

·实验研究 Experimental research·

不同直径 ^{125}I 粒子食管支架的剂量学对比

张宏涛, 于慧敏, 隋爱霞, 吴娟, 高贞, 王娟

【摘要】 目的 研究不同直径 ^{125}I 粒子放射性食管支架在肿瘤靶区的剂量学分布。**方法** 用激光扫描仪分别扫描画有直径 12、14 和 16 mm 的圆形并标记有 5 cm 刻度的白纸, 以 JPEG 格式存储在计算机桌面上, 根据圆形直径模拟相应食管支架并依次分为 A、B、C 3 组, 利用图像转换程序, 每组分别创建 17 层图片, 每层图片层距为 5 mm, 将图片传输到计算机治疗计划系统(TPS)中, 模拟不同直径, 长度 8 cm 食管支架, 利用 TPS 勾画肿瘤靶区(gross tumour volume, GTV), 以模拟食管支架边界为肿瘤靶区内界, 外扩 0.5 cm 为外界, 于第 5 层面开始勾画环形并且长度为 4 cm 的靶区, 设定相同处方剂量, 并于该层面至第 13 层面于模拟食管支架上先后 7 次载入 0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8 和 0.9 mCi ^{125}I 粒子, 粒子层间距 1 cm, 每层平均布源 4 颗, 得出剂量体积直方图(dose volume histogram DVH), 记录每组 D_{90} 、 V_{90} 。**结果** A、B、C 3 组的 D_{90} 分别为 (77.24 ± 19.92) 、 (69.56 ± 25.27) 和 $(56.38 \pm 20.08) \text{Gy}$ ($F=0.84, P=0.44$), 差异无统计学意义; A、B、C 3 组的 V_{90} 分别为 $(77.76 \pm 30.73)\%$ 、 $(76.79 \pm 25.92)\%$ 和 $(64.10 \pm 32.49)\%$, ($F=0.46, P=0.64$), 差异无统计学意义。**结论** 放射性食管支架直径为 12 mm 时, 推荐粒子活度为 0.6 mCi; 直径为 14、16 mm 时, 推荐粒子活度为 0.7 mCi, 但当直径 16 mm, 推荐每层布源 5 颗, 该 3 种直径的食管支架对剂量学参数无明显影响。

【关键词】 放射性食管支架; 不同直径; 肿瘤靶区; 剂量

中图分类号: R735.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2015)-09-0797-04

Dosimetry comparison of esophageal stents carrying different diameters of radioactive ^{125}I seeds

ZHANG Hong-tao, YU Hui-min, SUI Ai-xia, WU Juan, GAO Zhen, WANG Juan. Section I, Department of Oncology, Hebei Provincial People's Hospital, Shijiazhuang, Hebei Province 050051, China

Corresponding author: WANG Juan, E-mail: sunnyximo@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the dose distribution of esophageal stents carrying different diameters of radioactive ^{125}I seeds in tumor target area. **Methods** A laser scanner was used to scan a piece of blank paper on which circles of 12 mm, 14 mm and 16 mm diameter and a 5 cm scale were drawn. The data were stored in JPEG format on the computer desktop. According to the circular diameter, simulations of the corresponding esophageal stents were established, which were divided into group A, group B and group C. By using image conversion program, 17 images with 5 mm slice-distance were created for each group; the images were transmitted to the computer treatment planning system (TPS) to simulate the 8 cm long esophageal stents of different diameters. TPS was used to sketch the gross tumor volume (GTV) in order to simulate the esophageal stent border that was used as the inner boundary of GTV, which was expanded 0.5 cm outward to be used as the external boundary of GTV. Beginning from the fifth level, the 4 cm-long GTV was drawn with circles. Setting the same prescription dose, from the fifth level to the thirteenth level the ^{125}I seeds with 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 and 0.9 mCi were successively loaded on the simulation of the esophageal stents. The distance between ^{125}I seed layers was 1 cm; the average number of seeds distributed on each layer was 4 particles. The dose volume histogram (DVH) was obtained. The D_{90} (the dose received by 90% of the target) and V_{90} (the percentage of the GTV volume receiving 90% the prescription dose) were recorded.

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2015.09.014

基金项目: 河北省卫生厅科研项目(20130412)

作者单位: 050051 石家庄 河北省人民医院肿瘤一科

通信作者: 王娟 E-mail: sunnyximo@163.com

Results The arithmetic mean D_{90} of group A, B and C was (77.24 ± 19.92) Gy, (69.56 ± 25.27) Gy and (56.38 ± 20.08) Gy respectively, and no statistically significant differences existed between each other among the three groups ($F=0.84, P=0.44$). The V_{90} of group A, B and C was $(77.76 \pm 30.73)\%$, $(76.79 \pm 25.92)\%$ and $(64.10 \pm 32.49)\%$ respectively, and no statistically significant differences existed between each other among the three groups ($F=0.46, P=0.64$). **Conclusion** When the diameter of radioactive esophageal stent is 12 mm, the activity of ^{125}I seed of 0.6 mCi is recommended. When the diameter of radioactive esophageal stent is 14 mm or 16 mm, the activity of ^{125}I seed of 0.7 mCi is recommended. Nevertheless, when the diameter of radioactive esophageal stent is 16 mm, distribution of every five ^{125}I seeds on each layer is strongly recommended. These three kinds of esophageal stent diameter have no significant effect on the dosimetric parameters. (J Intervent Radiol, 2015, 24: 797-800)

【Key words】 radioactive esophageal stent; different diameters; gross tumor volume; dose

食管癌晚期及术后、放化疗后复发导致的食管恶性狭窄较常见,放射性食管支架可抑制肿瘤生长降低再狭窄的发生率、提高患者生活质量、延长生存期,已被广泛应用于临床^[1]。关于不同直径食管支架捆绑 ^{125}I 粒子活度、布源方式等目前尚无统一标准,本文模拟几种不同直径的食管支架置入常见活度(0.3~0.9 mCi) ^{125}I 粒子,分析肿瘤靶区剂量学分布特性。

1 材料与方法

1.1 实验材料和设备

所用设备为:①计算机三维治疗计划系统(TPS) Prowess 3D Version 3.02(美国 SSGI 公司)。②Powerlook 1000 激光扫描仪(中国台湾世缘资讯科技公司)。

1.2 实验方法

1.2.1 分组 按食管支架直径将实验分成 A、B、C 3 组,相应的食管支架的直径分别为 12、14 和 16 mm。

1.2.2 图像转换 用激光扫描仪扫描 3 张画有直径为 12、14 和 16 mm 的圆形并标记有 5 cm 刻度的白纸,以 JPEG 格式存储在计算机桌面上。利用图像转换程序,每组分别创建 17 层图片,每层图片层距为 5 mm,模拟直径 12、14 和 16 mm,长度 80 mm 食管支架,将图片传输到治疗计划系统(TPS)中。

1.2.3 勾画肿瘤靶区 利用 TPS 勾画肿瘤靶区(gross tumour volume, GTV),以模拟食管支架边界为肿瘤靶区内界,外扩 0.5 cm 为外界,肿瘤靶区长度为 40 mm。具体勾画步骤如下:打开三维 TPS,导入利用图像转换程序创建的 3 组图片,调整图片坐标原点 O 为(0.2, 0.2),模板原点为(-0.25, -0.25),矩阵密度为 128×128,在第 5 层图片上以模拟食管支

架边界为肿瘤靶区内界,外扩 0.5 cm 为外界勾画 GTV,一直勾画到第 13 层图片。

1.2.4 载入粒子、记录剂量体积直方图(dose volume histogram, DVH) 设定处方剂量(prescription dose)为 80 Gy, A、B、C 3 组每组先后 7 次载入活度为 0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8 和 0.9 mCi 粒子。分别记录每次载入不同粒子活度后的 DVH 所示 D_{80} 、 D_{90} 、 D_{100} (80%、90%和 100%肿瘤体积接受的处方剂量)、 V_{90} 、 V_{100} 、 V_{150} (计划靶区接受 90%、100%、150%处方剂量的体积百分比)、按照食管支架直径不同得到 3 组上述剂量学参数。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 13.0 统计软件包进行统计学处理。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用 One-way ANOVA 分析 3 组的 D_{80} 、 D_{90} 、 D_{100} 、 V_{90} 、 V_{100} 及 V_{150} , $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 A、B、C 3 组的 D_{90} 分别为 (77.24 ± 19.92) 、 (69.56 ± 25.27) 和 (56.38 ± 20.08) Gy ($F=0.84, P=0.44$), 组间差异无统计学意义; A、B、C 3 组的 V_{90} 分别为 $(77.76 \pm 30.73)\%$ 、 $(76.79 \pm 25.92)\%$ 、 $(64.10 \pm 32.49)\%$, ($F=0.46, P=0.64$), 组间差异亦无统计学意义。其余剂量学参数结果见表 1 和表 2。

表 1 3 组不同食管直径、粒子活度相同布源方式的 D_{80} 、 D_{90} 和 D_{100} ($\bar{x} \pm s$) (Gy)

组别	D_{80}	D_{90}	D_{100}
A	84.58 ± 30.08	77.24 ± 19.92	56.71 ± 20.14
B	81.79 ± 29.66	69.56 ± 25.27	39.86 ± 14.28
C	66.34 ± 23.51	56.38 ± 20.08	37.71 ± 11.50
F 值	0.87	1.30	4.30
P 值	0.44	0.30	0.03

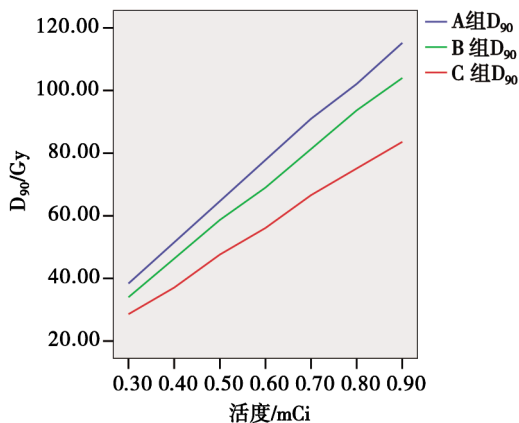
注: 3 组 D_{80} 、 D_{90} 组间比较差异无统计学意义; D_{100} 组间比较有统计学差异

表 2 3 组不同食管直径、粒子活度相同布源方式的 V_{90} 、 V_{100} 和 V_{150} ($\bar{x} \pm s$) %

组别	V_{90}	V_{100}	V_{150}
A	77.76±30.73	71.69±33.64	42.16±29.67
B	76.79±25.92	71.17±27.95	40.97±26.85
C	64.10±32.49	57.37±33.00	28.21±20.86
F 值	0.46	0.46	0.83
P 值	0.64	0.64	0.45

注:3 组 V_{90} 、 V_{100} 、 V_{150} 组间比较无统计学差异

2.2 A、B、C 3 组各自相应粒子活度对应的 D_{90} 及 V_{90} 具体数值见图 1、2。

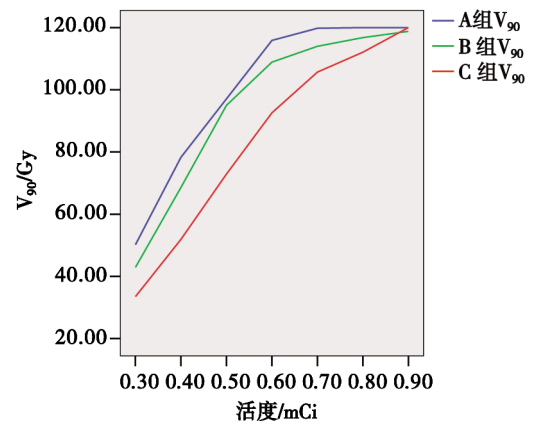
**图 1** 3 组每种粒子活度对应的 D_{90} 值

2.3 A、B、C 3 组各自相应粒子活度对应靶区不同等剂量曲线(含处方剂量)平面分布图见图 3, 处方剂量 80 Gy 等剂量曲线立体分布图见图 4。

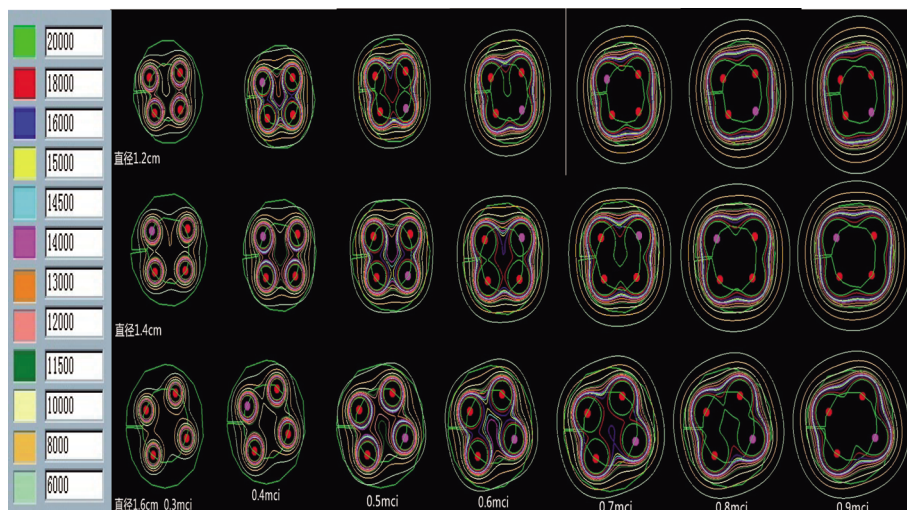
3 讨论

^{125}I 粒子放射性食管支架因其局部剂量高、可达到肿瘤细胞的根治剂量、疗效确切,已被广泛应用于临床^[2-3]。

准确的剂量分布是放射治疗的核心,而局部受

**图 2** 3 组每种粒子活度对应的 V_{90} 值

照的剂量直接受粒子的活度、间距、排列方式等的影响^[4],是决定疗效及并发症的关键。目前临床上,大多数学者采用的放射性食管支架直径是 12~22 mm,粒子活度为 0.4~0.9 mCi,每 10~25 mm 安装一层 ^{125}I 粒子,每层放置 3~4 颗 ^{125}I 粒子的方式进行布源^[2-3]。本研究设定处方剂量 80 Gy,粒子层间距 1 cm,每层平均分布 4 颗粒子,通过 TPS 模拟常见活度 ^{125}I 粒子不同直径放射性食管支架在食管癌空腔肿瘤靶区内剂量分布:①当支架直径为 12 mm,粒子活度<0.6 mCi 时,剂量学参数水平较低(图 1、2),由等剂量曲线分布图可见明显的低于处方剂量区域(图 3、4),当粒子活度>0.6 mCi 时,虽然 V_{90} 、 V_{100} 、 V_{150} 较为理想(图 2),等剂量曲线分布较好,但 D_{90} 高于处方剂量且处方剂量曲线下巴绕靶区外的范围及靶区内高剂量区(200 Gy)随着活度的增加逐渐增大。当粒子活度为 0.6 mCi 时 D_{90} 为 77.82 Gy, V_{90} 为 95.9%,最接近处方剂量,靶区内无明显的低剂量区、且高剂量区较少并均在肿瘤靶区内,这与 Guo 等^[5]研究认为粒子活度为 0.6 mCi 治疗食管癌

**图 3** 3 组不同支架直径每种粒子活度对应平面各等剂量分布曲线(左侧 ISDOSE 图不同颜色对应不同剂量)

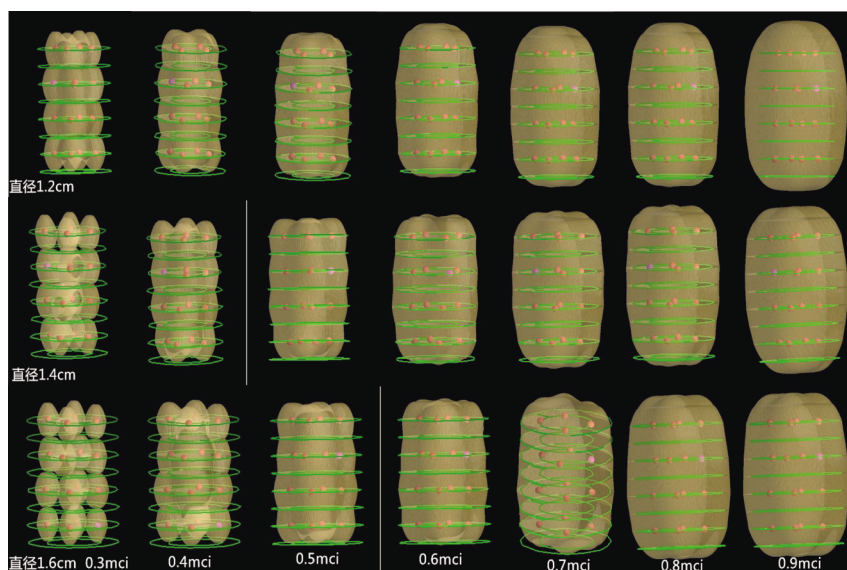


图 4 3 组不同支架直径每种粒子活度对应的 80 Gy 等剂量线三维立体分布图

更为适宜的研究结果相一致;当直径为 14 mm, 粒子活度 < 0.7 mCi 时, D_{90} 均远远小于 80 Gy, 计量学各种参数水平均较低, 由立体及平面剂量图可见靶区内存在明显的低剂量区, 谷铎之等^[6]认为 T4 期分期肿瘤致死剂量为 80 Gy 或以上, 由此可知这极易导致肿瘤未控或复发。当粒子活度 > 0.7 mCi 时, V_{90} 、 V_{100} 、 V_{150} 较为理想(图 2), 等剂量曲线分布较好, 但 D_{90} 高于处方剂量且处方剂量曲线下包绕靶区外的范围及靶区内高剂量区(200 Gy)随着活度的增加逐渐增大(图 1~4)。当粒子活度为 0.7 mCi, 各种剂量学参数更适宜;当直径为 16 mm, 仅粒子活度为 0.9 mCi 时能够满足处方剂量, 各种剂量学参数水平分布好, 但单颗粒子活度较大, 且靶区内平均剂量高达 141.39 Gy, 对于食管癌这种空腔脏器来说可能极易导致溃疡穿孔等严重并发症。②随着放射性食管支架直径的增大, 相应的剂量学参数逐渐下降, 对于直径 16 mm 食管支架, 我们按照同样方法, 模拟每层面平均分布 5 颗粒子发现, 当粒子活度为 0.7 mCi 时 D_{90} 为 83.52, V_{90} 为 94.9%, 最接近处方剂量, 各种剂量学参数较为适宜, 故此我们考虑当使用大直径的食管支架、粒子层间距为 1 cm 时, 建议每层布源数量大于 4 颗。③由表 1、表 2 可知, 尽管 3 种食管支架直径不同, 但 D_{90} 、 V_{90} 差异无统计学意义, 表明该 3 种直径支架对剂量学的影响不大, 临床上食管支架直径的选择非常重要, 直接影响到梗阻解除程度^[7], 工作中选择这 3 种直径的放射性支架时, 可根据患者具体需要直接选择适合的食管支架而不

必考虑对剂量学方面的影响。

随着放射性食管支架临床应用越来越广泛, 如何解决建立标准的放射性食管支架的剂量学模型, 明确处方剂量、肿瘤靶区及周围正常组织的受照剂量等问题迫在眉睫。本研究数据基于 TPS 模拟所得存在一定局限性, 实际情况还需要大量临床研究证实。

[参考文献]

- [1] 张 烁, 吕 宾. 食管内照射支架治疗晚期食管癌六年回顾分析[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20: 444-447.
- [2] 赵 鹏, 崔红凯, 杨瑞民, 等. 放射性 ^{125}I 粒子支架治中、晚期食管癌的疗效观察[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20: 448-451.
- [3] Zhu HD, Guo JH, Mao AW, et al. Conventional stents versus stents loaded with ^{125}I iodine seeds for the treatment of unresectable oesophageal cancer: a multicentre, randomised phase 3 trial[J]. Lancet Oncol, 2014, 15: 612-619.
- [4] 杨瑞杰, 姜玉良, 李金娜, 等. 复发性直肠癌 CT 引导 ^{125}I 粒子植入的剂量学验证[J]. 中国肿瘤, 2009, 18: 848-850.
- [5] Guo JH, Teng GJ, Zhu GY, et al. Self-expandable esophageal stent loaded with ^{125}I seeds: initial experience in patients with advanced esophageal cancer[J]. Radiology, 2008, 247: 574-581.
- [6] 谷铎之, 殷蔚伯, 余子豪, 等. 肿瘤放射治疗学[M]. 第 4 版, 北京: 中国协和医科大学出版, 2007: 93-94.
- [7] 王军业, 李常仑, 谭桂燕, 等. 不同直径支架治疗高位食管狭窄的近期疗效研究[J]. 中华消化病与影像杂志·电子版, 2013, 3: 24-27.

(收稿日期: 2014-11-27)

(本文编辑: 俞瑞纲)