

· 论著 ·

DR全自动拼接成像技术在儿童脊柱和双下肢全长 摄片中的应用

方 敏, 乔中伟, 杨 宾

复旦大学附属儿科医院放射科, 上海 201102

【摘要】 目的: 探讨DR全自动拼接技术在青少年脊柱和双下肢全长摄片中的应用优势。**方法:** 随机抽取2015年7月—2017年2月期间患儿的脊柱及双下肢全长手动拼接摄片和全自动拼接摄片图像各25例, 分别从图像质量、接缝有无误差及相接图像对比度是否一致等方面进行比较。**结果:** 全自动拼接技术摄片: 图像质量较好, 图像接缝无误差以及相接图像对比度一致, 拼接甲等片率为100%(25/25)。手动拼接摄片: 图像甲等片率为48%(12/25), 乙等片率为44%(11/25), 丙等片率为8%(2/25)。手动拼接摄片主要问题为拼接处存在一定误差及错位, 曝光相邻区域对比度不一致, 图像质量欠佳。**结论:** DR全自动拼接技术是数字化拼接技术的新纪元, 它比传统手动拼接更准确, 更清晰, 可为治疗方案提供有价值的参考依据。

【关键词】 儿童; 自动拼接成像技术; 全脊柱; 全双下肢

中图分类号: R445 文献标志码: A 文章编号: 1008-617X(2017)06-0391-05

Application of DR automatic splicing imaging in radiography of adolescent whole spine and double lower limb length FANG Min, QIAO Zhongwei, YANG Bin (Department of Radiology, Children's Hospital of Fudan University, Shanghai 201102, China)

Correspondence to: YANG Bin E-mail: binyang82@163.com

【Abstract】 Objective: To investigate the advantage of DR automatic splicing technology in the radiography of adolescent whole spine and double lower limb length. **Methods:** The data of children's spine and double lower limbs length during Jul. 2015 to Feb. 2017 were randomly chosen. There were 50 cases included by manual (25 cases) or automatic splicing technology (25 cases). The image quality, image joint error and image contrast were compared. **Results:** By automatic splicing technology had better image quality, no image joint error, and good image contrast. The first class rate of image was 100% (25/25). By manually splicing technology, the first class rate of image was 48% (12/25), the second class rate of image was 44% (11/25), the third class rate of image was 8% (2/25). It had worse image quality and worse image contrast exposed to neighboring area with image joint error and dislocation. **Conclusion:** DR automatic splicing technology is a new era of digital splicing technology. It is more accurate than traditional manual splicing technology, and can provide more valuable reference for treatment.

【Key words】 Children; Automatic splicing imaging; Whole spine; Double lower limbs

青少年发育过程中, 常常由于一些不良的生活、学习姿势而产生一系列骨骼形态异常, 常见的骨骼畸形多为脊柱侧弯和双下肢先天发育异常, 其中双下肢畸形主要包括膝关节内外翻、双下肢不等长及髌关节脱位等^[1-2]。如不及时矫正治疗, 将会影响患儿的发育; 脊柱侧弯更是会影响儿童的心肺功能发育, 也会影响以后的正常生活和劳动能力^[3-4]。而在骨科干预治疗前, 需要以X光片为主要依据来对病变部

位的整体形态进行准确的显示和测量, 即全脊柱、双下肢全长的负重位测量片。以往X线检查探测器规格为35.56 cm×43.18 cm, 无法显示全脊柱和全双下肢的整体形态, 只能以做标记的方法分开拍摄^[5]。而X线数字化拼接成像技术可以将分段连续、重叠采集的几幅数字化图像合成一幅整体形态的图像, 因为该方法即可以清晰地显示畸形的整体形态, 又可以对畸形结构进行测量和评估。因此, 该方法是目前评价脊柱与双下肢畸形的最佳影像学检查方法^[6]。

1 资料和方法

1.1 一般资料

收集复旦大学附属儿科医院2015年7月—2017年2月骨科门诊及住院治疗的患儿共50例,男性24例,女性26例,年龄8~15岁,平均11.8岁。患者主要以脊柱侧弯和双下肢不等长就诊。其中手动拼接及自动拼接成像摄片各25例,包括脊柱全长站立全景像25例(自动拼接10例和手动拼接15例),双下肢全长站立全景像25例(自动拼接15例和手动拼接10例)。所有图像由1名主治医师及1名主管技师进行双盲法评价。

1.2 设备

锐珂DRX-1 Evolution X线成像系统; GE Definium 6000直接数字化X线成像系统; 其他:垫高凳、立位人体固定支架及体位架等。

1.3 摄影方法

1.3.1 摄影前准备

先把球管、摄影架、垫高凳、测量标尺各就各位,接着录入患儿信息,选用相应的曝光部位和参数。

1.3.2 摆放体位

嘱咐患儿面向X射线球管方向,身体背面紧贴摄影架面板。按照解剖姿势站立于垫高凳上,双手抓紧支架的两边扶手,并用束带固定身体,减少肢体移位。脊柱全长片一般摄正侧位片,脊柱正位上端包括下颌骨,下端包括股骨头,两侧包括胸廓和髂骨外缘。侧位按照实际情况选择需要的左侧或右侧位,上端包括第1颈椎,下端包括股骨头,两侧包括整个躯干。全双下肢以前后正位摄片,双下肢正位上端包括髌骨,下端包括踝关节,两侧包括下肢全长。投照时患儿双臂屈肘呈 90° ,水平举于胸前。以主弯凸侧靠探测器,X线由主弯凹侧射入。正位80 kV,侧位85 kV,8.0 mA,电离室自动曝光,摄影距离为180 cm。在实际工作中,应注意根据患儿的体质量大小适当增减摄

影条件。

1.3.3 曝光方法及拼接处理

全自动拼接(GE Definium 6000型):球管组件与探测平板先同步上移到第一节段中心位置高度定位,然后继续逐次同步垂直下移到需包含身体下端最低中心位置并定位,最后微调各节段曝光参数后,按下曝光键手闸一直不放15~20 s,一般可得4~5幅图像,最多可得7幅图像。手动拼接(锐珂DRX-1 Evolution X线成像系统):球管组件与探测平板先同步上移到感兴趣区中心位置高度定位,定位后X射线球管向头侧转动适度角度,角度大小以整个感兴趣区的1/4为宜,然后曝光得第1幅图像。随后还原球管角度,第2次曝光得第2幅图像。最后转动球管向足侧打角度(角度大小同第1次角度),曝光后得第3幅图像。等候5 s左右,通过计算机拼接软件成像得出最终的全景拼接图像。

1.3.4 评判标准

甲等片:图像质量好,图像接缝无误差,拥有连续的解剖学内容,骨骼及肌肉显示清晰,相接图像对比度完全一致;乙等片:图像质量较好,图像接缝略有误差,骨骼及肌肉显示基本清晰,相接图像对比度略不一致;丙等片:图像质量较差,图像接缝有明显误差,骨骼及肌肉显示略模糊,相接图像对比度不一致。

2 结果

根据评判标准,GE全自动拼接图像甲等片率为100%(25/25),乙及丙等片率为0。锐珂DRX-1手动拼接图像甲等片率为48%(12/25),乙等片率为44%(11/25),丙等片率为8%(2/25)。其中,手动拼接主要问题体现为拼接对位误差略大,相邻拼接部位图像对比度不一致。其中1例患儿需重拍,是由于其摄片时好动所致,重拍后基本达到摄片要求。甲等片见图1、2,乙等片见图3、4,丙等片见图5。



图1 患儿, 女性, 11岁, 特发性脊柱侧弯全自动拼接摄片
图像对比度好, 骨骼显示清晰, 可见脊椎胸腰段呈S形改变



图2 患儿, 女性, 14岁, 先天性脊髓栓系综合征, 持重
位下全自动拼接摄片

图像对比度一致, 骨骼显示清晰, 拼接处未见错位。可见左下肢偏长, 稍向对侧倾斜

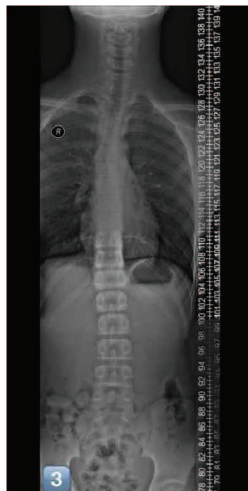


图3 患儿, 男性, 13岁, 脊柱侧弯, 手动拼接摄片
T9-10水平上下图像对比度不完全一致, 骨骼结构显示尚可, 拼接处未见明显错位



图4 患儿, 男性, 11岁, 右侧股骨骨折阻滞术后, 手动
拼接摄片

右股骨下端内固定中, 股骨下段及胫腓骨上段图像对比度略不一致, 骨骼结构显示尚可, 拼接处未见明显错位



图5 患儿, 男性, 13岁, 双下肢不等长, 手动拼接摄片
双股骨及胫腓骨拼接处图像对比度明显差异, 骨骼及肌肉结构显示模糊, 拼接处可见错位, 故评为丙等片

3 讨 论

DR全景拼接图像是通过多幅图像局部重叠区域的图像配准而实现的。DR系统使用时, 通过X线照射非晶硒后, 在晶体管阵列上产生正比于X线强度的电荷, 然后由电子设备将其读出, 经模数转换后形成数字信号, 因成像系统是全固体化结构, 所以能直接显示图像, 成像速度快^[7]。而图像配准技术有基于面积法和基于特征法2种。GE Definium 6000型为特征法匹配。一般包括特征匹配、特征检测、图像混合和空间坐标转换等步骤。特征匹配是计算出图

像中2幅图像的特征点的相似性,并找出图像对应的匹配点。特征检测是将图像中的突出特征像素,如角度、交叉点等检测出来。图像混合是将2幅重叠的图像进行像素混合,使重叠区像素取值缓慢过渡。空间坐标转换是根据找到的特征匹配点的坐标来估计空间变换模型中的参量,将目标图像坐标投射到参考图像坐标中。通过这些步骤,GE Definium 6000型能更精确地拼接出全景图像^[8-9]。

DR全景拼接图像的原始图像采集方式有2种:①一种图像拼接是在X线管垂直上下移动的同时,DR平板探测器跟随X线管同时垂直上下移动,GE Definium 6000型就是运用了这种方式;②另一种图像拼接是X线管相对静止在一个感兴趣区的中心位置,在DR平板探测器上下做垂直运动的同时,X线管上下转动角度,锐珂DRX-1就是运用了这种方式。而GE Definium 6000型采用的方式更省时省力^[10-11]。

本研究结果显示,DR全自动拼接的图像可完全达到甲等摄片等级,其优片率(100%)也明显高于手动拼接图像的甲等片率(48%)。自动拼接图像质量明显优于手动拼接图像,其中一个原因为GE Definium 6000型在进入全景拼接模式后采用小视野、小焦点,并增加曝光次数的方法,最大程度减少了边缘的斜射失真度,使拼接出来的图像更精准。而锐珂DRX-1为大视野曝光,照射野越大,图像边缘的斜射失真就越大,拼接出的图像失真也就越大。并且GE Definium 6000型数字平板DR拥有组织均衡高级应用软件。基于数字平板的宽动态范围检测,组织均衡突破了模拟胶片对组织显示的局限性,使得在以往多次曝光才可显示的不同密度的组织在一次曝光后同时清晰显示,提高了不同层次的整体可视性。同时对于颈椎的显示,可见到常规模拟胶片难以看清的第7颈至第1胸椎体结构,相对于锐珂DRX-1更容易获得密度、对比度优良的图像。全自动拼接另一优势在于图像拼接的精确度上,其可见短时间内自动连续曝光,探测器自动同步定位,比手动拼接更有效地降低了由于患儿多动引起的拼接误差率。青少年是一个比较特殊的群体,他们的

特点之一就是好动。手动拼接操作更繁琐、费时,需要手动分割曝光次数,手动打一定角度(角度以整个感兴趣区的1/4为宜)。完全由操作医师的经验与熟练程度来决定拼接是否成功,极易造成误差。同时,青少年在接受拍片时很难坚持长时间一动不动,所以操作者要尽可能的简化操作步骤,尽可能缩短检查时间。

曝光次数的对比:GE Definium 6000和锐珂DRX-1都是可以应用AEC自动曝光,在不影响影像质量的情况下,可根据临床要求拼接图像等来增减剂量,但在同一个患儿且曝光条件相同下,GE Definium 6000的拼接曝光次数至少为4次,而锐珂DRX-1曝光次数一般为2~3次,明显少于GE Definium 6000。

曝光野的对比:在同一个患儿且曝光条件相同时,GE Definium 6000在进行全景拼接模式时,预设视野功能可以自动缩小曝光范围,采用小视野曝光,为35.56 cm×25.40 cm曝光野,而锐珂DRX-1的曝光野始终为35.56 cm×43.18 cm。所以锐珂DRX-1的曝光野明显要大于GE Definium 6000。

但由于锐珂DRX-1手动拼接操作耗时,很多患儿不能太长时间保持不动,往往会造成较严重的拼接误差而导致重拍,一旦重拍会导致总的曝光计量大幅增加。

全自动数字化站立位摄影拼接技术在青少年骨关节系统疾病的测量诊断、术前方案的制定和术后评价中起特别重要的作用。双下肢不等长、膝外翻及脊柱侧弯等是青少年中最常见的骨关节系统疾病,大大提高了全自动拼接技术的使用率。其操作快捷简便,降低了机器对操作医师的要求,同时可以简单、快捷地利用球管电动旋转功能,球管焦点距地的位置不发生改变,从上自下自动分割曝光次数,确保整个拼接部分达到无缝拼接。不仅提高了工作效率,降低了劳动强度,更省时省力^[12-13]。同时,自动拼接图像更清晰直观,拼接精确度高,便于测量肢体长度,尤其在双下肢畸形和脊柱侧弯负重位的全景拼接中突出了作用优势。相对于CT、MRI检查更廉价、更快捷,在低剂量检查中优势明显^[14-15]。目前,广泛辅助

应用于3D打印技术,必将拥有更加广阔的应用前景。

DR全自动拼接技术相对于传统手动拼接技术摄片质量更准确、快速和清晰,可显示整个部位的形态与长度,完全满足了临床需要,可为治疗方案提供有价值的参考依据,是目前评价脊柱与双下肢畸形较好的影像学检查方法。

参考文献

- [1] PELLIOS S, KENANIDIS E, POTOUPNIS M, et al. Curve progression 25 years after bracing for adolescent idiopathic scoliosis: long term comparative results between two matched groups of 18 versus 23 hours daily bracing [J]. *Scoliosis Spinal Disord*, 2016, 11(1): 1-7.
- [2] OETGEN M E, GOODLEY A, YOO B, et al. Ultrasonic structural health monitoring to assess the integrity of spinal growing rods in vitro [J]. *Spine Deform*, 2016, 4(1): 65-69.
- [3] MANDAVIA R, YASSIN G, DHAR V, et al. Completing the audit cycle: the impact of an electronic reporting system on the feedback loop in surgical specialties [J]. *J Healthc Qual*, 2013, 35(6): 16-23.
- [4] ALABI O, DOCTOR H V, AFENYADU G Y, et al. Lessons learned from setting up the Nahuche Health and Demographic Surveillance System in the resource-constrained context of northern Nigeria [J]. *Global Health Action*, 2014, 7(1): 23368.
- [5] 谈伟,张德洲,黄林,等.数字X线摄影的全景拼接技术在骨关节系统中的应用研究 [J]. *华西医学*, 2013, 20(9): 1398-1401.
- [6] 柏桂莲,丁旭东,胡硕敏,等.下肢全长摄影技术的临床分析 [J]. *医学影像学杂志*, 2011, 21(10): 1519-1522.
- [7] 余厚军. X线数字摄影(成像)技术原理与应用之间数字化摄影 [J]. *实用放射学杂志*, 2012, 6(7): 55-56.
- [8] 向朝辉,朱培贵,零刚新. DR全脊柱及下肢立位摄影与全景拼接后处理图像的对比分析 [J]. *辽宁医学院学报*, 2015, 36(5): 41-42.
- [9] 史大伟. 图像拼接方法及其关键技术分析 [J]. *科技创新与应用*, 2016, (4): 32-32.
- [10] SUI X, MEINEL F G, SONG W, et al. Detection and size measurements of pulmonary nodules in ultra-low-dose CT with iterative reconstruction compared to low dose CT [J]. *Eur J Radiol*, 2016, 85(3): 564-570.
- [11] WUEST W, MAY M, SAAKE M, et al. Low-dose CT of the paranasal sinuses: minimizing X-ray exposure with spectral shaping [J]. *Eur Radiol*, 2016, 26(11): 4155-4161.
- [12] 徐亮,覃涛. DR图像手动拼接技术在全膝关节置换术中的应用 [J]. *华中科技大学学报(医学版)*, 2014, 43(4): 456-458.
- [13] 李岩,芦春花. 图像拼接技术在全脊柱、全下肢摄影中的临床应用 [J]. *江西医药*, 2016, 51(11): 1283-1284.
- [14] 甘伟,马坚. CT扫描和DR拼接获取下肢全长图像的对比研究 [J]. *中国医学工程*, 2013, 7(21): 29-30.
- [15] KUNZ M, BALAKETHEESWARAN S, ELLIS R E, et al. The influence of osteophyte depiction in CT for patient-specific guided hip resurfacing procedures [J]. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2015, 10(6): 1-10.

(收稿日期: 2017-06-28 修回日期: 2017-07-20)