

• 头颈部影像学 •

3.0T MR 动脉自旋标记技术对 T1 期鼻咽癌诊断价值的初步研究

刘学, 余小多, 李琳, 赵燕风, 林蒙, 罗德红, 周纯武

【摘要】 目的:初步探讨 3.0T MR 动脉自旋标记(ASL)技术对 T1 期鼻咽癌的诊断价值。**方法:**对 13 例经鼻咽镜活检病理证实的 T1 期鼻咽癌患者及 14 例健康志愿者行 3D-ASL 序列扫描,测量 T1 期鼻咽癌组肿瘤及健康对照组鼻咽黏膜的平均、最高及最低血流量(BF),比较两组的 BF 值差异,并采用受试者工作特征(ROC)曲线分析其诊断阈值及诊断效能。**结果:**T1 期鼻咽癌组肿瘤的平均、最高及最低 BF 值均高于健康对照组鼻咽黏膜[分别为 (81.62 ± 47.66) 和 (28.25 ± 10.41) mL/100g/min、 (145.39 ± 106.22) 和 (41.10 ± 15.51) mL/100g/min、 (62.92 ± 41.13) 和 (19.01 ± 6.79) mL/100g/min],差异均有统计学意义(P 值均 < 0.05)。平均、最高及最低 BF 值鉴别 T1 期鼻咽癌组肿瘤与健康对照组鼻咽黏膜的 ROC 曲线下面积分别为 0.934、0.951 及 0.918。以 BF 最高值 > 63.50 mL/100g/min 为阈值鉴别 T1 期鼻咽癌组肿瘤与健康对照组鼻咽黏膜,敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值及准确率分别为 92.31%、92.86%、92.31%、92.86% 及 92.59%。**结论:**3.0T MR 3D-ASL 技术能够反映 T1 期鼻咽癌与健康对照组鼻咽黏膜的血流灌注差异,有助于鼻咽癌的早期诊断。

【关键词】 鼻咽肿瘤; 鼻黏膜; 磁共振成像; 动脉自旋标记

【中图分类号】 R739.6; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)01-0024-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.01.005

Preliminary study of 3.0T MR arterial spin labeling in the diagnosis of stage T₁ nasopharyngeal carcinoma LIU Xue, YU Xiao-duo, LI Lin, et al. Department of Diagnostic Radiology, National Cancer Center/Cancer Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100021, China

【Abstract】 Objective: To investigate the value of the 3D arterial spin labeling (ASL) of MRI in the diagnosis of stage T₁ nasopharyngeal carcinoma (NPC). **Methods:** 13 newly diagnosed NPC patients proven by nasopharyngoscopy and 14 healthy volunteers were enrolled and underwent MR examinations, including 3D pseudo-continuous ASL (pCASL) series. The mean, maximum and minimum blood flow (BF) of nasopharyngeal mucosa derived in pCASL of NPC tumor and healthy controls were measured and compared by independent sample t -test and Mann-Whitney U test. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the diagnostic cutoff and efficiency. **Results:** The mean, maximum and minimum BF of mucous membrane of stage T₁ NPC were higher than those of healthy controls, which was (81.62 ± 47.66) mL/100g/min vs (28.25 ± 10.41) mL/100g/min, (145.39 ± 106.22) mL/100g/min vs (41.10 ± 15.51) mL/100g/min and (62.92 ± 41.13) mL/100g/min vs (19.01 ± 6.79) mL/100g/min, respectively, with significant statistic difference ($P < 0.05$). The area under the ROC curve of mean, maximum, minimum BF value was 0.934, 0.951 and 0.918. Setting the maximum BF value 63.50 mL/100g/min as the cutoff threshold to differentiate T₁ NPC and control, the sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and accuracy was 92.31%, 92.86%, 92.31%, 92.86 and 92.59%, respectively. **Conclusion:** 3.0T MR 3D-ASL could reflect the difference of perfusion of nasopharyngeal mucosa between stage T₁ NPC and healthy controls, which is helpful for the early diagnosis of NPC.

【Key word】 Nasopharyngeal neoplasms; Nasal mucosa; Magnetic resonance imaging; Arterial spin labeling

作者单位: 100021 北京, 国家癌症中心/中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院影像诊断科(刘学、余小多、李琳、赵燕风、林蒙、周纯武); 518116 广东, 国家癌症中心/中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院深圳医院影像诊断科(罗德红)

作者简介: 刘学(1990—), 女, 北京人, 初级技师, 主要从事肿瘤磁共振技术及应用研究工作。

通讯作者: 林蒙, E-mail: lm152@139.com

基金项目: 协和青年基金, 中央高校基本科研业务费专项资金(3332015062)及中国癌症基金会北京希望马拉松专项基金(LC2016A12)。

鼻咽癌(nasopharyngeal carcinoma, NPC)是我国最常见的头颈部恶性肿瘤,占鼻咽部恶性肿瘤的 98% 以上。对鼻咽癌的早期诊断是提高治疗效果和生活质量的重要前提^[1]。鼻咽癌的诊断主要依靠鼻咽镜和 MRI。鼻咽镜检查时,部分患者因咽反射敏感而难以完成,对鼻咽隐蔽部位或黏膜下侵犯病灶显示难度较大,因此对早期鼻咽癌存在漏诊可能。MRI 软组织分辨力较高,已成为诊断鼻咽癌分期的主要检查方法^[2]。对于 T2~T4 期鼻咽癌而言,由于存在鼻咽周围结构侵犯, MRI 诊断符合率较高,但对局限于鼻咽腔的 T1 期鼻咽癌,常需要增强扫描进行确诊。MRI 动脉自旋标记(arterial spin labeling, ASL)技术利用动脉血中的水分子作为内源性对比剂,无创、安全方便、可重复性高,已成熟应用于中枢神经系统病变的诊断,此外已有研究将其应用于肾、子宫、脊柱脊髓等多个部位^[3-6], ASL 在鼻咽癌中的应用尚处于初步研究阶段^[7]。本研究拟采用 ASL 技术对 T1 期鼻咽癌患者和健康志愿者进行对比研究,旨在初步探讨 ASL 技术对早期鼻咽癌的诊断价值。

材料与方法

1. 病例资料

连续性收集我院 2015 年 3 月—2016 年 3 月初诊为鼻咽癌的 68 例患者,所有患者均经鼻咽镜活检证实。根据第 7 版 AJCC/UICC 鼻咽癌分期标准,13 例患者归为 T1 期,其中男 9 例,女 4 例,年龄 27~60 岁,中位年龄 41 岁。病理类型包括非角化分化型癌 4 例,非角化未分化型癌 9 例。同时招募正常志愿者 14 例,其中男 7 例,女 7 例,年龄 26~40 岁,中位年龄 31 岁。

2. 检查方法

采用 GE3.0T 超导 MR 扫描仪(GE Discovery MR 750)行 MRI 检查,头颈联合 8 通道相控阵线圈。扫描序列:平扫采用快速恢复自旋回波序列(fast recovery fast spin echo, FRFSE),依次行横轴面 T₁WI、T₂WI 脂肪抑制、矢状面 T₁WI、横轴面扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)及横轴面三维-动脉自旋标记(3D pseudo-continuous ASL, pCASL)扫描。随后所有患者均行增强扫描,对比剂采用钆喷酸葡胺(Gd-DTPA),剂量 0.2 mL/kg,经手背静脉注射,流率 2.0 mL/s,随后以 0.9%生理盐水 20 mL 冲洗,行横轴面 MRI 动态增强扫描(dynamic contrast enhanced MRI, DCE-MRI)及横轴面、矢状面、冠状面快速扰相梯度回波(three dimensional fast spoiled gradient-echo, FSPGR)序列扫描。所有健康志愿者仅行 MRI 平扫序列扫描。

3D pCASL 序列扫描参数:激励次数 3 次,带宽

41.67, 层厚 3 mm, 层距 0 mm, 回波链长度 21, 视野 24 cm×24 cm, 矩阵 288×192, TE 11.1 ms, 标记延迟时间(post label delay, PLD)1025 ms, TR 4326 ms, TA 262 ms。其扫描范围与横轴面 T₂WI 脂肪抑制序列扫描范围一致。

3. 数据后处理

将 ASL 原始数据导入 GE ADW 4.6 工作站,利用 Functool 软件进行后处理。首先将 ASL 图像与横轴面 T₂WI 脂肪抑制序列图像融合,患者选取肿瘤组织最大层面、健康志愿者选取鼻咽黏膜最大层面进行兴趣区(region of interest, ROI)勾画:①患者包括全部肿瘤,健康志愿者包括全部鼻咽黏膜,以获得血流量(blood flow, BF)平均值;②根据 BF map 伪彩图,将两个圆形或椭圆形 ROI 分别置于高灌注区和低灌注区,测得 BF 最高值和最低值。

4. 统计学分析

采用 SPSS19.0 软件进行统计学分析,测量结果以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。分析鼻咽癌组肿瘤与健康对照组鼻咽黏膜的 BF 值差异, BF 平均值及最低值符合正态分布,方差不齐,因此采用校正 *t* 检验(*t'* 检验)法进行组间比较, BF 最高值不符合正态分布,采用 Mann-Whitney U 检验法进行组间比较。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析 BF 值的诊断阈值及诊断效能。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

T1 期鼻咽癌组肿瘤 ROI 面积为 103~429 mm², 平均(208.46±108.92) mm², 健康对照组鼻咽黏膜 ROI 面积为 50~257 mm², 平均(151.93±70.09) mm²。T1 期鼻咽癌组黏膜厚度为 7.9~24.4 mm, 中位值为 15 mm;健康对照组鼻咽黏膜厚度为 2.2~15 mm, 中位值为 6.5 mm。

T1 期鼻咽癌组肿瘤的平均、最高及最低 BF 值均高于健康对照组鼻咽黏膜[分别为(81.62±47.66)和(28.25±10.41) mL/100g/min、(145.39±106.22)和(41.10±15.51) mL/100g/min、(62.92±41.13)和(19.01±6.79) mL/100g/min], 差异均有统计学意义(*P* 值分别为 0.002、<0.001 及 0.002, 表 1, 图 1)。平均、最高及最低 BF 值鉴别 T1 期鼻咽癌组肿瘤与健康对照组鼻咽黏膜的 ROC 曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为 0.934、0.951 及 0.918(图 2~4)。

以 BF 最高值 > 63.50 mL/100g/min 为阈值鉴别 T1 期鼻咽癌组肿瘤与健康对照组的鼻咽黏膜, 敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值及准确率分别为 92.31%(12/13)、92.86%(13/14)、92.31%(12/13)、92.86%

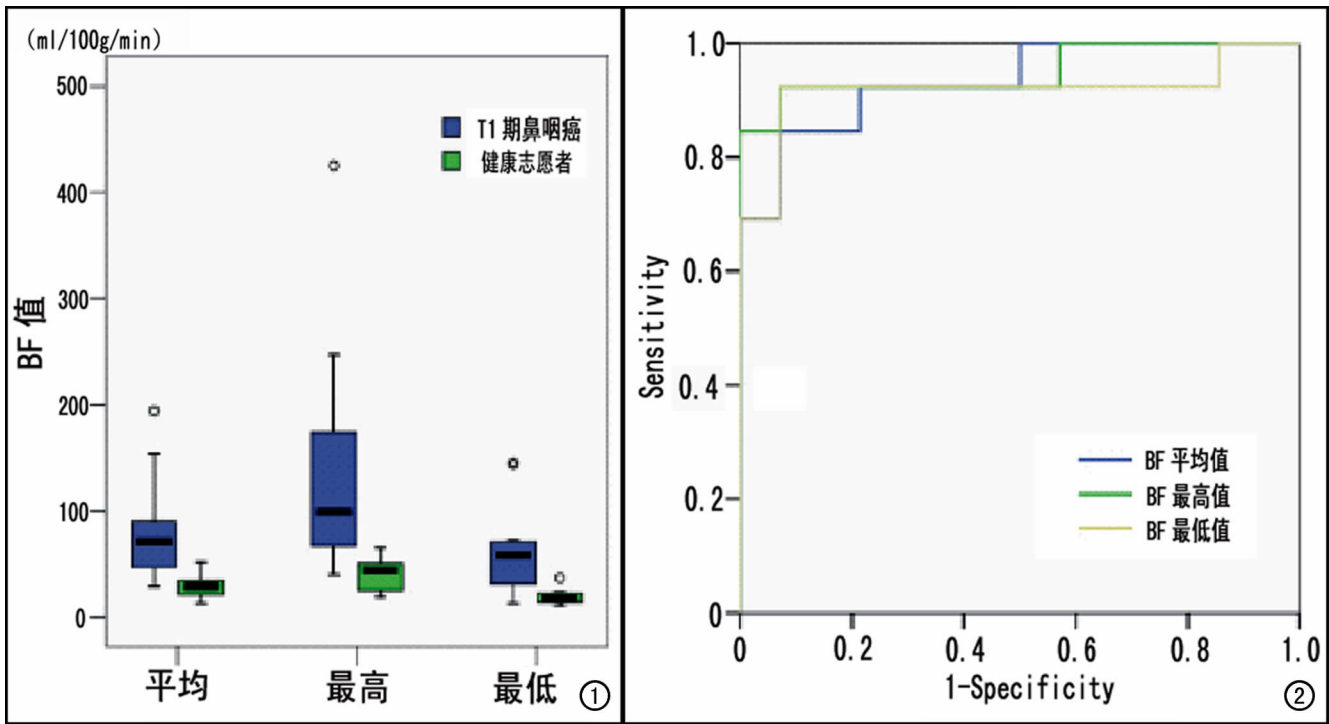


图 1 T1 期鼻咽癌组肿瘤及健康对照组鼻咽黏膜 BF 值的箱式图。
图 2 平均、最高及最低 BF 值鉴别 T1 期鼻咽癌组肿瘤与健康对照组鼻咽黏膜的 ROC 曲线。

(13/14)及 92.59%(25/27)。

讨 论

ASL 技术是将动脉血内水分子作为内源性示踪剂,利用翻转脉冲在标记层对流入血进行标记,被标记的血流进入兴趣区后采集影像,由于被标记的血流进入组织并与组织中的水进行交换,引起局部组织纵向弛豫时间 T1 的变化,将标记前后感兴趣区组织 T1 信号相减即可获得血流量的灌注信息。该技术完全无创,可重复性好^[8],无需注射外源性对比剂,不会出现药物过敏反应或肾功能损害等情况。Jarnum 等^[9]研究表明 ASL 技术可以替代动态磁敏感对比成像(dynamic susceptibility contrast,DSC)-MRI 来评价脑部肿瘤的血流灌注,对肾功能衰竭的患者更为安全;而对于中枢神经系统及体部肿瘤的研究显示,ASL 技术获得的 BF 值与定量 DCE-MRI 参数及微血管密度(MVD)具有中等相关性^[10,11]。与之相比,体素内不相干运动(intravoxel incoherent motion,IVIM)同样应用于头颈部肿瘤的血流灌注研究^[12-14],虽然也无需注射对比剂,但 IVIM 技术基于平面回波成像(echo plan-

nar imaging,EPI)序列,受颅底骨质及咽腔、鼻窦等含气空腔所致磁敏感伪影和不自主吞咽运动伪影的影响,图像易变形,可能对测量结果的准确性造成影响。本研究采用的 3D-pCASL 技术是基于 FSE 序列和螺旋 K 空间采集技术,不但能提供更高的信噪比,也更能有效克服 EPI 所带来的磁敏感伪影和运动伪影^[15]。本组鼻咽癌患者和健康志愿者均获得了满意的 BF 图,未出现因轻微移动而无法获得灌注图的情况。此外,由于 ASL 序列获得的 BF 图像对于鼻咽部解剖细节显示欠佳,因此我们将 BF 伪彩图与 T₂WI 图像进行融合,所得融合图像能够同时显示鼻咽部组织结构及血流灌注信息,并有助于 ROI 的准确放置。

标记延迟时间(PLD)是指 ASL 序列中动脉内水分子标记后到成像层面信号采集的间隔时间,直接影响组织 BF 值的评估。当 PLD 值过小时被标记的血液未充分进入组织内,而 PLD 值过大会导致信噪比降低,均会影响 BF 值测量的准确性,而对 PLD 的优化应取决于患者的年龄或疾病类型^[16]。相关研究推荐中枢神经系统的 PLD 为:新生儿 2000 ms,儿童 1500 ms,70 岁以下正常成人 1800ms,70 岁以上正常

表 1 T1 期鼻咽癌及健康对照组鼻咽黏膜的 BF 值比较

BF 值 (ml/100g/min)	T1 期鼻咽癌	健康对照组 鼻咽黏膜	P 值	t/z 值	AUC	95%可信区间
平均值	81.62±47.66	28.25±10.41	0.002	3.951	0.934	0.842~1.026
最高值	145.39±106.22	41.10±15.51	<0.001	-3.980	0.951	0.862~1.039
最低值	62.92±41.13	19.01±6.79	0.002	3.802	0.918	0.788~1.047

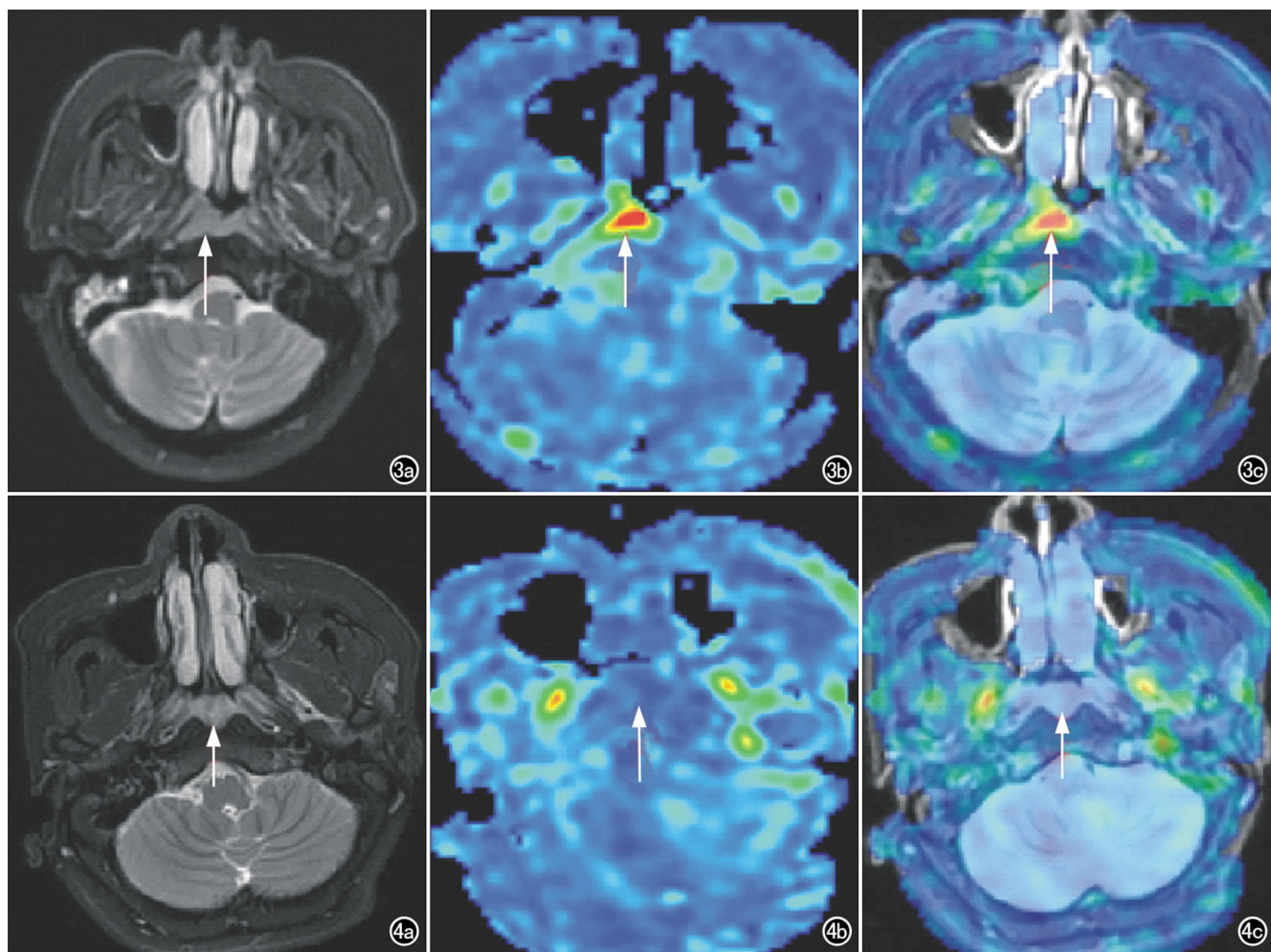


图 3 T1 期鼻咽癌患者,男,51 岁。a) 轴面 T_2 WI 脂肪抑制图像示鼻咽部肿物(箭),侵犯鼻咽后壁、双侧壁及咽隐窝; b) 3D-ASL 序列计算后所得 BF map 图,肿瘤所在区域灌注较高(箭); c) T_2 WI 与 BFmap 融合图像,肿瘤所在区域灌注较高(箭),测量其平均、最高及最低 BF 值分别为 143.05、206.50 和 59.50 mL/100g/min。

图 4 健康志愿者,女,28 岁。a) 轴面 T_2 WI 脂肪抑制图像示鼻咽部黏膜结节状增厚(箭); b) 3D-ASL 序列计算后所得 BFmap 图,增厚的黏膜所在区域灌注较低(箭); c) T_2 WI 与 BFmap 融合图像,增厚的黏膜所在区域灌注较低(箭),测量其平均、最高及最低 BF 值分别为 14.81、21.50 及 10.56 mL/100g/min。

成人 2000 ms,成年患者 2000 ms^[17]。目前有关颈部肿瘤 PLD 的对比研究较少,陈钰等^[18]研究显示,PLD 为 1525 ms、2025 ms 时的图像质量优于 PLD 为 2525 ms,且 BF 值无明显差异,而国外研究多选择 PLD 为 1280 ms,与本研究采用的 PLD 相近^[19,20]。另外,有研究指出既往 2D 采集中每个层面的延迟时间是变化的,导致不同层面相同部位的 BF 测量值存在明显差异,而 3D 采集范围内组织的 PLD 一致,BF 的测量更准确^[21,22]。

既往文献对 ASL 技术在颈部病变中的应用报道较少。Kato 等^[23]利用 ASL 技术对腮腺腺淋巴瘤、多形性腺瘤及恶性肿瘤的研究表明,腺淋巴瘤的信号强度比值高于其他两种肿瘤(P 值均 <0.05),有助于腮腺肿瘤的鉴别诊断。Schraml 等^[24]对甲状腺疾病的血流灌注研究显示,Graves 病的 BF 值是桥本甲状腺炎的

1.9 倍[分别为 (1596 ± 436) 、 (825 ± 264) mL/min/100g],表明 ASL 技术可以评估甲状腺疾病的血流灌注并有助于鉴别诊断。Fujima 等^[19]对鼻腔鼻窦鳞状细胞癌与淋巴瘤的对比研究显示,鳞状细胞癌的 BF 值高于淋巴瘤[分别为 (140.6 ± 35.7) 、 (93.8 ± 15.1) mL/100g/min],通过 ROC 曲线分析 BF 值的诊断效能,曲线下面积为 0.87。Fujima 等^[25]对头颈部肿瘤非手术治疗前后的 BF 值进行研究,结果显示治疗前肿瘤的 BF 值明显高于治疗后($P < 0.001$),治疗后有肿瘤残存者的 BF 值明显高于无肿瘤残存者($P < 0.01$)。由此可见,ASL 技术及 BF 值能够反映头颈部病变的血流灌注特征,有助于病变的鉴别诊断及疗效监测。

一般而言,恶性肿瘤的血流灌注程度显著高于良性或正常组织,且能够被 MR 增强扫描所反映,而 MR 增强扫描对于早期鼻咽癌的诊断具有重要价值。本研

究采用 ASL 技术及 BF 值对 T1 期鼻咽癌及健康志愿者的鼻咽部黏膜进行定量评估,结果显示 T1 期鼻咽癌组肿瘤的平均、最高及最低 BF 值均明显高于健康对照组鼻咽黏膜[分别为 (81.62 ± 47.66) 和 (28.25 ± 10.41) mL/100g/min、 (145.39 ± 106.22) 和 (41.10 ± 15.51) mL/100g/min、 (62.92 ± 41.13) 和 (19.01 ± 6.79) mL/100g/min],两组之间差异均有统计学意义(P 值分别为 0.002, <0.001 及 0.002),提示 ASL 技术及 BF 值能够较好地反映鼻咽癌及正常组织的血管化差异,有助于肿瘤的诊断。

肿瘤组织内的血管化程度通常呈不均质改变,一般而言肿瘤边缘血流丰富,而中心可出现缺血、坏死或液化等改变,因此 ROI 的放置可能对测量结果产生重要影响^[11]。本研究在 ASL/T₂WI 融合图像上选取鼻咽癌组肿瘤或健康对照组鼻咽黏膜最大层面放置 ROI,分别获得组织的平均、最高及最低 BF 值,并对 3 组数据进行 ROC 曲线分析。结果显示鼻咽癌不同区域 BF 值存在较大差异,提示鼻咽癌组织内血流灌注程度不均匀。ROC 曲线分析结果显示平均、最高及最低 BF 值鉴别 T1 期鼻咽癌组肿瘤与健康对照组鼻咽黏膜的曲线下面积分别为 0.934、0.951 和 0.918,以 BF 最高值 >63.50 mL/100g/min 为阈值鉴别 T1 期鼻咽癌与健康对照组鼻咽黏膜,其敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值及准确率分别为 92.31% (12/13)、92.86% (13/14)、92.31% (12/13)、92.86% (13/14) 及 92.59% (25/27)。

本研究存在以下局限性:①病例数较少,仅对 T1 期鼻咽癌及健康志愿者进行了初步研究;②健康志愿者未行鼻咽镜检查及病理活检,无法完全排除无症状的慢性炎症患者;③未纳入其它鼻咽部良、恶病变患者,因此获得的结果存在一定局限性;④未将 ASL 技术与 IVIM、DCE-MRI 技术的参数进行比较分析。

综上所述,ASL 技术具有完全无创、无需外源性对比剂等优势,同时能够定量评估 T1 期鼻咽癌与健康志愿者的鼻咽黏膜血流灌注情况,为鼻咽癌的早期诊断提供更多信息。

参考文献:

- [1] Meng R, Wei K, Xia L, et al. Cancer incidence and mortality in Guangdong province, 2012[J]. Chin J Cancer Res, 2016, 28(3): 311-320.
- [2] Ng WT, Yuen KT, Au KH, et al. Staging of nasopharyngeal carcinoma—the past, the present and the future[J]. Oral Oncol, 2014, 50(6): 549-554.
- [3] Detre JA, Rao H, Wang DJ, et al. Applications of arterial spin labeled MRI in the brain[J]. J Magn Reson Imaging, 2012, 35(5): 1026-1037.
- [4] Gillis KA, McComb C, Foster JE, et al. Inter-study reproducibility

- of arterial spin labelling magnetic resonance imaging for measurement of renal perfusion in healthy volunteers at 3 Tesla[J]. BMC Nephrol, 2014, 31(15): 23.
- [5] Takahashi N, Yoshino O, Hiraike O, et al. The assessment of myometrium perfusion in patients with uterine fibroid by arterial spin labeling MRI[J]. Springerplus, 2016, 5(1): 1907.
- [6] 邢栋, 查云飞, 李勤祥, 等. 动脉自旋标记与动态对比增强 MRI 脊柱骨髓灌注成像对照研究[J]. 放射学实践, 2014, 29(3): 318-322.
- [7] Lin M, Yu X, Ouyang H, et al. Consistency of T₂WI-FS/ASL fusion images in delineating the volume of nasopharyngeal carcinoma[J]. Sci Rep, 2015, 16(5): 18431.
- [8] Steketee RM, Mutsaerts HJ, Bron EE, et al. Quantitative functional arterial spin labeling (fASL) MRI-sensitivity and reproducibility of regional CBF changes using pseudo-continuous ASL product sequences[J]. PLoS One, 2015, 10(7): e0132929.
- [9] Jarnum H, Steffensen EG, Knutsson L, et al. Perfusion MRI of brain tumours: a comparative study of pseudo-continuous arterial spin labelling and dynamic susceptibility contrast imaging[J]. Neuroradiology, 2010, 52(4): 307-317.
- [10] Koizumi S, Sakai N, Kawaji H, et al. Pseudo-continuous arterial spin labeling reflects vascular density and differentiates angiomatous meningiomas from non-angiomatous meningiomas [J]. J Neurooncol, 2015, 121(3): 549-556.
- [11] Zhang Y, Kapur P, Yuan Q, et al. Tumor vascularity in renal masses: correlation of arterial spin-labeled and dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging assessments[J]. Clin Genitourin Cancer, 2016, 14(1): e25-36.
- [12] Lai V, Li X, Lee VH, et al. Intravoxel incoherent motion MR imaging: comparison of diffusion and perfusion characteristics between nasopharyngeal carcinoma and post-chemoradiation fibrosis[J]. Eur Radiol, 2013, 23(10): 2793-2801.
- [13] 郭炜, 罗德红, 林蒙, 等. 喉及下咽鳞癌磁共振体内不相干运动成像特征初步观察[J]. 中华医学杂志, 2016, 96(15): 1160-1163.
- [14] 张水兴, 贾乾君, 张忠平, 等. 基于体素内不相干运动的扩散加权成像对鼻咽癌与炎性增生性疾病的鉴别诊断[J]. 中华放射学杂志, 2013, 47(7): 617-621.
- [15] 倪萍, 张英魁, 史凯宁, 等. 全脑 3D 动脉自旋标记成像及其在颅内肿瘤病变中的应用[J]. 中国医疗设备, 2013, 28(10): 16-19.
- [16] Pollock JM, Tan H, Kraft RA, et al. Arterial spin-labeled MR perfusion imaging: clinical applications[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2009, 17(2): 315-338.
- [17] Grade M, Hernandez Tamames JA, Pizzini FB, et al. A neuroradiologist's guide to arterial spin labeling MRI in clinical practice [J]. Neuroradiology, 2015, 57(12): 1181-1202.
- [18] 陈钰, 段森, 周海龙, 等. 高场磁共振三维准连续动脉自旋标记序列对头颈部肿瘤非对比剂增强灌注成像[J]. 中国医学科学院学报, 2015, 37(5): 567-574.
- [19] Fujima N, Kameda H, Tsukahara A, et al. Diagnostic value of tumor blood flow and its histogram analysis obtained with pCASL to differentiate sinonasal malignant lymphoma from squamous cell carcinoma[J]. Eur J Radiol, 2015, 84(11): 2187-2193.
- [20] Fujima N, Kudo K, Tsukahara A, et al. Measurement of tumor blood flow in head and neck squamous cell carcinoma by pseudo-

continuous arterial spin labeling; comparison with dynamic contrast-enhanced MRI[J]. J Magn Reson Imaging, 2015, 41 (4): 983-991.

[21] Vidorreta M, Wang Z, Rodriguez I, et al. Comparison of 2D and 3D single-shot ASL perfusion fMRI sequences[J]. Neuroimage, 2013, 66(2): 662-671.

[22] Gunther M, Oshio K, Feinberg DA. Single-shot 3D imaging techniques improve arterial spin labeling perfusion measurements [J]. Magn Reson Med, 2005, 54(2): 491-498.

[23] Kato H, Kanematsu M, Watanabe H, et al. Perfusion imaging of

parotid gland tumours; usefulness of arterial spin labeling for differentiating Warthin's tumours[J]. Eur Radiol, 2015, 25(11): 2347-2354.

[24] Schraml C, Mussig K, Martirosian P, et al. Autoimmune thyroid disease; arterial spin-labeling perfusion MR imaging[J]. Radiology, 2009, 253(2): 435-442.

[25] Fujima N, Kudo K, Yoshida D, et al. Arterial spin labeling to determine tumor viability in head and neck cancer before and after treatment[J]. J Magn Reson Imaging, 2014, 40(4): 920-928.

(收稿日期: 2017-06-05 修回日期: 2017-09-22)

本刊可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字, 节省篇幅, 使文章精炼易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列), 以后本刊在论文中将对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

- ADC (apparent diffusion coefficient): 表观扩散系数
- ALT: 丙氨酸转氨酶; AST: 天冬氨酸转氨酶
- BF (blood flow): 血流量
- BOLD (blood oxygenation level dependent): 血氧水平依赖
- BV (blood volume): 血容量
- b: 扩散梯度因子
- CAG (coronary angiography): 冠状动脉造影
- CPR (curve planar reformation): 曲面重组
- CR(computed radiography): 计算机 X 线摄影术
- CT (computed tomography): 计算机体层成像
- CTA (computed tomography angiography): CT 血管成像
- CTPI(CT perfusion imaging): CT 灌注成像
- DICOM (digital imaging and communication in medicine): 医学数字成像和传输
- DR(digital radiography): 数字化 X 线摄影术
- DSA (digital subtraction angiography): 数字减影血管造影
- DWI (diffusion weighted imaging): 扩散加权成像
- DTI (diffusion tensor imaging): 扩散张量成像
- ECG (electrocardiography): 心电图
- EPI (echo planar imaging): 回波平面成像
- ERCP(endoscopic retrograde cholangiopancreatography): 经内镜逆行胰胆管造影术
- ETL (echo train length): 回波链长度
- FLAIR (fluid attenuation inversion recovery): 快速小角度激发反转恢复
- FLASH (fast low angel shot): 快速小角度激发
- FOV (field of view): 视野
- FSE (fast spin echo): 快速自旋回波
- fMRI (functional magnetic resonance imaging): 功能磁共振成像
- IR (inversion recovery): 反转恢复
- Gd-DTPA: 钆喷替酸葡甲胺
- GRE (gradient echo): 梯度回波
- HE 染色: 苏木素-伊红染色
- HRCT(high resolution CT): 高分辨率 CT
- MPR (multi-planar reformation): 多平面重组

- MIP (maximum intensity projection): 最大密(强)度投影
- MinIP (minimum intensity projection): 最小密(强)度投影
- MRA (magnetic resonance angiography): 磁共振血管成像
- MRI (magnetic resonance imaging): 磁共振成像
- MRS (magnetic resonance spectroscopy): 磁共振波谱学
- MRCP(magnetic resonance cholangiopancreatography): 磁共振胰胆管成像
- MSCT (multi-slice spiral CT): 多层螺旋 CT
- MTT (mean transit time): 平均通过时间
- NEX (number of excitation): 激励次数
- PACS (picture archiving and communication system): 图像存储与传输系统
- PC (phase contrast): 相位对比法
- PET (positron emission tomography): 正电子发射计算机体层成像
- PS (surface permeability): 表面通透性
- ROC 曲线(receiver operating characteristic curve): 受试者操作特征曲线
- SPECT (single photon emission computed tomography): 单光子发射计算机体层摄影术
- PWI (perfusion weighted imaging): 灌注加权成像
- ROI (region of interest): 兴趣区
- SE (spin echo): 自旋回波
- STIR(short time inversion recovery): 短时反转恢复
- TACE(transcatheter arterial chemoembolization): 经导管动脉化疗栓塞术
- T₁ WI (T₁ weighted image): T₁ 加权像
- T₂ WI (T₂ weighted image): T₂ 加权像
- TE (time of echo): 回波时间
- TI (time of inversion): 反转时间
- TR (time of repetition): 重复时间
- TOF (time of flight): 时间飞跃法
- TSE (turbo spin echo): 快速自旋回波
- VR (volume rendering): 容积再现
- WHO (World Health Organization): 世界卫生组织
- NAA(N-acetylaspartate): N-乙酰天门冬氨酸
- Cho(choline): 胆碱
- Cr(creatine): 肌酸