

放射肿瘤学专题

• 放射治疗 •

SPECT/CT 三维融合重建技术指导鼻咽癌放疗靶区勾画*

雷生红[△], 官荣光, 张风华, 方敏, 李平

528415 广东 中山, 南方医科大学附属小榄医院 核医学科

[摘要] 目的: 常规放疗靶区勾画一般参考 MRI 和 CT 图像, 对颅底局部小结构骨侵犯的敏感性较低。SPECT/CT 三维融合重建技术能准确显示骨局部侵犯。本研究尝试利用 SPECT/CT 三维融合重建技术指导勾画鼻咽癌放疗靶区, 提高鼻咽癌(nasopharyngeal carcinoma, NPC)患者局部控制率。方法: 对本院近 1 年来 32 例 NPC 患者, 在全身骨显像的基础上对颅底进行断层+融合显像, 然后在三维融合图像上以听眦线为基准线, 对颅底进行三维融合再重建, 形成连续的标准融合层面, 通过远程传输系统传输到计划系统指导靶区勾画。结果: 32 例患者中, 以 MRI 和 CT 图像指导勾画后, 参考骨扫描颅底融合再重建图像, 14 例患者靶区勾画有变化, 均较原计划范围有所扩大, 其余 18 例范围与原计划相同。结论: 三维融合再重建技术能较好地补充指导 NPC 患者放疗靶区勾画。

[关键词] 鼻咽癌; 骨扫描; SPECT/CT 融合; 靶区勾画

[中图分类号] R739.62; R739.63; R730.55 **[文献标志码]** B doi:10.3969/j.issn.1674-0904.2021.01.008

引文格式: Lei SH, Guan RG, Zhang FH, et al. Target delineation of radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma guided by 3D fusion and reconstruction of SPECT/CT [J]. J Cancer Control Treat, 2021, 34(1): 48-52. [雷生红, 官荣光, 张风华, 等. SPECT/CT 三维融合重建技术指导鼻咽癌放疗靶区勾画[J]. 肿瘤预防与治疗, 2021, 34(1): 48-52.]

鼻咽癌(nasopharyngeal carcinoma, NPC)是我国南方沿海地区高发肿瘤, 尤其是广东省多见, 发病原因尚完全未阐明。NPC 治疗以放疗为主, 早期患者放疗后 5 年生存率为 95%^[1]。放疗靶区的勾画主要参考 MRI 和 CT, 其准确性良好, 但因为核磁共振对骨的敏感性较低, 对早期骨侵犯往往在靶区勾画中被忽视, 尤其是颅底骨小结构。骨显像对患者骨侵犯敏感, 近年来 SPECT/CT 广泛应用, 大大提高了骨侵犯检出率。对于以往平面显像中不确定的病例, 融合图像对良恶性判断有所帮助。在 NPC 患者检查时, 常规对颅底进行 SPECT/CT 断层+融合检查, 可以明显提高颅底骨侵犯检出率^[2], 此类研究较多, 但针对 NPC 进行颅底三维融合重建很少开展。本研究尝试利用 SPECT/CT 三维融合重建技术指导勾画 NPC 放疗靶区, 以提高 NPC 患者局部控制率, 解决常规核医学截图分辨率低、连续性差、基准线不统一等问题。

1 资料与方法

1.1 一般资料

患者 32 例, 其中男性 21 例, 女性 11 例。经取活体组织病理检查确诊, 其中中低分化癌 24 例, 鳞癌 5 例, 未分化癌 2 例, 1 例病例病理类型不详。临床分期 I~III 期。经 CT、MRI 检查, 再行全身骨显像, 确定 TNM 分期后制定具体治疗方案。

1.2 设备和方法

经静脉注射^{99m}Tc-MDP 25mCi 后 3 h 后, 利用 SIEMENS symba-T6 进行全身骨显像, 然后进行颅底断层检查, 矩阵: 128 × 128, 放大率 = 1.0, 每帧采集时间 15 s。其数据在 syngop 工作站进行后处理, 常规融合, 将 SPECT 重建数据与 CT 图像在三维图像上融合重建, 选定颅底代谢异常区域, 调整重建基准线, 以听眦线为基准线, 以 10 mm 厚度 3 mm 层距进行重建获取标准轴位融合图像, 方法如图 1。图像经远程传输系统传至放疗科, 医生对比参照 MRI 图像和/或 CT 图像进行放疗靶区勾画。

1.3 数据分析

分别统计 SPECT/CT 三维融合重建图像与 MRI 及 CT 图像对比, 将常见的颅骨转移部位检出情况归纳总结。

[收稿日期] 2020-09-08 **[修回日期]** 2020-12-22

[基金项目] * 中山市医学科研项目(编号:2019J236)

[通讯作者] [△]雷生红, E-mail:18778110@qq.com

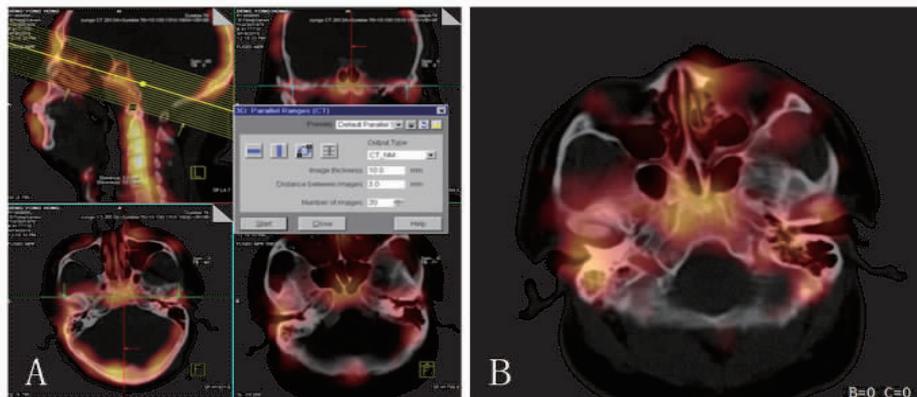


图 1 三维融合重建方法及图像

Figure 1. Method and Image of 3D Fusion and Reconstruction

A. An illustration of the method of 3D fusion and reconstruction; B. An image of local 3D fusion and reconstruction.

1.4 统计方法

利用 SPSS 19.0 软件对表 1 中三组数据有效性进行配对卡方检验。 $P < 0.05$ 视为有统计学意义。

2 结果

32 例患者的数据统计分析见表 1。SPECT/CT

对颅底骨侵犯的检出情况优于 MRI 和 CT, 差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。对于颅底微小结构的侵犯, 如翼突、斜坡、岩尖, SPECT/CT 的检出例数均高于 MRI 和 CT(图 2), 并且检出的结果可直接帮助临床医生调整放疗方案(图 3); 而对于广泛的颅底骨破坏, 三种检查方法的检出例数相当。

表 1 SPECT/CT 与 MRI 和 CT 对颅底骨侵犯的检出情况对比

Table 1. SPECT/CT, MRI and CT in the Detection of Skull Base Invasion

Type of imaging	Clivus	Sphenoid body	Pterygoid process	Atlas	Extensive destruction of the base of the skull	χ^2	P
SPECT/CT	15	12	7	6	3		
MRI	5	7	2	0	3	10.837	<0.001
CT	7	10	5	2	3	7.630	<0.001

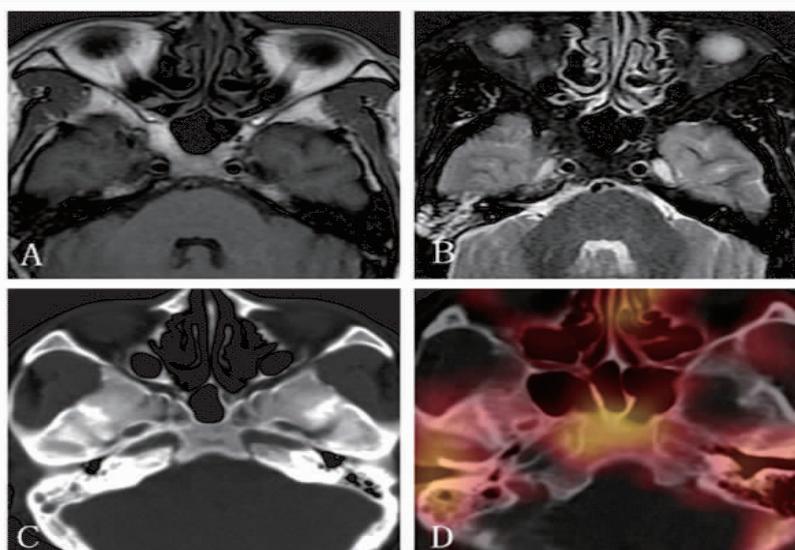


图 2 50 岁男性患者, 确诊非角化性鼻咽癌 10 余天

Figure 2. Cranial Imaging of a Typical Case (a 50-Year-Old Male with Non-Keratinizing NPC)

Panel A and B show T1WI and T2WI MRI sequences; T1WI shows slightly uneven signal in the clivus (no bone invasion reported) and inflammatory transformation in the right mastoid. Shape and density of the clivus show no obvious abnormal changes as indicated by the CT image (Panel C). Panel D shows 3D fusion and reconstruction of SPECT/CT; metabolism of the clivus is active, which is judged as bone invasion, and inflammatory transformation in the right mastoid. NPC: Nasopharyngeal carcinoma.

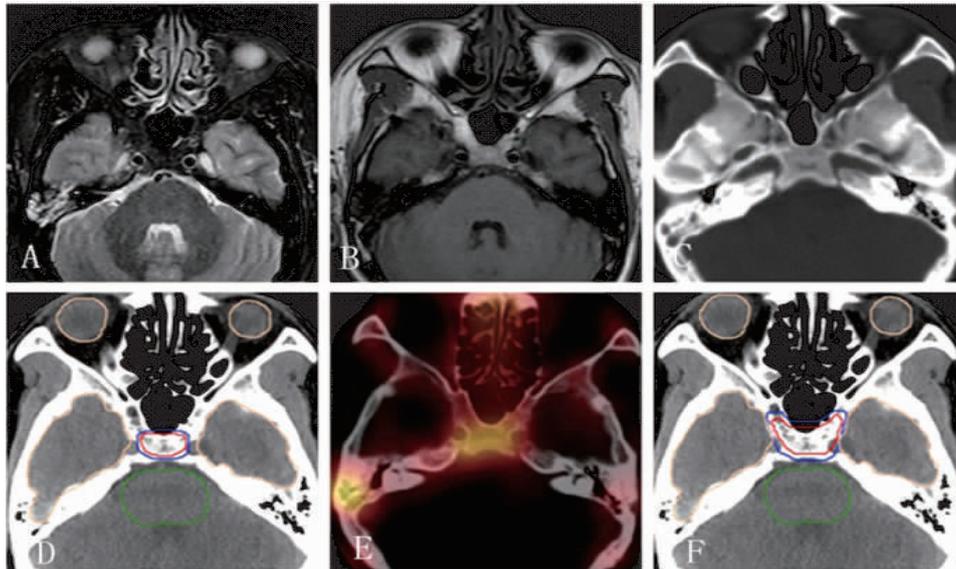


图 3 50 岁男性患者,确诊非角化性鼻咽癌 10 余天

Figure 3. Changes in the Radiotherapy Plan of a Typical Case (a 50-Year-Old Male with Non-Keratinizing NPC)

Panel A shows T1WI MRI sequence. Panel B shows T2WI MRI sequence. Panel C shows an image of CT scan. Panel D shows the preliminary outline of the target area of radiation with MRI and CT as reference. Panel E shows the 3D fusion and reconstruction of SPECT/CT; metabolism of the clivus is significantly active. Panel F shows the expansion of radiation range and dose after confirming the invasion of the clivus tumor.

3 讨论

骨显像始于 20 世纪 60 年代初期,是利用骨显像剂亚甲基二膦酸盐(^{99m}Tc-MDP)注入人体,通过化学吸附与羟基磷灰石晶体表面结合以及通过有机质与未成熟的骨胶原结合而沉积在骨骼内。骨骼各部位聚集放射性药物的多少与其血流灌注量和代谢活跃程度有关^[3]。通过显像剂沉积的多少为骨骼疾病提供诊断依据,是恶性肿瘤患者常见的检查手段。NPC 患者颅底骨侵犯较为常见,是否存在骨侵犯对临床分期和治疗方案都有较大区别,对放疗靶区勾画也非常重要^[4]。既往靶区勾画多参照 MRI 和 CT 图像^[5],PET/CT 对靶区的勾画研究也有开展^[6],但主要还是用于对疗效和预后的评估^[7-8],这些手段对早期骨侵犯都不敏感。颅底骨侵犯在 NPC 患者中较为常见,运用断层融合重建图像指导颅底骨放疗靶区勾画有明显优势,此项技术文献尚未报道。

本研究发现,应用融合重建技术颅底骨侵犯阳

性率明显高于 MRI 和 CT,SPECT/CT 三维融合重建技术有明显优势,尤其是早期小结构骨侵犯,例如翼突、斜坡、岩尖等,而对于这些早期受侵犯的骨小结构 MRI、CT 基本无法显示。但斜坡、翼突等又是 NPC 常见的早期骨受侵犯范围,检查率直接影响靶区勾画。对于已经有骨质缺损的骨侵犯,检查率稍高于 MRI 和 CT,对于广泛颅底骨破坏,三种检测手段阳性率相当,结果如表 1。对比病例中仅参照 MRI 图像和参考 SPECT 三维再融合图像的病例中共有 14 例患者放疗靶区范围有改变,余 18 例放疗靶区无变化。由此可见,应用三维再重建技术的优势在于可以更早发现颅底微小结构侵犯,比较同时期 CT 和 MRI 有明显优势,典型病例如图 2。对比发现骨受侵犯后调整了斜坡位置的照射计划,如图 3。因此,对 NPC 患者放疗前进行颅底三维融合重建很有意义。

早期 NPC 患者放疗效果良好,放疗靶区勾画非常重要,在保证局部控制率的前提下,降低周围正常器官的放射副反应和放射损伤是精确放疗时代的

一大主题^[9]。放射治疗范围不能只停留在组织形态学的基础上,还要考虑代谢变化的因素。近年来有人提出了生物靶区的概念^[10],所谓生物靶区是指由一系列肿瘤生物学因素决定的靶区内放射敏感性不同的区域。生物靶区概念的提出使放射治疗朝着生物适形调强放射治疗的方向发展,这是放射治疗未来的发展趋势^[11]。NPC 患者早期的骨侵犯在形态学上并无明显变化,而受侵犯骨早期就存在代谢变化,运用全身骨显像能早期发现骨侵犯及程度,此项检查早已广泛报道^[12-13]。

常规应用全身骨扫描,对微小病灶检出率不高^[14],尤其是对结构较为复杂的颅底骨小结构更为受限。然而,NPC 多发生于咽隐窝,咽隐窝顶端正对破裂孔,只有约 1 cm 之距,肿瘤易由此上侵至颅底,是 NPC 入颅的重要途径^[15]。类似于破裂孔这样的颅底小结构骨侵犯早期在 CT、MRI 图像中很难发现,而实际工作中经常发现早期 NPC 患者即存在颅底骨侵犯,所以对 NPC 患者常规进行颅底断层加 CT 融合是很有必要的,对此已有文献报道^[16-17]。然而常规断层融合受限于患者平卧于检查床上,听眦线不一定与地面垂直,融合图像往往与标准层面差异很大,图像与其他影像学图像往往不在同一个扫描基准线上,所以图像层面信息差异较大,影响临床阅读,因此会造成部分早期小病灶漏诊^[18]。此次研究使用 SIMENSE 后处理工作站中的三维融合重建技术,同步矫正重建基准线。例如以听眦线为基准线,以 10 mm 层厚、3 mm 层距进行标准层面重建(图 1)。重建图像是连续标准的解剖与代谢图像的融合,此图像与 MRI 及 CT 标准扫描图像可同步阅读。放疗科根据多种图像综合分析后进行靶区勾画,对精准勾画放疗靶区起到很重要的作用,也是生物靶区概念在骨组织方面的完善和延伸。

另外,无论 SPECT/CT 还是 PET/CT 常用的图像融合多采用截屏方式来保存图像,这样的图像可以用来判断大致的骨受侵犯范围,分辨率都很低,临床一般用来发现病灶指导临床分期^[19-20]。此研究中的三维融合重建技术是对目标区域进行多模态图像融合后再重建,保存了更多的原始信息。图像分辨率远远高于普通截屏图像,和原始 CT 图像分辨率相当,图像可以根据需要放大而不失真。经此次研究来看,以往常规融合图像判断颅底侵犯范围是局限的,与图像处理者个人经验有很大关系。规范地利用颅底三维融合重建技术,可以使图像处理流程标准化,重建图像连续性好、清晰度高,对蝶骨翼

突、斜坡等常见受侵犯部位阳性率明显增加,还可根据患者骨代谢异常情况,灵活调整重建范围。根据此研究数据统计来看,融合重建技术对小病灶的诊断有明显优势。

综上所述,对于已经使用 SPECT/CT 的单位,在针对 NPC 患者全身骨扫描后,采用标准化流程进行颅底断层融合重建是很有必要的,可以清晰辨别颅底受侵犯范围,辅助指导放疗靶区勾画,提高鼻咽癌局部控制率,提高 NPC 患者早期治愈率。此技术同样适用于复杂骨关节等部位。另外,对于还未安装 PET 设备的医院,部分病人因为金属内固定或金属支架植入术后无法进行 MRI 检查,此项技术也能起到很好的补充作用。

作者声明:本文全部作者对于研究和撰写的论文出现的不端行为承担相应责任;并承诺论文中涉及的原始图片、数据资料等已按照有关规定保存,可接受核查。

学术不端:本文在初审、返修及出版前均通过中国知网(CNKI)科技期刊学术不端文献检测系统的学术不端检测。

同行评议:经同行专家双盲外审,达到刊发要求。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

文章版权:本文出版前已与全体作者签署了论文授权书等协议。

[参考文献]

- [1] 赵波洋,陈树平,吕涵青,等. SPECT-CT 与 MRI 在鼻咽癌早期颅底侵犯方面的比较研究[J]. 中国医学创新,2017,14(15): 124-127.
- [2] 钟锦绣,付德顺,陶绪长,等. SPECT/CT 与 MRI 对鼻咽癌颅底骨侵犯诊断价值的比较[J]. 肿瘤影像学,2019,28(1): 46-51.
- [3] 周前. 中华影像医学. 影像核医学卷[M]. 北京:人民卫生出版社,2010:205.
- [4] 陈露斯,张宁,卢瑞梁. 早期鼻咽癌患者原发肿瘤侵犯规律研究及靶区勾画建议[J]. 中国实用医药,2020,15(19): 29-31.
- [5] 张白雪,谭叶,陆静钰,等. MR-PWI 在鼻咽癌放疗靶区勾画中的应用价值[J]. 肿瘤预防与治疗,2020,33(1): 15-19.
- [6] 黄光,杨时平,王献维,等. PET/CT 引导鼻咽癌靶区勾画对危及器官剂量影响的研究[J]. 海南医学院学报,2019,25(15): 1178-1182.
- [7] 刘丽娟,刘露,苏丹柯,等. 18F-FDG PET/CT 与 DWI-MRI 判断鼻咽癌放疗后残留/复发价值的 Meta 分析[J]. 重庆医学,2019,48(12): 2081-2086.
- [8] 张雪芳,智生芳,郑巧兰,等. 18F-FDG PET/CT 中不同部位 SUV_{max} 对预测初治转移鼻咽癌预后的价值[J]. 中国医学影像

学杂志, 2019, 27(10): 745-748, 753.

[9] Collins FS, Varmus H. A new initiative on precision medicine [J]. N Engl J Med, 2015, 372(9): 793-795.

[10] Ling CC, Humm J, Larson S, et al. Towards multidimensional radiotherapy (MD-CRT): Biological imaging and biological conformality [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2000, 47(3): 551-560.

[11] Niu X, Chang X, Gao Y, et al. Using neoadjuvant chemotherapy and replanning intensity-modulated radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma with intracranial invasion to protect critical normal tissue [J]. Radiat Oncol, 2013, 8: 226.

[12] 葛永斌, 徐卫平, 刘枫, 等. SPECT/CT 同机融合显像检测 NPC 侵犯颅底骨的临床价值 [J]. 解剖与临床, 2011, 16(2): 114-117.

[13] 朱海生, 王仁生, 严浩林, 等. SPECT/CT 同机融合显像检测鼻咽癌侵犯颅底骨的临床价值 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2017, 37(2): 132-137.

[14] 张瑞玲, 刘吉华, 左书耀, 等. 核素骨显像中影响椎体转移瘤检出率的因素 [J]. 中国医学影像技术, 2013, 29(6): 989-993.

[15] 李晔雄. 肿瘤放射治疗学 [M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2018: 53.

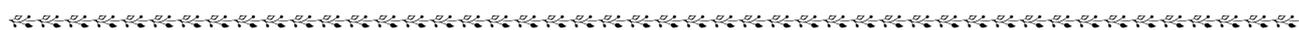
[16] 艾毅钦, 刘光贤, 李荣清, 等. SPECT 和 CT 检测鼻咽癌颅底受侵的临床价值 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2010, 17(2): 119-121.

[17] 朱旭生, 梁培炎, 李群, 等. 符合线路 SPECT 图像融合对鼻咽癌的诊断价值 [J]. 中国医学影像技术, 2004, 20(z2): 113-115.

[18] 李伟, 张汝森, 张林启, 等. 鼻咽癌颅底骨侵犯 CT 漏诊 MR 和 SPECT/CT 诊断价值比较 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2016, 23(7): 446-451.

[19] 黄庆强. SPECT/CT(16 层)骨显像对 356 例鼻咽癌放疗前的骨评价 [J]. 影像研究与医学应用, 2018, 2(14): 149-151.

[20] 赵海军, 宋建涛, 田红, 等. 18F-FDG PET-CT 在鼻咽癌诊断及预后评估中的应用价值 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2020, 18(7): 29-32.



· 读者 · 作者 · 编者 ·

《肿瘤预防与治疗》2021 年征订启事

《肿瘤预防与治疗》系《中国科技论文统计源期刊》(即《中国科技核心期刊》), CN51-1703/R, ISSN1674-0904, 大 16 开, 月刊, 每月 25 日出版。

本刊主要报道国内外肿瘤防治研究领域的新成果、新进展。开设栏目有专家述评、国际交流、应用基础研究、临床研究、临床经验与技术交流、肿瘤流行病学、综述与讲座、短篇与个案报道等。所征稿件内容: 肿瘤流行病学、基础研究、肿瘤病理、临床研究、临床诊治经验、病例报告、国外研究动态等。

敬请读者及作者踊跃投稿, 欢迎订阅, 每期定价 15.00 元, 全年订价 180.00 元。需订阅者请到当地邮局订阅, 邮发代号 62-142, 错过订阅时间可直接向编辑部订阅, 款汇至成都市武侯区人民南路四段 55 号《肿瘤预防与治疗》编辑部。

邮编: 610041; 电话: 028-85420233

E-mail: zlyfyzl@163.com; 网址: www.zlyfyzl.cn

欢迎订阅, 欢迎使用网上投稿系统投稿。

本刊编辑部