

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.201905016

· 论著 ·

# 基于光学表面监测系统对头部肿瘤放疗中摆位误差的研究

李庆, 刘飞, 付秀根, 敖义, 吴舒鑫

(华中科技大学武汉医学院附属同济医院 肿瘤放疗中心, 湖北 武汉 430030)

**摘要:** **目的** 比较分析头部肿瘤两种固定技术的摆位误差, 评估以光学表面监测系统(optical surface monitoring system, OSMS)为辅助手段引导摆位并进行监测的可行性。**方法** 头部肿瘤患者 A 组 26 例采用发泡胶 + 头部热塑闭合面罩固定, B 组 20 例采用发泡胶 + 头部热塑开口面罩固定 + 光学表面监测系统。A 组摆位后进行锥形束 CT( cone-beam computed tomography, CBCT )扫描共 178 次, B 组摆位经过 OSMO 调整后进行治疗前 CBCT 扫描 162 次, 将获得的 CBCT 图像和计划 CT 图像匹配, 得到 X、Y、Z 轴方向上的平移及旋转误差, 并对摆位误差进行比较分析。通过 OSMS 调整摆位误差的标准为三维方向上平移误差  $\leq 1\text{mm}$ 、旋转误差  $\leq 1^\circ$ , 调整后 OSMS 监测的摆位误差与治疗前 CBCT 扫描配准摆位误差的差异定义为 OSMS 的精度。运用 OSMS 跟踪监测整个治疗过程中患者的实时摆位误差, 并记录分次内的最大三维矢量误差、旋转误差及治疗时间。**结果** B 组与 A 组分次间的三维矢量误差  $(1.73 \pm 0.90)\text{mm}/(2.24 \pm 1.25)\text{mm}$ , X、Z 轴上的平移误差  $(0.04 \pm 1.00)\text{mm}/(-0.34 \pm 1.48)\text{mm}$ 、 $(0.06 \pm 0.86)\text{mm}/(0.29 \pm 1.14)\text{mm}$ , X 轴旋转角度误差  $(0.01 \pm 0.09)^\circ/(0.18 \pm 0.95)^\circ$  和平均摆位时间  $2.5\text{min}/2.0\text{min}$ , 经比较差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。B 组 OSMS 的精度在三维矢量误差为  $(1.28 \pm 0.74)\text{mm}$ 。OSMS 跟踪监测患者分次内的最大三维矢量误差  $(0.71 \pm 0.47)\text{mm}$ , 旋转角度误差为  $(0.46 \pm 0.40)^\circ$ 。**结论** 与常规的采用闭合面罩固定相比, 采用开口面罩固定并应用 OSMS 辅助摆位, 不仅可便捷有效地减小头部肿瘤患者的分次间摆位误差, 而且能实时跟踪并监测分次内的摆位误差。

**关键词:** 头部肿瘤; 光学表面监测系统; 开口面罩; 锥形束 CT; 摆位误差

中图分类号: R739.91

## Study on set-up errors in radiotherapy for head tumors based on an optical surface monitoring system

LI Qing, LIU Fei, FU Xiu-gen, AO Yi, WU Shu-xin

(Radiotherapy Center, Tongji Hospital, Wuhan Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China)

**Abstract:** **Objective** To evaluate the feasibility of using an optical surface monitoring system (OSMS) as an auxiliary means to guide placement and monitoring in head tumor radiotherapy by comparative analysis of setup errors with two fixation techniques. **Methods** 26 patients with head tumors in group A were immobilized using polyurethane foam sealing agent pillow with closed head thermoplastic masks and 20 in group B using polyurethane foam sealing agent pillow with open head thermoplastic masks plus an OSMS. Before treatment, a total of 178 cone beam computed-tomography (CBCT) scans were performed after set-up in group A, and 162 scans after OSMO adjustment in group B. The obtained CBCT images were matched with the planned CT images, and the translation and rotation setup errors along the X, Y and Z axes were obtained. The standards of adjusting setup errors by OSMS were translation errors in three-dimensional direction ( $\leq 1\text{mm}$ ) and rotation errors ( $\leq 1^\circ$ ). The differences between setup errors by OSMS monitoring after adjustment and those of CBCT scanning registration were defined as the accuracy of OSMS. OSMS was used to track and monitor the real-time setup errors of patients in the whole course of treatment, and the maximal three-dimensional vector errors, rotation

errors and setup time were recorded during intra-fractional treatment. **Results** The three-dimensional vector errors of group B and group A were  $(1.73 \pm 0.90)$  mm and  $(2.24 \pm 1.25)$  mm, the translation errors on X and Z axes were  $(0.04 \pm 1.00)$  mm/ $(-0.34 \pm 1.48)$  mm and  $(0.06 \pm 0.86)$  mm/ $(0.29 \pm 1.14)$  mm, the rotation angle errors on X axis were  $(0.01^\circ \pm 0.09^\circ)$  and  $(0.18^\circ \pm 0.95^\circ)$ , with the average setup time of 2.5 minutes and 2.0 minutes. The differences were all statistically significant (all  $P < 0.05$ ). The accuracy of OSMS in group B was  $(1.28 \pm 0.74)$  mm in three dimensional vector error. The maximal three-dimensional vector error was  $(0.71 \pm 0.47)$  mm and the rotation angle error was  $(0.46^\circ \pm 0.40^\circ)$  during intra-fractional treatment. **Conclusion** Compared with the conventional closed mask fixation, the open mask fixation and OSMS-assisted positioning can not only reduce the inter-fractional setup errors of head tumor patients conveniently and effectively, but also track and monitor the intra-fractional setup errors in real time.

**Keywords:** Head tumor; Optical surface monitoring system; Open head thermoplastic mask; Cone beam computed tomography; Setup error

体部固定技术是放射治疗计划设计和实施过程中极其重要的一个环节。热塑面罩固定是头部肿瘤放射治疗时常用的固定技术,可大大减少患者的摆位误差。图像引导放射治疗(image guided radiotherapy, IGRT)是监测及纠正患者摆位误差最有效的方法之一,目前已广泛应用在临床中的有电子射野影像系统(electronic portal imaging device, EPID)和锥形束CT(cone-beam computed tomography, CBCT)。EPID和CBCT虽然能检测并纠正患者分次间摆位误差,但不能实时监测分次内的摆位误差,并且会增加患者的辐射剂量。光学表面监测系统(optical surface monitoring system, OSMS)是近年来应用于临床的一种图像引导的放射治疗技术,它是利用激光投射到患者体表,由摄像头获取患者体表散射光点经计算机重建形成表面轮廓影像,因此不会对患者有额外的电离辐射,并且无论加速器的机架和治疗床在任意角度,都能实时地监测到患者的分次内摆位误差。本研究将常规闭合热塑面罩固定技术与OSMS配合开口热塑面罩固定技术相比较,评估OSMS在头部肿瘤放疗中辅助引导摆位的可行性及实时监测分次内摆位误差的有效性。

## 1 材料与方法

### 1.1 临床资料

选取2017年12月—2018年7月我院收治的头部肿瘤46例(胶质瘤18例,脑膜瘤15例,脑转移瘤8例,其他肿瘤5例),其中男23例,女23例;年龄22~70岁(中位年龄55岁)。机体功能状态评分(KPS)  $\geq 60$ ,体质指数(BMI)中位值22.1(16.7~29.7)  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ,无放疗禁忌证,所有患者均签署了放射治疗知情同意书。按照采用不同的固定方式进行分组,A组26例采用发泡胶+头部热塑闭合面罩固

定,B组20例采用发泡胶+头部热塑开口面罩固定+光学表面监测系统。两组患者性别、年龄、BMI、KPS评分、病灶部位、舒适度的差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具体数据见表1。

表1 两组患者临床资料比较 [例(%)]

项目	A组(n=26)	B组(n=20)	$\chi^2$	P
性别			0.354	0.552
男	14(53.8)	9(45.0)		
女	12(46.2)	11(55.0)		
年龄(岁)			0.680	0.410
≤60	18(69.2)	16(80.0)		
>60	8(30.8)	4(20.0)		
BMI( $\text{kg}/\text{m}^2$ )			1.346	0.246
≤24	20(76.9)	16(80.0)		
>24	6(23.1)	4(20.0)		
KPS评分(分)			0.141	0.707
60~80	5(19.2)	3(15.0)		
>80	21(80.8)	17(85.0)		
病灶部位			0.270	0.874
头部左侧	12(46.2)	8(40.0)		
头部右侧	11(42.3)	10(50.0)		
中部及全脑	3(11.5)	2(10.0)		
舒适度			1.774	0.621
I级	3(11.5)	5(40.0)		
II级	10(38.5)	8(50.0)		
III级	11(42.3)	6(10.0)		
IV级	2(7.7)	1(0.0)		

注: BMI; body mass index(体质指数) = 体质量(kg)/身高的平方( $\text{m}^2$ ); 舒适度: I级—舒适, II级—一般, III级—不舒适,但可以忍受, IV级—不能忍受

### 1.2 设备

EDGE 直线加速器(Varian, 美国), 光学表面监测系统(Varian, 美国), 机载影像验证系统(Varian, 美国), Brilliance Big Bore CT 模拟定位机(Philips, 荷兰), 一整套固定装置包括碳素纤维底板, 热塑面罩(Civco, 美国)见图1、2, Pinnacle 1.3 version 9.2 TPS(Philips, 荷兰), MOSAIQ 记录核实系统(Elekta, 瑞典)。

### 1.3 CT模拟定位

所有患者直接睡在发泡胶上,发泡胶固定在碳素纤维板上;患者均采取仰卧位,头后伸,抬起下颌部,双手自然下垂,掌心向内贴于身体两侧。A组患者采用常规闭口面罩固定,在面罩成形时,特别注意鼻翼、眼眶、下颌等部位是否贴紧成型。B组患者采用开口面罩固定,在面罩成形时,要将患者的前额、两侧的眼眶、面颊和整个鼻部都暴露出来,此暴露部位将成为OSMS监测的感兴趣区域(region of interest, ROI)。由飞利浦螺旋CT模拟机获取患者影像数据,CT扫描层厚为2 mm,图像分辨率为 $512 \times 512$ 。主管医生在四维CT图像上勾画靶区和危及器官,再由物理师根据勾画的靶区在飞利浦公司Pinnacle 3 version9.2治疗计划系统上制作放疗计划。最后经过主管医生与物理师在CT模拟定位机上对治疗中心进行再次确认,并将治疗计划和模拟CT定位图像通过网络传至机载影像系统(on board imager, OBI)、MOSAIQ记录核实系统和OSMS工作站。

### 1.4 光学表面监测系统

此系统包括安装在加速器治疗床两侧及尾部天花板上的3台摄像机和放置在治疗室及控制室内的2台显示屏组成,见图3。

### 1.5 操作流程

A、B两组固定技术的操作流程,见图4、5。在A组中,每位患者常规前3次放疗前都进行CBCT扫描,根据前3次摆位误差纠正后的记录进行后续地摆位治疗,以后每周进行1~2次CBCT扫描核实。每次获取的CBCT扫描图像会自动和定位CT图像匹配,选用骨配自动配准,观察图像匹配的重合度,如无大的出入,即可确认此次的摆位误差;如重合不好,则需手动主观判断解剖结构在三维方向的重叠情况,最终使之达到最佳重合。当治疗前CBCT扫描配准后的三维各方向上平移误差 $\geq 3$  mm或旋转误差 $\geq 2^\circ$ 时,需重新摆位,然后再重新CBCT扫描,直到图像匹配达到平移误差 $< 3$  mm且旋转误

差 $< 2^\circ$ 的标准。在B组中,导入的DICOM影像是CT模拟定位后重建的表面影像。在DICOM影像表面勾画的ROI是OSMS对患者摆位误差进行实时监测的范围。在激光等中心摆位后,OSMS会监测到患者的摆位误差,先松开面罩手动调整减小患者旋转误差而后扣紧面罩移动治疗床降低平移误差,通过手动和移床调整此摆位误差的标准为三维方向上平移误差 $\leq 1$  mm且旋转误差 $\leq 1^\circ$ 。在OSMS监测下调整后的摆位误差和治疗前CBCT扫描配准后的摆位误差的差异定义为OSMS的精度<sup>[1]</sup>。VisionRT影像是通过六维床纠正CBCT扫描配准后的摆位误差,然后获取的表面影像。通过六维床纠正摆位误差后,原则上患者体位应和模拟定位时体位完全吻合,此时获取的VisionRT影像可作为后续治疗摆位时的参考影像。要将VisionRT影像位置误差归零后,监测并记录分次内的摆位误差。摆位时间是患者躺上治疗床到摆位结束关上治疗门的时间,CBCT时间是开始CBCT扫描到移动治疗床纠正摆位误差的时间,治疗时间是从患者躺上治疗床到治疗结束的时间。

### 1.6 摆位误差

三维方向X、Y、Z轴的平移误差(为各个方向的实际值即有正、负之分,正、负只表示其值的矢量方向),其中右移为“+”、左移为“-”,上移为“+”、下移为“-”,前移为“+”、后移为“-”。三维矢量误差定义为X、Y、Z轴平移误差平方和的平方根。由于OSMS监测到的实时摆位误差是三维方向上不断变化的动态误差,所以只记录分次内的最大三维矢量误差及三维方向上任意一方向上出现的最大旋转角度误差。

### 1.7 统计学方法

采用SPSS 19.0软件,计量资料符合正态分布用 $(\bar{x} \pm \sigma)$ 表示,计数资料和等级资料用例数、百分数描述。计量资料的组间比较采用独立样本 $t$ 检验,计数资料的组间比较采用 $\chi^2$ 检验, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。



图1 A组固定器

图2 B组固定器

图3 光学表面监测系统

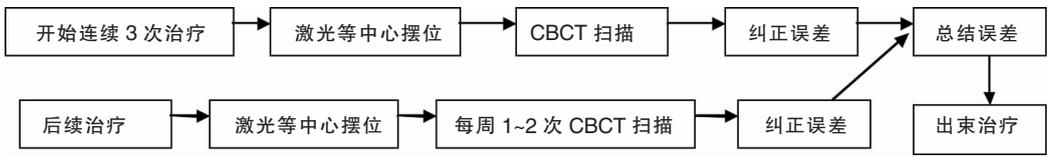


图4 A组固定技术的操作流程

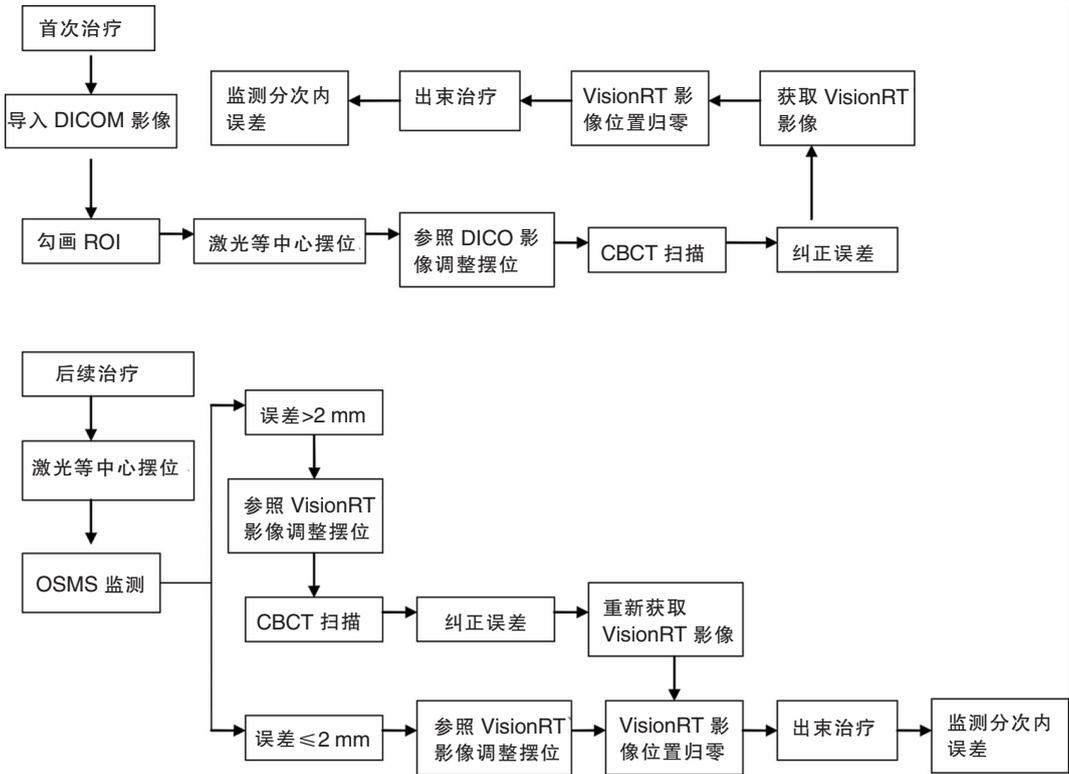


图5 B组固定技术的操作流程

## 2 结果

### 2.1 两组摆位误差及治疗时间的比较

对46例头部肿瘤患者进行340次CBCT扫描,获取每次分次间摆位误差并记录治疗时间。两组固定技术分次间摆位误差比较结果显示,B组比A组明显降低了三维矢量误差,X、Z轴上的平移误差及X轴旋转角度误差( $P < 0.05$ ),详见表2。A、B两组的摆位时间、CBCT扫描配准时间及整个治疗时间为( $2.00 \pm 1.78/2.50 \pm 0.79$ ) min ( $t = -2.321, P = 0.013$ )、( $2.60 \pm 0.67/2.70 \pm 0.76$ ) min ( $t = 0.215, P = 0.830$ )、( $8.60 \pm 2.3/9.00 \pm 2.1$ ) min ( $t = -1.442, P = 0.151$ ),见图6。

### 2.2 OSMS的精度比较

对B组20例患者实施162次OSMS监测发现,OSMS的精度在三维方向上 $< 2$  mm的平移误差占93.9% (199/212),最大平移误差2.8 mm; $< 2^\circ$ 的旋转误差占99.1% (210/212),最大旋转误差 $2.2^\circ$ 。其统计结果详见表3。

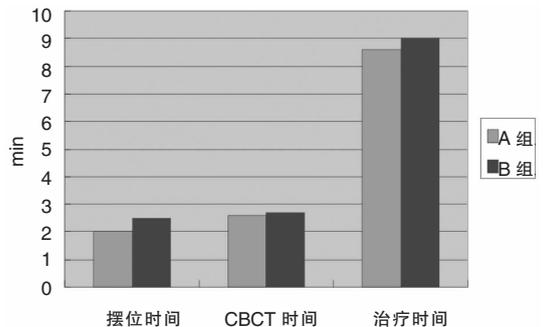


图6 两组治疗时间的比较

表2 两组固定技术分次间摆位误差比较 ( $\Sigma \pm \sigma$ )

组别	CBCT(次数)	平移误差(mm)			三维矢量误差 (mm)	旋转误差( $^{\circ}$ )		
		X	Y	Z		X	Y	Z
A组	178	$-0.34 \pm 1.48$	$0.12 \pm 1.62$	$0.29 \pm 1.14$	$2.24 \pm 1.25$	$0.18 \pm 0.95$	$0.38 \pm 0.82$	$0.20 \pm 1.12$
B组	162	$0.04 \pm 1.00$	$-0.02 \pm 1.45$	$0.06 \pm 0.86$	$1.73 \pm 0.90$	$0.01 \pm 0.09$	$0.22 \pm 0.92$	$0.22 \pm 0.76$
<i>t</i>		-2.817	0.628	2.046	4.258	2.788	1.509	-0.190
<i>P</i>		0.005	0.496	0.042	0.000	0.006	0.133	0.849

注:X(左-右)轴、Y(头-脚)轴、Z(前-后)轴,下表同

表3 OSMS 的精度比较

项目	平移误差(mm)			三维矢量误差 (mm)	旋转误差( $^{\circ}$ )		
	X	Y	Z		X	Y	Z
$\Sigma$	0.20	0.81	0.56	1.28	0.05	0.05	0.01
$\sigma$	0.77	0.66	0.55	0.74	0.75	0.56	0.57

### 2.3 分次内摆位误差的监测

B组患者中分次内的最大三维矢量误差( $0.71 \pm 0.47$ )mm,其中有2例(第3、5例)患者需治疗床旋转 $90^{\circ}$ 进行治疗,此2例患者分次内最大三维矢量误差的均值为1.2、1.1mm,比其他患者略大,见图7。

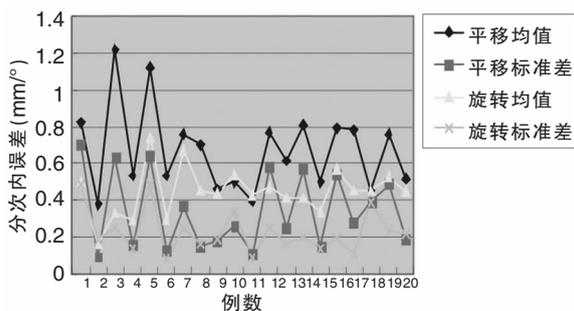


图7 B组患者分次内摆位误差

### 3 讨论

精确的体位固定是目前调强放射治疗(intensity-modulated radiotherapy, IMRT)实现精确定位、精确计划和精确治疗的基础。近年来在常规头部肿瘤IMRT中,多采用发泡胶技术制作个体化的发泡胶头垫结合头部热塑面罩固定患者。许森奎等<sup>[2]</sup>报道了19例鼻咽癌患者采用发泡胶+头颈部热塑闭合面罩固定并进行靶区配准在X、Y、Z轴方向上的平移误差为( $-0.44 \pm 0.87$ )、( $0.18 \pm 1.06$ )、( $-0.13 \pm 0.72$ )mm,此数据与笔者研究的A组患者的数据结果基本一致。而笔者此前的数据<sup>[3]</sup>要大于目前的研究结果,主要是笔者当前研究的是头部肿瘤患者,CBCT的扫描只需考虑头部靶区的配准。此前的研究包括了头颈部患者,CBCT配准时要同时考虑靶区和颈部,因此数据会略微增大。

CBCT是目前广泛应用于临床的IGRT技术,虽然通过CBCT能较精确地在线纠正摆位误差,但也增加了治疗时间,给患者造成了额外的辐射量和经济负担。因此临床上常采用治疗开始前3次连续CBCT扫描出摆位误差总结的记录来指导后续治疗的摆位<sup>[4]</sup>。本研究就是采用上述方法来纠正A组患者分次间的摆位误差。B组患者采用发泡胶+头部热塑开口面罩固定+OSMS进行治疗,B组比A组在分次间摆位误差上明显降低了三维矢量误差,X、Z轴上的平移误差及X轴旋转角度误差( $P < 0.05$ )。这主要是因为OSMS的指导下先调整B组患者体位,使其体位在三维方向上平移误差 $\leq 1$ mm、旋转误差 $\leq 1^{\circ}$ ,此过程需重复脱戴面罩调整头部误差。有文献<sup>[5-6]</sup>报道在对患者第1次扣紧面罩后,会对头部产生3.4mm的平移误差和 $2.5^{\circ}$ 的旋转误差,经重新摆位调整后误差会降到1.8mm和 $1.5^{\circ}$ 。A组患者是依据摆位误差变化趋势的小结进行的一次性摆位,只有经每周1次的CBCT扫描配准后,三维任意一方向上平移误差 $\geq 3$ mm或旋转误差 $\geq 2^{\circ}$ 时,才重新调整摆位,所以B组分次间误差会明显小于A组。Li等<sup>[7]</sup>报道了由于扣紧面罩后的牵拉,患者头部主要出现下颌内收或上抬(X轴)以及左右(Y轴)旋转,此结果与本研究基本一致。本研究显示正是因为戴面罩时增大了X、Y轴的旋转,才造成了Z、X轴上平移误差的增大。而A、B两组在Y轴上的平移误差没有明显差异( $P > 0.05$ ),表明面罩的牵拉对Y轴的平移误差影响不明显,而发泡胶头颈垫将整个头部包裹固定,特别在Y轴头顶方向有支撑可能起到了减小Y轴平移误差的作用。

虽然B组的平均摆位时间比A组多出不到1min,但两组在整个治疗时间上却没有明显差异

( $P > 0.05$ ),这是因为 A 组的 2 次摆位次数率 8.9% (16/178) 明显多于 B 组 1.2% (2/162)。A 组在 178 次摆位中,当 CBCT 扫描配准后的三维各方向上平移误差  $\geq 3$  mm 或旋转误差  $\geq 2^\circ$  时,有 16 例需要 2 次摆位,2 例 3 次摆位;而 B 组在 162 次摆位中只有 2 例 2 次摆位,都出现在同一例轻度幽闭症患者的治疗中,因面罩过紧需重新调整。

通过 CT 模拟定位后由计划系统生成的 DICOM 影像只能作为首次摆位时的表面参考影像,后续治疗必须参照 VisionRT 影像。如将 DICOM 影像作为后续治疗的表面参考影像,根据不同部位的肿瘤会出现 3~9mm 的系统误差<sup>[6]</sup>,这可能因为计划系统导入的 DICOM 影像易受扫描层厚、重建精度等影响,不能准确显示患者体表轮廓,甚至有时会出现体表轮廓缺失,从而会产生系统误差;而参照 VisionRT 影像摆位,没有发现与临床相关的系统误差,本研究是以 VisionRT 影像作为后续治疗的参照影像。Li 等<sup>[7]</sup>和 Mancosu 等<sup>[8]</sup>分别报道了 OSMS 精度在三维矢量误差上分别为(1.5 ± 0.7)mm 和(0.57 ± 0.28)mm,本研究与 Li 等<sup>[7]</sup>的结果一致,比 Mancosu 等<sup>[8]</sup>的结果偏大。因为 Mancosu 等<sup>[8]</sup>是在自制的头模上进行的研究,无法考虑患者实际的头部运动及脸部的变化(如肌肉的张弛等)。OSMS 精度受多种因素的影响:首先 OSMS 受影像配准方式的影响,OSMS 只在二维方向上配准部分表面轮廓 ROI,而 CBCT 是在三维方向上将骨骼、肌肉、组织配准。头部接近刚性结构,与靶区中心相对位移较小,不受呼吸、心跳、胃肠蠕动等的影响,OSMS 精度相对较高。其次是勾画 ROI 的影响,头部 ROI 原则上要包括面罩露出的全部区域如鼻子、脸颊、眼睛、前额,而不应该包括面罩在内,这样能直接反映面部区域的变化<sup>[8]</sup>;但当脸部肿胀受到面罩的挤压而变形时,包入一部分面罩作为参照区域也是可行的<sup>[7]</sup>;Peng 等<sup>[9]</sup>认为将脸的上半部分或一侧的脸作为 ROI,出现影像匹配误差的几率最小,但脸部的 ROI 也不宜勾画过小,否则不能准确而全面地反映头部的摆位误差。脸部应该是勾画 ROI 的最佳区域<sup>[8]</sup>,OSMS 对识别凹凸不平的表面轮廓较敏感,而对平滑体面轮廓变化的识别能力较差,这也是头部比躯干部 OSMS 精度要高的原因之一。最后,OSMS 精度可能还与摄像机的分辨率及摄像机的个数有关<sup>[1,10]</sup>。Walter 等<sup>[10]</sup>采用的是瑞典 C-RAD 公司生产的 Catalyst 激光表面成像系统,此系统仅有 1 个激光源,位于治疗床尾的天花板上,只能获取激光能扫描到的体表轮廓,而位于

患者头侧及左右两侧的部分体表轮廓不能全部获取。本研究采用的是 OSMS (Varian, 美国),在治疗床两侧及脚部各装有 1 台激光摄像机,3 台摄像机能较好地捕捉到患者体表轮廓的变化。

OSMS 跟踪监测患者分次内的最大三维矢量误差均值为 0.71 mm,此数据可能比实际数据略大。当机架旋转到  $\pm (30 \sim 90)^\circ$  时,因遮挡了其中一台摄像机会 0.1~0.5 mm 的位移误差,当机架避开上述角度后,误差又会重新减小;在治疗床旋转到  $90^\circ$  时,位移误差也会增加 1~1.5 mm,当治疗床回到  $0^\circ$  时,误差又会减小。患者头部治疗出束时的误差阈值设置为 2 mm 和  $2^\circ$ ,一旦患者 ROI 误差超出阈值,就会切断加速器出束。对于绝大多数患者而言,偶尔会出现短暂的 1~2 s 的超出阈值,而后误差又减小恢复出束治疗。在一位幽闭症患者的治疗中,前两次治疗中随着治疗时间的延长出现了大于 2 mm 的位移误差,因为此患者面罩开口较大,加上患者较紧张也没扣紧面罩治疗,因此在治疗中出现了头部的转动。对此患者在后续治疗中,我们将出束的阈值设置为 3 mm 和  $3^\circ$ ,并用 1 400 MU/min 的剂量率治疗大大缩短治疗时间。

总之,OSMS 在头部肿瘤患者常规调强治疗中能起到很好的辅助摆位、减小分次间摆位误差的作用,同时还能实时跟踪监测分次内的摆位误差并运用设定阈值暂停出束的功能提高治疗的精度。虽然 OSMS 能减低患者的辐射剂量,但 OSMS 精度受多种因素影响,每周 1 次的 CBCT 体位验证是必要的。

#### 参考文献:

- [1] 钟仁明,叶程伟,李丽琴,等. 光学表面成像系统在 ABC 放疗患者作用探讨[J]. 中华放射肿瘤学杂志,2018,27(1):89-93.  
Zhong RM, Ye CW, Li LQ, et al. Analysis of utility of optical surface imaging system for patients who received radiotherapy with active breath control [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2018, 27(1): 89-93.
- [2] 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体位固定精确度比较[J]. 中华放射肿瘤学杂志,2015,24(2):196-199.  
Xu SK, Yao WY, Hu J, et al. The research of accuracy immobilized using individualized polyurethane scaling agent compared to positioning foam with standard plastics pillow in the radiotherapy of nasopharyngeal carcinoma [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2015, 24(2): 196-199.
- [3] 李庆,刘侃,谢慧轻,等. 锥形束 CT 对鼻咽癌两种体位固定方式摆位误差的验证分析[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,

2017,23(6):550-554.

Li Q, Liu K, Xie HQ, et al. Analysis of setup errors detected cone beam computed tomography using two different immobilization techniques for nasopharyngeal carcinoma[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2017,23(6):550-554.

[4] 李庆,尹龙斌,谢慧轻,等.鼻咽癌调强放疗中摆位误差的变化趋势:基于千伏级锥形束CT的前瞻性研究[J].放射学实践,2017,32(8):870-875.

Li Q, Yin LB, Xie HQ, et al. Trends of inter-fractional setup errors in intensity-modulated radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma: a prospective study based on kilovoltage cone-beam computed tomography[J]. Radiologic Practice, 2017,32(8):870-875.

[5] Li G, Lovelock DM, Mechalakos J, et al. Migration from full-head mask to "open-face" mask for immobilization of patients with head and neck cancer[J]. J Appl Clin Med Phys, 2013,14(5):243-254.

[6] Moser T, Hahl G, Uhl M, et al. Clinical evaluation of a laser surface scanning system in 120 patients for improving daily setup accuracy in fractionated radiation therapy[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2013,85(3):846-853.

[7] Li G, Ballangrud A, Chan M, et al. Clinical experience with two frameless stereotactic radiosurgery (FSRS) systems using optical

surface imaging for motion monitoring[J]. J Appl Clin Med Phys, 2015,16(4):149-162.

[8] Mancosu P, Fogliata A, Stravato A, et al. Accuracy evaluation of the optical surface monitoring system on EDGE linear accelerator in a phantom study[J]. Med Dosim, 2016,41(2):172-179.

[9] Peng JL, Kahler D, Li JG, et al. Characterization of a real-time surface image-guided stereotactic positioning system [J]. Med Phys, 2010,37(10):5421-5433.

[10] Walter F, Freislederer P, Belka C, et al. Evaluation of daily patient positioning for radiotherapy with a commercial 3D surface-imaging system (Catalyst<sup>TM</sup>) [J]. Radiat Oncol, 2016,11(1):154.

(收稿日期:2018-12-14)

**本文引用格式:**李庆,刘飞,付秀根,等.基于光学表面监测系统对头部肿瘤放疗中摆位误差的研究[J].中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,2019,25(5):526-532. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.201905016

**Cite this article as:**LI Qing, LIU Fei, FU Xiu-gen, et al. Study on set-up errors in radiotherapy for head tumors based on an optical surface monitoring system[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2019, 25(5):526-532. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.201905016

(上接第525页)

[14] Lemiengre MB, van Driel ML, Merenstein D, et al. Antibiotics for acute rhinosinusitis in adults[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2018,9:CD006089.

[15] 钱奕亦,金嘉琳,张文宏.细菌性脑脓肿的抗感染治疗进展[J].微生物与感染,2018,13(1):49-55.

Qian YY, Jin JL, Zhang WH. Progress on medical treatment of bacterial brain abscess[J]. Journal of Microbes and Infections, 2018,13(1):49-55.

[16] 吕海丽,严波,王振霖,等.腰大池引流联合鞘内注射对内窥镜经鼻颅底手术后颅内感染的疗效分析[J].中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,2017,23(6):522-525.

Lü HL, Yan B, Wang ZL, et al. Clinical effect of lumbar cistern drainage combined with intrathecal injection of meropenem for the treatment of postoperative intracranial infection in patients with endoscopic endonasal skull base surgery[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2017,23(6):522-525.

[17] Nathoo N, Nadvi SS, Narotam PK, et al. Brain abscess: management and outcome analysis of a computed tomography era experience with 973 patients [J]. World Neurosurg, 2011,75(5-6):716-726.

[18] 李和,彭华,张剑宁,等.脑脓肿45例诊治体会[J].中华神经外科疾病研究杂志,2005,4(4):367-368.

Li H, Peng H, Zhang JN, et al. Clinical diagnosis and treatment in 45 cases of brain abscess[J]. Chinese Journal of Neurosurgical Disease Research, 2005,4(4):367-368.

[19] Hamamoto Filho PT, Zanini MA. Brainstem abscess of undeter-

mined origin: microsurgical drainage and brief antibiotic therapy [J]. Sao Paulo Med J, 2014, 132(2):121-124.

[20] 郭自强,魏新亭.脑脓肿的手术时机[J].中国实用医刊,2015,42(9):8-9.

Guo ZQ, Wei XT. Operation opportunity of brain abscess[J]. Chinese Journal of Practical Medicine, 2015,42(9):8-9.

[21] O'Sullivan MG, Statham PF, Jones PA, et al. Role of intracranial pressure monitoring in severely head-injured patients without signs of intracranial hypertension on initial computerized tomography[J]. J Neurosurg, 1994,80(1):46-50.

[22] Su TM, Lan CM, Tsai YD, et al. Multiloculated pyogenic brain abscess: experience in 25 patients [J]. Neurosurgery, 2003, 52(5):1075-1080.

[23] 李厚恩,钱进,卢旺盛.鼻内镜下经额窦额叶脑脓肿穿刺置管引流术1例[J].转化医学杂志,2013,2(2):125-126.

Li HE, Qian J, Lu WS. Endoscopic transfrontal catheter drainage of frontal lobe abscess: report of one case[J]. Translational Medicine Journal, 2013,2(2):125-126.

(收稿日期:2019-01-10)

**本文引用格式:**徐铭鸿,邱前辉.内镜经鼻手术治疗鼻源性脑脓肿病例报告及文献回顾[J].中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,2019,25(5):522-525,532. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.201905015

**Cite this article as:**XU Ming-hong, QIU Qian-hui. Clinical analysis of transnasal endoscopic surgical treatment of nasogenic brain abscess with literature review[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2019, 25(5):522-525,532. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.201905015