

能谱 CT 在钛笼椎间植骨融合评估中的应用研究

孙才渊, 王凤丹, 张燕, 薛华丹, 金征宇

【摘要】 目的:探讨能谱 CT 在钛笼椎间植骨融合评估中的应用价值。**方法:**对 28 例脊柱钛笼椎间植骨融合术后患者行能谱 CT 扫描,扫描后获得常规混合能量图像(Mixed)及 110 keV 单能图像(GSI)。在工作站测量 Mixed 图像及 GSI 图像的噪声(SD)及信噪比(SNR)。由两位不同年资放射科医师使用 5 分法分别对同一患者的 Mixed 和 GSI 图像的伪影大小及植骨显示的清晰度进行评分,并分别根据 Brantigan-Steffee-Fraser(BSF)分级法对钛笼内植骨融合情况进行分级。**结果:**两位评分者的评分一致性较好($ICC>0.60$)。相对于 Mixed 图像,GSI 图像噪声减低($t=15.292, P<0.001$),SNR 增加($t=-7.749, P<0.001$)。每一位评分者对 GSI 图像与 Mixed 图像的伪影评分之间、植骨清晰程度评分之间差异均具有统计学意义(P 均 <0.001)。虽然 GSI 图像与 Mixed 图像的 BSF 分级差异没有统计学意义(Reader 1: $Z=-1.633, P=0.102>0.05$;Reader 2: $Z=-1.342, P=0.180>0.05$),但有两位患者的 BSF 评分在使用 GSI 图像后发生了变化。**结论:**GSI 可有效减少噪声及金属伪影,提高图像质量,使得钛笼内植骨显示更清晰,有利于评估钛笼内椎间植骨融合情况。

【关键词】 能谱 CT; 金属伪影; 钛笼; 椎间植骨融合

【中图分类号】 R814.42; R681.5 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)03-0383-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.03.018

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The value of gemstone spectral imaging in assessing the intervertebral titanium cage fusion SUN Cai-yuan, WANG Feng-dan, ZHANG Yan, et al. Department of Radiology, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100730, China

【Abstract】 Objective: To explore the value of GSI (Gemstone Spectral Imaging) in assessing of the fusion of intervertebral titanium cage. **Methods:** Twenty-eight patients who received intervertebral fusion using cages made of titanium were scanned by spectrum CT in this prospective study. Two sets of CT images, Mixed and monoenergy level (110keV GSI), were reconstructed for each patient. Image noise and signal-to-noise ratio (SNR) were measured on the workstation. Two radiologists used the 5-point scale to assess the artifacts and clarity of the bone graft respectively. The fusion status of grafts in titanium cage was scored according to Brantigan-Steffee-Fraser (BSF) grading methods. **Results:** The intra-observer variability was considered as substantial ($ICC>0.6$). Compared to Mixed images, the image noise reduced markedly ($P<0.001$) and the SNR increased ($P<0.001$) on GSI image. For each of the two readers, there was a significant difference (all $P<0.001$) between the GSI and Mixed images, and the artifacts and image quality assessing. Although there was no statistically significant difference in BSF grading between GSI and Mixed images (Reader 1: $Z=-1.633, P=0.102$; Reader 2: $Z=-1.342, P=0.180>0.05$). It is worthwhile to point that there were two patients whose BSF scores were different between Mixed and GSI images. **Conclusion:** GSI can significantly reduce the metal artifacts and display better details of the intervertebral titanium cage fusion.

【Key words】 Energy spectrum CT; Metal artifacts; Cage; Intervertebral fusion

随着骨科技术的快速发展,越来越多脊柱侧弯、脊

柱结核、脊柱骨折、脊柱退行性变及骨肿瘤等患者接受内固定手术。钛笼具有良好的生物相容性和力学属性^[1],内置长度可根据手术中病灶范围以及正常椎体高度适当截取,植骨颗粒可通过钛笼网眼与骨床融合,减少手术后矫正角度的偏移及前路钢板所受到的剪切

作者单位: 100730 北京,中国医学科学院北京协和医学院 北京协和医院放射科

作者简介: 孙才渊(1990—),男,湖北洪湖人,硕士研究生,住院医师,主要从事骨骼肌肉系统影像诊断工作。

通信作者: 薛华丹, E-mail: bjdanna95@163.com

力,因此钛笼在脊柱截骨融合术中得到越来越广泛的应用^[2]。

金属内固定物仅能提供短期支持,长期的脊柱力学稳定性需要椎间植骨自身骨桥融合支持。由此,准确判断钛笼椎间植骨融合情况对于患者的随访及预后有着重要意义。X线是重叠影像,无法显示植骨细节,普通 CT 扫描因螺钉、钛笼等内固定物金属伪影的存在严重影响对椎间植骨融合情况的观察和评估。近年来国内外研究者在不断探索去除 CT 金属伪影的方法。曾宪春等^[3]、潘自兵等^[4]报道 GE 宝石能谱 CT 扫描可在一次双能扫描中重建出不同能量级单能图像,可有效去除人工髋关节等大型金属植入物产生的金属伪影。国内钱玲玲等^[5]使用 Siemens 炫速双源 CT 的单能谱技术可降低脊柱金属内固定术后产生的线束硬化伪影,有助于医师观察骨折愈合情况。李燕等^[6]使用飞利浦骨去金属伪影技术(orthopedic mental artifact reduction, O-MAR)证明 O-MAR 可明显减少脊柱内固定物金属伪影的同时会对周围组织产生影响,导致图像失真。

对于脊柱钛笼植骨融合术后患者,能谱 CT 是否能提高图像信噪比、减少金属伪影,从而有助清晰显示和观察椎间植骨融合情况,这方面的研究尚缺乏,因此本研究中应用能谱 CT 扫描,通过对单能图像与常规混合能量 CT 图像的比较,探讨能谱 CT 在钛笼椎间植骨融合评估中的应用价值。

材料与方法

1. 一般资料

本研究为前瞻性研究,搜集 2013 年 11 月—2015 年 12 月北京协和医院骨科门诊及住院的钛笼椎间植骨融合术后患者,骨科医师临床判断需要行 CT 检查者,经患者及家属签署知情同意后,进行能谱 CT 扫描。共计 28 例钛笼椎间植骨融合术后患者行去金属伪影 CT 及三维重建检查,其中钛笼位于脊柱颈段 1 例,颈胸段 3 例,胸段 7 例,胸腰段 9 例,腰段 8 例。男 16 例,女 12 例,年龄 3~66 岁,平均 23.6 岁。

2. CT 扫描参数

采用 GE 宝石能谱 64 排 Discovery CT 750 HD,宝石能谱成像(Gemstone Spectral Imaging, GSI)扫描参数:管电压 80~140 kVp 瞬时切换,切换时间为 0.5 ms,管电流 550 mA,层厚 0.625 mm,螺距 0.984:1,球管旋转速度为 0.8 s/r。

3. 图像处理

扫描后获得常规混合能量图像(Mixed 组)及单能量图像(110 keV, GSI 组)。骨窗窗宽 2000 HU,窗位 500 HU;软组织窗宽 350 HU,窗位 40 HU。在后处理

工作站(GE Volume Share ADW4.6)分别将 Mixed 图像和 GSI 图像进行矢状面、冠状面重建。对同一患者中无伪影层面进行信号值、噪声、信噪比(signal-to-noise ratio, SNR)测量,其中信号值为无金属伪影层面中较均匀肌肉的 CT 值(CT muscle),噪声(standard deviation, SD)为同层面皮下脂肪中相同范围皮下脂肪 CT 值标准差(SD fat),SNR 为 CT muscle/SD fat 比值(图 1)。再由两位不同年资放射科医师(Reader 1, 11 年骨骼肌肉系统影像诊断经验;Reader 2, 5 年一般影像诊断经验)独立对每位患者钛笼层面的 Mixed 图像及 GSI 图像进行主观评分,评分内容包括三部分:伪影大小、钛笼内植骨显示清晰程度、钛笼内植骨融合情况。其中伪影大小及钛笼内植骨显示清晰程度为 5 分法^[7]。伪影大小评分标准:1 分,图像无伪影,图像质量好;2 分,图像有较少条状伪影,图像质量较好;3 分,图像有部分条状伪影,不影响诊断;4 分,图像有较多条状伪影,影响诊断;5 分,图像有严重伪影,无法诊断。植骨显示清晰程度评分标准:1 分为植骨完全清晰,图像质量好;2 分为植骨较清晰,不影响评价;3 分为植骨轻微影响评价;4 分为植骨严重影响评价;5 分为植骨无法评价。钛笼内植骨融合情况根据 Brantigan-Steffee-Fraser(BSF)分级法进行分级,为 3 分法^[8-9]:1 分为植骨吸收,钛笼移位变形、结构塌陷,内固定器断裂,植骨或钛笼周围有松动;2 分为植骨部分融合,周围有透亮线,植骨与椎体终板有骨桥形成;3 分为植骨完全融合,至少 1/2 植骨有骨桥形成。

4. 统计学分析

采用 SPSS 18.0 对所获数据进行统计学分析。计数资料(噪声、信噪比)采用配对样本 *t* 检验;计量资料(主观评分)采用 Wilcoxon 秩和检验,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。采用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)评估两位评分者评分一致性;ICC 0.61~0.80,一致性好;ICC 0.81~1.00,一致性非常好^[10]。

结 果

1. 两位评分者对图像评分进行一致性检验

Mixed 组伪影大小、植骨显示清晰程度、植骨融合 ICC 值分别为 0.81、0.91、1.00, GSI 组伪影大小、植骨显示清晰程度、植骨融合评分 ICC 值分别为 0.681、0.641、0.955,两位评分者对两组图像评分一致性好,其中两位评分者对 Mixed 组伪影大小、植骨显示清晰程度、植骨融合及 GSI 组植骨融合评分一致性非常好。

2. 客观指标

GSI 组图像噪声值 11.17 ± 2.27 , Mixed 组图像噪

声值 16.31 ± 3.31 , 两组差异有统计学意义 ($t = 15.292, P < 0.001$)。GSI 组图像 SNR 为 4.64 ± 1.03 , Mixed 组图像 SNR 为 3.81 ± 0.93 , 两组差异有统计学意义 ($t = -7.749, P < 0.001$)。

3. 主观评分

Reader 1 对 Mixed 组伪影大小评分为 4.32 ± 0.61 , 对 GSI 组伪影大小评分为 3.00 ± 0.67 , 两组评分差异有统计学意义 ($Z = -4.876, P < 0.001$); Reader 2 对 Mixed 组伪影大小评分为 4.11 ± 0.63 , 对 GSI 组伪影大小评分 2.75 ± 0.65 , 两组评分差异有统计学意义 ($Z = -4.818, P < 0.001$)。Reader 1 对 Mixed 组植骨显示清晰程度评分为 3.46 ± 0.51 , 对 GSI 组植骨显示清晰程度评分为 2.61 ± 0.63 , 两组评分差异有统计学意义 ($Z = -4.707, P < 0.001$); Reader 2 对 Mixed 组植骨显示清晰程度评分为 3.43 ± 0.63 , 对 GSI 组植骨显示清晰程度评分为 2.46 ± 0.64 , 两组评分差异有统计学意义 ($Z = -4.508, P < 0.001$)。Reader 1 对 Mixed 组植骨融合评分为 2.00 ± 0.90 , 对 GSI 组植骨融合评分为 2.18 ± 0.90 , 两组差异没有统计学意义

($Z = -1.633, P = 0.102 > 0.05$); Reader 2 对 Mixed 组植骨融合评分为 2.00 ± 0.90 , 对 GSI 组植骨融合评分 2.11 ± 0.92 , 两组差异没有统计学意义 ($Z = -1.342, P = 0.180 > 0.05$), 见表 1。

表 1 Mixed 组和 GSI 组主观评分比较

评分	Mixed 组	GSI 组	Z	P
Reader 1				
伪影大小	4.32 ± 0.61	3.00 ± 0.67	-4.876	<0.001
植骨显示清晰程度	3.46 ± 0.51	2.61 ± 0.63	-4.707	<0.001
植骨融合	2.00 ± 0.90	2.18 ± 0.90	-1.633	0.102
Reader 2				
伪影大小	4.11 ± 0.63	2.75 ± 0.65	-4.818	<0.001
植骨显示清晰程度	3.43 ± 0.63	2.46 ± 0.64	-4.508	<0.001
植骨融合	2.00 ± 0.90	2.11 ± 0.92	-1.342	0.180

Mixed 图像中钛笼、螺钉周围可见大量放射状伪影, 钛笼内植骨部分融合, 与邻近椎体终板骨桥形成, 周围有透亮线, BSF 分级为 2 分(图 2a); GSI 图像中钛笼、螺钉周围放射状伪影显著减少, 钛笼内植骨与邻近椎体终板骨桥形成, BSF 分级为 2 分(图 2b)。有两名患者的 BSF 在 Mixed 图像和 GSI 图像中不一致, 分别为患者 1(男, 8 岁, $T_{11} \sim T_{12}$ 间半椎体切除+椎体间钛

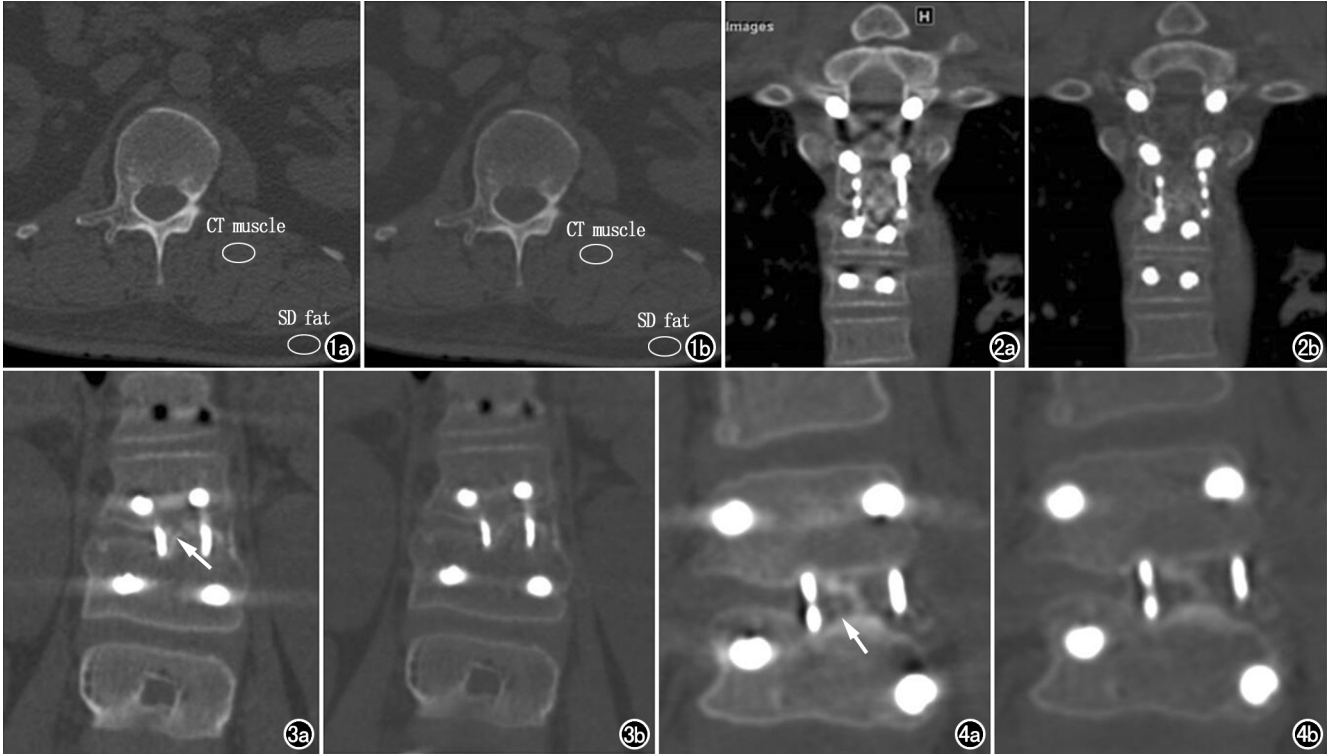


图 1 a)Mixed 图像信号值与噪声值测量;b)GSI 图像信号值与噪声值测量。CTmuscle 为均匀肌肉 CT 值 ; SD fat 为脂肪标准差。 图 2 a)Mixed 图像中钛笼、螺钉周围大量放射状伪影,周围透亮线存在,钛笼内植骨与椎体终板骨桥形成,BSF 分级为 2 分;b)GSI 图像中钛笼、螺钉周围放射状伪影显著减少,周围透亮线存在,钛笼内植骨与椎体终板骨桥形成,BSF 分级为 2 分。 图 3 男,8 岁, $T_{11} \sim T_{12}$ 间半椎体切除+椎体间钛笼植入。a)Mixed 图像钛笼内植骨周围透亮线(箭),植骨融合评分为 2 分;b)GSI 图像钛笼内植骨无透亮线,植骨融合评分为 3 分。 图 4 男,4 岁, $T_{12} \sim L_1$ 椎体间钛笼植入。a)Mixed 图像中植骨周围透亮线(箭),植骨与椎板骨桥形成,植骨融合评分为 2 分;b)GSI 图像中植骨周围无透亮线,植骨与终板骨桥形成,植骨融合评分为 3 分。

笼植入,图 3)和患者 2(男,4 岁, $T_{12} \sim L_1$ 椎体间钛笼植入,图 4),Mixed 图像中 BSF 分级为 2 分,GSI 图像中 BSF 分级为 3 分。

讨 论

近年来相关研究报道宝石能谱 CT 在减少金属伪影的临床应用价值^[11-13],因此可进一步探讨能谱 CT 在钛笼椎间植骨融合评估中的应用价值。

有相关研究认为高能级射线丢失低能级电子信息,提高背景噪声,从而降低 SNR^[6]。另有研究者已经证明在能谱 CT 扫描中,GSI 可减少来自脊柱螺钉、钛板、大型髋关节假体等内固定物产生的金属伪影^[12-13]。宝石能谱 CT 利用能谱曲线可快速有效获得单能量图像,在高电压区可有效减少金属植入物伪影^[15-16],最佳能量成像区间为 100~120 keV。吴建国等^[16]研究报道单源能谱 CT 成像能量级升高到一定程度(130 keV 以上),对应图像的 SNR 随之减小,图像质量下降,因此本研究采用 110 keV 能量级进行 GSI 扫描,对 Mixed 组和 GSI 组图像中噪声值、SNR 进行测量,结果显示 GSI 组较 Mixed 组噪声值降低,SNR 增加,且差异有统计学意义($P < 0.05$),证明 110 keV 能谱成像能有效降低噪声,提高 SNR。

近年来国内外报道显示能谱 CT 成像能够有效减少骨科内固定物相关金属伪影,使金属内固定术后细微结构显示更为清晰^[17]。本研究中两位评分者对 Mixed 组和 GSI 组伪影大小、植骨显示清晰程度评分差异有统计学意义($P < 0.001$)。Mixed 图像中钛笼、螺钉、植骨周围见大量放射状伪影,钛笼内植骨受伪影影响使得阅片者无法作出准确判断,GSI 图像中放射状伪影显著减少,钛笼、螺钉边缘以及植骨内结构清晰可见,阅片者能作出准确评估。阅片者对两组图像的评分差异有统计学意义,表明能谱 CT 可有效减少钛笼椎间植骨中的伪影,使钛笼内椎间植骨显示更为清晰。

以往文献中对脊柱钛笼植骨融合术后研究尚缺乏,仅王俊波等^[18]使用双源 CT 探讨颈椎钛网植骨融合术后的应用价值,文中未对植骨融合状态分级做详细统计学分析。本研究结果显示 Mixed 图像和 GSI 图像的植骨融合 BSF 分级评分差异没有统计学意义,Mixed 图像中钛笼、螺钉周围存在大量放射状伪影,钛笼内植骨有融合,与邻近椎体终板骨桥形成,植骨周围有透亮线。与 Mixed 图像相比,GSI 图像中钛笼、螺钉周围放射伪影显著减少,但钛笼内未见更多植骨融合,故 BSF 分级无变化,说明 GSI 图像减少金属伪影,对 BSF 分级无影响。值得注意的是本研究中有 2 名患者 BSF 分级在两组图像中发生变化,Mixed 图像中

金属伪影影响对骨桥的观察,植骨周围显示为透亮线,GSI 图像减少钛笼内植骨中的伪影,周围无透亮线存在,清晰显示骨桥及更多植骨融合的存在,使得患者 BSF 分级发生变化,GSI 技术对钛笼内植骨融合 BSF 分级评估可能有一定的临床意义,有进一步研究的价值。

本研究的局限性:①本研究样本量较小,一共 28 例入组患者,待样本量充足后可进一步验证;②本研究参照其他研究报道的去除骨关节金属伪影最佳能量级 110 keV,没有使用其他能量级图像作为对比,在钛笼植骨融合 CT 评估中 110 keV 是否为最佳能量级还需进一步验证,同时本研究中患者术中所使用的内固定器型号与伪影的关系亦不明确;③本研究没有评估患者临床融合的情况,无法使用手术探查(金标准)与 CT 的 BSF 分级进行对照,未来可与骨科医师合作进一步论证植骨影像学融合与临床融合的关系。

综上所述,GSI 能降低 CT 图像噪声,提高 CT 图像信噪比,减少金属伪影,使钛笼内植骨显示更清晰,从而对钛笼椎间融合情况的评估更为准确可靠。

参考文献:

- [1] 于振涛,韩建业,麻西群,等.生物医用钛合金材料的生物及力学相容性[J].中国组织工程研究,2013,17(25):4707-4714.
- [2] 王文,金正师.钛笼植骨融合联合钢板内固定在颈前路融合术中的应用[J].浙江临床医学,2011,13(10):1101-1103.
- [3] 曾宪春,韩丹.双能量成像在骨关节系统的应用进展[J].中华放射学杂志,2013,47(10):958-960.
- [4] 潘自兵,赵凯,海录,等.能谱 CT 成像技术在减除金属植入物伪影方面的应用价值[J].实用放射学杂志,2015,31(6):1014-1017.
- [5] 钱玲玲,李真林,袁元,等.双源 CT 单能谱成像减少脊柱金属固定器伪影的研究[J].放射学实践,2013,28(12):34-37.
- [6] 李艳,沈倩,兰永树,等.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[J].放射学实践,2020,35(3):394-397.
- [7] Guggenberger R, Winklhofer S, Osterhoff G, et al. Metallic artefact reduction with monoenergetic dual-energy CT: systematic ex vivo evaluation of posterior spinal fusion implants from various vendors and different spine levels[J].Int J Med Radiol, 2013, 22(11):2357-2364.
- [8] Fogel GR, Toohey JS, Neidre A, et al. Fusion assessment of posterior lumbar interbody fusion using radiolucent cages: X-ray films and helical computed tomography scans compared with surgical exploration of fusion[J].Spine J, 2008, 8(4):570-577.
- [9] Santos ERG, Goss DG, Morcom RK, et al. Radiologic assessment of interbody fusion using carbon fiber cages[J].Spine, 2003, 28(10):997-1001.
- [10] Wang F, Zhang Y, Xue H, et al. Combined use of iterative reconstruction and monochromatic imaging in spinal fusion CT images[J].Acta Radiologica, 2017, 58(1):62-69.
- [11] 李昊翔,朱凯,孙重阳,等.宝石能谱 CT 在减少金属伪影方面的应用进展[J].中国医药导报,2015,12(11):42-45.
- [12] Lee YH, Park KK, Song HT, et al. Metal artefact reduction in

gemstone spectral imaging dual-energy CT with and without metal artefact reduction software[J]. Eur Radiol, 2012, 22(6): 1331-1340.

[13] Wang Y, Qian B, Li B, et al. Metal artifacts reduction using monochromatic images from spectral CT: Evaluation of pedicle screws in patients with scoliosis[J]. Eur J Radiol, 2013, 82(8): e360-e366.

[14] Wang F, Xue H, Yang X, et al. Reduction of metal artifacts from alloy hip prostheses in computer tomography[J]. J Comput Assist Tomogr, 2014, 38(6): 828-833.

[15] Lewis M, Reid K, Toms AP. Reducing the effects of metal arte-

fact using high keV monoenergetic reconstruction of dual energy CT (DECT) in hip replacements[J]. Skelet Radiol, 2013, 42(2): 275-282.

[16] 吴建国, 贺伟浩, 贾卫民, 等. 单源单能谱成像在脊柱金属内固定术后的初步应用[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2016, 22(6): 542-546.

[17] 颜森森, 罗敏, 汪奇慧, 等. 单源能谱在消除金属内固定伪影中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2016, 26(1): 94-95.

[18] 王俊波, 王文军, 刘进才, 等. 颈椎术后钛网融合器内植骨融合的双源 CT 评价[J]. 海南医学, 2015, 26(14): 2086-2089.

(收稿日期: 2020-10-20 修回日期: 2020-11-18)

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)