

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.01.026

IGPS-O 图像联合 CT 重建图像在头颈部肿瘤患者放疗中的应用研究

梁广立,崔永刚,杜 武

(天津医科大学肿瘤医院放射治疗科/国家肿瘤临床医学研究中心/天津市肿瘤防治重点实验室/
天津市恶性肿瘤临床医学研究中心 300060)

[摘要] **目的** 研究 IGPS-O 图像引导放疗定位系统联合 CT 重建图像进行头颈部肿瘤患者精准放疗的应用效果。**方法** 选取 2018 年 8—12 月在该院行调强放疗的头颈部肿瘤患者 50 例,放疗摆位、校位移床后分别对每例患者连续 8 d 行 IGPS-O 图像采集与 CT 重建图像进行骨性标记配准得出患者体位误差。治疗前体位误差为分次间误差,校位移床后误差为分次内误差,分别对分次间和分次内在 RL(左右方向)、SI(头脚方向)、AP(腹背方向)3 个方向的患者体位误差进行记录和分析。**结果** >3 mm 分次间误差在 RL、SI、AP 方向分别达到 13.3%、24.2%、22.1%。应用 IGPS-O 图像引导放疗定位系统联合 CT 重建图像在线校正可实现分次内误差在 RL、SI、AP 方向均小于 3 mm。与治疗前患者体位误差比较,校位移床后的误差显著减小。**结论** IGPS-O 图像引导联合 CT 重建图像进行体位校正是提高头颈部肿瘤患者精准放疗的有效方法。

[关键词] 头颈部肿瘤;调强放疗;IGPS-O 图像引导放疗定位系统;CT 重建图像;体位误差

[中图法分类号] R739.9 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2022)01-0119-03

Application of IGPS-O image combined with CT reconstruction image in radiotherapy of patients with head and neck tumor

LIANG Guangli, CUI Yonggang, DU Wu

(Department of Radiotherapy, Tumor Hospital, Tianjin Medical University/National Tumor Clinical Medicine Research Center/Tianjin Key Laboratory of Tumor Prevention and Treatment/Tianjin Malignant Tumor Clinical Medical Research Center, Tianjin 300060, China)

[Abstract] **Objective** To study the application effect of IGPS-O image-guided radiotherapy positioning system combined with CT reconstruction image for precise radiotherapy in the patients with head and neck tumor. **Methods** Fifty patients with head and neck tumors undergoing the intensity-modulated radiotherapy in this hospital from August to December 2018 were selected. After radiotherapy positioning and bed calibration, each patient conducted the bone marker registration by the IGPS-O image acquisition and CT reconstruction image for consecutive 8 d to obtain the patient's position error. The position error before treatment was the inter grade error, and the error after correcting the displacement bed was the intra grade error. The position errors of the patients in the left-right direction (RL), head-foot direction (SI) and back-belly direction (AP) in inter grade and intra grade were recorded and analyzed. **Results** The inter grade error >3 mm reached 13.3%, 24.2% and 22.1% in AL, SI and AP directions respectively. Applying the IGPS-O image-guided radiotherapy positioning system combined with CT reconstruction image for conducting the online correction could realize the intra grade error <3 mm in RL, SI and AP directions. Compared with the postural error before treatment, the error after adjusting position and displacing the bed was significantly decreased. **Conclusion** The IGPS-O image guidance combined with CT reconstruction image for conducting the postural correction is an effective method to improve the accuracy radiotherapy for the patients with head and neck tumors.

[Key words] head and neck tumors; intensity modulated radiation therapy; IGPS-O image guided radiotherapy positioning system; CT reconstruction image; postural error

在头颈部恶性肿瘤的治疗中有 80.0% 的患者会接受放疗。鼻咽癌等头颈部恶性肿瘤治疗方法上首选放疗^[1]。头颈部肿瘤患者在放疗期间虽采用个体化头枕、热塑性面罩等多种体位固定装置进行体位固

定,但在分次放疗过程中容易存在体位摆位误差等问题^[2]。当前普遍采用的图像引导下的放疗技术可纠正患者体位误差^[3]。头颈部恶性肿瘤中鼻咽癌利用图像引导下调强放疗有效提高了局部控制率^[4]。目

前,国内各放疗中心常用锥形束 CT 图像引导放疗技术^[5]。该技术方法是加速器大机架从 22°连续旋转至 178°,kV-X 线球管每间隔 4°~6°曝光 1 次,至 200°弧形曝光停止。鼻咽癌疗程一般为 33 次。在每天的锥形束 CT 位置验证过程中,患者受到额外的辐照剂量需要慎重考虑^[6]。2018 年本院放射治疗科安装使用了江苏瑞尔公司生产的 IGPS-O 图像引导放疗定位系统,该系统 2 个球管 1 次曝光即可获得配准影像。患者额外辐照仅为锥形束 CT 的 1/10。本研究选取在本院接受调强放疗的头颈部恶性肿瘤患者 50 例,每天利用 IGPS-O 图像采集实时图像联合 CT 定位重建图像评估患者在分次间和分次内的误差,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2018 年 8—12 月本院放疗科收治的头颈部恶性肿瘤患者 50 例,其中男 35 例,女 15 例;鼻咽癌 38 例,喉癌 7 例,口腔癌 3 例,甲状腺癌 2 例。50 例患者均经病理检查确诊,治疗前 Karnofsky 功能状态评分(KPS 评分)大于或等于 80 分。患者具有良好的自控能力,无其他高危基础疾病或第二原发肿瘤。所有患者均采用调强放疗。

1.2 仪器设备及材料

选用飞利浦大孔径 CT、瓦里安(Varian)IX 医用电子直线加速器、IGPS-O 图像引导放疗定位系统、Medtec 全碳素纤维头颈肩固定板、热塑体模等。

1.3 IGPS-O 图像引导放疗定位系统工作原理

该系统采用交角立体平面成像技术,通过计算机控制两组由 kV 级(诊断级)X 射线管组件、高压发生器、平板探测器、曝光控制器组成的成像硬件系统,对患者的解剖结构或外部植入标记进行 2 个方向的透视投影,取得一对交角 X 射线投影图像。对获得的二维 X 射线投影图像和用于放疗计划的三维 CT 图像进行 2D-3D 图像配准和 2D-3D 几何转换,精确探测患者(病灶)在放疗设备上的摆位误差,据此引导放疗设备移动治疗床,校正患者位置,实现对患者在治疗前的精确定位(图 1)。

1.4 IGPS-O 图像引导放疗定位系统特点

该系统采用 kV 级 X 射线成像技术,应用先进的图像处理办法,直观和准确地探测患者体位误差,具有定位精度高、定位时间短、成像剂量低、图像质量高、操作简便等特点。

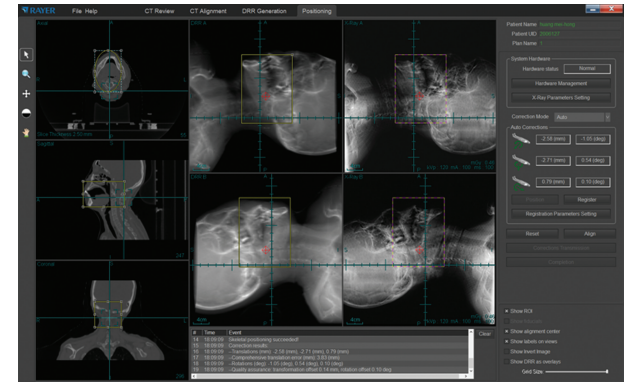
1.5 检查方法

1.5.1 大孔径 CT 模拟定位及体位固定

患者取仰卧位,选择合适的头枕,头部后仰,保持两外耳孔连线平行于床面,双手掌心贴于体侧。采用头颈肩热塑面罩和全碳素纤维头颈肩固定板进行体位固定。固定过程中面罩与面部的贴合紧密,患者呼吸通畅。扫描层厚 2 mm;扫描后患者 CT 图像传至 pinnacle 计划系统,进行靶区与重要危及器官的定义、勾画和计划设计。

1.5.2 IGPS-O 图像获取与 CT 重建图像配准

IGPS-O 图像引导放疗定位系统曝光时 2 个球管同时工作,且无须转动球管,一次曝光即可获得正交位置的 2 幅影像,系统自动选取靶区周围明显的骨性标志为配准的感兴趣区,联合 CT 重建图像与 IGPS-O 图像实时采集 kV 级 X 线影像,电脑可自动计算出摆位误差。在此基础上技师、医师核对配准图像的准确性,手动微调直至完全配比成功最终确定配准结果。得出患者位置误差 RL(左右方向)、SI(头脚方向)、AP(腹背方向)3 个方向的分次间误差值。当 3 个方向任一误差大于 3 mm 时进行在线移床位置校正。校正后再次进行 IGPS-O 图像扫描,并重新与定位 CT 重建影像进行匹配,得到校正后的误差即为分次内误差。若治疗前体位旋转误差大于 3°需治疗技师为患者重新摆位^[7]。然后再次进行 IGPS-O 图像扫描采集。由于瓦里安(Varian)IX 直线加速器治疗床不能修正旋转误差,故本研究仅分析 RL、SI、AP 3 个方向的平移误差。



左侧竖向排列为 CT 的三幅图像,中间竖向排列的 2 幅为 CT 重建的 DRR 图像,最右侧竖向排列 2 幅为 IGPS-O 系统实际扫描采集的 X-ray 图像。

图 1 IGPS-O 图像系统扫描的工作界面

2 结 果

共采集摆位、校位移床后 IGPS-O 图像 400 幅,RL、SI、AP 分次间误差小于 2 mm 分别为 48.2%、33.6%、56.3%,移床校位后 RL、SI、AP 分次内误差小于 2 mm 分别降至 14.7%、17.3%、23.6%。RL、SI、AP 分次间误差 2~3 mm 分别为 38.5%、42.2%、21.6%,移床校位后 RL、SI、AP 分次内误差 2~3 mm 分别降至 0、0、3.5%。RL、SI、AP 分次间误差大于 3 mm 分别为 13.3%、24.2%、22.1%,移床校位后 RL、SI、AP 分次内误差均没有大于 3 mm 的情况。IGPS-O 图像 3 个方向平移误差统计见表 1。

表 1 IGPS-O 图像 3 个方向平移误差统计(mm,n=400)

项目	分次间误差			分次内误差		
	RL	SI	AP	RL	SI	AP
<2	193	135	255	59	69	95
2~3	154	169	86	0	0	14
>3	53	96	59	0	0	0

3 讨论

图像引导热塑膜面罩定位系统可较好地修正摆位误差,但仍有残差^[8]。图像引导定位系统用于检测肿瘤患者位置验证时分次间误差为调强放疗的不确定性主因^[9]。本研究应用 IGPS-O 图像引导放疗定位系统联合 CT 重建图像进行头颈部肿瘤患者精准放疗的结果显示,RL、SI、AP 分次间误差小于 2 mm 分别为 48.2%、33.6%、56.3%,2~3 mm 分别为 38.5%、42.2%、21.6%,>3 mm 分别为 13.3%、24.2%、22.1%。移床校位后 RL、SI、AP 分次内误差均没有大于 3 mm 的情况。有研究对 28 例头颈部肿瘤患者进行了类似研究发现,在左右、上下和前后方向上治疗前摆位误差大于 3 mm 分别占 11.0%、14.0%、17.0%。通过应用 IGPS-O 图像引导放疗定位系统联合 CT 重建图像进行立体图像引导定位,在线校位可降低平移误差,平移误差大于 2 mm 降低误差效果明显。但研究中也发现,平移误差在 1 mm 时降低误差效果不明显。所以,使用 IGPS-O 图像引导放疗定位系统联合 CT 重建图像校正位置时平移误差大于 2 mm 建议使用在线校正误差;当误差在 1 mm 时不建议进行在线位置校正。

放疗过程中仅对平移误差进行修正并不足够,患者旋转误差也应考虑^[10-11]。在头颈部肿瘤中即使小的旋转误差,也可能导致靶区边缘出现大的位移^[12]。这种大的位移,最终可能会导致靶区照射剂量不足而正常器官照射剂量过高^[13]。本研究中瓦里安 IX 加速器治疗床仅能在三维水平方向运动,仅修正水平方向误差,不能修正旋转误差。故建议实现头颈部肿瘤患者精准放疗时加速器 6 维治疗床应是标配硬件。

综上所述,头颈部恶性肿瘤患者应用 IGPS-O 图像引导放疗定位系统联合 CT 重建图像进行立体图像引导定位能实现调强精准放疗,对患者的额外辐照极低且安全。贾卫娟等^[14]研究表明,在线校正可使靶区外扩边界减小。患者行图像引导下调强放疗能保证靶区足够剂量,同时也要做到减少正常组织不必要的照射^[15]。

IGPS-O 图像具有降低患者额外受照剂量、缩短体位校正时间、提高患者治疗过程舒适度等优势,没有装配 CBCT 扫描的直线加速器,是一种值得推荐的放疗图像引导技术。在今后工作中 IGPS-O 图像联合 CT 重建图像进行立体图像引导下的精准放疗值得继续深入研究应用。

参考文献

[1] 殷蔚伯,余子豪,徐国镇,等. 肿瘤放射治疗学[M]. 4 版. 北京:中国协和医科大学出版社,

2008.

- [2] 高路,刘青峰,谢克北. CBCT 与 CTVision 图像引导放射治疗技术在鼻咽癌放射治疗摆位误差校正中的应用差异[J]. 中国医学装备,2019,16(12):69-72.
- [3] 彭丽洁,罗灿,赵利荣. ExacTrac X 线图像引导系统对骨转移癌大分割放疗摆位误差的纠正分析[J]. 临床肿瘤学杂志,2019,24(10):934-937.
- [4] 翟小刚,杨百霞,赵永亮,等. 应用 CBCT 技术分析鼻咽癌患者摆位误差对放疗剂量的影响[J]. 交通医学,2020,34(4):384-386.
- [5] 吴子毅,王焱,孟怡然,等. 千伏级锥形束 CT 与 Catalyst 系统在影像引导放疗过程中的对比研究[J]. 中国癌症杂志,2020,30(12):1031-1034.
- [6] 张一戈,邱小平,陈维军. 基于图像引导技术对头颈部肿瘤临床摆位误差的剂量学影响[J]. 中国医学物理学杂志,2015,32(1):25-30.
- [7] 傅万凯,刘利彬,陈彩霞,等. 发泡胶枕在鼻咽癌调强放疗中的应用[J]. 现代肿瘤医学,2020,28(19):3413-3416.
- [8] 崔相利,张利伟,费振乐,等. 摆位误差对脑立体定向放射治疗剂量分布的影响[J]. 中国医学物理学杂志,2019,36(9):1008-1012.
- [9] 张超,杨健. 调强放疗摆位误差的研究进展[J]. 重庆医学,2021,50(4):684-688.
- [10] 徐士飞,冯欢,刘海洋,等. 头颈部肿瘤旋转误差对放疗位置精准性的影响[J]. 国际肿瘤学杂志,2021,48(3):150-115.
- [11] 李明,金淑平. 放射治疗摆位旋转误差数学模型的建立与可控性分析[J]. 生物医学工程与临床,2019,23(6):657-660.
- [12] 徐士飞,冯欢,刘海洋,等. 头颈部肿瘤旋转误差对放疗位置精准性的影响[J]. 国际肿瘤学杂志,2021,48(3):150-155.
- [13] 罗惠煌,童远和,王永斌. 早期左侧乳腺癌术后锥形束 CT 引导下 VMAT 摆位误差致靶区及危及器官受照剂量变化研究[J]. 中外医学研究,2020,18(36):66-68.
- [14] 贾卫娟,周军,罗灿,等. 探讨肺癌 SBRT 靶区外放范围[J/CD]. 中华肺部疾病杂志(电子版),2020,13(6):818-821.
- [15] 戚元俊,李建彬,张英杰,等. 基于四维 CT 探讨腹部加压对周围型肺部肿瘤立体定向放疗靶区位移及外扩边界的影响[J]. 中华放射医学与防护杂志,2021,41(2):134-139.