

全脑放疗中保护海马的调强计划设计

杨海燕, 孙冰, 王军良, 吴世凯, 周振山, 申戈
解放军307医院放疗科, 北京 100071

【摘要】目的:探讨应用直线加速器调强技术实现全脑放疗并对海马保护。**方法:**选取8例接受全脑放疗+海马保护的乳腺癌脑转移患者,进行全脑临床靶区(CTV)和海马区的勾画,全脑外扩5 mm形成计划靶区(PTV),海马区外扩5 mm形成海马保护区域。利用Varian Eclipse 7.6治疗计划系统设计10野调强计划,处方剂量为3000 cGy/10F。**结果:**8例病人的PTV V_{90} 平均值为99.5%, V_{95} 平均值为98.4%,均匀性指数平均值为0.09。海马平均体积为5.0 cm³,海马保护区域平均体积为26.2 cm³,占全脑体积的1.8%。海马的平均剂量为17.1 Gy,最大剂量为21.7 Gy;海马保护区域的平均剂量为22 Gy,最大剂量为29.3 Gy。海马平均剂量为靶区处方剂量的57%,海马保护区域平均剂量为靶区处方剂量的73%。晶体最大剂量平均值为6 Gy。**结论:**在全脑放疗中,利用直线加速器调强技术能在保证靶区剂量覆盖和靶区均匀性的情况下降低海马受照剂量,实现神经认知功能的保护。

关键词:全脑放疗;海马;调强计划;剂量

【中图分类号】R739.8

【文献标识码】A

【文章编号】1005-202X(2016)03-0322-03

Whole brain intensity modulated radiotherapy with hippocampus protection

YANG Hai-yan, SUN Bing, WANG Jun-liang, WU Shi-kai, ZHOU Zhen-shan, SHEN Ge

Department of Radiotherapy, The 307th Hospital of Military Chinese People's Liberation Army, Beijing 100071, China

Abstract: Objective To discuss on the linear accelerator intensity modulated radiotherapy (IMRT) for whole brain radiotherapy and hippocampus protection; to analyze the dose distribution of IMRT for 8 patients and doses of hippocampus and organs at risk. **Methods** Eight breast cancer patients with brain metastases treated with whole brain radiotherapy with hippocampus protection were selected. The clinical target volume (CTV) of brain and the hippocampus region were contoured. The planning target volume (PTV) was the CTV with an expansion of 5 mm, and the hippocampus protection regions were the hippocampus regions with an expansion of 5 mm. The IMRT plan with 10 fields was designed by using Varian Eclipse 7.6 treatment planning system, and the prescription dose was 3000 cGy/10 f. **Results** The mean values of PTV V_{90} and V_{95} of 8 patients were respectively 99.5% and 98.4%, and the mean value of homogeneity index was 0.09. The average volume of hippocampus was 5.0 cm³, and that of hippocampus protection regions was 26.2 cm³, accounted for 1.8% of whole brain volume. The mean doses of hippocampus and hippocampus protection regions were respectively 17.1 Gy and 22 Gy; the maximum dose of hippocampus and hippocampus protection regions were respectively 21.7 Gy and 29.3 Gy. The mean dose of hippocampus occupied 57% of the prescription dose of the target volume, and the mean dose of hippocampus protection regions occupied 73% of the prescription dose. The mean value of the maximum doses of lens was 6 Gy. **Conclusion** In the case of ensuring target volume coverage and homogeneity, the linear accelerator IMRT in whole brain radiotherapy can reduce the radiation dose of hippocampus, protecting the neurocognitive function.

Key words: whole brain radiotherapy; hippocampus; intensity modulated radiotherapy plan; dose

【收稿日期】2015-10-28

【作者简介】杨海燕(1988-), 硕士。Tel:010-66947198; E-mail: yanghai-yan0630@163.com。

【通信作者】王军良(1975-), 博士。Tel:010-66947200; E-mail: wjl1000@tom.com。

前言

全脑放疗是控制脑瘤转移的一种有效方法,全脑放疗会引起神经认知功能的障碍^[1]。Tada等^[2]研究表明海马中的神经干细胞是神经认知缺陷发病机

制的中心,海马中的神经干细胞对放射线非常敏感,放疗中海马受到的照射剂量大小直接影响神经干细胞增殖数量、凋亡速度,这些认知副作用可以通过照射中对海马的保护来减少。本文通过选取进行全脑放疗的8例乳腺癌脑转移患者,利用直线加速器调强技术对海马进行保护,取得良好的效果。

1 材料与方法

1.1 临床资料的选择

选取在解放军307医院治疗的乳腺癌脑转移患者8例,均经核磁确诊为多发脑转移(脑转移数 ≥ 2 个),转移灶距海马周围15 mm以上距离。该8例患者均自愿接受全脑放疗+海马保护,患者年龄29~53岁。

1.2 仪器设备

Varian 23EX 直线加速器,配备60对叶片的多页光栅(MLC),在Varian Eclipse7.3计划系统,Philips Brilliance大孔径放疗专用CT,西门子3.0T核磁。

1.3 CT与MRI定位

患者取仰卧位,利用头枕与头部热塑模进行固定^[3-4]。CT定位利用Philips大孔径CT进行全头部增强扫描,扫描下界为C₂水平,层厚3 mm。磁共振成像(MRI)定位对全头部进行三维扫描,采集T₂加权序列与T₁加权增强序列,T₁加权增强序列层厚为3 mm。将CT与MRI图像在Varian Eclipse7.3.10计划系统上进行融合。

1.4 靶区及危及器官的勾画

海马在MRI T₁加权序列轴位片进行勾画,将其定义为海马区,靶区勾画原则根据肿瘤放疗治疗协作组(RTOG)公布的指南进行^[5]。并建立一个海马在三维方向上外扩5 mm的区域^[6],定义为海马保护区域,以允许海马与计划靶区(PTV)之间的剂量跌落。全脑的PTV定义为全脑的软组织,是减去海马外扩5 mm保护区域后的PTV,并勾画晶体、眼球、视神经。

1.5 计划设计

在Varian Eclipse7.3.10计划系统上进行计划设计,选用6 MV X线,进行10野设计,射野角度为20°、60°、100°、140°、180°、220°、260°、300°、340°,再加1个非共面射野,床角为90°,射野角度为50°,处方剂量为3000 cGy/10 f。

1.6 计划评估

使用以下参数来评估治疗计划,PTV V₉₀:90%的处方剂量线所包的PTV的体积;PTV V₉₅:95%的处方剂量线所包的PTV的体积;均匀性指数(HI):HI=

$D_{2\%}/D_{98\%}$, D_{2%}为2%的靶区体积接受的剂量,D_{98%}为98%的靶区体积接受的剂量;D_{median}为靶区中位剂量。

1.7 统计学处理

采用SPSS 13.0进行统计学分析,统计各数据组的数据范围与平均值,并应用数学公式进行计算。

2 结果

2.1 海马轮廓

海马的平均体积为5.0 cm³(3.3~7.3 cm³),海马保护区域平均体积为26.2 cm³(18.8~33.4 cm³),全脑平均体积为1456.9 cm³(1209.9~1688.0 cm³),海马保护区域与全脑体积比值的平均值为1.8%(1.2%~2.1%)。

2.2 靶区覆盖与均匀性

8例病人的PTV V₉₀均大于98%(98.6%~99.9%),平均值为99.5%;PTV V₉₅均大于96%(96.0%~99.7%),平均值为98.4%;PTV的HI平均值为0.09(0.07~0.11)。

2.3 海马、海马保护区域与晶体的剂量

8例病人海马的最大剂量范围为19.4~23.5 Gy,最小剂量范围为11.4~15.4 Gy,平均剂量范围为14.9~18.7 Gy,为靶区处方剂量的50%~65%。海马平均剂量的平均值为17.1 Gy,为靶区处方剂量的57%。海马保护区域的最大剂量范围为26.6~31.9 Gy,最小剂量范围为12.7~17.2 Gy,平均剂量范围为21.9~24.4 Gy,为靶区处方剂量的70%~82%。海马保护区域平均剂量的平均值为22 Gy,为靶区处方剂量的73%。晶体最大剂量均小于8 Gy,晶体最大剂量平均值为6 Gy(5.4~7.3 Gy)。如表1所示。

3 讨论

临床经验表明海马中的神经干细胞在神经认知功能中起着重要作用,海马保护是全脑放疗一个新的重要挑战,要求海马勾画的精确性。海马在颅内的中心位置对调强放疗技术也需要很高的要求^[7]。Gondi等^[8]将直线加速器调强技术应用于全脑放疗+海马保护,全脑放疗的处方剂量为30 Gy/10F,结果显示直线加速器调强技术海马的中位剂量为7.8 Gy,最大剂量为15.3 Gy。在本研究中海马平均剂量的平均值为17.1 Gy,为靶区处方剂量的57%;海马保护区域平均剂量的平均值为22 Gy,为靶区处方剂量的73%。与国外利用直线加速器调强技术相比,本研究的海马剂量与海马保护区域的剂量相对较高。分析原因如下:(1)定位图像层厚不同,国外定位图像层厚为1.25 mm,本研究中为了便

表1 海马、海马保护区域与晶体的剂量(Gy)

Tab.1 Dose of hippocampus, hippocampus protection regions and lens (Gy)

Patient	Hippocampus			Hippocampus protection regions			D _{max} of lens
	D _{max}	D _{min}	D _{mean}	D _{max}	D _{min}	D _{mean}	
1	23.5	12.7	16.4	30.7	12.7	22.6	6.2
2	22.7	13.4	18.7	26.6	13.4	21.9	4.5
3	21.1	14.4	17.6	31.9	15.6	24.4	6.2
4	21.9	14.6	17.8	30.0	14.2	23.7	6.6
5	19.4	11.4	14.9	30.0	13.1	22.1	6.9
6	21.0	15.4	17.8	28.3	17.2	22.6	5.4
7	22.8	14.6	18.0	27.6	16.4	22.6	7.3
8	21.3	13.4	17.1	28.9	13.4	22.0	5.6
Mean	21.7	13.8	17.3	29.3	14.5	22.7	6.0

HI: Homogeneity index

于MRI图像与CT图像的融合,定位图像层厚为3 mm,图像层厚越薄海马的勾画越精确,计划系统计算越精准;(2)由于计划系统版本不同,计划设计的方案不同,国外研究中的计划设计为9野均为非共面计划,本研究中无法实现9野非共面计划设计,本研究将进一步改进此计划设计。

4 结 论

本研究中,海马保护区域平均体积为26.2 cm³,占全脑体积的1.8%。海马的平均剂量可以控制在处方剂量的50%~65%,海马保护区域的平均剂量可以控制在处方剂量的70%~82%。利用直线加速器调强技术能在保证靶区剂量覆盖和靶区均匀性的情况下对海马进行保护。

【参考文献】

- [1] SPERDUTO P W, KASED N, ROBERGE D, et al. Effect of tumor subtype on survival and the graded prognostic assessment for patients with breast cancer and brain metastases[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2012, 82(5): 2111-2117.
- [2] TADA E, PARENT J M, LOWENSTEIN D H, et al. X-radiation

causes a prolonged reduction in cell proliferating in the dentate gyrus of adult rats[J]. Neuroscience, 2000, 99: 33-41.

- [3] 齐伟华, 王军良, 周振山, 等. 全脑全脊髓照射技术的改进[J]. 中国医学物理学杂志, 2013, 30(4): 4243-4246.
QI W H, WANG J L, ZHOU Z S, et al. The improvement for craniospinal radiotherapy[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2013, 30(4): 4243-4246.
- [4] 李珠明, 崔玉琴. 全脑全脊髓照射仰卧位CT模拟定位技术[J]. 中国医学物理学杂志, 2006, 23(1): 16-18.
LI Z M, CUI Y Q. Location technology of radiotherapy for all of brain and spinal with supine position by CT Simulation [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2006, 23(1): 16-18.
- [5] GONDI V, TOME W A, ROWLEY H A, et al. Hippocampal contouring: a contouring atlas for RTOG 0933[EB/OL]. 2010.
- [6] PROKIC V, WIEDENMANN N, FELS F, et al. Whole brain irradiation with hippocampal sparing and dose escalation on multiple brain metastases: a planning study on treatment concepts [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2013, 85(1): 264-270.
- [7] PINKHAM M B, BERTRAND K C, OLSON S, et al. Hippocampal-sparing radiotherapy: the new standard of care for World Health Organization grade II and III gliomas? [J]. J Clin Neurosci, 2014, 21(1): 86-90.
- [8] GONDI V, TOLAKANAHALLI R, MEHTA M P, et al. Hippocampal-sparing whole-brain radiotherapy: a "how-to" technique using helical tomotherapy and linear accelerator-based intensity-modulated radiotherapy[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2010, 78(4): 1244-1252.