

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2014.35.040

应用 KV-CBCT 分析鼻咽癌调强放射治疗的摆位误差

邢宝继 陈 林 郭汝涛[△] 刘世伟 冉浩男

(哈尔滨医科大学附属肿瘤医院放疗科 黑龙江 哈尔滨 150081)

摘要 目的:应用 KV-CBCT 分析鼻咽癌调强放射治疗时的摆位误差,为鼻咽癌调强放射治疗计划设计时 CTV 外扩 PTV 边界的大小提供参考。**方法:**选取 30 例 IMRT 的鼻咽癌患者,治疗过程中每周一次应用 KV-CBCT 采集患者治疗前的 CT 图像,将所得图像与定位 CT 图像进行匹配,分别测定 X、Y、Z 轴三个方向的摆位误差。**结果:**30 例患者共拍摄 168 次 KV-CBCT,获得 168 组摆位误差结果,群体摆位误差分别为 X 轴 -0.15 ± 1.43 mm, Y 轴 0.20 ± 1.58 mm, Z 轴 -0.21 ± 1.65 mm;根据 Van Herk 公式计算得到各方向的 CTV-PTV 外放边界值 X、Y、Z 轴分别为 3.1 mm、3.3 mm 和 3.4 mm。**结论:**应用 KV-CBCT 影像系统可实时测量摆位误差并在线进行纠正,减小摆位误差,为 CTV-PTV 外放边界提供参考。

关键词:鼻咽癌;KV-CBCT;调强放射治疗;摆位误差

中图分类号:R739.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2014)35-6953-03

Setup Error in Intensity Modulated Radiotherapy for Nasopharyngeal Carcinoma by Kilo-Volt Cone-Beam Computed Tomography

XING Bao-ji, CHEN Lin, GUO Ru-tao[△], LIU Shi-wei, RAN Hao-nan

(Department of Radiotherapy, the Third Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin, Heilongjiang, 150081, China)

ABSTRACT Objective: To analyze the setup errors by KV-CBCT in nasopharyngeal carcinoma treated with Intensity Modulated Radiotherapy to provide the reference for calculate safety margins of PTV with CTV. **Methods:** 30 patients with nasopharyngeal carcinoma who had received kilovoltage cone-beam computed tomography (KV-CBCT) and treated with IMRT were selected. The acquired images of KV-CBCT were compared to establish CT images with calculated setup errors of X-axis, Y-axis and Z-axis. **Results:** All the patients received the 168 KV-CBCT scans. The overall setup errors were below -0.15 ± 1.43 mm in X-axis, 0.20 ± 1.58 mm in Y-axis and -0.21 ± 1.65 mm in Z-axis; The margins required for CTV-PTV were calculated 3.1 mm, 3.3 mm and 3.4 mm, respectively, according to the Van Herk formula. **Conclusion:** The application of KV-CBCT imaging system on the margin of CTV-PTV can measure and reduce the setup errors by correcting online.

Key words: Nasopharyngeal carcinoma(NPC); KV-CBCT; Intensity Modulated Radiotherapy(IMRT); Setup error

Chinese Library Classification: R739.6 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2014)35-6953-03

前言

鼻咽癌是我国常见恶性肿瘤之一,其治疗方法应首选放射治疗^[1]。鼻咽癌的临床靶区体积一般为凹形分布,中间是脊髓、脑干,周围有腮腺、视神经等诸多需要保护的危及器官,因此被认为最适合应用调强放射治疗^[2]。但是,该技术的实施要求更高的摆位精确度,虽然头颈部结构较固定,几乎没有相对位移,但误差仍然不可避免。为使靶区不遗漏并最大限度保护正常组

织,必须精确地测量鼻咽癌放疗时的摆位误差,用以确定按 I-CRU50 号报告定义的靶区外扩范围。随着现代影像技术的发展,放射治疗的技术不断更新,放射治疗的精确性也在不断提高^[3]。图像引导放射治疗(image guided radiotherapy, IGRT)技术的出现,很好地解决了放射治疗过程中摆位误差的问题。以往有研究应用电子设野影像装置(EPID)测量鼻咽癌的摆位误差,本实验利用机载 KV-CBCT 测量并实时在线校正鼻咽癌 IMRT 的摆位误差,探讨 CTV-PTV 的外扩边界值。

1 材料与方法

1.1 病例选择

收集 2012 年 6 月至 2013 年 6 月我院收治的初治鼻咽癌 IMRT 患者 30 例,男性 22 例,女性 8 例,中位年龄 48 岁(16-67 岁)。所有病例均经病理确诊为低分化鳞癌,根据我国鼻咽癌

作者简介:邢宝继(1984-),女,本科,技师,主要研究方向:放射治疗技术,电话:15104553210, E-mail: xingbaoji@126.com

[△]通讯作者:郭汝涛,主任医师,教授,硕士研究生导师,电话:13904518204

(收稿日期:2014-05-11 接受日期:2014-06-10)

2008 分期标准: I 期 2 例, II 期 12 例, III 期 13 例, IV 期 3 例。所有患者均有良好的自控能力。

1.2 主要设备和材料

Varian 机载影像系统 (OBI), Varian 图像分析软件 OBI Application, Varian Clinic IX 直线加速器, Varian Eclipse 放射治疗计划系统, Philips Big Bore16 排 CT 模拟定位机, 全碳素纤维头颈肩固定架, 9 个固定点的头颈肩热塑面罩等。

1.3 方法

1.3.1 体位固定 患者取仰卧位, 双手置于体侧, 根据患者舒适度和治疗需要选择合适的头枕, 摆位要求: 患者身体长轴平行于床面长轴, 正中矢状面垂直于床面, 头后仰, 两外耳孔距离床面相等, 采用头颈肩热塑面膜固定体位。

1.3.2 定位设野 在 CT 模拟定位机床上按上述体位固定要求进行摆位并施行定位 CT 扫描, 扫描层厚以及层距均为 5 mm, 扫描范围为头顶到锁骨头下 2-3 cm。将 CT 图像传至 Eclipse 治疗计划系统, 根据 ICRU50 号和 ICRU62 号报告的定义勾画靶区及危及器官, 为每位患者制定逆向 IMRT 计划, 采用 9 个基本野的放疗方案, 并且均为 28+4 次的近似同步推量的放疗方案^[4]。

1.3.3 图像获取与匹配 治疗期间每位患者每间隔 4 次 (每周一次) 在治疗前行 KV-CBCT 在线引导体位校正 1 次, 扫描参数为: 扫描电压 125 kV, 管电流 80 mV, 扫描方式为 full fan 模式, 选用 bow-tie filter, 旋转扫描角度为从 22° 逆时针旋转至 178°, 时间 25 ms, 图像重建矩阵设为 512×512, 重建层厚选取 2.5 mm。因头颈部结构整体近似刚性, 肿瘤位置相对固定, 所以本研究所有患者均采用骨配准方式自动匹配, 每次扫描匹配区域不变。图像匹配完成后计算机软件即可自动计算出 X、Y、Z 轴三个方向的摆位误差 (X、Y 和 Z 轴分别代表着患者的左右方向、患者的头脚方向和患者的前后方向, 正值表示向患者的右、头、前方向移动, 负值表示向患者的左、脚、后方向移动), 并给予在线校正后治疗。

1.4 数据统计分析

本研究对数据的处理和统计分析采用 SPSS13.0 统计软件包。所有数据以均数±标准差(mean±SD)表示。

2 结果

2.1 获得的摆位误差的情况

本研究中因放疗设备故障及患者耐受性等原因, 30 例患者中, 21 例扫描 KV-CBCT6 次, 6 例扫描 5 次, 3 例扫描 4 次, 共行 168 次 KV-CBCT 扫描, 得出 X、Y、Z 三个方向的摆位误差各 168 个。3 个方向平均数、中位数和众数差别很小, 说明数据呈正态分布。将所得摆位误差数据输入 SPSS13.0 统计软件, 计算每个患者的三个方向的摆位误差 (个体摆位误差) 以及全组患者的摆位误差 (群体摆位误差)。根据 Stroom 等^[5]的定义: 用该患者每次摆位误差的平均值表示个体系统误差, 用该患者每次摆位误差的标准差表示个体随机误差, 表 1 为 30 例患者的个体摆位误差的详细情况。

表 1 30 例患者 3 个方向平移摆位误差结果 (mm)

Table 1 The results of 30 patients' setup error on three directions

	X-axis	Y-axis	Z-axis
Mean	-0.15	0.20	-0.21
Std.Deviation	1.43	1.58	1.65
Maximum	6.50	3.10	6.30
Minimum	-5.70	-7.50	-9.00
Median	-1.00	1.00	-3.00
≤ 3 mm	85%	89%	81%
3 mm-5 mm	11%	9%	12%
> 5 mm	4%	2%	7%

2.2 总体摆位系统误差和随机误差

用个体系统误差和随机误差的均数表示总体摆位系统误差和随机误差, 30 例患者的总体摆位误差 (系统误差±随机误差) X、Y、Z 轴分别为 -0.15±1.43mm、0.20±1.58 mm 和 -0.21±1.65mm。

2.3 CTV-PTV 外扩边界值

根据 van Herk 等^[7,8]的推理公式 ($MPTV = 2.5\sum + 0.7\delta$) 计算 CTV-PTV 的外扩边界值 (MPTV), 其意义在于使 99% 的临床靶区至少达到 95% 的处方剂量, $\sum$ 表示系统误差的标准差, δ 表示随机误差的标准差, 计算得出 X、Y、Z 轴的 MPTV 值, 分别为 3.1 mm、3.3 mm、3.4 mm。

3 讨论

3.1 降低放射治疗中的摆位误差重要性

放射治疗是恶性肿瘤的主要治疗手段之一, 随着放射治疗技术的进步, 现代放射治疗已经进入精确放疗的时代, 传统的经验式的常规放射治疗模式已经被以精确定位、精确计划、精确治疗为核心的精确放疗 (precision radiotherapy, PT) 技术所取代^[9]。而调强放射治疗 (intensity modulated radiation therapy, IMRT) 提高了肿瘤区照射剂量及均匀度, 减少正常组织受照体积和剂量, 达到了较高的治疗增益比, 是精确放射治疗代表, 是鼻咽癌最为理想的治疗方式, 但在实际治疗过程中所产生的各种误差是影响治疗精却度的重要因素, 不仅可能使一部分靶区得不到足够的放射剂量, 降低肿瘤的局部控制率, 还可能使高剂量区移动到危险器官或正常组织的区域内, 导致严重的并发症或后遗症。ICRU24 号报告指出^[10]: 如果靶区剂量偏离最佳剂量 5% 时, 有可能增加放射并发症或使原发肿瘤局部复发, 因此要求原发灶的根治剂量的精确性应优于 5%。精确放疗成败的关键就在于能否降低放射治疗中的摆位误差。

3.2 1KV-CBCT

图像引导放射治疗是继三维适形放射治疗和调强放射治疗后发展起来的又一新的放疗技术^[11]。随着图像引导放射治疗的普及应用, 很多研究报道了鼻咽癌放射治疗过程中的摆位误差, 但这些研究多采用电子设野影像装置 (EPID) 测量, 而 EPID 系统采集的图像为二维图像, 显示的组织结构图像重叠, 不能清楚显示软组织结构及精确估计等中心位置, 也不能反映肿瘤在整个治疗过程中的变化情况, 且患者受到较大剂量的射线照

射。KV-CBCT 是近年来发展起来的 X 射线探测板成像设备,其体积小、重量轻,是附加在加速器上的锥形束 CT(cone-beam CT),与 EPID 相比具有以下优点:① CBCT 所采集图像为三维图像,能够清楚显示治疗过程中肿瘤和周围组织以及危险器官的变化;② 匹配方式多,根据肿瘤的不同部位可选择骨匹配、灰度匹配或手动匹配;③ 在线或离线测量及校正摆位误差;④ 患者受照射剂量少,据国外相关文献报道:采集一幅 OBI 图像大约需要 0.0003 cGY,一幅标准模式的 CBCT 图像,头部需 9 cGY,体部需 3.8 cGY,而低剂量模式吸收剂量约为标准模式的 20%^[12]。

刘利彬等^[13]研究了 KV-CBCT 和 EPID 两种技术在鼻咽癌调强放疗摆位修正中的应用价值,证明与 EPID 相比,CBCT 更能反映误差的实际情况,CBCT 在校正后能使 MPTV 缩小至 2 mm,大大提高了放疗精度。

3.3 摆位误差

每个单位的放疗设备的系统误差和技师的摆位随机误差都不完全相同,文献报道的数据只能作为参考,每个单位都应该实际测量本单位的各部位肿瘤治疗时的摆位误差,为制定治疗计划时靶区外放大小提供依据。

与胸、腹部器官不同,头颈部结构较固定,几乎没有相对位移,同时我们采用了头颈肩热塑面罩固定患者体位,并严格按照操作规程和摆位要求进行摆位,但误差仍然不可避免。对于鼻咽癌患者,误差产生的原因可能有①首次治疗时患者对治疗室环境及治疗过程陌生,情绪紧张,不能很好地配合;②部分患者有局部疼痛,不能长时间保持不动;③治疗后期,由于放疗副反应,患者进食少,体重下降;④头和颈部之间仍存在一定的可移动度。

胡逸民^[14]指出对采用适形放疗、使用多叶光栅的患者,应监测设备的精度使照射野中心移位误差严格控制在 3 mm 以内;同时提高每次摆位的重复性使随机误差控制 1 mm 左右。

本研究结果显示:三个方向的总体摆位误差分别为 X 轴 $-0.15 \pm 1.43\text{mm}$ 、Y 轴 $0.20 \pm 1.58\text{mm}$ 、Z 轴 $-0.21 \pm 1.65\text{mm}$,和国内外的研究报告相比^[14-17],没有明显差别,说明目前使用头颈肩热塑面罩固定体位,在放疗过程中产生的偏差在 2-3 mm,本单位放疗设备的系统误差和技师操作的随机误差在可接受范围内。

3.4 MPTV

根据 ICRU50^[18]号和 ICRU62^[19]号报告,计划靶区(planning target volume,PTV)应是一个集合概念,它的确定要考虑呼吸和器官的活动引起靶区外边界的改变,治疗中靶位置和靶体积的变化、日常摆位等因素引起的组织扩大范围。

在关于 MPTV 的计算公式中, Van Herk 等推倒的计算公式($MPTV = 2.5\sigma + 0.7\delta$)同时考虑了系统误差和随机误差对剂量的不同影响,计算所得的 CTV-PTV 外放边界可保证 99 %病人 CTV 最低剂量达处方剂量的 95 %,因而得到广泛应用。

按此公式计算得到 X、Y、Z 三个方向 CTV-PTV 外放边界值分别为 3.1 mm、3.3 mm、3.4 mm,因此我们建议本单位鼻咽

癌放疗治疗 MPTV 在各个方向取 3.5 mm。王骁踊等^[20]应用 KV-CBCT 通过对鼻咽癌患者的摆位误差分析,确定鼻咽癌患者临床靶区(CTV)外扩计划靶区(PTV)边界值的大小,所得结果为左右、头脚和前后方向依次为 2.38 mm、2.64 mm 和 3.17 mm,本研究与其结果相似。胡永等^[21]应用 MVCT 分析头颈部肿瘤 CTV-PTV 边界大小,结论为 X 轴方向为 3.42 mm、Y 轴方向为 4.33 mm、Z 轴方向为 4.09 mm,较本研究结果稍大。可见在不同单位,应用不同方法和设备,所得结果是有差异的,建议每个单位应实际测量和计算。

在鼻咽癌的调强放疗中,虽然靶区和危及器官之间很邻近,但我们使用 OBI 验证系统,可以及时测定并纠正鼻咽癌 IMRT 实施中的摆位误差,保障照射靶区的精确性,提高治疗精度,为 CTV-PTV 外放边界提供依据。

参考文献(References)

- [1] 徐向英,曲雅勤,李国文,等. 肿瘤放射治疗学[M]. 北京:人民卫生出版社,2010:122
Xu Xiang-ying, Qu Ya-qin, Li Guo-wen, et al. Radiation Oncology [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2010: 122
- [2] Kam MK, Chau RM, Suen J, et al. Intensity-modulated radiotherapy in nasopharyngeal carcinoma: dosimetric advantage over conventional plans and feasibility of dose escalation [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2003, 56(1): 145-157
- [3] 陈轩, 徐向英. 实现图像引导放射治疗的设备保证 [J]. 实用肿瘤学杂志, 2012, 26(4): 365-368
Chen Xuan, Xu Xiang-ying. Image-guided radiation therapy equipment guarantee [J]. Practical Oncology Journal, 2012, 26 (4): 365-368
- [4] 翟振宇, 何侠, 魏青, 等. 鼻咽癌调强放射治疗的计量学特点 [J]. 肿瘤学杂志, 2005, (5): 337-340
Zhai Zhen-yu, He Xia, Wei Qing, et al. The metrology characteristic of intensity-modulated radiotherapy in nasopharyngeal carcinoma (NPC) [J]. Journal of Oncology, 2005, (5): 337-340
- [5] Stroom JC, de Boer HC, Huizenga H, et al. Inclusion of geometrical uncertainties in radiotherapy treatment planning by means of coverage probability [J]. Radiat Oncol Biol Phys, 1999, 43(4): 905-919
- [6] Stroom JC, Heijmen BJ. Geometrical uncertainties, radiotherapy planning margins, and the ICRU-62 report [J]. Radiother Oncol, 2002, 64(1): 75-83
- [7] Van Herk M, Remeijer P, Lebesque J V. Inclusion of geometric uncertainties in treatment plan evaluation [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2002, 52(5): 1407-1422
- [8] Van Herk M, Remeijer P, Lebesque J V. Errors and margins in radiotherapy [J]. Semin Radiat Oncol, 2004, 14: 52-64
- [9] 王若铮, 张国庆. 肿瘤放射治疗学[M]. 北京: 北京科学出版社, 2010: 50
Wang Ruo-zheng, Zhang Guo-qing. Radiation Oncology [M]. Beijing: Science press, 2010: 50
- [10] 胡逸民. 肿瘤放射物理学[M]. 北京: 原子能出版社, 1999: 595-598

- hyperthyroidism[J].Guangxi Medical Journal,2007,29(2):240-241
- [8] Gargallo F M. Hyperthyroidism and pregnancy [J]. Endocrinol Nutr, 2013,60(9):535-543
- [9] De Groot L J, Mestman J. Patient guide to detecting and treating hyperthyroidism before, during, and after pregnancy [J]. J Clin Endocrinol Metab,2012,97(8):A37-A38
- [10] Bilir B E, Atile N S, Kirkizlar O, et al. Effectiveness of preoperative plasmapheresis in a pregnancy complicated by hyperthyroidism and anti-thyroid drug-associated angioedema [J]. Gynecol Endocrinol, 2013,29(5):508-510
- [11] Bolz M, Korber S, Schober H C. TSH secreting adenoma of pituitary gland (TSHom) - rare cause of hyperthyroidism in pregnancy[J]. Dtsch Med Wochenschr,2013,138(8):362-366
- [12] Caron P. Treatment of hyperthyroidism due to Graves' disease: what is the recommended antithyroid drug during pregnancy?[J]. J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris),2013,42(3):232-237
- [13] Stagnaro-Green A. Overt hyperthyroidism and hypothyroidism during pregnancy[J]. Clin Obstet Gynecol,2011,54(3):478-487
- [14] Fumarola A, Di Fiore A, Dainelli M, et al. Therapy of hyperthyroidism in pregnancy and breastfeeding [J]. Obstet Gynecol Surv,2011,66(6):378-385
- [15] Goldman A M, Mestman J H. Transient non-autoimmune hyperthyroidism of early pregnancy [J]. J Thyroid Res,2011,2011: 142413
- [16] Negro R, Beck-Peccoz P, Chiovato L, et al. Hyperthyroidism and pregnancy. An Italian Thyroid Association (AIT) and Italian Association of Clinical Endocrinologists (AME) joint statement for clinical practice[J]. J Endocrinol Invest,2011,34(3):225-231
- [17] Azizi F, Amouzegar A. Management of hyperthyroidism during pregnancy and lactation[J]. Eur J Endocrinol,2011,164(6):871-876
- [18] Hamada N, Momotani N, Ishikawa N, et al. Persistent high TRAb values during pregnancy predict increased risk of neonatal hyperthyroidism following radioiodine therapy for refractory hyperthyroidism[J]. Endocr J,2011,58(1):55-58
- [19] Luewan S, Chakkabut P, Tongsong T. Outcomes of pregnancy complicated with hyperthyroidism: a cohort study [J]. Arch Gynecol Obstet,2011,283(2):243-247
- [20] Cassina M, Dona M, Di Gianantonio E, et al. Pharmacologic treatment of hyperthyroidism during pregnancy [J]. Birth Defects Res A Clin Mol Teratol,2012,94(8):612-619

(上接第 6955 页)

- Hu Yi-min. Radiation Oncology Physics [M]. Beijing:Atomic Energy Press, 1999: 595-598
- [11] 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
- Dai Jian-rong, Hu Yi-min. Implement of Image-guided radiation therapy[J]. Chin J Radiat Oncol,2006,15(2):132-135
- [12] 杨波, 邱杰, 王欣海, 等. OBI 系统在放射治疗摆位中的临床应用[J]. 中国医学装备,2008,5(8):1-4
- Yang Bo, Qiu Jie, Wang Xin-Hai, et al. OBI Clinical Application In setup Error[J]. China Medical Equipment,2008,5(8):1-4
- [13] 刘利彬, 吴君心, 瞿宜艳, 等. 千伏及锥形束 CT 与兆伏级电子摄影影像系统在鼻咽癌影像引导放疗的对比研究[J]. 中国医学物理学杂志,2012,29(8):3721-3741
- Liu Li-bin, Wu Jun-xin, Qv Yi-yan, et al. Reserch and Compare the Application of the Electronic Portal Imaging Device and Cone-beam CT in IGRT for Nasopharyngeal Carcinoma Patients[J]. Chinese Journal of Medical Physics,2012,29(8):3721-3741
- [14] 黄炎秋, 周春骏, 于忠全, 等. 鼻咽癌调强放疗摆位误差分析[J]. 中国实用医刊,2013,40(21):109-110
- Huang Yan-qiu, Zhou Chun-jun, Yu Zhong-quan, et al. Analyze the serup error in intensity modulated radiation therapy for nasopharyngeal carcinoma [J]. Chinese Journal of Practical Medicine,2013,40(21):109-110
- [15] 曲颂. 锥形束 CT 图像引导在头颈部及胸腹部肿瘤放射治疗中的应用[D]. 南宁:广西医科大学,2011:1-22
- Qu Song. Application of Cone-beam Computed Tomography to Radiotherapy for Head-and-neck Tumor, Thoracic Tumor and Abdominal Tumor[D]. Nanning:Guangxi Medical University,2011:1-22
- [16] 李庆瑞, 周元成. CBCT 技术在精确放疗中的应用[J]. 基础医学论坛,2011,15:879-881
- Li Qing-rui, Zhou Yuan-cheng. Applications of cone beam computed tomography technique in accurate radiotherapy[J]. Public Medical Forum Magazine,2011,15:879-881
- [17] Van Lin EN, van der Vight L, Huizenga H, et al. Set-up improvement in head and neck radiotherapy using a 3D off-line EPID-based correction protocol and a customized head and neck support[J]. Radiother Oncol,2003,68(2):137-148
- [18] ICRU Report 50:Prescribing,recording and reporting photon beam therapy[R]. 1993:1-52
- [19] ICRU Report 62:Prescribing,recording and reporting photon beam therapy(Supplement to ICRU Report 50) [R].1999,33:1-52
- [20] 王骁踊, 刘晖, 谢丛华, 等. 鼻咽癌临床靶区及危及器官计划体积的确定[J]. 武汉大学学报(医学版),2013,34(6):866-868,871
- Wang Xiao-yong, Liu Jun, Xie Cong-hua, et al. Planning Volume's Determination for Clinical Target Regions and Organs at Risk Before Radiotherapy of Nasopharyngeal Carcinoma [J]. Medical Journal of Wuhan University,2013,34(6):866-868,871
- [21] 胡永, 曾昭冲, 张建英, 等. 头颈部肿瘤螺旋断层放疗中的 CTV-PTV 边界大小分析[J]. 实用肿瘤杂志,2012,27(4):411-414
- Hu Yong, Zeng Shao-chong, Zhang Jian-ying, et al. Margin between clinical target volume and planning target volume in helical tomotherapy for head and neck cancer [J]. Journal of Practical Oncology, 2012,27(4):411-414