

# 神经网络法探究膀胱体积剂量在宫颈癌病人放射治疗中的应用

王亮

(湖南省肿瘤医院 放射物理技术部,湖南 长沙 410000)

**摘要:**目的:在宫颈癌调强放射治疗中根据病人膀胱和计划靶区空间位置关系应用神经网络预测膀胱剂量体积V40Gy和V45Gy。方法:从33例宫颈癌放疗病人中,随机选取其中30例病人作为训练集,其余3例作为预测集,应用BP神经网络得到预测集病人膀胱剂量体积V40Gy和V45Gy,并与真实值进行比对。结果:预测集中3例宫颈癌病人膀胱剂量体积V40Gy和V45Gy的预测值与真实值间误差较小,其中V40Gy预测值较真实值误差在3.06%以内,V45Gy预测值较真实值误差在3.10%以内。结论:BP神经网络可以用来预测宫颈癌调强放疗病人膀胱的剂量体积V40Gy和V45Gy。

**关键词:** 宫颈癌;膀胱;剂量体积;神经网络

**中图分类号:** R737.33

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1673-9388(2020)05-0373-03

**DOI:** 10.19891/j.issn 1673-9388.(2020)05-0373-03

宫颈癌是一种比较常见的恶性肿瘤,其患病率和致死率仅次于乳腺癌,为全球第2的女性恶性肿瘤<sup>[1]</sup>。大多数宫颈癌病人早期并无明显症状,确诊时已多数发展为中晚期,严重制约着女性群体的身心健康发展<sup>[2]</sup>。临床中,宫颈癌病人一般采用手术、化疗和放射治疗三种方式。对于早期的宫颈癌病人,大多采取手术治疗;对于中晚期宫颈癌病人,一般在病人手术前、后采用放射治疗作为辅助治疗;对于晚期或复发转移病人,则采用化疗<sup>[3]</sup>。放射治疗过程中产生的X射线可产生辐射能直接或间接损伤细胞DNA,改变癌细胞空间结构和活性,从而杀死癌细胞<sup>[4]</sup>。调强放射治疗不仅可以给予肿瘤计划靶区较高的照射剂量,还可有效地减少双侧股骨头、小肠、膀胱和直肠等危及器官的照射剂量,可有效提高肿瘤控制率和改善病人生存状况,因而广泛应用于宫颈癌的治疗当中<sup>[5-7]</sup>。

调强放射治疗时,X射线在杀死肿瘤细胞的同时不可避免地会对肿瘤周围的膀胱,直肠,小肠等正常器官造成损伤,影响病人的愈后生活。当X射线对宫颈及子宫部位的恶性肿瘤进行放射照射时,会对膀胱造成不同程度的损伤,且在照射3~4周甚

至更短的时间内,病人可能会出现放射性膀胱炎<sup>[8]</sup>。宫颈癌病人放射性膀胱炎的发病率较高,一般为2.1%~8.5%<sup>[9]</sup>。宫颈癌放疗病人发生膀胱炎后,临床上大多表现为无痛性、突发性血尿等,具有难控制、反复持续发生的特点。因此,调强放射治疗前对膀胱的剂量体积预测显得尤为重要。本文通过BP神经网络来预测调强放射治疗时宫颈癌病人膀胱40Gy和45Gy对应的剂量体积V40Gy和V45Gy。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取2019-01~2020-03期间湖南省肿瘤医院同一妇科肿瘤科室收治的宫颈癌病人33例,其中病人的中位年龄为51岁,所选取的宫颈癌病人都没有相关的放疗禁忌症,需进行根治性调强放射治疗。

### 1.2 CT扫描与计划靶区勾画

放疗定位采用美国通用电气公司的Lightspeed大孔径CT,病人于扫描1h前排空尿液,随后口服500mL水。采用仰卧位姿势进行CT扫描,体位固定采用高分子热塑腹部网膜,从膈顶至坐骨结节下缘

收稿日期:2020-06-14;修回日期:2020-08-23

作者简介:王亮(1988-),男,湖南省肿瘤医院放射物理技术部助理工程师。

5cm处开始扫描,扫描层厚为5mm,扫描完成后CT图像传输至Monaco计划系统。

妇科肿瘤放疗医生在Monaco计划系统上根据国家癌症中心关于宫颈癌临床实践指南对计划靶区的最新要求,勾画病人计划靶区及附件危及器官。计划靶区包括亚临床肿瘤病变区域、肿瘤区域、和病人日常照射治疗过程中由于摆位误差、病人器官运动和体积变化等因素所导致的照射扩大范围。危及器官则包括膀胱、直肠、双侧股骨头和小肠。

### 1.3 治疗计划设计

采用飞利浦公司的Pinnacle 9.2计划系统和Varian 400CD医用直线加速器完成调强放疗计划,放疗计划设计为七野均分照射,射野入射角度分别设置为00、510、1020、1530、2040、2550、3090,准直器的角度设置为00,计算网络为3mm\*3mm\*3mm。

结合病人实际情况,所选33例病人计划靶区给予总处方剂量45Gy,分25次完成放射治疗,每周照射5次,每天1次,每次1.8Gy。要求95%计划靶区体积达到处方剂量要求。直肠和膀胱平均剂量小于4.5Gy,直肠和膀胱V40Gy<50%;小肠V30Gy<50%,V40Gy<40%,平均剂量小于3.0Gy;双侧股骨头的最大剂量小于4.5Gy,平均剂量小于3.0Gy。

### 1.4 BP神经网络

科学家Rumelhart和Hinton于1986年首先提出了BP(back propagation)神经网络这一概念,该网络采取误差逆向传播算法,反馈类型为多层前馈型。BP神经网络为了使得网络输出值和期望值间的误差均方差最小,大多采用梯度下降法。BP神经网络发展至今,其性能和理论方面不断发展,已十分成熟<sup>[10-12]</sup>。当前,BP神经网络被广泛应用于医学、地质学、交通模型预测等各个领域<sup>[13-15]</sup>。由于各个宫颈癌放疗病人计划靶区形状,体积存在个体化差异,危及器官的形状和体积也不相同,使得膀胱等危及器官的的体积百分比数值与危及器官重叠区域体积呈现复杂的非线性特点。而BP神经网络作为前向神经网络的核心部分,其突出特点是有比较强的非线性能力和柔性的网络结构。因此,用BP神经网络来进行相关预测便变得可行。

### 1.5 BP神经网络输入输出数据

在Pinnacle 9.2计划系统中分别计算出33例病人计划靶区外扩2mm,4mm,6mm,8mm,

10mm,12mm,14mm,16mm,18mm,20cm所得到的

结构与该病人膀胱重叠区域的体积V2,V4,V6,V8,

V10,V12,V14,V16,V18,V20,并在病人剂量直方图曲线上分别统计出膀胱40Gy、45Gy对应的剂量体积V40Gy和V45Gy。随机选取其中30例病人作为训练集,其余3例病人作为预测集。应用BP神经网络得到预测集中其余3例病人膀胱剂量体积V40Gy和V45Gy,并与真实值进行比对。

## 2 结果

文章中,1.5中得到的V2,V4,V6,V8,V10,V12,V14,V16,V18,V20值为BP神经网络的输入参数,膀胱剂量体积V40Gy和V45Gy则为输出参数。神经网络隐含层模式为3层。应用BP神经网络得到的V40Gy预测值与其真实值对比图(见图1),V45Gy预测值与其真实值对比图(见图2)。

宫颈癌调强放射治疗时,BP神经网络可较好地

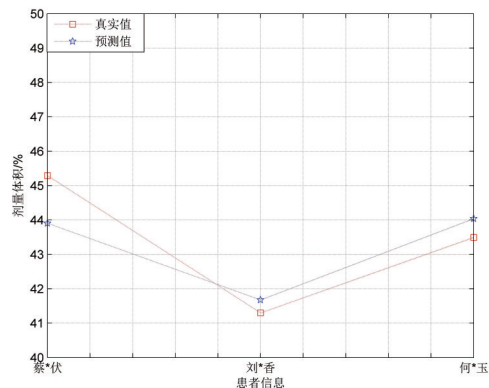


图1 病人膀胱V40Gy真实值与预测值对比图

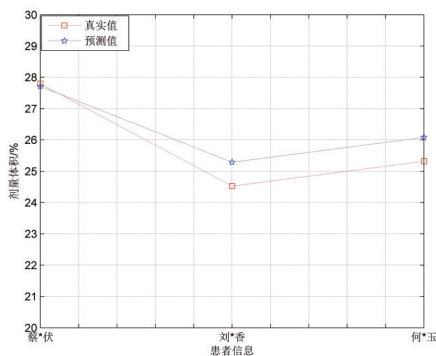


图2 病人膀胱V45Gy真实值与预测值对比图

预测出膀胱剂量体积V40Gy(见图1)。其中病人蔡\*伏真实值和预测值分别为45.29%和43.90%,刘\*香真实值和预测值分别为41.30%和41.67%,何\*玉真

实值和预测值分别为43.49%和44.04%，这3例病人真实值和预测值间的误差最大值为3.06%，最小值仅为0.92%，病人刘\*香真实值与预测值非常接近。

宫颈癌调强放射治疗时，BP神经网络可较好地预测出膀胱剂量体积V45Gy(见图2)。其中病人蔡\*伏真实值和预测值分别为27.80%和27.71%，刘\*香真实值和预测值分别为24.53%和25.29%，何\*玉真实值和预测值分别为25.32%和26.08%，这3例病人真实值和预测值间的误差最大值为3.10%，最小值仅为0.30%，病人蔡\*伏真实值与预测值非常接近。

### 3 讨论

放射性膀胱炎是宫颈癌调强放射治疗后比较常见的一种并发症，目前大多采用高压氧、药物灌注、外科治疗等治疗方式，但都无法彻底治愈，严重影响病人的愈后生活质量水平。因此，在实际临床治疗中对此类病人进行放射调强治疗时，应提前设计好个性化的放射治疗方案，做好预防措施，在保证计划靶区剂量的前提下尽量减少膀胱的高剂量照射区域体积，降低膀胱剂量体积V40Gy和V45Gy的值，减少放射性膀胱炎的发生几率。对于同一个病人，不同物理师设计出的个性化放疗方案膀胱剂量体积V40Gy和V45Gy的值存在一定差异，此时，在放疗计划设计前对膀胱的剂量体积预测显得尤为重要，可以降低膀胱剂量体积V40Gy和V45Gy的值，临床中具有十分重要的指导意义。

BP神经网络膀胱剂量体积V40Gy和V45Gy的预测值与实际值相差不大，最大值为3.10%，最小值仅为0.30%(见图1、2)。因此，应用BP神经网络进行病人膀胱剂量体积V40Gy和V45Gy预测是可行的。一方面，BP神经网络预测值可以在计划设计前为医生给膀胱V40Gy和V45Gy限值提供理论参考；另一方面，BP神经网络预测值还可为物理师在调强放疗计划设计时设置膀胱目标函数提供依据，节约放疗计划设计时间，减少病人排队时间。

在接下来的研究中，可以收集更多例病人信息，进一步研究直肠、小肠和股骨头等危及器官位置参数及其剂量体积间的关系，考虑膀胱、直肠、小肠和股骨头多个危及器官间的协同影响作用，完善神经网络的模型参数。此外，还可以在计划系统上分别得到病人在排空，充盈，中度充盈等不同状态时膀胱与计划靶区的空间位置关系。研究膀胱不

同充盈状态时的剂量体积，针对不同病人预测其最佳的膀胱充盈状态，降低病人膀胱剂量体积的值，减小病人放射性膀胱炎的发生几率。

### 参考文献

- [1]刘丹,程雪花.年轻女性宫颈癌病人临床特征与早期宫颈癌预后因素分析[J].热带医学杂志,2017;17(1):32-34
- [2]蒋晓芳,林山,卢航超,等.宫颈癌应用放化疗联合复方苦参注射液治疗对细胞免疫功能影响分析[J].中国医院药学杂志,2016;36(2):119-121
- [3]Finocchiarokessler S, Wexler C, Maloba M, et al. Cervical cancer prevention and treatment research in Africa: a systematic review from a public health perspective [J]. BMC Womens Health, 2016; 16(1):1-25
- [4]刘超,吴世凯.放疗联合免疫治疗的抗肿瘤免疫机制研究进展[J].军事医学,2016;40(4):353-355
- [5]李军,陈雪梅,张西志,等.宫颈癌术后常规与旋转容积调强放疗计划剂量学研究[J].中华肿瘤防治杂志,2014;21(14):1104-1108
- [6]蒋军,李莉,张利文,等.宫颈癌术后旋转拉弧适形和调强及三维适形放疗计划对比研究[J].中华肿瘤防治杂志,2014;21(8):620-625
- [7]OH S, JAFFRAY D, CHO Y B. A novel method to quantify and compare anatomical shape: application in cervix cancer radiotherapy[J]. Phys Med Biol, 2014; 59(11):2687-2704
- [8]宋磊.局部晚期宫颈癌手术所致泌尿系统损伤的处理[J].中国实用妇科与产科杂志,2018;34(11):40-43
- [9]包娟,朱清毅.放射性出血性膀胱炎的治疗[J].临床泌尿外科杂志,2003;18(5):318-319
- [10]陈智军,李洋莹.神经网络BP算法改进及其性能分析[J].软件导刊.2017;15(10):39-41
- [11]刘蕊蕊,于合谣,冀鹏飞.基于遗传算法改进的BP神经网络算法[J].德州学院学报.2017;24(4):38-41
- [12]郭彩杏,郭晓金,柏林江.改进遗传模拟退火算法优化BP算法研究[J].小型微型计算机系统.2019;40(10):2063-2067
- [13]伍刚,许国宇,白颖,等.应用BP神经网络和多重线性回归模型预测颅内出血患者住院天数[J].山西医科大学学报.2015;57(10):1007-1010
- [14]兰欣.基于BP神经网络的乙型病毒性肝炎辅助诊断的应用研究[J].中国数字医学.2016;11(12):19-21
- [15]朱丹红,郑辉哲,何斌杰.基于BP神经网络的肿瘤手术麻醉风险评估模型[J].中国现代医药杂志.2019;21(6):10-12