doi:10.11659/jjssx.06E021119

·临床研究·

能谱CT单能量联合MAR去除髋关节置换物伪影的临床研究

苏 伟[1],冯 如[2] (1.无锡市第九人民医院放射科,江苏 无锡 214062;2.无锡市人民医院医学影像科,江苏 无锡 214023)

[摘 要] **目的** 探讨能谱CT单能量联合多伪影去除(MAR)技术对去除髋关节置换物伪影的应用价值。**方法** 收集于我院行髋关节置换术的31例患者的临床资料,患者均行能谱CT检查联合MAR技术扫描,基于原始能谱CT扫描数据重建70~140 KeV以10个KeV能级为间隔的8组单能量图像(非MAR组)及8组单能量MAR图像(MAR组)。由2名高年资影像医师对每组图像进行主观评分。检测相同能级下2组图像上髋关节假体周围金属高低密度伪影区、周围肌肉、周围骨组织、膀胱及皮下脂肪中的CT值及标准差(SD)值,计算并比较2组图像中假体周围肌肉、周围骨组织、膀胱中信噪比(SNR)和伪影指数(AI)。**结果** 各能级中MAR组图像主观评分均高于非MAR组($P<0.05$)。在110~130 KeV条件下,MAR组假体周围金属低密度区CT值均高于非MAR组($P<0.05$);在100 KeV、110 KeV、130 KeV条件下,MAR组假体周围金属低密度区SD值均低于非MAR组($P<0.05$);在110 KeV、120 KeV条件下,MAR组假体周围金属高密度区CT值均低于非MAR组($P<0.05$);在110~130 KeV条件下,MAR组假体周围金属高密度区SD值均低于非MAR组($P<0.05$)。在110 KeV、120 KeV条件下,MAR组假体周围肌肉SNR值均高于非MAR组($P<0.05$),AI值均低于非MAR组($P<0.05$);在100~120 KeV条件下,MAR组假体周围骨组织SNR值均高于非MAR组($P<0.05$);在100 KeV、110 KeV条件下,MAR组假体周围骨组织AI值均低于非MAR组($P<0.05$);各能级条件下,MAR组膀胱SNR值均高于非MAR组($P<0.05$),AI值均低于非MAR组($P<0.05$)。**结论** 能谱CT单能量联合MAR技术对去除髋关节置换物伪影具有较好效果,可提高图像清晰度,进而提高诊断准确度,具备良好临床应用价值。

[关键词] 能谱成像;髋关节置换;金属伪影;体层摄影术

[中图分类号] R687.4;R816.8 [文献标识码] A [收稿日期] 2021-06-25

Clinical study of energy spectrum CT single energy combined with MAR for removing the artifacts of hip replacement

SU Wei[1], FENG Ru[2] (1. Department of Radiology, Wuxi Ninth People's Hospital, Wuxi Jiangsu 214062, China; 2. Department of Medical Imaging, Wuxi People's Hospital, Wuxi Jiangsu 214023, China)

Abstract: Objective To investigate the application value of energy spectrum CT single energy combined with multi-artifact reduction (MAR) technology in removing the artifacts of hip replacement. **Methods** The clinical data of 31 patients who underwent hip replacement in our hospital were collected. All patients underwent energy spectrum CT examination combined with MAR technology scanning. A total of 8 groups of single energy images (the non-MAR group) with an interval of 10 keV energy levels from 70 to 140 KeV and 8 groups of single energy MAR images (the MAR group) were reconstructed based on the original energy spectrum CT scan data. Each group of images was scored subjectively by 2 imaging physicians with high seniority. The CT values and standard deviation (SD) values of the high and low density artifact areas of metal around the hip joint prosthesis, the surrounding muscles, the surrounding bone tissue, the bladder and subcutaneous fat in the images of the two groups at the same energy level were detected, and the signal-to-noise ratio (SNR) and artifact index (AI) of the muscles around the prosthesis, the surrounding bone tissue, and the bladder in the images of the two groups were calculated and compared. **Results** The subjective evaluation scores of images in the MAR group were all higher than those in the non-MAR group in all energy levels ($P<0.05$). The CT values of the low density area of metal around the prosthesis in the MAR group were all higher than those in the non-MAR group under the condition of 110 to 130 keV ($P<0.05$). The SD values of the low density area of metal around the prosthesis in the MAR group were all lower than those in the non-MAR group under the condition of 100 keV, 110 keV and 130 keV ($P<0.05$). The CT values of the high density area of metal around the prosthesis in the MAR group were all lower than those in the non-MAR group under the condition of 110 keV and 120 keV ($P<0.05$). The SD values of the high density area of metal around the prosthesis in the MAR group were all lower than those in the non-MAR group under the condition of 110 to 130 keV ($P<0.05$). Under the condition of 110 keV and 120 keV, the SNR values of the muscles around the prosthesis in the MAR group were all higher than those in the non-MAR group ($P<0.05$), and the AI values were all lower than those in the non-MAR group ($P<0.05$). Under the condition of 100 to 120 keV, the SNR values of the bone tissue around the prosthesis in the MAR group were all higher than those in the non-MAR group ($P<0.05$). Under the condition of 100 keV and 110 keV, the AI values of the bone tissue around the prosthesis in the MAR group were all lower than those in the non-MAR group

[通信作者] 冯 如,E-mail:fengrufei@126.com

($P<0.05$). Under all energy levels, The SNR values of bladder in the MAR group were all higher than those in the non-MAR group ($P<0.05$), and the AI values in the MAR group were all lower than those in the non-MAR group ($P<0.05$). **Conclusion** Energy spectrum CT single energy combined with MAR technology has a good effect on removing the artifacts of hip replacement, which can improve the image clarity, thereby improving diagnosis accuracy, and has good clinical application value.

Keywords: spectral imaging; hip replacement; metal artifact; tomography

由于老年化的加剧,髋关节炎、股骨头坏死等关节疾病的发病率持续上升,髋关节置换术为上述疾病常见治疗手段,尽管目前髋关节置换术已较为成熟,但仍会有术后关节感染、周围骨折及假体松动等并发症发生,CT 检查对髋关节置换术后并发症的检出具有重要作用,但金属植入物在常规 CT 检查中通常会形成放射状或星芒状伪影,影响周围组织及结构的观察和诊断,从而降低诊断准确性[1]。因此,消减 CT 图像中的金属伪影具有重要的临床意义。CT 能谱成像技术(gemstone spectral imaging, GSI)联合多伪影去除(multi-artifact reduction, MAR)对于去除金属伪影有显著作用,但面对不同部位、结构、形态、材质的金属植入物,其去除金属伪影的效果存在差异,目前在头颅、肩关节、脊柱等部位其去金属伪影的有效性被广泛研究,但对于两者在髋关节置换术后去除伪影的作用尚缺乏深入的研究。因此,本研究拟探讨能谱 CT 单能量联合 MAR 技术去除髋关节置换物伪影的效果,旨在寻求新方法以提高髋关节置换术后 CT 图像清晰度,进而帮助医师提高诊断准确性。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性收集 2020 年 4 月至 2021 年 4 月于我院行髋关节置换术并且术后行髋关节能谱 CT 检查的 31 例患者的临床资料。其中男 18 例,女 13 例;年龄 47 ~ 73 岁,平均(64.2 ± 5.2)岁;手术原因:股骨头坏死10 例、股骨颈骨折 15 例、骨性关节炎 5 例、强直性脊柱炎 1 例;所有患者均行半髋关节置换。纳入标准:因髋关节疾病行髋关节置换术;髋关节置换术后行能谱 CT 扫描。排除标准:CT 图像存在运动伪影;因患者自身原因或操作不当引起图像质量不佳。本研究获得医院伦理委员会批准同意。

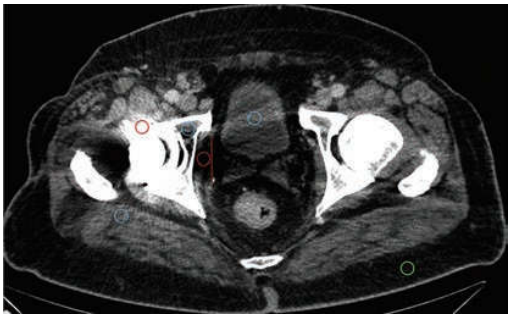
1.2 仪器与方法

采用德国西门子二代双源双能量 CT(Somatom Defination FLASH)行 CT 扫描,嘱患者仰卧、头先进。扫描范围:髋关节置换物上下缘各 5 cm 以上,管电压分别为 80 kV、140 kV,管电流分别为 80 mAs、210 mAs,旋转时间设为 0.28 s,准直器宽度为 0.6 mm,层厚 0.6 mm,扫描螺距为 0.8,重建间隔为 5 mm,矩阵 512 × 512。扫描后获得 80 kV、120 kV、140 kV融合图像,将图像数据传至西门子 syngo. via 工作站实施处理,将 80 kV、140 kV 的数据传入后处理软件dual-energy内,运用单能谱成像程序去除伪影。将原始扫描数据重建 70 ~ 140 keV 以 10 个 KeV 能级为间隔的 8 组(70 KeV、80 KeV、90 KeV、100 KeV、110 KeV、120 KeV、130 KeV、140 KeV)单能量图像(非 MAR 组)和 8 组单能量 MAR 图像(MAR 组)。

1.3 图像分析

1.3.1 主观分析 由 2 名分别具有 10 年及 13 年工作经验的影像医师根据金属伪影去除情况及周围组织显示情况,包括假体周围肌肉、骨质结构及盆腔器官(膀胱、子宫或前列腺)结构,依据李克特量表评分法[2]规定,以盲法方式对每组图像质量进行评价,2 名医师意见出现分歧时通过协商达成一致,观察部位按 5 分制进行评分:1 分,图像出现严重伪影,上述组织结构受干扰严重、显示差,不能诊断;2 分,图像出现严重伪影,上述组织结构受干扰较严重,诊断难度较大;3 分,图像出现中度伪影,上述组织受中度干扰,尚能做出诊断;4 分,图像金属伪影小,上述组织结构受轻度影响,能做出诊断;5 分,图像无或几乎无金属伪影,上述组织结构清晰显示,能做出明确诊断。主观分析结果显示 100 ~ 130 KeV 单能量及单能量 MAR 图像质量较好,因此将其纳入客观分析。

1.3.2 客观分析 在工作站中对 100 KeV、110 KeV、120 KeV、130 KeV 4 组单能量和单能量 MAR 图像,在相同层面的髋关节假体周围金属高低密度伪影区、周围肌肉、周围骨组织、膀胱及对侧皮下脂肪放置 6 个感兴趣区(region of interest, ROI),ROI 大小为 30 ~ 63 mm^2(图 1)。测量并记录各 ROI 中的 CT 值、标准差(standard deviation, SD)值,每个部位分别放置 3 个ROI,取平均值作为最后测量结果。以皮下脂肪 ROI 中测得的 $CT_{脂肪}$值及 $SD_{脂肪}$值作为参考值,计算假体周围肌肉、周围骨组织、膀胱 ROI 中信噪比(signal-to-noise ratio, SNR)及伪影指数(artifact index, AI)[2-3],计算公式分别如下:$SNR = CT_x值/SD_x值$,$CT_x值$、$SD_x值$分别代表各 ROI 内的 CT 值及 SD 值;$AI = (SD_x^2值 - SD_{脂肪}^2值)^{1/2}$,$SD_{脂肪}值$表示皮下脂肪 ROI 中的 SD 值。



红色 ROI:髋关节假体周围金属高低密度伪影区;蓝色 ROI:膀胱、周围骨组织及周围肌肉区;绿色 ROI:皮下脂肪区

图 1 ROI 勾画示意图

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件分析数据。计量资料采用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,符合正态分布及方差齐性的定量资料采用 t 检验,不符合正态分布及方差齐性的定量资料采用 *Mann-Whitney U* 检验。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 主观评价结果

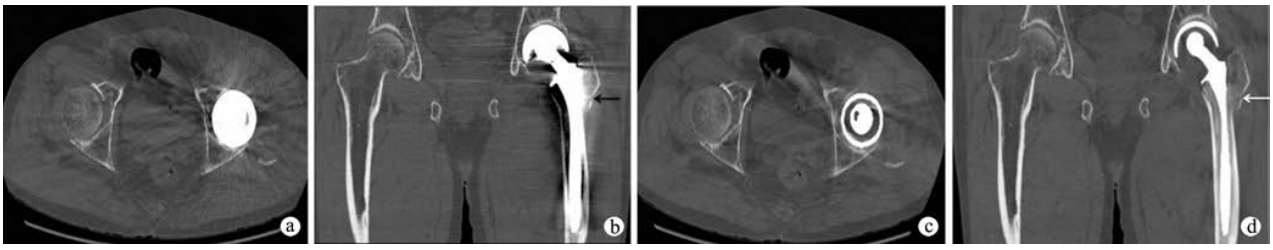
同一能级条件下,MAR 组主观评分均高于非 MAR 组,差异具有统计学意义($P<0.05$);随着能级的增大,非 MAR 组假体周围肌肉及盆腔器官主观评分先增大后减小,且在 110 KeV 时主观评分最高,骨质结构主观评分逐渐增大;随着能级的增大,MAR组假体周围肌肉、骨质结构及盆腔器官主观评分均逐渐增高,见图 2、表 1。

2.2 假体周围金属高低密度伪影区 CT 值、SD 值

在 110 ~ 130 KeV 条件下,MAR 组假体周围金属低密度区 CT 值均高于非 MAR 组,差异具有统计学意义($P<0.05$);在 100 KeV、110 KeV、130 KeV 条件下,MAR 组假体周围金属低密度区 SD 值均低于非 MAR 组,差异具有统计学意义($P<0.05$),见表 2。在 110 KeV、120 KeV条件下,MAR 组假体周围金属高密度区 CT 值均低于非 MAR 组,差异具有统计学意义($P<0.05$);在 110 ~ 130 KeV 条件下,MAR 组假体周围金属高密度区 SD 值均低于非 MAR 组,差异具有统计学意义($P<0.05$),见表 3。

2.3 假体周围肌肉、周围骨组织、膀胱 SNR 值、AI 值

在 110 KeV、120 KeV 条件下,MAR 组假体周围肌肉 SNR 值均高于非 MAR 组,AI 值均低于非 MAR 组,差异具有统计学意义($P<0.05$),见表 4。在 100 ~ 120 KeV 条件下,MAR 组假体周围骨组织 SNR 值均高于非 MAR 组,差异具有统计学意义($P<0.05$);在 100 KeV、110 KeV 条件下,MAR 组假体周围骨组织 AI 值均低于非 MAR 组,差异具有统计学意义($P<0.05$),见表 5;各能级条件下,MAR 组膀胱 SNR 值均高于非 MAR 组,AI 值均低于非 MAR 组,差异具有统计学意义($P<0.05$),见表 6。



a、b:120 KeV 非 MAR 单能量横断面及冠状面图像,黑色箭头所指处可见金属伪影遮挡股骨骨折;c、d:120 KeV MAR 单能量横断面及冠状面图像,金属伪影被有效去除,白色箭头所指处可见股骨骨折较好呈现

图 2 髋关节置换术后患者复查影像资料

表 1 不同能级下 2 组图像主观评价结果($\bar{x} \pm s$,分)

能级/KeV	假体周围肌肉情况			骨质结构情况			盆腔器官情况		
	非 MAR 组	MAR 组	P	非 MAR 组	MAR 组	P	非 MAR 组	MAR 组	P
70	1.11 ± 0.12	2.51 ± 0.25	0.011	1.12 ± 0.13	3.95 ± 0.32	0.001	1.54 ± 0.12	3.87 ± 0.34	0.002
80	1.95 ± 0.23	2.64 ± 0.28	0.032	1.84 ± 0.41	3.98 ± 0.45	0.023	1.95 ± 0.05	3.98 ± 0.25	0.011
90	2.15 ± 0.02	3.02 ± 0.24	0.041	2.51 ± 0.35	4.12 ± 0.51	0.021	2.12 ± 0.11	4.15 ± 0.41	0.023
100	2.34 ± 0.41	3.14 ± 0.31	<0.010	2.84 ± 0.42	4.56 ± 0.56	<0.010	2.56 ± 0.24	4.23 ± 0.45	<0.010
110	3.01 ± 0.54	4.21 ± 0.38	<0.010	3.12 ± 0.12	4.58 ± 0.62	<0.010	2.98 ± 0.16	4.56 ± 0.52	<0.010
120	2.84 ± 0.24	4.35 ± 0.45	0.037	3.45 ± 0.15	4.78 ± 0.58	<0.010	2.90 ± 0.24	4.76 ± 0.47	<0.010
130	2.32 ± 0.35	4.56 ± 0.41	0.011	4.03 ± 0.45	4.87 ± 0.61	0.041	2.87 ± 0.35	4.85 ± 0.56	<0.010
140	1.89 ± 0.41	4.65 ± 0.47	<0.010	4.51 ± 0.41	4.96 ± 0.54	0.001	2.76 ± 0.12	4.92 ± 0.61	<0.010

表2 2组图像假体周围金属低密度区CT值、SD值测量结果($\bar{x}\pm s$)

能级/KeV	CT值/HU			SD值		
	非MAR组	MAR组	P	非MAR组	MAR组	P
100	-402.22±112.45	-202.46±45.76	0.132	18.78±5.23	13.25±2.34	<0.010
110	-387.31±227.25	-84.89±56.48	0.014	18.06±4.56	12.19±3.78	<0.010
120	-365.21±241.47	-65.47±68.25	<0.010	18.52±6.12	16.45±3.05	0.142
130	-254.36±202.34	-42.59±64.28	<0.010	19.01±4.13	13.01±2.89	0.001

表3 2组图像假体周围金属高密度区CT值、SD值测量结果($\bar{x}\pm s$)

能级/KeV	CT值/HU			SD值		
	非MAR组	MAR组	P	非MAR组	MAR组	P
100	201.17±123.75	186.57±115.26	0.235	61.45±23.45	48.16±19.14	0.229
110	187.23±225.25	46.25±34.27	0.015	57.56±35.42	30.12±20.15	<0.010
120	178.35±168.43	41.75±52.25	0.012	56.66±44.12	29.56±18.26	0.041
130	154.24±127.34	139.26±87.22	0.110	51.23±14.23	20.35±19.45	0.043

表4 2组图像假体周围肌肉SNR值、AI值比较($\bar{x}\pm s$)

能级/KeV	SNR值			AI值		
	非MAR组	MAR组	P	非MAR组	MAR组	P
100	0.50±1.21	0.89±0.23	0.105	12.45±5.23	10.12±3.12	0.214
110	0.32±2.13	1.92±1.23	0.012	11.49±6.10	8.01±4.15	<0.010
120	0.41±0.12	1.99±0.48	0.012	10.43±6.78	7.88±2.45	0.025
130	0.54±0.33	2.12±0.12	0.111	9.01±5.12	7.65±6.35	0.213

表5 2组图像假体周围骨组织SNR值、AI值比较($\bar{x}\pm s$)

能级/KeV	SNR值			AI值		
	非MAR组	MAR组	P	非MAR组	MAR组	P
100	1.45±1.11	2.20±1.21	0.036	40.13±20.14	23.14±5.46	0.014
110	1.32±0.25	2.22±0.56	0.047	38.41±15.67	22.45±7.23	<0.010
120	1.31±0.34	2.32±0.47	0.012	24.03±6.35	21.12±6.56	0.322
130	2.42±0.56	2.95±0.68	0.236	23.21±5.12	21.01±6.01	0.312

表6 2组图像膀胱SNR值、AI值比较($\bar{x}\pm s$)

能级/KeV	SNR值			AI值		
	非MAR组	MAR组	P	非MAR组	MAR组	P
100	0.21±0.14	1.23±0.89	<0.010	14.69±5.14	7.30±10.12	0.014
110	0.25±0.36	1.34±1.45	0.047	14.12±2.34	7.21±5.12	<0.010
120	0.27±0.54	1.36±1.02	<0.010	13.56±6.23	7.14±6.23	0.021
130	0.33±0.14	1.41±1.00	0.031	13.11±7.12	7.03±7.12	0.042

3 讨论

随着社会老龄化的加剧,人群中髋关节炎、股骨头坏死等关节疾病发病率持续上升。目前人工关节置换术在治疗股骨头坏死、髋关节发育不良、髋关节炎等疾病中发挥了重要作用,其被证实可有效缓解关节疼痛及重建关节功能[4]。但临床工作中发现,部分患者术后可出现感染、植入关节松动及骨折等并发症[5],及时发现并对此进行积极干预对提高治疗效果至关重要。目前CT影像检查是术后复查的主要手段之一,但在传统CT检查中金属植入物会形成严重的金属伪影,干扰影像诊断。CT图像伪影指CT图像中重建数据与物体实际衰减系数之间的差距。金属植入物通常会引起射线束硬化伪影及金属伪影。射线束硬化伪影指当混合能量X射线束穿过人体时,人体组织优先吸收能量较低的X射线,高能量X射线穿透人体组织,X射线束平均能量提高,X射线束硬化,产生暗带及条状和杯状伪影。金属伪影的产生原因在于当X射线束穿透金属时,其强度急剧衰减,引起相应的CT投影数据失真,产生高密度条状伪影[6-7]。随着能谱CT技术的发展,单能量成像技术联合MAR技术在去除金属伪影中的作用受到了广泛研究[8],两种技术在去除颅内动脉瘤弹簧圈栓塞术后金属伪影[9-10]、减少脊柱金属植入物伪影中的作用被证实[2,11]。但其在髋关节置换术后去除金属伪影的价值尚缺乏深入的研究,因此本研究探讨能谱CT单能量联合MAR技术去除髋关节置换物伪影的有效性。

MAR为一种基于迭代重建算法去除金属伪影的技术[12-13],本研究主观评价结果发现,同一能级条件下,MAR组主观评分均高于非MAR组,提示MAR技术对去除金属伪影具有一定作用;非MAR组随着能级增大,假体周围肌肉及盆腔器官主观评分先增大后

减小,且在110 KeV时评价最好;MAR组随着能级增大各主观评分逐渐增高,可能原因在于伪影的产生与扫描条件即管电压、管电流等参数设置密切相关,在低管电压时X射线穿透能力较弱,增大了图像伪影,而随着管电压升高,图像伪影逐渐减少。本研究中,在100~130 KeV条件下2组图像质量均较好,所以客观评价中仅纳入100~130 KeV图像。当X射线摄入含有金属植入物的人体组织时,由于射线硬化效应和光子饥饿效应的影响,CT图像中会出现条状或放射状金属高低密度伪影区,有研究指出单能量成像技术可有效减少金属植入物造成的硬化伪影[14],MAR技术在去除光子饥饿造成的低密度伪影中具有一定作用[15]。因此,本研究评估了不同KeV条件下,能谱CT单能量联合MAR技术对于去除金属高低密度伪影的作用,结果显示在110~130 KeV条件下,MAR组假体周围金属低密度区CT值均高于非MAR组;在100 KeV、110 KeV、130 KeV条件下,MAR组假体周围金属低密度区SD值均低于非MAR组;在110 KeV、120 KeV条件下,MAR组假体周围金属高密度区CT值均低于非MAR组;在110~130 KeV条件下,MAR组假体周围金属高密度区SD值均低于非MAR组,这表明2种技术联合重建图像可矫正金属高低密度伪影区CT值和降低图像噪声。

术后对假体周围组织器官进行观察,及时准确地检出或排除各种并发症的发生,对于改善患者预后具有重要临床意义。因此,本研究通过计算假体周围肌肉、周围骨组织、膀胱中SNR、AI值以评价能谱CT单能量联合MAR技术改善假体周围图像质量的效果。结果显示:在110 KeV、120 KeV条件下,MAR组假体周围肌肉SNR值均高于非MAR组,AI值均低于非MAR组;在100~120 KeV条件下,MAR组假体周围骨组织SNR值均高于非MAR组;在100 KeV、110 KeV条件下,MAR组假体周围骨组织AI值均低于非MAR组;各能级条件下,MAR组膀胱SNR值均高于非MAR组,AI值均低于非MAR组,表明能谱CT单能量联合MAR技术能够有效改善假体周围组织图像质量,对于观察周围骨质是否发生骨折、是否伴发盆腔疾病[16]具有重要意义。Bongers等[17]的研究指出,单能量图像(130 KeV)联合迭代法等去金属伪影技术去除金属伪影的效果较仅单能量成像技术更好,本研究结果与之一致。有研究显示,高KeV条件可降低金属硬化伪影,但同时也会降低软组织对比度,可能原因是MAR技术在金属伪影矫正过程中,将密度差别较大的结构当作了金属伪影,使得矫正幅度过大,过度矫正产生了新的伪影,降低了图像质量[18-19]。而本研究结果显示,随着KeV增大,MAR组各组织结构SNR值均增高、AI值均降低,表明使用高KeV在有效去除金属伪影的情况下,未明显降低软组织对比度、引入新的伪影,可能原因在于不同研究之间金属植入物材质、形态、大小及使用的能谱CT扫描仪器、去除金属伪影算法等存在一定差异,使得研究结果不一致。但本研究结果与李杰等[20]的研究相似。

综上所述,与传统CT扫描相比,能谱CT不仅不会增加扫描辐射剂量,而且单能量图像具有更好的图像质量、SNR和对比SNR[21];MRA技术能进一步降低图像伪影的影响。本研究认为,能谱CT单能量联合MAR技术可有效去除髋关节置换物伪影、纠正假体周围组织器官CT值、提高解剖结构清晰度,有利于髋关节置换术后对患者进行评估,提高诊断准确性,有望在临床实践中推广使用。

[参考文献]

[1] Tang H,Yang D,Guo S,et al. Digital tomosynthesis with metal artifact reduction for assessing cementless hip arthroplasty: a diagnostic cohort study of 48 patients[J]. Skeletal Radiol,2016,45(11):1523-1532. doi:10.1007/s00256-016-2466-8.

[2] Große Hokamp N,Neuhaus V,Abdullayev N,et al. Reduction of artifacts caused by orthopedic hardware in the spine in spectral detector CT examinations using virtual monoenergetic image reconstructions and metal-artifact-reduction algorithms[J]. Skeletal Radiol,2018,47(2):195-201. doi:10.1007/s00256-017-2776-5.

[3] Hu Y,Pan S,Zhao X,et al. Value and clinical application of orthopedic metal artifact reduction algorithm in ct scans after orthopedic metal implantation[J]. Korean J Radiol,2017,18(3):526-535. doi:10.3348/kjr.2017.18.3.526.

[4] Maradit Kremers H,Larson DR,Crowson CS,et al. Prevalence of total hip and knee replacement in the United States[J]. J Bone Joint Surg Am,2015,97(17):1386-1397. doi:10.2106/JBJS.N.01141.

[5] 彭伟清,江丽莎,冯银标,等.人工髋关节置换术后假体周围骨质溶解的X线及CT表现[J].实用医技杂志,2017,24(12):1294-1295. doi:10.19522/j.cnki.1671-5098.2017.12.005.

[6] Yi-Qun X,Wei L,Xin-Ye N. Spectral imaging technology-based evaluation of radiation treatment planning to remove contrast agent artifacts[J]. Technol Cancer Res Treat,2016,15(5):NP17-NP26. doi:10.1177/1533034615595902.

[7] 张 磊.CT影像伪影产生原因及消除方法探讨[J].中国卫生产业,2016,13(28):196-198. doi:10.16659/j.cnki.1672-5654.2016.28.196.

[8] Danad I,Fayad ZA,Willemink MJ,et al. New applications of cardiac computed tomography: dual-energy,spectral,and molecular ct imaging[J]. JACC Cardiovasc Imaging,2015,8(6):710-723. doi:10.1016/j.jcmg.2015.03.005.

[9] 余 娜,严 敏,傅浪舟,等.应用能谱CT技术去除颅内动脉瘤弹簧圈栓塞术后金属伪影[J].第三军医大学学报,2020,42(20):2069-2074. doi:10.16016/j.1000-5404.202005207.

doi:10.11659/jjssx.04E021037

·临床研究·

增强 CT-超声融合成像引导^{125}I 粒子植入治疗局部复发性头颈部恶性肿瘤的临床疗效

朱绫琳[1],张 宇[2],吉永烁[1],朱君秋[1],朱衍菲[1],刘玉美[1],赵 洪[1] (1.复旦大学附属华东医院肿瘤科,上海 200040;2.上海具益门诊部,上海 201106)

[摘 要] **目的** 评估增强 CT-超声融合成像引导^{125}I 粒子植入治疗局部复发性头颈部恶性肿瘤的临床疗效。**方法** 将 54 例头颈部恶性肿瘤局部复发患者随机分为融合成像组(27 例)和单一成像组(27 例),分别采用增强 CT-超声融合成像引导^{125}I 粒子植入治疗和单纯超声成像引导^{125}I 粒子植入治疗。比较 2 组患者 90% 靶体积所接受的剂量(D90)、靶区接受 90% 处方剂量的体积百分比(V90)、粒子补种率、粒子植入时间和粒子植入相关不良反应。**结果** 融合成像组和单一成像组的 D90、V90 比较,差异有统计学意义($P<0.05$);融合成像组的粒子补种率低于单一成像组($P<0.05$);融合成像组的粒子植入时间长于单一成像组($P<0.05$);术后 2 组患者局部皮下血肿、急性放射损伤等不良反应发生率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 增强CT-超声融合成像引导^{125}I 粒子植入治疗局部复发性头颈部恶性肿瘤的剂量分布更加合理,补种率低,可有效提高粒子植入精准性。

[关键词] 头颈部肿瘤;复发肿瘤;^{125}I 粒子;增强 CT-超声融合成像

[中图分类号] R739.91 [文献标识码] A [收稿日期] 2021-04-09

Clinical effect of ^{125}I seed implantation guided by enhanced CT-ultrasound fusion imaging in the treatment of locally recurrent malignant tumor of the head and neck

ZHU Ling-lin[1], ZHANG Yu[2], JI Yong-shuo[1], ZHU Jun-qiu[1], ZHU Yan-fei[1], LIU Yu-mei[1], ZHAO Hong[1] (1. Department of Oncology, Huadong Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai 200040, China; 2. Shanghai Juyi Outpatient Department, Shanghai 201106, China)

Abstract: Objective To evaluate the clinical efficacy of ^{125}I seed implantation guided by enhanced CT-ultrasound fusion imaging in the treatment of locally recurrent malignant tumor of the head and neck. **Methods** Fifty-four patients with locally recurrent malignant tumor of the head and neck were randomly divided into the fusion imaging group ($n=27$) and the single imaging group ($n=27$), and enhanced CT-ultrasound fusion imaging guided ^{125}I seed implantation and simple ultrasound imaging guided ^{125}I seed implantation were performed respectively. The dose received by 90% target volume (D90), percentage of the volume covered by 90% prescription dose in target volume

[通信作者] 赵 洪,E-mail:13122489447@163.com

[10] 董 鑫,吕国士,刘 伟,等.能谱 CT 的 MONO 成像联合 MARs 技术在颅内弹簧圈植入物伪影的应用研究[J].临床放射学杂志,2016,35(5):794-798.

[11] 李 杰,袁 源,陈永明,等.MAR 技术去除脊柱金属物伪影的临床应用研究[J].临床放射学杂志,2020,39(6):1180-1184.

[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.doi:10.3969/j.issn.1008-1062.2017.06.003.

[13] Kidoh M, Nakaura T, Nakamura S, et al. Reduction of dental metallic artefacts in CT: value of a newly developed algorithm for metal artefact reduction (O-MAR)[J]. Clin Radiol, 2014, 69(1): e11-e16. doi: 10.1016/j.crad.2013.08.008.

[14] Dong Y, Shi AJ, Wu JL, et al. Metal artifact reduction using virtual monochromatic images for patients with pedicle screws implants on CT [J]. Eur Spine J, 2016, 25(6): 1754-1763. doi: 10.1007/s00586-015-4053-4.

[15] Kalisz K, Buethe J, Saboo SS, et al. Artifacts at Cardiac CT: Physics and Solutions[J]. Radiographics, 2016, 36(7): 2064-2083. doi: 10.1148/rg.2016160079.

[16] Pilania K, Jankharia B. Longitudinal followup of incidentally detected pseudotumors in patients with metal on metal implants: a retrospective study[J]. Indian J Orthop, 2017, 51(4): 440-446. doi: 10.4103/ortho.IJOrtho_260_16.

[17] Bongers MN, Schabel C, Thomas C, et al. Comparison and combination of dual-energy-and iterative-based metal artefact reduction on hip prosthesis and dental implants [J]. PLoS One, 2015, 10(11): e0143584. doi: 10.1371/journal.pone.0143584.

[18] Han SC, Chung YE, Lee YH, et al. Metal artifact reduction software used with abdominopelvic dual-energy CT of patients with metal hip prostheses: assessment of image quality and clinical feasibility[J]. AJR Am J Roentgenol, 2014, 203(4): 788-795. doi: 10.2214/AJR.13.10980.

[19] 黄钟杰,曹楚瑜,刘 源.宝石能谱 CT 去除金属伪影软件减除脊柱和髋关节植入金属物伪影的价值[J].汕头大学医学院学报,2014,27(2):115-118.

[20] 李 杰,袁 源,王春杰,等.能谱 CT 去金属伪影(MAR)技术用于减低单髋关节置换物伪影[J].中国医学影像技术,2021,37(1):131-135.doi:10.13929/j.issn.1003-3289.2021.01.032.

[21] 黄仁军.能谱 CT 的临床应用与研究进展[J].放射学实践,2015,30(1):81-83.doi:10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.01.022.

(编辑:刘 艺)