

热塑膜联合发泡胶固定技术在宫颈癌放疗中的应用价值

刘巍巍,王美娇,杨敬贤,于松茂,杜乙

北京大学肿瘤医院暨北京市肿瘤防治研究所放疗科/恶性肿瘤发病机制及转化研究教育部重点实验室,北京 100142

【摘要】目的:利用锥形束CT(CBCT)技术分析盆部热塑膜联合发泡胶和单纯盆部热塑膜这两种固定方法在宫颈癌放疗时的摆位误差。**方法:**分别对13例盆部热塑膜联合发泡胶固定的62次CBCT、14例单纯盆部热塑膜固定的71次CBCT数据进行回顾性分析,并比较两种固定方式在左右(Lat)、前后(Vrt)、头足(Lng)和床转角(Rtn)这4个方向上的摆位误差及其分布情况。**结果:**在Lat、Vrt和Lng这3个方向上的摆位误差均在5 mm以内,而Rtn也在3°以内,符合临床治疗要求。两种固定方式在Lat和Rtn方向上的摆位误差无统计学意义($P>0.05$),但相比单纯盆部热塑膜固定,盆部热塑膜联合发泡胶固定在Vrt和Lng方向上具有较好的稳定性($P=0.018, 0.002$)。盆膜联合发泡胶固定 ≤ 3 mm的分布情况:Lat 61次(98.39%)、Vrt 59次(95.16%)、Lng 58次(93.55%);单纯盆膜固定 ≤ 3 mm的分布情况:Lat 63次(88.73%)、Vrt 58次(81.69%)、Lng 54次(76.06%)。**结论:**盆部热塑膜联合发泡胶固定技术在Vrt和Lng方向的稳定性优于单纯盆部热塑膜固定技术。

【关键词】宫颈癌;锥形束CT;旋转容积调强放疗;热塑膜;发泡胶;摆位误差

【中图分类号】R739.63

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2019)06-0636-05

Application value of thermoplastic film combined with styrofoam fixation technology in radiotherapy for cervical cancer

LIU Weiwei, WANG Meijiao, YANG Jingxian, YU Songmao, DU Yi

Key Laboratory of Carcinogenesis and Translational Research (Ministry of Education/Beijing), Department of Radiation Oncology, Peking University Cancer Hospital & Institute, Beijing 100142, China

Abstract: Objective To apply cone beam computed tomography (CBCT) for comparing the setup errors in cervical cancer radiotherapy using pelvic thermoplastic film combined with styrofoam fixation technology vs pelvic thermoplastic film fixation. **Methods** The data gathered from 62 CBCT of 13 cases of pelvic thermoplastic film combined with styrofoam fixation and 71 CBCT of 14 cases of pelvic thermoplastic film fixation were retrospectively analyzed. The setup errors and its distribution in 4 directions, namely left-right (Lat), front-back (Vrt), head-foot (Lng) and bed angle (Rtn), were analyzed. **Results** The setup errors in Lat, Vrt and Lng directions were within 5 mm and Rtn error was within 3°, which accorded with the requirements of clinical treatment. No statistical difference was found in the setup errors in Lat and Rtn directions between the two kinds of fixations ($P>0.05$). Compared with pelvic thermoplastic film fixation, pelvic thermoplastic film combined with styrofoam fixation achieved a better stability of Vrt and Lng directions ($P=0.018, 0.002$). When pelvic thermoplastic film combined with styrofoam fixation was adopted, there were 61 times (98.39%) of setup errors ≤ 3 mm in Lat direction, 59 times (95.16%) in Vrt direction and 58 times (93.55%) in Lng direction. When only pelvic thermoplastic film fixation was adopted, there were 63 times (88.73%) of setup errors ≤ 3 mm in Lat direction, 58 times (81.69%) in Vrt direction and 54 times (76.06%) in Lng direction. **Conclusion** Pelvic thermoplastic film combined with styrofoam fixation is superior to pelvic thermoplastic film fixation in the stability of Vrt and Lng directions.

Keywords: cervical cancer; cone beam computed tomography; volumetric modulated arc therapy; thermoplastic film; styrofoam; setup error

【收稿日期】2018-12-20

【基金项目】北京市自然科学基金(1184014)

【作者简介】刘巍巍,主管技师,主要从事临床放疗技术研究, E-mail: levy0402@163.com

【通信作者】杜乙,博士,助理研究员,研究方向:医学物理, E-mail: yi.du@hotmail.com

前言

宫颈癌是妇科肿瘤中的常见肿瘤^[1],是发展中国家女性最常见的恶性肿瘤之一,放疗是一种重要的治疗方法,但其并发症严重影响患者的生活质量^[2]。为提高放疗的精确性,减轻放疗期间患者的不良反

应,对放疗体位固定的稳定性、摆位误差的控制提出了更高的要求。由于宫颈癌患者仰卧时腰部曲度的存在,会导致患者在治疗时摆位误差较大^[3]。本研究通过发泡胶与热塑膜的联合应用来固定腰部曲度,从而减少摆位误差的发生。本研究根据患者腰部与治疗床之间的缝隙选择发泡胶的用量,这样不仅减少发泡胶的用量,也能提高患者的舒适性;然后在体表加盖热塑膜,减少由于热塑膜的回缩造成的挤压导致患者腰部曲度的变化。此外,本研究也将这种固定方式与传统单纯热塑膜固定的方式相比较,以观察其固定效果,特别研究其在重复性和稳定性方面是否具有优势。

1 资料与方法

1.1 仪器设备

西门子大孔径螺旋 CT (Somatom Sensation Open);瓦里安模拟定位机(ACUITY);瓦里安医用直线加速器(TrueBeam);放疗计划系统(Eclipse);激光定位系统(LAP Dorado)。均定期检查上述设备的精确性,保证质量得到控制。

1.2 研究对象

回顾性分析2017年5月~7月在北京大学肿瘤医院接受旋转容积调强放疗(Volumetric Modulated Arc Therapy, VMAT)的宫颈癌患者27例,年龄31~70岁,平均年龄55岁,中位年龄57岁。按照固定方式的不同,将其分为A组($n=13$)和B组($n=14$)。

1.3 体位固定

A组患者采用热塑膜联合发泡胶固定的方式。模具制作前嘱患者提前1 h排空大小便,饮水500 mL,憋尿1 h后方可制作模具。模具制作时,嘱患者去除衣物暴露病变部位,仰卧于orfit一体板上,并用双手抱肘置于额头,会阴部放置分腿器,双侧膝下加半圆形膝下垫,先在其腰部制作一块大小约30 cm×30 cm的发泡胶垫,待其完全成形后,再在患者体表使用盆部热塑网膜固定,完成后联合使用发泡胶和盆部热塑膜在患者身上做好摆位标记(图1和2)。B组患者只在体表采用盆部热塑网膜固定(图2),模具制作前准备及体位同A组。

1.4 CT定位图像采集

将患者固定在适当的位置,使用与模具制作时相同的姿势,在CT扫描前1 h排空尿液,做好肠道准备,饮水500 mL,憋尿1 h。使用西门子SOMATOM Sensation Open大孔径CT对A组和B组患者进行扫描采集图像,利用LAP激光灯系统在热塑膜上方及两侧做好3个“十”字标记(图3)。粘贴直径为2 mm铅点,并



图1 发泡胶
Fig.1 Styrofoam



图2 盆部热塑膜
Fig.2 Pelvic thermoplastic film

以此标记作为参考原点。CT扫描参数:120 kV、190 mAs、Pitch 0.9、Acq. 24×1.2 mm,层厚5 mm,扫描范围为胸10椎体上缘到会阴部。扫描完成后传入计划系统进行靶区勾画,制作计划。

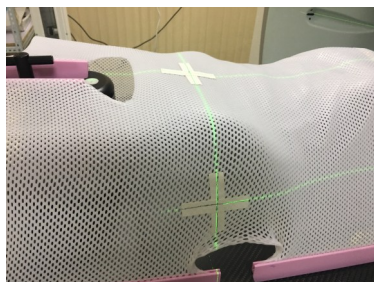


图3 激光定位图
Fig.3 Laser-beam positioning map

1.5 CBCT图像的采集

利用Varian Eclipse计划系统制作计划,根据给定的治疗中心进行复位,并于患者的体表和模具的表面做好合适的标记。当患者接受瓦里安TrueBeam治疗时,根据患者体表和模具表面的标记进行精确摆位。通过加速器自带的OBI影像系统进行CBCT图像采集,并通过计算机自动配准和手动矫正骨性标志^[4]的方法进行误差分析,保证在x(左右)、y(升降)和z(进出)方向上实现最优重叠。只有当配准产生前后(Vrt)、左右(Lat)、头脚(Lng)和床转角(Rtn)方向的数值达到允许范围内方可治疗。此后每周进行1次位置验证。

1.6 摆位误差测量

锥形束CT(CBCT)在连续旋转的过程中,不断采集图像,再经过Feldkamp反投影算法进行重建^[5],从而获得扫描部位的CT影像。CBCT图像和CT定位图像由瓦里安设备所提供的软件进行配比,分别测得Vrt、Lat、Lng和Rtn这4个方向的数值。所有患者每5次治疗拍摄一次CBCT验证,如误差大于5 mm,需重新摆位;达到5 mm以内方符合治疗标准。A组共计62次CBCT,B组共计71次CBCT。

1.7 统计学方法

采用SPSS 19.0统计软件对数据进行统计学分析。系统误差用平均值表示,随机误差用标准差表示。摆位误差数据分布情况以率(%)表示。两组数据的均数比较采用 t 检验;分布率采用卡方检验。取 $\alpha=0.05$ 为检验水准。

2 结果

分析A组62次和B组71次的CBCT数据,A组在Vrt、Lat、Lng和Rtn这4个方向上的摆位误差分别为(0.09±0.10)、(0.09±0.08)、(0.12±0.11) cm和0.58±0.73°;B组分别为(0.14±0.12)、(0.09±0.13)、(0.19±0.14) cm和0.69±0.62°。Vrt和Lng方向上,两种固定方法的摆位误差有显著性差异($P=0.018, 0.002$)。详见表1。

表1 两种固定方法的摆位误差的比较($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Comparison of setup errors between two kinds of fixations ($Mean \pm SD$)

组别	CBCT次数	Vrt/cm	Lat/cm	Lng/cm	Rtn/°
A组	62	0.09±0.10	0.09±0.08	0.12±0.11	0.58±0.73
B组	71	0.14±0.12	0.09±0.13	0.19±0.14	0.69±0.62
t 值	-	2.428	0.143	3.247	1.011
P 值	-	0.018	0.674	0.002	0.316

Vrt:前后;Lat:左右;Lng:头脚;Rtn:床转角

所有Vrt、Lng和Lat方向的误差绝对值均小于5 mm,符合治疗标准。有研究报道,在放射治疗疗程中,摆位误差达到3 mm时,疗效会下降3.3%;摆位误差达到5 mm时,疗效会下降18.4%^[6]。为更好地分析放疗的误差分布,本研究设定3 mm为标准,以绝对值≤3 mm和>3 mm为区间,统计A组和B组的误差分布。由表2可见,两种固定方法在3个方向上的摆位误差大部分控制在3 mm以内,满足精确治疗的要求。两种固定方法在Lat方向上无统计学意义,在Vrt和Lng方向上具有统计学意义($P=0.034, 0.012$)。

3 讨论

表2 两种固定方法摆位误差的分布情况

Tab.2 Distribution of setup errors in two kinds of fixations

组别	CBCT次数	Lat		Vrt		Lng	
		≤3 mm	>3 mm	≤3 mm	>3 mm	≤3 mm	>3 mm
A组	62	61(98.39%)	1(1.61%)	59(95.16%)	3(4.84%)	58(93.55%)	4(6.45%)
B组	71	63(88.73%)	8(11.27%)	58(81.69%)	13(18.31%)	54(76.06%)	17(23.84%)
χ^2 值		3.479		4.474		6.358	
P 值		0.060		0.034		0.012	

摆位误差是指患者治疗体位与计划时体位之间的差别^[7]。摆位误差的存在会导致放疗精度降低,影响临床效果。对于危及器官而言,摆位误差会增加对肿瘤周围正常组织器官造成不必要的放射性损伤。根据来源,摆位误差可分为系统误差与随机误差^[8]。系统误差来源于设备精度的变化,包括激光灯误差、机械误差、加速器误差等,具有规律性和可重复性;随机误差主要与患者在摆位过程中体位的不自自主移动和技术员的操作不恰当有关,具有随机性^[9]。对于宫颈癌的放疗,患者皮肤标记的模糊和体重的变化会随着治疗时间持续而误差变大。宫颈癌

患者在放疗过程中可以通过憋尿,以减少膀胱炎症的发生率^[10],因此病人憋尿的稳定性也会对摆位误差产生影响。在整个宫颈癌的治疗过程中,需要进行持续观察和系统误差的校正。

CBCT图像能够准确清楚地呈现治疗范围内的肿瘤及周围正常组织器官的三维结构变化^[11]。CBCT成像清晰、操作方便、自动化程度高,相较于传统的EPID更容易清楚地获取摆位误差^[12-13]。CBCT对于分析宫颈癌病人的摆位误差具有重要意义。本研究通过回顾性分析CBCT采集的数据,发现两种固定方法在Lat和Rtn方向上的差异无统计学意

义;利用热塑膜联合发泡胶进行固定病人在 Vrt、Lng 方向上均较单独使用热塑膜固定有更好的稳定性。两种固定方法的摆位误差存在差异的原因可能与以下几个因素有关:(1)患者腰椎本身存在曲度。背部使用发泡胶同时腹部使用热塑膜联合固定,可以很好地限制病人由于腹部加压而造成的曲度的改变,从而更好地限制 Vrt 方向上的移动。(2)宫颈癌病人在治疗过程中均需憋尿。现采用的是固定时间憋尿的办法,由于膀胱、直肠作为危及器官,在受到射线照射后,存在膀胱炎症及直肠炎的可能性^[14-16]。随着治疗时间的延长,患者每次憋尿能力会发生下降,单纯热塑膜固定的患者会为减少来自腹部的压力而被动发生骨盆后倾,改变腰骶部曲度,从而导致 Vrt 方向上的误差增大。(3)宫颈癌患者均为女性,体脂比相对较高,臀部作为皮下脂肪储存的重要位置,部分患者由于同步放化疗的进行,可能导致体重下降,皮下脂肪减少^[17],从而导致单纯热塑膜固定时 Vrt 方向误差值的变化相对较大^[18-20]。(4)患者采用双手抱肘置于额头的姿势仰卧,使身体处于反弓状态,由于抱肘的位置不固定,从而使患者反弓程度不一致,导致单纯使用热缩膜固定时 Vrt 方向上的误差较大。(5)患者定位时背部肌肉较紧张,导致腰骶部曲度较大,随着治疗时间的延长,患者逐渐放松,单纯热塑膜固定时,患者由于背部没有支撑,会导致 Vrt 后方向上误差变大^[21-22]。(6)单纯热塑膜固定时,患者 Lng 方向上的固定主要依靠体表定位线与体板中线对齐以及会阴部的分腿器固定,而采用热塑膜联合发泡胶固定的患者由于增加了腰部发泡胶的固定,从而使 Lng 方向上发生位移的可能性变小。

综上所述,对于宫颈癌患者 Vrt 和 Lng 方向上的固定,热塑膜联合发泡胶固定均优于单独使用热塑固定。在采用热塑膜联合发泡胶固定中,本研究均选取体型相对匀称的患者,过度肥胖者由于体型过宽、体重过重,发泡胶不足以支撑,且皮下脂肪过多患者在使用热塑膜联合发泡胶固定时,可能会因为挤压而导致体表标记线移位,从而不利于摆位治疗的进行。因此在宫颈癌患者接受 VMAT 时,固定方法的选择要根据病人体型的大小、患者的耐受程度、计划制作的实用性、治疗实施的可行性和重复性等诸多因素进行综合考虑,从而来选择更适用于患者的固定方式,从而达到放疗的个性化需求。

【参考文献】

[1] 乔友林,赵宇倩.宫颈癌的流行病学现状和预防[J].中华妇幼临床

医学杂志(电子版),2015,11(2):1-6.

QIAO Y L, ZHAO Y Q. Epidemiology and prevention of cervical cancer [J]. Chinese Journal of Obstetrics & Gynecology and Pediatrics (Electronic Edition), 2015, 11(2): 1-6.

[2] 卜照香. 宫颈癌术后三维调强放疗并发症的临床观察[J]. 实用癌症杂志, 2013, 28(3): 309-310.

BU Z X. Clinical observation of postoperative complications of three dimensional intensity modulated radiation therapy for cervical cancer [J]. The Practical Journal of Cancer, 2013, 28(3): 309-310.

[3] 高琨,许君艳,邓烨,等.应用锥形束CT校正宫颈癌调强放疗摆位误差的研究[J]. 肿瘤防治研究, 2013, 40(2): 190-192.

GAO K, XU J Y, DENG Y, et al. Study on setup errors correction using cone-beam computer tomography in intensity modulated radiotherapy for cervical cancer [J]. Cancer Research on Prevention and Treatment, 2013, 40(2): 190-192.

[4] 孙鸿飞,倪昕晔.医学图像配准分类及在放疗中的应用进展[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2017, 26(12): 1457-1460.

SUN H F, NI X Y. Classification of medical image registration and its application in radiotherapy [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2017, 26(12): 1457-1460.

[5] 欧阳斌,丘敏敏,钟嘉健,等. CT扫描及重建参数对放疗图像质量影响的研究[J]. 中国医药导报, 2017, 14(1): 4-7.

OUYANG B, QIU M M, ZHONG J J, et al. Effect of CT scanning and reconstruction parameters on the quality of imaging for radiation therapy [J]. China Medical Herald, 2017, 14(1): 4-7.

[6] 马广栋,洪莉. 宫颈癌的图像引导放疗研究综述[J]. 中国医疗设备, 2018, 33(5): 117-120.

MA G D, HONG L. Review of imaging radiotherapy for cervical cancer [J]. China Medical Devices, 2018, 33(5): 117-120.

[7] 许峰,王瑾,柏森,等.应用锥形束CT分析肿瘤放疗中分次间及分次内摆位误差[J]. 癌症, 2008, 27(10): 1111-1116.

XU F, WANG J, BAI S, et al. Interfractional and intrafractional setup errors in radiotherapy for tumors analyzed by cone-beam computed tomography [J]. Chinese Journal of Cancer, 2008, 27(10): 1111-1116.

[8] 刘巍巍,龙戈.锥形束CT技术在胸部肿瘤调强放疗时摆位误差中的应用[J]. 解放军医药杂志, 2016, 28(8): 52-55.

LIU W W, LONG G. Cone beam CT in application of positioning errors in enhancing modulated radiotherapy for thoracic tumor [J]. Medical & Pharmaceutical Journal of Chinese People's Liberation Army, 2016, 28(8): 52-55.

[9] 甘晓根,徐子海,廖福锡.基于CTVision研究宫颈癌调强放疗中摆位误差对剂量分布的影响[J]. 中国医疗设备, 2013, 28(9): 112-114.

GAN X G, XU Z H, LIAO F X. Study of the influence of set-up errors on dose distribution of intensity-modulated radiation therapy for cervical cancer based on CTVision [J]. China Medical Devices, 2013, 28(9): 112-114.

[10] LI A, SUN J, ZHANG W. The radiotherapy effect of 512 cases of carcinoma of cervix uteri [J]. The Chinese-German Journal of Clinical Oncology, 2004, 3(3): 169-171.

[11] 孙小喆,孟慧鹏,郑爱青,等.肺癌影像引导放疗摆位误差及配准的对比研究[J]. 医疗卫生装备, 2017, 38(11): 69-71.

SUN X Z, MENG H P, ZHENG A Q, et al. Comparative research of setup error and registration for image-guided radiotherapy of lung cancer [J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2017, 38(11): 69-71.

[12] 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, 24(7): 535-539.

LU W, XU T T, XU Q, et al. Comparison of set-up errors detected by

- EPID and CBCT using two different immobilization techniques for patients with nasopharyngeal carcinoma[J]. *China Oncology*, 2014, 24(7): 535-539.
- [13] 王焱, 蔡钢, 陆维, 等. 肺部肿瘤立体定向放疗技术中基于锥形束CT影像的摆位误差分析[J]. *中国癌症杂志*, 2017, 27(6): 501-504.
- WANG Y, CAI G, LU W, et al. Analysis of setup errors in lung stereotactic body radiotherapy with cone-beam CT-based image guidance[J]. *China Oncology*, 2017, 27(6): 501-504.
- [14] YANG D Y, SHEEHAN J, LIU Y S, et al. Analysis of factors associated with volumetric data errors in gamma knife radiosurgery[J]. *Stereotact Funct Neurosurg*, 2009, 87(1): 1-7.
- [15] 高伯生, 张淑敏, 王生成, 等. 宫颈癌放疗后致放射性膀胱炎与膀胱癌(附7例报告)[J]. *临床泌尿外科杂志*, 1999, 14(2): 67-68.
- GAO B S, ZHANG S M, WANG W C, et al. Radiocystitis and bladder carcinoma after radiotherapy of cervical carcinoma (report of 7 cases) [J]. *Journal of Clinical Urology*, 1999, 14(2): 67-68.
- [16] 林益彬, 徐沁. 调强放疗联合化疗治疗宫颈癌的近期疗效及副反应观察[J]. *中国卫生标准管理*, 2015, 6(29): 80-82.
- LIN Y B, XU Q. The short-term effects and side reaction observation of intensity modulated radiotherapy cooperated chemotherapy to treat the cervical cancer[J]. *China Health Standard Management*, 2015, 6(29): 80-82.
- [17] 吴建益, 韦汉荣. 锥形束CT在宫颈癌放疗分次间摆位误差分析中的应用及其影响因素[J]. *医学影像学杂志*, 2018, 28(1): 167-169.
- WU J Y, WEI H R. The application of cone beam CT in the setting error analysis of radiotherapy for cervical cancer and its influencing factors [J]. *Journal of Medical Imaging*, 2018, 28(1): 167-169.
- [18] 梁卫学, 梁海南. 盆腔肿瘤放疗中的摆位误差及其与皮下脂肪厚度的关系分析[J]. *医疗卫生装备*, 2018, 39(5): 64-67.
- LIANG W X, LIANG H N. Analysis of setup error in pelvic tumor radiotherapy and its relation with subcutaneous fat thickness [J]. *Chinese Medical Equipment Journal*, 2018, 39(5): 64-67.
- [19] 姜斐, 于浪, 孙显松, 等. 图像引导放射治疗在653例宫颈癌摆位误差的分析[J]. *中国医学装备*, 2017, 14(1): 21-24.
- JIANG F, YU L, SUN X S, et al. Analysis of the setup error in 653 cervix cancer patients treated with image-guided radiotherapy [J]. *China Medical Equipment*, 2017, 14(1): 21-24.
- [20] CONTESINI M, GUBERTI M, SACCANI R A, et al. Setup errors in patients with head-neck cancer (HNC), treated using the intensity modulated radiation therapy (IMRT) technique: how it influences the customised immobilisation systems, patient's pain and anxiety [J]. *Radiat Oncol*, 2017, 12(1): 12.
- [21] BERTHOLET J, WORM E, HØYER M, et al. Cone beam CT-based set-up strategies with and without rotational correction for stereotactic body radiation therapy in the liver [J]. *Acta Oncol*, 2017, 56(6): 860-866.
- [22] 于娇, 陈鑫, 赵淑红, 等. 宫颈癌术后调强放疗摆位误差分析[J]. *医疗卫生装备*, 2017, 38(1): 81-84.
- YU J, CHEN X, ZHAO S H, et al. Analysis of setup errors in intensity-modulated radiotherapy for postoperative patients with cervical cancer [J]. *Chinese Medical Equipment Journal*, 2017, 38(1): 81-84.

(编辑:谭斯允)