

· 医学影像 ·

基于锥形束 CT 技术不同部位肿瘤三维适形或调强放疗的摆位误差

肖 轩 林布雷*

厦门大学附属第一医院肿瘤医院 福建医科大学教学医院肿瘤放射治疗科

【摘要】目的 利用锥形束 CT(CBCT) 分析不同部位肿瘤三维适形或调强放疗的摆位误差。**方法** 选取 260 例接受三维适形或调强放疗的患者, 其中头部肿瘤、头颈部肿瘤、胸部肿瘤、腹盆部肿瘤患者分别为 33 例、70 例、92 例、65 例。放疗过程中每周行 1 次 CBCT 扫描, 与治疗计划 CT 图像进行匹配, 获得左右、头脚和前后方向的摆位误差。**结果** 头部肿瘤患者在左右、头脚、前后方向上的摆位误差分别为 $(1.6\pm 1.2)\text{mm}$ 、 $(1.8\pm 1.3)\text{mm}$ 和 $(1.0\pm 0.8)\text{mm}$, 头颈部肿瘤患者分别为 $(2.1\pm 1.7)\text{mm}$ 、 $(1.6\pm 1.3)\text{mm}$ 和 $(1.4\pm 1.0)\text{mm}$, 胸部肿瘤患者分别为 $(3.1\pm 2.9)\text{mm}$ 、 $(3.3\pm 2.7)\text{mm}$ 和 $(2.9\pm 2.4)\text{mm}$, 腹盆部肿瘤患者分别为 $(2.7\pm 1.8)\text{mm}$ 、 $(3.8\pm 3.2)\text{mm}$ 和 $(2.0\pm 2.0)\text{mm}$ 。在任一方向上, 头部以及头颈部的最大摆位误差为 5mm, 胸、腹盆部的摆位误差大于 10mm 的频次均不足 5%。**结论** 利用 CBCT 可以检测并校正放射治疗中的摆位误差, 头部以及头颈部的摆位误差较胸腹盆部的小, 前者靶区各方向应外扩 5mm, 后者靶区各方向应外扩 10mm。

【关键词】 三维适形放射治疗; 调强放射治疗; 锥形束 CT; 摆位误差

【中图分类号】 R818

【文献标识码】 A

【文章编号】 1009-3179 (2018) 09-136-02

影像引导三维适形调强放疗技术能产生与靶区高度适形的剂量分布, 有效减少对周围正常组织的损伤。但是, 在实际摆位过程中各种误差会导致靶区得不到足够剂量, 还可能使高剂量区移到危及器官的区域内。本研究利用锥形束 CT (cone-beam computed tomography, CBCT) 技术分析不同部位肿瘤放疗中分次间的摆位误差, 为精确放疗提供临床参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2016 年 5 月至 2017 年 10 月在我院放疗科接受治疗的肿瘤患者 260 例, 卡氏功能状态评分 ≥ 70 分, 有良好的自控能力。患者年龄 19-73 岁, 男 143 例, 女 117 例; 其中接受三维适形放疗的患者 83 例, 接受调强放疗的患者 177 例; 肿瘤部位: 头部患者 33 例, 头颈部患者 70 例, 胸部患者 92 例, 腹盆部患者 65 例。

1.2 CT 定位与计划设计

所有患者均采用热塑膜仰卧固定。CT 模拟定位, 头和头颈部患者扫描层厚 2.5mm, 胸、腹盆部患者扫描层厚 5mm。将 CT 图像传输到 Varian Eclipse 治疗计划系统, 医师勾画靶区和危及器官, 物理师为患者设计三维适形计划或调强计划, 计划确认后传输至 Varian IX 直线加速器进行治疗。

1.3 摆位误差检测

治疗前, 用 Varian 直线加速器的千伏级 CBCT 扫描。头部 CBCT 扫描参数为: 电压 100kV, 选用半束扫描模式, 扫描视野 25cm, 扫描长度 17cm, 机架从 22° - 178° 逆时针旋转 200 度。体部 CBCT 扫描参数为: 电压 110kV, 选用半束扫描模式, 扫描视野 45cm, 扫描长度 14cm, 机架从 178° - 182° 逆时针旋转 360 度。CBCT 图像使用全分辨率重建模式, 以 512×512 像素矩阵、2.5mm 层厚重建图像。将获得的 CBCT 图像与计划 CT 图像进行配准, 先用自动模式进行匹配, 然后再用手动模式进行微调, 最后获得患者在左右、头脚和前后方向的摆位误差值。每例患者首次治疗前行图像采集, 以后每周行 1 次图像采集。任一方向摆位误差的绝对值大于 3mm, 需进行移床校正。

1.4 数据分析

计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 计数资料以例数、百分比表示, 进行描述性分析。

2 结果

260 例患者共进行了 1068 次摆位后的误差测量, 其中头部 156 次, 头颈部 398 次, 胸部 313 次, 腹盆部 201 次。在任一方向上, 头部以及头颈部的摆位误差较小, 最大误差为 5mm, 摆位一次成功无需移床的次數均占 80% 以上。任一方向上, 而胸、腹盆部的摆位误差较大, 最大误差为 8-17mm, 大于 10mm 的频次均不足 5%; 其中头脚方向上误差最大, 近 40% 的摆位都需要进行移床校准。

3 讨论

近年来, 三维适形调强放疗技术得到了飞速发展, 其核心为精确定位、精确计划和精确治疗, 而图像引导技术为精确放疗的实施提供了技术保障。目前, 使用千伏级 CBCT 校正摆位误差正逐渐成为放疗常规。本研究通过 CBCT 技术引导分次放射治疗, 从而获得不同部位肿瘤放疗过程中的摆位误差, 为临床医生进行靶区外放提供了参考的数据。本研究结果显示, 任意方向上, 头部和头颈部肿瘤患者的摆位误差最小, 最大的误差不超过 5mm, 这提示将头颈部靶区外扩 5mm 仍可确保靶区获得足够的覆盖范围, 即患者每次治疗都不会漏掉任何靶区。这与国内外的相关研究结论^[1-3]相似。但也有研究结果表明, 利用图像引导技术可以将鼻咽癌调强放射治疗中的摆位误差修正到 2mm 以内^[4-6]。但笔者认为如果将这一数值作为靶区外扩范围的参考, 必须要求每次治疗前都进行图像引导进行位置校正, 否则每周只行 1 次图像引导是无法保证本周其他 4 次放疗的摆位准确性, 对于头颈部肿瘤特别是鼻咽癌, 放射治疗要求非常精确, 应更为谨慎。胸部、腹盆部因其体积较大、脂肪厚、呼吸运动等影响因素, 摆位重复性难度大。王焱等^[7]采用 CBCT 分析 29 例肺癌患者放疗摆位误差, 发现临床靶区外扩至计划靶区的边界时, 在前后、头脚和左右方向的摆位误差分别为 9.2mm、10.3mm 和 5.4mm。黄艳萍等^[8]分析 52 例盆腔肿瘤患者 194 次的 CBCT 扫描结果, 发现在左右、头脚、前后三个方向上分次间摆位误差最大分别为 0.8、1.2 和 0.9cm, 其中头脚方向误差最大, 误差值大于 5mm 的摆位次数占 24%。本研究也得到类似的结果, 胸部和腹盆部患者的最大摆位误差在 0.8-1.7cm 之间; 而这两类患者在头脚方

(下转第 138 页)

表 2: 良性、恶性卵巢肿瘤的血流动力学指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

类型	例数	PSV (cm/s)	Vm (cm/s)	PI	RI
良性卵巢肿瘤	62	23.74 ± 7.13	17.70 ± 6.21	1.51 ± 0.36	0.72 ± 0.14
恶性卵巢肿瘤	20	17.46 ± 6.18	9.82 ± 4.58	0.70 ± 0.32	0.30 ± 0.11
t		3.5310	5.2256	8.9761	12.2353
P		< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

3 讨论

卵巢肿瘤是妇科最常见肿瘤疾病类型^[4], 分为良性与恶性均有, 超声检查方法是目前检查卵巢肿瘤最常见的方法, 因为其具有无创、检查方便、可以多次重复检查、而且无放射性对身体无伤害等优势。另外超声可以检查对于性质不同、类型不同的卵巢肿瘤的特征具有较大差异, 因此超声检查是妇科特别是卵巢肿瘤方面的重要的临床诊断工作, 特别是发现恶性卵巢肿瘤早期手术是提高患者生存质量的重要方法, 对其生存率有着关键意义^[5]。本文通过对几种超声检查方法研究工作中发现, 运用经腹部联合阴道超声检查方法的检查准确率均明显高于单一经腹部超声检查方法或单一经阴道超声检查方法 ($P < 0.05$); 恶性卵巢肿瘤患者的血流动力学指标均低于良性卵巢肿瘤 ($P < 0.05$)。通过腹超声能够对肿瘤的大小和位置等进行观察, 并对患者卵巢肿瘤的形态和与周围的组织关系进行显示, 同时对肿瘤形态、血流动力学的检测都有着重要的意义, 腹部超声具有操作方便, 不存在侵入性, 对患者的刺激性小, 易被接受。由于腹部超声的探头检测时频率较低, 导致分辨率不高, 难以对肥胖患者或者肿瘤体积较小患者进行早期明确诊断, 存在较大的局限性。经阴道超声探头具有较高的频率, 可将患者卵巢肿瘤的内部结构较为清晰的显示, 并可扫查到患者的盆壁及周围软组织有无转移等征象。该检查方法无侵入性, 受周围干扰小, 可尽早检出小病灶, 具有

较理想的血流检测敏感性, 不需充盈膀胱, 小病灶更易于检查。所以经腹联合经阴道超声检查具有互补性作用, 能够互补各自的缺点, 可尽早发现和um高卵巢肿瘤诊断的准确性^[6]。

综上所述, 对于妇科良恶性卵巢肿瘤实施经腹部联合阴道超声检查方法可以明显提高良恶性卵巢肿瘤的检查准确率, 给予临床医师提供科学性、可靠性的诊治参考依据, 促进患者的早期治疗, 提高患者的生存质量以及生命质量, 值得在临床中加强推广与应用。

参考文献:

[1] 周燕, 陈列, 黄平, 等. 超声检查诊断卵巢良恶性肿瘤的临床价值分析 [J]. 中国肿瘤临床与康复, 2017, 24 (7): 848-850.
 [2] 杨超, 陈燕, 马小燕, 等. 超声检查对良恶性卵巢肿瘤的的诊断价值 [J]. 实用癌症杂志, 2014, 29 (12): 1688-1690.
 [3] 迟娇, 赵月娥, 王萍. 经腹超声联合经阴道超声对卵巢肿瘤的的诊断价值 [J]. 中国肿瘤临床与康复, 2017, 24 (3): 313-315.
 [4] 李昌军, 王小芳, 冯声蓉. 经阴道彩色多普勒超声检查对卵巢良、恶性肿瘤的鉴别诊断价值 [J]. 海南医学院学报, 2017, 11 (12): 1713-1715.
 [5] 张丽华. 经腹超声联合经阴道超声诊断卵巢肿瘤价值分析 [J]. 医学理论与实践, 2018, 31 (6): 882-883.
 [6] 张颖, 赵世芬, 项玉平. 超声检查对良恶性卵巢肿瘤的的诊断价值分析 [J]. 中国医药指南, 2018, 16 (34): 161-162.

(上接第 136 页)

向的误差均较大, 摆位误差大于 5mm 的次数分别占 24.9% 和 27.9%。此外, 在任意方向上, 胸部和腹盆部肿瘤患者的摆位误差大于 10mm 的频次均不足 5%, 这提示如果将靶区各个方向外扩 10mm, 95% 以上胸腹盆患者在每次治疗过程中不会漏掉靶区。如果按照外放公式 ($M=2.5\sigma+0.7\delta$) 来计算扩边值, 得到的结果也是 10mm 左右。因此, 笔者认为胸腹盆患者的靶区在各个方向上外扩 10mm 是合适的。目前很多机构开展肺癌的立体定向放射治疗, 显然, 此外放边界是无法满足要求的。如要缩小外放边界, 在肺癌立体定向放射治疗时须充分考虑呼吸运动影响, 还要要求每例患者在每次放疗前均行 CBCT 扫描, 并对摆位误差进行适当的纠正, 才能将边界外扩值 7-13mm 缩小为 2-3mm^[9-11]。总之, 利用 CBCT 可以有效检测放射治疗中的摆位误差, 提高摆位的准确性和重复性, 同时为靶区外放合理的边界提供参考, 保证放疗的精确实施。

参考文献:

[1] Wang J, Bai S, Chen N, et al. The clinical feasibility and effect of online cone beam computed tomography-guided intensity-modulated radiotherapy for nasopharyngeal cancer [J]. Radiother Oncol, 2009, 90(2): 221-227.
 [2] 方卫宁, 陈榕钦, 柏朋刚, 等. 基于头部和颈部摆位误差的鼻咽癌不同段靶区扩边研究 [J]. 医疗装备, 2015, 28(3): 11-12.
 [3] 杨波, 邱杰, 王欣海, 等. OBI 系统在放射治疗摆位中的临床应用 [J]. 中国医学装备, 2008, 5(8): 1-4.

[4] 吴伟, 吴伟伟. 锥形束 CT 对鼻咽癌调强放疗的摆位误差的影响 [J]. 实用癌症杂志, 2016, 31(8): 1260-1263.

[5] 王占宇, 曾自力, 谭军文. 基于电子射野影像系统的鼻咽癌调强放疗摆位误差纠正及其应用 [J]. 中国医学物理学杂志, 2017, 34(9): 887-892.

[6] Lu H, Lin H, Feng G, et al. Interfractional and intrafractional errors assessed by daily cone-beam computed tomography in nasopharyngeal carcinoma treated with intensity-modulated radiation therapy: a prospective study [J]. J Radiat Res, 2012, 53(6): 954-960.

[7] 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.

[8] 黄艳萍, 张国军, 马国锋, 等. CBCT 图像指导盆腔肿瘤放疗的摆位及其外放边界 [J]. 医疗装备, 2016, 29(13): 31-32.

[9] 郭明芳, 郭雷鸣, 赵娅琴, 等. 锥形束 CT 研究肺癌放射治疗中的摆位误差 [J]. 中国肿瘤临床, 2009, 36(15): 848-852.

[10] Li Y, Ma JL, Chen X, et al. 4DCT and CBCT based PTV margin in Stereotactic Body Radiotherapy (SBRT) of non-small cell lung tumor adhered to chest wall or diaphragm [J]. Radiat Oncol, 2016, 11(1): 152.

[11] Grills IS, Hugo G, Kestin LL, et al. Image-guided radiotherapy via daily online cone-beam CT substantially reduces margin requirements for stereotactic lung radiotherapy [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2008, 70(4): 1045-1056.