Diagnostic Value of Functional Magnetic Resonance Imaging in Tumors of Jugular Foramen*

论 著

LI Hai, JIANG Meng-da, REN Ji-liang, YUAN Ying, TAO Xiao-feng*

Department of Radiology, Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China

功能磁共振成像对颈静脉孔区肿瘤的诊断价值*

李海 姜梦达 任继亮

袁瑛 陶晓峰*

上海交通大学医学院附属第九人民医院放射科(上海 200011)

【摘要】目的 探讨功能磁共振成像(MRI)对颈静脉孔区肿瘤诊断和鉴别诊断中的意义。**方法** 回顾分析经病理证实62例颈静脉孔区肿瘤患者,其中神经源性肿瘤19例,副神经节瘤18例,脑膜瘤8例,软骨肉瘤8例,转移瘤5例,中耳癌2例,恶性黑色素瘤1例,横纹肌肉瘤1例。术前患者均行MRI扫描包括常规MRI、扩散加权成像(DWI)(b值取0、1000s/mm²)和动态增强磁共振成像(DCE-MRI)检查,并测量其表现扩散系数(ADC)值和DCE-MRI参数。分析患者临床资料和DCE-MRI相关参数的统计学差异。**结果** 良性肿瘤的ADC显著低于软骨肉瘤(P<0.0001)但明显高于其他恶性肿瘤(P=0.03)。良性肿瘤的时间-信号强度曲线(TIC)为I、II或III型,其中III型均为副神经节瘤。恶性肿瘤TIC曲线除软骨肉瘤为I型外,均为II型。良性肿瘤、软骨肉瘤、其它恶性肿瘤三组间TIC曲线有统计学意义(P<0.0001)。良、恶性肿瘤的最大强化率和流出速率有显著差异(P=0.0002和P=0.04)。**结论** 颈静脉孔区良、恶性肿瘤的ADC值、最大强化率和流出速率有显著差异。软骨肉瘤(高ADC值、I型曲线)和副神经节瘤(III型曲线)的表现具有一定的特征性。DWI和DCE-MRI有助于颈静脉孔区良、恶性肿瘤的诊断和鉴别诊断。

【关键词】 颈静脉孔; 磁共振成像; 弥散加权成像; 动态增强磁共振成像; 鉴别诊断

【中图分类号】 R445.2; R543.4

【文献标识码】 A

【基金项目】 国家自然科学基金资助项目(91859202, 81771901)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.08.003

ABSTRACT

Objective To investigate the significance of functional magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis and differential diagnosis of jugular foramen tumors. **Methods** A retrospective analysis of 62 patients with jugular foramen tumors confirmed by cases, including 19 cases of neurogenic tumors, 18 cases of paraganglioma, 8 cases of meningioma, 8 cases of chondrosarcoma, 5 cases of metastases, and 2 cases of middle ear cancer, 1 case of malignant melanoma, 1 case of rhabdomyosarcoma. All patients underwent MRI scans before operation, including conventional MRI, diffusion-weighted imaging (DWI) (b value was 0, 1000s/mm²) and dynamic contrast-enhanced MR imaging (DCE-MRI) examination, and measure its apparent diffusion coefficient (ADC) value and DCE-MRI parameters. Statistical differences in clinical data and DCE-MRI-related parameters of patients were analyzed.

Results The ADC of benign tumors was significantly lower than that of chondrosarcoma (P<0.0001), but significantly higher than that of other malignant tumors (P=0.03). The time-intensity curve (TIC) of benign tumors is type I, II or III, and type III is all paraganglioma. The TIC curves of malignant tumors are all type II except chondrosarcoma which is type I. The TIC curves of benign tumor, chondrosarcoma and other malignant tumors were statistically significant (P<0.0001). The maximum enhancement rate and outflow rate were significantly different between benign and malignant tumors (P=0.0002 and P=0.04). **Conclusion** There were significant differences in ADC value, maximum enhancement rate and outflow rate between benign and malignant tumors in the jugular foramen. The appearance of chondrosarcoma (higher ADC value, type I curve) and paraganglioma (type III curve) is characteristic. DWI and DCE-MRI are helpful for the diagnosis and differential diagnosis of benign and malignant tumors in the jugular foramen.

Keywords: Jugular Foramen; Magnetic Resonance Imaging; Diffusion Weighted Imaging; Dynamic Contrast Enhanced Magnetic Resonance Imaging; Differential Diagnosis

颈静脉孔区是侧颅底的关键结构,解剖复杂,是沟通颅内外的重要通道,涉及重要的神经血管结构和颅底骨。颈静脉孔是由枕骨的基底突向内侧和颞骨的岩壁部分向外侧插入而形成的不规则孔,通过连接颞骨的颈椎和枕骨的颈突的纤维骨桥将孔分为两部分。前内侧包含舌咽神经,咽升动脉脑膜支和岩下窦,后外侧成分包含颈内静脉,迷走神经和副神经^[1]。颈静脉孔区肿瘤包括原发于颈静脉孔内的肿瘤包括副神经节瘤,神经源性肿瘤,脑膜瘤,原始神经外胚层瘤,转移瘤或淋巴瘤等及原发于颈静脉孔外的肿瘤包括脑膜瘤,胶质细胞瘤,脊索瘤,软骨肉瘤,横纹肌肉瘤,颞骨的肿瘤,脉络丛乳头状瘤等。由于其罕见性,颈静脉孔区肿瘤的确切发病率难以估计^[2]。副神经节瘤是最常见的原发灶,其次是神经鞘瘤和脑膜瘤^[3]。颈静脉孔区肿瘤的临床表现通常与病变对颈静脉孔内或相邻解剖区域内的重要结构的侵犯相关。最常见的表现为搏动性耳鸣,听力下降或合并颅神经麻痹(VII, IX, X, XI, XII)^[4],缺乏特异性。预后取决于在颈静脉孔区肿瘤类型。若是良性肿瘤,则根治性切除可能是可行的,术前栓塞可用于富血供肿瘤,如副神经节瘤,以减少手术中的失血^[5]。转移患者生存的决定性因素是原发恶性肿瘤的情况和全身转移的程度^[6]。因此,影像学检查对此区域肿瘤性质的判断具有重要价值且术前正确的诊断对手术计划及评估术后发病率和死亡率至关重要。既往已有学者对颈静脉孔区良恶性肿瘤的CT、常规MRI特点进行报道,但关于功能MRI特征,如扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)及动态增强MRI(dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging, DCE-MRI)少有报道,且以个案报道多见。DCE-

【第一作者】 李海,男,硕士,主要研究方向:头颈部疾病的影像学诊断。E-mail: 1315788527@qq.com

【通讯作者】 陶晓峰,男,主任医师,主要研究方向:头颈部疾病的影像学诊断。E-mail: cjr.taomiaofeng@vip.163.com

MRI的TIC及WR参数可以反映病灶的血流动力学特征。本文旨在探讨功能MRI对颈静脉孔区良恶性肿瘤的诊断价值,对临床治疗方案的选择提供客观的影像学依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性纳入2014年1月至2020年1月期间在上海交通大学医学院附属第九人民医院诊治的颈静脉孔区肿瘤患者62例。患者术前均行弥散加权成像(DWI)及动态增强磁共振成像(DCE-MRI)检查。

1.2 检查方法 采用Siemens Magnetom Verio 3.0T MR扫描仪。扫描序列主要包括轴位T₁WI,轴位压脂、冠状位T₂WI,轴位DWI,轴位、轴位压脂、冠状位压脂及矢状位压脂增强T₁WI。扫描参数:T₁WI,TR 620ms,TE 8.2ms,层厚5mm;T₂WI,TR 4500ms,TE 83ms,层厚5mm;DWI,TR 5500ms,TE 78ms,b值为0、1000s/mm²,层厚3.9mm;增强T₁WI,TR 676ms,TE 8.2ms,层厚5mm,动态增强序列采集8个时相。MR增强扫描对比剂均采用钆喷酸葡甲胺(Gd-DTPA),剂量0.1mmol/kg。

1.3 图像分析 分别由2名高年资影像科医师进行独立观察,分析,当意见不一致时,通过协商达成一致意见。功能MR图像主要观察和测量病灶的表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值和DCE-MRI时间-信号强度曲线(time-signal intensity curve, TIC)类型。图像数据在Syngo Verio3.0工作站上进行分析。病变ADC值的计算中,首先基于DWI使用单指数模型生成ADC图,在病灶最大层面选取实性部分作为感兴趣区(region of interest, ROI),测得的均值作为病灶的ADC值。DCE-MRI图像分析时将ROI置于病灶最高强化区,软件自动生成TIC。将TIC分为3种类型: DCE-MRI的TIC曲线分为3型: I型: 缓慢上升型(信号强度缓慢持续增加); II型: 平台型(病变信号强度早期达高峰,延迟期无明显变化); III型: 流出型(信号强度早期达高峰,其后减低)。定量参数(ADC值、最大强化率、流入速率、流出速率等)测量3次,取其平均值。同时记录患者的性别、年龄。

1.4 数据统计分析 采用Prism 8 Version 8.2.1统计软件进行数据分析,以P<0.05为差异有统计学意义。采用方差分析、独立样本t检验、 χ^2 检验比较颈静脉孔区良、恶性肿瘤的一般临床特征(年龄、性别)、ADC值、TIC类型(I型流入型、II型平台型、III型流出型)、动态增强相关参数(最大强化率、流入速率、流出速率)的统计学差异。

2 结果

2.1 颈静脉孔区肿瘤的病理结果 本研究共纳入62例颈静脉孔区肿瘤患者,其中男27(43.5%)例,女35(56.5%)例,平均(40.6±14.0)岁。包括神经源性肿瘤19例(图1),副神经节瘤18例(图2),脑膜瘤8例(图3),软骨肉瘤8例(图4),转移瘤5例(图5),中耳癌2例(图6),恶性黑色素瘤1例,横纹肌肉瘤1例(图7),良性肿瘤45(72.6%)例,恶性肿瘤17(27.4%)例。良恶性组性别、年龄无统计学差异(P>0.05)。颈静脉孔区良恶性肿瘤的TIC类型与病理分型,见表1。

2.2 ADC值比较 本组颈静脉孔区肿瘤病例中,良性肿瘤的ADC值为(1.14±0.20)×10⁻³mm²/s;软骨肉瘤的ADC值为(1.94±0.13)×10⁻³mm²/s;其他恶性肿瘤的ADC值为(0.92±0.17)×10⁻³mm²/s。良性肿瘤与软骨肉瘤组的ADC值以及良性肿瘤与其他恶性肿瘤组的ADC值,差异有统计学意义(P<0.0001, P=0.0255),见表2。

表1 颈静脉孔区肿瘤患者TIC类型与病理分型

病理类型	I型	II型	III型
神经源性肿瘤	19	-	-
脑膜瘤	2	6	-
副神经节瘤	-	8	10
软骨肉瘤	8	-	-
转移瘤	-	5	-
中耳癌	-	2	-
恶性黑色素瘤	-	1	-
横纹肌肉瘤	-	1	-

表2 颈静脉孔区良恶性肿瘤ADC值比较

类别	例数	ADC值
A: 良性	45	1.14±0.20
B: 软骨肉瘤	8	1.94±0.13
C: 其他恶性肿瘤	9	0.92±0.17
非配对样本t检验		P值
B V S A		<0.0001
C V S A		0.0255

2.3 血流动力学参数及TIC类型比较 最大强化和流出速率(表3)组间差异有统计学意义(P=0.0002, P=0.0421),流入速率无统计学意义(P>0.05)。颈静脉孔区良恶性肿瘤的TIC类型无统计学意义(P=0.0685),而良性肿瘤、软骨肉瘤、其它恶性肿瘤三组的TIC曲线相比有统计学意义(P<0.0001)。

表3 颈静脉孔区良恶性肿瘤血流动力学参数的比较

DCE参数	良性组	恶性组	P值
最大强化率	171.68±39.57	120.81±45.25	0.0002
流入速率	1090.80±1175.95	748.44±801.36	0.3008
流出速率	10.31±11.97	3.75±4.68	0.0421

3 讨论

MRI作为无创检查时首选检查方法,可多方位断层扫描,有利于肿瘤定位且不受骨及气体伪影影响,尤其对颅底病变优势明显。MRI可以对肿瘤性质进行更全面的分析,从而能提供更多的诊断信息。近几年DCE-MRI已经应用于颅内及头颈部肿瘤的鉴别诊断中^[7-9]。DCE-MRI能够评估颈静脉孔区肿瘤的微血管生成和通透性等血液动力学信息,为颈静脉孔区肿瘤性质的评估提供定性和定量信息。DCE-MRI的TIC曲线分为3型: I型: 缓慢上升型(信号强度缓慢持续增加); II型: 平台型(病变信号强度早期达高峰,延迟期无明显变化); III型: 流

出型(信号强度早期达高峰,其后减低)。一般I型曲线、III型曲线分别提示病变为良性和恶性,而II型曲线提示病变既可以是良性也可以是恶性。本组恶性组及良性组I型曲线及II型曲线在两者中有明显的交叉和重叠,两组间TIC类型分布没有差异($P=0.0685$),而良性肿瘤、软骨肉瘤、其它恶性肿瘤三组的TIC曲线相比有统计学意义($P<0.0001$)。本研究中恶性肿瘤患者TIC类型与病理分型有一定特点,恶性组除软骨肉瘤均为I型曲线外,其余病理类型恶性肿瘤均为II型,既往文献报道^[10]软骨肉瘤的延迟强化与瘤内富含大量黏液基质,黏蛋白有吸附聚积Gd-DTPA分子作用有关。良性肿瘤三种类型TIC曲线均有,TIC曲线为III型的肿瘤均为副神经节瘤,本研究副神经节瘤TIC曲线特点与Gaddikeri S.等^[11]报道的发生于颈动脉旁的副神经节瘤的TIC类型一致,可能因为副神经节瘤的血流动力学特征仅与组织病理学特征相关,而与其发生部位无明显相关性。本组脑膜瘤的TIC曲线特点与陈长青等^[12]颅内脑膜瘤TIC曲线特点一致。神经源性肿瘤TIC曲线特点与周正荣等^[13]颅内听神经瘤及三叉神经瘤曲线特征一致。转移瘤TIC曲线特点与徐等^[14]颅内转移瘤曲线特征一致。本组横纹肌肉瘤的TIC曲线特点与魏立豪等^[15]报道的TIC类型一致。本组恶性黑色素瘤的TIC曲线特点与许庆刚等^[16]报道的TIC类型一致。流入速率主要反映对比剂流入的速度,而最大强化率主要反映对比剂流入的量,流出速率反映对比剂廓清的速度,流出速率与病变血管生成情况无明显相关性^[17]。本研究中恶性肿瘤组最大强化率及流出速率显著低于良性组,最大强化率及流出速率的差异在两组间有统计学意义,而两组间的流入速率无统计学差异。良性组血流动力学参数较高的原因或与副神经节瘤的富血供特征相关。

DWI是目前常用的一种以图像进行显示肿瘤内水分子扩散运动速度的新型功能成像方法。作为DWI的量化参数的ADC值可用于反映肿瘤内部水分子的扩散状况。恶性肿瘤细胞密度大、较高的核浆比,细胞间隙小,限制了水分子扩散,ADC值偏低;良性肿瘤,细胞密度低时,ADC值较高。本组病例中,良性肿瘤的ADC值为 $(1.14 \pm 0.20) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,软骨肉瘤的ADC值为 $(1.94 \pm 0.13) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,除软骨肉瘤外的其他恶性肿瘤ADC值为 $(0.92 \pm 0.17) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,良性肿瘤组的ADC值明显高于其他恶性肿瘤($P=0.0255$),和上述理论相符。而本组良性肿瘤的ADC值为显著低于软骨肉瘤组($P<0.0001$)。可能和软骨肉瘤具有和其他类型恶性肿瘤不同的组织学特征有关。软骨基质内具有不同程度的细胞结构,内含有大量的黏液基质和分化良好的透明软骨且富含水分^[10]。

本研究结果表明功能MRI有助于颈静脉孔区良、恶性肿瘤的诊断和鉴别诊断。除软骨肉瘤可表现为高ADC值外,颈静脉孔区良性肿瘤的ADC值显著高于其他恶性肿瘤。软骨肉瘤(I型曲线)和副神经节瘤(III型曲线)的TIC曲线具有一定的特征性,有助于临床辅助诊断。

本研究的局限性:(1)本研究颈静脉孔区肿瘤相对少见且在收集病人信息时存在失访病例和病例信息不完整无法纳入研究,因此样本量较少。(2)受颅底伪影的影响,常规DWI可能受到一定影响,此区域肿瘤采用高分辨率DWI可信度会更大,

本研究为回顾性分析,患者术前未行分辨率DWI检查。(3)一些研究中^[4,18]也将曲线分为类似的I型,持续强化型;II型,平台型;III型,流出型,但这些研究认为,I型曲线提示肿瘤为良性,II、III型曲线对肿瘤性质的鉴别没有意义,且指出TIC曲线虽对扫描序列和设备依赖性不高,给医生对肿瘤定性提供信息,但缺乏客观性,提供信息相当有限。

参考文献

- [1] Singh O, M Das J. StatPearls. StatPearls publishing; treasure island (FL): Mar 4, 2019. Anatomy, head and neck, jugular foramen.
- [2] Hayward D, Morgan C, Emami B, et al. Jugular foramen syndrome as initial presentation of metastatic lung cancer [J]. J Neurol Surg Rep, 2012, 73(1): 14-18.
- [3] Fayad J N, Keles B, Brackmann D E. Jugular foramen tumors: Clinical characteristics and treatment outcomes [J]. Otol. Neurotol, 2010, 31(2): 299-305.
- [4] Yuan Y, Kuai X P, Chen X S, et al. Assessment of dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging in the differentiation of malignant from benign orbital masses [J]. Eur J Radiol, 2013, 82(9): 1506-1511.
- [5] Lee M, Heo Y, Kim T. Vernet's syndrome associated with internal jugular vein thrombosis [J]. J stroke cerebrovasc dis, 2019, 28(2): 344-346.
- [6] Soffiotti R, Rudā R, Mutani R. Management of brain metastases [J]. J. Neurol, 2002, 249(10): 1357-69.
- [7] 周正荣, 王玖华, 沈天真, 等. 磁共振动态增强在颅内肿瘤诊断中的应用价值 [J]. 中国医学计算机成像杂志, 2001, 7(6): 361-366.
- [8] Gaddikeri S, Gaddikeri R S, Tailor T, et al. Dynamic contrast-enhanced MR imaging in head and neck cancer: techniques and clinical applications [J] AJNR, 2016, 37(4): 588-595.
- [9] 刘松涛, 杨晓棠. DCE-MRI定量增强参数对乳腺癌分子分型预测的研究进展 [J]. 国际医学放射学杂志, 2018, 41(5): 568-571.
- [10] 曾莉, 刘衡, 李亚英, 等. DWI对颅底脊索瘤与软骨肉瘤鉴别诊断的应用价值 [J]. 实用放射学杂志, 2017, 33(6): 528-531.
- [11] Gaddikeri S, Hippe D S, Anzai Y. Dynamic contrast-enhanced MRI in the evaluation of carotid space paraganglioma versus schwannoma [J]. J Neuroimaging, 2016, 26(6): 618-625.
- [12] 陈长青, 王小宜, 彭仁罗, 等. 颅内脑膜瘤的MRI动态增强评价 [J]. 中国医学影像学杂志, 2000(1): 6-8.
- [13] 周正荣, 王玖华, 沈天真, 等. 磁共振动态增强在颅内肿瘤诊断中的应用价值 [J]. 中国医学计算机成像杂志, 2001(6): 361-366.
- [14] 徐明遥, 柴方圆, 李秋梅. 颅内肿瘤诊断中应用磁共振动态增强的效果分析 [J]. 中国医疗器械信息, 2019, 25(7): 40-41, 152.
- [15] 魏立豪, 蔡煜芳, 张晓辉, 等. 横纹肌肉瘤的CT与MRI影像学表现探讨 [J]. 功能与分子医学影像学, 2018, 7(1): 1389-1394.
- [16] 许庆刚, 尹红霞, 鲜军舫, 等. MRI及动态增强扫描对鼻腔及鼻窦恶性肿瘤的诊断价值 [J]. 放射学实践, 2016, 31(2): 155-158.
- [17] 解礼冰, 田兴仓, 马丽, 等. DCE-MRI诊断肺癌和肺部不同类型良性肿块的价值 [J]. 磁共振成像, 2018, 9(3): 192-196.
- [18] Yuan Y, Yue X H, Tao X F. The diagnostic value of dynamic contrast-enhanced MRI for thyroid tumors [J]. Eur J Radiol, 2012, 81(11): 3313-3318.

(收稿日期: 2020-04-25)