

基于三维补偿技术的简易调强放疗的验证

洪文松 陈兵峰 李 桢 张 力

摘 要 **目的** 通过对利用三维补偿技术来实现调强放射治疗技术的位置和剂量来进行验证以讨论其临床应用的可能性。**方法** 利用放疗模体设计两套调强计划,通过放射治疗计划系统输出调强放疗各照射野的强度图,利用打磨设备制造三维补偿块并对模体实施模拟照射,运用剂量仪和胶片等设备获取照射后数据并进行分析。**结果** 补偿器制作合格率为 70%;放疗位置精度和剂量精度基本能达到临床应用要求。**结论** 通过改进补偿器制作方法,提高制作水平,并适当提高制作精度,该技术可以在临床进行推广应用。

关键词 调强放疗 三维补偿 验证

Verification of Intensity - Modulated Radiotherapy Based on Three - dimension Compensating Technology. Hong Wensong, Chen Bing-feng, Li Zhen, Zhang Li. Radiotherapy Department of Guangdong No. 2 Provincial People's Hospital, Guangdong 510317, China

Abstract **Objective** To verify the geometric and dosimetric accuracy of intensity - modulated radiotherapy (IMRT) based on three - dimension compensating technology for clinical use. **Methods** Two IMRT Plans were performed on a radiotherapy phantom and the intensity maps of all the fields were outputted from the treatment planning system (TPS) to a milling device to make the three - dimension compensators. Finally the phantom was irradiated by a linear accelerator with the compensators and the relevant data recorded by the dosimetric device and radiotherapy Films was analyzed. **Results** The acceptance rate of the compensators was 70%, and their geometric and dosimetric accuracy was acceptable for clinic use. **Conclusion** With the improvement of methods, skill and the milling accuracy, it is reasonable to extend the three - dimension compensating technology for clinical use.

Key words Intensity - modulated radiotherapy (IMRT); Three - dimension compensating; Verification

调强放射治疗是近 10 年来发展起来的精确放疗手段,目前在全球范围内都得到广泛的应用。调强放疗的方式有多种,当前最主要的是基于多叶光栅的调强放疗,其优势是自动化程度较高,不过也存在着计算复杂、耗时较长、效率低下、质量控制和质量保证过程比较复杂、所需辅助设备价格昂贵等缺点。本研究旨在利用笔者医院现有设备资源,研究开发一套基于三维补偿技术的简易调强放疗系统,在无需大量投入的条件下开展调强放疗。

材料与方法

1. 基本材料:治疗计划的设计采用商用三维治疗计划系统(医科达 CMS Xio 4.6);补偿器材料采用纯铅;补偿器制作采用配备专用补偿器制作软件(EasyMill)的通用 CNC 打磨机;剂量验证设备有 Dose1 剂量仪、多通道半导体剂量仪(MOSFET.2.0)以及 GAFCHROMIC RTQA2 型剂量验证胶片。

2. 配套材料:为确保三维补偿器的位置和剂量精度,首先我们设计了专用铝合金托盘,克服标准托盘易变形、精度不高的缺点;另外系统开发过程中存在大量的验证过程。为提高

效率,我们专门设计了一套放疗多模式剂量验证软件来处理各类验证问题。

3. 系统实现:调强放疗计划的前期工作如影像采集、轮廓勾画、权重分配等与基于 MLC 模式的调强放疗一致,不同的是,治疗计划系统不需要进行子野优化的工作,只需输出每个照射野方向的射线强度图到补偿器制作软件并控制 CNC 打磨机分别生成补偿器,然后开始验证补偿器的位置和剂量精度。

4. 验证实验设计:我们采用一套有机玻璃头部模体来做验证实验。头模经 CT 扫描、影像传输、各种轮廓勾画后设计了两套治疗方案,均采用五野照射技术,其基本信息见表 1。验证过程主要分两步:制作完成的补偿器首先分别在加速器下照射,运用验证胶片分别获取相应的剂量强度图,运用剂量分析软件来评估每个补偿器的位置精度和剂量强度分布的准确性;另外将两套治疗方案分别对头模进行模拟照射,运用绝对剂量仪和多通道剂量仪测量头模内多个指定点的合成剂量进行测量,将测量的结果与 TPS 计算出的各点剂量做比较来验证治疗剂量的准确性。

结 果

1. 位置精度和剂量强度验证:经加速器照射后的胶片通过扫描仪数字化(精度 10 位),经平滑处理消除孤立点噪声后与 TPS 输出的剂量强度图配准,计算位置误差;分别选择 3 种不同区域高剂量区(对应

表 1 验证实验基本信息

靶区	补偿器						
	体积 (cm ³)	大小 (cm ³)	计算点阵 (mm)	最大厚度 (cm)	最大野 (cm ²)	打磨精度 (mm)	数量 (个)
I	81.7	4.5 × 5.3 × 4.8	3	3.7	5.1 × 6.1	3	5
II	114.1	7.9 × 4.6 × 4.3	3	4.0	8.6 × 5.3	3	5

开野区域、低剂量区(对应厚补偿块区域)和高梯度区(对应剂量变化剧烈区)内 5 个点的平均值进行相对剂量比较。结果显示:在位置误差上,所有 10 块补偿器中有 3 块最大位置偏移 >2mm,其余 <2mm;剂量强度结果见表 2。从位置误差结果上看,由于人员经验不足,出现 3 块误差 >2mm 的产品,在实际应用中需要重新制作。但总体成功率还算满意。剂量强

表 2 剂量强度相对误差 (%)

靶区	高剂量区	低剂量区	高梯度区
I	2.7	5.2	3.3
II	2.3	4.7	3.5

度误差在高剂量区和高梯度区均 <5%,仅在低剂量区 >5%,其主要原因是此处实际剂量绝对值低而造成误差放大现象。

2. 实际测量剂量验证:我们分别选择靶区中心点(P1)、靶区内点一(P2)、两个关键器官内点各一(P3、P4)以及靶区外一点(P5)等 5 个点行实际剂量验证:针对两套计划,分别将对模体行 3 次实际照射后获得的各点合成剂量值取平均,与 TPS 计算值进行比较,比较结果见表 3。从实际测量结果看,在靶区中心的实际剂量与计算剂量复合度较高,误差均 <3%,在关键器官和靶区外剂量有 >5%的剂量误差,其影响因素主要还是误差放大现象,其次和补偿器打磨精度有关。

表 3 实际测量结果比较

靶区	试验点剂量值 (cGy)									
	P1		P2		P3		P4		P5	
	测量	TPS	测量	TPS	测量	TPS	测量	TPS	测量	TPS
I	197.7	200	215.7	213.4	75.9	78.3	63.4	64.2	38.8	33.6
II	198.9	200	196.8	194.6	79.0	75.2	72.1	69.3	51.3	52.4

讨 论

调强放疗(intensity-modulated radiotherapy, IM-RT)是近 10 年快速发展起来的一种精确放疗手段。与三维适形放疗相比,调强放疗能更有效的适应各种形状的治疗靶区(特别是凹形靶区)以及能更准确的达到临床所需要的各种不同的剂量要求,从而实现在提高靶区剂量的同时减少关键器官或组织的受照剂量。实现调强放疗技术的方案有许多,如静态补偿块调强(solid modulation or compensator-based IMRT, CB IMRT)、断层调强(tomotherapy)、多叶光栅调强(multileaf collimator iMRT, MLC IMRT)等。进入 21 世纪,调强放疗的主要发展方向是多叶光栅调强,这种方式是利用积分原理,将许多个细小的子野合并计算,形成某一射野所需要的剂量强度。其实现步骤是:首先利用计算机软件根据临床需要计算出每个放疗照射野的剂量强度图,然后分别将这些强度图分割成大小不一、数量不等的子野,最后由全自动多叶光栅依次形成这些子野,与普通直线加速器一起对病人进行放射治疗。基于多叶光栅的调强放疗又分为静态调强(step and shoot)和动态调强(sliding window),

前者指在子野成型后才出射线,后者指在子野成型期间,射线仍不间断,显然,动态调强在治疗时间上要优于静态,但对多叶光栅的要求较高,剂量验证也更复杂。由于基于多叶光栅的调强放疗投入不很巨大,也不需要更换治疗设备,因此其推广速度很快。目前,国内外许多放疗计划系统公司重点研究方向便是基于多叶光栅的调强放疗,各大加速器公司也推出了自己的电动多叶光栅,并在临床广泛应用,取得了较好效果。不过基于多叶光栅的调强放疗也有其无法解决的缺点,主要是:①调强区域较窄;②剂量计算复杂;③剂量验证过程复杂,需要昂贵的设备支持;④对放疗设备的利用效率较低等。正因为如此,近几年来放疗研究人员开始将目光转向基于补偿器技术的调强放疗^[2-5],通过实验和临床的比较,相对 MLC 调强,CB IMRT 在治疗时间、加速器利用效率以及经济性等方面显示出较好的优越性^[4,5]。针对该方法无法实现全自动化的缺点,Keiichi 等还专门研制出自动装配设施以提高 CB IMRT 的自动化程度。另外,在美国,还出现专门从事制造调强补偿器的公司(如 Decimal),该公司接收来自各家医院的调强放疗计划

的电子文档,根据计划要求设计出相应的补偿器,然后通过快递寄回各个医院,这种集团化工作大大简化了补偿器的制作,不过由于存在运输问题,其应用范围难以大规模扩大。

目前我们的研究还处于临床试验阶段,从研究的结果看,补偿器的位置精度和剂量精度均能得到较满意的效果,随着人员熟练程度的增加、局部技术的改进,该技术实际临床应用质量应该是可以保证的。主要问题在于补偿器的制作精度,因 CNC 打磨时间长,如果提高打磨精度,则所耗时间更多,难以大规模制作,因此,需要寻找精度和耗时之间的平衡。

参考文献

1 Javedan K, Stevens CW, Forster K. Compensator – based IMRT for ma-

lignant pleural mesothelioma post extrapleural pneumonectomy [J]. J of Applied Clinical Medical Physics, 2008,9(4): 98 – 109

2 Vassy D, Turmel J, Josey J Jr. Solid modulation: problem – solving IM-RT [J]. Journal of the American College of Radiology 2008,5(11): 1150 – 1153

3 Wiezorek T, Voigtl A, Metzgerl N, et. al. Experimental determination of peripheral doses for different IMRT techniques delivered by a siemens linear accelerator[J]. Strahlentherapie and Onkologie, 2008, 184: 73 – 79

4 Ehler ED, Nelms BE, Tomé WA. On the dose to a moving target while employing different IMRT delivery mechanisms [J]. Radiotherapy and Oncology, 2007, 83(2): 49 – 56

5 Srivastava RP, Wagter CD. The value of EDR2 film dosimetry in compensator – based intensity modulated radiation therapy [J]. Phys Med Biol, 2007, 52: N449 – N457 (收稿: 2012 – 04 – 19)

(修回: 2012 – 04 – 23)

不同根充方式对冠修复后基牙疼痛的影响

徐明志 于安娜

摘要 目的 研究一次法根充和分次法根充后行全冠修复的病例,一定时期内基牙根尖周反应情况。**方法** 随机选取需要进行根管治疗的后牙,分别用一次法和分次法完成根管预备和充填,暂封后行全冠修复,观察两种根充方法对全冠修复后基牙根尖反应的影响。**结果** 两组患者的根管充填方式与全冠修复后基牙疼痛反应差异无统计学意义。**结论** 在严格的病例选择和规范操作前提下,一次法根充在临床就诊次数和效果上更有优势,值得推广。

关键词 根管充填 根尖周反应 全冠修复

Effect of Different Root Canal Filling Methods on Abutment Pain After all Crown Restoration. Xu Mingzhi, Yu Anna. The Second Hospital of National Defence University PLA China Department of Stomatology, Beijing 100039, China

Abstract Objective To study the periapical reactions of abutment teeth undergone full crown restoration during a certain period when root canals of the teeth have been filled by one – visit method or two – visit method. **Methods** We selected the posterior teeth which need root canal therapy randomly, completed the root canal preparation and filled with two methods respectively. We repaired the teeth after temporary closure. We observed the influence on the pain reaction at abutment teeth caused by the two root canal filling methods after the all crown restoration. **Results** There was no statistically difference in abutments pain response between the two groups. **Conclusion** After strict case selection and standardization of operations, one – visit method has more advantages in the clinical medical visits and effect. It is worth promoting.

Key words Root canal filling; Periapical reaction; Full crown restoration

临床上大多数牙体牙髓病都要进行根管治疗,根管治疗术是目前治疗牙髓病和根尖周病的有效方法,而在治疗后大多数病人都采取全冠修复的方式来恢复病牙的功能。本研究比较了一次法根充和分次法根充后行全冠修复的病例,一定时期内基牙根尖周反

应情况,了解全冠修复后基牙疼痛的病例是否与根充方式有直接关系,以期为在临床工作中的应用提供理论依据。

材料与方法

1. 病例选择:笔者医院门诊中行根管治疗后,并进行全冠修复的单颗恒牙作为观察对象。包括急性牙髓炎、慢性牙髓炎和外伤露髓等原因来诊的病例,也有少部分病例是因为牙齿的重度磨损引起严重的过敏症状进行根管治疗后行全冠单

作者单位:100039 北京,中国人民解放军国防大学第二医院口腔科