

• 实验研究 •

正常乳猪骨骺及干骺端骨髓的增强 MR 成像研究

李小明, 王仁法, 李勇刚, 唐立华, 胡军武

【摘要】 目的:探讨正常乳猪骨骺及干骺端骨髓的增强 MR 表现特征及不同年龄阶段的骨髓转化特征。**方法:**8 头乳猪, 分别在出生 2、4、6 和 8 周的时间对双侧股骨近段及远段进行增强前后 T₁WI MR 扫描, 分析不同时间骨骺二次骨化中心骨髓和干骺端骨髓增强 MR 表现特征及增强率的变化, 并与相应组织学发现进行对照研究。**结果:**干骺端骨髓和骨骺二次骨化中心周边骨髓为含有丰富血管的红骨髓, 增强后呈显著强化, 且干骺端增强率较骨骺骨髓更高, 但随年龄增长, 两者的增强率均逐渐减低。骨干中央和二次骨化中心中央为黄骨髓, 强化不明显。**结论:**Gd-DTPA 增强在干骺端红骨髓与二次骨化中心周边红骨髓比在骨骺二次骨化中心中央区域黄骨髓强化更明显, 其强化程度随年龄的增长逐渐减弱。

【关键词】 骨骺; 生长板; 磁共振成像

【中图分类号】R445.2 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1000-0313(2004)12-0857-03

Gadolinium-enhanced MR imaging in developing epiphysis of normal piglets; an experimental study LI Xiao-ming, WANG Ren-fa, LI Yong-gang, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstracts】 Objective: To define normal epiphyseal and metaphyseal marrow on Gadolinium (Gd)-enhanced MR. **Methods:** We studied Gd-enhanced MR appearance of epiphyseal and metaphyseal marrow in 20 proximal and distal femoral ends of 10 healthy piglets. In 8 of them, the enhancement ratio of epiphyseal and metaphyseal marrow with different weeks-old piglets were analysed. The correlation study of MRI characteristics with histologic finding was performed. **Results:** The metaphysis and the periphery of the secondary center of ossification were red marrow. They showed marked enhancement on T₁WI. Enhancement ratio declined in both regions with age. The central regions of secondary ossification center and diaphysis were yellow marrow and showed no definite enhancement of T₁WI. **Conclusion:** Metaphysis (red marrow) and periphery of the secondary ossification center (red marrow) are enhanced more intensely than the central regions of secondary ossification center (yellow marrow). The enhancements decline in the both regions with age.

【Key words】 Epiphyseal; Growth plate; Magnetic resonance imaging

在正常生长骨骼, 随着年龄增长, 富血管的红骨髓逐渐向少血管的黄骨髓转化, MR 成像能够在一定程度上反映这种骨髓转化现象^[1-5]。目前在 T₁WI MR 图像上骨髓转化表现已被广泛研究, 但在增强 MR 成像上, 这一转化表现却报道较少。本研究旨在探讨不同年龄时期乳猪股骨正常骨骺及干骺端骨髓的 Gd-DTPA 增强 MR 成像表现特征和增强率的变化, 并与相应组织学发现进行对照研究。

材料与方法

对 8 头健康乳猪分别在出生后 2、4、6 及 8 周行 MR 扫描。对乳猪静脉全身麻醉后, 采用 GE 1.5T Signa CV/i, NV/i MR 成像仪, 用可屈曲表面线圈, 对

乳猪的双侧股骨进行 MR 扫描。扫描序列包括 SE T₁WI (TR 500 ms, TE 20 ms) 和增强 SE T₁WI 抑脂序列, 层厚 3 mm, 冠状位或矢状位成像。

对比剂采用 Gd-DTPA, 0.1 mmol/kg 静脉注射。在增强前及增强后 MR 图像上, 在干骺端中央区域及二次骨化中心中央区域分别选择兴趣区, 测量其信号强度, 增强前后图像上兴趣区的部位和大小保持一致。分别计算不同年龄阶段增强前后两个不同解剖区域的平均信号强度。干骺端及二次骨化中心的增强率按此公式计算:

$$\text{增强率} = \frac{\text{增强后的信号强度} - \text{增强前的信号强度}}{\text{增强前的信号强度}}$$

运用 Newman-keuls 统计学方法, 分析二次骨化中心及干骺端骨髓增强率的差异。

MR 扫描完毕后, 立即处死乳猪, 取出一侧股骨, 标本取出后立即浸泡于 10% 甲醛液中, 固定 2 周后, 用 25% 蚁酸 (Formic acid) 去钙, 直至软化。后用 JB₄ Plastic 液浸润 2 周, 组织被切成 5 mm 层厚, 用 1% 甲

作者单位:430030 武汉, 华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科 (李小明、王仁法、李勇刚、胡军武), 同济医学院组织胚胎学教研室 (唐立华)

作者简介:李小明 (1963—), 女, 湖北武汉人, 副教授, 主要从事骨骼肌肉系统 MRI 诊断工作。

基金项目:国家自然科学基金资助项目 (30370430)

苯胺蓝染色。将 MR 表现与相应组织学发现进行对照研究。

结 果

在增强前 T_1 WI 图像上, 2 周龄乳猪干骺端骨髓和二次骨化中心周边骨髓的信号相似, 呈低信号表现, 而二次骨化中心中央及骨干中央区域呈高信号表现(图 1)。生后 4~6 周时二次骨化中心的高信号区域逐渐向周围扩大(图 2、3), 在出生后 8 周时, 几乎整个骨骺骨髓均为高信号。二次骨化中心和干骺端的平均信号强度随年龄的增长而增高。

在 Gd 增强脂肪抑制 T_1 WI 图像上, 出生 2 周乳猪股骨的干骺端与二次骨化中心周边区域的强化表现相似, 均为显著强化, 而二次骨化中心中央区域和骨干中央则强化不明显(图 4)。分别在出生后 2、4、6 和 8 周不同年龄时期乳猪的干骺端增强率较骨骺骨髓增强率更高, 但两者均随年龄的增长而减低。

组织学切片显示, 出生 2 周的乳猪股骨远端二次骨化中心中央为含有大量脂肪细胞的黄骨髓, 二次骨

化中心周边为红骨髓, 在靠近生长板方向的二次骨化中心周边, 完全是红骨髓。干骺端几乎保持红骨髓, 其内见丰富的与软骨内成骨有关的血管。随年龄的增长(在出生后 4、6 和 8 周), 二次骨化中心和干骺端黄骨髓范围逐渐扩大, 而红骨髓相应减小。在 8 周龄乳猪, 二次骨化中心周边仍见少许红骨髓。干骺端仍以红骨髓为主, 并可见较丰富的血管。随年龄的增长骨干中央黄骨髓的范围逐渐向两端发展扩大。

讨 论

据 Zawin 等^[3]报道, 乳猪和兔的骨髓转化过程和人非常相似。本研究显示了骨髓 MR 表现与组织学发现之间良好的相关性。在 T_1 WI, 干骺端红骨髓较骨骺二次骨化中心黄骨髓具有更低的信号强度。以红骨髓为主的区域, 含有丰富的与软骨内成骨有关的血管, 在 MR 增强成像, 红骨髓比以血管稀少且含大量脂肪细胞为特征的黄骨髓区域强化更显著。即在干骺端, 在未增强 T_1 WI 骨髓信号强度低于骨骺二次骨化中心, 增强后强化更显著。研究表明, 随年龄增长, 骨髓逐渐向黄骨髓转化, 其强化程度逐渐减低。在未成熟骨, 骨髓转换最早发生在骨骺二次骨化中心的中央区域和骨干中央区域, 二次骨化中心周边新形成骨与干骺端表现相似, 骨髓转化相对缓慢, 而邻近生长板的干骺端保持红骨髓最长久, 二次骨化中心周边及干骺端分别为骨骺及骨干的骨生长区域, 含有丰富的血管。

骨骺和干骺端尽管是相邻的解剖结构, 但骨髓转化图案却很不相同。Gd 增强 MR 常用来评价骨髓病变^[6-8], 如感染、肿瘤、缺血等, 认识不成熟骨骼不同年龄各个解剖区域 MR 增强差异对临床 MR 诊断具有重要价值。例如, 以明显强化为特征的干骺端骨髓炎, 由于邻近病灶的正常骨髓强化很显著, 容易与病变混淆, 因此在新生儿诊断此病是较为困难的。另外, 随年龄的增长, 正常骨骺二次骨化中心骨髓的强化逐渐减弱, 因此, 骨髓缺血所导致的减低的增强也许会更难发现和确诊。毫无疑问, 脂肪抑制增强 T_1 WI 能够提高红、黄骨髓之间信号强度差异的显示, 因此可减少误诊, 应普遍采用。

参考文献:

- [1] Dawson KL, Moore SG, Rowland JM. Age-related marrow changes in the pelvis: MR and anatomic findings [J].

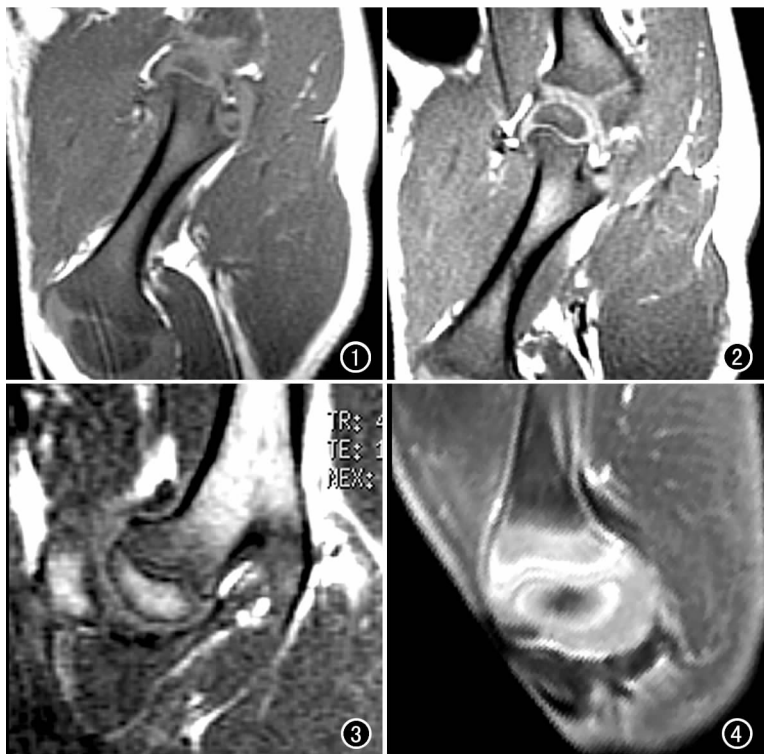


图 1 2 周龄乳猪股骨增强前矢状位 T_1 WI, 示股骨呈高信号, 二次骨化中心信号强度与干骺端相似, 呈低信号。图 2 4 周龄乳猪股骨近段增强前冠状位 T_1 WI 图。图 3 6 周龄乳猪股骨近段增强前冠状位 T_1 WI 图, 示二次骨化中心更大, 信号更高。图 4 2 周龄乳猪股骨 Gd-DTPA 增强矢状位 T_1 WI(脂肪抑制), 示股骨远端骨骺二次骨化中心周边与干骺端均呈明显强化, 二次骨化中心中央及骨干中央呈弱强化。

- Radiology, 1992, 183(1): 47-51.
- [2] Moore SG, Dawson KL. Red and yellow marrow in the femur: age-related changes in appearance at MR imaging [J]. Radiology, 1990, 175(1): 219-223.
- [3] Zawin JK, Jaramillo D. Conversion of bone marrow in the humerus, sternum, and clavicle changes with age on MR images [J]. Radiology, 1993, 188(1): 159-164.
- [4] Voger JB, Murphy WA. Bone marrow imaging [J]. Radiology, 1988, 168(3): 679-693.
- [5] Dwek JR, Shapiro F, Laor T, et al. Normal Gadolinium-enhanced MR images of the developing appendicular skeleton: part 2 epiphyseal and metaphyseal marrow [J]. AJR, 1997, 169(1): 191-196.
- [6] Dangman BC, Hoffer FA, Rand FF, et al. Osteomyelitis in children: gadolinium-enhanced MR imaging [J]. Radiology, 1992, 182(3): 743-747.
- [7] Geirnaerdt MJ, Bloem JL, Euldering F, et al. Cartilaginous tumors: correlation of gadolinium-enhanced MR imaging and histopathologic findings [J]. Radiology, 1993, 186(3): 813-817.
- [8] Ducou le Pointe H, Haddad S, Silberman B, et al. Legg-Perthes-Calve disease staging by MRI using gadolinium [J]. Pediatr Radiol, 1994, 24(2): 88-91.

(收稿日期: 2004-09-06)

鼻旁窦冠状重组法替代直接冠状扫描

林昌举, 朱丹

【中图分类号】R814.42; R765.4 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2004)12-0859-01

鼻旁窦 CT 常规冠状位成像均采取直接冠状位扫描。具体步骤是让患者采取仰卧或俯卧位, 头部过伸, 先做头部侧位定位像, 然后倾斜扫描架使冠状面与 OM 线垂直扫描^[1]。也有报道采取不作定位像直接冠状扫描的方法^[2]。但是在实际工作中总是让患者感到不适, 操作人员也觉得比较繁琐。我们利用多排螺旋 CT 进行轴位螺旋采集后行鼻旁窦冠状重组的方法替代鼻旁窦直接冠状扫描, 取得较好效果。

材料与方法 搜集 2004 年 1 月 4 日~4 月 10 日随机检查病例 27 例, 男 14 例, 女 13 例, 年龄 22~78 岁, 均因拟诊慢性鼻旁窦炎症或鼻息肉来院行鼻旁窦检查。

使用 GE lightspeed Ultra 8 螺旋 CT 机。患者仰卧, 听眦线尽量与床面垂直。扫描层面平行于听眦线。扫描范围: 自眉弓上方 2 cm 起向下至鼻唇沟中点(上可包括额窦, 下可包括上颌窦)。扫描条件: 螺旋扫描方式, 120 kV, 180 mA, 360°/s, 视野 25 cm, 采集层厚 1.25 mm, 间距 1.25 mm, 螺距 1.35:1, 标准程序重建, 重建矩阵 512×512, FOV 20 cm。

利用 CT 机自带的重组(Refomation)软件进行冠状重组。以矢状位图像做为参考定位像, 调节参考线, 使之中心点位于鼻中隔中上部, 角度垂直于硬腭, 起线始于上颌窦前壁, 止线位于蝶窦后壁。重组图像厚度和间隔根据需要自选, 1~5 mm 均可。分别以适度的软组织窗和骨窗在屏幕观察并摄片。

结果 27 例患者轴位扫描时间在 7.7~11.0 s。重组获得的冠状位图像由科内一位副主任医师和 3 位主治医师阅片, 认

为其效果与直接冠状位扫描所获得的图像质量相比无差异, 完全能够满足临床诊断需要。

讨论 冠状位成像是显示鼻旁窦结构和疾病常用的一种检查方法。这种方法的优缺点已经有学者论述^[2]。该方法扫描时患者需要较长时间保持一种不舒服的体位, 检查中有时患者因体位不适使位置改变导致图像质量欠佳, 部分肥胖体型颈项较短的患者, 往往无法达到扫描要求, 个别患者甚至出现眩晕、恶心、血压急剧变化等不良反应。过去我们曾经尝试过普通 CT 轴位扫描后行冠状面重建, 但是由于其数据的不连续性, Z 轴重建图像效果较差。而单排螺旋 CT 虽然实现了数据的连续性, 但是在采集薄层图像时需要大幅度增加毫安量和扫描时间, 即加重了球管负荷又使患者辐射量增加, 因此也难以广泛应用。而多层螺旋 CT 采取了多排薄层探测器并行排列的方式, 球管旋转 360°可以同时获得多幅薄层图像, 在不增加射线剂量和扫描时间的前提下能获得相同范围的薄层图像, 使得多平面重建成像得以方便应用。本文介绍的方法省略了常规定位像扫描, 患者也不必在扫描中保持不适甚至痛苦的体位, 检查时间大大缩短, 辐射剂量有所减少, 成像效果完全满足临床诊断需要, 该方法值得在拥有多层螺旋 CT 的医院推广。

参考文献:

- [1] 施增儒, 王中秋, 吴树春. 五官 CT 和 MRI 诊断学 [M]. 南京: 南京大学出版社, 1997. 7.
- [2] 张江帆, 王仁法, 肖明, 等. 鼻窦 CT 冠状位扫描改良法临床应用 [J]. 放射学实践, 2003, 18(1): 33.

(收稿日期: 2004-05-12)