

• 骨骼肌肉影像学 •

MR 不同序列诊断早期脊柱转移瘤的价值

王莉霞, 孔祥泉, 刘定西, 史河水, 于群

【摘要】 目的:探讨 MR 不同序列在诊断早期脊柱转移瘤中的价值。**方法:**25 例临床怀疑脊柱转移瘤患者行脊柱磁共振检查, 磁共振扫描序列包括自旋回波(SE) T_1 WI、快速自旋回波(TSE) T_2 WI、快速翻转恢复序列(STIR)、梯度回波(GRE)序列二维多回波聚合(Me-2D)。**结果:**25 例均发现脊柱转移瘤病灶, 共 73 个椎体和 45 个附件受累。椎体的异常在各序列图像显示情况不同, T_1 WI 显示 73 个异常椎体, T_2 WI 显示 55 个, STIR 显示 69 个, Me-2D 显示 73 个。在 T_1 WI 序列图像有 24 个椎体表现为弥漫性异常信号, 49 个椎体局部信号异常。Me-2D 序列显示椎体局部受累病灶边缘及骨小梁结构清晰。**结论:**SE T_1 WI, TSE T_2 WI 及 GRE Me-2D 序列结合能够更敏感地发现椎体受累早期改变。

【关键词】 脊柱; 脊椎肿瘤; 磁共振成像

【中图分类号】 R681.5; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)01-063-04

Value of Different MR Pulse Sequences in the Diagnosis of Early Spinal Metastases WANG Li-xia, KONG Xiang-quan, LIU Ding-xi, et al. Department of Radiology, Xiehe Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the clinical value of different MR pulse sequences in the diagnosis of spinal metastases. **Methods:** 25 cases with clinically suspected spinal metastases were included in this study, MR pulse sequences including spin echo T_1 WI, Turbo spin echo T_2 WI, short time inversion recovery (STIR) and gradient echo Me-2D (GRE Me-2D). The ability in demonstrating vertebral body metastases of different pulse sequences was compared. **Results:** Spinal metastases were revealed in all patients, involving vertebral body ($n=73$) and appendix ($n=55$). The number of vertebral body metastatic foci showed on different pulse sequences varied, with SE T_1 WI ($n=73$), TSE T_2 WI ($n=55$), STIR ($n=69$), GRE Me-2D ($n=73$). On T_1 WI, 24 vertebral body metastases showed diffuse abnormal signal intensities, 49 metastatic lesions showed focal abnormalities. The margin of focal metastatic lesion within vertebral body as well as the bone trabeculae were clearly displayed on GRE Me-2D. **Conclusion:** Early spinal metastases can be demonstrated by using the combination of MR pulse sequences including SE T_1 WI, TSE T_2 WI, STIR and GRE Me-2D.

【Key words】 Spine; Spinal neoplasm; Magnetic resonance imaging

脊柱转移瘤发病率很高, 在所有骨转移瘤中占近 40%^[1], 临床并发症严重威胁患者的生命及生活质量, 因此, 早期发现病变对治疗方案的制定非常重要。骨扫描被认为是评价骨转移比较有效的方法, 而 MRI 是检查椎骨是否受转移瘤侵犯更敏感的方法。我们将梯度回波序列-二维多回波聚合(Me-2D)应用于诊断脊柱椎体转移瘤, 并与常规的诊断脊柱转移瘤的 MR 序列进行比较, 评估其检测脊柱转移瘤早期椎体受累改变的价值。

材料与方 法

本组 25 例, 男 15 例, 女 10 例, 年龄 40~72 岁, 平均 51 岁, 均有明确脊柱外恶性肿瘤病史, 其中肺癌 10 例, 乳腺癌 5 例, 肾癌 3 例, 前列腺癌 3 例, 肝癌 3 例, 胃癌 1 例, 主要临床症状为不同程度的受累椎体区疼

痛, 或者肢体放射痛、感觉异常及活动受限等。

25 例均使用 Siemens Magnetom Vision 1.5T 机器扫描, 颈部表面线圈、脊柱表面线圈, 对所有临床怀疑有病变部位进行矢状面扫描。扫描序列包括自旋回波(SE) T_1 WI; TR 600 ms, TE 12 ms; 快速自旋回波(TSE) T_2 WI; TR 2400 ms, TE 100 ms; 快速翻转恢复序列(STIR); TR 3200 ms, TE 22 ms; 梯度回波(GRE)序列多回波重聚(Me-2D); TR 640 ms, TE 25 ms, 翻转角 30°。

结 果

病灶累及 73 个椎体, 其中颈椎 9 个, 占 12%, 胸椎 29 个, 占 40%, 腰椎 20 个, 占 28%, 骶椎及尾椎共 15 个, 占 20%。椎弓根受累 25 处, 棘突及横突受累 20 处。自旋回波序列 T_1 WI, T_2 WI, STIR 及 Me-2D 四种序列对受累椎体病变显示情况见表 1。

在受累椎体中有 24 个椎体在 T_1 WI 表现为弥漫低信号, 在 T_2 WI、STIR 及 Me-2D 图像上呈弥漫高

作者单位: 430022 武汉, 华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科
作者简介: 王莉霞 (1977—), 女, 山西运城人, 博士研究生, 主要从事神经影像学研究。

表 1 4 种 MRI 序列对 73 个受累椎体显示情况(个)

MRI 序列	颈椎	胸椎	腰椎	骶尾椎	总计	显示率(%)
T ₁ WI	9	29	20	15	73	100.0
T ₂ WI	7	25	17	6	55	75.3
STIR	9	26	19	15	69	94.5
Me-2D	9	29	20	15	73	100.0

信号;另外 49 个椎体局部受累,并且在各个序列表现不同,在 T₁WI 图像上,43 个椎体表现为椎体局限均匀低信号,6 个椎体内病灶显示局限稍低信号;在 T₂WI 图像上,13 个椎体呈局限均匀高信号,14 个椎体呈局限不均匀稍高信号,4 个椎体呈低信号,18 个椎体均呈等信号;在 STIR 序列 41 个椎体表现为高信号,4 个椎体呈低信号,4 个椎体呈等信号;在 Me-2D 序列,45 个受累椎体均呈明显高信号,4 个椎体呈低信号。

T₁WI 显示 49 个受累椎体局部低信号灶边缘模糊;T₂WI 显示 13 个椎体局部明显高信号者,其边缘较清晰,14 个稍高信号病灶及 4 个低信号病灶边缘较模糊;STIR 显示 45 个受累椎体病灶边缘稍模糊,Me-2D 序列显示椎体局部受累病灶的边缘清楚(图 1)。

讨 论

骨转移绝大多数是血行播散,恶性肿瘤细胞更容易停留在脊柱骨髓内,这与脊柱含有大量红骨髓及其特殊的静脉系统 Batson 静脉丛(广泛的交通支、脉壁薄、内压低、血流速慢及无瓣膜等特点)有关。当腹内压或者胸内压升高时,瘤栓通过椎间静脉进入 Batson

静脉丛,通过这些途径肿瘤细胞种植于脊柱椎体内,并且椎体后部是受累最早的部位,约占 80%,这也是大多数脊柱转移瘤位于脊髓前方的原因^[2,3]。

肿瘤细胞进入椎体血管,破坏血管壁或者沿着血管壁细胞间隙侵犯椎骨,替代正常骨髓组织,骨髓浸润先于骨质破坏,使骨髓中的游离水增加,即“骨髓水肿征”,产生可检测的异常 MR 信号^[4,5],因而 MRI 更早于骨扫描所反映的骨矿物质代谢异常。肿瘤细胞在转移部位生长的同时,将释放一些细胞因子,如转化生长因子和表皮生长因子等。破骨细胞被细胞因子激活并增生,使骨组织被破坏^[6]。

脊柱转移瘤的症状主要是疼痛,还可出现神经功能障碍、进行性畸形及全身乏力。疼痛以夜间持续或间断的钝痛为主。疼痛可由多种原因引起,早期可能是椎体内肿瘤细胞浸润骨松质而致骨内压增高引起疼痛^[2],之后由神经根或者神经纤维受压引起。由于转移瘤最先侵犯椎体后部,局部骨质破坏造成骨折及形成的软组织肿块容易使脊髓前部受压迫而导致皮质脊髓束功能障碍,引起下肢痉挛,最终可发展为瘫痪。

比较目前几种脊柱转移瘤的影像诊断方法,MRI 与骨扫描诊断脊柱转移瘤的敏感性明显高于 X 线平片、CT,而 MRI、X 线平片、CT 检查的特异度高于骨扫描;以 MR 图像上仅有骨髓浸润做为脊柱转移的早期征象,骨扫描的检出率为 96.8%,MRI 的特异度为 90.5%,而骨扫描为 24.2%^[7]。因此,MRI 是一种诊断脊柱转移瘤的高敏感性和特异性的方法。

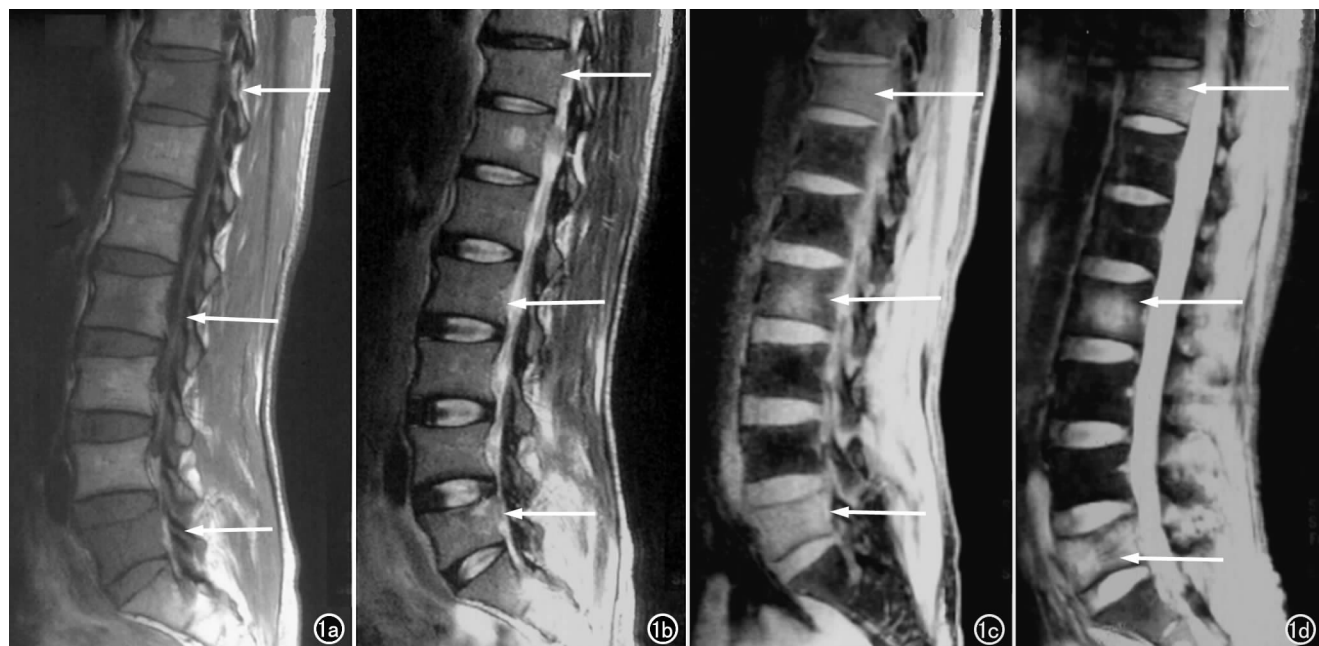


图 1 T₁₁、L₂、L₅ 骨转移瘤。a) T₁WI 示病灶低信号(箭);b) T₂WI 呈等信号(箭);c) STIR 呈明显高信号(箭);d) Me-2d 示病灶呈高信号,L₂ 椎体肿瘤浸润范围、边界显示清楚,L₂、L₅ 骨小梁纹理显示清晰(箭)。

脊柱转移瘤可分为:溶骨型、成骨型及混合型。溶骨型较多见,常原发于甲状腺、肾、肺癌等;成骨型较少见,多数来源于前列腺癌。在 T_1 WI 上,病灶均显示为低信号。溶骨型转移病灶在 TSE T_2 WI 显示为等或者高信号,在 STIR 序列呈高信号,在 Me-2D 上呈高信号;成骨型病变在 T_2 WI 显示为低或者等信号,在 STIR 上呈低信号,在 Me-2D 上呈低信号。混合型转移病灶表现为信号不均匀。

临床上治疗脊柱转移瘤的方法有多种,如药物、化疗、放疗、外科手术或者多种方法联合应用。由于脊柱转移常见于老年人,60~79 岁的老年人中发病率明显高于 40~59 岁的中年人^[2]。放射治疗常规用于发现病变的骨转移患者,主要目的是消除症状,极少数患者可达到治愈^[6,8]。目前临床一般是在骨扫描发现转移病灶后进行放疗,由于原发肿瘤多次反复播散,即使同一病例,多个椎体受累程度不一,可呈不同表现^[9],因此,一些已经发生骨髓浸润而骨扫描表现为正常的椎体,往往被遗漏,对骨髓已经受侵而骨扫描尚未出现摄取异常的部位,MRI 检查具有高敏感性和特异性,可以早期发现,为放疗方案的制定和修改提供充分依据,从而为治疗赢得时间,并且预防严重并发症^[1,10]。

检查脊柱转移瘤的 MRI 序列较多,但文献报道 SE T_1 WI、TSE T_2 WI 及 STIR 序列最常用,其诊断价值已被人们所承认。骨髓脂肪被替代是脊柱转移 MRI 早期征象,脂肪在 T_1 WI 表现为最高信号,因此脂髓表现为高信号,病灶信号因低于脂肪信号而容易检测,因此,SE T_1 WI 发现病变敏感,并通常首选应用。 T_2 WI 病灶可以显示为高、等、或者低信号, T_2 WI SE 序列中脂髓为高信号,尤其是 T_2 WI TSE 序列具有磁化传递效应,脂髓信号更高,由于肿瘤含水量不同,当溶骨型转移瘤或者混合型转移瘤种含水量引起的高信号与脂髓信号强度相仿时,病灶往往被掩盖。因为 T_2 WI 在脊髓成像时有较高的图像对比度,能够早期显示脊髓的压迫及受侵,可以成为脊柱转移瘤较常使用的检查序列;STIR 序列不但增加病变组织的 T_1 值和 T_2 值、提高 C/N,而且具有抑制脂肪信号的作用,因此提高了病灶与正常组织对比度,在诊断骨骼肌肉系统疾病时非常敏感。有文献报道这个技术与 T_1 WI 相比,发现椎体转移瘤更有利^[11]。但是 STIR 和 T_1 WI 显示病灶边界均不明显。

Me-2D 序列应用于诊断脊柱转移瘤目前尚未见报道。Me-2D 序列属于梯度回波 T_2^* 序列,利用脂肪和水质子化学位移效应,当两者相位相差 $\pm 90^\circ$,脂肪质子处于离相位状态时检测信号,脂肪信号被抑制,与

STIR 序列有相同效果;该序列还含有 T_2^* 效应,由于 TE 时间偏短,在横向驰豫刚开始衰减时检测信号,提高了组织 T_2 信号强度,恶性肿瘤组织与正常骨质之间的含水量差别被放大,二者对比度增大,提高了显示病变的敏感性^[12]。在本组病例中,Me-2D 序列显示病变椎体 73 个,与 T_1 WI 相同,椎体内局限性受侵区与邻近正常骨质较 T_1 WI 对比明显,且病灶轮廓显示清楚。

另外,骨小梁缺乏活动的质子,与周围组织(骨髓、转移瘤)磁敏感性不同,在 SE 序列这种差别被 180° 脉冲取消,但是在梯度回波序列由于没有提前施加 180° 脉冲,组织间信号强度的差别被如实反映,与 SE 的各个序列相比,Me-2D 增加了骨小梁与周围组织对比度,这有利于观察骨小梁结构。如果骨小梁被恶性肿瘤细胞破坏(溶骨性破坏),骨小梁的低信号就会消失,代之以高信号,并且正常骨质与破坏区交界显示清楚。所以,Me-2D 还能区分溶骨性转移瘤与非溶骨性转移瘤,而且也能够提示因骨小梁的大量破坏而可能发生的骨折。在本组病例中,Me-2D 序列显示早期椎体内受侵的骨髓表现为高信号,在高信号中可见骨小梁低信号影,尤其是在局限性病变的边缘部分骨小梁显示更加清晰,而在 STIR 图像上病灶表现为一致高信号。

与 STIR 序列相比,Me-2D 综合利用脂肪抑制作用、 T_2^* 效应以及骨小梁与骨髓的天然对比,提高了发现病变的敏感性,显示转移瘤早期脂肪浸润及之后早期骨小梁的破坏,并为转移瘤分型提供一定的客观依据。本组病例的结果表明:Me-2D 能够很好地显示脊柱转移瘤病灶,发现椎体转移病灶的敏感性要高于 STIR,并且显示骨小梁清楚。但是,由于 Me-2D 序列附加了各种技术,使脊柱以外组织结构层次显示不清,不利于观察肿瘤对邻近组织的侵犯。

总之, T_1 WI 发现病变敏感,对早期脂肪发生浸润即可显示, T_1 WI 与 T_2 WI 对脊柱及周围组织解剖结构显示清晰, T_2 WI 显示椎管内结构及脊髓受累情况较佳;Me-2D 不但能发现早期脂肪浸润,而且能够清楚显示骨质结构、对骨小梁破坏敏感、病灶境界清晰。理想的早期诊断脊柱转移瘤的方案是结合 T_1 WI、 T_2 WI 及 Me-2D 序列,我们认为三种序列综合应用能够更敏感地发现脊柱转移瘤早期改变。

参考文献:

- [1] Colletti PM, Siegel HJ, Woo MY, et al. The Impact on Treatment Planning of MRI of the Spine in Patients Suspected Vertebral Metastasis: an Efficacy Study[J]. Comput Med Graph, 1996, 20(3): 159-162.
- [2] Aebi M. Spinal Metastasis in the Elderly[J]. Eur Spine J, 2003, 12 (Suppl 2): 202-213.

- [3] 王福权, 屈婉莹. 骨转移瘤的误诊分析. [J] 中华骨科杂志, 2003, 23(6): 326-330.
- [4] Spuentrup E, Buecker A, Adam G, et al. Diffusion-weighted MR Imaging for Differentiation of Benign Fracture Edema and Tumor Infiltration of the Vertebral Body[J]. Am J Roentgenol, 2001, 176(2): 351-358.
- [5] Castillo M, Arbelaez A, Smith JK, et al. Diffusion-weighted MR Imaging Offers no Advantage Over Routine Noncontrast MR Imaging in the Detection of Vertebral Metastases[J]. Am J Neuroradiol, 2000, 21(5): 948-953.
- [6] 殷蔚伯, 谷铣之. 肿瘤放射治疗学(第 3 版)[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2002. 1088-1091.
- [7] 黄胜, 缪旭东, 巴奇, 等. 几种影像方法对脊柱转移瘤诊断的比较

- [J]. 放射学实践, 2004, 19(3): 211-213.
- [8] Keith HB, Ronald LD. 脊柱外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000. 1898-1912.
- [9] 同志勤, 陈银霞, 刘振堂, 等. 脊柱多发骨髓瘤与转移瘤的 MRI 鉴别诊断[J]. 中华放射学杂志, 2004, 38(2): 175-177.
- [10] 姚振强, 方睿才, 杨华, 等. MRI 早期诊断脊柱转移瘤[J]. 临床骨科杂志, 1999, 2(2): 109-111.
- [11] Ross JS. Newer Sequences for Spinal MR Imaging: Smorgasbord or Succotash of Acronyms[J]. AJNR, 1999, 20(3): 361-373.
- [12] 刘定西, 于群. MR 成像分册[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2002. 59-64.

(收稿日期: 2006-03-28 修回日期: 2006-03-28)

500mA X 线机球管损坏的故障分析一例

· 经验介绍 ·

易国琼

【中图分类号】R814.3 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2007)01-0066-01

X 线机对电源质量(电压、频率、容量、内阻等)的要求非同其他医用仪器设备。它对电源电压、电源频率要求平稳恒定和对电源的低阻值以及对电源大容量的要求是其最大的特点。可以说, 电源质量的保障, 既是 X 线照片的质量保障, 更是 X 线机球管使用寿命的保障。它真正使用的时间极短, 即 0.01 秒至数秒之间, 是典型的瞬间用电设备。由于它的这些特点往往不会使一些非专业技术人员或管理人员所认识, 而导致在安装或使用过程中人为地损坏机器, 严重影响 X 射线管(球管)的使用寿命。本文仅列 1 例 500 mA X 线机球管因电源使用不当而导致严重损坏的实例, 使 X 线机这一既基本又特殊的医疗设备在各级医院能得以正常使用。

故障现象 国产 500 mA X 线机上拍摄一张腹部平片时(78 kV, 200 mA, 0.6 s), 曝光中途出现毫安表到头。此表现为 X 线机高压部分有严重故障存在, 机器不能继续使用。

检测过程 外观检查高压电缆表面无明显击穿的痕迹也未闻及碳化焦味; 断开高压初级电路试机, 各线路工作程序动作正常。各初级输出电压均在正常范围内。故障出现时所拍摄的照片经冲洗感光亦为正常。接上高压初级对高压发生器及高压电缆逐步曝光试机均未发现异常现象。当时, 估计可能是球管内真空度不良引起。接通球管高压, 用低条件曝光试机, 从管套窗口处观察到管内并未出现“辉光”。但意外地发现旋转阳极在启动的瞬间只缓缓地转动了一下就停止了, 曝光瞬间, 毫安表指示明显增大, 立即切断电源。断开高压初级电路, 经多次低压试机检查旋转阳极转动情况, 每次都只缓缓地转动一下, 甚至不转动, 并且发现在靶盘表面上有多处被烧焦的黑斑。由此可确定属 X 线球管旋转阳极故障引起。至于为什么不转动, 我们作了如下的进一步检查和故障分析。

故障现象分析 X 线球管旋转阳极的工作, 在各种型号机

器电路内都设置了保护电路, 旋转阳极电机的电压电流在未达到额定值(或者在电机本身有开路或短路的情况)时, 曝光线路是不会工作的。据此, 我们检查了旋转阳极启动保护电路, 经测试该线路工作正常, 各种数据亦属正常。由此可推定, 该 X 线球管旋转阳极不转动的原因属于阳极轴承机械性卡死而引起的。

有关旋转阳极轴承机械性卡死的故障以前有所见闻, 但一般都发生在 X 线球管使用时间较长, 轴承因磨损间隙过大而引起, 但该球管出厂才使用两个多月, 而且工作量和条件均受到限制的情况下出现此故障实为少见。

故障原因分析 根据上述情况, 我们对机器的外围条件作了较为细致的调查, 发现与机房毗邻的一座大型建筑正在兴建施工阶段, 各种建筑工程机械(如搅拌机、电焊机、卷扬机等大功率负荷)都并接在该 X 线机专用变压器上使用。经试验表明, 当这些设备启动时, X 线机电源电压下降 70 伏左右。另据操作人员反映, 出现故障的近几日电源电压频繁波动, 操作时无法掌握。这种大负荷频繁启动而造成电源电压不稳定的下降, 与 X 线机瞬间曝光重合, 完全有可能使正在曝光之中而高速旋转的球管阳极靶盘一方面因电源质量的突然严重下降而减速变缓; 另一方面, X 线球管内因电压严重下降导致内阻增大而发热; 还有一方面, 因管内的高速电子流轰击阳极靶面可使减速变缓的靶盘骤然升为高温, 使阳极上的轴承因过热而卡死。此时机器如继续进行高压曝光, 那么阳极靶盘表面就容易烧焦而出现黑斑。由此也导致了整个靶盘失去重量平衡, 旋转阳极不能被启动旋转。

通过对以上这一例故障的检测分析, 使我们更进一步认识到电源质量的低劣对 X 线机的危害性; 由此也告诫我们 X 线机有关的工作人员和管理人员, X 线机对电源质量的要求有其特殊性(其高压电路无法实行稳压), 任何盲目的行为都将导致严重的后果。

(收稿日期: 2005-12-27)

作者单位: 337000 江西, 萍乡市人民医院影像科

作者简介: 易国琼(1964—), 男, 江西萍乡人, 副主任技师, 主要从事医学影像诊断技术和卫生法学工作。