

· 论 著 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2021.17.001

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20210818.1424.004.html\(2021-08-18\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20210818.1424.004.html(2021-08-18))

## 基于 Halcyon 加速器头颈部肿瘤放疗中塑形垫应用的研究\*

屈成斌<sup>1</sup>,林晓燕<sup>2</sup>,王宇飞<sup>1</sup>,梁广立<sup>1</sup>,王伟<sup>1</sup>,王清鑫<sup>1△</sup>

(1. 天津医科大学肿瘤医院放疗科, 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, 天津 300060; 2. 天津市西青区李七庄街社区卫生服务中心, 天津 300380)

**[摘要]** **目的** 探讨塑形垫联合头颈肩面罩与单纯使用头颈肩面罩在基于 Halcyon 加速器的头颈部肿瘤放疗中摆位误差的区别, 探讨其在临床应用中的价值。 **方法** 选取在天津医科大学肿瘤医院接受放疗的 49 例头颈部肿瘤患者为研究对象, 其中采用塑形垫联合头颈肩面罩定位方式的 28 例患者作为 A 组, 单纯使用头颈肩面罩定位方式的 21 例患者作为 B 组。两组治疗过程中实行每天 1 次 kV 锥形束 CT(CBCT), 收集左右、头脚、前后 3 个方向上的摆位误差并进行比较分析。 **结果** 所有患者均顺利完成放疗, A 组共进行 kV CBCT 扫描 926 次, B 组 678 次。A 组在左右方向[(0.12±0.09)cm vs. (0.17±0.10)cm]、头脚方向[(0.10±0.07)cm vs. (0.19±0.11)cm]、前后方向[(0.12±0.08)cm vs. (0.16±0.11)cm]的摆位误差小于 B 组, 且 A 组左右、头脚、前后 3 个方向上 0~0.10 cm 和 >0.10~0.20 cm 区段的摆位误差比例高于 B 组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。 **结论** 塑形垫联合头颈肩面罩的体位固定方式较单纯头颈肩面罩的体位固定方式可以减少摆位误差。

**[关键词]** 塑形垫; 头颈部肿瘤; 体位固定方式; 摆位误差; 放射治疗**[中图分类号]** R739.9**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2021)17-2881-04

## Study on the application of customized Klarity AccuCushion in radiotherapy for head and neck cancer using Varian Halcyon accelerator\*

QU Chengbin<sup>1</sup>, LIN Xiaoyan<sup>2</sup>, WANG Yufei<sup>1</sup>, LIANG Guangli<sup>1</sup>, WANG Wei<sup>1</sup>, WANG Qingxin<sup>1△</sup>

(1. Department of Radiation Oncology, Tianjin Medical University Cancer Institute and Hospital, National Clinical Research Center for Cancer/Tianjin Key Laboratory of Cancer Prevention and Therapy/Tianjin's Clinical Research Center for Cancer, Tianjin 300060, China; 2. Liqizhuang Community Healthcare Center District, Xiqing, Tianjin 300380, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the differences of set-up errors by the Klarity AccuCushion with head-neck-shoulder mask and the traditional head-neck-shoulder mask using Varian Halcyon accelerator, and explore the clinical application value in radiotherapy for patients with head and neck cancer. **Methods** A total of 49 patients with head and neck cancer who received radiotherapy in Tianjin Medical University Cancer Institute and Hospital were selected, 28 patients in group A were immobilized by Klarity AccuCushion combined with head neck shoulder mask, another 21 patients in group B were immobilized by the traditional head neck shoulder mask. During the treatment, kV CBCT was performed once a day. The set-up errors of patients in left-right, superior-inferior, anterior-post directions were collected and analyzed. **Results** All the patients successfully completed radiotherapy. A total of 926 kV CBCT scans were performed in group A and 678 scans in group B. The set-up errors of group A in left and right direction [(0.12±0.09)cm vs. (0.17±0.10)cm], head and foot direction [(0.10±0.07)cm vs. (0.19±0.11)cm], front and rear direction [(0.12±0.08)cm vs. (0.16±0.11)cm] were smaller than those of group B, and the proportion in 0-0.10 cm and >0.10-0.20 cm of group A in the three directions was higher than those of group B, the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Compared with the traditional simple use of head neck shoulder mask, the im-

\* 基金项目: 国家自然科学基金项目(81872472)。 作者简介: 屈成斌(1989-), 初级技师, 本科, 主要从事放疗技术研究。 △ 通信作者, E-mail: mpwangqx@163.com。

mobilization method of Klarity AccuCushion combined with head neck shoulder mask can reduce the set-up error.

**[Key words]** Klarity AccuCushion; head and neck cancer; immobilization techniques; set-up error; radiotherapy

头颈部肿瘤具有复杂的解剖结构和高度的异质性,放疗是主要的治疗手段之一<sup>[1-3]</sup>。调强放疗可以在肿瘤靶区进行高剂量照射,剂量梯度变化大,使周围重要器官得到保护,是目前临床中头颈部肿瘤放疗的主要技术方法<sup>[4]</sup>。在调强放疗过程中摆位误差会造成靶区剂量不足,可能会降低肿瘤的局部控制率,影响治疗效果,同时可导致正常组织的剂量增加,产生辐射损伤甚至引发严重并发症。患者的体位固定是影响调强放疗得以精确实施的关键因素之一<sup>[5]</sup>。目前头颈部肿瘤进行放疗的常规定位方式为使用头颈肩面罩固定<sup>[6-9]</sup>。塑形垫是一种新的人体定位垫,经加热后可在不同方向上进行拉伸,个性化适配患者体型,目前逐步在临床中应用。同常规加速器不同,Halcyon 加速器是瓦里安公司推出的一款新型环型加速器,其要求每日进行锥形束 CT (cone beam CT, CBCT) 成像进行图像引导放疗<sup>[10-11]</sup>。本研究基于第二代 Halcyon (Halcyon 2.0) 加速器,通过对比头颈肩面罩固定方式与塑形垫联合头颈肩面罩固定方式的摆位误差,分析塑形垫在提高头颈部肿瘤放疗摆位精度中的作用,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2020 年 6—12 月在天津医科大学肿瘤医院 Halcyon 2.0 加速器上治疗的 49 例头颈部肿瘤患者为研究对象,男 37 例,女 12 例,年龄 9~81 岁,中位数 56 岁。根据治疗方式不同分为 A、B 两组,A 组 28 例,采用塑形垫联合头颈肩面罩固定方式;B 组 21 例,采用头颈肩面罩固定方式。两组性别、年龄比较,差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),具有可比性。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 定位方法

所有患者采取仰卧位。在定位前将头颈肩面罩和塑形垫分别放置于恒温水箱和烤箱中加热 15 min, A 组先将软化的塑形垫放置于带有头枕的底板上,再使患者仰卧于塑形垫上,根据患者体型拉伸、调整塑形垫,待塑形垫冷却固定后,制作头颈肩面罩(图 1)。B 组仰卧在底板上处于舒适的体位,选择合适的头枕,头尽量后仰,双手置于体侧,制作面罩要求与 A 组一致。所有患者均使用飞利浦大孔径 CT 模拟机进行扫描获取图像,扫描层厚设置为 3 mm,将采集的图像传输到 Varian Eclipse (15.5 版本) 计划系统进行放疗

计划设计。

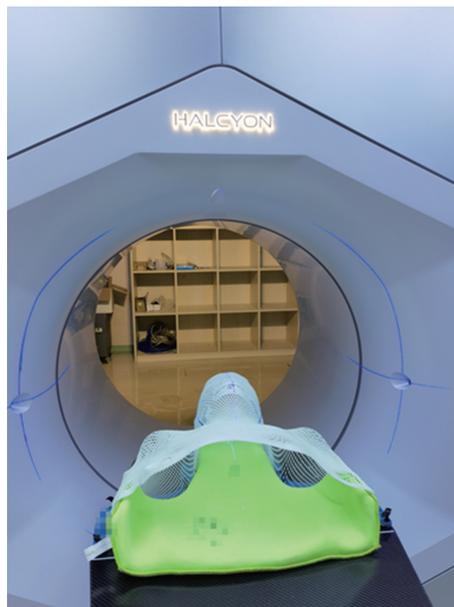


图 1 塑形垫联合头颈肩面罩定位方式及 Halcyon 2.0 加速器图示

#### 1.2.2 数据采集

所有患者均在 Halcyon 2.0 加速器下进行放疗。每天由两名放疗师共同摆位,每次治疗前拍摄 kV CBCT 图像进行位置验证。使用标准的头部扫描模式进行扫描,管电压为 100 kV,总毫安秒为 126 mAs,重建层厚为 2 mm,勾选“迭代 CBCT (iterative CBCT, iCBCT) Enhance”选项得到 iCBCT 图像。将在治疗机上获得的 iCBCT 图像与定位 CT 图像进行自动配准,配准完成后在冠状面、横断面及矢状面 3 个方位观察靶区位置的图像与定位 CT 图像是否重合,必要时进行手动调整,记录患者在左右、头脚、前后方向上的误差值。

#### 1.3 统计学处理

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,比较采用  $t$  检验;计数资料以频数或百分率表示,比较采用  $\chi^2$  检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组各个方向摆位误差比较

所有患者均顺利完成放疗,A 组共进行 kV CBCT 扫描 926 次,B 组 678 次,共 1 604 次扫描数据。A 组在左右、头脚、前后 3 个方向上的摆位误差均小于 B 组,差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),见表 1。

## 2.2 两组各个方向摆位误差在不同区段分布情况比较

A 组左右、头脚、前后 3 个方向上 0~0.10 cm 和 >0.10~0.20 cm 区段的摆位误差比例高于 B 组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 2。

表 1 两组各个方向摆位误差比较 ( $\bar{x} \pm s$ , cm)

项目	A 组 ( $n=926$ )	B 组 ( $n=678$ )	$t$	$P$
左右方向	0.12±0.09	0.17±0.10	10.37	<0.01
头脚方向	0.10±0.07	0.19±0.11	19.03	<0.01
前后方向	0.12±0.08	0.16±0.11	8.44	<0.01

表 2 两组各个方向摆位误差在不同区段分布情况比较 [ $n(\%)$ ]

项目	A 组 ( $n=926$ )	B 组 ( $n=678$ )
左右方向		
0~0.10 cm	347(37.47) <sup>a</sup>	136(20.06)
>0.10~0.20 cm	371(40.06) <sup>a</sup>	246(36.28)
>0.20 cm	208(22.46) <sup>a</sup>	296(43.66)
头脚方向		
0~0.10 cm	444(47.95) <sup>a</sup>	102(15.04)
>0.10~0.20 cm	399(43.09) <sup>a</sup>	267(39.38)
>0.20 cm	83(8.96) <sup>a</sup>	309(45.58)
前后方向		
0~0.10 cm	378(40.82) <sup>a</sup>	179(26.40)
>0.10~0.20 cm	371(40.06) <sup>a</sup>	240(35.40)
>0.20 cm	177(19.11) <sup>a</sup>	259(38.20)

<sup>a</sup>:  $P < 0.05$ , 与 B 组比较。

## 3 讨 论

放疗是恶性肿瘤最重要的治疗手段之一, 在头颈部肿瘤临床治疗中具有重要的作用, 70% 的恶性肿瘤患者在治疗的不同阶段需要接受放疗<sup>[12-13]</sup>。近年来, 随着放疗技术的不断发展, 容积旋转调强和图像引导下的调强放疗等技术越来越多地被应用到临床中, 其特点是靶区剂量高、靶区边缘剂量陡峭, 因此, 对放疗摆位的精度和重复性有了更高的要求。

随着医疗设备的不断发展及放疗技术的不断改进, 头颈部肿瘤的定位经历了从单独的头颈部定位到常规头枕联合头颈肩部膜的发展历程<sup>[6]</sup>, 但由于患者的头颅形状及颈椎弯曲程度甚至颈椎长度不一致, 常规头枕并不适合所有患者, 导致患者头颅不能完全固定、颈椎与头枕间存在缝隙, 增加了摆位误差, 影响肿瘤的治疗效果。为了解决这些问题, 薛青等<sup>[7]</sup>采用了头颈肩网联合负压真空垫的方法, 但负压真空垫存在形变、漏气的风险; 傅万凯等<sup>[8]</sup>和刘裕良等<sup>[9]</sup>采用了头颈肩网联合发泡胶的方法, 但发泡胶存在制作复

杂、制作时间长的问题, 且发泡胶具有一定的刺激性, 不适用于皮肤敏感的患者。本研究采用的新型塑形垫采用高分子材料制作, 只有在加热到 70 °C 时才会发生形变, 相比于负压真空垫更加可靠, 且制作简单, 塑形垫加热后可以在 15 min 内完成塑形, 加热软化后的塑形垫触感柔软, 加之面料舒适, 从而大大提升患者的舒适度。

本研究结果显示塑形垫联合头颈肩面罩的固定方式(A 组)在左右、头脚、前后 3 个方向上的摆位误差均小于单纯使用头颈肩面罩的固定方式(B 组)。分析原因考虑以下: (1) 左右方向上, 单纯头颈肩网固定方式对于头颅的固定主要靠面罩正面的器官轮廓固定, 后脑勺及颈部只有相当小的一部分贴在常规头枕上, 而塑形垫可以根据后脑勺的形状塑形, 同时包裹住颈椎两侧, 对头部的左右位移起到限制作用。(2) 头脚方向上, 常规头枕为了满足大部分患者的需求, 对于头颅顶端的限制是开放的, 有些患者甚至在固定头颈肩网后仍能上下移动头部, 导致无法在头脚方向上保证患者每次摆位的位置一致, 塑形垫可以根据头颅形状塑形, 甚至包裹住头顶, 从而降低摆位误差。(3) 前后方向上, 由于个体的差异, 颈部的宽度、长度不一, 颈椎的弯曲程度不同, 常规头枕和患者颈部之间存在间隙, 更严重的患者颈部甚至是悬空的, 塑形垫可以根据颈椎走行制作, 确保患者仰卧时颈椎受力均匀, 减少患者在治疗中因疲劳产生的不自主位移。

本研究是基于 Halcyon 2.0 加速器 CBCT 图像配准数据展开的, 该加速器 CBCT 成像系统除配备了常规的 FDK 图像重建算法外, 增加了一种新的迭代重建算法, 使用该算法重建出的图像称为 iCBCT 图像<sup>[14-16]</sup>。以往的研究结果显示, iCBCT 图像较常规 CBCT 图像提高了均匀性和对比度噪声比<sup>[16]</sup>。高质量的 iCBCT 图像保证了配准结果的准确性。同时该加速器要求每日治疗前拍摄 CBCT 图像进行图像引导放疗, 因此, 本研究所采集的数据涵盖患者整个治疗过程。同目前大多数研究基于每周 1 次 CBCT 配准数据进行统计分析相比<sup>[17-18]</sup>, 该研究的数据更能反映患者治疗过程中真实的误差水平。同时需要指出的是, 该研究所得数据可为靶区区域三维方向外扩边界提供参考。

综上所述, 塑形垫联合热塑网膜的定位方式在头颈部肿瘤中具有优势, 可以有效降低摆位误差, 提高摆位的重复性, 提升患者的舒适度, 值得在临床上进行推广使用。

## 参考文献

- [1] CHOW L Q M. Head and neck cancer[J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(1):60-72.
- [2] 赖建军, 苏志伟, 蒋璐, 等. ExacTrac X 线系统二种不同图像配准序列在头颈部肿瘤放疗中的应用研究[J]. *实用肿瘤杂志*, 2021, 36(3): 263-267.
- [3] 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.
- [4] 刘晓斌, 沈文. 影像组学在头颈部肿瘤放疗的研究进展[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2021, 30(1): 98-101.
- [5] 刘利彬, 张小清, 杨海松, 等. 乳腺癌放疗中两种体位固定方式应用比较[J]. *中国医学物理学杂志*, 2018, 35(7):753-757.
- [6] 张国前, 张书旭, 曾庆星, 等. 不同配准方式下鼻咽癌千伏级 CBCT 图像引导放疗的摆位误差[J]. *中国医学物理学杂志*, 2020, 37(3): 282-288.
- [7] 薛青, 陆维, 张艳俊, 等. 探讨不同固定方式在鼻咽癌放疗中的应用[J]. *肿瘤预防与治疗*, 2019, 32(1):67-71.
- [8] 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.
- [9] 刘裕良, 段禾祯, 胡道坤, 等. 图像引导下单纯头颈肩定位与头颈肩+发泡胶联合定位的误差比较[J]. *中国医学物理学杂志*, 2015, 32(3): 432-436.
- [10] MICHIELS S, POELS K, CRIJNS W, et al. Volumetric modulated arc therapy of head-and-neck cancer on a fast-rotating O-ring linac: plan quality and delivery time comparison with a C-arm linac[J]. *Radiother Oncol*, 2018, 128(3):479-484.
- [11] DE ROOVER R, CRIJNS W, POELS K, et al. Validation and IMRT/VMAT delivery quality of a preconfigured fast-rotating O-ring linac system[J]. *Med Phys*, 2019, 46(1):328-339.
- [12] 李涛, 郎锦义. 放射肿瘤学的进展与未来[J]. *肿瘤预防与治疗*, 2019, 32(1):1-6.
- [13] 陆维, 许婷婷, 许青, 等. 应用 CBCT、EPID 研究鼻咽癌 2 种体位固定方式摆位误差的比较分析[J]. *中国癌症杂志*, 2014, 10(7):535-539.
- [14] MASLOWSKI A, WANG A, SUN M, et al. Acuros CTS: a fast, linear boltzmann transport equation solver for computed tomography scatter-part I: core algorithms and validation[J]. *Med Phys*, 2018, 45(5):1899-1913.
- [15] WANG A, MASLOWSKI A, MESSMER P, et al. Acuros CTS: a fast, linear Boltzmann transport equation solver for computed tomography scatter-part II: system modeling, scatter correction, and optimization[J]. *Med Phys*, 2018, 45(5):1914-1925.
- [16] CAI B, LAUGEMAN E, MAZUR T R, et al. Characterization of a prototype rapid kilovoltage X-ray image guidance system designed for a ring shape radiation therapy unit[J]. *Med Phys*, 2019, 46(3):1355-1370.
- [17] 张羽祺, 葛云, 蔡晶, 等. 鼻咽癌放疗中红外定位系统与锥形束 CT 的摆位精度比较[J]. *中国医学物理学杂志*, 2021, 38(2):162-167.
- [18] 许森奎, 姚文燕, 胡江, 等. 鼻咽癌发泡胶个体化塑形与标准化头枕放疗体位固定精确度比较[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2015, 24(2): 196-199.

(收稿日期:2020-12-10 修回日期:2021-06-04)