

非晶硅电子射野影像系统与 Arc CHECK 在直肠癌容积旋转调强剂量验证中的应用

黎旦¹, 宾石珍², 程晶晶¹, 单冬勇², 成树林², 张俊俊²

1. 南华大学核科学技术学院, 湖南 衡阳 421001; 2. 中南大学湘雅三医院, 湖南 长沙 410013

【摘要】目的:比较非晶硅电子射野影像系统(a-Si EPID)与旋转照射剂量验证仪器(Arc CHECK)在直肠癌容积旋转调强(VMAT)剂量验证中的应用。**方法:**随机选取20例直肠癌VMAT病例,分别设计a-Si EPID与Arc CHECK的验证计划,并在UNIQUE加速器上进行验证。采用 γ 分析方法(3 mm, 3%)比较两种不同验证工具的相对剂量与绝对剂量通过率、X和Y方向的profile。**结果:**Arc CHECK的绝对剂量通过率为(97.73±1.98)%,相对剂量通过率为(96.96±2.34)%;a-Si EPID的绝对剂量通过率为(97.58±1.88)%,相对剂量通过率为(98.13±1.47)%。X、Y方向的profile理论值与实测值很相近,理论剂量分布图与实测计算剂量分布图在高低剂量点分布上重合度较高。**结论:**Arc CHECK和a-Si EPID的验证结果在剂量学上没有明显差异,两者在直肠癌VMAT剂量验证中都是可行的,但a-Si EPID操作简单、使用方便、显示剂量即时,可以更便捷地进行VMAT剂量验证。

【关键词】直肠癌;非晶硅电子射野影像系统;Arc CHECK;容积旋转调强;剂量验证

【中图分类号】R815;R735.3

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2016)07-0674-04

A-Si EPID and Arc CHECK dosimetric verification for VMAT of rectum cancer

LI Dan¹, BIN Shi-zhen², CHENG Pin-jing¹, SHAN Dong-yong², CHENG Shu-lin², ZHANG Jun-jun²

1. Department of Nuclear Science and Technology, University of South China, Hengyang 421001, China; 2. Third Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410013, China

Abstract: Objective To compare the amorphous silicon electronic portal imaging device (a-Si EPID) and Arc CHECK dosimetric verification for volumetric modulated arc therapy (VMAT) of rectum cancer. **Methods** Totally, 20 patients with rectum cancer were randomly selected. The verification plans of a-Si EPID and Arc CHECK were respectively designed, and the plans were performed on UNIQUE accelerator. The relative dosage pass rate, absolute dosage pass rate, and the profile of X and Y directions between the two different verification tools were compared by using Gamma method (3 mm, 3%). **Results** The absolute dosage pass rate and relative dosage pass rate of Arc CHECK were respectively (97.73±1.98)% and (96.96±2.34)%, and those of a-Si EPID were respectively (97.58±1.88)% and (98.13±1.47)%. The theoretical values of the profile of X and Y directions were close to the measurements, and the high and low dose point distribution of theoretical dose distribution diagram had high coincidence with that of measured dose distribution diagram. **Conclusion** No significant differences were found between Arc CHECK and a-Si EPID verification, both of which are feasible for dosimetric verification of VMAT of rectum cancer. But a-Si EPID which is easy to operate, showing the dosage immediately can be used more conveniently in the dosimetric verification of VMAT.

Key words: rectum cancer; amorphous silicon electronic portal imaging device; Arc CHECK; volumetric modulated arc therapy; dosimetric verification

前言

容积旋转调强(VMAT)是一种复杂的精准治疗

【收稿日期】2016-01-18

【作者简介】黎旦,男,硕士研究生,研究方向:医学剂量,E-mail: 380727608@qq.com

【通信作者】程晶晶,男,副教授,研究方向:核技术应用研究,E-mail: nhuchpj@aliyun.com

技术,大机头在旋转照射的同时形成一个或者多个弧,同时子野的形状、剂量率、机架旋转速度等都在不断变化中^[1]。在相同条件下,VMAT技术的治疗计划剂量分布与静态调强几乎相同^[2]。目前VMAT技术多应用于直肠癌的治疗。由于VMAT技术在学习过程中加速器的多数部件(大机架、准直器、多叶光栅)都在不停运动,所以VMAT对剂量验证的要求也

就更高了^[3]。Yan 等^[4]将旋转照射剂量验证仪器 (Arc CHECK) 经校正后发现, 所测得的调强剂量分布与计划系统理论计算剂量有良好的一致性, 因此认为 Arc CHECK 十分适用于 VMAT 的剂量学验证。Li 等^[5]利用 Arc CHECK 对调强放射治疗 (IMRT) 和 VMAT 计划进行剂量验证, 认为 Arc CHECK 系统适用于 IMRT 和 VMAT 的临床验证。非晶硅电子射野影像系统 (a-Si EPID) 在放射治疗中的应用相当广泛, 具有测量范围大、分辨率高、采集数据快、抗辐射能力强、使用方便等优点, 因此其在剂量验证中的应用也越来越广泛。Bawazeer 等^[6]利用 a-Si EPID 对 IMRT 计划进行验证, 认为在 IMRT 验证中, a-Si EPID 是一个有效而准确的验证工具。然而利用 Arc CHECK 和 a-Si EPID 对直肠癌 VMAT 计划进行剂量验证却鲜有报道, 因此本研究采用 a-Si EPID 和 Arc CHECK 这两种方法对直肠癌 VMAT 计划进行验证, 并比较两者的验证效果。

1 材料与方法

1.1 CT 图像

随机选取 20 例中南大学湘雅三医院放疗中心行 VMAT 治疗计划的直肠癌患者。患者取仰卧位, 用热塑型体模固定进行 CT 扫描, 扫描层厚 1 mm, 将扫描获得的 CT 图像上传至 Eclipse 11.0 治疗计划系统。

1.2 设备材料

选用 Varian 公司的 UNIQUE 加速器 (配套 Eclipse 治疗计划系统和 portal dosimetry 剂量验证数据分析软件), 美国 Sun Nuclear 公司的 Arc CHECK (软件版本 6.2), 德国 PTW 公司的 UNIDOSE 剂量仪。

1.3 设备仪器校准

在进行数据采集前, 先对加速器进行机械几何参数检测与校准, 包括加速器辅助设备校准、等中心及指示装置检查、照射野特性的检查、剂量测量和控制系统检测。a-Si EPID 和 Arc CHECK 的数据采集需在同一条件下进行, 以排除因机器参数变化对两者比较结果的影响。Arc CHECK 在收集数据前也必须经过校准, 包含本底校准、矩阵校准和绝对吸收剂量校准。

1.4 验证方法

对每例直肠癌 VMAT 计划分别进行 a-Si EPID 和 Arc CHECK 的验证。选取已经完成 VMAT 计划设计的 20 例直肠癌病例, 分别创建 a-Si EPID 和 Arc CHECK 验证计划, 将验证计划传输至网络系统, 在加速器上执行验证计划。

将 Arc CHECK 模体置于加速器治疗床上, 激光十字线对准模体中心, 在加速器质量保证 (QA) 模式下, 按验证计划出束, 同时将验证计划从 Eclipse 11.0 系统中导出, 并导入到 Arc CHECK 分析软件中, 采用 γ 分析方法 (3%, 3 mm, 10% 标准) 分析实际测量到的结果。a-Si EPID 采集数据时, 只需将治疗床和一体板按验证计划中数值设定到位, 并按验证计划出束即可。采集到的数据会自动上传到 Eclipse 11.0 系统, 并保存至 portal dosimetry 软件中, 最后利用 portal dosimetry 软件对收集的数据进行分析, 并与治疗计划系统的计算结果进行比对, 分析的方法和阈值标准选择与 Arc CHECK 一致。

1.5 统计学方法

利用 SPSS 19.0 软件对所采集数据进行统计学分析, 统计结果以 (均数 \pm 标准差) 表示。采用配对 t 检验比较这两种验证工具的相对剂量通过率和绝对剂量通过率, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 Arc CHECK 验证结果

图 1 和图 2 分别显示其中 1 例病例在 Arc CHECK 模体中的实测量剂量分布和计划系统理论计算的剂量分布。图 3 显示的是该病例 Arc CHECK 计划系统理论计算和实测 X 方向 profile。由图可知实测剂量分布图与计划系统理论计算剂量分布图在高低剂量点分布上重合度较高, 同时 X 方向的 profile 实测结果与计划系统理论计算结果也很相近。20 例患者 Arc CHECK 的相对剂量 γ 通过率为 (96.96 \pm 2.34)%, 绝对剂量 γ 通过率为 (97.73 \pm 1.98)%。

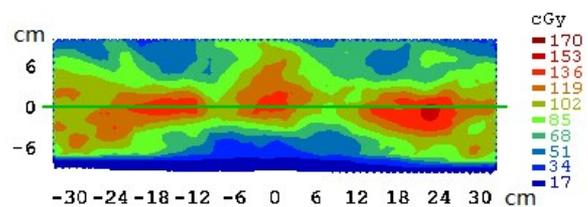


图1 Arc CHECK 实测剂量分布

Fig.1 Measured dose distribution of Arc CHECK

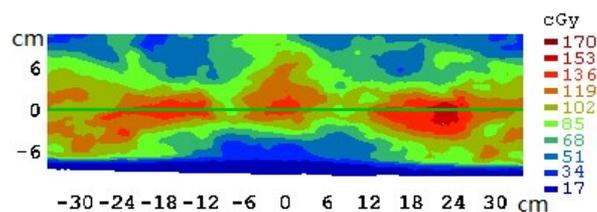
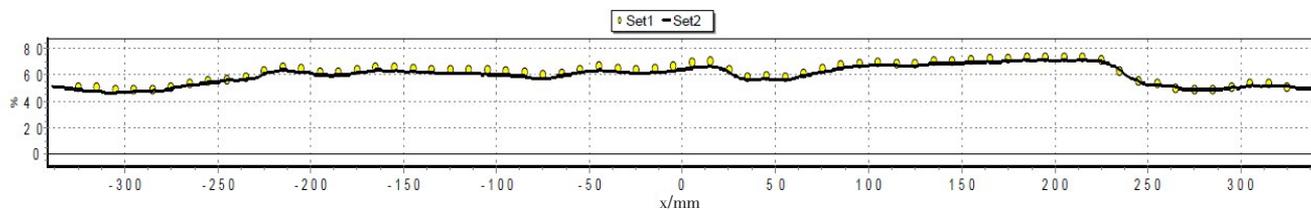


图2 Arc CHECK 理论计算剂量分布

Fig.2 Theoretical calculated dose distribution of Arc CHECK

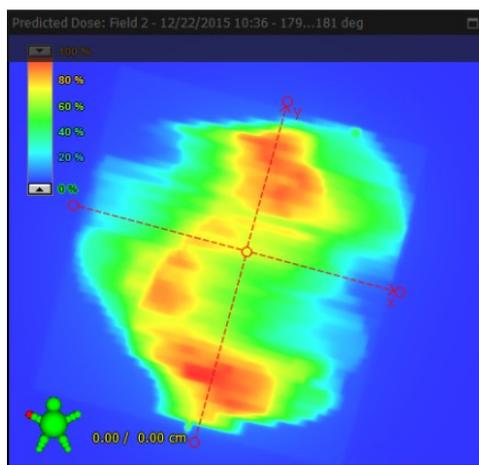


Set 1 was the measured curve, and Set 2 was the theoretical calculated curve

图3 Arc CHECK X方向profile
Fig.3 Profile of X direction of Arc CHECK

2.2 a-Si EPID 验证结果

图4和图5显示的是此病例a-Si EPID计划系统理论计算的剂量分布和实测剂量分布。图6显示的是a-Si EPID的X方向的profile。从图中可以发现两者各自的实测结果和计划系统理论计算结果很接近。20例患者a-Si EPID的相对剂量 γ 通过率为(98.13±1.47)%,绝对剂量 γ 通过率为(97.58±1.88)%。



a-Si EPID: Amorphous silicon electronic portal imaging device

图4 A-Si EPID 理论计算剂量分布
Fig.4 Theoretical calculated dose distribution of a-Si EPID

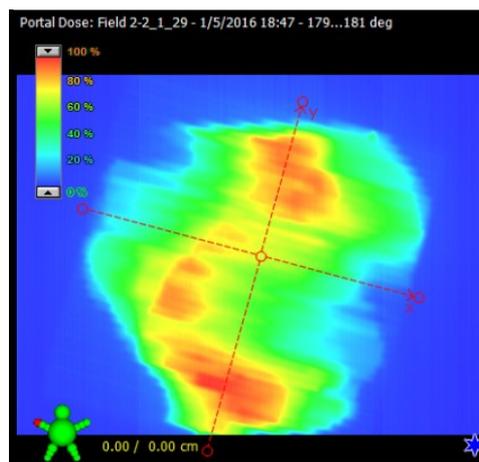
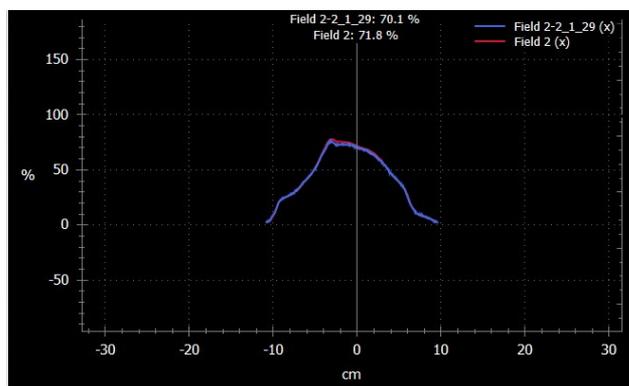


图5 a-Si EPID 实测剂量分布
Fig.5 Measured dose distribution of a-Si EPID



The red was the measured curve, and the blue was the theoretical calculated curve.

图6 A-Si EPID X方向profile
Fig.6 Profile of X direction of a-Si EPID

2.3 Arc CHECK 与 a-Si EPID 验证结果的比较

两种验证工具的相对剂量通过率和绝对剂量通过率经配对t检验后,P值分别为0.132和0.179,这说明Arc CHECK和a-Si EPID的相对剂量通过率、绝对剂量通过率在统计上没有明显差异。

3 讨论

作为一种圆柱体半导体4D探测器矩,Arc CHECK被设计为旋转照射剂量验证仪器。探测器本身呈圆柱面排列,没有角度效应,很适合用于旋转治疗剂量分布的测量^[7]。

a-Si EPID的最初设计目的是验证临床上患者摆位的准确性,并替代传统胶片的显像技术,实现“无胶片化”应用。但随着放疗技术和a-Si EPID的不断发展,将a-Si EPID用于剂量验证的尝试也越来越多,特别是在非晶硅平板探测器系统剂量验证中的尝试,包括IMRT技术的剂量验证^[8-10],VMAT技术的剂量验证^[11]。Roxby等^[12]利用a-Si EPID验证IMRT计划,运用 γ 分析(3%,3mm,10%标准)方法得出的绝对剂量通过率为98.70%。

本研究选取的20例直肠癌病例,a-Si EPID与Arc CHECK的相对剂量通过率与绝对剂量通过率的

γ 通过率都在95.00%以上,两者在X和Y方向上的profile实测结果与计划系统理论计算结果重合较好,同时两者的实测剂量分布和计划系统理论计算剂量分布重合得也很好,在统计学上也没有明显差异,这可以说明a-Si EPID和Arc CHECK都可以满足于直肠癌VMAT计划验证的需求。

由于Arc CHECK是第三方验证软件,所以在QA过程中的使用步骤比a-Si EPID多,同时Arc CHECK在使用过程中涉及本底校准、矩阵校准和绝对吸收剂量校准,而a-Si EPID是加速自带的硬件,具有操作简单、使用方便、显示剂量即时等优点,可以更便捷地进行VMAT剂量验证。

【参考文献】

- [1] MANS A, REMEIJER P, WENDLING M, et al. 3D dosimetric verification of volumetric-modulated arc therapy by portal dosimetry [J]. *Radiother Oncol*, 2010, 94(2): 181-187.
- [2] DOBLER B, GROEGER C, TREUTWEIN M, et al. Commissioning of volumetric modulated arc therapy (VMAT) in a dual-vendor environment[J]. *Radiat Oncol*, 2011, 99(1): 86-89.
- [3] BERTELSEN A, HANSEN C R, JOHANSEN J, et al. Single arc volumetric modulated arc therapy of head and neck cancer [J]. *Radiother Oncol*, 2010, 95(2): 142-148.
- [4] YAN G, LU B, KOZELKA J, et al. Calibration of a novel four-dimensional diode array[J]. *Med Phys*, 2010, 37(1): 108-115.
- [5] LI G J, ZHANG Y J, JIANG X Q, et al. Evaluation of the arc CHECK QA system for IMRT and VMAT verification [J]. *Med Phys*, 2013, 29(3): 295-303.
- [6] BAWAZEER O, HERATH S, SARASANANDARAJAH S, et al. Electronic portal imaging device dosimetry for IMRT: a review on commercial available solutions[M]. New York: Springer International Publishing, 2015: 553-556.
- [7] 张俊俊, 邱小平, 李奇欣, 等. Arc CHECK系统在鼻咽癌容积旋转调强剂量验证中的应用[J]. *中国医学物理杂志*, 2013, 31(5): 5136-5139.
- [8] ZHANG J J, QIU X P, LI Q X, et al. Dosimetric verification of volumetric modulated arc therapy in nasopharyngeal carcinoma using Arc CHECK system[J]. *Chinese Journal of Medical Physics*, 2013, 31(5): 5136-5139.
- [9] GREER P B, POPESCU C C. Dosimetric properties of an amorphous silicon electronic portal imaging device for verification of dynamic intensity modulate radiation therapy[J]. *Med Phys*, 2003, 30(7): 1618-1627.
- [10] CHANG J, LING C C. Using the frame averaging of a-Si500 EPID for IMRT verification[J]. *Med Phys*, 2003, 4(4): 287-299.
- [11] MCDERMOT L N, NIJSTEN S M, SONKE J J, et al. Comparison of ghosting effects for three commercial a-Si EPIDs[J]. *Med Phys*, 2006, 33(7): 2448-2451.
- [12] WOODRUFF H C, FUANGROD T, VAN UYTVEN E, et al. First experience with real-time EPID-based delivery verification during IMRT and VMAT sessions[J]. *Int J Radiat Oncol*, 2015, 93(3): 516-522.
- [13] ROXBY K J, CROSBIE J C. Pre-treatment verification of intensity modulated radiation therapy plans using a commercial electronic portal dosimetry system[J]. *Australas Phys Eng Sci Med*, 2010, 33(1): 51-57.

(编辑:谭斯允)