

# 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

许森奎 姚文燕 胡江 何汇朗 张华满 陈翠 张广顺 林承光

**【摘要】** 目的 应用 KV 级 CBCT 研究发泡胶个体化塑形在鼻咽癌放疗体位固定上的优势。方法 采用发泡胶个体化塑形和标准化树脂头枕,联合头颈肩热塑面罩对鼻咽癌患者进行体位固定。随机选取两种固定方法患者在治疗过程中每周给予 1 次 CBCT 扫描,采集三维方向靶区区域和单独颈椎区域的摆位误差数据并配对  $t$  检验,应用  $2.5\Sigma + 0.7\sigma$  分别算出整体和颈部外扩边界。结果 标准化头枕组整体和单独颈部在左右、上下、前后方向摆位线性误差分别为  $(-0.27 \pm 1.33)$ 、 $(-0.31 \pm 1.50)$ 、 $(0.54 \pm 0.90)$  mm 和  $(-0.59 \pm 2.76)$ 、 $(-0.11 \pm 2.23)$ 、 $(0.66 \pm 1.60)$  mm,对应外扩边界为 3.28 mm、3.64 mm、1.86 mm 和 6.17 mm、5.17 mm、3.52 mm;发泡胶组相应为  $(-0.44 \pm 0.87)$ 、 $(0.18 \pm 1.06)$ 、 $(-0.13 \pm 0.72)$  mm 和  $(-0.07 \pm 1.58)$ 、 $(0.04 \pm 2.11)$ 、 $(-0.03 \pm 1.31)$  mm,对应外扩边界为 2.07、2.46、1.71 mm 和 3.57、5.03、3.16 mm。标准化头枕组整体和单独颈部在左右、上下、前后方向摆位线性误差比较  $P=0.315$ 、 $0.011$ 、 $0.000$  和  $0.045$ 、 $0.630$ 、 $0.002$ 。结论 采用头颈定位泡沫垫对鼻咽癌进行体位固定效果优于传统的标准定形枕,特别是在颈部固定有了较大提升;另外颈部外扩边界远大于鼻咽部外扩边界,建议鼻咽区域和颈部区域分开定义外扩边界。

**【关键词】** 发泡胶个体化塑形头枕; 标准化树脂头枕; 摆位误差; 外扩边界; 鼻咽肿瘤/放射疗法

**The research of accuracy immobilized using individualized polyurethane scaling agent compared to positioning foam with standard plastics pillow in the radiotherapy of nasopharyngeal carcinoma** Xu Senkui, Yao Wenyan, Hu Jiang, He Huilang, Zhang Huaman, Chen Cui, Zhang Guangshun, Lin Chengguang. Department of Sun yat-sen University Cancer Center, State Key Laboratory of Oncology in South China, Guangzhou 510060, China

Corresponding author: Lin Chengguang, Email: linchg@sysucc.org.cn

**【Abstract】 Objective** To study the superiority of polyurethane foam sealing agent immobilization with KV-CBCT for the patients with nasopharyngeal carcinoma (NPC). **Methods** 36 NPC patients were divided into two groups. Group A was immobilized using standard plastics pillow with the head-and-neck thermoplastic masks, and so do individualized polyurethane foam sealing agent pillow as group B. CBCT was weekly carried out weekly, and the setup errors of the head and neck position (axial  $(x, y, z)$ ) were analyzed by paired  $t$ -test. The marginal was calculated using  $2.5\Sigma + 0.7\sigma$ . **Results** On  $x$ -,  $y$ -,  $z$ -axial, the average setup errors values of head and neck position were  $(-0.27 \pm 1.33)$  mm,  $(-0.31 \pm 1.50)$  mm,  $(0.54 \pm 0.90)$  mm and  $(-0.59 \pm 2.76)$  mm,  $(-0.11 \pm 2.23)$  mm,  $(0.66 \pm 1.60)$  mm; and the marginal were 3.28 mm, 3.64 mm, 1.86 mm and 6.17 mm, 5.17 mm, 3.52 mm, respectively in Group A; with  $(-0.44 \pm 0.87)$  mm,  $(-0.18 \pm 1.06)$  mm,  $(0.13 \pm 0.72)$  mm and  $(-0.07 \pm 1.58)$  mm,  $(-0.04 \pm 2.11)$  mm,  $(0.03 \pm 1.31)$  mm, and 2.07 mm, 2.46 mm, 1.71 mm and 3.57 mm, 5.03 mm, 3.16 mm, respectively in Group B. Compared with Group A to Group B,  $P$  value were 0.315, 0.011, 0.000 and 0.045, 0.630, 0.002. **Conclusions** The application of polyurethane foam sealing agent in the immobilization of NPC patients is better than standard plastics pillow, and especially for the positioning of neck. Compared to head position, the setup errors of neck are larger, so it is suggested to make the outer margin separately.

**【Key words】** Individualized polyurethane foam sealing agent pillow; Standard plastics pillow; Setup errors; Margin; Nasopharyngeal neoplasms/radiotherapy

DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2015.02.022

作者单位:510060 广州,华南肿瘤学国家重点实验室 中山大学  
肿瘤防治中心放疗科

通信作者:林承光,Email:linchg@sysucc.org.cn

鼻咽癌是我国南方高发恶性肿瘤之一,放疗特别是 IMRT 是目前鼻咽癌有效治疗手段<sup>[1]</sup>。而精确的体位固定是目前 IMRT 实现精确定位、精确计划和精确治疗的基础<sup>[2]</sup>。传统放疗固定方法为单独

头部面罩固定,近几年较为流行且被广泛运用的固定方法是碳素平板与标准树脂枕头组合为底座,结合高分子热塑材料头颈肩面罩联合固定。本文应用发泡胶技术制作个体化的发泡胶头垫结合头颈肩面罩固定对比标准头枕结合头颈肩面罩固定的效果,为鼻咽癌放疗体位固定提供更加精确的固定方式。

### 材料与方法

1. 病例资料:随机抽取 2012—2013 年我院放疗科收治的鼻咽癌患者 36 例,病理均为低分化鳞癌。其中标准化头枕组(17 例)和个体化发泡胶组(19 例)。标准化头枕组采用碳素平板与标准树脂枕头组合为底座,高分子热塑材料头颈肩面罩联合固定;个体化发泡胶组采用发泡剂发泡膨胀并冷却固化塑形(由广州富瑞医疗科技有限公司生产),形成一个与头颈部和双肩背部形状高度吻合的头颈肩泡沫垫,结合头颈肩面罩固定。两组患者都在飞利浦 85 cm 的大孔径 CT (Big Bore Brilliance CT) 下进行定位扫描,扫描层厚 3 mm,重建层厚 3 mm。计划设计完成后将计划传至医科达 Synergy 直线加速器的 XVI 系统。图 1、图 2 分别为标准化树脂头枕、发泡剂发泡膨胀并冷却固化塑形头枕固定示意照片图。



图 1 鼻咽癌放疗标准化树脂头枕固定示意照片图



图 2 鼻咽癌放疗个体化发泡胶组采用发泡剂发泡膨胀并冷却固化塑形头枕固定示意照片图

2. 数据采集:患者日常放疗时每周给予 1 次 KV 级 CBCT 扫描,每个患者总共扫描 5 次。扫描电压为 100 kV,电流 10 mA,扫描视野为 27.7 cm 的射野准直器 S20,滤过器为 FO,扫描角度为 160°~200°。扫描完成后进行图像配准获取数据,配准方法采用灰度匹配。靶区配准区域参考医科达 IGRT 协作组标准:前界至下颌骨、鼻尖前缘,后界至枕骨和棘突后缘,上界包含颅底骨和眉弓,下界至第四颈椎下缘,左右界至两侧耳内缘。颈椎区域单独配准标准:前界至椎体前缘,后界至棘突后缘,上界至第二颈椎上缘,下界至第六颈椎下缘,左右界至两侧横突外缘。配准完成后获取靶区和颈椎的体位摆位线性误差和旋转误差数据。

3. 统计方法:采用 SPSS 19.0 软件对两种固定方法摆位误差行配对 *t* 检验。根据 van Herk 等<sup>[3]</sup>的外放边界公式 ( $M_{PTV} = 2.5\Sigma + 0.7\sigma$ ,  $\Sigma$  为系统误差标准差,  $\sigma$  为随机误差标准差) 分别算出整体和颈部外扩边界。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 结 果

1. 以靶区区域配准的误差对比:标准化头枕组患者扫描 89 次,个体化发泡胶组患者扫描 97 次。两组患者 CBCT 扫描的以靶区作为配准区域的体位误差结果见表 1。从表 1 可见在上下、前后方向线性误差上个体化发泡胶的固定效果要优于标准化头枕组的固定效果。

表 1 36 例鼻咽癌患者不同固定技术放疗靶区区域配准的摆位线性误差和旋转误差对比 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	CBCT (次数)	线性误差(mm)		
		左右	上下	前后
标准化头枕	89	-0.27 ± 1.33	-0.31 ± 1.50	0.54 ± 0.90
个体化发泡胶	97	-0.44 ± 0.87	0.18 ± 1.06	-0.13 ± 0.72
<i>P</i> 值		0.315	0.011	0.000

  

组别	CBCT (次数)	旋转误差(°)		
		左右	上下	前后
标准化头枕	89	-0.45 ± 0.65	-0.53 ± 1.39	-0.45 ± 0.92
个体化发泡胶	97	-0.29 ± 0.92	-0.78 ± 0.98	-0.28 ± 0.87
<i>P</i> 值		0.163	0.178	0.184

2. 以颈椎区域配准的误差对比:标准化头枕除了在头部背面有着支撑固定作用外,颈部和双肩位置下方缺少支撑和固定,而发泡胶头颈垫在头部、颈部和双肩的位置都有与接触物形状吻合的包裹固定,因此这里将颈椎单独作为配准区域,测量两组患者颈椎误差作为对比。以颈椎作为配准区域的体位误差结果见表 2。从表 2 可见,在线性误差上左右、

前后方向个体化发泡胶的固定效果要优于标准化头枕组的固定效果,在旋转误差上只有前后方向差于标准化头枕组。

3. 靶区外扩边界的比较:详见表 3。从表 3 可见,个体化发泡胶组在靶区区域和颈椎区域计算出来的外扩边界要比标准化头枕组小,特别是颈椎区域更加明显;另外颈椎区域的外扩边界比靶区区域的外扩边界要大。

表 2 36 例鼻咽癌患者不同固定技术放疗颈椎区域配准的摆位线性误差和旋转误差对比( $\bar{x} \pm s$ )

组别	CBCT (次数)	线性误差(mm)		
		左右	上下	前后
标准化头枕	89	-0.59 ± 2.76	-0.11 ± 2.23	0.66 ± 1.60
个体化发泡胶	97	-0.07 ± 1.58	0.04 ± 2.11	-0.03 ± 1.31
P 值		0.045	0.630	0.002

  

组别	CBCT (次数)	旋转误差(°)		
		左右	上下	前后
标准化头枕	89	-0.22 ± 1.41	-0.76 ± 2.22	-0.52 ± 1.62
个体化发泡胶	97	-0.50 ± 1.49	-0.68 ± 1.65	0.11 ± 1.10
P 值		0.195	0.796	0.002

表 3 36 例鼻咽癌患者不同固定技术放疗靶区区域和颈椎区域三维方向外扩边界(mm)

组别	统计值	靶区区域		
		左右	上下	前后
标准化头枕	Σ	1.21	1.37	0.65
	σ	0.37	0.33	0.35
	M <sub>PTV</sub>	3.28	3.64	1.86
个体化发泡胶	Σ	0.76	0.88	0.63
	σ	0.23	0.36	0.19
	M <sub>PTV</sub>	2.07	2.46	1.71

  

组别	统计值	颈椎区域		
		左右	上下	前后
标准化头枕	Σ	2.22	1.90	1.27
	σ	0.90	0.59	0.50
	M <sub>PTV</sub>	6.17	5.17	3.52
个体化发泡胶	Σ	1.34	1.84	1.17
	σ	0.30	0.61	0.32
	M <sub>PTV</sub>	3.57	5.03	3.16

### 讨 论

鼻咽癌治疗近年来由于先进检查技术和放疗技术应用而取得了较好进展,其 5 年生存率由原来 50% 提升至 75%<sup>[4-5]</sup>。鼻咽癌肿瘤靶区大且较不规则,周围与许多重要组织器官毗邻,非常适合采用 IMRT 技术治疗<sup>[6]</sup>。由于调强技术靶区高剂量和边缘剂量陡峭的特点,对患者摆位误差提出了更高要求,每次摆位误差都有可能致靶区欠量或 OAR 过量照射,使肿瘤 LC 率下降或放疗并发症加重。因

此,保证 IMRT 的关键是减少治疗时体位误差,即使是固定效果较好的头颈部肿瘤也不例外<sup>[7-8]</sup>。头颈部肿瘤放疗固定方法经过长期尝试和改良,已达到一个固定较好、误差较小的效果。韩琤波等<sup>[9]</sup>报道鼻咽癌三维方向误差为左右(-0.03 ± 1.68) mm、上下(0.17 ± 2.03) mm、前后(0.28 ± 2.15) mm,而林承光等<sup>[10]</sup>报道鼻咽癌体位误差测量值为左右(0.89 ± 0.69) mm、上下(0.82 ± 0.79) mm、前后(0.95 ± 1.24) mm。可见头颈部固定效果普遍较好,但由于鼻咽癌位置毗邻很多重要器官和组织,所以鼻咽癌放疗反应和放疗后遗症仍然较为普遍存在,严重影响了患者愈后的生活质量。因此,鼻咽癌放疗固定方式的精益求精,仍是不断努力方向。长期以来我们对鼻咽癌患者放疗固定装置都在不断地探索和改良,从单独头部固定方式到目前较为流行的且被广泛应用的标准化树脂头枕联合头颈肩面罩固定,在使用过程中发现标准枕的使用并不适合每个患者。每个个体的头颅形状不同和颈椎弯曲程度、甚至长短不同,在使用标准枕头时都存在由形状不吻合产生的空隙(图 3)。这些空隙的存在,使得患者由于疼痛或咳嗽引起不自主活动时移动的空间,特别是患者在体重减少时间隙显得更大。有些体形偏瘦颈部较长者或体形偏胖颈部较短者,即使带上了头颈肩面罩,脖子以及双肩活动度还是相当大。为了解决这个问题,我们采用发泡胶技术制作发泡头颈肩垫,让患者在头部和颈部以及双肩位置都有一个适形的固定,联合头颈肩面罩对头颈部以及双肩位置形成一个高度适形全方位包围固定。



图 3 鼻咽癌放疗标准化树脂头枕固定头部和颈部间隙示意图

本研究结果显示在靶区区域比较中左右方向由于人体头部固定主要效果来源于头颈肩面罩在头部前方即人脸轮廓上进行固定限制,只有小部分靠近后脑勺位置是靠下方枕头或固定垫限制,因此该处

位移主要受头颈肩面罩的限制较多,两组数据接近;上下方向标准枕的底部并没有一个吻合形状的固定,而发泡胶头颈垫有着适形头部后方的固定,甚至包裹头顶的限制,患者在这个方向上移动度受到发泡胶头颈垫的限制而大大减少;前后方向上由于头部与枕头之间不吻合产生的间隙使得在这个方向上的位移误差比个体化发泡胶组的明显。在以颈椎作为配准区域时误差差异就显得更为明显,标准化头枕组在颈部几乎是悬空,左右方向和前后方向没有得到有效固定,而上下方向固定效果依赖于头部固定,因此该方向上两组误差无差异,而左右方向和前后方向上个体化发泡胶组的误差数据明显小于标准化头枕组。由于特殊的解剖特征,头颈部活动是随机且非刚性移动的,所以即使对患者疗前进行图像引导也难较好解决问题,只能通过大量测量误差计算扩大 CTV 到 PTV 边界来解决。

对鼻咽癌来说,鼻咽周围器官运动很小可以忽略不计,因此体位固定的不确定度和每次摆位差异就成为设定 PTV 的重要参考指标。本研究结果显示发泡胶使靶区区域三维方向外扩边界缩小,而单独颈椎区域三维方向也有所缩小。对于外扩边界的计算,目前国内外尚无统一标准,各家医院对鼻咽癌的扩充范围设定变化很大。杨超凤等<sup>[11]</sup>对 22 例鼻咽癌患者根据  $2.0\sigma + 0.7\sigma$  公式算出 PTV 外扩边界分别为左右方向 2.9 mm、上下方向 3.2、前后方向 2.9 mm;郭根燕等<sup>[12]</sup>对 15 例鼻咽癌患者计算结果分别为左右方向 2.59 mm、上下方向 2.85、前后方向 2.17 mm。本研究个体化发泡胶组的外扩边界都小于其他研究学者计算出的外扩边界,特别是前后方向。另外无论是标准化头枕组还是个体化发泡胶组,颈部需要的外扩边界比鼻咽部外扩边界要大。我们在 2011 年就提出了鼻咽癌放疗中头部与颈部的外扩边界应区别对待<sup>[13]</sup>,本研究进一步印证了颈部误差相对头部较大,但使用发泡胶个体化塑形固定可明显降低颈部误差。由于脊髓特殊解剖位置和放射耐受量较低,因此建议颈部和鼻咽部外扩边界分开来定义。刘裕杰等<sup>[14]</sup>对头颈部肿瘤中颈部的误差做了分析,认为应根据头颈部解剖区域的不同相应设置不同的 CTV 到 PTV 安全边界,而颈部区域需设置 5~10 mm 的安全边界。本研究标准化头枕组数据与之相类似,但个体化发泡胶组比标准化头枕组在颈部区域明显减小了外扩边界。另外,本研究在旋转误差上两种固定方式在 2 个配准区域的误差平均值都  $< 1^\circ$ ,Astreinidou 等<sup>[15]</sup>认为平均值  $< 1^\circ$

的旋转误差不会影响 95% 的 CTV 处方剂量。尽管如此,个体化发泡胶组在颈部前后方向旋转误差小于标准化头枕组,进一步说明头颈部发泡胶使用的优势。

总体来说,发泡胶技术的应用在鼻咽癌放疗体位固定上有着明显优势,特别是颈部的精确度比标准化头枕有着显著提高。发泡胶对各种形状的体位都有高度吻合的固定,且不受面积和体积影响,此外发泡胶还有着硬度好、不易变形不漏气特点,在体部和四肢固定上还将会体现出它的广泛优势。

### 参 考 文 献

- [1] Uematsu M, Akira S, Kazuhiko T, et al. Focal, high dose, and fractionate d modified st ereotactic radiat iontherapy for lung carcinoma patients [J]. *Cancer*, 1998, 82(6):1062-1070.
- [2] 胡逸民. 治疗体位及体位固定技术[A]//胡逸民, 杨定宇. 肿瘤放射治疗技术[M]. 北京;北京医科大学中国协和医科大学联合出版社, 1999:200-205.
- [3] van Herk M, Remeijer P, Lebesque JV. Inclusion of geometric uncertainties in treatment plan evaluation [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2002, 52(5):1407-1422.
- [4] Xiao WW, Huang SM, Han F, et al. Local control, survival, and late toxicities of locally advanced nasopharyngeal carcinoma treated by simultaneous modulated accelerated radiotherapy combined with cisplatin concurrent chemotherapy: long-term results of a phase 2 study [J]. *Cancer*, 2011, 117(9):1874-1883. DOI: 10. 1002/ cncr. 25754.
- [5] 易俊林, 高黎, 黄晓东, 等. 416 例鼻咽癌调强放疗远期生存与影响因素分析[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2012, 21(3):196-200. DOI:10. 3760/cma. j. issn. 1004-4221. 2012. 03. 002.
- [6] 戴建荣, 胡逸民. 图像引导放疗的实现方式[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2006, 15(2):132-135.
- [7] Mackie TR, Holmes TW, Swerdloff S, et al. Tomotherapy: a new concept for the delivery of dynamic conformal radiotherapy [J]. *Med Phys*, 1993, 20(6):1709-1719.
- [8] Sheng K, Molloy JA, Lerner JM, et al. A dosimetric comparison of non-coplanar IMRT versus helical Tomotherapy for nasal cavity and paranasalsinus cancer [J]. *Radiother Oncol*, 2007, 82(2):174-178.
- [9] 韩净波, 贾明轩, 张旭, 等. 兆伏级锥形束 CT 在鼻咽癌调强放疗治疗中的临床应用研究[J]. *中国医科大学学报*, 2010, 39(8):635-638.
- [10] 林承光, 李国文, 林刘文, 等. 鼻咽癌适形调强放疗治疗中计划靶区体积不确定度的研究[J]. *癌症*, 2007, 26(2):200-203.
- [11] 杨超凤, 付庆国, 杨海明, 等. 鼻咽癌调强放疗安全外放边界的临床研究[J]. *广西医学*, 2008, 30(4):491-493.
- [12] 郭根燕, 刘晓岚, 郑旭, 等. 电子射野影像系统对鼻咽癌调强放疗摆位误差的测量[J]. *中国辐射卫生*, 2011, 20(3):321-324.
- [13] 林承光, 林刘文, 刘秉梯, 等. 鼻咽癌三维适形和调强放疗过程中头部与颈部摆位误差比较研究[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2011, 20(4):322-325. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1004-4221. 2011. 04. 018.
- [14] 刘裕杰, 周莉钧, 管西寅, 等. 图像引导的放射治疗在头颈部肿瘤治疗中的应用[J]. *中国癌症杂志*, 2010, 20(9):707-711.
- [15] Astreinidou E, Bel A, Raaijmakers CP, et al. Adequate margins for random setup uncertainties in head-and-neck IMRT [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2005, 61(3):938-944.

(收稿日期:2014-09-03)