

论 著

利用肩部CT图像和后处理技术优化的肩胛骨受限侧位X线摄影体位*

李 婷¹ 王诗鸣^{2,*} 龚水根¹
陆云峰²

1.重庆陆军特色医学中心放射科

(重庆 400042)

2.重庆医科大学附属第一医院放射科

(重庆 400016)

【摘要】目的 借助肩部CT图像和图像后处理技术优化肩胛骨骨折等体位受限患者肩胛骨侧位X线摄影体位。**方法** 回顾性分析580例肩部CT平扫病例影像,借助肩胛骨的容积重组(volume reformation, VR)与最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)图像找出肩胛骨侧位显示最佳的位置、测出其相较于标准前后位时绕躯体的旋转角度值,并对性别和年龄段与该角度测量值的关系进行分析,设计出针对体位受限患者的肩胛骨侧位X线成像体位,并以临床实践进行验证。**结果** 体位受限患者最佳的肩胛骨侧位体位设计为患者面向探测器,患侧贴近探测器并使身体正中冠状面与探测器成约(59.70±6.26)°夹角;年龄段和性别对该角度的测量值均无影响,各组间差异均无统计学意义(P>0.05);临床实践显示该体位具有较好的应用效果,肩胛骨侧位均能得到较好的显示。**结论** 肩部CT图像和图像后处理技术可用于肩胛骨骨折等体位受限患者的肩胛骨侧位X线检查体位的优化,使摄取的肩胛骨侧位平片影像质量得到保证。

【关键词】 图像后处理; 肩胛骨; 体位受限; 侧位; X线摄影

【中图分类号】 R274.11

【文献标识码】 A

【基金项目】 重庆市科卫联合医学科科研项目(借助CT图像和图像后处理技术开展颈椎正位X线摄影体位的优化研究(2020FYYX200)); 重庆医科大学附属第一医院培育基金(依托CT图像后处理技术开展人体关节X线摄影体位设计的研究(PYJJ2017-29))

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.049

Lateral Radiography Posture of Posture-Limited Scapula Optimized with The Aid of Shoulder CT Images and Post-processing Techniques*

Li Ting¹, WANG Shi-ming^{2,*}, GONG Shui-gen¹, LU Yun-feng².

1.Department of Radiology, Army Medical Center, Chongqing 400042, China

2.Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

ABSTRACT

Objective To optimize the lateral radiography posture of posture-limited scapula such as fractured scapula with the aid of shoulder CT images and image post-processing techniques. **Methods** 75 cases of shoulder CT images were retrospectively analyzed. The Volume Reformation (VR) and Maximum Intensity Projection (MIP) processed images of scapula were applied to determine the optimal display site of the lateral scapula and its rotation angle around the body as compared to the standard posteroanterior position. The relationship between gender/age and the measurement value of this angle were analyzed respectively. And the lateral radiography posture of scapula was designed for patients with posture-limited scapula diseases, and was tested in clinical practice. **Results** The optimal lateral radiography posture of posture-limited scapula was (59.70±6.26) degrees for the central coronal of patients body to the detector when facing to the detector and taking the affected side close to it. The age and gender had no effect on the measurement values of this angle and there was no statistical significance among all groups (P>0.05);It presents this posture has a good application in clinic and the lateral scapula can be well displayed. **Conclusion** The shoulder CT images and image post-processing techniques can be used to optimize the lateral radiography posture of posture-limited scapula such as fractured scapula, and so as to ensure the quality of lateral radiographs of scapula.

Keywords: Image Post-processing; Scapula; Posture-limited; Lateral; Radiography

肩胛骨是一块不规则的三角形扁平骨,它位于肩后、外上壁^[1-2]。在日常生活中,当出现高处坠落,或直接暴力作用于肩胛骨时,易造成肩胛骨的体部和颈部骨折,导致患者患侧上肢功能障碍等^[3-4]。目前,临床上对肩胛骨病变的诊断主要依靠影像学方法^[2,5-10],而数字X线摄影(digital radiography, DR)是其中应用最多的基础影像检查技术^[2,6-10]。在对肩胛骨进行DR检查时,除常规的肩关节正位外,常会摄肩胛骨侧位片,与正位片从不同的角度对肩胛骨进行观察、诊断。但在传统方法中,肩胛骨骨折患者常常由于体位受限,无法完成肩胛骨侧位的标准X线成像^[10-12]。

因此,我们有必要对现有的肩胛骨侧位X线摄影体位进行优化。为此,本研究收集已有的患者肩部CT影像进行回顾性研究,利用CT图像后处理技术中的最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)可进行类似普通X线摄影二维成像的这一特点^[13-14]对肩胛骨骨折等体位受限患者肩胛骨侧位X线成像体位进行优化设计研究。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年7月至2019年11月期间于重庆医科大学附属第一医院放射科以及2018年3月-2022年3月陆军特色医学中心放射科CT检查室行肩部CT平扫检查的所有病例580例,排除21例胸部有明显畸形者或检查体位不规范者,余559例纳入本研究,其中女性272例,男性287例,年龄15-92岁;左肩278例,右肩281例。

1.2 检查方法 所有病例均采用64排以上CT机行肩部螺旋扫描,层厚5mm,层间距5mm,管电压130kV,螺距1.0,重建层厚0.75mm。体位:均采用标准的仰卧位,人体置于检查床中心,身体冠状面与床面平行。

1.3 数据收集 首先,在syngoMMWP VE40C以及Philips Brilliance Workapace(EBW)图像后处理工作站上对每份病例的肩关节进行容积重组(volume reformation,VR)和MIP技术处理。将肩关节调整为标准前后位视图,然后,以人体躯干为中心对VR图像上肩胛骨的空间位置进行一定角度的旋转调整,至MIP图像上肩胛骨呈现为侧位显示最佳的位置处,测量并记录下该旋转方向和角度值。其中,所有病例的旋转角度均测量三次,取其平均值为该病例的角度测量值。同时,记录下患者的性别、年龄和被检测,并分别归入男、女性别组,青少年(15岁~39岁)、中年(40岁~69岁)和老年组(70岁~92岁),左侧和右侧组。

1.4 统计学分析 利用IBM SPSS 22软件进行统计分析。测出的计量数据服从正态分布,以($\bar{x} \pm s$)表示,对性别组间、左侧和右侧组间的数据进行比较时,方差齐,采用两样本t检验,方差不齐,采用秩和检验;对年龄组间的数据进行比较时,方差齐,采用单因素方差分析,组间两两比较采用LSD法,方差不齐,采用Kruskal-Wallis检验进行多重比较, P<0.05表示为差异具有统计学意义。

【第一作者】 李 婷,女,技师,主要研究方向: X线与螺旋CT的临床应用。E-mail: 1753694756@qq.com

【通讯作者】 王诗鸣,男,主管技师,主要研究方向: X线,螺旋CT及图像后处理技术的新应用。E-mail: wsm19881010@163.com

1.5 临床实践 将1.4中分析得出的角度值作为肩胛骨体位受限者肩胛骨侧位X线成像体位中的身体正中冠状面与探测器的相对倾斜角度，应用到该类患者的临床肩胛骨侧位X线成像中，观察所得的肩胛骨侧位X线平片，并分析其图像质量。

2 结果

2.1 MIP图像上肩胛骨侧位显示最佳所需的旋转方向和角度 如图1所示，在标准的后前位基础上，借助VR图像对肩胛骨沿人体躯干长轴进行空间位置的旋转，至其对应的MIP图像上肩胛骨的侧位显示最佳处，现均为健侧向后方旋转，测出该处相较于标准的后前位的旋转角度为(59.70±6.26)°。

2.2 年龄段对肩胛骨MIP图像显示最佳所需旋转角度值的影响 如表1所示，对不同年龄段组的肩胛骨MIP图像显示最佳所需旋转角度值的测量结果进行对比分析，发现各年龄段组之间的差异均不显著(P>0.05)，年龄段对肩胛骨MIP图像显示最佳所需的身体旋转角度值并无明显影响。

2.3 性别对肩胛骨MIP图像显示最佳所需旋转角度值的影响

如表2所示，对不同性别组的肩胛骨MIP图像显示最佳所需旋转角度值的测量结果进行对比分析，发现男性组的测量结果为(60±6.37)°，稍高于女性的(59.03±6.09)°，但两组间的差异并无统计学意义(P>0.05)，说明性别对肩胛骨MIP图像显示最佳所需的身体旋转角度值并无明显影响。

2.4 左侧和右侧肩胛骨MIP图像显示最佳所需的旋转角度值的比较 如表3所示，对左侧和右侧组的肩胛骨MIP图像显示最佳所需旋转角度值的测量结果进行对比分析，发现左侧组的测量结果为(60.55±6.02)°，稍高于右侧组的(58.85±6.39)°，但两组间的差异并无统计学意义(P>0.05)，左侧和右侧肩胛骨MIP图像显示最佳所需的身体旋转角度值并无明显差别。

2.5 临床实践 将2.1中得出的角度值(59.70±6.26)°作为肩胛骨体位受限者肩胛骨侧位X线成像体位中的身体正中冠状面与探测器的相对倾斜角度，应用到肩部受限患者的肩胛骨侧位X线摄影检查中，如图2所示，在摄取图像中，肩胛骨内外缘连线与探测器近乎垂直，肩胛骨影像与肋骨组织间隙清晰，图像质量较佳，足以满足诊断要求。

表1 不同年龄段组的肩胛骨侧位MIP图像显示最佳所需旋转角度值测量结果的比较

	年龄段组			P
	组1((15~39)岁, n=142)	组2((40~69)岁, n=326)	组3(大于69岁, n=91)	
所需旋转角度值(°)	60.57±5.90	59.33±6.21	59.64±6.89	0.120*

注: *P>0.05, 组间差异无统计学意义。

表2 不同性别肩胛骨MIP图像显示最佳所需旋转角度测量结果的比较

角度	性别分组		P
	男(n=272)	女(n=287)	
所需旋转角度值(°)	60.33±6.37	59.03±6.09	0.626*

注: *P>0.05, 组间差异无统计学意义。

表3 左侧和右侧肩胛骨MIP图像显示最佳所需旋转角度测量结果的比较

角度	性别分组		P
	左侧(n=278)	右侧(n=281)	
所需旋转角度值(°)	60.55±6.02	58.85±6.39	0.268*

注: *P>0.05, 组间差异无统计学意义。

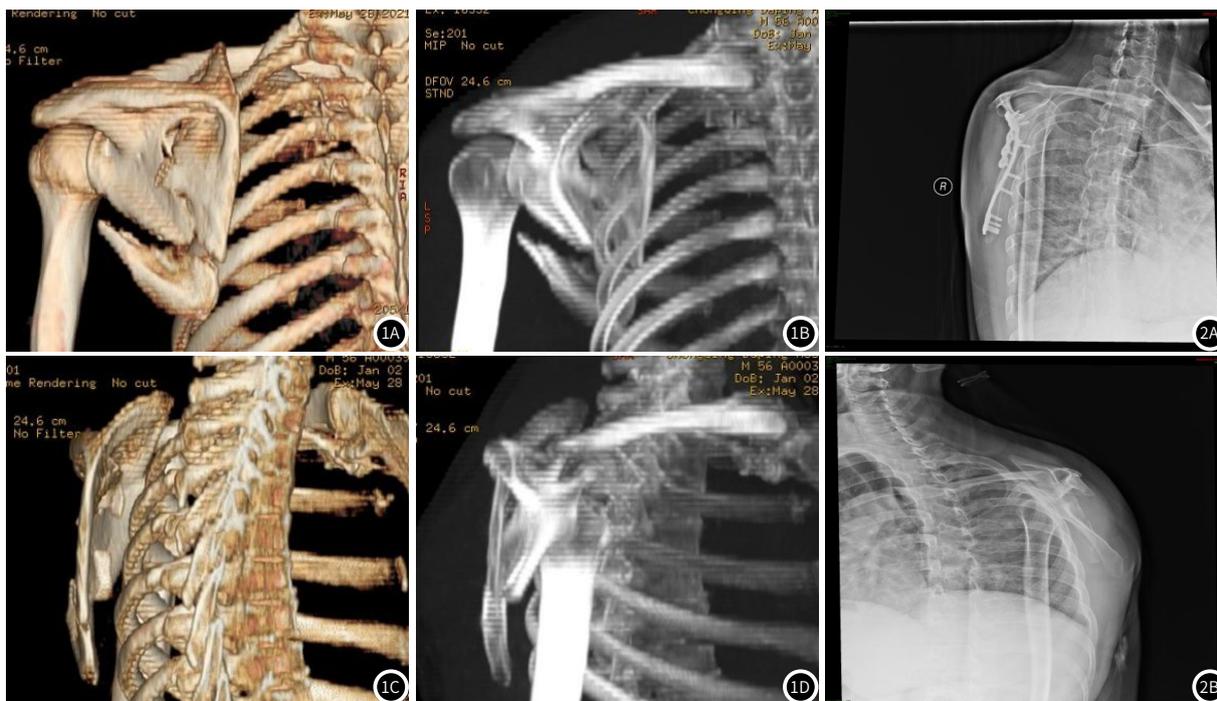


图1A-图1D MIP图像上肩胛骨侧位显示最佳所需的旋转方向和角度的测量示意图。其中，图1A和图1B分别为标准后前位(Spin: 180)时的VR和MIP图像，图1C和图1D分别为VR和MIP图像上肩胛骨侧位显示最佳(Spin: 125)时的VR和MIP图像，后二者相较于前二者，健侧向后旋转了55°

图2A-图2B 应用优化侧位摄取的肩胛骨体位受限患者的肩胛骨侧位X线平片图像



图3A-图3B 同一病人行CT肩关节扫描与肩胛骨X线所得图像。其中，图3A为肩胛骨CT扫描定位图像，图3B为肩胛骨X线摄影图像。

3 讨论

肩胛骨是位于胸廓后方的一块类三角形扁骨，解剖结构复杂且不规则，是多块肌肉的起始或附着点。由于其结构和位置的特殊性，临床上该部位出现骨折等类型病变可导致患者患侧肩关节与上肢的功能障碍，如果不及时采取有效的治疗，极易导致患者患侧上肢残疾等不可逆变化，对患者之后的日常生活和工作造成影响，导致患者生活质量下降^[10,15-16]。

影像学检查对于肩胛骨骨折早期的发现以及治疗有重大意义。临床上常用的影像学检查技术有DR、CT和MRI。其中，MRI检查时间较长，而骨折等类型病人很难进行长时间的卧位体位配合且检查费用昂贵；CT辐射剂量相较于DR过高，且同样存在检查费用昂贵的问题，患者被检时必须采用的卧位姿势同样会给患者带来配合上的困难和不适；而X线摄影检查具有操作简单、经济，空间分辨率高、对被检者潜在的辐射伤害小等特点，因此DR常被作为肩胛骨骨折等外伤病变时的首选影像学检查方法^[2,10,17-18]。

而肩胛骨侧位是肩胛骨DR检查中的常用体位之一，高质量的肩胛骨侧位X线平片影像对肩胛骨骨折等病变的准确诊断起到了重要的作用。但目前临床上应用的肩胛骨侧位X线成像的体位设计较复杂，检查时要求患者被检侧上肢向上抱于胸前，并尽量贴近对侧(健侧)上肢^[11-12]，对患者的配合度要求较高，肩胛骨骨折等病变患者常因体位受限而无法较好完成肩胛骨侧位X线摄影检查。因此，更简易的设计、更低的配合度成为了对肩胛骨侧位X线摄影优化体位的要求。收集30例同时行肩关节CT与X线平片检查的病人，其肩关节CT体位与X线摄影体位类似(如图3所示)，CT图像后处理技术中的VR技术可三维立体显示组织和进行参数测量^[19-21]以及MIP技术可呈现出与普通X射片相似的二维图像^[13-14]，

因此可利用CT图像后处理技术对已有的肩部CT检查病例影像进行回溯性研究来优化设计体位受限患者肩胛骨侧位X线摄影，通过VR和MIP技术的结合应用，直观准确地测量出561份因肩关节病变就医的病人在手臂自然下垂置于身旁状态下从标准后前位到肩胛骨侧位MIP图像显示最佳位置时的相对旋转方向和角度。结果显示均为在标准后前位基础上，健侧向后方旋转，平均旋转角度值为 $(59.70 \pm 6.26)^\circ$ ，而不同性别、年龄段和左/右侧的该角度测量值之间的差异均无统计学意义。将人体在标准后前位基础上，健侧向后方旋转 $(59.70 \pm 6.26)^\circ$ 作为肩胛骨体位受限患者的肩胛骨侧位X线摄影时人体冠状面倾斜方向和角度，应用于临床上体位受限患者的肩胛骨侧位X线摄影检查，患者手臂仅需保持自然下垂的非受限状态，均能够较好地配合检查，结果显示肩胛骨侧位影像质量较佳，该体位具有较好的应用效果，可为临床医师和肩胛骨骨折患者提供质量较佳的肩胛骨侧位X线平片影像。

本文研究与李文杰^[22]等人的研究方法都可用体位受限患者肩胛骨侧位X线摄影，李文杰等人研究的肩胛骨侧位投照新方法需球管向同侧肩胛骨倾斜 $40^\circ-50^\circ$ ，病人双上臂需前伸，实际操作角度能掌握得更精准，病人移动较少；然而该方法利用斜射线投照，会造成图像中肩胛骨较大的几何失真且体位受限病人难以将双上臂前伸，本文研究的新方法只需病人将手臂自然下垂置于身旁，在后前位基础上患侧贴近探测器，身体正中冠状面与探测器成 $(59.70 \pm 6.26)^\circ$ 角，X线中心线垂直于探测器入射即可，整体体

位设计更为简单，且所得肩胛骨影像比李文杰等人的研究方法中所得影像的几何失真更小。

当然，该研究仍存在一些不足：仅搜集了580份肩部CT平扫影像信息以及30例，病例总数稍少，仍需进一步的研究。

参考文献

- [1] 孙贺, 李哲, 王建华, 等. 肩胛骨的解剖学研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2015, 14(22): 1858-1861.
- [2] Mazaheri P, Fayad L M, Fishman E K, et al. Advanced imaging of the scapula: what every radiologist needs to know[J]. Journal of Computer Assisted Tomography, 2016, 40(4): 567.
- [3] Cole PA, Gauger EM, Schroder LK. Management of scapular fractures. [J] Am Acad Orthop Surg. 2012 Mar; 20(3): 130-41.
- [4] 张永强, 赵素亚, 杨彩琴, 等. 肩胛骨骨折MSCT与X线检查的影像学表现及联合诊断价值[J]. 河南医学研究, 2020, 29(13): 2437-2438.
- [5] Tadros A, Lunsjo K, Czechowski J, et al. Usefulness of different imaging modalities in the assessment of scapular fracture caused by blunt trauma [J]. Acta Radiologica, 2007, 48(1): 71-75.
- [6] 吴明惠. 脊柱骨折的X线、CT、MRI影像诊断学对比分析[J]. 中国医药科学, 2020, 10(11): 149-152.
- [7] 梁启堂, 钟向阳, 张嘉瑜, 等. 多种影像检查技术在肋骨骨折法医学鉴定中的应用价值[J]. 现代医用影像学, 2019, 28(2): 252-254.
- [8] 丁海涛, 文国. X片和CT三维重建诊断老年人踝关节骨折的价值观察[J]. 中国CT与MRI杂志, 2022, 20(09): 173-174.
- [9] Bhatia D N, Beer J, Toit D. Coracoid process anatomy: implications in radiographic imaging and surgery [J]. Clinical Anatomy, 2010, 20(7): 774-778.
- [10] 张华山, 邓建永, 赵师仲, 等. 螺旋CT三维关节分离重建在肩胛骨骨折术前评估中的价值[J]. 医学影像学杂志, 2011, 21(11): 1727-1729.
- [11] 石明国, 王鸣鹏, 余建明. 放射师临床工作指南[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 136-137.
- [12] 曾勇明. 数字X线成像技术操作规范与剂量优化[M]. 重庆: 重庆出版社, 2009: 76-77.
- [13] 李真林, 雷子乔. 医学影像成像理论[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 141.
- [14] Wang S, Xiao Z, Lu Y, Zhang Z, et al. Radiographic optimization of the lateral position of the knee joint aided by CT images and the maximum intensity projection technique. J Orthop Surg Res. 2021 Oct 9; 16(1): 581.
- [15] 张连峰. 64-MSCT与X线平片对肩胛骨隐匿性骨折患者诊断准确率的对比分析[J]. 医学理论与实践, 2020, 33(21): 123-124.
- [16] 邵佳申, 刘磊, 李佳, 等. 2010年至2011年中国东部与西部地区成人肩胛骨骨折的流行病学对比分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20(1): 57-61.
- [17] Neep M J, Aziz A. Radiography of the acutely injured shoulder [J]. Radiography, 2011, 17(3): 188-192.
- [18] 张伟. 普通X线和三维CT对肩胛骨骨折的诊断及临床应用价值[J]. 影像技术, 2016, 28(1): 6-8.
- [19] 王诗鸣, 陆云峰, 王国树, 等. 借助CT三维重建测量值开展茎突数字断层融合检查体位的优化设计及评估[J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37(2): 205-209.
- [20] Chen J, Wang L, Yan B, et al. Efficient and robust 3D CT image reconstruction based on total generalized variation regularization using the alternating direction method [J]. Journal of X-ray Science and Technology, 2015, 23(6): 683.
- [21] 付哲祥, 李昌松. 多层螺旋CT的MPR、SSD及VRT重建技术在肋骨骨折中的临床应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(07): 164-166.
- [22] 陈顺新, 李文杰. 肩胛骨侧位一种新投照方法[J]. 放射学实践, 2001(03): 201.

(收稿日期: 2022-10-13)

(校对编辑: 姚丽娜)