

先天性脊柱侧弯矫治术前全脊柱三维磁共振成像的价值

刘琴, 王秋霞, 万常华, 彭莉, 冯定义

【摘要】 目的:探讨全脊柱三维(3D)MRI 在先天性脊柱侧弯(CS)矫治术前的诊断及评估价值。**方法:**对 31 例 CS 患者进行常规 2D MRI 及 3D MRI 扫描,并将 3D MRI 图像采用主机自带 Composing 无缝拼接软件拼接成全脊柱图像。由 2 名副高以上职称的放射科医师采用 5 分法对 2 组图像进行质量评分,并测量 2 组图像主弯 Cobb 角,记录测量时间。**结果:**3D MRI 图像质量评分 $[(4.79 \pm 0.41) \text{分}]$ 显著高于 2D MRI $[(4.40 \pm 0.66) \text{分}]$,且两者差异具有统计学意义($Z = 3.46, P = 0.00 < 0.05$);2D、3D MRI 图像的主弯 Cobb 角分别为 $(44.29^\circ \pm 16.03^\circ)$ 和 $(44.56^\circ \pm 15.63^\circ)$,两者差异无统计学意义($t = 0.91, P = 0.37 > 0.05$);3D MRI 图像 Cobb 角测量所耗时间 $[(34.79 \pm 15.57) \text{s}]$ 短于 2D MRI $[(43.44 \pm 16.98) \text{s}]$,且两者差异具有统计学意义($Z = 6.69, P = 0.00 < 0.05$)。**结论:**全脊柱 3D MRI 无缝拼接技术所得图像质量高,测量效率高,可替代常规 2D MRI 进行 CS 矫治术前的诊断及评估。

【关键词】 先天性脊柱侧弯; 磁共振成像; 成像, 三维; 无缝拼接技术; Cobb 角

【中图分类号】 R682.1+3; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)02-0175-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.02.017

Value of whole spine three-dimensional MRI before congenital scoliosis corrective surgery LIU Qin, WANG Qiu-xia, WAN Chang-hua, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430000, China

【Abstract】 Objective: To investigate the diagnostic value of whole spine three-dimensional (3D) magnetic resonance imaging (MRI) before congenital scoliosis (CS) corrective surgery. **Methods:** Thirty-one CS patients were collected. All subjects underwent both 2D and 3D MRI of the spine before the corrective surgery. Then 3D MR images were seamless spliced to the whole spine images using the built-in software "Composing". All images were evaluated and scored by two well-experienced radiologists, using a five-point scale. In addition, the major curve Cobb angles were measured, and the measuring time was recorded. **Results:** The quality score of 3D MR sequence was (4.79 ± 0.41) , which is significantly higher than that of 2D MR sequence $[(4.40 \pm 0.66); Z = 3.46, P < 0.05]$. There was no significant difference in the measured value of Cobb angle between two groups $[(44.29^\circ \pm 16.03^\circ) \text{ versus } (44.56^\circ \pm 15.63^\circ)]$. The average measuring time of Cobb angles was $(34.79 \pm 15.57) \text{s}$ with 3D MR sequence and $(43.44 \pm 16.98) \text{s}$ with 2D MR sequence, with statistically significant difference ($Z = 6.69, P < 0.05$). **Conclusion:** Whole spine 3D MRI with seamless splicing technology provides high quality images, increases measuring efficiency of related Cobb angles; thus it could be valuable for the comprehensive evaluation before CS corrective surgery, instead of the conventional 2D MR sequence.

【Key words】 Congenital scoliosis; Magnetic resonance imaging; Imaging, three-dimensional; Seamless splicing technology; Cobb angle

先天性脊柱侧弯(congenital scoliosis, CS)为特定的先天性椎体异常而引起的脊柱侧凸,其形成的弯曲易于进展,且由于患者有较长的生长期,常导致严重的畸形且难以矫正^[1]。MRI 的软组织分辨力高,对脊柱及脊髓成像具有明显优势,是 CS 矫治术前最佳的影像检查手段之一^[2-5]。然而,CS 患者进行常规二维(2D)MRI 扫描时,因受脊柱侧凸或复杂弯曲的影响,难以获得诊断 CS 必需的全脊柱影像,不利于后期相

关曲度指标的测定及手术治疗。本研究旨在探讨近年来逐步发展应用的三维(3D)MRI 及脊柱无缝拼接技术在 CS 术前病情评估中的价值与优势。

材料与方法

1. 研究对象

搜集我院 2013 年 3 月—2016 年 6 月经确诊的 31 例 CS 患者的临床及影像资料。31 例患者中,男 8 例,女 23 例,年龄 11 岁~29 岁;所有患者均无手术禁忌症及 MRI 检查禁忌症,且确诊后均行 CS 矫治手术。

2. 检查方法

采用 Siemens Skyra 3.0T 磁共振扫描仪,Tim 线圈。患者头先进,仰卧位,双手按标准解剖位放置于身

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

作者简介:刘琴(1987—),女,湖南邵东人,技师,主要从事临床放射技术工作。

通讯作者:冯定义, E-mail:154017633@qq.com

基金项目:华中科技大学自主创新研究基金资助“青年培育”项目(2013YQ013)

体两侧。扫描范围从枕骨大孔至骶椎。

常规 2D MRI 扫描: ①矢状面快速自旋回波 (TSE) T_1 WI (TR 500 ms, TE 10 ms, 层厚 3~4 mm, 层间隔 0~0.5 mm); ②矢状面 TSE T_2 WI (TR 2200 ms, TE 120 ms, 层厚 3~4 mm, 层间隔 0~0.5 mm); ③冠状面 TSE 快速反转恢复 (turbo inversion recovery magnitude, TIRM) 技术 (TR 2600 ms, TE 42 ms, 层厚 3~4 mm, 层间隔 0~0.5 mm); ④横轴面抑脂 TSE T_2 WI (TR 4200 ms, TE 120 ms, 层厚 3~5 mm, 层间隔 0.5~1.0 mm)。

3D MRI 扫描: ①冠状面容积内插体部检查 (volume interpolated body examination, VIBE)、Dixon 脂肪抑制技术 (TR 5.50 ms, TE 2.46 ms, 层厚 1.2 mm, 层间隔 0 mm); ②冠状面可变翻转角快速自旋回波序列 (sampling perfection with application optimized contrasts by using different flip angle evolutions, SPACE) T_2 WI (TR 2000 ms, TE 99 ms, 层厚 1.2 mm, 层间隔 0 mm); ③冠状面 SPACE TIRM T_2 WI (TR 3000 ms, TE 220 ms, 层厚 1.2 mm, 层间隔 0 mm)。

3D MRI 扫描序列所得原始图像均采用西门子主机自带的 Composing 软件拼接成全脊柱像, 再将拼接后的图像分别进行矢状面、冠状面曲面重组 (层厚 3 mm, 层间隔 0 mm), 得到最终曲面拼接的全脊柱图像。

3. 评价指标

采用 5 分法分别对 2D、3D 图像进行质量评判。评判标准: 5 分为图像质量非常满意, 成像清晰, 无伪影, 椎体及脊髓显示完整、连续, 易于诊断; 4 分为质量满意, 成像清晰, 有轻微伪影但不影响诊断, 椎体及脊髓显示完整; 3 分为质量比较满意, 部分图像欠清晰, 有轻微伪影但尚可诊断, 椎体及脊髓主要节段显示尚可; 2 分为质量一般, 部分图像欠清晰且有伪影, 较难诊断; 1 分为质量差, 大多数图像伪影重, 无法诊断。

测量 2D、3D 图像的主弯 Cobb 角, 以评估图像的诊断精确度, 同时记录测量所需时间, 以评价两种扫描序列的诊断效率。图像质量评分、Cobb 角测量均由 2 名副高以上职称的放射科医师分别在不同时间内使用 PACS 系统完成, 2 名医师均在初次测量后 1 周再进行第 2 次测量, 记录 2 名医师每次测量 Cobb 角所需的时间。

4. 统计学方法

采用 SPSS 19.0 软件包进行统计学分析。2 名医师诊断意见的一致性分析采用 Kappa 检验 ($Kappa \geq 0.75$ 为一致性好, $Kappa < 0.4$ 为一致性欠佳); 2D、3D 图像质量评分比较采用 Wilcoxon 秩和检验; 2 组

图像主弯 Cobb 角测量结果比较采用成组 t 检验; 2 组图像主弯 Cobb 角测量时间经检验不符合正态分布, 采用 Wilcoxon 秩和检验进行比较分析, $P < 0.05$ 认为差异具有统计学意义。

结 果

1. 图像质量评分

2D、3D MRI 扫描序列所得图像分别如图 1、2 所示。2 名医师对 2D MRI 图像质量的评分分别为 (4.35 ± 0.71) 和 (4.45 ± 0.62) 分, 经 Kappa 检验, 两者一致性好 ($Kappa = 0.83, P = 0.00 < 0.05$); 2 名医师对 3D MRI 图像质量的评分分别为 (4.81 ± 0.40) 和 (4.77 ± 0.43) 分, 经 Kappa 检验, 两者一致性好 ($Kappa = 0.90, P = 0.00 < 0.05$)。2D、3D MRI 图像质量最终评分分别为 (4.40 ± 0.66) 和 (4.79 ± 0.41) 分, 经



图 1 男, 19 岁, CS。2D MRI 扫描所得分段脊柱图像, 脊髓未在同一层面显示, 难以拼接成全脊柱图。a) 颈胸段冠状面 TSE TIRM 图; b) 胸腰段冠状面 TSE TIRM 图; c) 颈胸段矢状面 TSE T_2 WI 图; d) 胸腰段矢状面 TSE T_2 WI 图。

Wilcoxon 秩和检验, 两者差异具有统计学意义 ($Z=3.46, P=0.00<0.05$, 表 1)。

表 1 2 组图像质量评分的比较

组别	得分人次					平均分(分)
	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分	
2D MRI	31	25	6	0	0	4.40±0.66
3D MRI	49	13	0	0	0	4.79±0.41

2. Cobb 角测量结果比较

经测量, 2D、3D MRI 图像的主弯 Cobb 角分别为 ($44.29^{\circ}\pm16.03^{\circ}$) 和 ($44.56^{\circ}\pm15.63^{\circ}$), 两者差异无统计学意义 ($t=0.91, P=0.37>0.05$)。

3. Cobb 角测量所耗时间比较

测量 2D、3D MRI 图像 Cobb 角所耗时间分别为 (43.44 ± 16.98) 和 (34.79 ± 15.57)s, 经 Wilcoxon 秩和检验, 两者差异具有统计学意义 ($Z=6.69, P=0.00<0.05$)。

讨 论

随着年龄的增长, CS 患者的全身骨骼一直处于动态变化过程中, 侧弯严重程度亦会有所不同, 因此, 需要频繁的随访、检查以追踪患者病情的变化, 如典型侧弯患儿需间隔 4~6 个月进行评估, 而从生长发育迅速时期到骨骼成熟阶段则更为频繁^[6]。常规检查有 X 线平片、CT 和 MRI。X 线平片具有一定辐射性, 且成像效果较差^[7], 现已逐渐淘汰^[6]; CT 检查成像效果较 X 线平片好, 但其辐射量更大^[8], 如此频繁的检查所产生的累计辐射量不可小觑, 患者、家属难以接受; MRI 检查因其无辐射性、无创性, 成为 CS 患者易于接受的检查手段, 另外, MRI 具有较高的软组织分辨力和多方位成像特点, 可清晰显示椎体、椎管、脊髓及周围韧带等解剖结构及病变^[9], 如脊髓狭窄、椎体畸形、骨质破坏、软组织水肿等, 现已广泛应用于脊柱病变的诊疗中。

脊柱常规 2D MRI 检查采用 TSE 序列, TSE 自 1986 提出以来, 已成为 MRI 检查中必不可少的序列。TSE 可分段、分层显示脊柱解剖结构, 但受脊柱侧凸或复杂弯曲的影响, 脊柱和脊髓难以完整显示在一个平面内, 所得脊柱分段图像难以实现无缝拼接; 另外, 由于 TSE 序列的回波链不能太长 (否则 T_2 衰减带来的模糊效应会非常严重), 射频能量吸收率高, 其采集效率相对有限。SPACE 通过在回聚脉冲中使用可变翻转角的设计, 成功解决上述 TSE 采集效率受限的难题; 另外, 相对于 2D TSE 成像, 3D SPACE 成像具有以下明显优势^[10]: 采用超长回波链, 为并行采集和 K 空间重排提供更大自由度; 成像速度快, 节约扫描时间, 患者更易配合完成检查; 激发的信号区域大, 信号

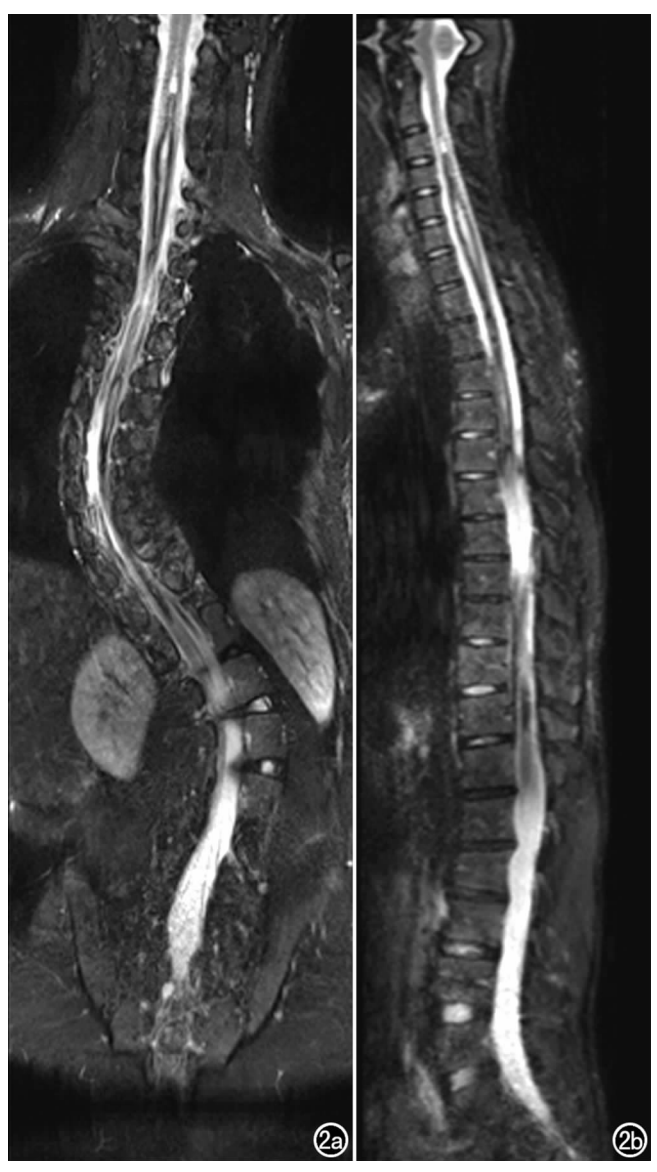


图 2 男, 19 岁, CS。3D MRI 扫描, 经曲面拼接重组后的全脊柱图。a) 拼接后冠状面曲面重组图 (SPACE TIRM T_2 WI); b) 拼接后矢状面曲面重组图 (SPACE TIRM T_2 WI)。

强度极高, 其信噪比足以支持所有维度的高分辨力成像, 可获得真正的高分辨力图像。本研究结果显示, 3D MRI 图像质量评分显著高于 2D MRI, 说明 3D MRI 所得图像质量更高, 更能满足临床诊断需求。此外, SPACE 序列一般提供各向同性的分辨率, 不仅减轻部分容积效应, 而且支持任意平面重建, 因此可对脊柱扫描图像进行无缝拼接, 获得完美拼接的脊柱全长 3D 图像 (同时可进行多角度旋转测量)。本研究结果显示, 3D MRI 与 2D MRI 主弯 Cobb 角测量结果无显著性差异, 且前者 Cobb 角测量耗时显著短于后者, 提示 3D MRI 可获得可靠的 Cobb 角测量结果, 且测量较 2D MRI 更快速便捷。

3D MRI 图像可重组成冠状面、矢状面和横轴面测量图, 从而获得无缝拼接的脊柱全长 3D 图像, 对后

者进行任意方向的旋转评估,可准确、快速获得 Cobb 角测量结果。综上,CS 矫治术前全脊柱 3D MRI 为 CS 的诊断及术前评估提供了更多视角和极大的便利,可替代传统 2D MRI 检查。

参考文献:

- [1] 谢兆林. 先天性脊柱侧凸病因学研究进展[J]. 中外健康文摘, 2013,10(4):211.
- [2] Faizah MZ, Ng KL, Te BC, et al. Association of Cobb angle progression and neuraxial abnormality on MRI in asymptomatic Adolescent Idiopathic Scoliosis[J]. Med J Malaysia, 2016, 71(3): 122-125.
- [3] Kim H, Kim HS, Moon ES, et al. Scoliosis imaging: what radiologists should know[J]. Radiographics, 2010, 30(7): 1823-1842.
- [4] Kosuke Takimura, Tetsuya Ohara, Taizushi. Postoperative change of cervical disc MRI images in patients with adolescent idiopathic

- scoliosis[J]. J Spine Research Official Journal of the Japanese Society for Spine Surgery & Related Research, 2015, 6(4): 849-853.
- [5] 田传帅, 辛小燕, 杨献峰, 等. 全脊柱 MR 成像对脊柱侧弯的术前诊断价值[J]. 医学影像学杂志, 2012, 22(9): 1522-1524.
- [6] 李志鲲, 江远亮, 李超, 等. 全脊柱核磁共振成像法评估青少年特发性脊柱侧凸的可行性研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2015, 30(1): 48-50.
- [7] 马伟伟, 陈增爱, 戈欣. CR 全脊柱摄影技术在脊柱侧弯中的应用[J]. 放射学实践, 2011, 26(1): 107-108.
- [8] 高军, 于彤, 彭芸, 等. 儿童神经纤维瘤病 I 型致营养不良性脊柱侧凸的 CT 表现[J]. 放射学实践, 2013, 28(9): 924-927.
- [9] 李晓青, 张琼, 文明, 等. GE Signa HDxt 3.0T 磁共振全脊柱成像技术及临床应用研究[J]. 医疗装备, 2016, 29(4): 18-19.
- [10] 李国斌, 张卫军. 三维快速自旋回波成像技术——SPACE[J]. 磁共振成像, 2010, 1(4): 295-298.

(收稿日期:2016-07-06 修回日期:2016-10-31)

欢迎订阅 2017 年《中国医学影像技术》

《中国医学影像技术》杂志于 1985 年创刊,是由中国科学院主管,中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊。刊号:ISSN 1003-3289, CN 11-1881/R。曾获百种中国杰出学术期刊,现为中国精品科技期刊、中国科技核心期刊、中国科学引文数据库核心期刊、《中文核心期刊要目总览》收录期刊、荷兰《医学文摘》收录源期刊、英国《科学文摘》收录源期刊、俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊、波兰《哥白尼索引》收录源期刊、《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)收录期刊。

《中国医学影像技术》杂志是临床医学影像学及影像医学工程及理论研究相结合的综合性学术期刊,刊登放射、超声、核医学、介入治疗、影像技术学、医学物理与工程学等方面的基础研究及临床实验研究的最新成果。以论文质量优、刊载信息量大、发刊周期短为其特色,是我国影像医学研究探索和学术交流的良好平台。

《中国医学影像技术》为月刊,160 页,大 16 开本,彩色印刷。单价 20 元,全年定价 240 元。订户可随时向当地邮局订阅,邮发代号 82-509;亦可向编辑部直接订阅,免邮寄费(欢迎通过银行转账,附言栏请注明订阅杂志名称)。

联系电话:010-82547903 传真:010-82547903

E-mail: cjmit@mail.ioa.ac.cn 网址: www.cjmit.com

微信公众号: cjmit1985 编辑部地址: 北京市海淀区北四环西路 21 号大猷楼 502 室 邮编: 100190

银行账户名: 《中国医学影像技术》期刊社 账号: 110907929010201

开户行: 招商银行北京分行清华园支行 联系人: 田苗