

不同放疗体位固定方式在胸中段食管癌中摆位误差的比较研究

Comparative study of the set-up errors of different radiotherapy immobilization methods for mid-thoracic esophageal cancer patients

Wan Bao, Li Jiao, Yu Nuo, Feng Xin, Zhou Ke, Liu Bofei, Zhu Gengqiang, Wang Xin

引用本文:

万宝, 李娇, 于诺, 等. 不同放疗体位固定方式在胸中段食管癌中摆位误差的比较研究[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2022, 46(6): 347-353. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202202006-00189

Wan Bao, Li Jiao, Yu Nuo, et al. Comparative study of the set-up errors of different radiotherapy immobilization methods for mid-thoracic esophageal cancer patients[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2022, 46(6): 347-353. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202202006-00189

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202202006-00189>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

乳腺癌改良根治术后放疗两种固定方式在锁骨上下区摆位误差的比较

Comparison of the setup errors of two mask systems for immobilizing supra/infraclavicular nodal region of breast cancer patients received postmastectomy radiotherapy

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(6): 348-356 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202005050-00068>

近距离放疗在食管癌治疗中的应用

Application of brachytherapy in the treatment of esophageal cancer

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(4): 257-263 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202003049-00031>

多种PET/CT显像剂在食管癌放化疗疗效评价中的应用进展

Review on multiple PET/CT imaging agents in treatment response evaluation for esophageal cancer

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(5): 472-478 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.05.016>

内镜下钛夹植入对局部晚期食管癌术前放疗患者靶区勾画和剂量学参数的影响

Effect of endoscopic titanium clip labeling on target delineation and dosimetric parameters in preoperative radiotherapy for locally advanced esophageal carcinoma

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(11): 682-688 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202010012-00118>

3种不同放疗技术在左侧乳腺癌保乳术后全乳腺放疗中的剂量学比较

Dosimetric comparison of three different radiotherapy techniques in whole breast radiotherapy after breast-conserving surgery for left breast cancer

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(9): 569-574 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201912030-00078>

电子射野影像系统在放疗中的应用进展

Advances in the application of electronic portal imaging device in radiotherapy

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(5): 468-471 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.05.015>

·临床研究·

不同放疗体位固定方式在胸中段食管癌中摆位误差的比较研究

万宝 李娇 于诺 冯鑫 周科 刘博飞 朱耿强 王鑫

国家癌症中心, 国家肿瘤临床医学研究中心, 中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院放疗科, 北京 100021

通信作者: 王鑫, Email: beryl_wx2000@163.com

【摘要】目的 比较胸中段食管癌采用3种不同放疗体位固定方式的摆位误差, 分析不同放疗体位固定方式对锁骨上下区摆位误差的影响。**方法** 回顾性分析2019年11月至2021年11月在中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院行调强放疗的73例食管癌患者的临床资料, 其中男性56例、女性17例, 中位年龄63.6(36.5~85.3)岁。73例患者分别采用3种不同的放疗体位固定方式: 胸腹平架上举固定(双手交叉置于额头)组24例、胸腹平架体侧固定(双手置于体侧)组25例和颈胸一体架体侧固定(双手置于体侧)组24例。第1周行锥形束CT 5次, 后续每周1次。记录配准前后区域内的左右(X)方向、头脚(Y)方向和腹背(Z)方向的平移摆位误差, 测量3种不同放疗体位固定方式的肩锁关节平移摆位误差并分别计算肩锁关节的位置移动幅度 ΔX 、 ΔY 、 ΔZ 和三维空间位移 d 。组间两两比较采用独立样本 t 检验或Wilcoxon秩和检验。**结果** 胸腹平架上举固定组、胸腹平架体侧固定组、颈胸一体架体侧固定组分别共行208、195和195次锥形束CT扫描, 3组的平移摆位误差分别为 X 方向:(0.19 ± 0.15)、(0.16 ± 0.15)、(0.14 ± 0.14) cm; Y 方向:(0.30 ± 0.24)、(0.27 ± 0.22)、(0.21 ± 0.20) cm; Z 方向:(0.20 ± 0.14)、(0.17 ± 0.18)、(0.16 ± 0.17) cm。颈胸一体架体侧固定组在3个方向上的平移摆位误差均小于另外2组, 除与胸腹平架体侧固定组在 Y 方向的平移摆位误差的差异无统计学意义($t=0.85$, $P>0.05$)外, 其余差异均有统计学意义($t=-9.85\sim 5.89$, 均 $P<0.05$)。3组的肩锁关节的三维空间位移 d 分别为(0.24 ± 0.17)、(0.28 ± 0.16)、(0.23 ± 0.13) cm。胸腹平架上举固定组与颈胸一体架体侧固定组的肩锁关节的位置移动幅度 ΔY 的差异有统计学意义[(0.11 ± 0.11) cm对(0.13 ± 0.11) cm, $Z=-2.16$, $P<0.05$]; 胸腹平架体侧固定组与颈胸一体架体侧固定组的肩锁关节的位置移动幅度 ΔZ [(0.18 ± 0.15) cm对(0.12 ± 0.10) cm, $Z=-4.19$, $P<0.001$]和肩锁关节的三维空间位移 d [(0.28 ± 0.16) cm对(0.23 ± 0.13) cm, $Z=-3.63$, $P<0.001$]的差异均有统计学意义。**结论** 对于需要行锁骨上下区放疗的胸中段食管癌患者, 采用颈胸一体架体侧固定方式在平移摆位误差和肩锁关节的三维空间位移上明显优于胸腹平架固定方式, 可以有效提高锁骨上下区的治疗精准度。

【关键词】 食管肿瘤; 放射疗法; 摆位误差; 固定装置; 三维空间位移

基金项目: 中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目(2021-I2M-C&T-B-072); 北京市希思科临床肿瘤学研究会希思科-石药肿瘤研究基金(Y-SY201901-0004)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202202006-00189](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202202006-00189)

Comparative study of the set-up errors of different radiotherapy immobilization methods for mid-thoracic esophageal cancer patients

Wan Bao, Li Jiao, Yu Nuo, Feng Xin, Zhou Ke, Liu Bofei, Zhu Gengqiang, Wang Xin

Department of Radiation Oncology, Cancer Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, National Clinical Research Center for Cancer, National Cancer Center, Beijing 100021, China

Corresponding author: Wang Xin, Email: beryl_wx2000@163.com

【Abstract】 Objective To compare the set-up errors of mid-thoracic esophageal cancer treated

with three different radiotherapy immobilization methods and to analyze its influence on the set-up errors of the supraclavicular and infraclavicular region. **Methods** A total of 73 mid-thoracic esophageal cancer patients with supraclavicular lymph node metastasis treated from November 2019 to November 2021 at the Cancer Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College were retrospectively reviewed. The sample included 56 males and 17 females, with a median age of 63.6 (36.5–85.3) years. Of these, 24 patients were fixed with a thoracoabdominal flat frame, with both hands crossed on the forehead and 25 had both of their hands placed on the sides of their bodies. In addition, 24 patients were fixed with integrated cervicothoracic immobilization devices with both their hands on the sides of their bodies. Cone beam CT (CBCT) scans were performed once a day at the first five workdays and once a week in the following treatment time. Translational set-up errors in the (*X* direction) left and right, (*Y* direction) cranial and caudal, (*Z* direction) ventral and dorsal directions within the compared target volumes were recorded. The translational set-up error of the three modes of immobilization were compared, and the amplitudes of movement and the three-dimensional spatial displacement of the acromioclavicular joint were measured. Independent sample *t*-test or Wilcoxon rank sum test were employed to analyze the error values between groups. **Results** A total of 208, 195, and 195 CBCT scans were performed in the thoracoabdominal flat frame elevation, the thoracoabdominal flat frame side, and the integrated cervicothoracic immobilization device side groups, respectively. The translational set-up errors of the three groups were recorded for the left and right directions: (0.19±0.15), (0.16±0.15), and (0.14±0.14) cm; the cranial and caudal directions: (0.30±0.24), (0.27±0.22), and (0.21±0.20) cm; and the ventral and dorsal directions: (0.20±0.14), (0.17±0.18), and (0.16±0.17) cm, respectively. The translational set-up errors in the three directions of the integrated cervicothoracic immobilization device side group were better than those of the other two groups. Compared with the integrated cervicothoracic immobilization device side group, all the setup errors showed significant statistical differences ($t=-9.85$ to 5.89 ; all $P<0.05$), except for the thoracoabdominal flat frame side group in the *Y* direction ($t=0.85$, $P>0.05$). The three-dimensional displacement *d* values of the acromioclavicular joint in the three groups were (0.24±0.17), (0.28±0.16), and (0.23±0.13) cm, respectively. The difference of ΔY between thoracoabdominal flat frame elevation group and integrated cervicothoracic immobilization device side group was statistically significant ((0.11±0.11) cm vs. (0.13±0.11) cm, $Z=-2.16$, $P<0.05$). There were also significant differences in ΔZ ((0.18±0.15) cm vs. (0.12±0.10) cm, $Z=-4.19$, $P<0.001$) and the three-dimensional spatial displacement *d* values of the acromioclavicular joint ((0.28±0.16) cm vs. (0.23±0.13) cm, $Z=-3.63$, $P<0.001$) between the thoracoabdominal flat frame side and the integrated cervicothoracic immobilization device side groups. **Conclusion** For mid-thoracic esophageal cancer patients with irradiated supraclavicular and infraclavicular region, shoulder immobilization using integrated cervicothoracic immobilization devices is better in translational set-up errors and three-dimensional spatial displacement of the acromioclavicular joint than thoracoabdominal flat frame, as it can effectively improve the accuracy of a radiotherapy plan.

【 Key words 】 Esophageal neoplasms; Radiotherapy; Setup errors; Immobilization device; Three dimensional displacement

Fund programs: CAMS Innovation Fund for Medical Sciences (2021-I2M-C&T-B-072); Chinese Society of Clinical Oncology-Beijing Xisike Clinical Oncology Research Foundation (Y-SY201901-0004)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202202006-00189](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202202006-00189)

食管癌是我国发病率排名第6位的常见肿瘤^[1], 其年发病患者数达25万例, 是我国病死率排名第4位的肿瘤, 每年约19万例患者因其死亡^[2]。对于伴有锁骨上淋巴结转移的患者, 根治性同步放化疗

是其标准治疗方法^[3-4]。对于胸中段食管癌伴有锁骨上淋巴结转移的患者, 照射野通常较长, 需要包括纵隔及锁骨上区。临床上常用的胸腹平板对体部的固定效果较好, 而对锁骨上区的固定效果较差。

同时,由于双侧手臂摆放位置的不同,进一步增大了肩锁关节的移动幅度。因此,既保证体部摆位准确,又尽量减小肩锁关节的移动幅度和摆位误差,是提高放疗精准度、减轻放疗不良反应的关键。目前,根据食管癌原发部位的不同,临床上对食管癌患者主要采用胸腹平架或颈胸一体架2种固定方式,而这2种体位固定方式孰优孰劣还不得而知。本研究通过比较不同放疗体位固定方式的摆位误差,为需要行锁骨上下区放疗的胸中段食管癌患者临床固定装置的选择提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2019年11月至2021年11月在中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院放疗科行调强放疗的食管癌患者进行回顾性研究。纳入标准:年龄18岁以上,卡氏评分 ≥ 70 分;活体组织病理学检查或细胞病理学检查结果证实为食管鳞癌;临床分期为T2-4N0-1M0-1(根据美国癌症联合会第8版分期,肿瘤中心位于奇静脉弓与下肺静脉之间^[5]);接受根治性放化疗,且放疗部位包含锁骨上区;患者同意并签署了知情同意书。排除标准:入组前5年内有其他部位的恶性肿瘤病史;已经接受过手术、放疗或化疗等其他治疗;诊断时已有超出锁骨上淋巴结区域以外的远处和血行转移(包括腹膜后多发淋巴结转移、骨转移、脑转移、肺转移、肝转移)及胸腹水(查到或未查到癌细胞)。

根据以上标准,共入组73例患者,其中男性56例、女性17例,中位年龄63.6(36.5~85.3)岁。根据放疗体位固定方式不同将73例患者分为3组:

胸腹平架上举固定组(24例)、胸腹平架体侧固定组(25例)和颈胸一体架体侧固定组(24例)。本研究已获得中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院伦理审查委员会批准(批号为19/291-2075)。

1.2 体位固定与CT模拟定位

胸腹平架上举固定组、胸腹平架体侧固定组和颈胸一体架体侧固定组患者分别使用热塑体膜(广州科莱瑞迪医疗器械有限公司)进行固定,固定方式分别见图1。3组患者均取头先进仰卧位。其中,胸腹平架上举固定组患者双手抱肘交叉置于额头,胸腹平架体侧固定组和颈胸一体架体侧固定组患者手臂伸直,手掌贴于身体两侧。靶区摆位中心标于两侧胸壁皮肤上,体中线标于胸骨正中央,选择适合颈部状况的头枕。

CT(荷兰飞利浦公司Brilliance Big Bore型或德国西门子公司SOMATOM Definition AS 40型)扫描层厚和层距均为5 mm,管电压120 kV,管电流200 mA,行增强扫描,扫描范围上至乳突水平,下至第5腰椎下缘水平。治疗中心标于热塑体膜上。

1.3 靶区设计和数据采集

患者行定位图像扫描,主管技师将CT模拟定位图像传输至Pinnacle(version 9.10)计划系统(荷兰飞利浦公司),副主任医师根据患者实际病情对靶区进行勾画,医学物理师(具有5年以上工作经验)在确定靶区中心的情况下优化治疗计划。通过MOSAIQ网络系统(瑞典医科达公司)将CT模拟定位图像传至加速器治疗室,技师确定医嘱后,第1周行锥形束CT 5次,后续每周1次。扫描配准框上界达环状软骨上缘,下界至膈肌下5 cm,左右至整个靶区外放2 cm处。根据图像引导放疗

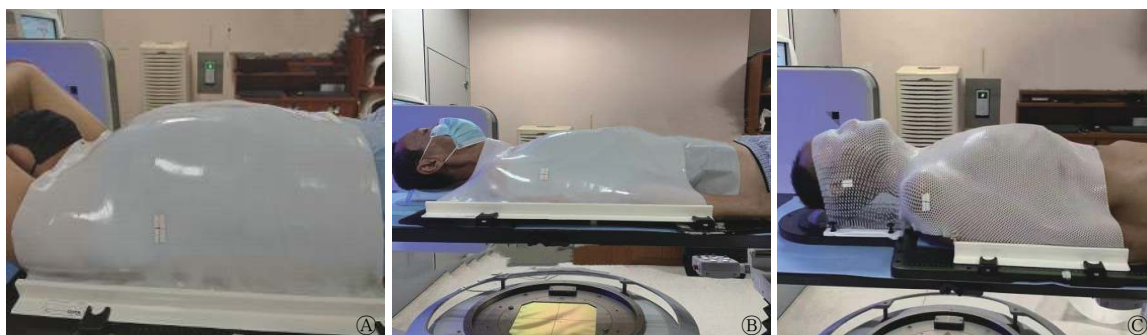


图1 CT模拟定位患者的胸腹平架(A、B)、颈胸一体架(C)热塑体膜固定 A为双手交叉置于额前;B、C为双手置于体侧。CT为计算机断层摄影术

Figure 1 Thoracoabdominal flat frame (A, B) and integrated cervicothoracic (C) thermoplastic membrane immobilization for patients during CT simulation

(IGRT)协作组的规范化建议,配准框的范围在以计划靶体积(PTV)为基础的三维方向上各外放2 cm。基于食管癌患者易受到呼吸动度等诸多因素的影响,先用软组织配准,然后手动调整,使得锥形束CT图像与定位图像重叠。用计算机自动比对配准前后的锥形束CT图像,计算出配准前后图像的误差,即为摆位误差,包括左右(X)方向、头脚(Y)方向、腹背(Z)方向的平移摆位误差和矢状面、横断面、冠状面的旋转摆位误差。

以胸骨柄上缘和胸骨柄上缘水平后椎体上界为配准框上界,胸骨柄下缘和胸骨柄下缘水平后椎体下界为配准框下界,包括整个胸骨柄和对应椎体,自行配准取X、Y、Z方向上的数值为胸锁关节的位移误差(X-sc、Y-sc、Z-sc)。肩锁关节的位移误差以胸锁关节下界为下界,包括整个肩锁关节,自行配准取X、Y、Z方向上的数值为肩锁关节的位移误差(X-ac、Y-ac、Z-ac)。二者之差取绝对值,用 $\Delta X(\Delta X=|X-sc-X-ac|)$ 、 $\Delta Y(\Delta Y=|Y-sc-Y-ac|)$ 、 $\Delta Z(\Delta Z=|Z-sc-Z-ac|)$ 表示肩锁关节的位置移动幅度,用 $d(d=\sqrt{\Delta X^2+\Delta Y^2+\Delta Z^2})$ 表示肩锁关节的三维空间位移。

1.4 统计学方法

应用SPSS 25.0软件对数据进行统计学分析。符合正态分布的计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间两两比较采用独立样本t检验(方差齐);不符合正态分布的计量资料采用中位数表示,组间两两比较采用Wilcoxon秩和检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 摆位误差

胸腹平架上举固定组、胸腹平架体侧固定组、颈胸一体架体侧固定组分别共行208、195和195次锥形束CT扫描,共获得598组图像数据,3组不同放疗体位固定方式的胸中段食管癌患者的

平移摆位误差和旋转摆位误差见表1。由表1可知,颈胸一体架体侧固定组在X、Y、Z方向的平移摆位误差均小于另外2组,除与胸腹平架体侧固定组在Y方向的平移摆位误差的差异无统计学意义($t=0.85, P>0.05$)外,其余差异均有统计学意义($t=-9.85\sim 5.89$,均 $P<0.05$);胸腹平架体侧固定组在矢状面、横断面、冠状面的旋转摆位误差均小于另外2组,与颈胸一体架体侧固定组相比,除胸腹平架体侧固定组在冠状面的旋转摆位误差的差异无统计学意义($t=-0.95, P>0.05$)外,胸腹平架上举固定组和胸腹平架体侧固定组在其他方向的旋转摆位误差的差异均有统计学意义($t=-3.02\sim 14.92$,均 $P<0.05$)。

2.2 摆位误差的区间分布

3组患者在X、Y、Z方向上的平移摆位误差和在矢状面、横断面、冠状面的旋转摆位误差的区间分布情况见表2和表3。由表2、3可知,胸腹平架上举固定组、胸腹平架体侧固定组和颈胸一体架体侧固定组在X、Y、Z方向的平移摆位误差 ≤ 2 mm的百分比分别为61.06%、61.03%和62.56%,38.94%、28.72%和54.87%,50.48%、55.38%和73.33%;在矢状面、横断面、冠状面的旋转摆位误差 $\leq 1^\circ$ 的百分比分别为65.87%、72.82%和76.41%,59.13%、55.00%和62.44%,68.27%、80.00%和80.51%。

2.3 肩锁关节位置移动幅度和三维空间位移

3组患者肩锁关节位置移动幅度和三维空间位移见表4。由表4可知,胸腹平架上举固定组与颈胸一体架体侧固定组的肩锁关节位置移动幅度 ΔY 的差异有统计学意义($Z=-2.16, P=0.030$);胸腹平架体侧固定组与颈胸一体架体侧固定组的肩锁关节位置移动幅度 ΔZ 和三维空间位移 d 的差异均有统计学意义(均 $P<0.001$)。

表1 3组不同放疗体位固定方式的胸中段食管癌患者的平移摆位误差和旋转摆位误差($\bar{x}\pm s$)

Table 1 Translational and rotational set-up errors of three groups with different radiotherapy immobilization methods for mid-thoracic esophageal cancer patients ($\bar{x}\pm s$)

组别	X方向(cm)	Y方向(cm)	Z方向(cm)	矢状面($^\circ$)	横断面($^\circ$)	冠状面($^\circ$)
胸腹平架上举固定组($n=24$)	0.19 \pm 0.15 ^a	0.30 \pm 0.24 ^a	0.20 \pm 0.14 ^a	0.81 \pm 0.63 ^a	1.02 \pm 0.67 ^a	0.77 \pm 0.66 ^a
胸腹平架体侧固定组($n=25$)	0.16 \pm 0.15 ^a	0.27 \pm 0.22	0.17 \pm 0.18 ^a	0.55 \pm 0.56 ^a	0.92 \pm 0.71 ^a	0.45 \pm 0.52
颈胸一体架体侧固定组($n=24$)	0.14 \pm 0.14	0.21 \pm 0.20	0.16 \pm 0.17	0.66 \pm 0.68	1.10 \pm 1.04	0.61 \pm 0.60

注: X方向为左右方向; Y方向为头脚方向; Z方向为腹背方向。^a表示与颈胸一体架体侧固定组相比,差异均有统计学意义($t=-9.85\sim 14.92$,均 $P<0.05$)

表2 3组不同放疗体位固定方式的胸中段食管癌患者不同区间平移摆位误差的百分比(%)

Table 2 Comparison of the translational set-up errors percentages of three groups with different radiotherapy immobilization methods for mid-thoracic esophageal cancer patients (%)

组别	X方向			Y方向			Z方向		
	>4 mm	≤4 mm且>2 mm	≤2 mm	>4 mm	≤4 mm且>2 mm	≤2 mm	>4 mm	≤4 mm且>2 mm	≤2 mm
胸腹平架上举固定组 (n=24)	10.10	28.85	61.06	5.64	33.33	61.03	4.62	32.82	62.56
胸腹平架体侧固定组 (n=25)	31.25	29.81	38.94	29.23	42.05	28.72	16.92	28.21	54.87
颈胸一体架体侧固定组 (n=24)	16.83	32.69	50.48	10.77	33.85	55.38	8.21	18.46	73.33

注: X方向为左右方向; Y方向为头脚方向; Z方向为腹背方向

表3 3组不同放疗体位固定方式的胸中段食管癌患者不同区间旋转摆位误差的百分比(%)

Table 3 Comparison of the rotational set-up errors percentages of three groups with different radiotherapy immobilization methods for mid-thoracic esophageal cancer patients (%)

组别	矢状面			横断面			冠状面		
	>2°	≤2°且>1°	≤1°	>2°	≤2°且>1°	≤1°	>2°	≤2°且>1°	≤1°
胸腹平架上举固定组 (n=24)	7.69	26.44	65.87	5.64	21.54	72.82	1.03	22.56	76.41
胸腹平架体侧固定组 (n=25)	11.54	29.33	59.13	13.72	31.28	55.00	10.38	27.18	62.44
颈胸一体架体侧固定组 (n=24)	2.88	28.85	68.27	3.08	16.92	80.00	1.03	18.46	80.51

表4 3组不同放疗体位固定方式的胸中段食管癌患者的肩锁关节位置移动幅度和三维空间位移($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison of the movement amplitude and three-dimensional spatial displacement of the acromioclavicular joint of three groups with different radiotherapy immobilization methods for mid-thoracic esophageal cancer patients ($\bar{x} \pm s$)

组别	位置移动幅度(cm)			三维空间位移d(cm)
	ΔX	ΔY	ΔZ	
胸腹平架上举固定组 (n=24)	0.10±0.13	0.11±0.11 ^a	0.10±0.14	0.24±0.17
胸腹平架体侧固定组 (n=25)	0.10±0.09	0.13±0.13	0.18±0.15 ^a	0.28±0.16 ^a
颈胸一体架体侧固定组 (n=24)	0.09±0.08	0.13±0.11	0.12±0.10	0.23±0.13

注: ^a表示与颈胸一体架体侧固定组相比, 差异均有统计学意义 (Z=-2.16、-4.19、-3.63, P=0.030、<0.001、<0.001)

3 讨论

放疗是食管癌的重要治疗手段之一。对于不可手术切除的食管癌, 目前美国国立综合癌症网络(NCCN)指南^[6]和中国临床肿瘤学会(CSCO)指南^[7]均建议行根治性同步放化疗。但既往文献报道, 食管癌患者在接受根治性放化疗后, 肿瘤复发率仍达43%~58%^[8-9], 其中食管原发肿瘤未控是根治性放化疗后主要的失败模式及致死原因。决定预后的因素, 除肿瘤对放疗的敏感性、临床分期等因素以外, 放疗的精准实施也十分关键。固定装置的选择对于放疗的精确实施至关重要^[10-11]。放疗精准度的下降可能导致靶区偏移, 造成肿瘤区的放疗剂量不足^[12], 进而造成局部肿瘤控制率的下降和周围正常组织的损伤增多^[13-14]。Kole等^[13]和李超等^[15]应用不同放疗技术观察食管癌放疗后的近期和远期疗效, 结果显示调强放疗可降低危及器官的不良反应。综上, 体位固定方式对放疗摆位的精准实施至

关重要。

食管癌放疗固定装置中, 热塑体膜胸腹平架摆位装置应用非常普遍。在临床实践中, 由于基于胸腹平架的热塑体膜不能很好地固定锁骨上区, 颈部、锁骨上和枕部的生理曲线弧度与头枕无法完全适配, 加之患者体型、一般状态、年龄等因素影响, 可能会导致锁骨上区照射的精准性受到较大影响。针对上述问题, 我中心引进了颈胸一体架。由于颈胸一体架对颈部和胸腹部均有固定, 对整个手臂均有一定的束缚, 解决了传统胸腹平架在固定中难以兼顾锁骨上区和胸腹部的问题^[16-17]。

既往关于锁骨上区的位置移动幅度和三维空间位移的临床研究很少^[18-20], 本研究结果显示, 在肩锁关节的位置移动幅度方面, 胸腹平架上举固定组与颈胸一体架体侧固定组的 ΔY 的差异有统计学意义, 胸腹平架体侧固定组与颈胸一体架体侧固定组的 ΔZ 的差异有统计学意义; 在肩锁关节的三维空间位移d方面, 胸腹平架体侧固定组与颈胸一体架

体侧固定组的差异有统计学意义,且颈胸一体架体侧固定组的肩锁关节的三维空间位移 d 均小于其他2组。

除了胸腹平架固定装置外,真空垫在食管癌患者放疗体位的固定中也有广泛应用。例如,上海复旦大学肿瘤医院针对超长靶区的食管癌患者采用Body Pro-Lok™结合真空垫,取得了较为理想的固定效果^[21]。但是真空垫与胸腹平架的固定效果孰优孰劣目前尚无定论。有研究结果表明,对于胸上段食管癌患者,基于胸腹平架联合头颈肩热塑膜的固定效果明显优于真空垫^[22]。因此,对于颈部和上胸区域,胸腹平架联合热塑膜的固定效果可能更优;另外,也有研究结果表明,对于中下段食管癌患者,真空垫联合热塑膜的固定效果优于单纯热塑膜^[23]。因此,真空垫与热塑膜的联合装置可以实现2种固定方式的优势互补。综上,对于胸中段食管癌患者,还应在未来的研究中进一步探讨真空垫联合头颈肩热塑膜固定方式的可行性和准确性。

值得注意的是,容积调强弧形治疗技术有显著的剂量学优势,也是目前广泛采用的食管癌放疗技术。其一大特点是围绕躯干进行弧形布野,照射范围往往包括躯干全周。因此,采用颈胸一体架体侧固定方式可能会增加上肢的额外照射。针对此问题,可以采取的策略包括使用三维适形放疗技术、静态调强技术和上肢上举等。而如果采用上肢上举,则可能增加锁骨上区的摆位不准确性,增加皮肤皱褶、照射剂量和不良反应,因此临床上需要结合实际情况综合考虑。

本研究存在以下不足之处:(1)食管癌患者在选择体位固定方式时与患病部位及靶区设计有密切关系,本研究中我们选择了中段食管癌的患者,对于上段食管癌伴有腹腔淋巴结转移或者下段食管癌伴有锁骨上淋巴结转移的患者,还需要进行相应地分析;(2)本研究纳入的病例数较少,颈胸一体架体侧固定方式是否为食管癌患者最优的体位固定方式,仍有待进一步研究;(3)不同的体位固定方式,特别是手臂放置方式,对于靶区计划设计可能存在影响,还需要进一步研究;(4)颈胸一体架体侧固定方式在实际治疗过程中的旋转摆位误差值得关注,需要更多的研究数据来作相应分析。

综上所述,在胸中段食管癌放疗体位固定中要不断改进固定方式来满足临床需求,采用颈胸一体

架体侧固定方式在平移摆位误差和肩锁关节的三维空间位移上优于胸腹平架固定方式,可以有效提高锁骨上下区的放疗精准度,推荐临床使用。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 万宝负责课题的设计、论文的撰写、数据的统计分析;李娇、于诺负责临床患者入组的实施;冯鑫负责英文摘要的撰写及校对、研究设计的指导;周科、刘博飞、朱耿强负责数据的收集与分析;王鑫负责课题的设计、论文的撰写

参 考 文 献

- [1] Chen WQ, Sun KX, Zheng RS, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2014[J]. *Chin J Cancer Res*, 2018, 30(1): 1–12. DOI: 10.21147/j.issn.1000-9604.2018.01.01.
- [2] Chen WQ, Zheng RS, Baade PD, et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. *CA Cancer J Clin*, 2016, 66(2): 115–132. DOI: 10.3322/caac.21338.
- [3] Jeene PM, Versteijne E, van Berge Henegouwen MI, et al. Supraclavicular node disease is not an independent prognostic factor for survival of esophageal cancer patients treated with definitive chemoradiation[J]. *Acta Oncol*, 2017, 56(1): 33–38. DOI: 10.1080/0284186X.2016.1240880.
- [4] Honma Y, Hokamura N, Nagashima K, et al. Clinical outcomes of resectable esophageal cancer with supraclavicular lymph node metastases treated with curative intent[J]. *Anticancer Res*, 2017, 37(7): 3741–3749. DOI: 10.21873/anticancer.11748.
- [5] Rice TW, Ishwaran H, Ferguson MK, et al. Cancer of the esophagus and esophagogastric junction: an eighth edition staging primer[J]. *J Thorac Oncol*, 2017, 12(1): 36–42. DOI: 10.1016/j.jtho.2016.10.016.
- [6] 中国临床肿瘤学会指南工作委员会. 中国临床肿瘤学会(CSCO)食管癌诊疗指南 2019[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2019.
Guidelines Working Committee of Chinese Society of Clinical Oncology. 2019 Guidelines Working Committee of Chinese Society of Clinical Oncology (CSCO) guidelines for the diagnosis and treatment of esophageal cancer[M]. Beijing: People's Health Publishing House, 2019.
- [7] Ajani JA, D'Amico TA, Bentrem DJ, et al. Esophageal and esophagogastric junction cancers, version 2. 2019, NCCN clinical practice guidelines in oncology[J]. *J Natl Compr Canc Netw*, 2019, 17(7): 855–883. DOI: 10.6004/jncn.2019.0033.
- [8] Ji Q, Aoyama C, Nien YD, et al. Selective loss of AKR1C1 and AKR1C2 in breast cancer and their potential effect on progesterone signaling[J]. *Cancer Res*, 2004, 64(20): 7610–7617. DOI: 10.1158/0008-5472.Can-04-1608.
- [9] Lin HK, Steckelbroeck S, Fung KM, et al. Characterization of a monoclonal antibody for human aldo-keto reductase

- AKR1C3 (type 2 3 α -hydroxysteroid dehydrogenase/type 5 17 β -hydroxysteroid dehydrogenase); immunohistochemical detection in breast and prostate[J]. *Steroids*, 2004, 69(13/14): 795–801. DOI: 10.1016/j.steroids.2004.09.014.
- [10] 邓素芬, 邹金华, 刘欢欢, 等. 食管癌患者两种固定装置摆位误差及计划靶区外扩值探讨[J]. *现代仪器与医疗*, 2021, 27(2): 31–33, 39. DOI: 10.11876/mimt202102008.
- Deng SF, Zou JH, Liu HH, et al. A study on the setup errors with two kinds of fixed devices in esophageal cancer patients and the margin of planning target volume[J]. *Mod Instrum Med Treat*, 2021, 27(2): 31–33, 39. DOI: 10.11876/mimt202102008.
- [11] 陆康才, 董秀娟, 涂燕玲, 等. 多种体罩在胸上段食管癌 IMRT 中的固定性比较[J]. *中国医疗器械信息*, 2019, 25(19): 44–45. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6586.2019.19.017.
- Lu KC, Dong XJ, Tu YL, et al. Multiple body coverages in IMRT of upper thoracic esophageal carcinoma the qualitative comparison[J]. *China Med Device Inf*, 2019, 25(19): 44–45. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6586.2019.19.017.
- [12] Han CH, Schiffner DC, Schultheiss TE, et al. Residual setup errors and dose variations with less-than-daily image guided patient setup in external beam radiotherapy for esophageal cancer[J]. *Radiother Oncol*, 2012, 102(2): 309–314. DOI: 10.1016/j.radonc.2011.07.027.
- [13] Kole TP, Aghayere O, Kwah J, et al. Comparison of heart and coronary artery doses associated with intensity-modulated radiotherapy versus three-dimensional conformal radiotherapy for distal esophageal cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2012, 83(5): 1580–1586. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2011.10.053.
- [14] Wang D, Yang Y, Zhu J, et al. 3D-conformal RT, fixed-field IMRT and RapidArc, which one is better for esophageal carcinoma treated with elective nodal irradiation[J]. *Technol Cancer Res Treat*, 2011, 10(5): 487–494. DOI: 10.7785/ctrt.2012.500225.
- [15] 李超, 孙仁煌, 王凤琴. 颈及胸上段食管癌调强放疗的临床研究[J]. *中国医药导刊*, 2017, 19(1): 17–18. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0959.2017.01.009.
- Li C, Sun RH, Wang FQ. Clinical study of intensity modulated Radiotherapy for cervical and upper thoracic esophageal carcinoma[J]. *Chin J Med Guide*, 2017, 19(1): 17–18. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0959.2017.01.009.
- [16] 万宝, 郇福奎, 赵宇, 等. 局部晚期食管癌放疗治疗两种固定方式的锁骨上区动度比较分析[J]. *基础医学与临床*, 2022, 42(1): 131–135. DOI: 10.3969/j.issn.1001-6325.2022.01.022.
- Wan B, Huan FK, Zhao Y, et al. Comparative analysis of Supraclavicular area mobility in locally advanced Esophageal cancer radiation therapy with two different fixed ways[J]. *Basic Clin Med*, 2022, 42(1): 131–135. DOI: 10.3969/j.issn.1001-6325.2022.01.022.
- [17] 张彦新, 郇福奎, 耿松松, 等. 乳腺癌改良根治术后放疗两种固定方式在锁骨上下区摆位误差的比较[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2021, 45(6): 348–356. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202005050-00068.
- Zhang YX, Huan FK, Geng SS, et al. Comparison of the setup errors of two mask systems for immobilizing supra/infraclavicular nodal region of breast cancer patients received postmastectomy radiotherapy[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2021, 45(6): 348–356. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202005050-00068.
- [18] Thomas M, De Roover R, van der Merwe S, et al. The use of tumour markers in oesophageal cancer to quantify setup errors and baseline shifts during treatment[J/OL]. *Clin Transl Radiat Oncol*, 2021, 26: 8–14[2022-02-13]. [https://www.ctro.science/article/S2405-6308\(20\)30088-4/fulltext](https://www.ctro.science/article/S2405-6308(20)30088-4/fulltext). DOI: 10.1016/j.ctro.2020.11.001.
- [19] Heinzerling JH, Hampton CJ, Robinson M, et al. Use of surface-guided radiation therapy in combination with IGRT for setup and intrafraction motion monitoring during stereotactic body radiation therapy treatments of the lung and abdomen[J/OL]. *J Appl Clin Med Phys*, 2020, 21(5): 48–55[2022-02-13]. <https://aapm.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/acm2.12852>. DOI: 10.1002/acm2.12852.
- [20] Miura H, Ozawa S, Nakao M, et al. Investigation of interfractional variation in lung tumor position under expiratory-phase breath hold using cone-beam computed tomography in stereotactic body radiation therapy[J]. *Med Dosim*, 2021, 46(4): 370–373. DOI: 10.1016/j.meddos.2021.04.001.
- [21] 胡永, 张振宁, 张树民. 超长靶区食管癌螺旋断层放疗时不同体位固定方式效果比较[J]. *实用肿瘤杂志*, 2016, 31(6): 546–549. DOI: 10.13267/j.cnki.syzlzz.2016.06.044.
- Hu Y, Zhang ZN, Zhang SM. Comparison of two body immobilization approaches in helical tomotherapy for esophageal carcinoma patients with extraordinarily long distance target[J]. *J Pract Oncol*, 2016, 31(6): 546–549. DOI: 10.13267/j.cnki.syzlzz.2016.06.044.
- [22] 陈作明. 应用锥形束 CT 对比胸上段食管癌患者两种不同固定方式的摆位误差[J]. *中外医学研究*, 2021, 19(27): 72–76. DOI: 10.14033/j.cnki.cfmr.2021.27.022.
- Chen ZM. Comparative analysis of positioning error between two different fixation modes of patients with upper thoracic esophageal cancer by cone-beam CT[J]. *Chin Foreign Med Res*, 2021, 19(27): 72–76. DOI: 10.14033/j.cnki.cfmr.2021.27.022.
- [23] 魏伟, 孙丽, 许俊. 头颈胸热塑模联合真空垫在中下段食管癌放疗治疗体位固定中的运用[J]. *生物医学工程与临床*, 2021, 25(4): 430–433. DOI: 10.13339/j.cnki.sgcl.20210615.007.
- Wei W, Sun L, Xu J. Application of head-neck-chest thermoplastic mold combined with vacuum pad in immobilization of radiotherapy for middle-lower esophageal cancer[J]. *Biomed Eng Clin Med*, 2021, 25(4): 430–433. DOI: 10.13339/j.cnki.sgcl.20210615.007.