

骨去金属伪影技术对腰椎内固定术后 CT 图像质量影响的研究

李艳, 沈倩, 兰永树, 戴贵东

【摘要】 目的:探讨骨去金属伪影技术(O-MAR)对腰椎内固定术后 CT 图像质量的影响。**方法:**33 例行腰椎内固定术的患者行 CT 扫描,并且使用 O-MAR 及非 O-MAR 技术重建,测量 O-MAR 组及非 O-MAR 组 CT 图像的椎管、椎体、腰大肌、腰大肌旁脂肪的 CT 值和噪声值(SD),由 3 名有经验的放射科医生采用 4 分赋值法评价图像质量,采用秩和检验比较两组的 CT 值、SD 值及图像质量评分。**结果:**33 例临床病例的 O-MAR 组的椎管($Z = -2.70, P = 0.007$)、腰大肌($Z = -4.89, P < 0.01$)、脂肪($Z = -4.28, P < 0.01$)的 SD 值比非 O-MAR 组低,差异有统计学意义($P < 0.05$),两组椎体($Z = -0.13, P = 0.893$)的 SD 值差异无统计学意义。O-MAR 组较非 O-MAR 组伪影减少,但不同组织有不同程度失真,两组的图像质量评分差异无统计学意义($Z = -0.28, P = 0.78$)。**结论:**O-MAR 可以明显减少伪影的同时也会对周围的组织产生影响,导致图像失真,在临床诊断时应该同时观看非 O-MAR 的图像才能减少误判。

【关键词】 去金属伪影技术; 体层摄影术, X 线计算机; 腰椎; 金属植入物

【中图分类号】 R814.42; R816.8 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)03-0394-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.03.026

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The influence of orthopedic mental artifact reduction algorithm on CT image quality for postoperative lumbar fixation LI Yan, SHEN Qian, LAN Yong-shu, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Sichuan 646000, China

【Abstract】 Objective: To investigate the effect of orthopedic mental artifact reduction(O-MAR) on the quality of CT image for postoperative lumbar fixation. **Methods:** Thirty three patients with postoperative lumbar fixation underwent CT examination and were reconstructed using O-MAR. The CT value, SD value of vertebral cana, vertebral body, Psoas muscle and fat nearby Psoas muscle were evaluated objectively. Meanwhile, the images were subjectively evaluated with 4 point by three experienced radiologists. Paired t test was used for objective evaluation and rank sum test was used for subjective evaluation on image quality. **Results:** 33 patients of SD value of vertebral cana ($Z = -2.70, P = 0.007$), Psoas muscle ($Z = -4.89, P < 0.01$) and fat ($Z = -4.28, P < 0.01$) except vertebral body ($Z = -0.13, P = 0.893$) in O-MAR group were lower than that in non O-MAR group ($P < 0.05$). Subjective score showed that the artifacts in O-MAR group were less than those in non-O-MAR group. However, different tissues had different degrees of distortion, and there was no significant difference in subjective score between these two groups ($Z = -0.28, P = 0.78$). **Conclusion:** O-MAR technology can significantly reduce artifacts and affect the surrounding tissue which result in image distortion. Radiologists need to integrate the original images without the use of O-MAR algorithm to reduce the misdiagnosis in clinic.

【Key words】 Orthopedic mental artifact reduction; Tomography, X-ray computed; Lumbar vertebra; Mental implants

在 CT 图像中,各种金属植入物(如钢板、髓内钉、

金属支架)会在周围因为线束硬化而产生伪影^[1]。这些伪影严重影响医师对金属植入物及其周围器官结构的观察,给临床诊治带来极大的困难,因此,金属伪影的减少或去除是获得良好图像的关键。目前已有多种校正金属伪影的方法^[2-3],但是大部分文献都是对金属

作者单位:646000 四川,西南医科大学附属医院
作者简介:李艳(1992—),女,四川自贡人,硕士研究生,主要从事影像诊断与技术研究。
通讯作者:兰永树, E-mail: lanyongshuyx@126.com
基金项目:泸州市科研计划(NO.2013-S-48)

伪影减少方面的关注,而对其周围组织结构是否会产生影响却缺乏研究。本研究拟通过临床病例的观察分析,对使用骨去金属伪影技术(orthopedic metal artifact reduction,O-MAR)前后的图像进行比较,探讨 O-MAR 技术在减少金属伪影的同时是否对金属周围组织结构产生影响。

材料与方法

1. 临床资料

选取本院 2017 年 3—9 月因腰椎骨折、滑脱等病行腰椎内固定术后复查腰椎 CT 的患者 33 例,男 16 例,女 17 例,年龄 27~74 岁,平均 51.6 岁。

2. 检查方法

采用 Philips iCT 对腰椎金属内固定患者腰椎内固定区进行扫描,扫描范围包括金属内固定器并且上下超过 1 个椎体,扫描方向从头端至足端。扫描参数:管电压 120 kV、管电流 300 mAs,机架旋转时间为 0.75 s,层厚 0.67 mm,螺距因子 0.6,扫描野 160×160 mm²,矩阵 512×512。分别采用 O-MAR 和 iDose 迭代重建算法(迭代指数为 3)进行图像重建。将图像传至 Philips Portal 后处理工作站,进行图像后处理,并进行图像质量评价。

3. 图像评价

①客观评价:结合软组织窗及骨窗于椎弓根螺钉产生伪影最大的层面手动选取 4 个类圆形兴趣区(椎管、椎体、腰大肌、腰大肌旁脂肪),面积为 50 mm²,测量 CT 值和 SD 值,重复测量 3 次,取平均值为最终结果。测量时使用 Philips Portal 工作站的 compare 软件使 O-MAR 组与非 O-MAR 组 CT 图像的层面及兴趣区的位置、大小一致(图 1,2)。

②主观评价:由 3 名放射科高年资医师对 O-MAR 组与非 O-MAR 组进行图像质量评价,选择椎弓根螺钉产生伪影最大层面的软组织窗及骨窗图像上进行评价,评分不一致时,由 3 名医师讨论后决定。评分标准参考张沉石等^[4]的标准进行。诊断信心明确(4 分):金属伪影面积小或无伪影,周围结构(椎体、肌肉、脂肪)清晰,图像无失真;诊断信心尚可(3 分):伪影面积稍大,周围结构略模糊,图像轻度失真;诊断信心不足(2 分):伪影面积大,周围结构显示模糊,图像中度失真;无法诊断(1 分):伪影面积较大,周围结构显示不清,图像重度失真。

4. 统计学分析

采用 SPSS 17.0 统计分析软件,计量资料以均数±标准差表示。经检验所有客观评价参数值均不符合正态分布,非 O-MAR 组与 O-MAR 组的椎管、椎体、腰大肌、腰大肌旁脂肪的 CT 值和 SD 值及主观评分

均采用秩和检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

O-MAR 组椎管、脂肪的 CT 值大于非 O-MAR 组,而 O-MAR 组椎体、腰大肌的 CT 值小于非 O-MAR 组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。O-MAR 组的椎管($Z=-2.70, P=0.007$)、腰大肌($Z=-4.89, P<0.01$)、脂肪($Z=-4.28, P<0.01$)的 SD 值较非 O-MAR 组均降低,差异有统计学意义($P<0.05$),而椎体的 SD 值与非 O-MAR 组比较差异无统计学意义($Z=-0.13, P=0.893$),见表 1。O-MAR 组图像较非 O-MAR 组图像伪影明显减少,但不同组织均有不同程度失真,O-MAR 组主观评分与非 O-MAR 组主观评分差异无统计学意义($Z=-0.277, P=0.782$),见表 2、图 1。

表 1 33 例临床病例的不同组织的 CT 值、噪声值

不同组织	O-MAR	非 O-MAR	Z	P
椎管				
CT 值	95.1±38.7	52.6±51.0	-3.65	<0.01
SD 值	39.7±9.9	46.7±11.3	-2.70	0.007
椎体				
CT 值	150.8±87.4	260.7±132.4	-3.94	<0.01
SD 值	75.7±54.5	70.8±29.9	-0.13	0.893
腰大肌				
CT 值	40.1±27.8	69.8±33.3	-4.19	<0.01
SD 值	21.8±3.6	31.0±7.1	-4.89	<0.01
脂肪				
CT 值	-69.6±32.4	-87.6±46.3	-3.67	<0.01
SD 值	22.2±4.6	28.1±5.1	-4.28	<0.01

表 2 33 例临床病例的图像质量的主观评分

分组	评分				
	1 分	2 分	3 分	4 分	M(P25,P75)
非 O-MAR 组	1	19	13	0	2(2,3)
O-MAR 组	1	20	12	0	2(2,3)

注: $Z=-0.277, P=0.782$ 。

讨 论

随着外科手术的不断改进和介入技术的迅速发展,高密度的植入物(特别是金属植入物)在临床得到广泛应用,其作用得到医务工作者的一致认同和患者的高度认可。椎弓根螺钉内固定术后通常需要通过影像检查来对手术疗效进行评价,CT 检查是最常用的术后影像评价手段之一^[5-6],但是这些高密度的螺钉在 CT 图像上容易产生线束硬化伪影,影响螺钉本身及周围组织结构的观察,从而降低了 CT 图像的质量并严重影响手术疗效的评价。为此很多 CT 生产厂家都在不断改进和完善 CT 设备及 CT 技术,目前 CT 图像去除伪影主要的方法有双能 CT、双源 CT 及能谱 CT 等^[7-9],但是以上方法会重复扫描或者同时进行两次不同能量扫描,虽然去除金属伪影效果显著,但也会



图1 男,42岁,因L4/5椎间盘左侧旁中央型巨大突出而行经腰椎后路椎管减压融合术。a)非O-MAR组椎弓根层面软组织窗图像;b)非O-MAR组同一层面骨窗图像;c)O-MAR组椎弓根层面软组织窗图像;d)O-MAR组同一层面骨窗图像。O-MAR组较非O-MAR组伪影明显减少,但是图像失真明显,如软组织界限欠清、脂肪组织模糊(图c箭),骨组织缺失(图d箭)。

造成患者所受辐射剂量明显增加。本文中的O-MAR技术是一个重建后处理技术,它通过多次迭代运算采用投影数据的修正来消除金属伪影,不会增加扫描的辐射剂量。O-MAR适合骨科大型金属植入物^[10],如本研究中的椎体内固定术使用的螺钉。

刘颖等^[11]研究表明O-MAR技术使用后的CT图像金属伪影范围减小明显、伪影密度减低,图像噪声显著降低,所测得的软组织CT值更接近于真实值,更有利于术后观察。高思喆等^[12]研究认为O-MAR应用于颅内动脉瘤术后时均可以不同程度去除伪影,使周围组织显示得更清楚。在本研究中通过评价腰椎内固定术后O-MAR组与非O-MAR组的主观评分及客观评分,并且主观评价中充分考虑周围不同组织结构,结果显示O-MAR组的不同组织(除椎体)的SD值均小于非O-MAR,说明了O-MAR技术对不同组织均有降低噪声的效果,而且伪影明显减少,这与刘颖等、高思喆等人的研究相似,但并不完全一致,本文的

主观评分没有差异,可能原因是O-MAR虽然会减少图像伪影,但是却造成组织结构模糊、骨组织的缺失(图1),拉低了主观评分,降低了图像质量,使得图像失真,这与张沉石等^[4]的研究相符,其原因可能是O-MAR算法进行金属与组织分类之后,组织的CT值是模拟组织代替金属伪影的插值数据,这会使各组织重建后细节失真、分界不清,如肌肉、脂肪组织的模糊、骨组织的缺失等。也可能是以上研究着重关注伪影减少,却忽略了各种组织在图像中的显示情况,或者是不同部位的软组织分布及种类不一致,导致使用O-MAR后影响也不同。而且本研究在主观评分时还发现伪影不能完全去除,残余伪影主要在高密度伪影与软组织的交界区,Li等^[13]研究报道伪影的残留原因可能是金属、组织分类识别和移除的过程可能不完善,使得交界区的数据插值错误,也可能是金属植入物造成的X线散射和线束硬化通过重建过程影响图像质量,使得周围组织结构重建后失真。所以在临床的诊断和治疗过程中,医生应该结合非O-MAR原始图像的使用,方能最大限度地

减少误诊和误治。

综上所述,O-MAR可以明显减少伪影的同时也会对周围的组织产生影响,导致图像失真。因此认为在诊断时应该同时观看非O-MAR的图像才能减少误判。

参考文献:

- [1] Barrett JF, Keat N. Artifacts in CT: recognition and avoidance[J]. Radiographics, 2004, 24(6): 1679-1691.
- [2] 侯凯, 吕鹏, 唐启瑛, 等. 320排CT单能量去金属伪影技术用于内脏动脉瘤弹簧圈栓塞术后随访的应用研究[J]. 放射学实践, 2018, 33(4): 423-427.
- [3] Coupal TM, Mallinson PI, Gershony SL, et al. Getting the most from your dual-energy scanner: recognizing, reducing, and eliminating artifacts[J]. AJR, 2016, 206(1): 119-128.
- [4] 张沉石, 管宇, 萧毅, 等. 腰椎金属内固定术后骨去伪影技术的临床应用[J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(7): 1106-1110.
- [5] 欧陕兴, 李小荣. 腰椎手术失败综合症的CT表现[J]. 中国CT和MRI杂志, 2011, 9(6): 52-54.
- [6] Waldstein W, Schmidt-brackling T, Boettner F. MRI does not de-

- tect acetabular osteolysis around metal-on-metal Birmingham THA[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2014, 134(7): 1009-1015.
- [7] 黄钟杰, 刘源, 肖芝豹, 等. 宝石 CT 能谱成像去除脊柱金属植入物伪影的应用研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2013, 19(1): 79-83.
- [8] 王淑贤, 万娅敏, 谭红娜, 等. 双源 CTFASSTDE 技术在去除腰椎金属内固定物伪影中的价值[J]. 临床放射学杂志, 2016, 35(3): 466-469.
- [9] 刘卓, 魏拓, 洪楠, 等. 双能量 CT 联合金属伪影削减算法抑制股骨柄假体金属伪影的模型研究[J]. 放射学实践, 2019, 34(3): 332-336.
- [10] Philips Health. Metal artifact reduction for orthopedic implants (O-MAR)[EB/OL]. (2012-01-08). [http://clinical.netforum.healthcare.philips.com/us_en/Explore/White-Papers/CT/Metal-Artifact-Reduction-for-Orthopedic-Implants-\(O-MAR\)](http://clinical.netforum.healthcare.philips.com/us_en/Explore/White-Papers/CT/Metal-Artifact-Reduction-for-Orthopedic-Implants-(O-MAR)).
- [11] 刘颖, 张磊, 谢雨响, 等. O-MAR 技术去金属植入物伪影的临床价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2018, 24(1): 92-95.
- [12] 高思喆, 丁长伟, 郭文力, 等. O-MAR 技术在颅内动脉瘤栓塞术后 CTA 中的应用[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28(6): 391-393.
- [13] Li H, Noel C, Chen H, et al. Clinical evaluation of a commercial orthopedic metal artifact reduction tool for CT simulations in radiation therapy[J]. Med Phys, 2012, 39(12): 7507-7517.

(收稿日期: 2019-04-06 修回日期: 2019-07-25)

本刊可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字, 节省篇幅, 使文章精炼易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列), 以后本刊在论文中将对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

ADC (apparent diffusion coefficient): 表观扩散系数
 ALT: 丙氨酸转氨酶; AST: 天冬氨酸转氨酶
 BF (blood flow): 血流量
 BOLD (blood oxygenation level dependent): 血氧水平依赖
 BV (blood volume): 血容量
 b: 扩散梯度因子
 CAG (coronary angiography): 冠状动脉造影
 CPR (curve planar reformation): 曲面重组
 CR (computed radiography): 计算机 X 线摄影术
 CT (computed tomography): 计算机体层成像
 CTA (computed tomography angiography): CT 血管成像
 CTPI (CT perfusion imaging): CT 灌注成像
 DICOM (digital imaging and communication in medicine): 医学数字成像和传输
 DR (digital radiography): 数字化 X 线摄影术
 DSA (digital subtraction angiography): 数字减影血管造影
 DWI (diffusion weighted imaging): 扩散加权成像
 DTI (diffusion tensor imaging): 扩散张量成像
 ECG (electrocardiography): 心电图
 EPI (echo planar imaging): 回波平面成像
 ERCP (endoscopic retrograde cholangiopancreatography): 经内镜逆行胰胆管造影术
 ETL (echo train length): 回波链长度
 FLAIR (fluid attenuation inversion recovery): 液体衰减反转恢复
 FLASH (fast low angel shot): 快速小角度激发
 FOV (field of view): 视野
 FSE (fast spin echo): 快速自旋回波
 fMRI (functional magnetic resonance imaging): 功能磁共振成像
 IR (inversion recovery): 反转恢复
 Gd-DTPA: 钆喷替酸葡甲胺
 GRE (gradient echo): 梯度回波
 HE 染色: 苏木素-伊红染色
 HRCT (high resolution CT): 高分辨率 CT

MPR (multi-planar reformation): 多平面重组
 MIP (maximum intensity projection): 最大密(强)度投影
 MinIP (minimum intensity projection): 最小密(强)度投影
 MRA (magnetic resonance angiography): 磁共振血管成像
 MRI (magnetic resonance imaging): 磁共振成像
 MRS (magnetic resonance spectroscopy): 磁共振波谱学
 MRCP (magnetic resonance cholangiopancreatography): 磁共振胰胆管成像
 MSCT (multi-slice spiral CT): 多层螺旋 CT
 MTT (mean transit time): 平均通过时间
 NEX (number of excitation): 激励次数
 PACS (picture archiving and communication system): 图像存储与传输系统
 PC (phase contrast): 相位对比法
 PET (positron emission tomography): 正电子发射计算机体层成像
 PS (surface permeability): 表面通透性
 ROC 曲线 (receiver operating characteristic curve): 受试者操作特征曲线
 SPECT (single photon emission computed tomography): 单光子发射计算机体层摄影术
 PWI (perfusion weighted imaging): 灌注加权成像
 ROI (region of interest): 兴趣区
 SE (spin echo): 自旋回波
 STIR (short time inversion recovery): 短时反转恢复
 TACE (transcatheter arterial chemoembolization): 经导管动脉化疗栓塞术
 T₁ WI (T₁ weighted image): T₁ 加权像
 T₂ WI (T₂ weighted image): T₂ 加权像
 TE (time of echo): 回波时间
 TI (time of inversion): 反转时间
 TR (time of repetition): 重复时间
 TOF (time of flight): 时间飞跃法
 TSE (turbo spin echo): 快速自旋回波
 VR (volume rendering): 容积再现
 WHO (World Health Organization): 世界卫生组织
 NAA (N-acetylaspartate): N-乙酰天门冬氨酸
 Cho (choline): 胆碱
 Cr (creatinine): 肌酸

(本刊编辑部)