



· 论 著 ·

分次内CBCT影像引导技术引入DIBH在左侧乳腺癌放疗中的意义

鲍正敏, 李乾永, 鲁晓腾, 杨彦举

复旦大学附属肿瘤医院放射治疗中心, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032

[摘要] 背景与目的: 近年来基于光学体表引导放疗 (surface-guided radiation therapy, SGRT) 的深吸气屏气技术 (deep inspiration breath hold, DIBH) 是乳腺癌放疗中炙手可热的技术之一。一般在治疗前需采用锥形束CT (cone-beam CT, CBCT) 验证患者体位偏差并纠正治疗, 但患者治疗期间体位易发生变化, 分次前CBCT不能充分反映患者在治疗时的实时体位偏差, 因此本研究将分次内CBCT引入DIBH以监测并纠正实时偏差, 同时求证患者在治疗时是否达到理想体位, 探讨其在左侧乳腺放疗中的应用价值。方法: 收集2023年6月—2024年1月在复旦大学附属肿瘤医院接受放疗的左侧乳腺癌术后患者的临床资料。确认其心肺功能良好以及深吸气屏气状态能够符合医师治疗的需求, 在治疗前先进行分次前CBCT扫描并记录数据; 治疗时先将机架转到 -180° 触发kV级的分次内CBCT扫描, 转至外切野起始角后再行出束治疗 (10^3 kV级), 外切野治疗期间采集分次内CBCT体位配准偏差并与分次前的结果进行对比。结果: 最终共选取30例符合本研究的患者, 对每例患者分次前及分次内各150套对应的CBCT图像进行分析。分次内CBCT的平均配准偏差比分次前CBCT在X轴、Y轴和Z轴方向上分别减少26%、52%和51%, 分次内偏差明显小于分次前 ($P<0.05$), 且分次内配准偏差 <6 mm的概率分别为100.0%、100.0%、99.3%。在相关性方面, 分次内与分次前配准偏差在X轴方面呈弱相关 ($P<0.05$), 在Y轴与Z轴方向不具备相关性 ($P>0.05$)。结论: 分次内CBCT可以监测乳腺DIBH患者治疗中的实时体位信息并做出纠正, 可以作为以往分次前扫描的一个很好的补充。同时在临床上对治疗效率影响小, 对于左侧乳腺癌放疗具有十分积极的意义和实用价值。

[关键词] 分次内CBCT; 体表引导放射治疗; 深吸气屏气技术; 乳腺癌

中图分类号: R737.9 文献标志码: A

DOI: 10.19401/j.cnki.1007-3639.2025.06.007

基金项目: 无。

利益冲突: 作者声明无利益冲突。

伦理批件: 不需要。

知情同意: 已获得。

引用本文: 鲍正敏, 李乾永, 鲁晓腾, 等. 分次内CBCT影像引导技术引入DIBH在左侧乳腺癌放疗中的意义 [J]. 中国癌症杂志, 2025, 35(6): 578-584.

Funding: no.

Conflicts of interest: authors declare no conflicts of interest.

Ethical approval: not required.

Informed consent: available.

Cite this article: BAO Z M, LI Q Y, LU X T, et al. Clinical implications of intra-fraction CBCT image guidance in DIBH radiotherapy for left-sided breast cancer [J]. Chin Oncol, 2025, 35(6): 578-584.

Clinical implications of intra-fraction CBCT image guidance in DIBH radiotherapy for left-sided breast cancer BAO Zhengmin, LI Qianrong, LU Xiaoteng, YANG Yanju (Department of Radiation Oncology, Fudan University Shanghai Cancer Center; Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: YANG Yanju E-mail: yangyanju00@126.com

[Abstract] Background and purpose: In recent years, deep inspiration breath hold (DIBH) based on surface-guided radiation therapy (SGRT) has emerged as one of the most promising techniques in breast cancer radiotherapy. Conventionally, cone-beam CT (CBCT) is used before treatment to verify and correct patient positioning deviations. However, patient position may change during treatment, and pre-fraction CBCT cannot fully reflect real-time positional deviations. Therefore, this study aimed to introduce intra-fraction CBCT into left-sided breast DIBH radiotherapy to monitor and correct real-time deviations, verify whether patients achieve the desired position during treatment, and evaluate the clinical value of intra-fraction CBCT in left-breast radiotherapy. **Methods:** Clinical data from postoperative left-sided breast cancer patients treated at Fudan University Shanghai Cancer Center between June 2023 and January 2024 were collected. Patients with satisfactory cardiopulmonary function and stable DIBH compliance were

included. Pre-fraction CBCT scans were performed before treatment, and data were recorded. During treatment, the gantry was rotated to -180° to trigger kV-level intra-fraction CBCT scanning. After gantry repositioning to the starting angle of the tangential field, MV beam delivery commenced. Intra-fraction CBCT scans were acquired for positional registration, and deviations were compared with pre-fraction CBCT results. **Results:** A total of 30 eligible patients were included, with 150 pairs of pre-fraction and intra-fraction CBCT images analyzed per patient. The mean registration deviations for intra-fraction CBCT were 26%, 52%, and 51% lower than pre-fraction CBCT in the X, Y, and Z axes, respectively ($P < 0.05$), demonstrating significantly reduced real-time deviations. The probability of intra-fraction deviations being < 6 mm was 100.0%, 100.0%, and 99.3% for the X, Y, and Z axes, respectively. Correlation analysis revealed a weak correlation between intra-fraction and pre-fraction deviations in the X-axis ($P < 0.05$), while no significant correlation was observed for the Y and Z axes ($P > 0.05$). **Conclusion:** Intra-fraction CBCT effectively monitors and corrects real-time positional deviations in left-sided breast DIBH radiotherapy, serving as a valuable supplement to conventional pre-fraction CBCT. It minimally impacts treatment efficiency while significantly improving positional accuracy, offering clinical and practical benefits for left-breast cancer radiotherapy.

[**Key words**] Intra-fraction CBCT; Surface-guided radiation therapy; Deep inspiration breath hold ; Breast cancer

放疗是乳腺癌术后常用的治疗方式之一，其中左侧乳腺癌由于靶区邻近心脏，术后放疗容易引发肺及心脏的不良反应，影响正常心肺功能。据以往统计显示，在左侧乳腺癌患者中，胸痛、冠心病和心肌梗死的诊断率较高，心血管疾病已成为乳腺癌放疗患者的第二大死因^[1]。为降低呼吸运动对放疗的影响，研究者已研发出多种呼吸门控技术^[2]。深吸气屏气（deep inspiration breath hold, DIBH）技术是近些年乳腺癌放疗呼吸门控技术中应用尤为广泛的一种，要求患者在每次放疗时吸气至特定阈值，然后屏气完成定位和治疗^[3-4]。因计算机视觉技术的迅猛发展，光学体表引导的放疗技术（surface-guided radiation therapy, SGRT）的治疗水平得到快速提升，且已应用于临床部分肿瘤放疗的体位管理中。SGRT是一种无创无电离辐射的图像引导放疗技术，在患者治疗期间全程监控，提供连续、实时成像^[5]。其中结合乳腺癌的门控技术是SGRT颇具前途的应用之一，不仅可以有效地扩大患者胸腔容积，拉开胸廓并使照射靶区远离心脏以降低其远期不良反应，同时也可以降低呼吸运动对照射靶区造成的影响，提高放疗精度^[6]。

在临床上常用锥形束CT影像（cone-beam CT, CBCT）在治疗前进行验证，但这种方法并无法反映出患者在治疗中的实时体位偏差。在循环往复的吸气屏气中，患者的体位难免会不自主地变化，并且随着时间的延长，体位的变化也会随之变大，在治疗中患者的体位其实是处于一个“黑盒”的状态。对此有学者指出使用Catalyst系统来监测分次内的偏差，但光学体表引导系统仍然不能完全替代CBCT^[7-8]。本研究将分次内CBCT引入DIBH，并分析其与分次前CBCT的偏差差异以及相关性，探讨分次内CBCT引入DIBH

在左侧乳腺癌放疗中的应用价值。

1 资料和方法

1.1 患者资料

收集2023年6月—2024年1月在复旦大学附属肿瘤医院接受放疗的左侧乳腺癌术后患者的临床资料。本研究的纳入标准为：① 治疗总次数 > 15 次。② 无既往心脏病史且肺功能良好。③ 患者认知清晰，配合良好，能够按照医师要求进行深吸气屏气训练，单次屏气时间大于30 s且可耐受多次屏气。排除标准为：① 治疗期间吸气屏气不稳定中途放弃DIBH。② 治疗期间体型变化较大。③ 吸气以腹式呼吸为主的。④ 治疗期间CBCT扫描少于5次的。

1.2 设备资料

设备采用瑞典医科达医疗（Elekta）生产的VersaHD医用电子直线加速器以及其所配套的XVI CBCT系统。模拟定位装置选用西门子医疗（Siemens Healthineers）生产的SOMATOM Definition AS系列的64排80 cm大孔径定位CT模拟机。门控系统采用瑞典C-RAD公司生产的定位端Sentinel以及加速器端的Catalyst HD光学体表引导成像系统。患者体位固定装置选用广州科莱瑞迪医疗器材股份有限公司生产的两段式多功能体板。

1.3 方 法

1.3.1 呼吸训练

医师对患者初筛后将DIBH的基本原理向患者进行宣教，建立患者自信心并引导患者进行有效的呼吸训练，保证采用胸式呼吸，并让其在CT定位前1周勤加练习。定位当天医师向患者讲解Sentinel视频反馈系统屏幕上的实时呼吸信号以及门控窗所代表的意义。要求患者深吸气及屏气时不能抬腰、抬背及耸肩，强调采用胸式呼吸，腹部不能鼓起。吸气时需深吸气至门控窗内

并稳定维持尽可能长的时间, 一般大于30 s。所有患者在治疗前均获得知情同意。

1.3.2 CT模拟定位

定位时, 患者均以仰卧位平躺于多功能板, 辅以适合的头枕及定制颈罩固定头部, 双手上举至手臂托架并调整到相应的位置和角度, 同时记录多功能板以及手臂托架刻度参数, 治疗师以激光线为参考在患者体表标记画线。在自由呼吸 (free breath) 状态下通过光学体表监测系统 Sentinel采集体表信息, 保乳术患者体表参考点设置为剑突下缘, 根治术患者体表参考点则设置为右侧肋骨下缘, 同时根据每例患者的实际情况设置DIBH胸壁呼吸振幅大小。根据我院经验, 患者监测位置呼吸振幅一般要求不低于15 mm, 设置门控窗宽度为3~4 mm。确认患者屏气能够重复且稳定保持在门控窗内, 随后在患者屏气状态下进行CT扫描获得DIBH-CT, 在患者自由呼吸状态下扫描获得自由呼吸-CT (free breath-CT, FB-CT)。

1.3.3 放疗计划设计

为了更好地提升放疗效率及质量, 所有放疗计划均采用蒙特卡洛算法的Monaco计划系统 (6.00.11版本), 由医师先在DIBH-CT图像上勾画靶区及危及器官, 采用两段剪刀弧形式的容积调强 (volumetric-modulated arc therapy, VMAT) 技术, 同一物理师负责计划制订以及剂量验证。

1.3.4 临床治疗实施与偏差参数采集

患者首次摆位告知充分放松, 根据患者体表标记线或纹身位置对准摆位激光线完成预摆位, 然后将床移动至Catalyst HD体表引导系统推荐床值完成摆位, 此时患者当前体表轮廓与定位时 Sentinel体表采集系统所采集的自由呼吸轮廓叠加计划中心偏移量相重合。患者CBCT扫描及治疗均在深吸气屏气状态下完成, 对应的Catalyst HD系统监控界面见图1。患者治疗前3次均采集CBCT, 后续每周1次采集CBCT验证直至疗程结束。每次治疗前先扫描CBCT获得摆位偏差, 此时CBCT采集的数据为分次前图像, XVI系统感兴趣配准框设定为治疗靶区。将扫描得到的CBCT图像与TPS中的DIBH-CT图像以灰度配准模式进行自动匹配, 并由同一位医师和治疗师根据靶区配准情况加以手动修正, 以获得其在左右X轴、头脚Y轴、腹背Z轴方向上的偏差数据。若配准偏差小于6 mm则进行移床校正, 如若大于6 mm则重新摆位再次进行影像验证。移床校正

后在Catalyst上采集当前的体表投影, 将其作为今后每次摆位Catalyst体表的参考标准。左侧乳腺癌治疗计划一般分为内切野以及外切野, 在放疗正式实施前将机架逆时针移动至 -180° , 先触发XVI的kV级分次内3D-CBCT扫描, 同时顺时针转动机架至外切野起始角度 (一般为 95°) 再开始放疗出束治疗 (10^3 kV级), 此时治疗患者与分次内3D-CBCT同时进行。当外切野治疗完毕时分次内CBCT也同时扫描完成, 此时即可查看靶区位置偏差和邻近组织的结构关系, 如若偏差过大则移床纠正, 调整方法参考首次扫描, 而后再进行内切野的照射, 此时CBCT采集的数据作为分次内图像。最终30例患者每人采集前5次验证CBCT图像后, 得到分次前和分次内两组数据各150次。

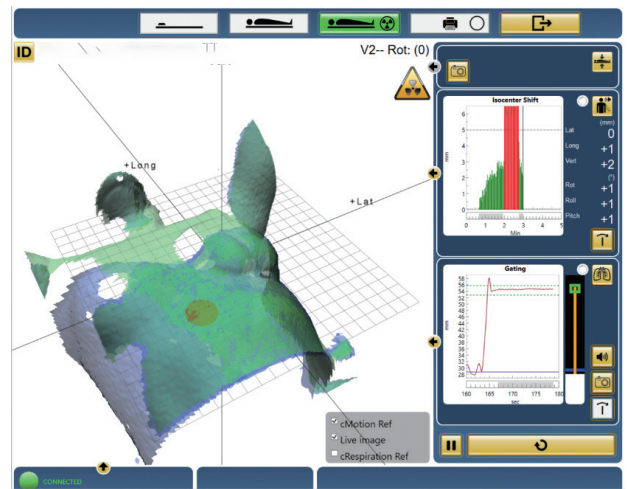


图1 患者深吸气屏气状态时Catalyst HD监控界面

Fig. 1 Catalyst HD monitoring interface during patient's deep inspiration and breath holding state

1.3.5 统计学处理

本研究各病例数据为配对样本, 分次前和分次内的定量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用SPSS 22.0软件对上述数据进行统计学分析。经过正态性检验和方差齐性检验后得出偏差数据不服从正态分布且方差不齐, 因此数据分析采用非参数检验的Wilcoxon符号秩检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 入组患者及流程图

本研究最终纳入30例符合入组条件的患者, 患者的纳入及排除标准流程图见图2。患者年龄28~59岁, 平均年龄 (43.5 ± 9.14) 岁; 其中改良根治术患者13例, 保乳术患者17例。根据CBCT分次前和分次内进行分组 (各150次)。

2.2 分次前和分次内CBCT配准偏差频率分布

患者分次前和分次内CBCT扫描偏差在X轴、Y轴、Z轴方向上的分布见表1，散点图见图3。对数据分析可知分次前摆位出现4 mm以上偏差概率较大，特别是在Y和Z轴方向，分别达到28.0%及36.7%，偏差有些会达到10 mm以上，主要原因是患者每天摆位均会出现一定偏差，此外，患者深吸气时也可能出现耸肩、挺胸以及吸氧量不稳定现象，此时患者左右方向位置受影响较小，这也加剧分次前CBCT配准偏差增大。分次内的数据显示这一现象经过CBCT校准后可得到显著改善，在Y轴和Z轴方向上的偏差出现> 4 mm的概率降低至4.0%及5.4%，特别是在X、Y和Z轴方向上的配准偏差<6 mm的概率为100.0%、100.0%、99.3%。分次内在3个方向上的平均配准偏差分别比分次前减少约26%、52%、51%，偏差区间分布优于分次前 ($P<0.05$)。

因此在临床靶区边界外扩5 mm作为治疗靶区的要求中，患者在治疗中能够几乎达到覆盖所有临床靶区的理想体位。另外分次内数据有1次在Z轴方向的偏差为13.1 mm，怀疑患者屏气过程中体位发生了变化，经CBCT纠正后继续进行治疗。

2.3 配准偏差比较

使用Wilcoxon符号秩检验对分次前和分次内对应的150对数据结果进行分析(表2)。在前5次CBCT验证中，分次内在X轴、Y轴、Z轴(分别表示左右、头脚和腹背方向)方向上的偏差数值均小于分次前，其差异有统计学意义($P<0.05$)。

由此可见，分次内CBCT配准偏差显著小于分次前CBCT。分次前配准数据说明患者每次摆位均有一定偏差，特别是在Y和Z轴方向上的偏差较大，可能是患者存在屏气不稳定和耸肩导致。

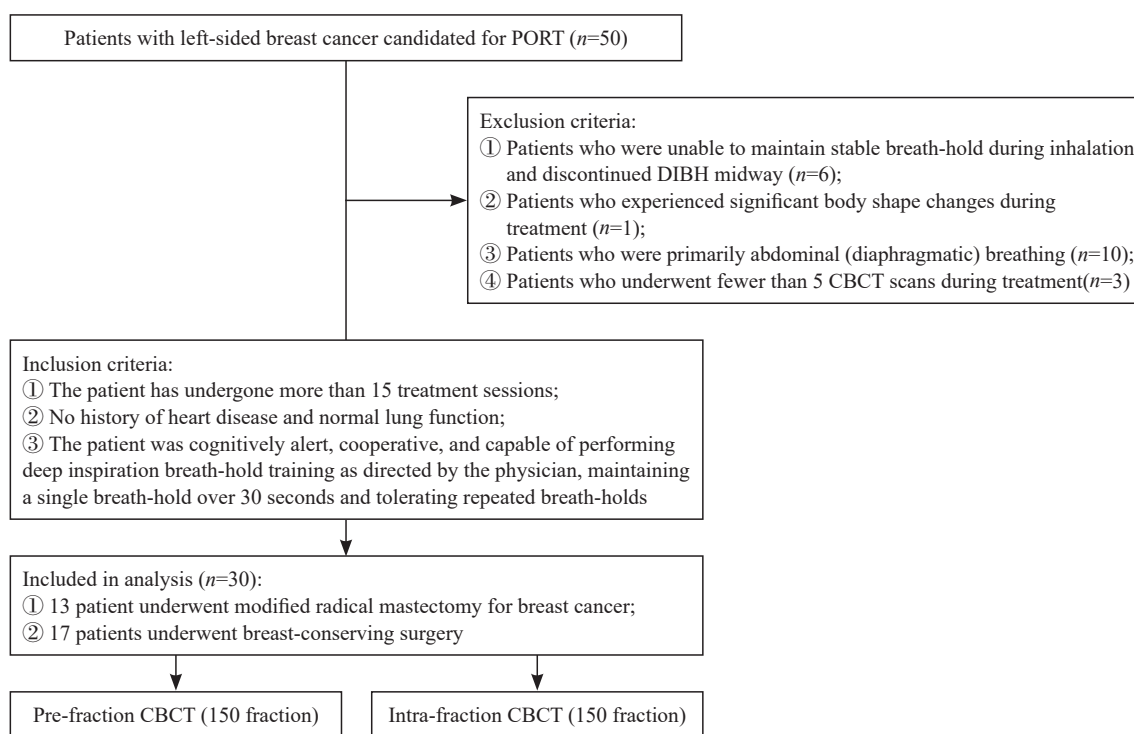


图2 入组患者纳入及排除流程图

Fig. 2 Patient inclusion and exclusion workflow

PORT: Postoperative radiotherapy; DIBH: Deep inspiration breath hold; CBCT: Cone-beam CT.

表1 分次前和分次间CBCT配准偏差频率分布

Tab. 1 Frequency distribution of CBCT registration deviations between pre-fraction and inter-fraction scans

Item	X-axis deviation D/mm				Y-axis deviation D/mm				Z-axis deviation D/mm			
	<2	2≤D<4	4≤D<6	≥6	<2	2≤D<4	4≤D<6	≥6	<2	2≤D<4	4≤D<6	≥6
Pre-fraction	85(56.7)	46(30.6)	14(9.3)	5(3.3)	61(40.7)	47(31.3)	15(10.0)	27(18.0)	61(40.7)	34(22.7)	27(18.0)	28(18.7)
Intra-fraction	100(66.7)	40(26.7)	10(6.7)	0(0.0)	99(66.0)	45(30.0)	6(4.0)	0(0.0)	95(63.3)	47(31.3)	7(4.7)	1(0.7)

[n(%)]

分次内数据说明经过当天分次CBCT纠正移床后患者体位偏差控制在4 mm内, 在Y轴和Z轴方向上的偏差得到显著改善, 治疗效果可期。

2.4 相关性分析

分次前与分次内CBCT扫描配准偏差之间的Spearman相关性分析结果显示, 分次前与分次内在X轴方向上呈极弱正相关, 且相关性不显著 ($r=0.165$), 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。而在Y轴和Z轴方向上相关性不显著 ($r=0.139$ 和

$r=-0.043$), 且差异无统计学意义 ($P>0.05$, 表3)。结合此前分次前与分次内的频率分布以及图3散点图可得知, 分次前患者在Y轴与Z轴方向上的配准偏差相较于X轴大, 但分次内在X轴、Y轴、Z轴3个轴向上的误差变小且频率分布趋向于平均, 说明经过分次前CBCT纠正后, 初次摆位后的体位误差对实际治疗体位的影响可忽略, 这也与相关性分析的结果相吻合。

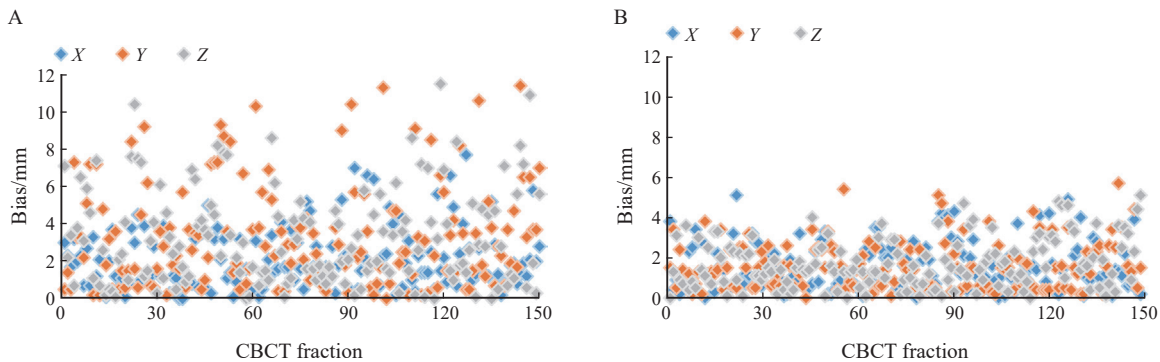


图3 分次前与分次内CBCT图像配准偏差散点图

Fig. 3 Scatter plot of CBCT registration deviations between pre-fraction and intra-fraction scans

A: Pre-fraction; B: Intra-fraction scans.

表2 分次前与分次内CBCT配准偏差比较

Tab. 2 The comparison of registration deviations between pre-fraction and intra-fraction CBCT

Item	[($\bar{x}+s$)/mm]		
	X-axis	Y-axis	Z-axis
Pre-fraction ($f=150$)	2.09 ± 1.62	3.37 ± 2.77	3.34 ± 2.69
Intra-fraction ($f=150$)	1.55 ± 1.25	1.63 ± 1.21	1.79 ± 1.53
P value	0.001	<0.001	<0.001

f: Fraction.

表3 分次前与分次内CBCT配准偏差的相关性分析

Tab. 3 Correlation analysis of CBCT registration deviations between pre-fraction and intra-fraction scans

Axial	r value	P value
X-axis	0.165	0.043
Y-axis	0.139	0.089
Z-axis	-0.043	0.599

3 讨论

放疗是乳腺癌术后常用的治疗手段之一, 然而在放疗过程中晚期心脏毒性可能会影响患者的长期生存^[1, 9]。为了减少心脏放射毒性的发生DIBH技术由此产生, DIBH可以在减少心肺照射剂量的同时减少呼吸运动对靶区的影响, 提高放疗精度。其中光学体表投影技术以其方便快捷、稳定、高精度、无需额外配件等诸多优点迅速普

及, 并逐渐取代传统的呼吸运动管理技术^[10]。

刘建锋等^[8]的研究结果表明, Catalyst HD监测偏差与CBCT配准偏差具有强相关性, 并以此为基础使用光学体表系统监测患者治疗时的偏差情况。但是Catalyst HD系统只能通过体表外轮廓给出3个方向的参考偏差, 与通过CBCT图像根据不同层面靶区配准的结果有时仍然会有较大差距。此外他们发现随着吸气屏气次数的增加, 累积造成的位移偏差越来越大是常见情况, 诸如Catalyst HD等SGRT系统在治疗中往往只起到了监测的作用而不能修正, 故光学体表监测系统只能作为CBCT的补充, 作为验证放疗体位“金标准”的CBCT仅限于治疗前屏气的位置验证, 治疗中患者的体位变化却无从考证。本文的分次内CBCT影像引导技术很好地弥补了这两个短板。本研究通过对乳腺癌术后患者在分次前和分次内的CBCT扫描偏差数据进行统计学分析, 对3个方

向上(X轴、Y轴、Z轴)的偏差值及分布概率区间进行比较,结果表明,分次内在3个方向上的平均配准偏差分别比分次前减少约26%、52%、51%,偏差区间分布优于分次前($P < 0.05$)。方涌文等^[11]的研究发现,CBCT校正与Catalyst HD中cPosition校正功能在X轴、Y轴和Z轴方向相关性均表现为显著相关,Pitch方向表现为低度相关。李谭谭等^[12]比较OSMS光学体表运动管理系统与CBCT在左侧乳腺癌放疗摆位误差的一致性,结果表明,两种方式与模拟定位状态误差具有一致性,本文使用Catalyst HD系统的结果也印证了这一结论。同时本研究分次内的配准偏差 < 6 mm的概率为100.0%、100.0%、99.3%。说明经过分次前纠正后,患者在治疗时体位准确稳定。Rong等^[13]比较了瓦里安的RPM系统与AlignRT体表光学系统在乳腺患者摆位的精度和可靠性,并指出单独使用RPM系统难以满足所需的精度要求。AlignRT可确保患者摆位准确性,优于RPM的替代方案,能提升治疗期间靶区定位的精确性。本研究中分次内有一次Z轴方向偏差配准 > 13 mm,猜测可能是由于患者体位不适或精神状态导致了体位在治疗过程中发生了变化,此时能够使用分次内CBCT引导纠正就显得更为重要。左侧乳腺癌治疗一般分为内外切野,在实际临床治疗中行分次前CBCT扫描后治疗时有两种方法,方法一:将机架转动至 180° 逆时针扫描1圈后转至内切野起始角治疗。方法二:将机架转动至 -180° 顺时针扫描1圈后转至外切野起始角治疗(内外切野起始角一般为 95° 和 300° ,为方便计算记为 $1/3$ 圈和 $1/4$ 圈),机架转动速度为 $360^\circ/60$ s,去除治疗师手动配准图像的时间,则两种方法从相比不验证直接治疗多花费的时间为80 s和75 s。而分次内CBCT扫描时只需从 -180° 转至外切野起始角,其额外花费时间约为45 s,相较分次前CBCT效率更高,其临床意义值得进一步探索。

综上所述,本研究初步显示,分次内CBCT对于左侧乳腺癌放疗具有十分积极的意义,验证了患者放疗的准确性,同时填补了以往在治疗中无法监测和校正体位变化的盲区,减少治疗中的剂量偏差。并且该方式与治疗同步,对临床工作效率影响较少。但是由于乳腺放疗小角度的特性以及设备局限,分次内CBCT的图像质量与分次前有一定差距,客观上给图像的配准增加了一定的难度,同时由于分次内CBCT扫描得出配准结果时治疗计划已经部分实施,故此技术并不适用

于首次治疗及情况复杂的患者。此外放疗从治疗方案的制订到执行中的每一个环节都会受到例如患者状态、设备、技师等诸多因素的影响,因此在扩充患者入组数量、提高呼吸可控程度及耐受力、减少操作人员对于图像配准的主观性等方面依然需要持续努力,以期获得更好的结果。

第一作者:

鲍正敏 (ORCID: 0009-0005-5608-3938), 初级, 放射治疗师。

通信作者:

杨彦举 (ORCID: 0000-0001-8665-6155), 硕士, 中级, 助理研究员, E-mail: yangyanju00@126.com。

作者贡献声明:

鲍正敏负责数据采集分析和论文撰写;李乾永和鲁晓腾负责数据的整理分析;杨彦举负责指导论文总体构架、统计学处理、修改和审阅。

[参 考 文 献]

- [1] DARBY S C, MCGALE P, TAYLOR C W, et al. Long-term mortality from heart disease and lung cancer after radiotherapy for early breast cancer: prospective cohort study of about 300 000 women in US SEER cancer registries [J]. *Lancet Oncol*, 2005, 6(8): 557-565.
- [2] HU W G, XU A J, LI G C, et al. A real-time respiration position based passive breath gating equipment for gated radiotherapy: a preclinical evaluation [J]. *Med Phys*, 2012, 39(3): 1345-1350.
- [3] FERINI G, VALENTI V, VIOLA A, et al. A critical overview of predictors of heart sparing by deep-inspiration-breath-hold irradiation in left-sided breast cancer patients [J]. *Cancers (Basel)*, 2022, 14(14): 3477.
- [4] XU J Q, WANG J Z, ZHAO F, et al. The benefits evaluation of abdominal deep inspiration breath hold based on knowledge-based radiotherapy treatment planning for left-sided breast cancer [J]. *J Appl Clin Med Phys*, 2020, 21(10): 89-96.
- [5] FREISLEDERER P, KÜGELE M, ÖLLERS M, et al. Recent advanced in surface guided radiation therapy [J]. *Radiat Oncol*, 2020, 15(1): 187.
- [6] GONZÁLEZ-SANCHIS A, BRUALLA-GONZÁLEZ L, FUSTER-DIANA C, et al. Surface-guided radiation therapy for breast cancer: more precise positioning [J]. *Clin Transl Oncol*, 2021, 23(10): 2120-2126.
- [7] 史亚滨, 陈伟思, 徐逸, 等. 左侧乳腺癌保乳术后ABC与Catalyst呼吸门控系统动态调强放疗的剂量学分析 [J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2024, 44(05): 415-420.
SHI Y B, CHEN W S, XU Y, et al. Dosimetric analysis of dynamic intensity modulated radiotherapy with active breathing coordinator and Catalyst for respiratory gating after breast conserving surgery for left breast cancer [J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2024, 44(05): 415-420.
- [8] 刘剑锋, 钟鹤立, 张光伟, 等. Catalyst光学体表监测在左侧乳腺癌ABC-DIBH放射治疗中的应用 [J]. *中国医疗设备*, 2024, 39(1): 61-66.
LIU J F, ZHONG H L, ZHANG G W, et al. Application of catalyst optical body surface monitoring in ABC-DIBH

- radiotherapy for left side breast cancer [J]. China Med Devices, 2024, 39(1): 61-66.
- [9] VAN DER VORST A, LAMBRECHT M, VAN AELST L, et al. Radiation-induced heart disease in breast cancer patients: a narrative review of epidemiology, risk factors, radiotherapy parameters, and prevention [J]. Strahlenther Und Onkol, 2025, 201(4): 368-382.
- [10] 张 赛, 李春迎, 张 恒, 等. 光学体表引导放射治疗研究现状 [J]. 中国辐射卫生, 2022, 31(3): 362-366.
ZHANG S, LI C Y, ZHANG H, et al. Current research on surface guided radiation therapy [J]. Chin J Radiol Health, 2022, 31(3): 362-366.
- [11] 方涌文, 刘鏖水, 肖亮杰, 等. 光学体表监测系统Catalyst HD的cPosition与cMotion功能在乳腺癌调强放疗中的应用 [J]. 中国医疗设备, 2022, 37(6): 19-22.
FANG Y W, LIU B S, XIAO L J, et al. Application of cPosition and cMotion functions of optical surface monitoring system catalyst HD in intensity-modulated radiotherapy for breast cancer [J]. China Med Devices, 2022, 37(6): 19-22
- [12] 李谭谭, 张江鹄, 戴建荣, 等. 光学表面监测系统与CBCT确定左侧乳腺癌深吸气屏气放疗误差的比较 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2020, 29(4): 278-282.
LI T T, ZHANG J H, DAI J R, et al. Comparison of the performance of two methods to determine set-up errors for DIBH patients with left sided breast cancer in radiotherapy [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2020, 29(4): 278-282.
- [13] RONG Y, WALSTON S, WELLS M X, et al. Improving intra-fractional target position accuracy using a 3D surface surrogate for left breast irradiation using the respiratory-gated deep-inspiration breath-hold technique [J]. PLoS One, 2014, 9(5): e97933.

(收稿日期: 2024-08-07 修回日期: 2025-02-03)

(责任编辑: 王琳辉)

编者·作者·读者

《中国癌症杂志》2025年征订启事

《中国癌症杂志》1991年创刊,是由中华人民共和国教育部主管、复旦大学附属肿瘤医院主办的全国性肿瘤类学术期刊。名誉主编为汤钊猷、曹世龙、沈镇宙教授,主编为邵志敏教授。旨在传播肿瘤学领域前沿研究成果,注重肿瘤临床、基础、转化等最新研究成果,促进我国肿瘤领域研究成果的交流,提高肿瘤防治水平,服务健康中国战略。

《中国癌症杂志》为中文核心期刊(《中文核心期刊要目总览(2023年版)》收录)、中国科技核心期刊、中国科学引文数据库(CSCD)收录期刊、“中国精品科技期刊顶尖学术论文(F5000)”项目来源期刊,并被国内多家大型数据库收录。国际上,《中国癌症杂志》目前被荷兰Scopus数据库及EMBASE数据库、DOAJ数据库、《化学文摘》(CA)、《乌利希期刊指南》(Ulrich's Periodical Directory)、EBSCO数据库、日本科学技术振兴机构数据库(JST)、波兰《哥白尼索引》以及《WHO西太平洋地区医学索引》(WPRIM)收录。

《中国癌症杂志》主要报道国内外肿瘤学领域前沿的研究内容,包括肿瘤的临床医学、基础医学、流行病学等。开设栏目包括专家述评与论著、论著、综述、论著选登、个案报道、指南与共识等。

《中国癌症杂志》为月刊,A4开本,80页,铜版纸(随文彩图),每月30日出版,单价30元,全年360元。国际标准连续出版物号(ISSN)1007-3639,国内统一连续出版物号(CN)31-1727/R,邮发代号4-575,读者可在当地邮政局订阅。

联系地址:上海市东安路270号复旦大学附属肿瘤医院10号楼415室。

邮编:200032

电话:021-64188274;021-64175590-83574

网址:www.china-oncology.com

E-mail:zgazz@china-oncology.com

《中国癌症杂志》编辑部