

· 研究生展版 ·

磁共振 DWI、PWI 和 MRS 量化评定超早期脑梗死缺血半暗带

钟高贤, 朱文珍, 王伟, 夏黎明, 王承缘, 杨波, 潘邓记, 姜亚平

【摘要】 目的:应用扩散加权成像(DWI)、灌注成像(PWI)以及磁共振波谱(MRS)技术界定超早期脑梗死缺血半暗带,力求提出量化评定标准。方法:13例发病时间在2~6h的超急性脑梗死患者行MRI检查,包括DWI、PWI及¹H MRS技术,并在2~28d复查T₂WI确定最终梗死范围。对梗死中心区、缺血半暗带及对侧镜像区,测量其扩散变化,血流灌注以及代谢改变。结果:①梗死中心区与缺血半暗带表观弥散系数(ADC)平均值分别为 $7.01 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{s}$ 及 $9.36 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{s}$,rADC平均值分别为0.63及0.87,梗死中心区ADC及rADC均明显降低,缺血半暗带ADC及rADC轻度下降,二者之间差异有显著性意义。②PWI显示11例超急性脑梗死存在灌注缺损区或灌注减低区,2例腔隙性脑梗死未见明显灌注异常。③MRS改变为乳酸(Lac)浓度升高和N-乙酰天门冬氨酸盐(NAA)水平降低。④对于PWI>DWI者,ADC值轻度降低(<22%)Lac升高且NAA正常或轻度下降(<14%)的区域可能为缺血半暗带;而ADC值明显降低(25%~53%)Lac升高且NAA明显下降的区域(16%~34%)可能为不可逆损伤区。结论:综合应用DWI、PWI和MRS可发现超早期脑梗死,并预测缺血半暗带。

【关键词】 脑梗死; 缺血半暗带; 磁共振成像

【中图分类号】 R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2006)06-0541-05

Quantitative Evaluation of Ischemic Penumbra of Hyperacute Cerebral Infarction with Diffusion Weighted Imaging, Perfusion Weighted Imaging and MR Spectroscopy ZHONG Gao-xian, ZHU Wen-zhen, WANG Wei, et al. Department of Neurology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 Objective: To outline ischemic penumbra of hyperacute cerebral infarction with diffusion weighted imaging (DWI), perfusion weighted imaging (PWI) and MR spectroscopy (MRS), so as to propose the quantitative evaluation standards. **Methods:** MRI with DWI, PWI and MRS techniques was performed in 13 patients with clinically diagnosed hyperacute cerebral infarction within 2h to 6h after the onset of symptoms. All the patients were followed up with T₂WI to determine the final area of infarction within 2 to 28 days. Diffusion and perfusion and metabolic changes were measured in the infarct area and ischemic penumbra in the affected hemisphere and the counterpart in the contralateral hemisphere. **Results:** ① The average value of apparent diffusion coefficient (ADC) in the center of infarction and ischemic penumbra was $7.01 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{s}$ and $9.36 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{s}$, and that of relative ADC (rADC) was 0.63 and 0.87, respectively. There was a significant decline and mild decline in the ADC and rADC value of center of infarction and ischemic penumbra, respectively, and both of the decline had a difference of significance. ②PWI demonstrated regional cerebral blood flow reduction or absence in 11 patients. However, PWI is normal in 2 patients with lacunar cerebral infarction. ③MRS changes of both center of infarction and ischemic penumbra included elevated Lac peak and decreased NAA peak. **Conclusion:** If PWI>DWI, the area with slightly decreased ADC value (<22%), elevated Lac and slightly decreased NAA (<14%) might be the ischemic penumbra; while the area with obviously decreased ADC (25%~53%), elevated Lac and obviously decreased NAA (16%~34%) is irreversible infarct area.

【Key words】 Brain infarction; Ischemic penumbra; Magnetic resonance imaging

确定超早期脑梗死的病灶范围和缺血半暗带(ischemic penumbra, IP),并及时进行干预治疗,对脑梗死的预后十分重要。笔者联合应用DWI、PWI及MRS技术,观察超早期脑梗死IP的转归,试图为个体化治疗脑梗死提供缺血半暗带的影像学信息。

材料与方 法

1. 研究对象

搜集2003年12月~2005年5月本院收治的经临床诊断为超急性脑梗死的患者病例资料13例,发病时间均在2~6h,男9例,女4例。年龄49~76岁,平均57岁。临床表现包括不同程度的肢体偏瘫、无力、运动性失语等。临床确诊脑梗死后立即行CT扫描排除脑出血,随后行MRI检查。影像学确诊后临床立即

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院神经内科(钟高贤、王伟、潘邓记、姜亚平),放射科(朱文珍、夏黎明、王承缘、杨波)

作者简介:钟高贤(1975—),男,湖北鹤峰县人,博士研究生,主要从事脑血管疾病的研究。

基金项目:卫生部部属(管)医疗机构临床学科重点项目基金(20012433)

进行静脉溶栓治疗。13例患者分别在临床治疗后2~28 d复查MRI检查。

2. MRI检查技术

采用美国GE公司Signa 1.5 Tesla超导型扫描机,梯度场40 mT/m。成像序列包括常规横断面SE序列T₁WI, FSE序列T₂WI。DWI采用单次激发EPI序列,扩散梯度同时加在前后、左右和上下三个方向,扩散敏感系数b值为1000 s/mm²。TR 10000 ms, TE 20 ms, 矩阵128×128, 层厚5 mm, 间距0, 激励次数1。

PWI亦采用单次激发SE-EPI序列, 矩阵192×128, TR 2000 ms, TE 80 ms, 共8层, 层厚10 mm, 间距1 mm, 激励次数1。经高压注射器注射Gd-DTPA, 0.2 mmol/kg, 流率为2.0~2.5 ml/s。每个层面重复采集次数为40次, 成像时间为1 min 40 s。

¹H MRSI采用二维PRESS序列, 选取DWI上病变范围最大的层面定位, 包括病灶的较大部分及对侧正常对照区域, TR 2000 ms, TE 144 ms, 矩阵1×1, 激励次数1, 层厚15~20 mm, 层间距0.5 mm, 采集时间5 min 34 s。

治疗后复查时行横断面T₁WI、T₂WI扫描, 方法同前。

3. 分析方法

将发病时DWI呈异常高信号复查时T₂WI亦呈高信号的区域定义为梗死中心区, 而发病时DWI呈高信号而复查时T₂WI呈正常信号的脑组织区域或者

DWI高信号灶周围等信号区域在复查T₂WI呈高信号的区域定义为IP区。分别在工作站对DWI、PWI及¹H-MRSI进行数据分析, 兴趣区面积为30 mm²。

在DWI图像上, 分别测量梗死中心区、IP及正常对照侧镜像区脑组织的ADC值, 采用公式:

$$ADC = \ln \frac{S_n - S_1}{b_1 - b_n}$$

其中b_n为扩散敏感系数, S_n是扩散敏感系数为b_n时的MR信号强度。

对于PWI图像, 比较rCBV血流灌注异常区域与DWI高信号区域的大小。

对于¹H-MRSI, 计算梗死中心区、IP及正常对照侧镜像区脑组织的有关代谢物的相对浓度, 分别计算NAA/Cr、Lac/Cr比值及相对NAA浓度(rNAA)。

4. 统计分析方法

采用SAS统计分析软件, 对计量资料均数间的比较, 采用方差分析。两个均数的比较采用小样本差值t检验。

结果

1. MRI表现

13例超早期脑梗死发病时平扫T₂WI均未显示明确的新近梗死灶, 4例可见脑回肿胀, 脑沟变浅。而DWI均显示13例患者有异常的高信号区, 其中3例为腔隙性脑梗死(图1), 10例为大面积脑梗死(图2)。

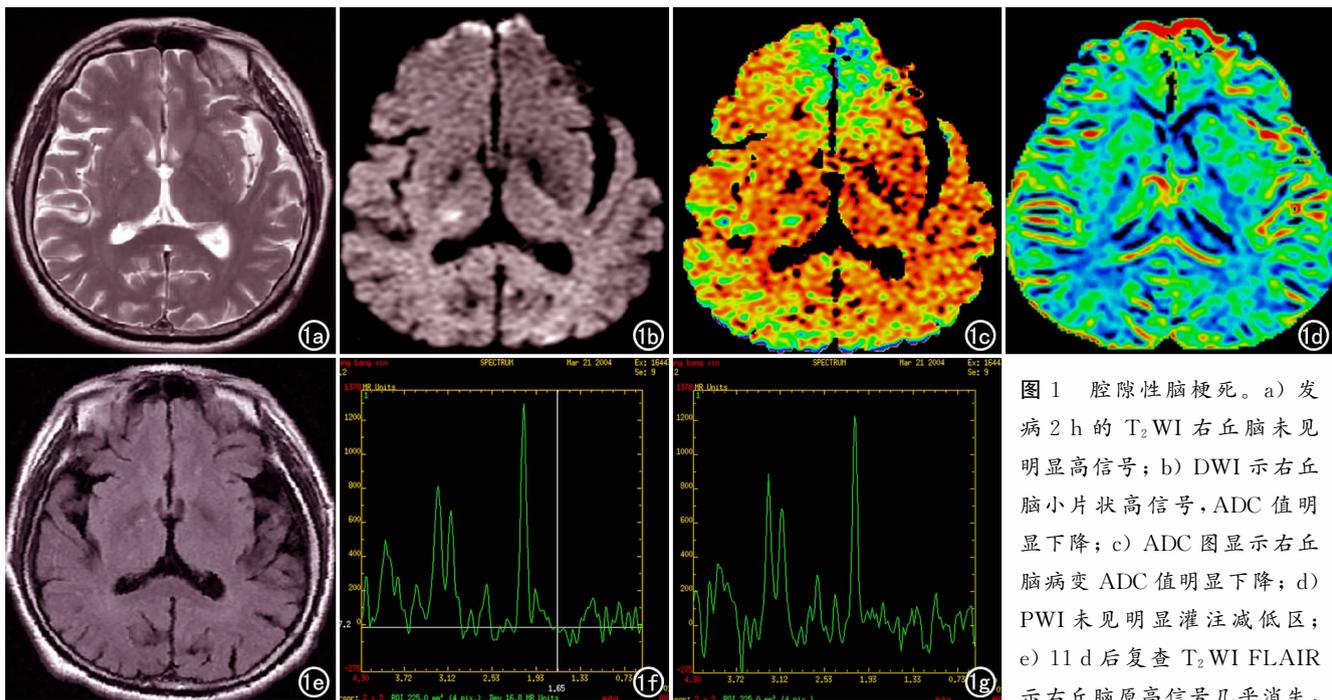


图1 腔隙性脑梗死。a) 发病2 h的T₂WI右丘脑未见明显高信号; b) DWI示右丘脑小片状高信号, ADC值明显下降; c) ADC图显示右丘脑病变ADC值明显下降; d) PWI未见明显灌注减低区; e) 11 d后复查T₂WI FLAIR示右丘脑原高信号几乎消失, 提示为缺血半暗带, 而非梗死; f) MRS示DWI右丘脑的高信号区可见倒立的较小的Lac峰出现; g) 对侧镜像区MRS未见Lac峰出现。

提示为缺血半暗带, 而非梗死; f) MRS示DWI右丘脑的高信号区可见倒立的较小的Lac峰出现; g) 对侧镜像区MRS未见Lac峰出现。

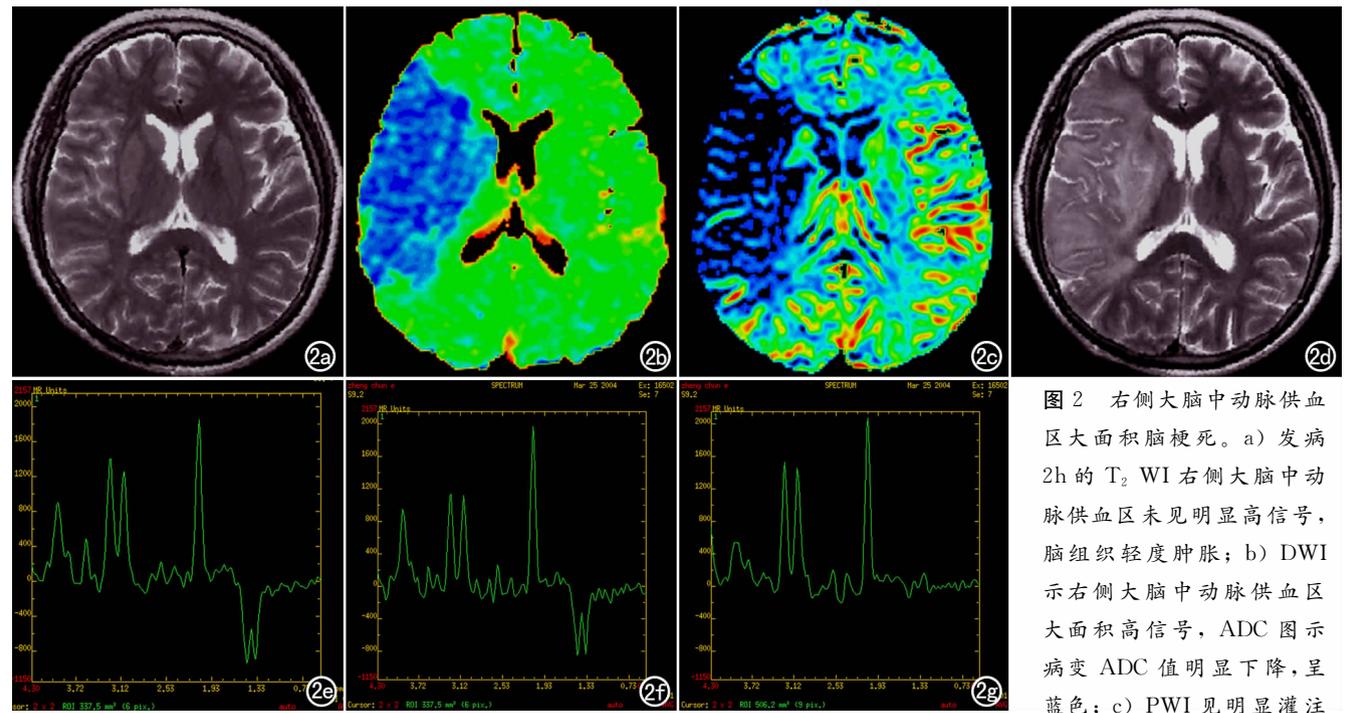


图2 右侧大脑中动脉供血区大面积脑梗死。a) 发病2h的 T_2 WI右侧大脑中动脉供血区未见明显高信号,脑组织轻度肿胀;b) DWI示右侧大脑中动脉供血区大面积高信号,ADC图示病变ADC值明显下降,呈蓝色;c) PWI见明显灌注

减低区,呈蓝色,范围较DWI增大;d) 15d后复查, T_2 WI见右侧大脑中动脉供血区大面积脑梗死,同PWI异常灌注区域几乎相当;e) 梗死中心区MRS提示NAA较对侧镜像区轻度下降,Lac峰明显加深,呈倒立向下的双尖峰;f) 缺血性半暗带MRS提示Lac峰加深,呈倒立向下的双尖峰,NAA较对侧镜像区变化不大;g) 缺血半暗带对侧镜像区MRS未见Lac峰,NAA峰高窄。

PWI示11例患者病变侧有异常低灌注或灌注缺损区,说明局部rCBV明显下降(图2c),而2例腔隙性脑梗死患者病侧未见明显低灌注区或灌注缺损区(图1d)。MRS示11例梗死中心区均可见Lac峰出现,而2例基底节区腔梗未见Lac峰显示。

经临床治疗后,2例腔隙性脑梗死患者临床完全恢复,复查 T_2 WI示病变明显缩小,其中1例复查 T_2 WI示原DWI异常高信号几乎消失(图1e)。10例临床症状明显好转者,复查 T_2 WI示原DWI异常高信号范围缩小或者无明显变化。1例大脑中动脉区大面积脑梗死临床症状无好转者,复查 T_2 WI示病变范围较原DWI异常高信号区明显增大。

2. DWI对超急性脑梗死的定量分析

测量13例患者DWI源图像上梗死中心区、IP以及上述两处部位的正常对照侧镜像区ADC值,计算其平均值,见表1。

表1 13例超早期脑梗死不同区域ADC值比较($\bar{x} \pm s$)

部位	ADC值 ($\times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{s}$)	rADC值
梗死中心区	7.01 \pm 1.14	0.63 \pm 0.12
IP	9.36 \pm 0.84	0.87 \pm 0.09
梗死中心对侧镜像区	11.03 \pm 0.96	—
IP对侧镜像区	10.81 \pm 1.02	—

经方差分析显示,梗死中心区与IP、梗死中心区

与对侧镜像区之间ADC值的差异均有显著性意义($F=3.4, P=0.03, P<0.05$),IP与对侧镜像区之间ADC值的差异无显著性($P>0.05$)。与正常对侧相比,梗死中心区ADC值下降较明显(25%~53%)(图1b,c),而IP区ADC值下降较轻(4%~22%)。同时IP区rADC值高于梗死中心区,两者之间差异有极显著性意义($t=4.29, P=0.001, P<0.01$)。

3. PWI对超急性脑梗死的显示

11例PWI检查显示脑组织血流灌注明显减低的区域的面积较DWI上异常高信号区域的范围要大(图2c);2例腔隙性脑梗死PWI未显示明显的灌注减低区(图1d)。

4. ^1H MRS表现

11例梗死灶中心可见Lac峰(图1f、2e),2例腔隙性脑梗死病灶中心未见Lac峰。测量梗死中心区、IP以及上述两处部位的正常对照侧镜像区的代谢变化,包括NAA/Cr比值及Lac/Cr比值。同时计算梗死中心区及IP的相对NAA(rNAA)浓度,具体见表2。

表2 超急性脑梗死不同区域的代谢物变化

部位	NAA/Cr比值	Lac/Cr比值	rNAA
梗死中心区	1.38 \pm 0.36	0.79 \pm 0.64	0.84 \pm 0.17
IP	1.71 \pm 0.52	0.58 \pm 0.33	0.93 \pm 0.07
两组均数的比较	$t=1.40$	$t=0.65$	$t=1.20$
采用 t 检验	$P=0.19$	$P=0.53$	$P=0.26$

可见 NAA/Cr 比值、Lac/Cr 比值及 rNAA 在梗死中心区与 IP 之间差异均无显著性,但 NAA/Cr 比值在梗死中心区较 IP 降低更明显,相对 NAA 浓度(rNAA)梗死中心区下降 0~34%,平均 16%,IP 区 NAA 下降 0~14%,平均 7%(图 2e,f)。Lac/Cr 比值梗死中心区明显高于 IP,前者为 0.22~1.69,平均 0.79,而后者为 0.10~0.89,平均为 0.58。

讨 论

1. 脑梗死 IP 的概念

IP 是指脑缺血所致的局部脑细胞活动停止,功能丧失但形态结构保持完整的脑组织。多数学者认为 IP 的特征为^[1]:①位于严重缺血中心区周围的低灌注区缺血性脑组织;②具有可逆性及可变性。IP 处于动态变化的过程,若能及时恢复血供,则可转化成正常灌注区,否则将发展成为不可逆性梗死。因此,确定 IP 成为临床诊断和治疗的关键。

2. DWI 对超早期脑梗死的应用价值

DWI 对水分子的限制性弥散非常敏感,可早期显示细胞毒性水肿,DWI 诊断早期脑梗死的敏感性大大高于 T₂WI。DWI 较常规 T₁WI、T₂WI 能更早地发现缺血病灶^[2]。有作者报道 DWI 诊断超急性脑梗死的敏感性和特异性分别为 88%~100%和 95%~100%,被认为是目前最敏感的检查方法^[3]。

测量梗死中心区、IP 区及对侧镜像区 ADC 值,梗死中心区平均 ADC 下降幅度为 37%(25%~53%),而 IP 区平均下降幅度为 13%(4%~22%)。ADC 值及 rADC 值在梗死中心区、IP 及正常对照脑组织之间均有显著性差异。动物实验表明,ADC 下降程度与急性脑缺血后的组织损伤程度有一定的相关性,认为 ADC 较对侧下降 40%~60%的区域代表可逆性损伤区即 IP^[4,5]。以上结果提示 ADC 值及 rADC 的定量分析在鉴定超早期脑梗死的梗死中心区、IP 及正常脑组织方面有较大的价值。

3. PWI 对超急性脑梗死的应用价值

PWI 可用来评价组织微循环的灌注情况,敏感地反映脑缺血区。有作者将 DWI 与 PWI 联合起来评价超急性脑梗死,可出现以下 4 种情况^[6,7]:①PWI 显示灌注异常的区域明显大于 DWI 显示的异常区域。本组有 11 例。认为 DWI 异常区域代表梗死核心区,而 PWI 异常的区域包括梗死核心区、IP 和贫血区,PWI 和 DWI 的不匹配可能包含 IP,积极治疗可减少最终梗死范围。②DWI 与 PWI 显示异常范围一致。本组有 1 例。多为缺乏侧支循环的大面积梗死灶,发病早

期即为不可逆性损伤。③DWI 异常而 PWI 不能显示灌注缺损区,或者显示过渡灌注区。这种情况是由于部分或完全性血管再通所致,较少见。本组病例有 1 例。④DWI 正常而 PWI 显示灌注减低区,提示脑缺血而无梗死。

4. MRS 在超急性脑梗死的应用

MRS 能活体测量脑组织的代谢产物浓度,直接反映缺血脑组织的代谢状况,评估缺血脑组织的可逆性。

乳酸(Lac)是超急性脑梗死的敏感指标,波峰位于 1.33 ppm 处,正常脑组织中测不到乳酸的波峰。Lac 在缺血发生后即刻可检测到,Lac 升高是线粒体功能障碍的标志。本组资料显示梗死中心区 Lac/Cr 比值为 0.79,而 IP 区为 0.58,前者较后者明显增高,说明 Lac 升高的程度反应脑缺血的严重程度。

NAA 是成熟神经元的内标记物,反映神经元的数量及功能状态。NAA 的减少标志着神经元的丧失及功能受损。本组资料提示脑梗死中心区 NAA 水平明显降低,平均 NAA/Cr 比值为 1.38,较对侧(1.70)平均下降 18%,而 IP 区 NAA/Cr 比值为 1.71,较对侧(1.80)下降约 5.6%。并且 rNAA 值梗死中心区为 0.84,较 IP(0.93)明显降低。

本研究认为 Lac 浓度升高和 NAA 水平下降是超早期脑梗死区中心区最主要的早期表现,Lac 与 NAA 的综合分析对于区别梗死区与 IP 有重要的价值,即 Lac 升高 NAA 正常或轻度下降(<14%)的区域可能为 IP,而 Lac 升高 NAA 明显降低(16%~34%)的区域可能为不可逆损伤区。目前,国内外采用 MRS 研究超急性脑梗死 IP 报道较少,有待进一步深化^[8]。

6. DWI、PWI 以及 MRS 对超急性脑梗死 IP 的综合评价

DWI 能反映脑组织损伤的病理状态,PWI 能提供脑组织血流灌注信息,MRS 能反映缺血脑组织的代谢变化,这些信息的综合应用能够更加全面地评估 IP。本组有限的资料提示,对于 PWI 显示异常的区域大于 DWI 者,IP 可界定为 ADC 值轻度降低(<22%)、Lac 升高且 NAA 正常或轻度下降(<14%)的区域可能为 IP,而 ADC 值明显降低(25%~53%)、Lac 升高以及 NAA 明显下降的区域(16%~34%)可能为不可逆损伤区。上述研究结果能够为临床溶栓治疗时间窗及选择适当的治疗措施提供重要依据。

参考文献:

- [1] Rohl L, Ostergaard L, Simonsen CZ, et al. Viability Thresholds of Ischemic Penumbra of Hyperacute Stroke Defined by Perfusion-weighted MRI and Apparent Diffusion Coefficient [J]. Stroke,

2001, 32(5):1140-1146.

- [2] 林东虎, 孙德津. MR扩散及灌注成像对超急性期脑梗死缺血半暗带的研究进展[J]. 放射学实践, 2005, 20(5):433-435.
- [3] Oliveira-Filho J, Koroshetz WJ. Magnetic Resonance Imaging in Acute Stroke; Clinical Perspective[J]. Top Magn Reson Imaging, 2000, 11(5):246-258.
- [4] Desmond PM, Lovell AC, Rawlinson AA, et al. The Value of Apparent Diffusion Coefficient Maps in Early Cerebral Ischemia[J]. AJNR, 2001, 22(7):1260-1267.
- [5] Liu KF, Li F, Tatlisumak T, et al. Regional Variations in the Apparent Diffusion Coefficient and the Intracellular Distribution of Water in Rat Brain During Acute Focal Ischemia[J]. Stroke,

2001, 32(8):1897-1905.

- [6] Hasegawa Y, Fisher M, Latour LL, et al. MRI Diffusion Mapping of Reversible and Irreversible Ischemic Injury in Focal Brain Ischemia[J]. Neurology, 1994, 44(8):1484-90.
- [7] Albers GW. Expanding the Window for Thrombolytic Therapy in Acute Stroke. The Potential Role of Acute MRI for Patient Selection[J]. Stroke, 1999, 30(10):2230-2237.
- [8] Barker PB, Gillard JH, van Zijl PC, et al. Acute Stroke: Evaluation with Serial Proton MR Spectroscopic Imaging [J]. Radiology, 1994, 192(3):723-732.

(收稿日期:2005-08-16 修回日期:2006-01-25)

· 病例报道 ·

颞下窝色素沉着绒毛结节性滑膜炎一例

姚金龙

【中图分类号】R814.42 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2006)06-0545-01

病例资料 患者,女,46岁,头昏,左耳闭气1年,无疼痛。体检:左侧耳前区稍肿胀,颞颌关节研磨运动轻微受限,双外耳道干燥,左耳鼓膜标志不清、内陷,无红、热、压痛及关节弹响等阳性体征。

颞部CT:平扫左侧颞下窝示大小2.4 cm×2.5 cm×3.6 cm。椭圆形不均匀性肿块影,长径与矢状面平行,边缘光滑清晰,高密度区(CT值420~800 HU)为钙、骨化灶,其内散在的低密度区(CT值58~129 HU)为软组织成分(图1);增强后原病灶内的低密度区密度增高,CT值73~242 HU(图2),该病灶上抵左侧中颅窝底,下与下颌切迹平齐,翼外肌向前外侧移位,翼内肌向下稍向后移位,左侧咽旁脂肪间隙受压变窄,鼻咽部左侧壁推挤变平,与翼内外侧板、下颌骨髁状突及冠状突、茎突分界清晰,左侧颞颌关节关系正常。CT诊断:左侧颞下窝良性占位。手术及病理诊断:左侧颞下窝色素沉着绒毛结节性滑膜炎。

讨论 色素沉着绒毛结节性滑膜炎是发生在关节、腱鞘、滑囊的一种慢性良性滑膜增生性病变^[1-4]。常见于单侧膝关节,少数累及髋关节,位于颞下窝者未见报道。多见于青、中年,男女发病率无明显差异。病因不明,有炎症、肿瘤、外伤关节出血、代谢障碍、变态反应及感染学说。病理上以关节滑膜形成大量黄棕色的绒毛和结节及含铁血黄素沉着为特征。根据病变范围分为局限型和弥漫型,局限型多见于腱鞘、肌腱周围组织,具有黄色或棕红色单个或多个息肉样的块体与滑膜相连;弥漫型以关节多见,滑膜增厚可达1.0 cm,绒毛状增生涉及整个滑膜囊,绒毛直径自1.0 cm~5.0 cm不等,绒毛结节质硬韧,可有色素斑沉着。本例为局限型发生于颞下窝附着于下颌颈腱鞘之滑膜组织。平片主要表现为关节肿胀及其内外结节

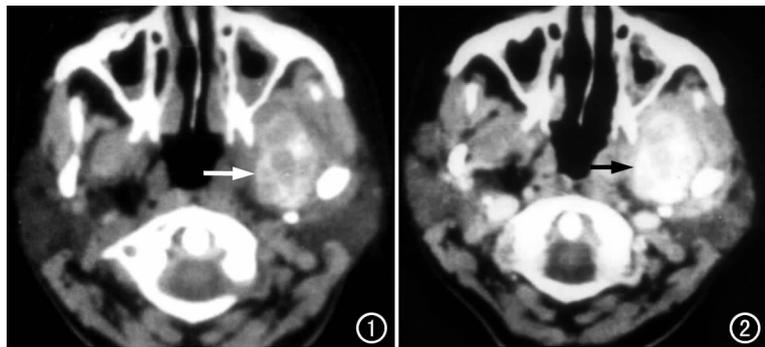


图1 CT平扫示左侧颞下窝椭圆形不均匀性钙、骨化影(箭),边缘光滑清晰。图2 CT增强示平扫病灶内低密度区强化(箭)。

状、分叶状软组织肿块,侵犯关节骨质时呈类圆形边缘硬化的缺损,无骨质疏松和骨膜反应,钙化少见,但本例呈块状不均匀钙、骨化,可能为慢性反复出血机化后发生钙化所致。CT平扫及增强后可进一步了解滑膜增厚、软组织结节及骨质缺损硬化环的情况。但平片及CT均缺乏特异性,本例术前仅提示良性占位,未作出定性诊断。MRI具有较高的软组织分辨率,成像参数多,可多方位成像,能很好地显示滑膜增厚、结节及其具有特征性的 T_1 、 T_2 信号,即呈铁屑样低信号的含铁血黄素沉着,对本病的诊断具有特异性价值。

参考文献:

- [1] 李瑞宗, 李兰萍, 卞昭汉. 骨肿瘤诊断图谱[M]. 天津:天津科技翻译出版公司, 1993. 183.
- [2] 尤玉华, 赵涛, 刘薇, 等. 色素沉着绒毛结节性滑膜炎的MRI表现[J]. 中华放射学杂志, 2003, 37(6):488-491.
- [3] 李勇刚, 楼海燕, 王仁法, 等. 膝关节色素沉着绒毛结节性滑膜炎的MRI与病理对照分析[J]. 中华放射学杂志, 2003, 37(6):493-497.
- [4] 李敏, 吴献华, 胡振民, 等. 膝关节色素沉着绒毛结节性滑膜炎的影像学诊断[J]. 中华放射学杂志, 2003, 37(6):499-502.

(收稿日期:2005-12-08 修回日期:2006-02-20)

作者单位:244000 安徽,铜陵市人民医院 CT室

作者简介:姚金龙(1965-),男,安徽铜陵人,主治医师,主要从事医学影像学诊断工作。