

医用 X射线管电压与辐射剂量的关系探讨

李华锋<sup>1</sup>, 宋少娟<sup>2</sup>

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2010)02-0171-01

**【摘要】** 目的 探讨医用 X射线管电压 (kV)在普通 X射线摄影中对表面入射剂量、透射剂量以及被检者吸收剂量的影响。方法 利用 kodak DR3000对 20 cm厚的有机玻璃板进行曝光, 首先固定 mAs值为 12.5 变化 kV值为 60、80、100、120 SID为 100 cm 分别进行曝光。曝光时利用 solidose400测得表面入射剂量以及透射剂量。然后根据 80kV 12.5mAs的表面入射剂量, 分别调节 60kV、100kV、120kV的 mAs值, 使表面入射剂量基本相同, 测得不同曝光条件的透射剂量。每种剂量的获得均曝光 3次, 取平均值。结果 当 mAs值为 12.5 kV值为 60、80、100、120 时, 表面入射剂量分别为 0.58mGy、1.08mGy、1.64 mGy、2.22 mGy透射剂量分别为 4.61μGy、11.68μGy、24.71μGy、42.76 μGy。当表面入射剂量基本相同, kV值为 60、80、100、120时, 透射剂量分别为 9.12μGy、11.68μGy、15.34μGy、21.43 μGy。结论 对于 X射线摄影, 其他曝光条件不变, 随着管电压的增加, 表面入射剂量、透射剂量及吸收剂量都是逐渐增加的; 当表面入射剂量基本相同时, 管电压越高, 患者的吸收剂量越低。

**【关键词】** 管电压; 表面入射剂量; 透射剂量; 吸收剂量

X射线管管电压 (kV)越大, 电子束在电场中获得的能量越大, 产生的 X射线光子的能量越大, 穿透力越强。因此, 管电压是影响 X射线性能的一个重要因素。管电压越高, X射线的穿透力越强, 但剂量随 kV的变化程度不明确。因此, 笔者就管电压对剂量的影响, 进行了相应的实验研究。

1 材料与方法

1.1 材料 设备采用 kodak DR3000 X射线总滤过 3mm Al剂量仪采用 solidose 400 使用 20块有机玻璃板, 每块厚度均为 1 cm。

1.2 方法 将 20块有机玻璃板同时放置于平板探测器上, 剂量仪探头放在有机玻璃板上置于照射野正中央, 进行曝光。曝光条件固定 12.5mAs焦点-探测器的距离 (SID)为 100 cm 球管总滤过为 3mmAl管电压分为 60 kV、80 kV、100 kV、120kV四档。曝光后, 记录剂量仪的读数。每种管电压均曝光 3次, 取平均值。得到不同管电压的表面入射剂量。将剂量仪的探头再放在 20块有机玻璃板的下方照射野正中央处。条件同上, 重复上述曝光, 得到不同管电压的透射剂量。

根据 80kV 12.5mAs的表面入射剂量, 调节 60kV、100kV、120kV的 mAs值分别为 25mAs、8mAs、6.4mAs使得表面入射剂量基本相同, 利用剂量仪测得不同管电压的表面入射剂量和透射剂量。

2 结果

当其他曝光条件固定时, 不同的 kV值 (60、80、100、120)得到的表面入射剂量、透射剂量及吸收剂量见表 1 图 1。当表面入射剂量基本相同时, 不同的 kV值 (60、80、100、120)得到的表面入射剂量、透射剂量、透过率见表 2。

表 1 使用 DR mAs值为 12.5 时, 不同管电压对应的剂量值

管电压 (kV)	表面入射剂量 (mGy)	透射剂量 (μGy)	吸收剂量 (mGy)	透过率 (%)
60	0.58	4.61	0.5752	0.79
80	1.08	11.68	1.073	1.11
100	1.64	24.71	1.62	1.52
120	2.22	42.76	2.20	1.94

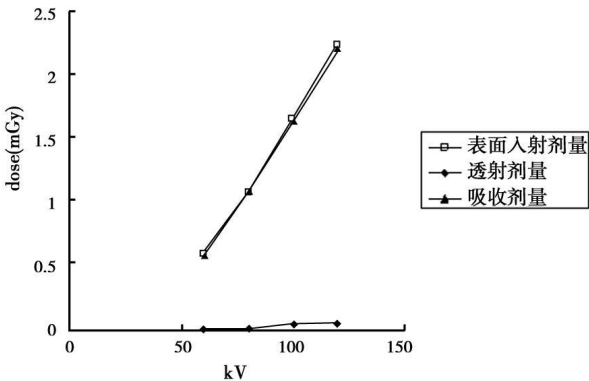


图 1 管电压与剂量的关系

表 2 使用 DR表面入射剂量基本相同时, 不同管电压对应的剂量值

kV	mAs	表面入射剂量 (mGy)	透射剂量 (μGy)	透过率 (%)
60	25	1.14	9.12	0.80
80	12.5	1.08	11.68	1.11
100	8	1.03	15.34	1.46
120	6.4	1.12	21.43	1.88

3 讨论

X射线是一种电磁辐射, 当穿过人体时, 与人体各种组织相互作用, 产生次级电子和次级光子, 通过电离和激发过程把能量传递给物质。因此, X射线被人体吸收的剂量不仅与 X射线光子数量有关, 亦与 X射线光子能量有关。X射线光子的能量由管电压的大小而确定。本实验的结果明确了管电压在提高 X线束穿透力的同时, 对 X射线剂量的影响巨大。在 mAs 一定的前提下, 随着管电压的增加, 表面入射剂量和透过的 X射线剂量都明显增加。这是因为随着 kV的增加, 透过滤过板的 X线强度明显增加。所以, 调整 kV对曝光量的影响明显。

吸收剂量 吸收剂量是单位质量的物质吸收电离辐射能量大小的物理量<sup>[2]</sup>。表面入射剂量减去透过的 X射线剂量, 相对反应了吸收剂量的大小。吸收剂量的大小与 X射线强度密切相关。X射线强度是垂直于 X线束的单位面积上, 在单位时间内通过的光子数与能量乘积的总和, 即 X射线束的光子数乘以每个光子的能量<sup>[2]</sup>。实际上, X射线的强度 I与管电压 U和管电

作者单位: 1 山东医学高等专科学校, 山东 济南 250002 2 山东省医学影像研究所; 3 山东省疾病预防控制中心  
作者简介: 李华锋 (1970~), 男, 山东荣城人, 硕士, 讲师, 从事医学影像图像质量研究工作。

流 关系如下<sup>[3]</sup>:

$$I=KU^n$$

(1)

系数 K取决于高压整流方式,指数 n由管电压 U线束的滤过条件所决定。

因此,在 mA s固定的情况下,随着管电压的升高,表面入射剂量和透过的 X射线剂量都明显增加,且前者的增加幅度要远远大于后者的增加幅度,因此组织的吸收剂量也随之增加。

结果 2显示(表 2),在提高管电压的同时,降低 mA s使得表面入射剂量基本相同,而透过的 X射线剂量不断增加。即,在表面入射剂量相同的情况下,管电压越高,X射线透过率越高,此时的组织的吸收剂量降低。

因此,不考虑其他因素,提高管电压,不但不能降低患者的剂量,如果保持 mA s不变的话,反而增加了组织的吸收剂量。因此,对于普通摄影来说,提高管电压的同时,降低 mA s保证

一定的入射剂量,才可以有效的降低患者的吸收剂量。这些结论适于 X射线摄影,也适于 CT扫描的参数设置。根据体型的不同调整 kV 在保证穿透力的同时,剂量也随之有了明显的变化。对天然高对比部位,为了降低患者剂量使用较高 kV时,应同时大幅降低 mA s值。

参考文献:

[ 1] 洪洋主编.放射物理与防护[ M].北京:人民卫生出版社,2006

[ 2] 2007全国卫生专业技术资格考试指导:放射医学技术[ M].北京:人民卫生出版社,2007: 38

[ 3] 李月卿主编.医学影像成像理论[ M].北京:人民卫生出版社,2003: 32

(收稿日期: 2010—01—28)

【工作报告】

某医院放射性粒子植入治疗计划系统的放射防护监测

廖向东,周琼芳,朱 俊

中图分类号: R817 文献标识码: D

放射性粒子组织间永久插植放射治疗系统是立体定向种植碘—125放射性粒子的治疗系统,利用放射性同位素碘—125粒子释放低能量光子产生 X射线及伽玛射线,使细胞变性坏死,从而达到治疗肿瘤的目的。依据《中华人民共和国职业病防治法》和《放射性同位素与射线装置放射防护条例》等法律、法规受医院委托,对该医院放射性粒子植入治疗系统进行了放射防护检查,将其防护措施及环境泄漏辐射监测等情况报告如下。

该院 2006年引进放射性粒子组织间永久插植放射治疗系统是一种电子计算机监控定位,立体定向种植碘—125放射性粒子近距离治疗恶性肿瘤的治疗系统。此项目位于医院门诊大楼右侧一楼:设粒子储存、粒子分装、粒子装载室,房间面积 20m<sup>2</sup>。彩超、粒子植入手术室,面积 30m<sup>2</sup>。该建筑为 240mm厚的实心砖墙。

1 材料、防护用具与人员

1.1 材料 放射性粒子碘—125源长 4.0mm,直径 0.6mm,活度 2.96×10<sup>7</sup>Bq,粒子植入器具有植入针、粒子防护植入器、植入器弹夹、植入器防护弹夹座、粒子专用镊、粒子植入模板、粒子消毒盒。

1.2 防护用具 个人防护用具配备有医师用铅防护服、铅防护眼镜、铅防护帽、铅防护手套、铅颈环及直接操作粒子分装防护台。

1.3 人员 项目配备放射工作人员 3名,均持有《放射工作人员证》。

1.4 设备 FD—3013B智能 γ辐射仪,不确定度 20.0%,检测下限 0.01μSv·h<sup>-1</sup>,仪器量程 0~200μSv·h<sup>-1</sup>。经国家计量部门检定合格。

1.5 方法 按照国家标准(GB18871—2002,GBZ120—2002)<sup>[1,2]</sup>检测。

2 监测结果

当源活度为 2.96×10<sup>7</sup>Bq时,检测结果见表 1。

表 1 放射性粒子源植入治疗计划系统环境泄漏辐射剂量率

测 点		结 果 (μSv·h <sup>-1</sup> )
装载室	操作位	0.22
	操作台	0.36
	储藏盒	0.20
	左	0.20
	分装室门 中	0.20
	右	0.20
	分装、消毒后手术包	0.18
	北墙	0.20
	西墙	0.20
	南墙	0.20
彩超室 (粒子植入手术室)	东墙(放射科)	0.20
	上层(二楼检验科)	0.16
	西墙	0.16
	南墙	0.16
	上层(胃镜室)	0.16
	左	0.17
	彩超室门 中	0.18
	右	0.19
医生手术时	头	0.25
	胸	0.30
	腹	0.65
	医生手位	0.85
	病人手术部位	1.20

注:监测结果未扣除环境本底值 0.14μSv·h<sup>-1</sup>。

3 结论与建议

该放射性粒子植入治疗系统环境泄漏辐射剂量率符合国家标准(GB18871—2002,GBZ120—2002)要求。从检测结果看出医生手术时应加强个人辐射防护,植入时动作快速准确,尽量缩短操作时间减少与放射性粒子接触时间。工作人员应佩戴个人剂量监测仪,定期健康体检等。该治疗系统中涉源场所与涉源人员较多,潜在照射的危险性也随之增加,分装放射性粒子的过程、运送放射性粒子过程、植入放射性粒子过程以及