

体质指数对肺癌患者图像引导放疗中摆位误差的影响

梁恒坡, 韩倩, 李良, 李亚琼, 谢家存, 雒建超, 朱庆尧

河南省人民医院 郑州大学人民医院肿瘤放疗科, 河南 郑州 450003

摘要: **目的** 探讨体质指数(BMI)对肺癌图像引导放射治疗(IGRT)中摆位误差的影响,为临床治疗提供依据。**方法** 选取 2015 年 1 月至 6 月行 IGRT 的肺癌患者 32 例。根据患者 BMI 值分为体重过低组(A 组 5 例: BMI < 18.5)、体重正常组(B 组 12 例: 18.5 ≤ BMI < 24)、超重组(C 组 8 例: 24 ≤ BMI < 28)和肥胖组(D 组 7 例: BMI ≥ 28)。使用千伏级锥形 CT 采集 32 例肺癌患者每周治疗前的锥形束 CT(CBCT)图像,分别采用骨性配准和灰度配准,比较不同配准方式和不同 BMI 的摆位差异。**结果** 共获取 256 幅 CBCT 图像。A、B、C、D 组患者在 x、y、z 三维方向上骨性配准的摆位误差分别为(-0.34 ± 0.20, 0.33 ± 0.17, 0.25 ± 0.22)、(-0.28 ± 0.19, 0.29 ± 0.14, 0.18 ± 0.21)、(-0.67 ± 0.22, 0.31 ± 0.17, 0.61 ± 0.25)、(-0.75 ± 0.19, 0.38 ± 0.11, 0.68 ± 0.25)和灰度配准的摆位误差分别为(-0.25 ± 0.22, 0.31 ± 0.17, 0.21 ± 0.21)、(-0.25 ± 0.18, 0.28 ± 0.14, 0.19 ± 0.22)、(-0.67 ± 0.17, 0.30 ± 0.16, 0.56 ± 0.23)、(-0.72 ± 0.22, 0.36 ± 0.12, 0.63 ± 0.21)。随患者 BMI 的递升(A 组→B 组→C 组→D 组),在两种配准方式、三维方向上的摆位误差均呈递增(除 B 组骨性标准前后方向外),以 D 组(肥胖组)摆位误差最高,差异有统计学意义(P 均 < 0.01)。不同 BMI 患者采用灰度配准在三维方向上的误差值部分小于采用骨性配准。**结论** 采用相同配准框和图像质量下,肺癌患者 IGRT 中建议优先采用灰度配准。患者 BMI 越大,摆位差异越明显,对于肥胖患者的摆位要注意误差影响。

关键词: 肺癌; 锥形束电子计算机 X 线断层扫描; 图像引导放疗; 图像配准; 体重指数; 摆位误差

中图分类号: R 734.2 R 730.55 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2017)03-0320-03

放射治疗是肿瘤的重要治疗方式之一,在肺癌患者放疗过程中,摆位误差是影响放射治疗精度的重要因素^[1]。肺癌的图像引导放射治疗(IGRT),可减少患者在治疗过程中的摆位误差,提高照射剂量的准确性,目前已广泛应用于肺癌患者的临床治疗中。锥形束 CT(CBCT)图像引导的精确放射治疗,可以在分次治疗前采集患者摆位图像。通过与定位 CT 图像配准,能够精确确定三维方向的摆位误差,根据误差做出相应调整,提高了照射剂量的准确性和治疗效果^[2]。但肺癌患者由于受呼吸运动、皮肤牵拉、体重变化、体位固定方式等因素影响,其摆位误差较大^[3]。国外有学者报道肥胖是导致女性盆腔肿瘤摆位误差较大的重要因素之一^[4]。国内也有研究认为体质指数(BMI)与总误差呈明显正相关^[5]。然而肥胖对于胸部肿瘤放疗中摆位误差影响的研究却很少,因此,本研究对 32 例行 IGRT 的肺癌患者摆位数据进行了回顾性分析,初步探讨 BMI 对肺癌患者放疗摆位误差的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2015 年 1 月至 6 月在本院肿瘤放疗科采用 CBCT 进行 IGRT 的肺癌患者 32 例,其中男性 27 例,女性 5 例;年龄 44~79 岁,中位年龄 62 岁。病理类型:鳞癌 18 例,腺癌 8 例,小细胞癌 2 例,腺鳞癌 4 例。

1.2 方法

1.2.1 病例分组 定位前,对患者体重、身高和年龄进行登记,并告知患者在放疗期间尽量维持体重。同时每周测量患者体重、身高,确保 BMI 不会有太大变化,求得个人平均 BMI。计算公式为 BMI = 体重(kg)/身高(m)²^[4]。本研究根据患者的 BMI 分为 A 组(体重过低: BMI < 18.5)、B 组(体重正常: 18.5 ≤ BMI < 24)、C 组(超重: 24 ≤ BMI < 28)和 D 组(肥胖: BMI ≥ 28)^[6]。共 4 组。其中 A 组 5 例(15.6%), B 组 12 例(37.5%)、C 组 8 例(25%)、D 组 7 例(21.9%)。

1.2.2 体位固定与扫描 全部患者采取仰卧位,双手上举交叉放于额前,采用热塑体膜进行体位固定。应用 GE 大孔径 CT 模拟定位机在患者平静呼吸下以 5 mm 层间距进行 CT 扫描,扫描范围由声门下扫描至上腹部。然后通过计算机网络将扫描图像传送至

放射治疗计划系统 (Pinnacle 9. 2), 用于靶区、危及器官勾画和计划设计。

1.2.3 图像获取和配准 计划设计完成后, 在治疗前将定位 CT 图像传输至 XVI 图像工作站用于摆位验证。每周采集患者 CBCT 图像, 在相同配准范围和同样图像质量下 (本院均采用中级图像质量), 采用自动骨性配准、自动灰度配准和在两种自动配准方式基础上手动微调的方式进行图像配准。骨配准为包含靶区在内的感兴趣区域的骨性标志与原计划 CT 图像配准。灰度配准为包含靶区在内的感兴趣区域的灰度值与原计划 CT 图像配准。4 组患者, 共获取 512 个摆位误差数据, 比较不同配准方式和 BMI 间配准的差异。

1.2.4 摆位误差分析 通过 Elekta Synergy 加速器的 XVI 3D 影像系统在线获取三维方向即左右 (x 轴)、头脚 (y 轴)、前后 (z 轴) 方向摆位误差, 其中右向为“+”、左向为“-”, 头向为“+”、脚向为“-”, 前向为“+”、后向为“-”。系统误差和随机误差定义采用 Mohammed 等^[7]推荐的方法, 即系统误差用所有分次的摆位误差的平均值表示, 随机误差用所有分次摆位误差的标准差表示。

1.3 统计学方法 对测得数据采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 不符合正态性和方差齐性的资料行自然对数转换为近似正态后, 行多因素方差分析并 LSD 法行组间两两比较。P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 骨性配准和灰度配准摆位误差结果 灰度配准

表 3 不同 BMI 患者摆位误差采用不同配准方法结果比较 (cm, $\bar{x} \pm s$)

组别	摆位误差数	灰度配准			骨性配准		
		左右方向	头脚方向	前后方向	左右方向	头脚方向	前后方向
A 组	80	-0.25 ± 0.22	0.31 ± 0.17	0.21 ± 0.21	-0.34 ± 0.20*	0.33 ± 0.17*	0.25 ± 0.22*
B 组	192	-0.25 ± 0.18	0.28 ± 0.14	0.19 ± 0.22	-0.28 ± 0.19*	0.29 ± 0.14	0.18 ± 0.21
C 组	128	-0.67 ± 0.17	0.30 ± 0.16	0.56 ± 0.23	-0.67 ± 0.22	0.31 ± 0.17	0.61 ± 0.25*
D 组	112	-0.72 ± 0.22	0.36 ± 0.12	0.63 ± 0.21	-0.75 ± 0.19*	0.38 ± 0.11*	0.68 ± 0.25*
P 值		0.000	0.016	0.000	0.000	0.002	0.000

注: 与同组同方向灰度配准比较, * P < 0.05。

3 讨论

肺癌是常见的恶性肿瘤, 其发病率和病死率均居恶性肿瘤的首位^[8], 放疗在肺癌的治疗中发挥着重要作用。近年来基于 CBCT 进行的 IGRT 在临床上应用越来越广泛, 尤其是在肺癌患者日常治疗的摆位验证中。通过 CBCT 图像引导能够提高摆位的精确性、减少误差^[7]。在治疗上, 临床靶区 (CTV) 三维外扩

和骨性配准在三维方向上存在统计学差异 (P 均 < 0.01)。详见表 1。

2.2 摆位误差发生频率 按误差大小分布统计, 其中灰度配准在前后方向上 62.5% 以内的摆位误差在 5 mm 以内, 而骨性配准为 59.0%; 在头脚方向上最大 94.9% 的摆位误差是在 5 mm 以内; 摆位误差最大的为左右方向。见表 2。

2.3 不同 BMI 间图像配准的差异 按照 32 例患者 BMI 大小所分的 4 组, 共获取 512 个摆位误差结果。其中, A 组的摆位误差共 80 个数据, B 组的摆位误差共 192 个数据, C 组有 128 个摆位误差数据, D 组有 112 个摆位误差数据。在三维方向上 4 组之间存在显著性差异 (P 均 < 0.01), 其中 D 组在三维方向上误差均高于其他 3 组。见表 3。

表 1 32 例肺癌患者三维方向上不同配准方法摆位误差比较 (cm)

三维方向	骨性配准		灰度配准		P 值
	系统误差	随机误差	系统误差	随机误差	
左右	-0.49	0.28	-0.46	0.29	0.000
头脚	0.32	0.15	0.31	0.15	0.000
前后	0.41	0.32	0.38	0.29	0.000

表 2 32 例肺癌患者不同误差范围下的三维方向摆位误差频率 (%)

误差范围 (mm)	骨性配准发生频率			灰度配准发生频率		
	左右方向	头脚方向	前后方向	左右方向	头脚方向	前后方向
0.0 ~ 3.0	25.0	34.0	33.2	32.8	42.2	35.2
3.0 ~ 5.0	27.0	60.5	25.8	24.2	52.7	27.3
5.0 ~ 10.0	48.0	5.5	41.0	43.0	5.1	37.5

到计划靶区 (PTV) 也要考虑到摆位误差, 避免靶区漏照射引起肿瘤控制率下降。国际放射单位和测量委员会 24 号报告指出, 肿瘤靶区剂量偏离最佳剂量 5% 时, 就可能使肿瘤原发灶失控或并发症增加, 从而最终导致治疗计划的失败^[1]。Hong 等^[9]研究发现, 当剂量改变 3% ~ 5% 时肿瘤控制率会下降, 而副反应也将增加。研究表明, 通过 CBCT 引导放疗可以纠正患者治疗前摆位误差, 从而最大限度地减少照射剂

量误差,提高治疗的精确性^[10],所以在肺癌放射治疗中应用 CBCT 图像引导技术减小摆位误差是有必要的^[11]。然而影响摆位误差的因素有很多,如呼吸运动、皮肤牵拉、体重变化等。在对肥胖肿瘤患者的放疗中发现,受皮下脂肪影响,可引起皮肤过度牵拉,使皮肤标记与体内相应解剖结构发生位移,而导致发生较大摆位误差。Wong 等^[12]发现肥胖能够导致接受放疗的前列腺癌患者更高的复发率和治疗失败比例。Lin 等^[8]研究发现 IGRT 的应用能够减小摆位误差,并发现随着 BMI 增加,摆位误差变大,需要 CTV 到 PTV 的外扩范围也要增加。刘云等^[13]在对宫颈癌患者的 IGRT 中发现,BMI < 24 的患者俯卧位摆位误差要小,而 BMI ≥ 24 的患者宜采用仰卧位。郁欢欢^[14]在鼻咽癌调强放疗中的相关性研究中发现,放疗过程中摆位误差和鼻咽癌患者的 BMI 无相关性。而在放疗中采用不同的体位固定方式^[5]、不同的体膜使用方式^[15]也可能会对摆位误差结果产生影响。

本研究在相同的配准图像质量和配准范围条件下,比较不同 BMI 和配准方式对图像配准摆位误差的影响,结果显示,骨性配准和灰度配准在三维方向上部分有差异,灰度配准优于骨性配准,与尚凯等^[16]的研究一致。吴志勤等^[17]在头颈部肿瘤图像引导放疗治疗建议首先使用骨性配准,必要时灰度配准辅之。这两种配准方法的配准基点不同,骨性配准侧重于骨性标志,灰度配准侧重于软组织。分析原因对于头部这种骨性结构比较突出的部位更适合选择骨性标记配准,这样摆位的重复性好,误差较小。国外有报道肥胖是摆位误差因素之一^[8-9],因此,本研究根据患者的 BMI 分成 A、B、C、D 4 组,分析 BMI 对于摆位误差的影响,结果显示在三维方向上 4 组之间存在显著性差异,其中 D 组在三维方向上误差均高于其他 3 组。原因可能为:D 组肺癌患者存在肥胖,皮下脂肪特别是腹围脂肪增加,皮肤移动度变大,摆位重复性差、难度增加,可能导致出现较大摆位偏差。本研究仅比较了 32 例肺癌患者的图像配准样本量较小,存在局限性,今后将选取更多样本进一步研究。

综上所述,采用相同配准框和图像质量下,肺癌患者 IGRT 中不同配准方式和不同 BMI 间摆位差异有统计学意义,建议优先采用灰度配准。肺癌患者 BMI 越大,摆位差异越明显。在对肥胖患者的靶区勾画中可适当增加其左右方向上 CTV 到 PTV 的靶区外扩范围。同时,对于肥胖患者的治疗摆位尤其要细心,避免可能产生较大误差。

参考文献

- [1] van Herk M. Errors and margins in radiotherapy [J]. *Semin Radiat Oncol*, 2004, 14(1): 52-64.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] Lin LL, Hertan L, Rengan R, et al. Effect of body mass index on magnitude of setup errors in patients treated with adjuvant radiotherapy for endometrial cancer with daily image guidance [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2012, 83(2): 670-675.
- [5] 王巍,刘再生,庄洪卿,等. 肺癌放疗中胸部热塑体膜与负压真空空气垫固定摆位误差比较 [J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2012, 21(3): 235-236.
- [6] 中华人民共和国国家卫生与计划生育委员会. 成人体重判定 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [7] Mohammed N, Kestin L, Grills I, et al. Comparison of IGRT registration strategies for optimal coverage of primary lung tumors and involved nodes based on multiple four-dimensional CT scans obtained throughout the radiotherapy course [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2012, 82(4): 1541-1548.
- [8] Jemal A, Bray F, Center MM, et al. Global cancer statistics [J]. *CA Cancer J Clin*, 2011, 61(2): 69-90.
- [9] Hong TS, Ritter MA, Tome WA, et al. Intensity-modulated radiation therapy: emerging cancer treatment technology [J]. *Br J Cancer*, 2005, 92(10): 1819-1824.
- [10] Kupelian PA, Lee C, Langen KM, et al. Evaluation of image-guidance strategies in the treatment of localized prostate cancer [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2008, 70(4): 1151-1157.
- [11] Bissonnette JP, Purdie TG, Higgins JA, et al. Cone-beam computed tomographic image guidance for lung cancer radiation therapy [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2009, 73(3): 927-934.
- [12] Wong JR, Gao Z, Merrick S, et al. Potential for higher treatment failure in obese patients: correlation of elevated body mass index and increased daily prostate deviations from the radiation beam isocenters in an analysis of 1,465 computed tomographic images [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2009, 75(1): 49-55.
- [13] 刘云,余娴,肖何,等. 体质量指数对图像引导宫颈癌放射治疗摆位误差的影响 [J]. *第三军医大学学报*, 2016, 38(4): 419-421.
- [14] 郁欢欢. 摆位误差和患者体重指数在鼻咽癌调强放疗中的相关性 [J]. *临床医学研究与实践*, 2016, 1(13): 29-30.
- [15] 田翠孟,张云泉,刘桂梅,等. 肺癌放疗两种体膜使用方式的摆位误差分析 [J]. *中国医疗设备*, 2015, 30(12): 120-122.
- [16] 尚凯,迟子峰,王军,等. 胸段食管癌 IGRT 中摆位误差分析 [J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2015, 24(1): 70-73.
- [17] 吴志勤,余建义,阎华伟,等. 图像引导放疗中不同配准方式对摆位误差的影响 [J]. *浙江医学*, 2013, 35(17): 1585-1587.