

X射线容积成像引导不同配准方式下胸部肿瘤放疗摆位误差分析

王黎雄

徐州医科大学附属医院 江苏徐州 221000

摘要:目的: 探讨X射线容积成像(CBCT)引导下, 不同配准方式对胸部肿瘤放疗摆位误差的影响。方法: 收录我院2022年1月至2023年2月收治的胸部肿瘤病人200例, 随机分为研究组和对照组各100例。对照组采用传统的体外标志物配准方式, 研究组采用基于CBCT的容积成像配准方式。比较两组患者在放疗摆位中的误差情况。结果: 研究组患者在放疗摆位误差方面明显小于对照组($P < 0.05$)。在X、Y、Z轴向的摆位误差均显著减少, 其中X轴平均误差减少2.3mm, Y轴减少1.8mm, Z轴减少2.5mm。结论: 基于CBCT的容积成像配准方式能显著减少胸部肿瘤放疗的摆位误差, 提高放疗的精准性。

关键词: X射线; 容积成像; 胸部肿瘤; 放疗摆位; 误差分析

引言

胸部作为恶性肿瘤常见的发病区域, 放疗对其综合治疗起决定性作用。放疗一般以分次照射方式进行, 所以每次治疗部位的精度对治疗效果非常关键^[1]。近几年, 锥形束CT(CBCT)图像引导技术的涌现, 为摆位误差的验证提供了强有力的手段, 该技术能够准确地获取摆位误差信息, 在线准确标定治疗床位置, 以增强放疗精确度。相关研究显示, 应用CBCT配准分析可对鼻咽癌及盆腔肿瘤患者放疗时摆位误差进行有效修正, 继而改善放疗精确性及适形性^[2-3]。但不同配准方式可能使摆位误差确定结果存在差异。医科达Synergy直线加速器的X射线容积成像(XVI)技术, 作为CBCT的一个分支, 已经在医学界获得了广泛的关注和深入的研究^[4]。尽管如此, 目前胸部肿瘤放疗自动配准和手动配准对比研究还很少。本文目的是利用XVI系统获取胸部肿瘤患者放化疗前CBCT影像, 探讨不同配准方式在摆位误差确定中的作用。我们分别用自动配准与手动配准来详细确定摆位误差并统计分析。本研究不但对胸部肿瘤放疗部位验证具有重要参考意义, 而且对该科确定胸部肿瘤靶区外放范围具有科学依据。这样, 可以对胸部肿瘤放疗过程中不同配准方式的实际效果有较全面的认识, 从而为临床医生及放疗师提供宝贵的参考资料, 从而帮助提升胸部肿瘤放疗精确性及治疗效果并最终惠及众多患者^[5]。本研究成果有利于促进放疗技术进一步发展与优化以及胸部肿瘤治疗质量与效率的提升。现将研

究结果报道如下:

一、一般资料与方法

(一) 一般资料

选取2022年1月至2023年2月期间在我院接受放射治疗的胸部肿瘤患者200例, 按照随机数字表法分为对照组和研究组各100例。两组患者在性别、年龄、肿瘤类型、肿瘤大小等方面差异无统计学意义($P > 0.05$), 具有可比性。

(二) 方法

在本研究中, 方法部分的设计和实施是确保研究结果科学性和可靠性的重要环节。方法主要包括对照组和研究组的具体操作步骤和配准方式的详细描述。

① 对照组

对照组使用常规体外标志物配准。具体操作如下: 在患者接受第一次模拟定位CT扫描时, 在患者体表特定位置(一般是胸部、腹部和骨盆)贴上标志物。这类标志物一般为辐射不透金属小球, 也有射线清晰可见的贴片供每次放疗之前校正位置。

每一次放疗之前, 病人需维持和初次定位一样的姿势, 放疗技师将用激光定位系统标定标志物。通过测量并调整标志物位置, 保证放疗时病人体位一致, 以达到精准照射肿瘤区域。尽管这种方法在临床上已经应用多年, 但其依赖于体表标志物的位置, 容易受到患者体位变化、标志物移动等因素的影响, 从而导致摆位误差。

②研究组

研究团队使用了基于X射线容积成像（CBCT）的配准技术，这是一种更为先进的影像引导方法。具体步骤是：每一次放疗之前病人都趴在放疗床上静止不动。利用CBCT扫描得到病人胸部三维影像资料，可准确显示肿瘤位置及周边解剖结构。

使用CBCT影像数据可实现放疗技师对首次模拟定位CT图像的三维重建和配准比较。利用计算机软件对图像配准分析以精确修正摆位误差。该方法能更加直观准确的反应肿瘤位置变化情况，实时调整以保证各放疗准确一致。

CBCT配准方式具有精度高，实时性强等优点。由于这种技术是直接获得病人身体内三维影像，所以可以有效地避免因体表标志物的运动或者病人体位的细微改变而导致的错误。另外，CBCT可用于治疗时多次扫描及校正以进一步提高放疗精度。

手术期间研究组患者同需维持同初次定位一样姿势，但是因为CBCT影像高分辨率，三维重建准确，即使有细微的体位变化也可及时发现并纠正，以降低放疗摆位误差。

③数据处理

采用SPSS软件进行统计分析。具体包括：对于计量资料，数据以均数 ± 标准差（Mean ± SD）表示，组间比较采用独立样本t检验，P<0.05为差异有统计学意义。通过对两组数据进行对比分析，验证不同配准方式对放疗摆位误差的影响，从而得出研究结论。

（三）观察指标

- （1）放疗摆位误差：X、Y、Z三轴向的摆位误差；
- （2）放疗时间：每次放疗所需的平均时间。

（四）统计方法

使用SPSS软件进行数据分析，比较不同配准方式下的摆位误差，并采用适当的统计方法进行差异显著性检验。

二、结果

（一）X轴向摆位误差

由表1可知，研究组在X轴向平均摆位误差方面呈现出明显的优势。研究组X轴向摆位误差均值为1.2mm，标准差为0.8mm，95%置信区间为（0.6，1.8）mm；而对照组的X轴向摆位误差均值为3.5mm，标准差为1.1mm，95%置信区间为（2.4，4.6）mm。经统计学分析，两组之间的差异具有显著统计学意义（P<0.05），表明基于

CBCT的容积成像配准方式能有效减少X轴向的放疗摆位误差。

表1 X轴向摆位误差统计

组别	X轴向摆位误差均值 (mm)	X轴向摆位误差标准差 (mm)	X轴向摆位误差范围 (95% 置信区间)	P值
研究组	1.2	0.8	(0.6, 1.8)	<0.05
对照组	3.5	1.1	(2.4, 4.6)	-

（二）Y轴向摆位误差

由表2可知，研究组在Y轴向平均摆位误差方面表现出显著优势。研究组的Y轴向摆位误差均值为1.5mm，标准差为0.7mm，95%置信区间为（0.8，2.2）mm；对照组的Y轴向摆位误差均值为3.3mm，标准差为1.0mm，95%置信区间为（2.3，4.3）mm。经统计学分析发现，两组之间的差异显著（P<0.05），表明基于CBCT的容积成像配准方式能有效降低Y轴向的放疗摆位误差。

表2 Y轴向摆位误差统计

组别	Y轴向摆位误差均值 (mm)	Y轴向摆位误差标准差 (mm)	Y轴向摆位误差范围 (95% 置信区间)	P值
研究组	1.5	0.7	(0.8, 2.2)	<0.05
对照组	3.3	1.0	(2.3, 4.3)	-

（三）Z轴向摆位误差

由表3可知，研究组在Z轴向平均摆位误差方面明显优于对照组。研究组Z轴向摆位误差均值为1.0mm，标准差为0.6mm，95%置信区间为（0.4，1.6）mm；而对照组的Z轴向摆位误差均值为3.5mm，标准差为1.2mm，95%置信区间为（2.3，4.7）mm。经过统计学分析，研究组和对照组之间的差异具有显著统计学意义（P<0.05），说明基于CBCT的容积成像配准方式在减少Z轴向放疗摆位误差方面取得了显著效果。

表3 Z轴向摆位误差统计

组别	Z轴向摆位误差均值 (mm)	Z轴向摆位误差标准差 (mm)	Z轴向摆位误差范围 (95% 置信区间)	P值
研究组	1.0	0.6	(0.4, 1.6)	<0.05
对照组	3.5	1.2	(2.3, 4.7)	-

（四）放疗时间

由表4可知，研究组每次放疗平均时间明显短于对照组。研究组的每次放疗平均时间为12.5分钟，标准差为2.3分钟，95%置信区间为（10.2，14.8）分钟；对照组的每次放疗平均时间为15.8分钟，标准差为3.1分钟，95%置信区间为（12.7，18.9）分钟。经统计学分析，研

究组和对照组之间的放疗时间差异具有显著统计学意义 ($P < 0.05$), 说明基于CBCT的容积成像配准方式能够有效缩短放疗时间, 提高治疗效率。

表4 放疗时间统计表

组别	每次放疗平均时间(分钟)	放疗时间标准差(分钟)	放疗时间范围(95%置信区间)	P值
研究组	12.5	2.3	(10.2, 14.8)	<0.05
对照组	15.8	3.1	(12.7, 18.9)	-

三、讨论

本研究探讨了X射线容积成像(CBCT)引导下, 不同配准方式对胸部肿瘤放疗摆位误差的影响。通过分析我院2022年1月至2023年2月收治的200例胸部肿瘤病人的放疗数据, 对比了传统体外标志物配准方式与基于CBCT的容积成像配准方式在放疗摆位误差方面的差异。结果表明, 基于CBCT的容积成像配准方式能够显著减少胸部肿瘤放疗的摆位误差, 提高放疗的精准性。具体总结如下: (1) 传统体外标志物配准方式对体表标志物位置依赖性强, 易受病人体位变化和标志物移动的影响而产生摆位误差。但是基于CBCT容积成像配准方式能够通过获得病人身体内三维影像资料来直观展示肿瘤位置和周围解剖结构以对摆位误差做出较为精确的判断和校正^[7-8]。该研究结果表明: 基于CBCT容积成像配准模式X, Y, Z三轴向摆位误差明显低于传统配准模式摆位误差, 验证了该模式对放疗精度改善的优越性。(2) 除摆位误差以外, 放化疗时间亦为影响放化疗疗效的主要原因之一。该研究发现基于CBCT容积成像配准方式可有效减少放疗时间。其主要原因是容积成像配准方式能实时准确显示肿瘤位置及其周围解剖结构, 使放疗技师更快发现和调节适当照射角度与剂量, 提高了治疗效率。另外容积成像配准方式可实现多次扫描与修正, 进一步确保放疗精准性与安全性。(3) 胸部肿瘤做为一种常见恶性肿瘤, 放疗治疗已成为临床研究重点。但由于胸部解剖结构复杂、肿瘤位置不确定等原因, 常规放疗方法常难以取得理想疗效。随着基于CBCT的容积成像配准技术的诞生, 为胸部肿瘤的放疗带来了创新的解决策略。通过精确的容积成像及配准分析可实时调节放疗参数以确保肿瘤区域在获得充足照射剂量的前提下避免破坏周

围正常组织。对提高胸部肿瘤放疗精确性及安全性有重要的意义^[9-10]。(4) 尽管基于CBCT的容积成像配准方式已经显示出在胸部肿瘤放疗中的优势, 但仍然存在一些需要优化和改进的地方。如容积成像配准算法在准确性与稳定性方面仍需进一步提升, 降低误判与漏判概率。另外还需考虑容积成像配准设备运行的复杂性及费用等问题, 使其在临床上得到更加广泛的使用。在今后的研究中, 可探索出更为先进的成像技术与配准算法来改善容积成像配准方式中存在的问题与效率。同时还可进一步进行临床研究证实容积成像配准方式对胸部肿瘤放疗的远期疗效及安全性。

该研究将传统体外标志物配准方式和基于CBCT容积成像配准方式应用于胸部肿瘤放疗进行比较, 验证容积成像配准方式具有降低摆位误差、提高放疗精准性等优点。本研究结果不仅有利于促进胸部肿瘤放疗疗效的提高, 而且为今后临床研究提供新思路、新方法。随着科技的发展与进步, 相信容积成像配准方式在胸部肿瘤放疗领域中会起到越来越大的作用。

参考文献

- [1] 徐金济, 蔡倩倩, 居玲玲, 等. 胸腹部肿瘤患者放射治疗依从性对摆位误差的影响分析[J]. 现代肿瘤医学, 2023, 31(21): 4034-4038.
- [2] 罗云鸿. 胸部肿瘤放射治疗两种体位固定技术摆位误差比较研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)医药卫生, 2022(9): 3.
- [3] 叶必云. 利用射野照相验证片对胸部肿瘤放疗摆位误差探讨[J]. 2022(4).
- [4] 区永刚. 两种不同体位固定技术对食管癌放疗的摆位误差临床比较分析[J]. 临床研究, 2023, 31(9): 89-92.
- [5] 陈嘉一, 白彦灵. 乳腺癌患者体重指数及体位固定方式对保乳术后调强放射治疗摆位误差的影响[J]. 实用肿瘤学杂志, 2022(004): 036.
- [6] 许超晴, 熊涵楚, 李玉成, 等. 鼻咽癌容积旋转调强体位固定技术摆位误差分析[J]. 实用肿瘤杂志, 2024, 39(1): 58-62.