

# MRI/CT 融合图像勾画局部晚期鼻咽癌诱导化疗后靶区对放疗计划的影响\*

龚修云<sup>1</sup>, 金 风<sup>1\*\*</sup>, 甘家应<sup>1</sup>, 吴伟莉<sup>1</sup>, 李媛媛<sup>1</sup>, 龙金华<sup>1</sup>, 陈潇潇<sup>1</sup>,  
王立敏<sup>2</sup>, 贺前勇<sup>1</sup>, 毕 婷<sup>1</sup>, 李卓玲<sup>1</sup>

(1. 贵州医科大学附属医院肿瘤科, 贵州 贵阳 550004; 2. 贵阳市第一人民医院 科教科, 贵州 贵阳 550002)

**[摘 要]** 目的: 探讨 MRI/CT 融合图像勾画局部晚期鼻咽癌诱导化疗后靶区对放疗计划的影响。方法: 选取 52 例经局部晚期鼻咽癌患者, 经诱导化疗 2 或 3 周期后分别在相同体位下同期采集鼻咽部 CT 定位图像及鼻咽部 MRI T1W1 图像, 并通过 Pinnacle<sup>3</sup> 8.0 放疗计划系统进行 MRI/CT 图像融合, 分别对 CT 定位图像及 MRI/CT 融合图像资料进行 GTV<sub>nx</sub> 勾画, 对转移淋巴结、CTV1、CTV2 及正常组织均在 CT 图像进行勾画, 形成两套靶区; 两套靶区均由同一物理师分别进行调强放疗计划设计后给予相同处方剂量及正常组织限量, 在勾画诱导化疗后分别比较两套放疗计划靶区适形指数 (CI) 及均匀指数 (HI), 统计靶区照射体积、剂量及正常组织受量。结果: 与 CT 图像靶区放疗计划比较, 局部晚期鼻咽癌诱导化疗后 MRI/CT 融合勾画靶区放疗计划 CI<sub>PTV<sub>nx</sub></sub> 和 GTV<sub>nx</sub> 照射体积更大 ( $P < 0.05$ ); 2 套放疗计划的 HI、PTV 照射体积、PTV 靶区适形 CI、剂量均匀性 HI、靶区剂量及正常组织受量比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。结论: MRI/CT 融合图像方案可一定程度增加局部晚期鼻咽癌诱导化疗后勾画靶区的照射体积, 有较好的靶区适形度, 可能会减少诱导化疗后放射治疗漏靶的发生。

**[关键词]** MRI/CT 图像融合; 靶区勾画; 调强放射治疗; 局部晚期鼻咽癌; 诱导化疗; 应用

**[中图分类号]** R73 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-2707(2018)03-0314-06

**DOI:**10.19367/j.cnki.1000-2707.2018.03.014

## Application of MRI/CT Image Fusion Technology in Target Delineation of Induction Chrono-chemotherapy and the Preliminary Research of Radiotherapy Plan Influence for Locally Advanced Nasopharyngeal Carcinoma

GONG Xiuyun<sup>1</sup>, JIN Feng<sup>1</sup>, GAN Jiaying<sup>1</sup>, WU Weili<sup>1</sup>, LI Yuanyuan<sup>1</sup>, LONG Jinhua<sup>1</sup>,  
CHEN Xiaoxiao<sup>1</sup>, WANG Limin<sup>2</sup>, HE Qianrong<sup>1</sup>, BI Ting<sup>1</sup>, LI Zhuoling<sup>1</sup>

(1. Department of Head and Neck Oncology, Cancer Hospital Affiliated to Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China; 2. Department of Science and Education, The First People's Hospital of Guiyang, Guiyang 550002, Guizhou, China)

**[Abstract] Objective:** To explore the effect of MRI and CT image fusion technology in target delineation of induction chrono-chemotherapy and the influence of radiotherapy plan for locally advanced nasopharyngeal carcinoma. **Methods:** 52 patients with locally advanced nasopharyngeal carcinoma (NPC) in the Department of Head and Neck Oncology of Cancer Hospital of Guizhou China from Jan 2012 to Dec 2013 were enrolled in this study. All patients received two-three cycles of induction chrono-chemotherapy and then the images of CT and T1W1 sequence of MRI were collected in the same treatment

\*[基金项目] 贵州省科技厅社发联合攻关项目[黔科合 LG 字(2012)044 号]

\*\*通信作者 E-mail: jin8865@yeah.net

网络出版时间: 2018-03-20 网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/52.1164.R.20180320.1721.024.html>

position. The CT and MRI images were integrated with Pinnacle<sup>3</sup> 8.0 chemotherapy plan system. The Gross target volume (GTVnx) was performed by delineating the CT and MRI/CT fusion image. Meanwhile, metastatic lymph nodes, CTV<sub>1</sub>, CTV<sub>2</sub> and organs at risk were delineated through CT images alone. And finally the two sets of planning target volume were given the same prescription dose and normal tissue dose after the planning design of intensity modulation radiation therapy (IMRT) under the director of the common physiotherapists. The radiation doses calculated from the two sets of planning target volume were compared with regard to the conformal index (CI) and Homogeneity index (HI), and the irradiation target volume, dose and the normal tissue dose were analyzed. Results: Compared with the chemotherapy plan of target delineation by CT images, the CI of MRI/CT fusion images was better after induction chemotherapy, and the difference was statistically significant ( $P < 0.01$ ); Compared with the target volume of MRI/CT fusion image increased more than the GTVnx irradiation volume by CT images, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ); There was no significant difference in the volume of PTV irradiation, PTV target CI, dose uniformity HI, target volume dose and dose coverage of normal organs between the two images ( $P > 0.05$ ). Conclusion: The application of MRI/CT image fusion technology in target delineation can increase the target volume in the local advanced NPC after induced chemotherapy compared with the target delineation of single CT image and effectively reduces the incidence rate of the leakage of target. The plan has a good effect for conformal radiotherapy and it could provide some guidance for the treatment in locally advanced NPC.

[Key words] MRI/CT fusion images; target delineation; intensity modulated radiation; locally advanced nasopharyngeal carcinoma; induction chrono-chemotherapy; Application

鼻咽癌因其独特的解剖位置及生物学特性,所以在就诊时被诊断为局部晚期鼻咽癌的患者约占 70%<sup>[1]</sup>,局部晚期鼻咽癌单纯放疗后 5 年生存率为 66.4% ~ 71.3%。同步放化疗是晚期鼻咽癌指南推荐的标准治疗方案。研究报道奈达铂联合同期调强放疗与同期顺铂的疗效相当,与单一顺铂治疗比较,奈达铂联合治疗的生活质量有所提高,但两组均有不同程度生活质量下降<sup>[2]</sup>。为提高生存率,改善患者生活质量,近年来诱导化疗联合调强放疗技术的治疗模式成为局部晚期鼻咽癌的研究热点。Chua 等<sup>[3]</sup>研究显示,诱导化疗能降低局部晚期鼻咽癌患者的远处转移率,局部晚期鼻咽癌诱导化疗后瘤体积(gross tumor volume, GTV)会明显缩小<sup>[4]</sup>。目前,对于诱导化疗后放射治疗靶区如何勾画尚缺乏规范的指南,虽图像融合技术已广泛应用于肿瘤放射治疗靶区勾画,但对于融合图像靶区对放疗计划的影响少有报道,为更好的指导临床工作,本研究通过对局部晚期鼻咽癌诱导化疗后分别在 MRI/CT 融合图像勾画及 CT 图形勾画靶区放疗计划进行对比研究,探讨 MRI/CT 融合图像勾画靶区对放疗计划的影响。

## 1 资料与方法

### 1.1 对象与分组

2011 年 12 月 ~ 2013 年 10 月收治的 52 例局部晚期鼻咽癌患者,其中男 43 例、女 9 例,27 ~ 70 岁,中位年龄 48.5 岁。根据 2010 UICC 临床分期:Ⅲ期 3 例,Ⅳ期 49 例。根据 2008 中国鼻咽癌分期:Ⅲ期 11 例,Ⅳ期 41 例;非角化分化型癌 6 例,未分化型癌 46 例。诱导化疗方案采用多西紫杉醇联合顺铂为主化疗方案。给药方式:按时辰药理学中顺铂和氟尿嘧啶的疗效峰值时刻进行安排,采用时间调节方式给药,顺铂 75 ~ 80 mg/(m<sup>2</sup>),静脉泵入 5 d,每天早上 10:00 ~ 晚上 22:00;氟尿嘧啶 750 mg/(m<sup>2</sup> · d),静脉泵入 5 d,每天晚上 22:00 ~ 次日早上 10:00;多西紫杉醇 750 mg/m<sup>2</sup>,第 1 天静脉滴注。多西紫杉醇联合顺铂方案化疗 35 例,多西紫杉醇联合顺铂、氟尿嘧啶方案化疗 17 例;诱导化疗 2 周期 42 例,3 周期 10 例。

### 1.2 图像采集

患者头颈部后仰过伸位,头下垫 B 号 Madtec

枕头。诱导化疗前不制作头颈肩固定体膜,根据体位要求采用激光线标记后进行鼻咽部 MRI 平扫及增强扫描检查,未进行图像融合及靶区勾画;诱导化疗后在相同体位要求下制作头颈肩固定体膜,体膜固定后采用 Aquilion CT 定位机定位,扫描范围从颅顶到胸锁关节,层厚 3 mm;相同体位下再次行鼻咽部 MRI 平扫联合增强扫描,采集的图像均传输到计划工作站。对鼻咽部 T1WI 增强序列图像与定位 CT 增强图像采用标记点法进行图像融合。

1.3 诱导化疗后靶区定义及勾画

GTV<sub>nx</sub> 为临床、影像学检查获得的鼻咽部肿瘤及其侵犯范围,GTV<sub>nd</sub> 为临床和(或)影像学观察到符合诊断标准的肿大淋巴结(包括咽后淋巴结);CTV<sub>nx</sub> 为诱导化疗前原发病灶靶区,PTV<sub>nx</sub> 为 CTV<sub>nx</sub> 外放 3 mm;CTV1 为 PTV<sub>nx</sub> 加周围高危和上颈淋巴结引流区,PTV1 为 CTV1 外放 3 mm;CTV2 为颈部照射范围应超出 1~2 个颈部引流区,PTV2 为 CTV2 外放 3 mm。采用标记点法进行图像融合形成 MRI/CT 融合图像及 CT 图像,由同一组医生分别在 MRI/CT 融合图像及 CT 图像上进行勾画,形成 MRI/CT 融合图像靶区及 CT 图像靶区。

1.4 放疗计划设计

靶区剂量为 33 次中 GTV<sub>nx</sub> 73.92 Gy、GTV<sub>nd</sub> 69.96 Gy、PTV<sub>nx</sub> 69.96 Gy 和 PTV1 60.06 Gy,每 28 次中 PTV<sub>2</sub> 50.96 Gy。正常组织限量脑干(≤54 Gy 或 60 Gy) < 1%,脊髓 < 40 Gy,视神经和视交叉 ≤ 54 Gy,颞颌关节 ≤ 50 Gy,颞叶 ≤ 60 Gy,下颌骨 ≤ 60 Gy,腮腺 50% 体积 ≤ 30~35 Gy。采用 ADAC Pinnacle<sup>3</sup> 8.0 软件分别对 MRI/CT 融合靶区及 CT 图像靶区进行 IMRT 治疗计划设计,形成 MRI/CT

融合图像放疗计划及 CT 图像放疗计划;根据文献[5]中公式计算适形度指数(conformity index, CI)及均匀性指数(homogeneity index, HI)<sup>[5]</sup>。适形度指数(CI) = (TV<sub>ri</sub>/TV) × (TV<sub>ri</sub>/V<sub>ri</sub>),其中 VT 为靶体积,V<sub>ri</sub> 为参考等剂量面所包绕的靶区体积,TV<sub>ri</sub> 为参考等剂量面所包绕的所有区域的体积,参考等剂量面取 95% 的剂量线,CI = 1 时靶区适形度最高。剂量均匀性指数(HI) = D<sub>5%</sub>/D<sub>95%</sub>,HI 值越大(越远离 1)说明该计划的剂量分布均匀性越差。分别对两套放疗计划进行数据统计,包括 GTV<sub>nx</sub> 及计划体积(PTV)照射体积、靶区靶体积接受处方剂量(D<sub>m</sub>)、靶体积接受的平均剂量(D<sub>mean</sub>)、95% 的靶体积接受的最低剂量(D<sub>95</sub>)以及靶体积接受的最低剂量与处方剂量的百分比(D<sub>95</sub>/D<sub>m</sub>)及正常组织受量。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 13.0 软件分别对两套放疗计划中 GTV<sub>nx</sub> 及 PTV 照射体积、靶区 D<sub>m</sub>、D<sub>mean</sub>、D<sub>95</sub>、D<sub>95</sub>/D<sub>m</sub> 及正常组织受量等数据进行统计,数据结果用均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两套计划评价指标间比较进行配对 *t* 检验,*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两套靶区放疗计划中 PTV<sub>nx</sub> 及 PTV 的 CI 及 HI  
MRI/CT 融合靶区放疗计划的 CI<sub>PTV<sub>nx</sub></sub> > CT 图像靶区放疗计划,差异有统计学意义(*P* < 0.05),其余两靶区的 CI 及 HI 比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05),见表 1。

表 1 MRI/CT 融合靶区及 CT 图像靶区放疗计划 CI 及 HI( $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 1 The comparison of CI and HI of MRI/CT fusion target and CT imaging target radiotherapy plans

靶区	<i>n</i>	CI <sub>PTV<sub>nx</sub></sub>	HI <sub>PTV<sub>nx</sub></sub>	CI <sub>PTV</sub>	HI <sub>PTV</sub>
MRI/CT 靶区	52	0.077 ± 0.059	1.175 ± 0.081	1.022 ± 4.37	1.515 ± 1.592
CT 图像靶区	52	0.060 ± 0.034	1.174 ± 0.082	1.095 ± 7.86	1.296 ± 0.058
<i>t</i>		2.908	0.273	0.994	0.988
<i>P</i>		0.005	0.786	0.325	0.328

注:CI<sub>PTV<sub>nx</sub></sub> 为靶区 PTV<sub>nx</sub> 的 CI,HI<sub>PTV<sub>nx</sub></sub> 为靶区 PTV<sub>nx</sub> 的 HI,CI<sub>PTV</sub> 为靶区 PTV 的 CI,HI<sub>PTV</sub> 为靶区 PTV 的 HI

2.2 两套靶区放疗计划中原发病灶体积及放疗剂量

MRI/CT 融合靶区原发病灶的体积大于 CT 图像靶区原发病灶的体积,MRI/CT 融合靶区计划大于 CT 图像靶区[(41.71 ± 26.86) cm<sup>3</sup>、(38.65 ± 25.66) cm<sup>3</sup>,*t* = 4.098,*P* < 0.001],PTV 照射体积比较,差异无统计学意义[(540.37 ± 130.13) cm<sup>3</sup>、(521.41

± 158.87) cm<sup>3</sup>,*t* = 1.414,*P* < 0.163]。靶区剂量参数 PTV<sub>nx</sub> 评价剂量存在差异,*P* = 0.006,其余均无差异,见表 2。

2.3 正常组织受量

两套靶区放疗计划中正常组织受量比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05)。见表 3。

表 2 诱导化疗后 MRI/CT 融合靶区及 CT 图像靶区放疗计划剂量( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.2 The comparison of planned dose of radiotherapy for MRI / CT fusion target area and CT image after induction chemotherapy

靶区	MRI/CT 融合靶区	CT 图像靶区	<i>t</i>	<i>P</i>
GTV <sub>nx</sub> D <sub>mean</sub> (Gy)	78.23 ± 1.26	78.25 ± 1.66	-0.194	0.847
GTV <sub>nx</sub> D <sub>95</sub> (Gy)	72.29 ± 5.82	73.23 ± 3.65	-1.592	0.117
GTV <sub>nx</sub> D <sub>95</sub> /D <sub>m</sub> (%)	98	99	-1.592	0.117
CTV <sub>nx</sub> D <sub>mean</sub> (Gy)	77.13 ± 0.80	77.21 ± 0.84	-1.949	0.057
CTV <sub>nx</sub> D <sub>95</sub> (Gy)	72.43 ± 10.34	71.12 ± 3.65	0.986	0.329
CTV <sub>nx</sub> D <sub>95</sub> /D <sub>m</sub> (%)	98	96	0.986	0.329
PTV <sub>nx</sub> D <sub>mean</sub> (Gy)	76.11 ± 0.87	76.26 ± 0.93	-2.845	0.006
PTV <sub>nx</sub> D <sub>95</sub> (Gy)	72.43 ± 10.34	71.12 ± 3.65	-0.703	0.485
PTV <sub>nx</sub> D <sub>95</sub> /D <sub>m</sub> (%)	98	99	-0.703	0.485
PTV D <sub>mean</sub> (Gy)	70.22 ± 5.00	69.48 ± 3.51	1.324	0.191
PTV D <sub>95</sub> (Gy)	60.61 ± 0.84	60.39 ± 1.65	1.606	0.294
PTV D <sub>95</sub> /D <sub>m</sub> (%)	101	101	1.060	0.294

注:GTV 为大体肿瘤体积,CTV 为临床靶体积,PTV 为计划体积;D<sub>m</sub> 为靶体积接受处方剂量,D<sub>mean</sub> 为靶体积接受的平均剂量,D<sub>95</sub> 为 95% 的靶体积接受的最低剂量,D<sub>95</sub>/D<sub>m</sub> 为 95% 的靶体积接受的最低剂量与处方剂量的百分比;评价各靶区剂量分布时要求至少 95% PTV 满足上述靶区处方剂量

表 3 诱导化疗后 MRI/CT 靶区及 CT 靶区放疗计划中正常组织的剂量( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.3 The comparison of normal organs dose of the radiotherapy plan for MRI / CT Targets and CT targets after induction chemotherapy

正常组织	MRI/CT 融合靶区	CT 图像靶区	<i>t</i>	<i>P</i>
脑干	52.44 ± 3.79	52.85 ± 2.98	-1.486	0.143
脊髓	33.55 ± 4.50	32.80 ± 1.86	1.250	0.217
右侧视神经	41.30 ± 7.50	47.54 ± 7.37	-0.621	0.537
左侧视神经	46.89 ± 8.31	46.61 ± 7.76	0.679	0.500
右侧眼球	24.26 ± 5.69	25.19 ± 5.24	-0.439	0.099
左侧眼球	26.39 ± 5.72	26.21 ± 4.84	-1.678	0.768
视交叉	45.86 ± 8.74	46.01 ± 8.90	-0.390	0.698

3 讨论

传统放疗方式勾画图像主要采用 CT 定位图像,随着计算机及影像技术不断进步,MRI/CT 或 PET/CT 图像融合可提高勾画靶区准确性<sup>[6]</sup>。对于局部晚期鼻咽癌诱导化疗后放射治疗靶区勾画,多数医院采用诱导化疗前影像进行 GTV 勾画,龙金华等<sup>[7]</sup>、余湛等<sup>[8]</sup>曾报道鼻咽癌 TPF 方案诱导化疗后肿瘤体积明显缩小,根据诱导化疗后影像勾画靶区降低了脑干等正常组织受量,具有较好的近期疗效。为探讨 MRI/CT 勾画靶区对局部晚期鼻咽癌诱导化疗后放疗计划影响而进行本研究。

根据入选标准选择经病理学明确诊断的鼻咽癌患者,2010 UICC 分期及 2008 中国鼻咽癌分期

均为Ⅲ~Ⅳ期,治疗前签署化疗及放疗知情同意书;排除放化疗禁忌;有明确鼻咽病灶;接受时间调节诱导化疗;诱导化疗后行鼻咽部 MRI 平扫联合增强检查和颈部 CT 增强检查,进行图像融合分别进行靶区勾画,放疗计划设计及评估;放疗计划设计均采用调强放射治疗。众所周知,调强放射治疗是现代放射治疗最主要的技术之一,其在鼻咽癌患者治疗中广泛应用,明显地延长了生存、提高生活质量。目前放射治疗计划系统中的基本图像为 CT 图像,提供了必要空间分辨率精确度及电子密度信息;CT 图像对于硬组织比较敏感,能较好地显示颅底骨皮质破坏,且对圆孔、卵圆孔、颈静脉孔和颈动脉孔的破坏显示较为满意,但对软组织受侵的边界常难以确定,从而存在一些靶区确定及解剖位置确定不足,尤其对于诱导化疗后病变周围软组织变化

显示存在不足。然而, MRI 显示软组织范围优于 CT, 在对局部晚期鼻咽癌诱导化疗后周围软组织改变明显较优于 CT; Chung 等<sup>[9]</sup>报道在 256 例鼻咽癌患者中应用 T1 增强 MRI 检查发现 40% 患者显示颅内受侵, 主要表现在鞍旁海绵窦及硬脑膜强化, 然而 CT 扫描遗漏这种变化; 既往研究也报道, 对于鼻咽癌 GTV 判断 MRI 提供了良好组织分辨率, 可以清楚区分肿瘤侵犯软组织范围<sup>[10]</sup>。本研究结果显示采用 MRI/CT 融合图像勾画鼻咽靶区体积较 CT 图像勾画大; 考虑采用 MRI 技术能明显显示诱导化疗后鼻咽周围组织侵犯情况, 能发现 CT 图像遗漏组织侵犯。从而进一步减少放疗靶区遗漏, 减少漏靶照射的可能。

放疗计划设计与靶区体积、形状及周围正常组织密切相关; 增加靶区照射体积, 周围正常组织受量可能增加, 增加放疗计划设计难度; 既往研究已表明肿瘤体积为预测患者近期疗效及局部控制最精确和最有效的参考变量<sup>[11]</sup>。对于局部晚期鼻咽癌诱导化疗后变化明显的是原发灶肿瘤体积, 范明明等<sup>[12]</sup>研究也显示局部晚期鼻咽癌诱导化疗后靶区体积变化明显。有研究表明局部晚期鼻咽癌诱导化疗前后靶区变化太大, 诱导化疗前靶区已不再适用; 然而诱导化疗后重新勾画靶区再行放疗计划非常必要。但是, 由于对诱导化疗后靶区范围认识不一致、勾画范围存在差异, 对于诱导化疗后靶区再勾画未能达成共识。陈建斌等<sup>[13]</sup>研究表明 MRI/CT 影像融合影响鼻咽癌靶区的勾画, 不同医师勾画的靶区常因主观认识上的差别而存在一定的差异, MRI/CT 影像融合可以缩小医师之间靶区勾画的差异。采用 MRI 图像进行局部晚期鼻咽癌诱导化疗后原发病灶的靶区勾画、MRI/CT 靶区图像融合进行放疗计划设计, 增加原发灶靶区体积及照射体积, 可能减少诱导化疗后放射治疗靶区勾画漏靶发生<sup>[14]</sup>。本研究进一步对两套图像勾画的靶区进行放疗计划参数对比分析, 为缩小放疗计划设计间差异, 采用同一组物理师进行设计, 相同的照射野及相同的处方剂量, 同一个高级物理师审核通过。评价放疗计划目标函数分为物理目标函数及生物目标函数, 根据临床剂量学四原则, 临床评价放疗计划常采用物理目标函数包括靶区及重要器官  $D_{mean}$ 、HI、治疗区及靶区 CI 和 DVH 等<sup>[15]</sup>。根据文献<sup>[16]</sup>将 CI 定义为治疗体积与 PTV 的比值, 其可以很好地评价受到治疗体积与真实靶区的关系, 即靶区剂量适形度 CI, 体现靶区大小与剂量改变,

可通过 CI 进行最客观评价。本研究对两套放疗计划进行物理目标函数计算及统计, 结果显示 MRI/CT 融合勾画靶区放疗计划中靶区 PTV<sub>nx</sub> 的 CI 较优于 CT 勾画靶区放疗计划中 PTV<sub>nx</sub> 的 CI, 而剂量均匀性差异不明显, 两套放疗计划 PTV 靶区适形 CI 及剂量均匀性 HI 差异不明显, 正常组织受量两套计划无差异, 采用 MRI/CT 融合图像进行原发灶靶区勾画增加了原发灶靶区的总体积及照射体积, 优化靶区适形度, 对整个放疗计划剂量分布及正常组织受量无明显影响, 对放疗计划设计进一步优化。

由此推论, 采用 MRI/CT 融合勾画靶区进行局部晚期鼻咽癌诱导化疗后靶区勾画, 增加了鼻咽靶区照射范围, 对于放疗计划设计不受明显影响, 存在很好靶区适形度; 相比单纯 CT 图像勾画靶区照射体积增大而靶区剂量分布无明显差异, 可能减少了由于单纯 CT 图像勾画靶区的漏照。本研究目前仅由靶区物理剂量参数变化分析, 采用 MRI/CT 图像融合进行诱导化疗后靶区勾画较单纯 CT 图像勾画体现出物理剂量参数优势, 是否转化为临床受益, 待进一步大宗随机临床研究证实。

综上所述, 对于局部晚期鼻咽癌诱导化疗后原发病灶采用 MRI/CT 图像融合靶区勾画进行放疗计划设计较单纯 CT 图像勾画靶区增加了靶区照射体积及并优化靶区适形度, 然而靶区剂量分布及正常组织受量无差异, 可降低由于单纯 CT 图像进行靶区勾画放疗计划漏靶照射的发生, 所以采用 MRI/CT 融合进行局部晚期鼻咽癌诱导化疗后靶区勾画值得进一步研究。

## 4 参考文献

- [1] 殷蔚伯, 余子豪, 徐国镇, 等. 肿瘤放射治疗学[M]. 4 版. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2008: 443-485.
- [2] 张钦华, 皱雨荷, 李坊铭, 等. 奈达铂与顺铂联合同期调强治疗对鼻咽癌的疗效[J]. 贵州医科大学学报, 2017, 42(7): 859-862.
- [3] CHUA D T, MA J, SHAM J S, et al. Long-time survival after cisplatin-based induction chemotherapy and radiotherapy for advanced nasopharyngeal carcinoma: a pooled data analysis of two phase trials[J]. Clin Oncol, 2005, 23(6): 1118-1124.
- [4] LEE A W, LAU K Y, HUNG W M, et al. Potential improvement of tumor control probability by induction chemotherapy for advanced nasopharyngeal carcinoma

- [J]. *Radiother Oncol*, 2008, 87(2): 204 – 210.
- [5] FU W H, WANG L H, ZHOU Z M, et al. Comparison of conformal and intensity-modulated techniques for simultaneous integrated boost radiotherapy of upper esophageal carcinoma[J]. *World J Gastroenterol*, 2004, 10(8): 1098 – 1102.
- [6] EKENEL M, KESKIN S, BASARAN M, et al. Induction chemotherapy with docetaxel and cisplatin is highly effective for locally advanced nasopharyngeal carcinoma[J]. *Oral Oncol*, 2011, 47(7): 660 – 664.
- [7] 龙金华, 董事, 金凤, 等. 局部晚期鼻咽癌诱导化疗后靶区勾画探讨[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2012, 21(5): 417 – 420.
- [8] 余湛, 罗伟, 周琪超, 等. 诱导化疗后局部晚期鼻咽癌调强放疗肿瘤靶区勾画方式改变对剂量分布和临床疗效的影响[J]. *癌症*, 2009, 28(11): 1132 – 1137.
- [9] CHUNG N N, TING L L, HSU W C, et al. Impact of magnetic resonance imaging versus CT on nasopharyngeal carcinoma: primary tumor target delineation for radiotherapy[J]. *Head Neck*, 2004, 26(3): 241 – 246.
- [10] LIU C, KONG X, GONG G, et al. Error in the parotid contour delineated using computed tomography images rather than magnetic resonance images during radiotherapy planning for nasopharyngeal carcinoma[J]. *Jpn J Radiol*, 2014, 32(4): 211 – 216.
- [11] DUBBEN H H, THAMES H D, BECK-BOMKHOLDT H P. Tumor volume: a basic and specific response predictor in radiotherapy[J]. *Radiother Oncol*, 1998, 47(2): 167 – 174.
- [12] 范明明, 陈光伟, 孙正良, 等. 诱导化疗加同步放化疗治疗局部晚期鼻咽癌近期疗效观察[J]. *现代肿瘤医学*, 2013, 21(5): 1017 – 1019.
- [13] 陈建斌, 潘建基, 柏鹏刚, 等. MRI/CT 影像融合对鼻咽癌靶区勾画的影响[J]. *肿瘤*, 2009, 29(1): 61 – 64.
- [14] 龚修云, 金凤, 吴伟莉, 等. 局部晚期鼻咽癌诱导化疗后原发病灶靶区勾画的探讨[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2016, 36(2): 116 – 119.
- [15] 殷蔚伯, 余子豪, 徐国镇, 等. *肿瘤放射治疗学* [M]. 4 版. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2008: 156 – 162.
- [16] ICRU. ICRU Report 62 – 1999 Prescribing, recording and reporting photon beam therapy (Supplement to ICRU Report 50) [S]. Bethesda, MD: International Commission on Radiation Units and Measurements, 1999: 12.
- (2018-01-25 收稿, 2018-03-02 修回)  
中文编辑: 文箫颖; 英文编辑: 丁廷森
- 
- (上接第 313 页)
- [7] ANGHEL R M, GALES L N, TRIFANESCU O G. Outcome of urinary bladder cancer after combined therapies[J]. *Journal of Medicine & Life*, 2016, 9(2): 153 – 158.
- [8] WILLEM D O. Role of marker lesion when applying intravesical instillations of il-2 for non-muscle-invasive bladder cancer comparison of the therapeutic effects in two pilot studies[J]. *Anticancer Research*, 2013, 33(5): 2099 – 2105.
- [9] STERNBERG C N, APOLO A B. Everything old is new again! Neoadjuvant chemotherapy in the treatment of muscle-invasive bladder cancer[J]. *Journal of Clinical Oncology Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 2014, 32(18): 1868 – 1870.
- [10] LI N C, YE Z Q, NA Y Q. Efficacy of immediate instillation combined with regular instillations of pirarubicin for Ta and T1 transitional cell bladder cancer after transurethral resection: a prospective, randomized, multicenter study[J]. *Chinese Journal of Medicine (English Edition)*, 2013, 126(15): 2805 – 2809.
- [11] HUANG W, WANG F, WU C, et al. Efficacy and safety of pirarubicin combined with hyaluronic acid for non-muscle invasive bladder cancer after transurethral resection: a prospective, randomized study[J]. *International Urology & Nephrology*, 2015, 47(4): 631 – 636.
- [12] 张涛, 湛海伦, 杨飞, 等. 吡柔比星术后早期与常规膀胱灌注对浅表性膀胱癌患者血清学指标的影响[J]. *海南医学院学报*, 2015, 21(7): 991 – 994.
- [13] BLIESATH J, HUSER N, OMORI M, et al. Combined inhibition of EGFR and CK2 augments the attenuation of PI3K-Akt-mTOR signaling and the killing of cancer cells[J]. *Cancer Letters*, 2012, 322(1): 113 – 116.
- [14] VENKANNAGARI S, FISKUS W, PETH K, et al. Superior efficacy of co-treatment with dual PI3K/mTOR inhibitor NVP-BEZ235 and pan-histone deacetylase inhibitor against human pancreatic cancer[J]. *Oncotarget*, 2012, 3(11): 1416 – 1417.
- [15] 杨天, 范志强, 温世和. 膀胱肿瘤汽化电切术联合吡柔比星膀胱灌注化疗在浅表性膀胱癌患者中的应用效果[J]. *中国医学创新*, 2015, 12(10): 24 – 26.
- (2018-01-05 收稿, 2018-02-25 修回)  
中文编辑: 吴昌学; 英文编辑: 苏晓庆