

• 技术与方法 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2014.35.022

国产图像引导放射治疗系统 XGS 在鼻咽癌调强放射治疗中的临床应用*

廖奎,陈华万,梁廷,王志令,王志海,陈晓品[△]

(重庆医科大学附属第一医院肿瘤科 400016)

摘要:目的 评价重庆伟渡医疗设备股份有限公司的新型图像引导放射治疗系统 XGS 在鼻咽癌调强放射治疗中的应用价值。方法 选取在该院运用 Varian 加速器实行调强放射治疗的 30 例鼻咽癌患者,采用重庆伟渡医疗设备股份有限公司生产的图像引导放射治疗系统 XGS 和 Varian21EX 加速器的图像引导放射治疗系统 CBCT 分别获取正侧图像及 CT 图像,将获取的图像与计划图像及其靶中心匹配,得出靶中心左右(X)、头脚(Y)、胸背(Z)方向的摆位误差并记录图像采集时间及匹配时间,比较两种系统检测摆位误差及图像采集时间与匹配时间。结果 两种系统在 X、Y、Z 3 个方向的摆位误差相关性均较好,差值均在可接受范围内,差异无统计学意义($P>0.05$);XGS 系统获取图像平均时间(15±2)s,采集及匹配图像总时间(20±2)s;CBCT 系统获取图像平均时间(120±8)s,采集及匹配图像总时间为(240±10)s。结论 国产 XGS 系统在鼻咽癌患者调强放射治疗时检测的摆位误差与 CBCT 系统的结果相当,而 XGS 系统的图像采集时间及匹配时间均较 CBCT 短,可缩短定位时间,减少患者接触射线的辐射剂量,有利于临床进行调强放射治疗引导。

关键词:放射疗法,计算机辅助;鼻咽肿瘤;摆位误差

中图分类号:R739.63

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2014)35-4771-03

Clinical research of domestic image-guided radiotherapy system XGS-10 on intensity modulated radiotherapy of nasopharyngeal carcinoma*

Liao Kui, Chen Huawan, Liang Ting, Wang Zhiling, Wang Zhihai, Chen Xiaopin[△]

(1. Department of Oncology, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

Abstract: Objective To evaluate the application value of domestic image-guided radiotherapy system XGS-10 made in Weidu medical company limited in intensity-modulated radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma. **Methods** A total of 30 nasopharyngeal carcinoma cases with intensity modulated radiotherapy by Varian accelerator were incorporated into the study. All patients accepted image-guided radiotherapy system XGS-10 of Chongqing Weidu medical company limited to obtain frontal images and CBCT to obtain CT images respectively. The images were matched with the planning images and target center, then got the linear set-up errors of left to right (X), superior to inferior (Y), and anterior to posterior (Z), and the time of acquiring and matching was recorded. **Results** The correlation of both two instruments' setup errors in X, Y, Z direction is good, the difference of setup errors was within the acceptable range, and was not statistically significant ($P>0.05$). the time of acquiring images was (15±2)s and that of matching images was (20±2)s by XGS-10; the time of acquiring images was (120±8)s and that of matching images was (240±10)s by Varian CBCT. **Conclusion** The setup error of XGS-10 of intensity-modulated radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma was equal to CBCT, but the time of acquiring and matching time of XGS-10 was shorter than that of CBCT, which could shorten the positioning time and reduce radiation dose for patient. As a result, it is conducive to real-time clinical radiotherapy guidance.

Key words: image-guided radiotherapy, computer-assisted; nasopharyngeal neoplasms; setup errors

精确放射治疗是目前主要的放射治疗技术,亦是鼻咽癌的首选,它要求做到肿瘤的精确定位、精确设计和精确执行。但是,受放射治疗中出现的各种摆位误差的影响,以及治疗过程中解剖结构的改变,很难达到真正意义上的精确执行^[1-2]。近年来,随着图像引导放射治疗技术的迅速发展,在线校位技术的应用越来越广泛,它是继三维适形放射治疗和调强放射治疗之后,又一新的放射治疗技术,在每个分次治疗过程中,通过在线校位实时予以校正,然后再做治疗。由此在放射治疗中帮助医师实现患者的精确摆位,从而实现精确放射治疗的目的^[3-6]。但是,在实际应用中,由于 Varian 锥形束 CT 图像引导放射治疗系统 CBCT 图像采集及匹配所需时间较长^[7-8],每天对每位

患者都使用 CBCT 系统分析摆位误差很不实际,这也导致 CBCT 不能实时进行放射治疗引导。所以,缩短采集图像及匹配时间具有重要临床意义。国产图像引导放射治疗系统 XGS 是采用一对数字 X 线成像系统进行实时放射治疗引导定位,本研究分别采用重庆伟渡医疗设备股份有限公司新型 XGS 系统与美国 Varian 公司的 CBCT 系统测定鼻咽癌患者调强放射治疗计划中的摆位误差及获取图像所需时间,探讨国产新型 XGS 系统在鼻咽癌调强放射治疗中的临床价值,为患者及医院提供更合适的放射治疗验证系统,提高治疗增益比。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2012 年 11 月至 2013 年 1 月在本院采

用 Varian 加速器实行调强放射治疗的鼻咽癌患者 30 例(已实施的照射次数在 5 次以内)。患者年龄 18~70 岁。每例患者治疗前分别使用重庆伟渡医疗设备股份有限公司生产的图像引导放射治疗系统 XGS 和 Varian21EX 加速器的图像引导放射治疗系统 CBCT 行在线校位拍片 1 次, XGS 系统获得图像 60 张, CBCT 系统获得图像 30 张, 共计 30 组数据。根据所得数据进行统计分析。

1.2 设备 Varian21EX 直线加速器的图像引导放射治疗系统由 KV 级 X 线发射源和 2 个非晶硅 X 线探测板组成, 二者通过可伸缩机械臂垂直安装于直线加速器机架两侧, 由电动马达控制其伸缩运动; XGS 系统主要由 2 台 X 线源组件、2 台数字 X 射线探测器组件、2 台高频高压发生器与 2 台计算机工作站(含系统软件)组成。

1.3 方法

1.3.1 定位及计划制定 患者均取仰卧位, 根据患者实际情况选用标准化头枕, 用头、颈肩热塑膜面罩固定, 用 GE Light speed 螺旋 CT 模拟机轴位扫描, 范围根据病情需要从颅顶到胸锁关节之间进行扫描, 层厚 1.25 mm。扫描后将 CT 图像传输至物理室, 由放射治疗医师和物理师共同完成肿瘤区的勾画和计划的制定, 经 Varian Eclipse 治疗计划系统进行计划设定, 得出患者治疗摆位的三维坐标。通过 Varis 网络将治疗计划传输到 Varian-21EX 直线加速器实施放射治疗。

1.3.2 数据及图像采集 同一患者根据随机原则编排 XGS 系统和 CBCT 系统的先后顺序实行拍照, 收集相关位移数据及图像采集时间以备分析。

1.3.2.1 CBCT 数据及图像采集 头颈部 CBCT 图像采集时, 扫描模式为 Full Fan 模式, 滤线器选用 Full Bow, 扫描电压 45 kV, 管电流 80 mA。按治疗计划提供的等中心标记摆位, 用 KV-X 线 CBCT 进行扫描, 体位选用头先进仰卧位, 机架角从 22°~178°行 200°弧形扫描, 加速器机架旋转同时进行 CBCT 容积扫描, 图像重建矩阵设为 512 mm×512 mm, 重建层厚为 1.25 mm。CBCT 系统将获取的治疗部位的重建 CT 断层图像与治疗计划 CT 扫描图像进行三维/三维手动或自动匹配, 获得患者在左右(X)、头脚(Y)、胸背(Z)方向的摆位偏差数值。

1.3.2.2 XGS 数据及图像采集 患者体位不变, 治疗床位 0°, 机架角 0°, 采用 XGS 同时拍摄 2 张斜位 X 线光片, 同一部位的 2 张拍摄尽量使用相同的曝光条件, 进行拍照, 获得 1 次摆位数据。XGS 运用引导软件计算出患者的等中心点在 X、Y、Z 方向的偏移值, 此偏移值即为摆位误差。

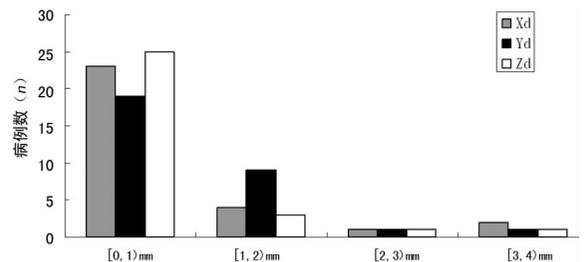
1.4 统计学处理 所有数据取绝对值后, 采用 SPSS19.0 软件进行统计分析, 计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用 *t* 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。由于摆位误差通常可分为系统误差和随机误差两大类。这里用均值描述治疗过程中的系统误差, 标准差表示其随机误差。

2 结果

2.1 摆位误差分析 两种仪器在 X、Y、Z 方向的摆位误差差异无统计学意义($P < 0.05$), 差值在(-3~3)mm 的概率分别为 93.33%、96.67%、96.67%, 均在可接受范围内, 且二者在各个方向的摆位误差相关性及其一致性较高, 见表 1。XGS 系统与 CBCT 系统在 X、Y、Z 方向上的摆位误差差值范围内的病例分布情况见图 1。

表 1 XGS 系统与 CBCT 系统摆位误差记录($n=30$)

| 方向 | XGS(mm) | CBCT(mm) | 差值(-3~3)% | <i>r</i> | <i>P</i> |
|----|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| X | 2.18±1.42 | 2.03±1.10 | 93.33 | 0.498 | >0.05 |
| Y | 2.47±1.43 | 2.36±1.27 | 96.67 | 0.739 | >0.05 |
| Z | 1.78±0.95 | 1.65±0.94 | 96.67 | 0.472 | >0.05 |



Xd: 两种仪器在 X 轴上的摆位误差差值; Yd: 两种仪器在 Y 轴上的摆位误差差值; Zd: 两种仪器在 Z 轴上的摆位误差差值。

图 1 两种仪器摆位误差差值范围内病例数柱形分布图

2.2 XGS 系统与 CBCT 系统图像采集时间及采集与匹配时间分析 XGS 系统采集图像平均时间(15±2)s, 采集及匹配图像总时间(20±2)s, CBCT 系统采集图像平均时间(120±8)s, 采集及匹配图像总时间为(240±10)s。XGS 系统在图像获取时间以及采集与匹配时间方面均明显小于 CBCT 系统, 差异有统计学意义($P < 0.01$)。

3 讨论

应用图像引导放射治疗系统可以获取治疗前患者在治疗床上的实时立体图像, 并与患者的放射治疗计划对比, 计算出病灶位置与放射治疗计划中设定的治疗位置之间的偏差, 从而在治疗过程中可适时发现并及时调整治疗中的误差, 这样可以提高分次放射治疗的精度, 从而实现精确放射治疗的目的^[3-6]。但是, 在实际应用中, 由于 CBCT 系统图像采集及匹配所需时间较长^[7-8], 每天对每位患者都使用 CBCT 系统分析摆位误差很不实际, 这也导致 CBCT 系统不能实时进行放射治疗引导, 所以, 缩短图像采集时间及采集与匹配时间具有重要的临床意义。与目前常见的以 CT 影像辅助定位(包括 KV 或 MV 锥形束 CT 和螺旋 CT)的放射治疗图像引导系统比较, 重庆伟渡图像引导放射治疗系统 XGS, 采用立体数字 X 线图像的引导方式具有成像和引导定位时间短, 成像辐射剂量低的优点, 特别适合于放射治疗中多次使用。

本研究采用国内首套 X 线骨匹配的图像引导放射治疗系统 XGS 与 CBCT 进行各个方向摆位误差及采集与匹配图像所需时间的比较。从 X、Y、Z 3 个方向分析 30 例鼻咽癌患者 30 张 CBCT 图像及 60 张 XGS 图像, 结果显示两者在 X、Y、Z 方向上的摆位误差差异均无统计学意义($P < 0.05$), 采用 Pearson 相关性分析, 两者在 X、Y、Z 轴上的 *r* 分别为 0.498、0.739、0.472, 研究认为 3 mm 可以作为试验仪器与对照仪器非劣效性界值, 即 90% 以内的数据在等效性界值(-3~3)mm 作为可接受的非劣性范围^[9-10], 本研究 X、Y、Z 方向所得差值 93.33%、96.67%、96.67% 均在范围(-3~3)mm 内, 说明重庆伟渡医疗设备股份有限公司生产的图像引导放射治疗系统 XGS 与美国 CBCT 系统二者的相关性及其一致性较高, 均可以改善摆位精度。然而, XGS 的图像采集时间及采集与匹配时间分别为(15±2)s 和(20±2)s, Varian CBCT 的图像采集时间

及采集与匹配时间分别为(120±8)s 和(240±10)s,表明新型图像引导放射治疗系统 XGS 不仅能改善摆位精度,在图像采集时间及采集与匹配时间方面均明显小于 CBCT 系统,可缩短定位时间,减少患者接触射线的辐射剂量,更有利于放射治疗技师对患者进行放射治疗实时定位。

Subburaj 等^[11]在研究立体定向 X 线的 NTX 基础设置与 CBCT 系统的比较中指出,基于 X 线设备容易进行骨匹配,且剂量比 CBCT 系统成像低。虽然 CBCT 系统可以得到三维图像信息及清楚显示软组织结果,但服从国际放射防护委员会提出始终遵循“合理使用低剂量”原则,即以最低的辐射剂量来获取满足临床需要的诊断性影像的原则,应该谨慎考虑其高辐射剂量。Song 等^[12]比较了 Elekta XVI 系统和 CBCT 系统的平均剂量得出 CBCT 系统最高剂量测量为 1.100 0~8.300 0 cGy。在图像引导放射治疗系统中,光束对准信息来源于图像用于的目标肿瘤,它依赖于成像频率而较少依赖图像质量。另外,在剂量校准时大量的图像会产生较小的错误,但同时会增加正常组织更多的成像辐射剂量。据国外相关文献报道,采集 1 幅 CBCT 图像大约需要 0.000 3 cGy,1 套标准模式的 CBCT 图像(125 kV)是 3.000 0~8.000 0 cGy,而头部可能达 9.000 0 cGy。而 XGS 收集 2 张 X 线片所需剂量仅为 CBCT 的 1/80~1/40,因此,在保证正常治疗的情况下,可优先选择辐射剂量较小的机器。

综上所述,图像引导放射治疗系统是近些年用于精确放射治疗的新型技术。本研究结果揭示国产 XGS 系统与进口 CBCT 系统摆位误差差值均在可接受范围内,但是由于重庆伟渡医疗设备股份有限公司生产的新型图像引导放射治疗系统 XGS 具有更快的扫描时间和更少的成像剂量,操作更简便,价格便宜,更方便放射治疗技师对鼻咽癌患者进行实时放射治疗精确定位。但由于国内尚无同类产品,国外同类产品也很少,本研究只做了头部鼻咽癌的精确定位,要广泛推广,还需要更多学者对其他部位的定位进行研究。

参考文献:

- [1] 胡逸民. 调强放射治疗的最新进展[J]. 中国医疗器械信息, 2005, 11(2): 1-5.
- [2] 殷蔚伯, 肿瘤学, 谷铎之. 肿瘤放射治疗学[M]. 北京: 中

国协和医科大学出版社, 2002.

- [3] Mackie TR, Kapatoes J, Ruchala K, et al. Image guidance for precise conformal radiotherapy[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2003, 56(1): 89-105.
- [4] Xing L, Thorndyke B, Schreiber E, et al. Overview of image-guided radiation therapy[J]. Med Dosim, 2006, 31(2): 91-112.
- [5] 于金明, 袁双虎. 图像引导放射治疗研究及其发展[J]. 中华肿瘤杂志, 2006, 28(2): 81-83.
- [6] 戴建荣, 胡逸民. 图像引导放射治疗的实现方式[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2006, 15(2): 132-135.
- [7] Siewerdsen JH. Cone-Beam CT with a Flat-Panel detector: from image science to Image-Guided surgery[J]. Nucl Instrum Methods Phys Res A, 2011, 648(S1): S241-250.
- [8] Brock RS, Docef A, Murphy MJ. Reconstruction of a cone-beam CT image via forward iterative projection matching[J]. Med Phys, 2010, 37(12): 6212-6220.
- [9] Thephamongkhon K, Laebua K, Dankulchai P, et al. A Pilot Comparison Study of Setup Verification Between Two-Dimensional Kilo-Voltage (2DkV) Matchand Kilo-Voltage Cone-Beam Computed Tomography (kV-CBCT) Match for Nasopharyngeal Cancer Patients[J]. Siriraj Medical Journal, 2011, 63: 47-51.
- [10] Ottosson W, Baker M, Hedman M, et al. Evaluation of setup accuracy for NSCLC patients; studying the impact of different types of cone-beam CT matches based on whole thorax, columna vertebralis, and GTV[J]. Acta Oncol, 2010, 49(7): 1184-1191.
- [11] Subburaj K. CT Scanning-Techniques and Applications [M]. InTech, 2011: 299-311.
- [12] Song WY, Kamath S, Ozawa S, et al. A dose comparison study between XVI and OBIVarian CBCT systems[J]. Med Phys, 2008, 35(2): 480-486.

(收稿日期: 2014-07-11 修回日期: 2014-09-29)

(上接第 4770 页)

- [7] 沈燕, 韩超, 黄芙珍, 等. 高效液相色谱-串联质谱法测定羌活中异欧前胡素和紫花前胡苷[J]. 药物分析杂志, 2013, 33(12): 2088-2091.
- [8] 彭玲芳, 夏伟军, 崔涛. 密脉鹅掌柴提取物中总皂苷及齐墩果酸的含量测定[J]. 中国药师, 2012, 15(11): 1551-1553.
- [9] 史万忠, 李世芳, 刘瑾, 等. 复方灵通胶囊稳定性试验中吴茱萸碱和吴茱萸次碱的含量变化[J]. 中成药, 2011, 33(8): 1356-1360.

- [10] 张华, 董立莎, 陈虎彪, 等. 断面红棕色及类白色土茯苓药材中总鞣质的含量分析[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(6): 852-855.
- [11] 王培香, 邢跃文, 罗岩, 等. HPLC 法测定异福酰胺片中有关物质的含量[J]. 沈阳药科大学学报, 2013, 30(2): 126-131.
- [12] 刘卫根, 周国英, 徐文华, 等. 不同商品等级羌活挥发油的比较研究[J]. 中药材, 2012, 35(7): 1042-1045.

(收稿日期: 2014-07-08 修回日期: 2014-09-26)