

论 著

MR动态磁敏感对比增强灌注成像鉴别脑胶质瘤复发与假性进展的应用研究

严 君¹ 徐 瑾^{2,*} 林慧慧²徐一文²

1.苏州蓝十字脑科医院影像科

(江苏 苏州 215100)

2.苏州大学附属第二医院影像科

(江苏 苏州 215004)

【摘要】目的 探讨3.0T动态磁敏感对比增强灌注成像(DSC-MRI)鉴别脑胶质瘤综合治疗后复发与假性进展(PP)的临床价值。**方法** 回顾性分析27例经手术切除后行同步放化疗的胶质瘤患者的DSC-MRI资料,勾画ROI并测量新增异常强化灶rCBV、rCBF、MTT、TTP这四个灌注参数,通过手术病理或随访将27例患者分为胶质瘤复发组与假性进展组。采用独立样本t检验对胶质瘤复发组和假性进展组各灌注参数进行统计分析;使用ROC曲线分析各灌注参数的诊断效能。**结果** 27例患者,18例为肿瘤复发,9例为假性进展。胶质瘤复发组的rCBV和rCBF值分别为 2.56 ± 1.26 、和 2.55 ± 1.32 ,明显高于假性进展组的 1.13 ± 0.37 和 1.18 ± 0.51 ,两组间差异具有统计学意义($t=4.42, P<0.05$; $t=2.99, P<0.05$);胶质瘤复发组的MTT和TTP值分别为 27.01 ± 2.84 和 26.27 ± 2.86 ,明显低于假性进展组的 29.05 ± 0.75 和 28.96 ± 1.03 ($t=-2.86, P<0.05$; $t=-3.56, P<0.05$)。各灌注参数的ROC曲线分析显示,rCBV鉴别胶质瘤复发和假性进展的曲线下面积最大(0.901),敏感性和特异性分别为94.4%、88.9%。**结论** DSC-MRI可以用于鉴别胶质瘤复发与假性进展,rCBV值对二者鉴别临床价值最高。

【关键词】 磁共振灌注成像;胶质瘤;肿瘤复发;假性进展

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.10.003

MR Dynamicsusceptibility Contrat Perfusion Imaging in Discrimination between the Recurrence and Pseudoprogression in Glioma

YAN Jun¹, XU Jin^{2,*}, LIN Hui-hui², XU Yi-wen².

1.Imaging Department of Suzhou Blue Cross Brain Hospital, Suzhou 215100, Jiangsu Province, China

2.Imaging Department of the Second Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215004, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the value of 3.0T MR dynamicsusceptibility contrat perfusion imaging(DSC-MRI)in distinguishing pseudoprogression(PP)from the recurrence in glioma after comprehensive treatment. **Methods** 3.0T DSC-MRI examination were performed in 27 cases with glioma after surgery,chemotherapy and radiation therapy. The values of relative cerebral blood volume(rCBV),relative cerebral blood flow(rCBF),mean transit time(MTT),andtime-to-peak(TTP)were calculated in the newly developed abnormal enhancement by ROI. 27 cases were divided into recurrence group and PP group by surgical pathology or follow-up.Independent sample t test was used to analyze the perfusion parameters of recurrence and PP groups. Receiver operating characteristic(ROC)curve was performed for evaluation of the sensitivity,specificity and AUC. **Results** 18 cases of recurrence and 9 cases of pseudoprogression were determined by histopathology or flow-up. Recurrence group showed higher rCBV(2.56 ± 1.26 vs. 1.13 ± 0.37)and (2.55 ± 1.32 vs. 1.18 ± 0.51),when compared with PP group,the differences were statistically significant($t=4.42, P<0.05$; $t=2.99, P<0.05$).The MTT and TTP values of recurrence group were 27.01 ± 2.84 and 26.27 ± 2.86 , respectively, which were significantly lower than those of the PP group (29.05 ± 0.75 and 28.96 ± 1.03 , respectively)($t=-2.86, P<0.05$; $t=-3.56, P<0.05$).ROC curve showed the AUC value to diagnose recurrence and PP of rCBV was the highest(0.901),and the sensitivity and specificity were 94.4% and 88.9%. **Conclusion** DSC-MRI can be used to identify glioma recurrence and pseudoprogression, rCBV value has the most clinical significance.

Keywords: Magnetic Resonance Perfusion Weighted Imaging; Glioma; Tumor Recurrence ; Pseudoprogression

胶质瘤(glioma)是最常见的颅内原发性肿瘤,约占颅内肿瘤发病率33%^[1]。根据美国癌症协会2021年的报告显示,颅内原发恶性肿瘤的发病率总体上呈下降趋势,但生存率仍然较低^[2]。随着分子生物学、分子病理学等学科的飞速发展,转化医学概念的不断深入,一些创新治疗技术如免疫治疗、分子靶向治疗和基因治疗等方兴未艾。但以手术治疗为主,同时辅以放疗、化疗仍是当今恶性胶质瘤治疗的金标准^[3]。有效控制局部肿瘤的生长以延长生存时间、提高生存质量是治疗的焦点问题^[4]。

目前对胶质瘤患者治疗后的随访过程中,常规颅脑MRI平扫及增强扫描是评估疗效及发现肿瘤复发最主要的影像学方法。但MRI增强图像上的强化本质上反映的是血脑屏障被破坏,而不是直接反映肿瘤的生长情况;因此,单纯依赖增强图像出现强化灶来评判肿瘤复发是不完全准确的。假性进展是近年来对胶质瘤患者放化疗^[5]或免疫治疗^[6]后的随访过程中,观察到的一个现象。其不仅在MRI增强图像常表现为与肿瘤复发类似的团片/斑片状的强化灶,伴临近脑实质水肿;还可具有颅内高压、神经缺失等与肿瘤复发非常类似的临床表现。目前假性进展的发生机制尚不明确,可能是跟治疗后局部组织炎性反应、水肿及血管通透性增高、细胞毒性T细胞(CD8+)在肿瘤内浸润^[6]等有关。假性进展不是真正肿瘤的复发,是良性的改变,随着时间的推移,影像学及临床表现均会改善。胶质瘤复发及假性进展的治疗与预后截然不同,早期对二者的准确甄别非常重要,将直接影响临床对前期疗效的评估及后续治疗方案的制定。

胶质瘤复发与肿瘤血供密切相关。磁共振灌注成像(perfusion imaging, PI)可以实现肿瘤的微血管分布及血流灌注情况定性和定量分析^[7]。现有技术中,主要包括动态磁敏感对比增强灌注成像^[8](dynamicsusceptibility contrat perfusion imaging, DSC-PI)、动态弛豫对比增强灌注成像(dynamic contrast enhancement perfusion imaging, DCE-PI)及动脉自旋标记灌注成像(arterial spin labeling perfusion imaging, ASL-PI)三种类型。后两种技术由于存在扫描时间过长、后处理步骤繁琐或图像信噪比差等原因,主要见于临床研究报道中,而尚未实现真正意义的临床普及应用。DSC-MRI是临床应用最广的磁共振PI技术,前期有较多工作实践基础,本研究旨在通过回顾性对比分析经病理证实为胶质瘤复发和经随访/病理证实为假性进展的两组病例中DSC-MRI主要参数的差异,评估DSC-MRI对胶质瘤复发和假性进展的鉴别诊断价值,遴选出最优诊断参数。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2015年7月至2020年7月在苏州大学附属第二医院接受手术+放化疗的初治脑胶质瘤患者共27例。其中男性17例,女性10例,中位年龄42岁(15-69岁)。

【第一作者】严 君,女,主治医师,主要研究方向:颅脑MRI功能成像。E-mail: 1536331471@qq.com

【通讯作者】徐 瑾,女,副主任医师,主要研究方向:颅脑MRI功能成像。E-mail: shoo2_1@sina.com

纳入标准：术后经病理证实为脑胶质瘤，不论病理分级；术后完成放射治疗计划，并辅以同步口服替莫唑胺化疗；随访时间超过6个月；在放疗期间及结束后，MRI检查新见术区周围或脑内其他部分新见异常强化灶；具有完整的MRI检查资料。排除标准：出现其它恶性肿瘤所致的脑转移瘤；出现非胶质瘤的其它原发性脑肿瘤；随访期间术区改变未出现明显变化。

1.2 检查方法 术后及同期放化疗结束时患者均行MRI平扫及增强扫描，其后每2-3个月复查一次，如若出现新发增强病灶，则3日内完成DSC-MRI。采用荷兰Philips公司生产的Ingenia 3.0T超导磁共振成像设备以及头部专用线圈。扫描序列包括：首先行横断面T₁WI、T₂WI、FLAIR、DWI以及DSC-PI扫描，利用高压注射器从患者肘正中静脉处注射钆喷酸葡甲胺(Gd-DTPA)造影剂，剂量为0.2mmol/kg，注射速率为5.0mL/s，于扫描第三时相后立即团注造影剂，行连续动态增强扫描，结束后行常规增强横断面、矢状面及冠状面T₁WI+C。成像参数分别为：横断面T₁WI、T₂WI、FLAIR：层厚为6mm，层间距为1mm，FOV=230×230mm，NSA=1；DWI：TR/TE 7500/60，b值1000s/mm²；横断面 GRE-EPI：TR=1513ms，TE=40，层厚=5mm，层间距=1mm，FOV=224×224mm，NSA=1；横断面T₁WI+C：TR=190ms，TE=22，层厚=6mm，层间距=1mm，FOV=230×230mm，NSA=2。

1.3 肿瘤复发与假性进展的诊断标准 手术+放化疗后的胶质瘤患者在随访过程中首次发现术区周围或其它部位出现新的强化灶，连续两个层面上肿瘤体积较前增大大于10%^[9]；且继续随访过程中未对患者行药物治疗或其它进一步治疗(包括激素、分流、囊肿减压或部分切除手术)的情况下。如果病灶保持稳定或缩小，影像上表现为只存在囊性病变而无实性成分，可判定为假性进展。如果病灶持续性增大，或术区外出现新的强化灶，并且患者神经症状逐渐加重，需要针对性治疗(化疗、靶向治疗、手术)的，则判定为肿瘤复发。

1.4 图像分析 将所得到的数据传输至Philips自带后处理工作站，采用灌注软件包重建出脑血流伪彩图，图中颜色越偏红则提示灌注升高、颜色越偏蓝提示灌注减低。结合T₁WI增强图像，选取术区旁明显强化的区域绘制感兴趣区(region of interest, ROI)，大小为15mm²左右，平均测量3-5次，取平均值(避免测量

误差)；并提取ROI所对应的脑血容量(cerebral blood volume, CBV)、脑血流(cerebral blood flow, CBF)、平均通过时间(mean transit time, MTT)以及峰值时间(time-to-peak, TTP)这四个灌注参数；需要注意的是，ROI的提取需尽量避开肿瘤囊变、坏死或出血的区域。病变对侧正常脑白质内需勾画同样大小ROI，并提取相应CBV、CBF值；若患侧ROI的对侧也为异常强化区，则健侧ROI可选患侧相对正常脑实质进行勾画。rCBV=患侧CBV/健侧CBV；rCBF=患侧CBF/健侧CBF。

1.5 统计学方法 应用SPSS 22.0和Medcalc1 5.2.2统计软件进行数据分析，首先采用Kolmogorov-Smirnov检验判定rCBV、rCBF、MTT、TTP这四个灌注参数值的数据分布类型，P>0.05表示符合或近似正态分布。符合正态分布的连续变量，应用独立样本t检验，用($\bar{x} \pm s$)表示；不符合正态分布的连续变量或分类变量应用非参数检验(Mann-Whitney U检验)，采用中位数(四分位间距)表示。对rCBV、rCBF、MTT、TTP行ROC曲线分析，计算曲线下面积(AUC)，应用z检验评价以上指标AUC是否存在差异。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 常规MRI及DSC-MRI表现 27例经过手术+放化疗的胶质瘤患者中，肿瘤复发18例，其中7例经过手术证实，4例经组织学穿刺证实，7例随访证实，典型影像学表现见图1；假性进展9例，均通过随访证实，典型影像学表现见图2。胶质瘤复发及假性进展均表现为术区或邻近脑组织内团片、斑块状T₂加权图像上高信号、T₁加权图像上稍低信号，增强扫描呈明显不均匀强化；均可见占位效应，但肿瘤复发灶周围水肿范围较假性进展明显，其中有2例肿瘤复发病例，出现跨越胼胝体侵犯对侧大脑半球的表现。胶质瘤复发灶大多呈典型的弥散受限改变，呈DWI高、ADC低信号表现；而假性进展则大多弥散受限不明显，有1例内混杂着少许小斑点状弥散受限灶。肿瘤复发灶均见不同范围、程度的高灌注表现，而所有假性进展均呈低灌注。

2.2 DSC-MRI灌注参数的结果 18例胶质瘤复发病例与9例假性进展病例，以rCBV、rCBF、MTT、TTP这四个灌注参数进行分类评估研究。结果显示，rCBV值、rCBF值、MTT值、TTP值在两组间均有统计学意义上的差异，见表1。

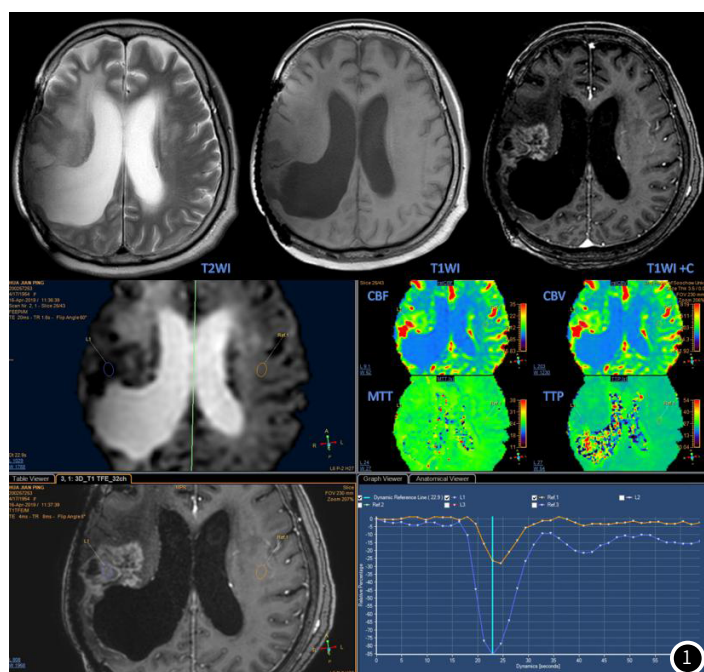


图1 胶质瘤复发患者的头颅常规MRI及DSC-MRI图像；右额叶高级别胶质瘤(III级)手术+放化疗后复发，术区病灶呈团片状T₂WI较高、T₁WI稍低信号，增强扫描呈明显不均匀强化，DSC-MRI-CBV呈明显高灌注。

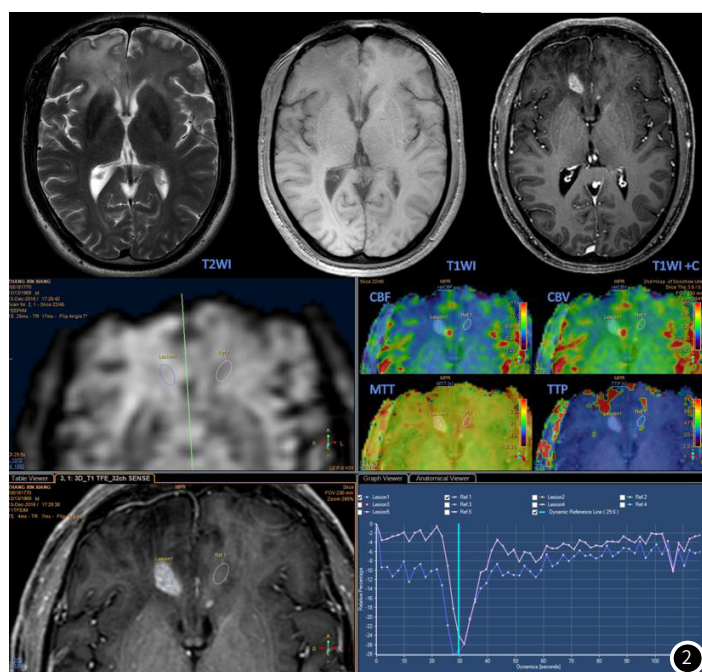


图2 胶质瘤综合治疗后假性进展患者的头颅常规MRI及DSC-MRI图像；右额叶高级别胶质瘤(III级)手术+放化疗后复发，术区邻近脑实质内见团片状T₂WI较高、T₁WI稍低信号，增强扫描呈明显不均匀强化，DSC-MRI-CBV呈明显低灌注。

表1 胶质瘤复发组和假性进展组灌注参数的比较

灌注参数	胶质瘤复发组(n=18)	假性进展组(n=9)	t值	P
MTT	27.01 ± 2.84	29.05 ± 0.75	-2.86	0.009*
TTP	26.27 ± 2.86	28.96 ± 1.03	-3.56	0.002*
rCBF	2.55 ± 1.32	1.18 ± 0.51	2.99	0.006*
rCBV	2.56 ± 1.26	1.13 ± 0.37	4.42	<0.001*

2.3 ROC曲线分析结果 ROC曲线(见图3)显示rCBV值的曲线下面积(AUC)最大,为0.901,高于rCBF(0.858)、MTT(0.765)、TTP(0.802)。但rCBV的曲线下面积与rCBF、MTT、TTP的曲线下面积分别行组间比较,均无统计学意义上的差异(Z=1.106, P>0.05; Z=1.115, P>0.05; Z=0.81, P>0.05)。各灌注参数对胶质瘤复发和假性进展鉴别的诊断效能分析见表2;其中rCBV的诊断效能最佳,当阈值>1.23时,可易鉴别胶质瘤复发和假性进展,该数值越大,更易倾向于胶质瘤复发。

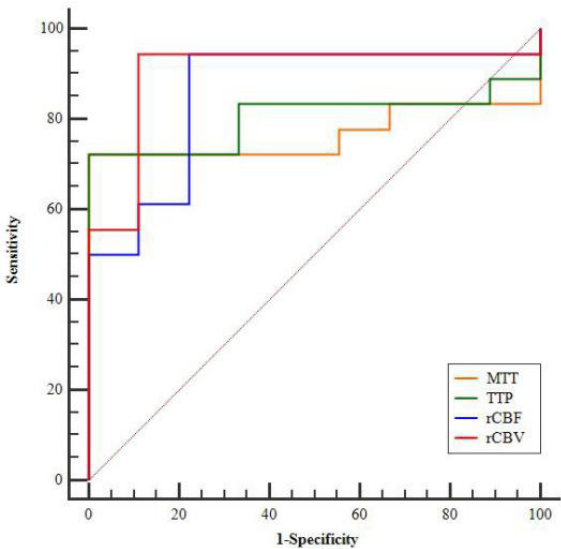


图3 rCBV、rCBF、MTT、TTP值的ROC曲线

表2 各灌注参数对胶质瘤复发和假性进展鉴别的诊断效能分析

	MTT	TTP	rCBF	rCBV
阈值	≤27.80	≤27.45	>1.12	>1.23
约登指数	0.72	0.72	0.72	0.83
敏感度(%)	72.2	72.2	94.4	94.4
(95%可信区间)	(46.5-90.3)	(46.5-90.3)	(72.7-99.9)	(72.7-99.9)
特异度(%)	100.0	100.0	77.8	88.9
(95%可信区间)	(66.4-100.0)	(66.4-100.0)	(40.0-97.2)	(51.8-99.7)

3 讨论

随着对脑胶质瘤术后联合放疗或放化疗的影像学随访不断完善,关于假性进展的报道逐渐增多,其发生率为7%-42.9%^[5,9],中位发生时间为6.1个月^[5]。化疗药物替莫唑胺^[9]的使用,可使这种反应程度更剧烈,引起更显著的临床症状,增加与肿瘤复发的鉴别难度。本研究患者假性进展的发生率为50%,高于多数报道^[5,9],可能的原因有两方面,其一,在遴选患者时,纳入条件设定为治疗后不低于6个月,而且并未限定假性进展的发生时间点,尽量避免低估其发生率的可能;其二,本研究是回顾性研究,将影像资料不全的很多病例均排除在外,导致入组病例数少,影响了数据的准确性。虽然胶质瘤复发与假性进展在普通增强扫描上均可表现为术区或临近脑叶出现新的强化病灶;但是研究报道存在室管膜播散^[10]、术腔周围结节状强化灶、水肿带明显增大、跨越胼胝体累及对侧这些表现更支持肿瘤复发的判断,甚至肿瘤的真性进展可导致出现脑组织沿手术减压窗向外膨出的情况^[11];而术区

残留腔隙周围环形强化^[12],临近脑实质水肿较轻或即使水肿范围较大、占位效应却轻,这些影像表现更支持假性进展的诊断。

DSC-MRI是临床应用最广的磁共振PI技术,其基本原理是:静脉团注的对比剂首次通过组织时,主要存在血管内,血管外极少,信号变化受弥散因素影响小;采用快速扫描序列行连续多层面多次成像,就能获得对比剂通过局部组织引起的信号强度变化和时间的关系,进而计算出相关血流动力学参数值,定量反映组织的血流灌注情况。假性进展是病变区正常脑组织对胶质瘤综合治疗后的反应性改变,主要的病理改变是坏死组织及炎症反应,伴有局部血管通透性增加;因此理论上,其在DSC-MRI图像上通常呈低灌注。胶质瘤复发时,肿瘤细胞持续性增殖,伴随着大量不成熟的新生血管形成;因此在DSC-MRI图像上通常表现为高血流灌注状态。本研究显示结果基本与之相符合。DSC-MRI主要可获得CBV、CBF、MTT、TTP这四种灌注相关参数指标^[13]。脑血容量(CBV)指单位时间内一定脑组织的血容量;脑血流量(CBF)指在单位时间内流经一定量脑组织血管结构的血流量,CBF越小,意味着脑组织的血流量越低;平均通过时间(MTT)主要反映的是对比剂通过毛细血管的时间;峰值时间(TTP)指在时间信号曲线上从对比剂开始出现到对比剂浓度达到峰值的时间。这些半定量的血流动力学参数,可对目标区域内微血管结构和功能进行定量描述。本研究显示上述各灌注参数对胶质瘤复发和假性进展之间的鉴别均有诊断价值,其中rCBV的诊断效能最佳。这与以往众多的研究结果^[14-17]相符合,这也印证了多数研究在研究胶质瘤(包括胶质瘤诊断、术前分级、监测肿瘤预后等)时均优先选取rCBV这一参数的正确性。但是在鉴别脑胶质瘤复发与假性进展的问题上,不同的研究所获得的rCBV界值以及其相应敏感性及特异性不尽相同,无法达成共识的rCBV界值,也使其在临床应用中具有不确定性。相关文献^[14-17]报道的rCBV界值在1.7-2.6的范围内波动。高者,如Prager^[16]等研究认为,当rCBV>2.6时,可以准确预测肿瘤复发,而当rCBV<0.6时,可以准确诊断是放射性脑坏死。而低者如Masch^[17]等报道rCBV取1.7为界值时,其敏感性为90.2%、特异性为91.1%。而本研究得出rCBV界值较低为1.23,敏感性为94.4%、特异性为88.9%。针对所得rCBV界值相比相关文献报道偏低的问题,可能有以下三个方面的原因;其一,相关的文献讨论的范围主要针对高级别胶质瘤,多数研究在选取病例的时候,已将I-II级胶质瘤排除在外,而本研究在选取病例时,并未根据胶质瘤的分级进行区分;其二,由于提取各血流灌注参数时,均为手动勾选ROI,而手术+放疗术后术区病理情况复杂,坏死、出血、钙化等都会对rCBV值产生较大的影像;其三,病例数较少,特别是假性进展的病例数,在统计中单一样本占总体比重大,单一数据的不准确对结果产生的影响比较大。在后续工作中,可继续积累病例数目,将胶质瘤行分级讨论,以期可获得更准确的rCBV界值。

目前临床提倡多种影像学检查技术联合应用于疾病诊断。研究报道^[18]磁共振波谱(MRS)、¹⁸F-FDG PET、¹¹C-MET-PET等检查对胶质瘤复发及假性进展二者鉴别均具有一定价值。比如在MRS检查中,肿瘤复发会显示局部组织特异性乳酸峰升高,而假性进展者乳酸水平无明显升高。弥散加权成像(DWI)是能够活体检测水分子运动的唯一方法,因其操作简便、耗时短、无创等优点,已成为临床应用最广泛、最成熟的功能磁共振成像技术。已有学者将DWI联合DSC-MRI应用于胶质瘤的诊断中,郭丽丽^[19]等认定为DWI及DSC-MRI联合应用可提高胶质瘤术前分级的准确性。但在实施多种检查技术联合应用时,存在各种检查数据在最终结果中所占的权重、患者的经济负担、便捷性及依从性等一系列问题,需经临床实践进一步论证。此外随着分子标记物引入中枢神经系统肿瘤分类,有学者开始针对放化疗后颅内新发增强病变,利用分子标记物对其进行风险分层研究。美国华盛顿大学路易斯医学院Xin H^[20]发现1p19q联合缺失组很少发生假性进展,且患者的生存率及治疗反应性更好,因此认为肿瘤分子标记物1p19q的缺失与假性进展呈低风险相关。这为在分子时代中枢神经系统肿瘤诊断新概念建立起来的背景下,打开了从病理分子分型角度鉴别胶质瘤复发与假性进展的新思路。

(下转第22页)

参考文献

[1]Evenson M, Cai CY, Huchtagowder V,et al.Utility of copy number variants in the classification of intracranial ependymoma [J].Cancer Genet,2020,240: 66-72.

[2]Andreiuolo F,Varlet P,Tauziède-Espariat A,et al.Childhood supratentorial ependymomas with YAP1-MAML1 fusion:an entity with characteristic clinical,radiological,cytogenetic and histopathological features[J].Brain Pathology (Zurich,Switzerland),2019,29(2): 205-216.

[3]Kharosekar H,Bhide A,Velho V,et al.Pediatric isolated cortical (ectopic) anaplastic ependymoma[J].Asia J Neurosurg,2018,13(1):144-146.

[4]Metellus P,Figarella-Branger D,Guyotat J,et al.Supratentorial ependymomas:prognostic factors and outcome anaysis in a retrospective series of 46 adult patients[J].Cancer,2008,113(1):175-185.

[5]Matsumoto Y,Ichikawa T,Kurozumi K,et al.Clinicopathological and genetic features of supratentorial cortical ependymomas[J].World Neurosurgery,2019,129:e417-e428.

[6]Louis DN,Perry A,Reifenberger G,et al.The 2016 world health organization classification of tumors of the central nervous system:a summary[J].Acta Neuropathol,2016,131(6): 803-820.

[7]Kuai Xin-Ping,Wang Sheng-Yu,Lu Yi-Ping,et al.MRI features of intracranial anaplastic ependymomas:a comparison of supratentorial and infratentorial lesions[J].Front Oncol,2020,10: 1063.

[8]Mangalore S,Aryan S,Prasad C,et al.Imaging characteristics of supratentorial ependymomas:study on a large single institutional cohort with histopathological correlation[J].Asian J Neurosurg,2015;10: 276-281.

[9]Parish JM,Bonnin JM,Goodman JM,et al.Intrasellar ependymoma:clinical, imaging, pathological, and surgical findings[J].J Clin Neurosci,2015,22: 638-641.

[10]Matsumoto Y, Ichikawa T, Kurozumi K, et al. Clinicopathological and Genetic features of supratentorial cortical ependymomas[J]. World Neurosurgery, 2019, 129: e417-e428.

[11]任建政,李正华,纪涛,等.幕上脑实质囊性室管膜瘤20例MRI分析[J].实用放射学杂志,2011,27(2):177-179.

[12]Andreiuolo F,Varlet P,Tauziède-Espariat A,et al.Childhood supratentorial ependymomas with YAP1-MAML1 fusion:an entity with characteristic clinical,radiological,cytogenetic and histopathological features[J].Brain Pathology (Zurich,Switzerland),2019,29(2): 205-216.

[13]施豪波,赵闯宁,余一凡,等.颅内间变性室管膜瘤的多层螺旋CT和MRI表现及诊断[J].分子影像学杂志,2021,44(4): 608.

[14]周全中,曾珍,钱堃,等.幕上脑实质室管膜瘤的CT、MRI表现及其病理基础[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(3): 21-24.

[15]霍生杰,李浩,徐松,等.幕上脑实质囊性变室管膜瘤的诊治分析[J].中国微侵袭神经外科杂志,2019,24(10): 437-439.

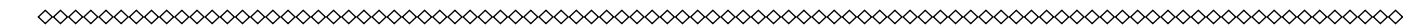
[16]Iwamoto N, Murai Y, Yamamoto Y, et al. Supratentorial extraventricular anaplastic ependymoma in an adult with repeated intratumoral hemorrhage[J]. Brain Tumor Pathol, 2014, 31(2): 138-143.

[17]Liu Z,Li J,Liu Z, et al.Supratentorial cortical ependymoma:case series and review of the literature[J].Neuropathology,2014,34: 243-252.

[18]姜卉,王娟,邓惠婷,等.颅内脑膜瘤不典型MRI表现分析[J].湖南师范大学学报(医学版),2020,17(3): 56-59.

[19]刘学兵,陈自谦,许尚文,等.脑细胞胶质瘤的多模态影像学表现及鉴别诊断[J].医学影像学杂志,2015,25(9): 1533-1536.

(收稿日期: 2023-01-16)
(校对编辑: 孙晓晴)



(上接第10页)

总之,胶质瘤复发与假性进展是临床诊断难点,采用DSC-MRI有助于之间的鉴别诊断。单一的MRI技术存在局限性,多种技术联合分析应用是发展趋势,DSC-MRI技术的实用操作性、患者可接受度均较好,是一项值得推广的技术。

参考文献

[1]Khorasani A,Tavakoli MB.Multiparametric study for glioma grading with FLAIR,ADC map,eADC map,T1 map,and SWI images[J].Magnetic Resonance Imaging,2023,96: 93-101.

[2]Miller KD,Ostrom QT,Kruchko C,et al.Brain and other central nervous system tumor statistics,2021[J].CA Cancer J Clin,2021,71(5): 381-406.

[3]陈圣攀,左晓坤,夏鹰.脑胶质瘤的治疗进展[J].中华神经创伤外科电子杂志,2017,3(2):105-108.

[4]Kulinich DP,Sheppard JP,Nguyen T,et al.Radiotherapy versus combination radiotherapy-bevacizumab for the treatment of recurrent high-grade glioma:a systematic review[J].Acta Neurochir (Wien),2021,163(7): 1921-1934.

[5]Tsang DS,Murphy ES,Lucas JT,et al.Pseudoprogression in pediatric low-grade glioma after irradiation[J].J Neurooncol.2017,135(2): 371-379.

[6]Galldiks N,Kocher M,Ceccon G,et al.Imaging challenges of immunotherapy and targeted therapy in patients with brain metastases:response,progression, and pseudoprogression[J].Neuro Oncol,2020,22(1): 17-30.

[7]肖冬玲,唐光才.脑胶质瘤磁共振灌注成像的研究进展[J].中国医学影像学杂志,2016(6): 474-476.

[8]van Santwijk L,Kouwenberg V,Meijer F,et al.A systematic review and meta-analysis on the differentiation of glioma grade and mutational status by use of perfusion-based magnetic resonance imaging[J].Insights Imaging,2022,13(1): 102.

[9]Sidibe I,Tensaouti F,Roques M,et al.Pseudoprogression in glioblastoma:role of metabolic and functional mri-systematic review[J].Biomedicines,2022,10(2): 285.

[10]Young R J,Gupta A,Shah A D,et al.Potential utility of conventional MRI signs in diagnosing pseudoprogression in glioblastoma[J].Neurology,2011,76(22): 1918-1924.

[11]耿道颖,方黎明.星形胶质细胞瘤术后残留或复发与放射性坏死的影像鉴别诊断[J].中华放射学杂志,1997,31(9): 614-620.

[12]Chaskis C,Neyns B,Michotte A,et al.Pseudoprogression after radiotherapy with concurrent temozolomide for high-grade glioma:clinical observations and working recommendations[J].Surgical Neurology,2009,72(4): 423-428.

[13]Theillac M,Meyronet D,Savatovsky J,et al.Dynamic susceptibility contrast perfusion imaging in biopsy-proved adult medulloblastoma[J].J Neuroradiol,2016,43(5): 317-324.

[14]Gahramanov S,Muldoon L L,Varallyay C G,et al.Pseudoprogression of glioblastoma after chemo- and radiation therapy:diagnosis by using dynamic susceptibility-weighted contrast-enhanced perfusion mr imaging with ferumoxytol versus gadoteridol and correlation with survival[J].Radiology,2013,266(3): 842-852.

[15]Ye J,Bhagat S K,Li H,et al.Differentiation between recurrent gliomas and radiation necrosis using arterial spin labeling perfusion imaging[J].Experimental & Therapeutic Medicine,2016,11(6): 2432-2436.

[16]Prager A J,Martinez N,Beal K,et al.Diffusion and perfusion MRI to differentiate treatment-related changes including pseudoprogression from recurrent tumors in high-grade gliomas with histopathologic evidence[J].American Journal of Neuroradiology,2015,36(5): 877-885.

[17]Masch W R,Wang P I,Chenevert T L,et al.Comparison of diffusion tensor imaging and magnetic resonance perfusion imaging in differentiating recurrent brain neoplasm from radiation necrosis[J].Academic radiology,2016,23(5): 569-576.

[18]Zikou A,Sioka C,Alexiou GA,et al.Radiation necrosis,pseudoprogression,ps eudoresponse, and tumor recurrence:imaging challenges for the evaluation of treated gliomas[J].Contrast Media Mol Imaging,2018,2018: 6828396.

[19]郭丽丽,付旷,赵明,等.磁共振DWI及T2DSCPI在脑胶质瘤诊断中的价值[J].中国实验诊断学,2016(3): 396-398.

[20]Hu X,Martinez-Ledesma E,Zheng S,et al.Multigene signature for predicting prognosis of patients with 1p19q co-deletion diffuse glioma[J].Neuro Oncol,2017,19(6): 786-795.

(收稿日期: 2023-02-01)
(校对编辑: 孙晓晴)