注: 括号内为病灶数, 括号外为患者数。

4. DKI 及 DCE-MRI 鉴别诊断 PA 与 Warthin 瘤的效能

ROC 曲线分析结果显示 MD 值鉴别 PA 与 War-

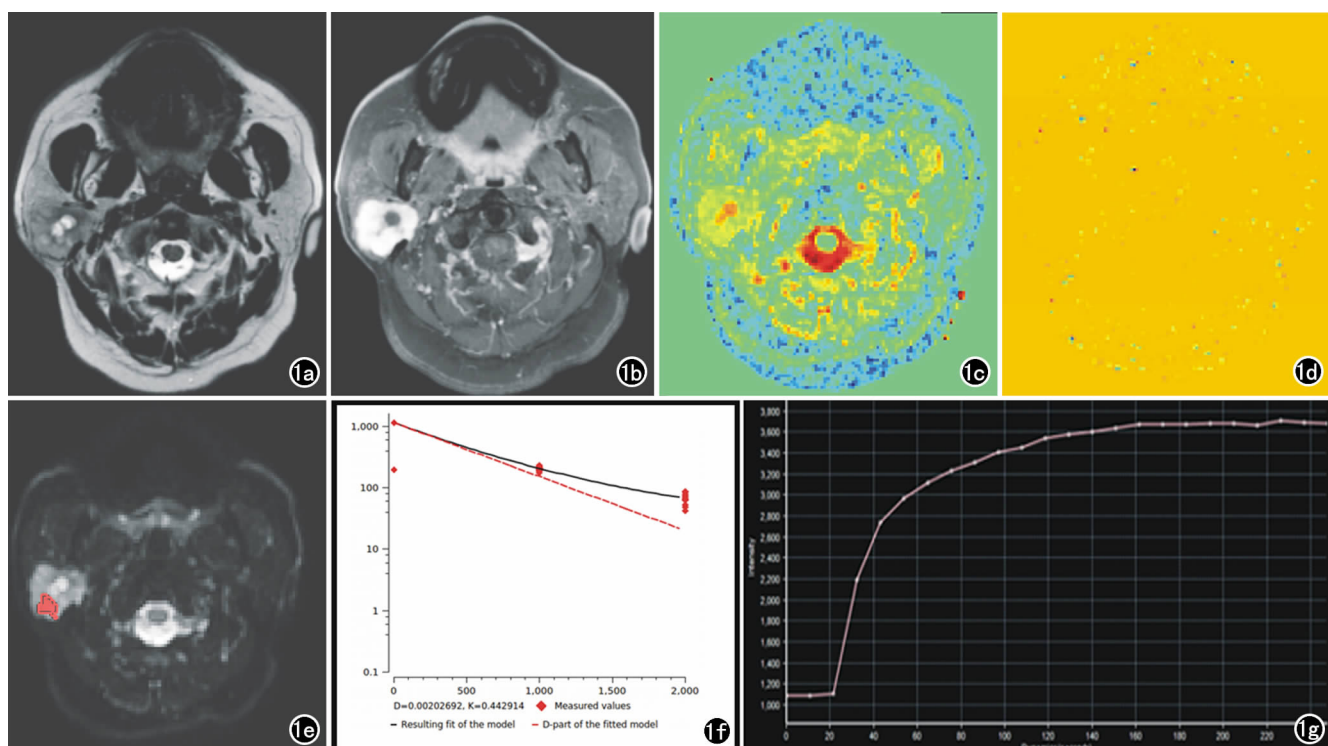


图1 右侧腮腺多形性腺瘤患者,男,56岁。图1c~d红色代表参数值较高,蓝色代表参数值较低。a)轴面 T_2 WI 图像; b)轴面 T_1 WI 抑脂增强扫描图像; c) MD 值伪彩图; d) MK 值伪彩图; e) $b=0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 图上选取 ROI; f) DKI 模型拟合计算的多形性腺瘤 MD 值 $=2.0270 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, MK 值 $=0.4429$; g) DCE-MRI 绘制的 TIC 曲线呈 I 型。

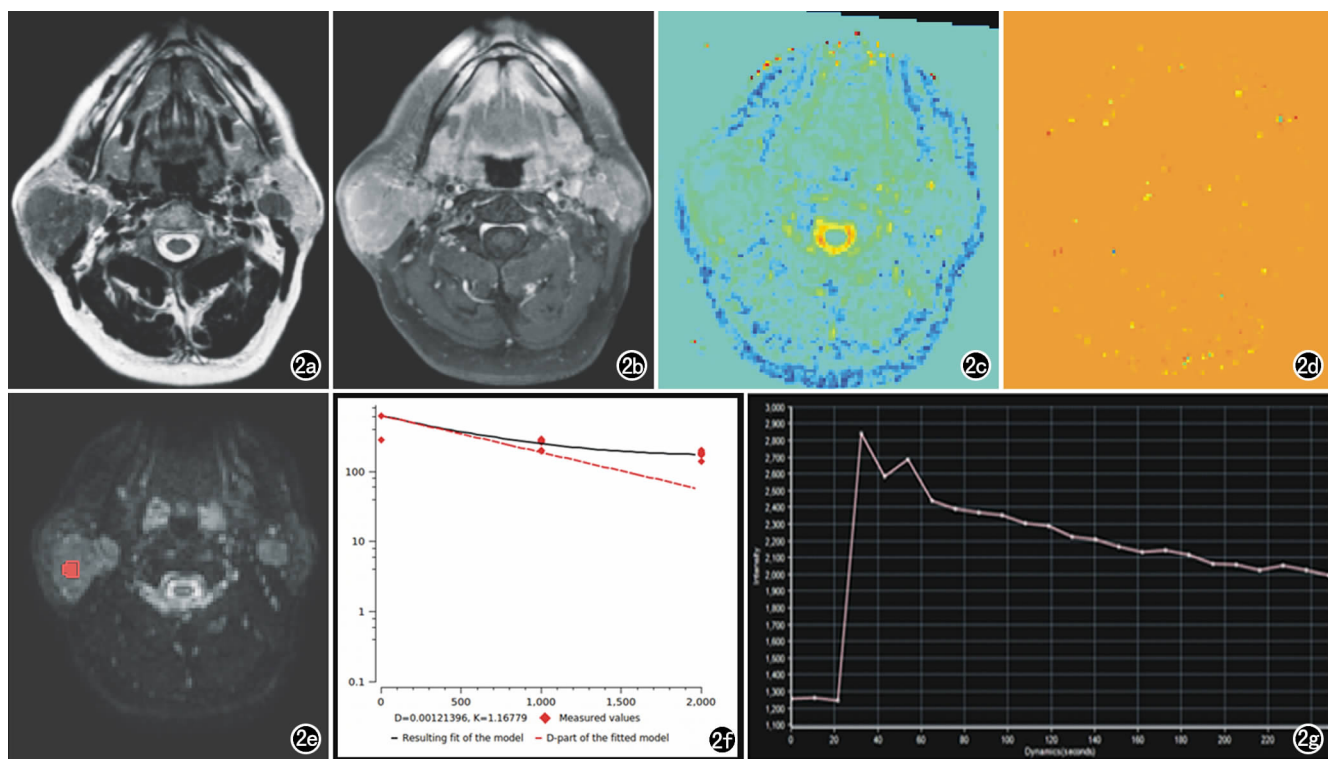


图2 右侧腮腺 Warthin 瘤患者,男,53岁。图2c~d红色代表参数值较高,蓝色代表参数值较低。a)轴面 T_2 WI 图像; b)轴面 T_1 WI 抑脂增强扫描图像; c) MD 值伪彩图; d) MK 值伪彩图; e) $b=0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 图上选取 ROI; f) DKI 模型拟合计算的 Warthin 瘤 MD 值 $=1.2140 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, MK 值 $=1.1678$; g) DCE-MRI 绘制的 TIC 曲线呈 III 型。

表 3 MD 值、MK 值、TIC 类型区分多形性腺瘤与 Warthin 瘤的 ROC 曲线分析结果

指标	诊断截点	曲线下面积	95% 置信区间	P 值	敏感度 (%)	特异度 (%)	准确度 (%)
MD($10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	1.671	0.8387	(0.6851, 0.9923)	0.0004	76.92	87.10	84.1
MK	0.7861	0.9876	(0.9642, 1.0000)	<0.0001	100	90.32	93.2
TIC 类型	I / (II、III)	0.8883	(0.7402, 1.000)	<0.0001	84.60	100	95.5

thin 瘤的 AUC 为 0.8387, 95% CI 为 0.6851 ~ 0.9923, 以 MD 值 $>1.671 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 诊断为 PA, 诊断敏感度为 76.92%, 特异度为 87.10%, 准确度 84.1%; MK 值鉴别 PA 与 Warthin 瘤的 AUC 为 0.9876, 95% CI 为 0.9642 ~ 1.000, 以 MK 值 <0.7861 诊断为 PA 的敏感度为 100%, 特异度为 90.32%, 准确度为 93.2%; TIC 曲线类型鉴别 PA 与 Warthin 瘤的 AUC 为 0.8883, 95% CI 为 0.7402 ~ 1.000, 以 I 型曲线诊断为 PA、II 或 III 型诊断为 Warthin 瘤, 其诊断敏感度为 84.6%, 特异度为 100%, 准确度为 95.5%(表 3、图 3)。

讨 论

DKI 与传统的 DWI、IVIM-DWI、DTI 等相比, 更能反映水分子在人体内扩散的真实状态, 后三者是基于水分子扩散呈理想状态的高斯运动的假设, 前者则基于组织内水分子扩散呈非高斯运动的假设。真实情况下, 生物组织内水分子扩散因为受到肿瘤内细胞密度、细胞膜屏障、细胞内外间隔、新生血管等多种因素的影响, 导致水分子呈非高斯扩散运动^[14]。DKI 通过至少 3 个 b 值、15 个以上正交方向扩散梯度场的施加, 可检测生物体内水分子偏离高斯扩散运动的信息, 并进行量化, 其中 MD 值、MK 值等参数可反映组织内水分子非正态高斯扩散运动的大小、程度。DKI 中

MD 值表示利用 K 值校正之后多个方向扩散系数的平均值, MK 值指所有梯度方向的扩散峰度平均值, 组织结构越复杂, 水分子扩散受限越明显, MD 值越小, MK 值越大, 反之 MD 值越大, MK 值越小。

MK 值主要反映组织结构相关的特性, 与肿瘤细胞密度和新生血管等呈正比^[15], 而 MD 值主要反映水分子扩散情况。有学者对腮腺良、恶性肿瘤的 MK、MD 值进行比较^[16,17], 但未对 PA 与 Warthin 瘤进行比较。潘桂海等^[18]应用 DWI 鉴别 PA 与 Warthin 瘤, 发现腮腺混合瘤的 ADC 平均值为 $1.527 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 明显高于腺淋巴瘤 ($0.803 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)。叶德华等^[4]采用 IVIM-DWI 技术研究腮腺肿瘤, 发现 PA 的 D 值、D* 值高于 Warthin 瘤, 但未对 ADC 值或 MD 值的诊断效能做进一步探讨。本研究结果显示, 以 MD 值 $=1.671 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 为诊断截点, 鉴别 PA 与 Warthin 瘤的效能达 0.8387。有学者应用 DKI 鉴别腮腺肿瘤的良恶性, 但未用来鉴别 PA 与 Warthin 瘤^[16,17]。本研究结果显示, PA 的 MK 值小于 Warthin 瘤, MD 值大于 Warthin 瘤。PA 与 Warthin 瘤具有不同的组织病理学特点, PA 组织结构较松散, 组织结构空间相对简单, 细胞核的异型性小, 间质中血管增生程度较低; 而 Warthin 瘤具有丰富的上皮组织细胞, 形成不规则的大腺管及微囊腔, 丰富的增生淋巴组织形成淋巴滤泡, 瘤体内间质微血管丰富、细胞分布密集, 细胞外间隙较少, 这导致两者的 MK 值、MD 值有所不同。

本研究结果显示, PA 组患者的年龄小于 Warthin 瘤组, 与相关文献报道相似^[19]; PA 组中男女比例差异不大, 而 Warthin 瘤组中男性明显多于女性, 但两组的性别比例差异无统计学意义, 与相关文献报道相符^[20,21]。DCE-MRI 可反映肿瘤组织的微血管分布、血流灌注、血管通透性等特性, 能对肿瘤的血流动力学进行半定量分析, 其中 TIC 是最佳指标之一, 较多学者采用 TIC 指标进行相关研究^[18,22]。既往对于腮腺肿瘤的研究中采用 DCE-MRI 技术的较多, 也有联合 DWI 和 DCE-MRI 的研究^[18,22,23], 但尚未见 DCE-MRI 和 DKI 的多参数研究, 本研究采用 DCE-MRI 及 DKI 的多参数研究。本研究结果显示, PA 的 TIC 曲线类型主要为 I 型, Warthin 瘤的 TIC 曲线类型主要为 II、III 型, 与文献报道相符^[23,24]。PA 与 Warthin 瘤的 TIC 类型之所以不同, 主要是因为 PA 血管密度低,

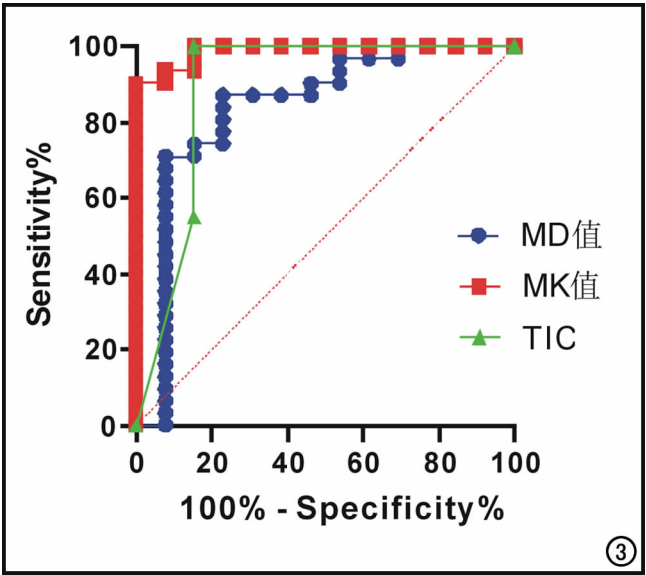


图 3 MD 值、MK 值、TIC 鉴别诊断 Warthin 瘤与多形性腺瘤的 ROC 曲线。

细胞-间质比例小,细胞外间隙相对大,对比剂进入慢,保留时间长;而 Warthin 瘤具有较高的血管密度、高细胞-间质比例,细胞外间隙相对小,对比剂进入快,保留时间短。

ROC 曲线分析结果显示,MD 值、MK 值、TIC 类型对 PA 与 Warthin 瘤的鉴别诊断效能较高,AUC 分别为 0.8387、0.9876、0.8883,且具有较高的敏感度、特异度及准确度。根据 95% 置信区间来看,3 个指标鉴别诊断 PA 与 Warthin 瘤的效能差异并无统计学意义,但单从数值上看,MK 值的鉴别诊断效能最高,TIC 类型其次,MD 值最低;这表明对鉴别 PA 与 Warthin 瘤来说,DKI 较传统扩散成像(DWI、DTI、IVIM-DWI)、DCE-MRI 可能具有更高的价值。

综上所述,PA 与 Warthin 瘤的 MD 值、MK 值及 TIC 曲线类型差异均有统计学意义,在临床、常规影像鉴别两者存在困难时,DKI 及 DCE-MRI 可能会发挥重要作用。

参考文献:

- [1] Comoglu S, Ozturk E, Celik M, et al. Comprehensive analysis of parotid mass: A retrospective study of 369 cases[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2018, 45(2): 320-327.
- [2] Hellquist H, Paiva-Correia A, Vander PV, et al. Analysis of the clinical relevance of histological classification of benign epithelial salivary gland tumours[J]. *Adv Ther*, 2019, 36(8): 1950-1974.
- [3] 徐艾军, 杨志, 邱洪全, 等. MSCT 联合 DCE-MRI 定量参数鉴别腮腺肿瘤类型的价值观察[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2020, 18(2): 81-83.
- [4] 叶德华, 吴倩, 侯锦路, 等. 体素内不相干运动扩散加权成像在腮腺肿瘤鉴别诊断中的价值[J]. *实用放射学杂志*, 2020, 36(3): 388-391.
- [5] Yamamoto T, Kimura H, Hayashi K, et al. Pseudo-continuous arterial spin labeling MR images in Warthin tumors and pleomorphic adenomas of the parotid gland: qualitative and quantitative analyses and their correlation with histopathologic and DWI and dynamic contrast enhanced MRI findings[J]. *Neuroradiology*, 2018, 60(8): 803-812.
- [6] 雷晓雯, 程敬亮, 冉云彩. ADC 全域直方图分析对腮腺多形性腺瘤和腺淋巴瘤的鉴别诊断价值[J]. *放射学实践*, 2020, 35(8): 1005-1008.
- [7] 宋承汝, 程敬亮, 张勇, 等. 高分辨率 DWI 表现扩散系数直方图鉴别腮腺常见肿瘤[J]. *放射学实践*, 2019, 34(7): 749-754.
- [8] Goryawala MZ, Heros DO, Komotar RJ, et al. Value of diffusion kurtosis imaging in assessing low-grade gliomas[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2018, 48(6): 1551-1558.
- [9] Granata V, Fusco R, Reginelli A, et al. Diffusion kurtosis imaging in patients with locally advanced rectal cancer: current status and future perspectives[J]. *J Int Med Res*, 2019, 47(6): 2351-2360.

- [10] Wang M, Perucho JAU, Chan Q, et al. Diffusion kurtosis imaging in the assessment of cervical carcinoma[J]. *Acad Radiol*, 2020, 27(5): e94-e101.
- [11] Zhou N, Chen W, Pan X, et al. Early evaluation of radiation-induced parotid damage with diffusion kurtosis imaging: a preliminary study[J]. *Acta Radiol*, 2018, 59(2): 212-220.
- [12] Chu C, Zhang H, Zhou N, et al. Diffusional kurtosis imaging of parotid glands in Sjögren's syndrome: initial findings[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 46(5): 1409-1417.
- [13] Yu S, Zhang Z, Bao Q, et al. Diffusion kurtosis imaging in the differential diagnosis of parotid gland disease and parotid adenolymphoma: preliminary results[J]. *Dentomaxillofac Radiol*, 2018, 47(6): 20170388.
- [14] De Santis S, Gabrielli A, Palombo M, et al. Non-Gaussian diffusion imaging: a brief practical review[J]. *Magn Reson Imaging*, 2011, 29(10): 1410-1416.
- [15] Raab P, Hattingen E, Franz K, et al. Cerebral gliomas: diffusional kurtosis imaging analysis of microstructural differences[J]. *Radiology*, 2010, 254(3): 876-881.
- [16] 俞顺, 石清磊, 苏家威, 等. 磁共振扩散峰度成像鉴别不同腮腺疾病及诊断腮腺腺淋巴瘤的应用[J]. *中国医学影像技术*, 2017, 33(4): 523-528.
- [17] 于金芬, 王祥生, 曹广亮, 等. 磁共振弥散峰度成像在腮腺肿瘤诊断与鉴别诊断的临床价值[J]. *中国医学装备*, 2017, 14(1): 62-66.
- [18] 潘桂海, 陈韵, 周飞, 等. 扩散加权成像及动态对比增强磁共振成像在腮腺混合瘤与腺淋巴瘤鉴别中的应用[J]. *实用放射学杂志*, 2020, 36(7): 1035-1038.
- [19] Chu XL, Wang Y, Wang ZF, et al. Enhanced CT combined with histogram analysis for differential diagnosis of Warthin tumor and polymorphic adenoma of parotid gland[J]. *Chin J Med Imaging Technol*, 2020, 36(8): 1177-1182.
- [20] Jiang H, Chen QH, Wang YZ, et al. Value of multiparametric MRI in differentiation between solitary parotid Warthin tumor and pleomorphic adenoma[J]. *Chin Arch Otorhinolaryngol Head Neck Surg*, 2020, 27(3): 115-118.
- [21] Lee DH, Yoon TM, Lee JK, et al. Surgical treatment strategy in Warthin tumor of the parotid gland[J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2019, 85(5): 546-550.
- [22] Pietragalla M, Nardi C, Bonasera L, et al. The role of diffusion-weighted and dynamic contrast enhancement perfusion-weighted imaging in the evaluation of salivary glands neoplasms[J]. *Radiol Med*, 2020, 125(9): 851-863.
- [23] 满育平, 马隆佰, 林华, 等. 多模态 MRI 对腮腺多形性腺瘤和腺淋巴瘤的诊断价值[J]. *放射学实践*, 2018, 33(12): 1241-1245.
- [24] Ogawa T, Kojima I, Ishii R, et al. Clinical utility of dynamic-enhanced MRI in salivary gland tumors: retrospective study and literature review[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2018, 275(6): 1613-1621.

(收稿日期: 2021-04-11 修回日期: 2021-06-29)