

•临床研究 Clinical research•

胶片测量不同间距 ^{125}I 粒子照射的剂量学研究

底学敏, 张宏涛, 赵金鑫, 刘泽洲, 牛书雷, 杜 随, 王 娟

【摘要】 目的 探讨同活度、同数量 ^{125}I 粒子不同间距轴向排列照射的相对剂量学效应。**方法** 27 张胶片随机分为 A、B、C 组, 每张胶片接受 3 枚 $1.48 \times 10^7 \text{ Bq } ^{125}\text{I}$ 粒子照射, 3 组粒子呈线性排列, 轴向间距分别为 1、5、10 mm。图像分析软件计算测量胶片上粒子照射周围灰度值为 20、25、30、40 的等灰度曲线及曲线所含面积。**结果** 多样本均数比较方差分析显示, A、B、C 组间 20、25 灰度等灰度曲线下面积差异均有统计学意义 ($P < 0.001$); A、B 组间 30 灰度等灰度曲线下面积差异无统计学意义 ($P > 0.05$), A、C 组间和 B、C 组间 30 灰度等灰度曲线下面积差异均有统计学意义 ($P < 0.001$); A、B、C 组间 40 灰度等灰度曲线下面积差异无统计学意义 ($P = 0.99$)。**结论** 同活度、同数量 ^{125}I 粒子不同间距排列, 直接影响周边照射剂量分布。特定剂量范围内粒子间距 1 mm 排列, 可能较 5、10 mm 排列具有更好的照射剂量分布。

【关键词】 放射性粒子; 剂量分布; 近距离放射治疗; 胶片测量

中图分类号: R73 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2017)-12-1122-04

Dosimetric research on ^{125}I seeds arranged in different spacing by using film dosimeter DI Xuemin, ZHANG Hongtao, ZHAO Jinxin, LIU Zezhou, NIU Shulei, DU Sui, WANG Juan. Department of Oncology, Hebei Provincial People's Hospital, Shijiazhuang, Hebei Province 050017, China

Corresponding author: WANG Juan, E-mail: 1405730758@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the dosimetric effect of same activity and same number of ^{125}I seeds arranged in axial train but with different spacing. **Methods** A total of 27 film dosimeters were randomly and equally divided into group A, B and C. Each film was irradiated by three ^{125}I seeds (activity of $1.48 \times 10^7 \text{ Bq}$). The seeds were arranged in line, and their axial spacing was 1 mm, 5 mm and 10 mm respectively. Image analysis software was used to draw iso-gray contour curves of 20, 25, 30 and 40 gray value on the films, and to calculate the areas contained by each curve. **Results** Multi-sample mean comparison variance analysis showed that the differences in area contained by 20 and 25 iso-gray contour curves were statistically significant between each other among the three groups ($P < 0.001$). The difference in area contained by 30 iso-gray contour curve between group A and group B was not statistically significant ($P > 0.05$), while the difference in area contained by 30 iso-gray contour curve between group A and group C as well as between group B and group C was statistically significant ($P < 0.001$). No statistically significant difference in area contained by 40 iso-gray contour curve existed between each other among the three groups ($P = 0.99$). **Conclusion** Different spacing arrangement of same activity and same number of ^{125}I seeds can directly influence the peripheral dose distribution. In specific dose range, seed-spacing of 1 mm arrangement may obtain better dose distribution than seed-spacing of 5 mm or 10 mm arrangement can do. (J Intervent Radiol, 2017, 26: 1122-1125)

【Key words】 radioactive seed; dose distribution; brachytherapy; film dosimeter

^{125}I 粒子植入组织间近距离适形放疗效果, 直接取决于植入粒子在靶区剂量分布^[1-2], 但术中粒子植

入无法术前评估肿瘤靶区, 治疗前需要制定粒子植入计划^[3-4]。早期粒子植入大多根据经验排布粒子, 无法准确计算肿瘤周边剂量, 并发症较多。治疗计划系统(TPS)使得粒子排列更加合理, 剂量计算更加准确, 但计算剂量与粒子实际剂量的周边剂量仍有较大差异, 且不能计算粒子间距 $< 5 \text{ mm}$ 时的剂

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2017.12.014

基金项目: 河北省医学适用技术跟踪项目(GL2014007)

作者单位: 050017 石家庄 河北省人民医院肿瘤一科

通信作者: 王 娟 E-mail: 1405730758@qq.com

量^[5-7]。根据 TPS 可知,间距及排列方式是影响靶区的关键因素。王道平等^[8]报道距粒子 5 mm 处热释光剂量计(TLD)测量和理论计算结果存在差异,且随距离缩小而增加,但未能测出<5 mm 时剂量。Sureka 等^[9]研究得出 ^{192}Ir 源间步长为 2.5 mm 时周边剂量分布较均匀。本研究采用胶片剂量仪检测不同间距 ^{125}I 粒子周边剂量分布,旨在了解 ^{125}I 粒子间距<5 mm 时是否也会有更好的剂量分布,为临床粒子植入选择合理间距提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验器材

本实验器材包括 Prowess 3D Version 3.02 型计算机三维 TPS(美国 SSGI 公司)、FD-3007K-A 型袖珍辐射仪(上海电子仪器厂)、游标卡尺(北京计量器械厂)、RM-905a 型放射性活度计(中国计量科学研究院)、柯达感蓝 X 线胶片(美国 Eastman Kodak 公司)、Image-Pro Plus 5.0.2 专业图像分析软件(美国 Media Cybernetics 公司)、Powerlook 1000 型激光扫描仪(台湾世缘资讯科技公司)、反向镊子(美国 Mick Radio-nuclear 公司)、6711-99 型 ^{125}I 粒子(直径 0.8 mm,长度 4.5 mm, γ 射线能量 27~35 keV,放射性活度 1.48×10^7 Bq,半衰期 60.1 d,北京原子高科技公司)以及放射性防护设备(铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅手套等)。

1.2 实验方法

采用 TPS 计算测量 5 mm、10 mm、15 mm 粒子间距的周边剂量曲线(图 1)。由于 15 mm 粒子间距时粒子间有明显低照射剂量区,且 TPS 不能计算测量间距<5 mm 时粒子周边剂量分布,故选择间距 1.5、10 mm 3 种粒子间距进行实验。以数字表法将 27 张胶片随机分为 A、B、C 3 组,将 81 颗检测后活度为 1.48×10^7 Bq ^{125}I 粒子随机分为 3 组(粒子呈线性排列,轴向间距分别为 1、5、10 mm)。3 组粒子在暗房中分别照射 3 组胶片 5 min,随后胶片显影固定 2 min,定影 5 min,显影、定影液温度控制在 20~25℃。胶片晾干后用激光扫描仪扫描成数码格式存入电脑,采用图像分析软件分析胶片,着重观察粒子周围等灰度曲线分布及特定范围内灰度值异常高或低区域(图 2、3),计算测量各等灰度曲线及曲线所含面积。

2 结果

多个样本均数比较方差分析显示, ^{125}I 粒子不同

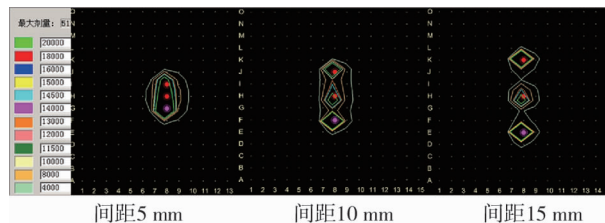
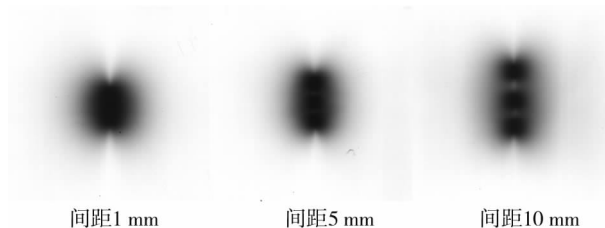
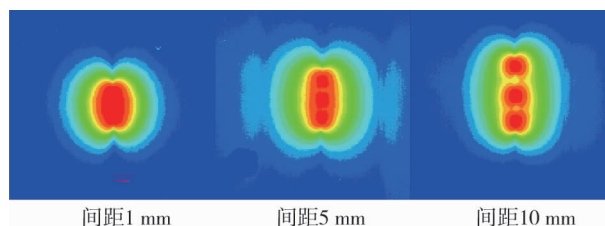


图 1 TPS 模拟不同间距粒子周围等剂量曲线



间距 10 mm 时粒子间出现明显曝光不足区域,间距 5 mm 时粒子间曝光不足区域减少,间距 1 mm 时粒子间未出现曝光不足区域;粒子对胶片曝光主要集中在 1 cm 范围内;粒子轴向两端,3 组均可见曝光不足区域

图 2 不同间距 ^{125}I 放射性粒子曝光胶片灰度分布



红色代表高剂量区(周边灰度 20),蓝色代表低剂量区(灰度 250);剂量由红至蓝递减,灰度由红至蓝依次增加 20

图 3 专业图像分析软件处理胶片灰度分布

排列平面插植后各等灰度曲线(包含面积)计算及组间统计分析结果见表 1。A、B、C 组间 20、25 灰度等灰度曲线下面积差异均有统计学意义($P < 0.001$);A、B 组间 30 灰度等灰度曲线下面积差异无统计学意义($P > 0.05$),A、C 组间和 B、C 组间 30 灰度等灰度曲线下面积差异均有统计学意义($P < 0.001$);A、B、C 组间 40 灰度等灰度曲线下面积差异无统计学意义($P = 0.99$)。

表 1 ^{125}I 粒子平面插植后各等灰度曲线变化 mm^2

粒子间距	等灰度曲线			
	20	25	30	40
A 组(n=9)	226.77±6.63	271.54±4.10	311.27±3.82	383.51±3.37
B 组(n=9)	182.40±14.68	253.47±6.23	301.41±4.12	383.24±3.82
C 组(n=9)	164.24±13.77	222.65±16.23	274.54±20.0	382.73±20.42
F 值	62.23	51.71	22.61	0.01
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	0.99

3 讨论

^{125}I 放射性粒子周围剂量分布遵循平方反比定律,即剂量与测量点至粒子之间距离的平方成反

比,粒子周围剂量梯度陡峭^[10-11]。粒子植入肿瘤后,粒子周围存在较大的剂量梯度,导致肿瘤是在不均匀剂量模式下受照射,靶区内可能出现剂量学冷点,使肿瘤控制不佳^[12]。王娟等^[13]采用 TPS 研究 9 枚粒子平面布源时得出不同粒子分布显著影响剂量分布,认为合理优化粒子分布可在一定范围内提高粒子周围剂量均匀度,尽可能减少靶区内剂量学冷点,以提高肿瘤控制率。本实验显示 TPS 模拟 1.48×10^7 Bq 粒子单平面轴向间距 5 mm 时,各等剂量曲线完全包绕 3 枚粒子,间距 10、15 mm 剂量分布时,粒子周围等剂量曲线未完全包绕 3 枚粒子,粒子间存在剂量学冷点,出现明显低剂量区(图 1)。孙亮等^[14]对比 ^{125}I 粒子剂量参数, Monte-Carlo 算法与 TG43、TG43U1 推荐值间参数在小角度时相对偏差较大,尤其是在粒子两端焊接点处。本实验对粒子二维空间各方向相对剂量进行检测,并设置 TPS 无法计算的间距,为临床粒子植入提供剂量学依据。王俊杰等^[15]行平面粒子计划,粒子间距为 1 cm 时粒子距中心超出距离越远,中心剂量越低,需要补植粒子,提高中心剂量。

本研究分析曝光胶片发现,灰度 ≤ 25 时,10 mm、5 mm 间距排列粒子间出现明显曝光不足区域,使肿瘤区内可能出现剂量学冷点,并使肿瘤不能接受有效致死剂量照射,导致肿瘤控制不佳或局部复发;1 mm 间距粒子间未出现照射不足区域,粒子周围剂量分布均匀,大致呈椭圆形,可予肿瘤区足够剂量照射,完全杀死肿瘤细胞,有效控制肿瘤进展,达到较好疗效。如果处方剂量相当于 20、25 灰度曲线对应剂量时,选择 1 mm 间距粒子排列可能有较好效果,此时 1 mm 间距粒子排列 20、25 灰度曲线包含的面积大于 5 mm、10 mm 间距排列,单平面植入粒子时相同截面积肿瘤,1 mm 间距排列粒子可能较另外 2 种排列节省粒子数目。灰度 30~40 时,10 mm 间距排列粒子间出现明显曝光不足区域,粒子周围灰度分布呈哑铃形,如粒子间曝光不足区域和粒子周围等灰度线凹陷部位在肿瘤区内,可能导致肿瘤控制率下降;5 mm、1 mm 间距排列粒子间未出现曝光不足区域,粒子周围剂量分布均匀,大致呈椭圆形,可给肿瘤区足够剂量的照射,达到较好疗效。如果处方剂量相当于 30、40 灰度曲线对应剂量时,选择 1 mm、5 mm 间距粒子排列可能有较好效果,此时 1 mm、5 mm 间距粒子排列 30 等灰度曲线包含面积大于间距 10 mm 排列,单平面植入粒子时相同截面积的肿瘤,1 mm、5 mm 间距排列粒子

可能较 10 mm 间距排列节省粒子数目。对于 3 种粒子间距,40 灰度曲线包含面积差异无统计学意义,粒子植入时只需考虑剂量效果,可忽略粒子数目优化。3 组均可见粒子轴向两端剂量不足区域,粒子植入时应避免此区域在靶区内或于轴向排列粒子两端横放 1 枚粒子补充剂量。

总之, ^{125}I 粒子周围剂量分布与粒子间距和位置直接相关,粒子植入时必须合理优化粒子分布,才能保证粒子周围剂量分布均匀,以达到更好的治疗效果。适宜的粒子排列能提高疗效,减少并发症,节省医疗费用。

[参考文献]

- [1] Rembowska AME, Cook M, Hoskin PJ, et al. The stepping source dosimetry system as an extension of the manchester system [J]. *Radiother Oncol*, 1996, 39(Suppl 1): S25.
- [2] 张宏涛, 底学敏, 于慧敏, 等. 3D 打印模板引导 ^{125}I 粒子植入术前术后剂量对比[J]. *中华医学杂志*, 2016, 96: 712-715.
- [3] 黄洪军, 江 勇, 吴宝强, 等. 术中 ^{125}I 放射性粒子植入治疗不能切除晚期胰腺癌的并发症和预后分析[J]. *肝胆胰外科杂志*, 2014, 26: 281-284.
- [4] 林 锋, 冉 鹏, 肖家荣, 等. 术中植入放射性 ^{125}I 粒子治疗肺癌效果分析[J]. *广东医学*, 2010, 31: 104-106.
- [5] 孟 浩, 金震东, 杜奕奇, 等. 超声内镜引导下碘-125 粒子种植治疗中晚期胰腺癌的近期疗效观察[J]. *中华胰腺病杂志*, 2012, 12: 262-264.
- [6] 赵 楠, 杨瑞杰, 王俊杰, 等. ^{125}I 放射性粒子植入计划定制研究[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2014, 34: 54-58.
- [7] 唐富龙, 张宏涛, 于慧敏, 等. 放射性 ^{125}I 粒子平面布源剂量学的分布研究[J]. *现代肿瘤医学*, 2015, 23: 409-412.
- [8] 王道平, 苑淑渝, 戴光复, 等. 用热释光剂量学法和理论计算方法研究 ^{125}I 粒籽源的剂量分布[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2006, 30: 375-377.
- [9] Sureka CS, Sunny CS, Subbaiah KV, et al. Dose distribution for endovascular brachytherapy using Ir-192 sources; comparison of Monte Carlo calculations with radiochromic film measurements [J]. *Phys Med Biol*, 2007, 52: 525-537.
- [10] Yao L, Jiang Y, Jiang P, et al. CT-guided permanent ^{125}I seed interstitial brachytherapy for recurrent retroperitoneal lymph node metastases after external beam radiotherapy [J]. *Brachytherapy*, 2015, 14: 662-669.
- [11] Wang Z, Lu J, Gong J, et al. CT-guided radioactive ^{125}I seed implantation therapy of symptomatic retroperitoneal lymph node metastases [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2014, 37: 125-131.
- [12] 王 皓, 王俊杰, 姜玉良, 等. 3D 打印模板联合 CT 引导 ^{125}I 粒子治疗盆腔复发直肠癌的剂量学分析[J]. *中华医学杂志*, 2016, 96: 3782-3786.
- [13] 王 娟, 张宏涛, 赵文清, 等. ^{125}I 粒子平面插植剂量学研究

- [J]. 中华实验外科杂志, 2010, 27: 202-203.
- [14] 孙亮, 李君利. ^{125}I 短程治疗源剂量计算参数的蒙特卡罗确定[J]. 原子能科学技术, 2006, 40: 657-661.
- [15] 王俊杰, 田素青, 李金娜, 等. 放射性 ^{125}I 粒子平面永久插植

布源剂量分布研究[J]. 中国微创外科杂志, 2005, 5: 1061-1062.

(收稿日期: 2016-12-14)

(本文编辑: 边 皓)

• 临床研究 Clinical research •

技术改良在局麻下倒 Y 型金属气道支架置入治疗恶性隆突狭窄 10 例

徐清宇, 陈世晔, 陆游, 姜浩, 尹国文

【摘要】 目的 评价 X 线引导局麻下倒 Y 型金属气管支架置入过程中改良交换导丝引入方法缩短手术操作时间的技术可行性。**方法** 回顾性分析局麻下置入倒 Y 型金属气道支架 16 例。其中 6 例采用常规分次加硬导丝引入, 10 例患者采用改良方法, 一次性 2 根加硬导丝引入, 技术成功率及手术操作时间作为主要观察指标。**结果** 局麻下 16 例倒 Y 型金属气道支架均成功置入, 常规方法组手术操作时间平均为 15.6 min, 改良组手术操作时间平均为 11.1 min, 两组方法比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论** 改良一次性加硬导丝置入在局麻下倒 Y 型金属气道支架置入治疗恶性隆突狭窄能有效缩短手术操作时间。

【关键词】 一次性加硬导丝引入; 倒 Y 型金属气道支架; 恶性隆突狭窄

中图分类号: R735 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2017)-12-1125-04

Implantation of inverted Y-type metal airway stent with modified guide wire insertion technique under local anesthesia for malignant carina stenosis: initial experience in 10 patients XU Qingyu, CHEN Shixi, LU You, JIANG Hao, YIN Guowen. Department of Interventional Radiology, Jiangsu Provincial Cancer Hospital, Nanjing, Jiangsu Province 210009, China

Corresponding author: YIN Guowen, E-mail: jsnjygw@163.com

【Abstract】 Objective To assess the technical feasibility and effectiveness of X-ray-guided implantation of inverted Y-type metal airway stent under local anesthesia by using a modified technique of exchanging guide wire in order to shorten operation time. **Methods** The clinical data of a total of 16 patients, who received inverted Y-type metal airway stent implantation under local anesthesia, were retrospectively analyzed. Routine gradual guide wire exchange method with a harder one was used in 6 patients (routine group), while in 10 patients (modification group) a modified technique of exchanging guide wire, i.e. inserting two hard wires at one time, was employed. Technical success rate and operation time were used as the main observation indexes. **Results** Under local anesthesia, the implantation of inverted Y-type metal airway stent was successfully accomplished in all 16 patients. The mean operation time of the routine group and the modification group was 15.6 minutes and 11.1 minutes respectively, the difference between the two groups was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** For the performance of implantation of inverted Y-type metal airway stent under local anesthesia to treat malignant carina stenosis, the use of modified technique of guide wire insertion, i.e. inserting two hard wires at one time, can effectively shorten the operation time. (J Intervent Radiol, 2017, 26:1125-1128)

【Key words】 insertion of hardened wire at one time; inverted Y-type metal airway stent; malignant carina stenosis

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2017.12.015

作者单位: 210009 南京 江苏省肿瘤医院介入科

通信作者: 尹国文 E-mail: jsnjygw@163.com