

## 论著·临床研究

## 多体素磁共振波谱成像在舌癌诊断中的应用及临床价值

王博成<sup>1,2</sup>, 朱 丹<sup>2</sup>, 李晓光<sup>3</sup>, 吴利忠<sup>2</sup>, 赵江民<sup>2#</sup>, 糜 军<sup>1#</sup>

1. 上海交通大学基础医学院, 上海 200025; 2. 上海交通大学医学院附属第九人民医院影像科, 上海 200011; 3. 上海交通大学医学院附属第九人民医院口腔颌面外科, 上海 200011

[摘要] 目的·探讨多体素磁共振波谱成像 (multi-voxel magnetic resonance spectroscopy, MVMRS) 在舌癌诊断中的应用及临床价值。

方法·回顾性分析 2017 年 1—12 月间 56 例经病理诊断为单侧舌原发鳞状细胞癌 (鳞癌) 或腺样囊腺癌 (腺癌) 患者病灶中代谢产物 MVMRS 波谱曲线特征。比较鳞癌组或腺癌组肿瘤实质区、环肿瘤区与健侧对照区间表观弥散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC) 及代谢产物胆碱 (choline, Cho)、肌酸 (creatine, Cr)、胆碱/肌酸比值 (Cho/Cr)、乳酸/脂质 (lactate and lipids, LL) 信号强度的差异; 比较鳞癌组与腺癌组相应区域间 ADC 值及代谢产物信号强度的差异; 观察 2 组各区域内 Cho、LL 信号强度与 ADC 值的相互关系。结果·鳞癌组和腺癌组肿瘤实质区代谢产物 Cho、LL 信号强度均高于各自的环肿瘤区和健侧对照区 (均  $P=0.000$ ), 而 ADC 值则低于各自的环肿瘤区和健侧对照区 (均  $P=0.000$ ); 环肿瘤区的 Cho、LL 信号强度和 ADC 值介于各自的肿瘤实质区和健侧区之间 (均  $P=0.000$ ); 不同区域 Cr 和 Cho/Cr 信号强度差异无统计学意义 (均  $P>0.01$ )。鳞癌组与腺癌组相应区域间 ADC 值、代谢产物信号强度差异无统计学意义 (均  $P>0.01$ )。鳞癌肿瘤实质区内 LL 峰信号强度与 ADC 值呈线性负相关 ( $P=0.000$ )。

结论·MVMRS 可以检测舌癌中肿瘤代谢产物的含量, 环肿瘤区内 ADC 值和 Cho、LL 信号强度的改变可反映出受肿瘤侵犯的程度。

[关键词] 多体素磁共振波谱成像; 舌癌; 诊断; 代谢产物

[DOI] 10.3969/j.issn.1674-8115.2018.11.010 [中图分类号] R445.2; R739.86 [文献标志码] A

## Application and clinical value of multi-voxel magnetic resonance spectroscopy in the diagnosis of tongue carcinoma

WANG Bo-cheng<sup>1,2</sup>, ZHU Dan<sup>2</sup>, LI Xiao-guang<sup>3</sup>, WU Li-zhong<sup>2</sup>, ZHAO Jiang-ming<sup>2#</sup>, MEI Jun<sup>1#</sup>

1. Shanghai Jiao Tong University College of Basic Medical Sciences, Shanghai 200025, China; 2. Department of Radiology, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China; 3. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China

[Abstract] Objective·To determine clinical value of multi-voxel magnetic resonance spectroscopy (MVMRS) in the diagnosis of tongue carcinoma.

Methods·A total of 56 cases that were pathologically diagnosed as having unilateral squamous cell carcinoma (SCC) or adenoid cystadenocarcinoma (ACC), from January to December 2017, were selected in this retrospective study. The characteristics of metabolic profiles in MVMRS were analyzed. The signals of choline (Cho), creatine (Cr), choline creatine ratio (Cho/Cr), and lactate/lipids (LL) and the apparent diffusion coefficient (ADC) were comparatively analyzed among the tumor parenchymal area, the paratumor area, and the contralateral control area in SCC/ACC group. The above indexes in the relative areas between SCC and ACC were also compared. Moreover, the relationship between the LL or Cho signal intensity with ADC in all the areas of two groups was investigated. Results·Higher Cho and LL signals were observed in the tumor parenchymal areas than those in the paratumor areas and the contralateral control areas in both SCC and ACC groups ( $P=0.000$ ), while ADC values in the tumor parenchymal areas were obviously lower ( $P=0.000$ ). Cho and LL signal intensities and ADC values in the paratumor areas were between the tumor parenchymal areas and contralateral control areas in both groups ( $P=0.000$ ). However, no significant difference among the areas in Cr or Cho/Cr signal was found ( $P>0.01$ ). There was no significant difference between SCC and ACC groups in the relative areas, either ( $P>0.01$ ). The signal intensity of LL in the tumor parenchymal area in SCC group was negatively linearly correlated with the ADC value ( $P=0.000$ ). Conclusion·MVMRS can detect the content of metabolites in tongue carcinoma, and LL and Cho signal intensities with ADC value can reflect the degree of tumor invasion in the paratumor areas.

[Key words] multi-voxel magnetic resonance spectroscopy (MVMRS); tongue carcinoma; diagnosis; metabolite

舌癌是口腔恶性肿瘤中较为常见的一种, 主要集中在舌体及其周围区域, 且以鳞癌发病率较高。舌癌发病原因复杂, 除了基因遗传因素之外, 也与日常生活

中的饮食习惯、口腔清洁、口腔接触的理化刺激因素等密切相关<sup>[1]</sup>。常规磁共振 (magnetic resonance imaging, MRI) 检查能显示出肿瘤包膜及其强化边界, 但无法识

[基金项目] 上海市科学技术委员会科技创新行动计划重点项目 (10411953400) (Key Project of Innovation Action Plan of Shanghai Municipal Science and Technology Commission, 10411953400)。

[作者简介] 王博成 (1985—), 男, 主管技师, 硕士生; 电子信箱: asakulakira@163.com。

[通信作者] 糜 军, 电子信箱: jmei@sjtu.edu.cn。赵江民, 电子信箱: johnmzhao@sjtu.edu.cn。# 为共同通信作者。



别出肿瘤周边区内癌细胞的侵袭程度。磁共振弥散张量成像 (diffusion weighted imaging, DWI) 作为重要的功能性 MRI, 能敏感地反映出肿瘤实质区内水分子扩散受限的情况, 在肿瘤的诊断中具有一定的作用。磁共振波谱成像 (magnetic resonance spectroscopy, MRS) 作为一项无创、简便的功能性 MRI 检查技术, 已成功应用在颅内恶性肿瘤的诊断和鉴别中<sup>[2]</sup>, 但在口腔颌面部的应用报道并不多。多体素磁共振波谱成像 (multi-voxel magnetic resonance spectroscopy, MVMRS) 不仅能在一次序列采集中获得较大观察视野 (view of interest, VOI) 内多个区域的肿瘤代谢产物信号强度和定量信息, 经后处理平台处理后还能确定相应代谢产物的分布范围<sup>[3]</sup>。本研究拟通过观察原发性舌癌患者不同区域的 MVMRS 波谱信息, 了解口腔颌面部波谱检查中代谢产物的影像表现, 并探究其与 DWI 功能成像的相互关系。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

回顾分析 2017 年 1 月—12 月, 经病理确诊为口腔原发性舌癌且不属于排除标准范围内的患者 56 例 (男 36 例、女 20 例), 平均年龄 ( $51.82 \pm 8.36$ ) 岁。所有病例患者检查前漱口以保证口腔内清洁后行 DWI 和 MVMRS 检测。选取能配合良好且无精神病史、手术史、金属植入物及无酗酒、吸烟等不良习惯的受检者。所有病例检查近 1 个月内未服用任何肿瘤治疗药物或接受治疗措施。

病例排除标准: ①在 3 年内有检查显示口腔占位病灶疑似为转移性肿瘤的病例。②软组织占位病灶经病理证实为非肿瘤性病变的病例。③任何无法完成检查的患者, 如有金属植入物、运动伪影、心脏起搏器、幽闭恐惧症等。④双侧多发肿瘤占位或肿瘤实质大于 4 cm 而导致无法识别自体健侧区病例。

### 1.2 检查设备

采用高场强 GE750 3.0T 高分辨率磁共振检查仪, 后处理平台为 AW4.4, 信号采集使用标准头部 16 通道高分辨头颈联合线圈。扫描参数如下。T1WI flair: TE=20 ms, TR=1 700 ms, TI=750 ms, Thickness=3.0 mm, Spacing=1.0 mm, Freq=320, Phase=256, NEX=1, FOV=18 cm。T2WI: TE=85 ms, TR=3 500 ms, ETL=19, BD=25, Thickness=3.0 mm, Spacing=1.0 mm, Freq=288, Phase=224, NEX=4, FOV=18 cm。STIR 压脂相: TE=55 ms, TR=4 600 ms, TI=150, ETL=12, BD=25,

Thickness=4.0 mm, Spacing=1.0 mm, Freq=288, Phase=192, NEX=3, FOV=18 cm。

MVMRS 采用点分辨波谱 (point resolved spectroscopy, PRESS) 序列: TR = 1 000 ms, TE=35 ms, Thickness=10.0 mm, NEX=1, FOV=18 cm, 矩阵  $18 \times 18$ , 扫描时间 5 min 28 s。特殊吸收率峰值 (peak SAR) = 1.0。执行扫描前进行手动匀场, 预扫描水峰共振半高宽 < 20 Hz, 手动设置预报和带屏蔽骨骼、空气和大血管。DWI 弥散加权相: TE=63 ms, TR=1 700 ms, Thickness=3.0 mm, Spacing=1.0 mm, Freq=160, Phase=160, NEX=6, b=800。

### 1.3 研究方法

**1.3.1 免疫组织化学及免疫荧光染色分析** 选取患者的组织, 水洗后用梯度乙醇脱水, 依次为 70%、85%、95%、100%、100%, 每步 30 min。转入 50% 二甲苯—无水乙醇混合液中透明 30 min, 纯二甲苯透明 15 min, 然后依次放入 50% 石蜡—二甲苯溶液、75% 石蜡—二甲苯溶液中各 30 min, 最后放入纯石蜡中 45 min, 并重复 1 次。先将溶解好的石蜡倒入折好的小纸盒里, 然后将组织埋入其中, 最后把纸盒放在冷水中冷却。采用切片机进行切片, 将展开后的蜡片放置于载玻片, 自然干燥。然后将组织切片在 60 °C 烘箱中烘烤 20 min, 移入纯二甲苯浸泡 10 min, 重复 1 次, 再将切片依次放入 100%、95%、70%、50% 乙醇溶液中, 每步 10 min。用 PBS 清洗 2 次, 将切片放入 0.01 mol/L 枸橼酸钠缓冲溶液 (pH 6.0) 中加热 10 min, 再用 PBS 清洗 1 次。加入 5% 血清, 室温封闭 30 min。

**免疫组织化学染色 (简称免疫组化):** 加入抗成纤维细胞特异性蛋白 1 (fibroblast specific protein 1, FSP1) 的一抗 (美国 CST), 按 1:100 稀释, 4 °C 过夜孵育后在 37 °C 复温 45 min, 用 PBS 清洗 3 次。滴加生物素化的二抗 (1:100 稀释) 和链霉亲和素—生物素复合物 (strept avidin-biotin complex, SABC) 溶液 (武汉博士德), 室温孵育 2 h, 用 PBS 清洗 3 次, 染色, 封片观察。

**免疫荧光染色:** 加入抗 FSP1 和抗细胞增殖相关核抗原 Ki-67 的一抗, 然后与荧光素标记的相应二抗室温孵育 2 h, TBST 清洗后, 加入含 4', 6-二脒基-2-苯基吡啶 (DAPI) 的保存液封片, 荧光显微镜下观察。

**1.3.2 弥散与波谱成像的定位** 根据常规 MRI 以及 DWI 上水分子弥散受限区域, 分辨出肿瘤实质区及其包膜边界, 定义肿瘤边界 1 cm 距离内为环肿瘤区 (癌周区), 肿瘤边界 3 cm 以外为健侧对照区 (健侧区)。通过后处理软件分别得到表观弥散系数 (apparent diffusion coefficient,

ADC)图、波谱曲线图及代谢产物信号强度图。由于舌癌按病理类型可分为腺样囊腺癌(腺癌)和鳞状细胞癌(鳞癌),因此所得数据分成2组进行分析,即鳞癌组和腺癌组,每组内按区域分为肿瘤实质区、癌周区和健侧区。健侧区以 $30\text{ mm}^2$ 面积进行信号测量,肿瘤实质区以不小于其 $2/3$ 区域作为兴趣区进行信号测量。根据MRI常规检查作为定位参考,取兴趣区内组织进行信号测量并统计;整理计算各代谢产物胆碱(choline, Cho)、肌酸(creatine, Cr)、胆碱/肌酸比值(Cho/Cr)、乳酸/脂质(lactate and lipids, LL)的信号强度。分析鳞癌实质区、鳞癌癌周区、腺癌实质区、腺癌癌周区4处区域内Cho峰信号、LL峰信号强度与ADC值的相关性。

#### 1.4 统计学方法

所有数据均为定量资料,数据采集后经SPSS 22.0进行统计学分析,以 $\bar{x} \pm s$ 表示;鳞癌组和腺癌组间采用独立样本 $t$ 检验,鳞癌组或腺癌组内不同区域信号比较采用配对 $t$ 检验方式计算。检验水准 $\alpha=0.01$ , $P<0.01$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 舌癌组织的病理学分析

选取临床手术后石蜡包埋舌癌组织进行切片和相应的免疫组化或免疫荧光染色分析,舌癌组织包括肿瘤细胞

和基质细胞。免疫组化结果显示,FSP1阳性的细胞,即肿瘤相关成纤维细胞(cancer-associated fibroblast, CAF),在越靠近舌癌组织的肿瘤基质内,分布越密集。高倍镜下可见,在舌癌组织与肿瘤基质的交界区,CAF细胞紧密围绕在肿瘤细胞周边,占肿瘤基质细胞比例较高(图1)。

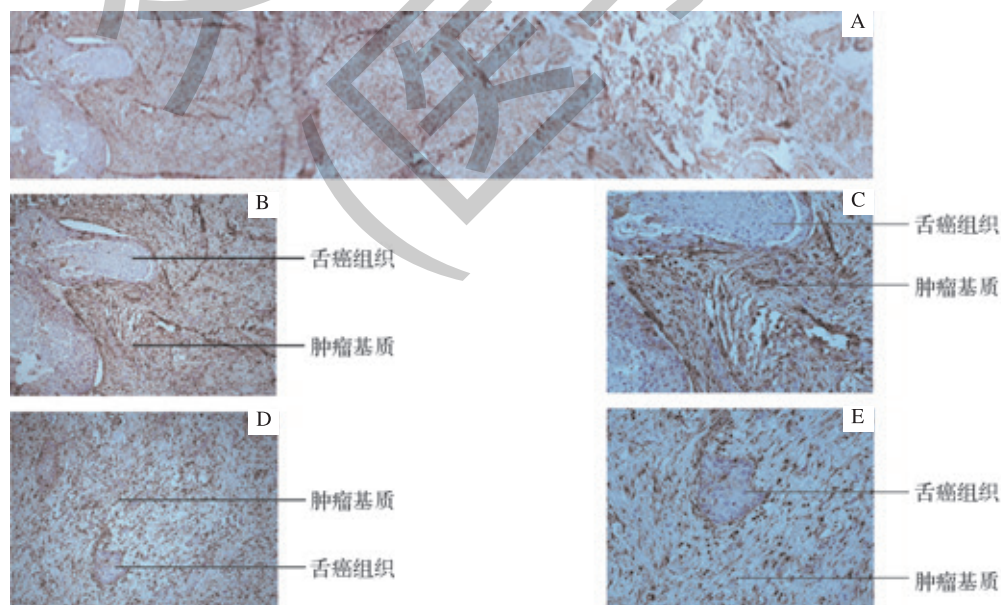
免疫荧光染色结果进一步显示了快速增殖的肿瘤细胞与CAF细胞的位置关系(图2)。

### 2.2 代谢产物DWI和MVMRS检测结果分析

谱线形态分析显示,肿瘤实质区见Cho小峰显示36例,无明显波峰20例;见Cr小峰显示45例,无明显波峰11例;见LL正向双峰3例,见LL低深负峰43例,见LL正负双向峰10例。

病理结果显示,鳞癌46例,腺癌10例。鳞癌/腺癌实质区的ADC值均显著低于相应的癌周区和健侧区,Cho峰和LL峰信号强度则显著高于相应的癌周区和健侧区(均 $P=0.000$ )。鳞癌/腺癌癌周区ADC值、Cho峰和LL峰信号强度介于各自相应的实质区和健侧区之间(表1)。鳞癌实质区与腺癌实质区之间、鳞癌癌周区与腺癌癌周区之间各数据差异无统计学意义(均 $P>0.01$ )。

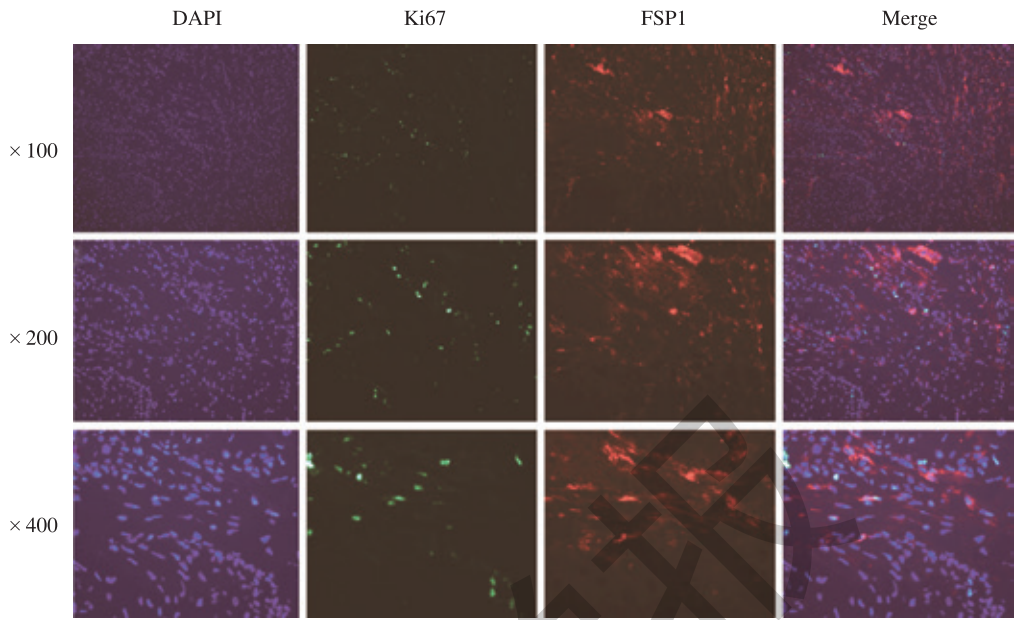
鳞癌实质区内LL峰信号强度与ADC值呈线性负相关( $P=0.000$ )。鳞癌实质区内Cho峰、鳞癌癌周区内Cho峰和LL峰、腺癌实质区内Cho峰和LL峰、腺癌癌周区内Cho峰和LL峰信号强度与各自对应的ADC值均不存在线性相关关系(均 $P>0.01$ )(图3)。



注: A. 石蜡切片整体观( $\times 100$ ); B、D. 局部观( $\times 100$ ); C、E. 局部观( $\times 200$ )。棕色细胞为FSP1阳性细胞。

图1 舌癌组织病理切片免疫组化染色

Fig 1 Immunohistochemical staining of histopathological section of tongue carcinoma



注: Merge 为 3 种染色图像合并重叠。  
图 2 舌癌组织免疫荧光染色的结果  
Fig 2 Immunofluorescence images of tongue carcinoma

表 1 舌癌及周围组织 ADC 及代谢产物信号强度  
Tab 1 ADC and metabolites signal strength of tongue carcinoma and surrounding tissues

组别	ADC 值 / $\times 10^{-3}$	Cho / $\times 10^3$	Cr / $\times 10^3$	Cho/Cr	LL / $\times 10^3$
鳞癌实质区 (n=46)	$0.85 \pm 0.13^{①②}$	$4.27 \pm 1.37^{①②}$	$2.59 \pm 0.64$	$1.52 \pm 0.74$	$425.42 \pm 97.05^{①②}$
鳞癌癌周区 (n=46)	$1.24 \pm 0.07^{②}$	$3.60 \pm 0.94^{②}$	$2.45 \pm 0.51$	$1.56 \pm 0.65$	$245.31 \pm 61.65^{②}$
鳞癌健侧区 (n=46)	$1.44 \pm 0.06$	$2.67 \pm 0.36$	$2.42 \pm 0.60$	$1.35 \pm 0.48$	$48.74 \pm 10.54$
腺癌实质区 (n=10)	$0.87 \pm 0.16^{③④}$	$4.18 \pm 1.17^{③④}$	$2.72 \pm 0.43$	$1.34 \pm 0.54$	$378.24 \pm 53.19^{③④}$
腺癌癌周区 (n=10)	$1.26 \pm 0.05^{④}$	$3.41 \pm 0.45^{④}$	$2.71 \pm 0.50$	$1.29 \pm 0.28$	$266.99 \pm 59.27^{④}$
腺癌健侧区 (n=10)	$1.47 \pm 0.04$	$2.71 \pm 0.47$	$2.13 \pm 0.47$	$1.52 \pm 0.38$	$50.31 \pm 9.95$

注: <sup>①</sup>  $P=0.000$ , 与鳞癌癌周区比较; <sup>②</sup>  $P=0.000$ , 与鳞癌健侧区比较; <sup>③</sup>  $P=0.000$ , 与腺癌癌周区比较; <sup>④</sup>  $P=0.000$ , 与腺癌健侧区比较。

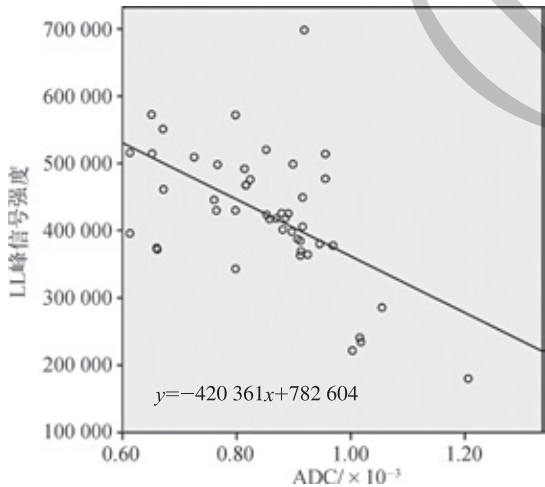


图 3 鳞癌实质区 LL 信号强度与 ADC 的线性关系图  
Fig 3 Linear relation diagram of LL signal strength and ADC in parenchyma of squamous cell carcinoma

2.3 原发性舌癌的 MRI 与 MVMRS 分析

根据病理结果, 取 3 例原发性舌癌患者做常规 MRI 及 MVMRS 检测。

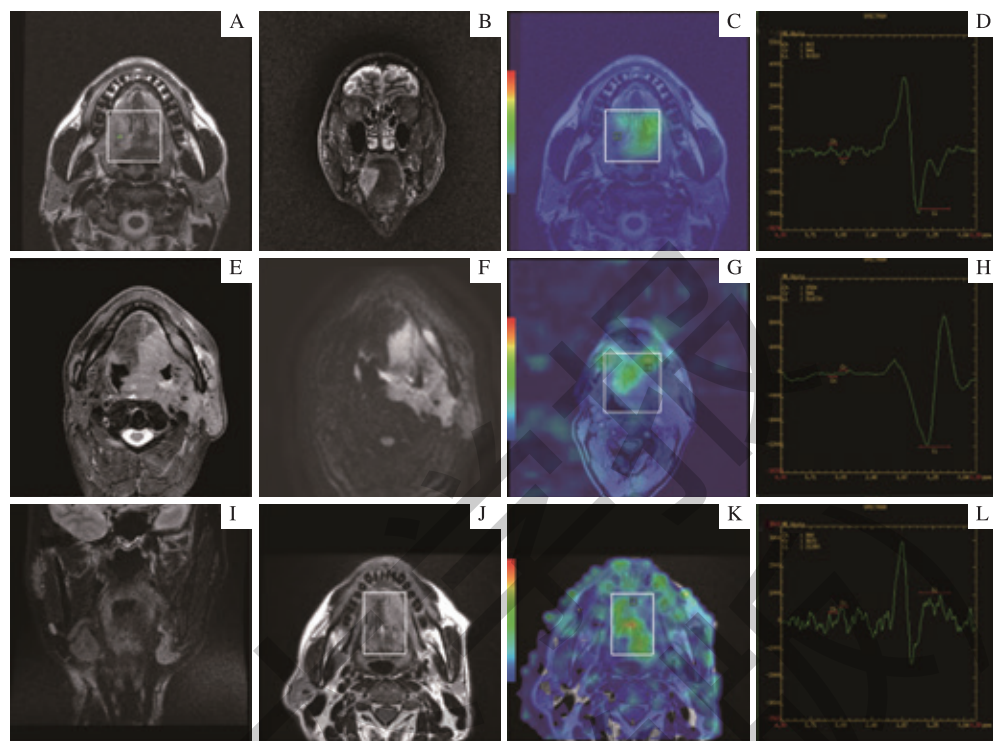
病例 1: 男性, 61 岁, 右舌根肿物 3 月余。病理诊断为右舌黏膜鳞状细胞癌 I ~ II 级, 伴右颈 II 区淋巴结转移。其 T1WI 图像见右侧舌缘及舌根高信号占位, 边界尚清, 邻近舌体受浸润侵袭; T2WI 压脂相见舌体右侧一高信号占位表现。MVMRS 见 Cho、Cr 分别在自旋频率 3.22 ppm (part per million, ppm) 和 3.03 ppm 处呈现 2 个小峰, LL 在 1.25 ppm 附近呈现明显的乳酸和脂质的负向双峰 (图 4A ~ D)。

病例 2: 男性, 69 岁, 左侧舌咽巨大占位 2 月余。病理诊断为左舌鳞状细胞癌, 非角化型, 伴左颈部淋巴结转移。T2WI 压脂相见口底左舌、左咽部、左侧腮腺大范围

高信号影,边界尚清;弥散加权相占位区内见水分子扩散受限呈高信号影;MVMRS 见 Cho、Cr 波峰不明显,LL 呈现光滑清晰的正负双向峰(图 4E~H)。

病例 3: 男性, 58 岁, 左口底肿块 1 月余。病例诊

断为左口底鳞状细胞癌 I~II 级, 神经浸润。其冠状位 T2WI 压脂相见左舌体一类圆形低信号影, 在肿块边缘位置见 MVMRS 谱线图上 LL 呈正向双峰(图 4I~L)。



注: A~D 分别为病例 1 鳞癌实质区内轴位 T2WI、冠状位 T2WI 压脂相、波谱伪彩图及波谱谱线图; E~H 分别为病例 2 鳞癌癌周区内轴位 T2WI 压脂相、轴位 ADC 图、波谱伪彩图及波谱谱线图; I~L 为病例 3 鳞癌边缘处冠状位 T2WI 压脂相、轴位 T2WI、波谱伪彩图及波谱谱线图。

图 4 原发性舌癌 MRI 与 MVMRS 图像

Fig 4 MRI and MVMRS images of primary tongue carcinomas

### 3 讨论

口腔颌面部肿瘤以鳞状细胞癌和腺样囊腺癌最为常见<sup>[4]</sup>。当肿瘤细胞在舌体区域呈现浸润性生长时,会破坏原有组织细胞的结构及功能并发生代谢的改变,从而出现局部组织代谢产物含量的变化<sup>[5]</sup>。MRS 是当今能够无创伤检测活体组织代谢产物含量的先进技术之一。El-Sayed 等<sup>[6]</sup>曾使用 MRS 检测头颈部鳞癌离体冰冻组织中的代谢产物含量。本研究利用 MRS 无创在体检检测的特点测定舌癌中 ADC 值及代谢产物含量的信息。

MRS 与 MRI 成像的基本原理相似,都可以采集多种质子如  $^1\text{H}$ 、 $^{31}\text{P}$ 、 $^{13}\text{C}$ 、 $^{19}\text{F}$  等产生的不同波谱信号,并能在特定静磁场中精准地接收和识别<sup>[7]</sup>。MRS 信号不同于 MRI 信号之处在于,它是将信号按时间域的分布函数转换成频率分布的谱线,通过计算机测算峰下面积来反映对应化合物含量的信号强度高<sup>[8]</sup>。MVMRS 采集技术又称作化学位移成像(chemical shift imaging, CSI),其优点是在

一次采集中能覆盖较大范围,并在相应的空间分布中得到多个体素的代谢产物谱线图,所以其检测效率较单体素更高<sup>[9]</sup>。单体素 MRS 通常是以面积不小于  $100\text{ mm}^2$  的正方形区域作为信号采集区,由于无法进行多区域测量,因而无法得知肿瘤实质区、癌周区、健侧区不同位置的波谱信息。本研究在单体素 MRS 的基础上运用多体素扫描方法,不仅减少了射频回波采集模式中的信号丢失(其信噪比是激励回波采集模式的 2 倍),同时可以一次采集同时获取舌体多个不同位置的波谱信息。

在 MVMRS 波谱检测图中,常使用 ppm 来表示化合物之间的频率差别,该差别恒定且不受任何场强影响。Cho 峰主要位于 3.20 ppm 处,其成分为自由胆碱,标志着细胞膜的翻转<sup>[10]</sup>。Cr 峰主要位于 3.05 ppm 处,作为能量循环利用、储存的重要化合物,标志着细胞的能量转运状态<sup>[11]</sup>。LL 峰主要位于 1.33~1.35 ppm 处,反映了细胞糖酵解的状态。当乳酸和脂质中分子的量大于 1 mmol 时就可以被 MRS 检测到<sup>[12]</sup>。由于恶性肿瘤细胞侵袭性生长和

糖酵解旺盛的特点,会导致肿瘤组织中代谢产物含量的异常,并通过信号强度的变化反映在 MRS 图像上,这也是 MRS 功能成像能应用于活体检测判断病灶良恶性的重要理论依据之一<sup>[13]</sup>。

LL 信号在正常组织中几乎检测不到,但是其作为异常糖酵解循环中的代谢产物与恶性肿瘤的细胞增殖密切相关<sup>[14]</sup>。通过比较肿瘤实质区石蜡切片与 MRS 图像表现后证实,舌癌组织石蜡切片上显示肿瘤实质区域及周边有大量成纤维细胞存在并伴有细胞坏死,从而导致肿瘤组织局部区域 LL 含量激增,其相应信号强度直接反映在波谱曲线上。在对鳞癌组和腺癌组实质区、癌周区进行对比后发现两者统计数据并无显著差别,提示 2 种不同病理分型肿瘤在 MVMRS 表现上较一致。Cho 峰和 LL 峰信号强度在鳞癌实质区内最高,在鳞癌癌周区内信号强度低于鳞癌实质区但高于健侧区,提示可能与 CAF 细胞的分布密切相关。同时,由于肿瘤细胞增殖、实质浸润引起的水分子弥散速率受限,在鳞癌实质区 LL 峰信号强度与 ADC 值呈线性负相关关系;即组织受肿瘤增殖浸润程度越严重,其区域的 ADC 值越低,LL 峰信号强度越高。在鳞癌癌周区内 LL 峰信号与 ADC 值的线性关系不明显,应

与该区域内肿瘤细胞和正常细胞的成分不均有关。由于腺癌病例数较少,其实质区、癌周区内 LL 峰与 Cho 峰相互关系不明显。Cho 峰信号不论在鳞癌还是腺癌组内均与 ADC 值无相关关系。因此,可以通过 MVMRS 检测肿瘤组织中 LL 信号强度来帮助临床诊断并预估疾病的进展和预后。

本研究还显示,肿瘤实质区 LL 峰的信号还呈现出明显的形态学多样性。76.8% 的病例 LL 峰呈现明显的低深负峰(图 4D),17.9% 的病例呈现正负双向峰形态(图 4H),5.3% 的病例呈现正向双峰形态(图 4L)。有研究<sup>[15]</sup>表明,LL 峰实际是由乳酸和脂质双峰叠加而成,可能由于乳酸和脂质存在比例上的不同,从而导致谱线形态出现多种变化。

本研究还注意到,虽然肿瘤实质区 Cho 峰高于健侧区,但 Cho/Cr 比值并没出现差异,这或许因为 Cho 信号强度不高所致。在后续的研究中可以通过增加病例数或者提高磁场均匀性来验证其差别是否具有统计学意义。综上所述,MVMRS 在本研究中能准确地检测并反映出肿瘤代谢产物的信号强度且与 DWI 检查具有良好的相关性,为临床诊断及病程进展提供一定的客观依据。

## 参 考 文 献

- [1] Potharaju M, E HR, Muthukumar M, et al. Long-term outcome of high-dose-rate brachytherapy and perioperative brachytherapy in early mobile tongue cancer[J]. J Contemp Brachytherapy, 2018, 10(1): 64-72.
- [2] Hock A, Wilm B, Zandomeneghi G, et al. Neurochemical profile of the human cervical spinal cord determined by MRS[J]. NMR Biomed, 2016, 29(10): 1464-1476.
- [3] Dorrius MD, Pijnappel RM, van der Weide Jansen MC, et al. The added value of quantitative multi-voxel MR spectroscopy in breast magnetic resonance imaging[J]. Eur Radiol, 2012, 22(4): 915-922.
- [4] Chaturvedi AK, Anderson WF, Lortet-Tieulent J, et al. Worldwide trends in incidence rates for oral cavity and oropharyngeal cancers[J]. J Clin Oncol, 2013, 31(36): 4550-4559.
- [5] Ozutemiz C, Ada E, Ersen A. Imaging findings of an epidermoid cyst with malignant transformation to squamous cell carcinoma[J]. Turk Neurosurg, 2017, 27(2): 312-315.
- [6] El-Sayed S, Bezabeh T, Odium O, et al. An *ex vivo* study exploring the diagnostic potential of <sup>1</sup>H magnetic resonance spectroscopy in squamous cell carcinoma of the head and neck region[J]. Head Neck, 2002, 24(8): 766-772.
- [7] Laleg-Kirati TM, Zhang J, Achten E, et al. Spectral data de-noising using semi-classical signal analysis: application to localized MRS[J]. NMR Biomed, 2016, 29(10): 1477-1485.
- [8] Wijnen JP, Haarsma J, Boer VO, et al. Detection of lactate in the striatum without contamination of macromolecules by J-difference editing MRS at 7T[J]. NMR Biomed, 2015, 28(4): 514-522.
- [9] Mao N, Fang J, Xie H, et al. Correlation between neurochemical metabolism and memory function in adolescent patients with depression: a multi-voxel <sup>1</sup>H magnetic resonance spectroscopy study[J]. Psychiatry Clin Neurosci, 2016, 70(4): 167-174.
- [10] Deelchand DK, Adanyeguh IM, Emir UE, et al. Two-site reproducibility of cerebellar and brainstem neurochemical profiles with short-echo, single-voxel MRS at 3T[J]. Magn Reson Med, 2015, 73(5): 1718-1725.
- [11] Holloway CJ, Suttie J, Dass S, et al. Clinical cardiac magnetic resonance spectroscopy[J]. Prog Cardiovasc Dis, 2011, 54(3): 320-327.
- [12] Lee HH, Kim H. Parameterization of spectral baseline directly from short echo time full spectra in <sup>1</sup>H-MRS[J]. Magn Reson Med, 2017, 78(3): 836-847.
- [13] de Souza NM, Rockall A, Freeman S. Functional MR imaging in gynecologic cancer[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2016, 24(1): 205-222.
- [14] Payne GS, Harris LM, Cairns GS, et al. Validating a robust double-quantum-filtered <sup>1</sup>H MRS lactate measurement method in high-grade brain tumours[J]. NMR Biomed, 2016, 29(10): 1420-1426.
- [15] 门阔,全红,李少武,等. 脑肿瘤 <sup>1</sup>H-MRS 准确识别并量化 Lac 和 Lip[J]. 放射学实践, 2008, 23(7): 746-748.

[收稿日期] 2018-05-09

[本文编辑] 瞿麟平

