

弥漫性轴索损伤的影像诊断比较

郑文斌, 刘国瑞, 郭岳霖, 方文辉, 吴仁华

【摘要】 目的:比较 CT、常规 MR 和扩散加权成像(DWI)对急性、亚急性脑弥漫性轴索损伤(DAI)的诊断价值。**方法:**50 例患者在脑损伤后 2 h~20 d 行 CT、常规 MR 及 MR DWI,比较病变在 CT、MR 各种序列上的表现特点。**结果:**50 例中 CT 检查阴性者 24 例(占 48%),阳性者 26 例,发现 DAI 病灶 75 个。50 例在 MR 各种序列显示病灶 240 个,其中非出血性病灶 182 个,有 45 个病灶在 DWI 上能观察到而常规 MRI 无法显示,占 24.7%,83 个病灶在 DWI 上信号明显高于 T₂WI 的病灶,占 45.6%;出血性病灶 58 个中,有 12 个病灶 CT 显示,而在常规 MR 和 DWI 上显示不清。**结论:**对 DAI 急性期及亚急性期非出血性病灶的显示,MR 常规检查比 CT 敏感,MR DWI 比常规 MR T₂WI 敏感,统计学差异均有显著性意义($P<0.01$)。非出血性病灶在 DWI 上的信号强度明显高于常规 MR T₂WI,统计学差异有显著性意义($P<0.01$)。对出血性病灶的显示,CT 优于常规 MR SE 序列和 MR DWI。

【关键词】 弥漫性轴索损伤; 体层摄影术, X 线计算机; 平面回波成像; 磁共振成像

【中图分类号】 R651.15; R814.42; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2004)11-0817-04

Diffuse axonal injury in closed head injury: imaging findings ZHENG Wen-bin, LIU Guo-rui, GUO Yue-lin, et al. Department of Radiology, the Second affiliated Hospital, Shantou University Medical College, Guangdong 515041, P. R. China

【Abstract】 Objective: To compare computed tomography with conventional MR and diffusion-weighted imaging (DWI) in the detection of acute and subacute diffuse axonal head injuries. **Methods:** Fifty patients were examined within 2h to 20 days after trauma by computed tomography, conventional MRI and T₂*-weighted echo-planar sequences. Lesions were identified and compared on all imaging. **Results:** Twenty-four patients show normality in CT imagings (24/50). Seventy-five lesions were counted by CT imaging in twenty-six patients. Two hundred and forty lesions were counted by the combined use of all MR imaging. The forty-five (24.9%) lesions identified by DWI were not seen on conventional MRI. The signal intensity of eighty three lesions (45.6%) on DWI was higher than that on T₂WI. CT identified twelve hemorrhagic shearing injuries that were invisible on conventional MR and diffusion-weighted imaging (DWI). **Conclusion:** In the detection of the nonhemorrhagic shearing injuries in acute and subacute diffuse axonal head injuries, conventional MR is more sensitive than computed tomography, DWI is more sensitive than conventional MR because it identifies additional shearing. CT is more sensitive than conventional MR and DWI in the detection of the hemorrhagic shearing injuries.

【Key words】 Diffuse axonal injury; Tomography, X-ray computed; Echo-planar imaging; Magnetic resonance imaging

弥漫性轴索损伤(diffuse axonal injury, DAI)是闭合性脑外伤中的一种原发性脑损伤,是引起死亡、导致严重致残及植物生存状态的主要原因,本文对 20 例临床表现为 DAI 的患者的影像表现特点进行分析,旨在探讨各种影像诊断技术在 DAI 诊断中的应用价值。

材料与方法

本组 50 例中,男 45 例,女 5 例,年龄 8~60 岁。临床表现为伤后持续昏迷,昏迷时间 2 h~20 d,受伤后至行 CT、MRI 检查时间:CT 为 0.5 h~20 d;MRI 为 2 h~20 d,其中有 9 例是在伤后 2~3 h 前来检查,7 例行 MR 复查。入院检查时格拉斯哥昏迷分级 GCS (Glasgow Coma Scale) > 8 分的有 13 例, GCS < 8 分

的有 37 例,全部病例经影像诊断以及临床证实。

CT 机为 Philips 高速螺旋 CT,扫描层厚 7~10 mm。MR 检查用 GE signa 1.5T 扫描机,头线圈,矩阵 126×64,视野 36 cm×18 cm,层厚 7 mm,层距 1 mm。MR 常规序列扫描,包括 SE 序列 T₁WI (TR 440 ms, TE 20 ms)、T₂WI-FSE (TR 4340 ms, TE 91 ms, echo train length 18)。MR 扩散加权成像 SE 序列 EPI-DWI (TR 9999 ms, TE 112 ms),扩散敏感系数 b=1000 s/mm²,在 X、Y、Z 轴 3 个方向上施加扩散梯度,最后得到的扩散加权图(DWI)是 3 个方向的合成图像,经扩散成像软件处理获得 1 幅 ADC 图,在病灶感兴趣区测定 ADC 值。统计方法,由 2 位影像科主治医师评定 CT、DWI、T₂WI 显示病灶的数量、密度和信号强度,使用 SPSS 统计学软件,计算 CT、DWI、T₂WI 显示的 DAI 病灶并进行卡方检验。同时行 DWI 扫描并测定 50 例健康志愿者胼胝体、脑干、放射冠、丘脑多个

作者单位:515041 广东,汕头大学医学院第二附属医院放射科
作者简介:郑文斌(1967-),女,广东人,副主任医师,主要从事神经系统影像诊断工作。
基金项目:广东省医学科研基金资助项目(B2002084)

区域的脑组织平均 ADC 值。

结 果

1. 影像表现

CT、MR T₂WI 与 DWI 显示病灶比较见表 1。50 例中 MR 各种序列检查共显示 240 个病灶,病灶分布:胼胝体 32 个(占 13.3%),脑干 60 个(占 25.0%),大脑半球 110 个(占 45.8%),基底节 38 个(占 15.9%)。病灶在 SE 序列 T₁WI 上表现为略低信号,T₂WI 上为略高模糊信号,在 DWI 上为高信号;CT、常规 MR SE 序列 T₁WI、T₂WI 上无法显示的超急性期(24 h 以内)、急性期(3 d 以内)非出血性病灶(图 1~3),在 DWI 上呈高信号(图 4)及略高信号;亚急性期(3 天~3 周)病灶,在 DWI 及 T₂W 成像上信号强度亦存在差异(表 2)。

2. 病灶 ADC 值的测定

本组 50 例 240 个病灶在 ADC 图上测得的平均 ADC 值与 50 例正常健康志愿者测得的脑组织平均 ADC 值:胼胝体 $(0.815 \pm 0.131) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,脑干 $(0.830 \pm 0.221) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,放射冠 $(0.710 \pm 0.413) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,丘脑 $(0.725 \pm 0.336) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 比较,病灶 ADC 值为下降改变,入院时 GCS 评分 < 8 分组(136 例)病灶的平均 ADC 值为 $(0.501 \pm 0.422) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,比 GCS 评分 > 8 分组(46 例)病灶的平均 ADC 值 $(0.701 \pm 0.212) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 低,出血性组病灶的平均 ADC 值 $(0.452 \pm 0.103) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ($n=58$),比非出血组病灶的平均 ADC 值 $(0.713 \pm 0.126) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (182 例)明显降低。

表 1 DWI、T₂WI、CT 观察病灶结果 (个)

序列	阳性		阴性		合计
	非出血性	出血性	非出血性	出血性	
DWI	182	46	0	12	240
T ₂ WI	137	48	45	10	240
CT	17	58	165	0	240

注:①CT 与 T₂WI 显示病灶阳性率差异, $\chi^2=104.167, P<0.001$; ②DWI 与 T₂WI 显示病灶阳性率差异, $\chi^2=264.817, P<0.001$; ③CT 与 T₂WI 显示出血性病灶阳性率差异, $\chi^2=33.172, P<0.001$ 。

表 2 DWI、T₂WI 病灶信号强度比较 (个)

序列	高信号	略高信号	合计
DWI	145	37	182
T ₂ WI	62	120	182

注: DWI 与 T₂WI 显示病灶信号强度不同 $\chi^2=82.571, P<0.001$

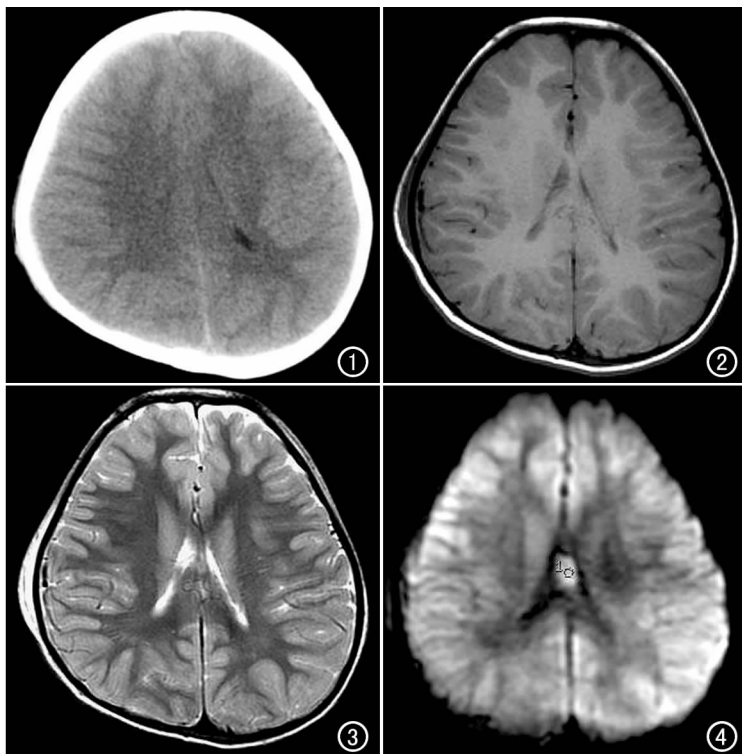


图 1 CT 扫描胼胝体区未发现异常密度灶。图 2 横断位 T₁WI 上胼胝体区未发现异常信号。图 3 横断位 T₂WI 上胼胝体区未发现异常信号。图 4 DWI 上见胼胝体区斑状明显高信号。

讨 论

DAI 是头部在外力作用下产生旋转加速度,颅内灰白质之间因质量差异、运动速度不一而产生剪应力,造成神经轴索的断裂和毛细血管损伤,临床表现为伤后立即昏迷并呈持续昏迷。DAI 是一种病理组织形态学的诊断,其诊断方法并不适于早期的诊断以及轻中度 DAI 的诊断,目前临床尚无统一的诊断标准,影像学在 DAI 的诊断中有重要作用。

1. CT 诊断

1978 年 CT 首次用于 DAI 的诊断,1990 年 Levi 等^[1]分析了 100 例 DAI,提出比较系统的 CT 诊断标准,即在大脑皮、髓质交界处、神经核与髓质交界处、胼胝体、脑干或小脑有 1 个或多个出血灶,无明显占位效应并指出诊断准确性很大程度受 CT 机分辨率的影响。Gentry 等^[2]指出 DAI 有 80% 为非出血性病灶。对非出血性病灶的显示,CT 常出现假阴性。本组 50 例中,CT 检查阴性的有 24 例,占 48%,而且检出的病灶中仅 17 个为非出血性病灶(17/75),可见 CT 对非出血性病灶的检出率较低,但对出血性 DAI 病灶的显示优于 MR。

2. 常规 MRI 诊断

对 DAI 组织撕裂性非出血病变的显示, MRI 优于 CT。DAI 有 80% 为非出血性病灶^[2], MR 高组织分辨率、多方位成像及无颅骨伪影干扰等特点, 在诊断实质内的非出血性小病灶方面, 特别是对脑干、胼胝体、小脑、穹隆等损伤灶的观察上, MRI 明显优于 CT。常规 MR 矢状位 T₂W 图像是显示胼胝体、脑干病灶的最佳方位, MR T₂W 图像比 CT 更敏感地发现病灶, 虽然如此, 近期的研究仍发现 CT、常规 MR 两者均存在低估病灶范围的问题^[3]。

3. 磁共振扩散成像

目前的研究热点磁共振波谱 (MR spectroscopy, MRS)、磁转换成像 (magnetic translation imaging, MTI)、磁共振扩散成像 (diffuse weighted imaging, DWI) 等技术的出现使 DAI 的诊断准确率大大提高^[4-6]。但 MRS、MTI 由于检查时间长, 多数患者难以完成检查。DWI 反映水分子的布朗运动以及细胞内外水分子跨越细胞膜的转移运动, 成像时间短, 近几年来临床上主要应用于急性脑缺血的早期诊断^[7,8], 其诊断价值已得到公认。为了探究 DWI 在 DAI 中的应用价值, Albensi 等^[9] 建立鼠 DAI 模型, 发现 MR DWI 在伤后 2 h 就可发现病灶, 对病灶的发现有很高的敏感性, 比高分辨力 MRI 能更早地显示病灶的信号改变, 而且通过软件处理形成的 ADC 图可定量测定病灶 ADC 值, 从而肯定了 MR 扩散成像对 DAI 的早期诊断具有较大的价值。Huisman 等^[10] 和 Hammoud 等^[11] 研究结果表明, 扩散成像比常规 MRI 能更早、更准确地显示 DAI 病灶的信号改变。本组 50 例 CT、常规 MR 以及 DWI 检查结果显示, MR DWI 与常规 MR 序列比较, 前者能更早地显示 DAI 超急性期及急性期病灶, 常规 MR 序列虽然表现为略高信号, 但其信号强度明显低于 DWI, DWI 对亚急性 DAI 病灶的显示也优于常规 SE T₂WI, DWI 病灶的信号强度明显高于后者, 同时 DWI 对小的 DAI 病灶的检出有较大的价值, 有利于轻、中度 DAI 的诊断。

4. DAI 病灶的 ADC 值

Barzo 小鼠动物实验模型表明伤后 1 小时~7 周后 DAI 病灶的 ADC 值均有下降^[12]。ADC 值下降的机制目前尚未清楚, 但许多研究指出脑细胞水肿是脑损伤的重要因素。各种原因引起脑血流量下降均可使细胞缺氧和细胞毒性水肿, 后者被认为是 ADC 值下降的主要原因。脑缺氧、能量代谢障碍直接抑制细胞膜上钠、钾 ATP 酶活性, 钾离子大量外流, 钙离子、钠离子向细胞内流入和聚集, 形成细胞内高渗, 大量水进入细胞内, 引起细胞外间隙缩小、细胞肿胀 (细胞毒性

水肿), 导致损伤区在 DWI 上显示为高信号, ADC 值下降^[9,13]。ADC 值下降时间延长, 超过脑梗死的细胞水肿, 本组 50 例中有 1 例在伤后 20 d 测定 ADC 值, 比正常脑组织 ADC 值下降, 与文献报道一致。另外, 入院时 GCS<8 分组的平均 ADC 值明显低于 GCS>8 分组的平均 ADC 值。急性出血可阻止水的流动, 同时由于出血灶具有高粘度及完整血细胞的集中和凝血纤维蛋白的存在可导致 ADC 值下降^[14]。本组出血性病灶的 ADC 值比非出血组明显降低, 由于病灶 ADC 值的下降程度与 DAI 小血管损伤伴出血有关, DAI 出血性病灶的存在预示其预后较差^[15]。笔者认为 ADC 值的下降程度与临床损伤有一定的相关性。

DAI 是一种神经损伤, 以往认为是不可能恢复的, 然而通过长期的临床实践, Povlishock 等^[16] 发现 DAI 伤后 2 周, 一些损伤的轴索表现出再生过程, 这为 DAI 的临床治疗提供方向: 一方面, DAI 的治疗存在一个重要的时间窗, 此时积极治疗可望阻断某些继发性损伤, 另一方面, 给予神经营养因子以保持横断轴索的神经原存活, 促进断裂轴索的再生和重新连接。本组病例中, 有 9 例首次检查时共发现 72 个病灶, 治疗后复查时有 35 个病灶消失, 部分病灶在 SE 序列 T₂WI 上的信号从原来的略高信号转变为高信号, 在 DWI 上仍为高信号。有 1 例在伤后 1 天、20 天行 MR 检查, 病灶数从 16 个减少到 6 个, 有 10 个病灶在各个序列上均全部消失, 患者的临床症状明显好转。这说明轴突在外力一定负荷条件下, 可能会直接不完全或完全撕断, 不完全撕断的轴突可能存在一定程度的修复与再生。对 DAI 的早期诊断, 影像学有较大的价值。

参考文献:

- [1] Levi L, Guiburd JN, Lemberger A, et al. Diffuse axonal injury: analysis of 100 patients with radiological signs[J]. Neurosurgery, 1990, 27(3): 429-443.
- [2] Gentry LR. Imaging of closed head injury[J]. Radiology, 1994, 191(1): 1-4.
- [3] Mittl R, Grossman R, Hiehle J, et al. Prevalence of MR evidence of diffuse axonal injury in patients with mild head injury and normal head CT findings[J]. AJNR, 1994, 15(8): 1583-1589.
- [4] Cecil KM, Hills EC, Sandel ME. Proton magnetic resonance spectroscopy for axonal injury in splenium of the corpus callosum of brain-injured patients[J]. J Neurosurg, 1998, 88(5): 795-801.
- [5] McGowan C, Yang JH, Plotkin RC, et al. Magnetization transfer imaging in detection of injury associated with mild head trauma [J]. AJNR, 2000, 21(5): 875-880.
- [6] Amon YL, Joseph A, Maldjian, Linda J, et al. Traumatic brain injury: diffusion-weighted MR imaging findings[J]. AJNR, 1999, 20

- (9):1636-1641.
- [7] Sevik R, Kanda F, Mintorovitch J, et al. Cytotoxic brain edema: assessment with diffusion-weighted MR imaging[J]. Radiology, 1992, 185(3):687-690.
- [8] Lutsep H, Albers G, DeCrespigny A, et al. Clinical utility of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the assessment of ischemic stroke[J]. Ann Neurol, 1997, 41(5):574-580.
- [9] Albensi BC, Knoblich SM, Chew BG, et al. Diffuse and high resolution MRI of traumatic brain injury in rats: time course and correlation with histology[J]. Exp Neurol, 2000, 162(1):61-72.
- [10] Huisman TA, Sorensen AG, Hergan K, et al. Diffusion-weighted imaging for the evaluation of diffuse axonal injury in closed head injury[J]. Comput Assist Tomogr, 2003, 27(1):5-11.
- [11] Hammoud DA, Wasserman BA. Diffuse axonal injuries: pathophysiology and imaging[J]. Neuroimaging Clin N Am, 2002, 12(2):205-16.
- [12] Barzo P, Marmarou A, Fatouros P, et al. Magnetic resonance

- imaging-monitored acute blood-brain barrier changes in experimental traumatic brain injury[J]. J Neurosurg, 1996, 85(6):1113-1121.
- [13] Chien D, Kwong K, Gress D, et al. MR diffusion imaging of cerebral infarction in humans[J]. AJNR, 1996, 13(4):1097-1102.
- [14] Ebisu T, Tanaka C, Umeda M, et al. Hemorrhagic and nonhemorrhagic stroke: diagnosis with diffusion-weighted and T₂-weighted echo-planar MR imaging[J]. Radiology, 1997, 203(3):823-828.
- [15] Paterakis K, Karantanis AH, Komnoa A, et al. Outcome of patients with diffuse axonal injury: the significance and prognostic value of MRI in the acute phase[J]. J Trauma, 2000, 49(6):1071-1075.
- [16] Povlishock JT. Traumatic axonal injury: pathogenesis and pathobiological implications[J]. Brain Pathol, 1992, 2(1):1-12.

(收稿日期:2003-03-13 修回日期:2004-06-28)

• 病例报道 •

巨大膀胱憩室一例

王玉敏

【中图分类号】R694.13; R814.42; R814.43 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2004)11-0820-01

病例资料 患者,男,82岁,排尿不畅8年。直肠指诊:前列腺Ⅲ度增大,表面光滑、质韧、有弹性,中间沟隆起。

盆腔CT平扫:前列腺上界超过耻骨联合上缘约4cm,膀胱后方可见一大囊腔,约8cm×9cm×12cm,壁薄而光整,其内呈水样密度,推压直肠向右移位(图1)。诊断:盆腔囊性占位。

膀胱造影:推注对比剂初始,膀胱显影良好,其内部分对比剂喷射入后方一大囊腔内并被稀释。囊腔扩张时可达10.0cm×14.5cm×8.0cm,以一长约0.9cm、上下径约1.5cm的管状影与膀胱左后上方相连并交通(图2)。造影诊断:巨大膀胱憩室。后经膀胱镜手术、病理证实。

讨论 膀胱憩室多见于男性,多为单发,也可多发,多位于膀胱底部及两侧,为圆形或椭圆形,大小不等,经一小圆口与膀胱相通。其形成主要与梗阻有关,膀胱内压长期增高,使膀胱壁自分离的逼尿肌束之间突出而形成,在儿童均为先天性,在成人多继发于梗阻^[1]。憩室致残留尿增多,易合并感染和结石而出现临床症状。CT平扫可见膀胱邻近囊腔影,其内呈水样密度;增强延迟扫描囊腔均匀增强,

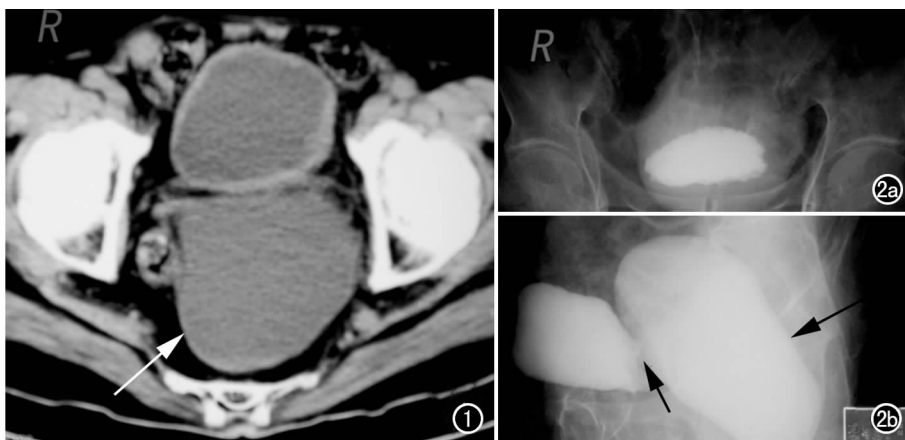


图1 膀胱后方可见一大囊腔,大小约8cm×9cm×12cm,壁薄而光整,其内呈水样密度(箭),推压直肠向右移位。图2 a)正位片:推注对比剂初始,膀胱显影良好; b)侧位片:其内部分对比剂喷射入后方一大囊腔内并被稀释(箭)。囊腔扩张时可达10.0cm×14.5cm×8.0cm,以一长约0.9cm、上下径约1.5cm的管状影(短箭)与膀胱左后上方相连并交通。

密度逐渐增高,达到膀胱腔内增强程度。膀胱造影不但可显示其位置、形态及大小,而且显示与膀胱的沟通。笔者认为CT平扫怀疑本病时直接辅以膀胱造影可明确诊断且降低费用。本病主要与重复膀胱鉴别,后者无沟通管道,“囊腔”与膀胱直接以缺口相连,是其鉴别要点。

参考文献:

- [1] 刘庚年,李松年.腹部放射诊断学[M].北京:北京医科大学 中国协和医科大学联合出版社,1993.303-305.

(收稿日期:2004-06-02)

作者单位:441700 湖北,谷城县人民医院 CT室

作者简介:王玉敏(1964—),女,湖北谷城人,主治医师,主要从事CT诊断工作。