

热释光剂量计在辐射防护及医疗照射检测中的应用

田崇彬, 张钦富, 程晓军, 胡传朋

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)03-0190-02

【摘要】 目的 介绍热释光剂量计在辐射防护及医疗照射检测中的几种应用方法。方法 使用 LiF(Mg, Cu, P)玻管探测器, 对不同用途的剂量计分别刻度, 根据实际工作需要采取不同辐射量报告结果。结果 定向、周向 X 射线探伤机距球管焦点 1 m 处空气比释动能率分别为 0.36~1 234.9、375.9~1 073.5 mGy/h。全身 γ 刀治疗状态下机房内墙壁表面空气比释动能率为 0.14~1.16 μGy/h。一次换源操作人员受照水平为 0.002~0.045 mSv。X 射线诊断受检者平均皮肤当量剂量为 0.22~21.26 mSv; 平均有效剂量为 0.21~20.59 mSv。结论 热释光剂量计的应用有着更为广泛的前景。

【关键词】 热释光剂量计; 辐射防护; 医疗照射

目前河南省共有 11 套热释光测量系统<sup>[1]</sup>, 主要应用于外照射个人剂量监测<sup>[2]</sup>。近年来, 我们通过对热释光测量系统进行严格的质量控制, 根据不同的测量要求, 采用不同的剂量盒和不同的刻度方法, 使之应用于辐射防护的检测及医疗照射的测量, 不仅增加检测的项目, 扩大测量范围, 而且还缩短了现场测量的时间, 减少了工作人员的受照剂量。现将测量结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 仪器设备

1.1.1 热释光剂量仪 RGD-3B 型(北京防化院)。热释光精密退火炉 HW-IV 型(中国辐射防护研究院)。探测器 LiF-GS 型, 普通剂量盒(中国辐射防护研究院)。鉴别式剂量盒(中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所)。

1.1.2 镭-226 标准放射源 8.88×10<sup>8</sup> Bq。照射点剂量(在距标准源 50 cm 处)经中国计量科学院钴-60 标准源校核。平板注水体模(自制); 普通有机玻璃支架。

1.2 方法

1.2.1 热释光测量的质量控制

1.2.1.1 探测器的筛选 探测器经 10% 的硝酸清洗后, 用蒸馏水洗至中性, 80℃低温烘干, 退火后, 经 8.88×10<sup>8</sup> Bq 镭-226 标准放射源照射 2 h, 按变异系数 3% 筛选探测器。筛选过程中扣除本底值影响。

1.2.1.2 探测器的刻度 对提供有效剂量结果的鉴别式或普通式剂量计, 在平板注水体模上刻度。提供空气比释动能结果的剂量计, 在普通有机玻璃支架上刻度。医疗照射测量采用软包装(白纸)平板注水体模上刻度方法。

1.2.1.3 跟随本底的扣除 除照射步骤外, 本底剂量计全过程跟随检测剂量计, 保证准确扣除各种本底剂量的影响。

1.2.1.4 辐射能量的鉴别 使用鉴别式剂量计, 鉴别光子能量, 修正刻度因子。

1.2.1.5 测量装置的检定 热释光测量装置经中国计量科学研究院检定, 并在检定有效期内使用。

1.2.1.6 质控剂量计的应用 与测量使用的同批剂量计退火后, 经镭-226 标准放射源照射一定的剂量(大约同现场剂量), 同跟随本底剂量计放在一起, 同时测量, 测量值与真值之间偏差应在 10% 以内。

1.2.2 辐射防护检测 在检测前, 将探测器退火并装入普通或鉴别式(未知能量)剂量盒内(无过滤、轻过滤、重过滤各放 3 个探测器)。按照有关要求, 在设置检测点上布放剂量计, 采集剂量。剂量计回收后, 同跟随本底、质控剂量计一起测量, 计算空气比释动能率。

1.2.3 换源操作人员的剂量检测 检测前, 将探测器退火并装入鉴别式剂量盒内, 按照要求佩戴在工作人员左胸前, 一次换源结束后, 剂量计同跟随本底、质控剂量计一起测量, 测量数据转换为有效剂量。

1.2.4 医疗照射检测 探测器退火后, 每 3 个一组, 用白纸平行放置包装(不可重叠)标明编号及部位, 用透明胶固定在人体照射器官表面。照射结束后, 剂量计同跟随本底、质控剂量计一起测量, 测量数据转换为皮肤当量剂量及有效剂量。

2 结果

2.1 剂量计的刻度因子(表 1)

表 1 剂量计的刻度因子

剂量盒类别	刻度因子 Cf	
	空气比释动能 mGy/Xi <sup>1)</sup>	有效剂量 mSv/Xi <sup>1)</sup>
软包装	—	0.304
普通型	0.256	0.292
鉴别式 <sup>2)</sup>	0.238	0.276

注: 1) Xi — 仪器测量读数(扣本底); 2) 鉴别式剂量计刻度能量为 1250 keV。

2.2 工业 X 射线探伤机辐射防护检测结果(表 2) 在距 X 射线球管焦点 1 m 圆周上(出线口无挡铅)每隔 45°角放置一枚剂量计, 剂量计高度在和探伤机出线口同一高度的细木条上, 曝光 5.0 min, 测量出 8 个不同方向 1 m 处的空气比释动能率, 见表 2。并由此推算出 X 射线探伤机的控制区和管理区。

表 2 工业 X 射线探伤机距球管焦点 1 m 处的测量结果

XXQ-2505 定向探伤机			XXHA-2505 周向探伤机	
编号	检测位置	空气比释动能率 (mGy/h)	检测点编号	空气比释动能率 (mGy/h)
I-1	正前方	1 234.9	II-1	804.8
I-2	右前 45°	10.12	II-2	1 073.5
I-3	右	3.94	II-3	934.9
I-4	右后 45°	1.81	II-4	481.9
I-5	后	0.36	II-5	490.4
I-6	左后 45°	1.45	II-6	421.7
I-7	左	2.89	II-7	375.9
I-8	左前 45°	14.46	II-8	419.3

2.3 全身 γ 刀治疗状态下机房内辐射水平(表 3) 在面积为 40 m<sup>2</sup> 的机房内的四面墙上布放剂量计, 分别在距地面高度 25 cm、50 cm、75 cm、100 cm 四排, 东、西两墙每排 6 枚; 南、北两墙每排 7 枚。治疗状态下以西墙 25 cm 高度漏射线的平均空气比释动能率为最大 1.16 μGy/h, 南墙 100 cm 高度为最小 0.14 μGy/h。

作者单位: 河南省职业病防治研究所, 河南 郑州 450052  
作者简介: 田崇彬(1959~), 女, 四川大邑人, 副主任技师, 研究方向: 放射卫生防护管理。

表 3 OUR—QG 型全身  $\gamma$  刀治疗状态下机房内辐射水平

检测点 (cm)	空气比释动能率( $\mu\text{Gy/h}$ )			检测点 (cm)	空气比释动能率( $\mu\text{Gy/h}$ )		
	最大 值	最小 值	均值		最大 值	最小 值	均值
东墙 25	0.56	0.23	0.38	西墙 25	1.62	0.38	1.16
东墙 50	0.31	0.12	0.24	西墙 50	0.62	0.21	0.50
东墙 75	0.45	0.20	0.35	西墙 75	0.66	0.20	0.50
东墙 100	0.20	0.14	0.17	西墙 100	0.29	0.18	0.23
南墙 25	1.63	0.40	0.97	北墙 25	1.41	0.39	0.89
南墙 50	0.99	0.12	0.54	北墙 50	0.84	0.36	0.59
南墙 75	0.37	0.19	0.33	北墙 75	0.50	0.31	0.39
南墙 100	0.18	0.11	0.14	北墙 100	0.25	0.20	0.22

2.4 工业辐照换源操作人员 剂量(表 4) 一次换源操作人员接受辐射水平在 0.002~0.045 mSv 之间。

表 4 操作人员在一次换源期间接受的有效剂量(mSv)

编号	测量结果	编号	测量结果	编号	测量结果	编号	测量结果
1	0.007	5	0.007	9	0.002	13	0.009
2	0.002	6	0.011	10	0.009	14	0.010
3	0.002	7	0.005	11	0.007	15	0.012
4	0.045	8	0.008	12	0.002	16	0.014

2.5 X 射线诊断受检者 剂量水平(表 5) 每个部位使用一枚剂量计,对不同的病人进行累计测量,受检者受照剂量按表 5 中序号从大至小排列。其中腰椎侧位检查受照剂量最大,胸片正位最小。

表 5 X 射线诊断受检者剂量

序号	检查类型	例数	皮肤当量剂量(mSv)		有效剂量(mSv)	
			累计	均值	累计	均值
1	腰椎侧位	20	425.2	21.26	411.8	20.59
2	腰椎正位	20	125.1	6.26	121.18	6.06
3	胸椎侧位	4	11.43	2.86	11.07	2.77
4	门诊胸透	40	80.48	2.01	77.95	1.95
5	胸片侧位	20	33.59	1.68	32.53	1.63
6	胸椎正位	2	3.20	1.60	3.10	1.55
7	颈椎侧位	20	21.3	1.07	20.65	1.03
8	群检胸透	20	18.7	0.94	18.12	0.91
9	颈椎正位	15	13.36	0.89	12.94	0.86
10	胸片正位	33	7.15	0.22	6.92	0.21

- 3 讨论
- 3.1 热释光测量的不确定度能满足要求 经过质量保证措施,测量的不确定度可控制在 10% 以内。但是要充分重视由本底和衰退引起的测量误差。不同的位置本底剂量不相同,而不同的剂量引起的衰退也不相同,且衰退和本底误差随时间增加而增大。我们采用探测器退火后立即投入现场使用,回收后立即测量的方法较好地控制了这些误差因素。
- 3.2 选择合适的量程范围 通过更换剂量量程 RGD 系统可测范围为 0.00  $\mu\text{Gy}$ ~9 999 mGy。测量前应初步估计剂量范围。可采用试用剂量计的方法,即将这些剂量计同测量剂量计一起布放在估计最大和最小剂量的点位上,进行预测量,确定其仪器量程档。
- 3.3 X 射线工业探伤中检测中具有优越性 为了划定 X 射线探伤机作业场所的控制区和管理区,在进行防护检测时应在八个方向逐步向外延伸测量<sup>[3]</sup>,工作人员不仅因往返布点耗时长,而且还接受多次曝光的照射剂量。我们应用热释光剂量计,全部测量点均一次曝光,方便快捷,既节省现场测量时间,又可以大大减少人员受照剂量。
- 3.4 增加了  $\gamma$  刀治疗辐射水平检测项目 热释光剂量计可以直接贴在机房内墙壁上,在治疗状态下四面墙壁可同时检测 100 多点位。掌握这些数据,可为辐射防护特别是像这种一刀多源的全身  $\gamma$  刀治疗设备的泄漏辐射防护提供重要的依据。
- 3.5 检测医疗照射剂量能保障患者健康 河南省医疗照射年频率约 137.86 人次/千人口<sup>[4]</sup>,受检者剂量检测可为主治医生应用正当化、最优化的原则,制定合理的医疗计划提供决策依据,以尽可能降低受检者剂量,保护广大患者的利益。目前我们仅检测了 X 射线诊断受检者的体表剂量,今后还应将热释光测量应用于放疗、核医学、以及介入治疗等各种医疗照射之中。

参考文献:

[ 1 ] 田崇彬, 杨均芳. 河南省外照射个人剂量监测技术考核结果分析[ J ]. 中国辐射卫生, 2004, 13(2): 114—115.

[ 2 ] 田崇彬, 杨均芳, 程晓军. 河南省放射工作人员外照射个人剂量水平分析[ J ]. 中国辐射卫生, 2003, 12(4): 220—222.

[ 3 ] GBZ 117—2002 工业 X 射线探伤卫生防护标准[ S ].

[ 4 ] 张钦富, 程晓军, 戴富友, 等. 河南省医疗照射频率水平调查[ J ]. 中国辐射卫生, 2001, 9(4): 238—239.

(收稿日期: 2004—12—13)

【工作报告】

颞下窝神经纤维肉瘤一例报告

王述亮

中图分类号: R814 文献标识码: D

颞下窝原发肿瘤十分罕见,我们遇到一例,报告如下:女,9岁,以右面部隆起来诊。CT 横断扫描:右颞下窝类圆形软组织块影,略高于肌肉密度,邻近骨无破坏,仅见下颌支外移。手术后病理分析确诊为神经纤维肉瘤。

颞下窝位于颅底下,以颞弓和蝶骨大翼上的颞下嵴为界,以上是颞窝,以下是颞下窝,后者位于颞弓下方和颞骨鳞部之间,是上颌窦后外面的一个不规则的间隙,也叫咀嚼肌间隙。它的上界为颅底的蝶骨大翼和岩骨尖;前界是上颌窦后外侧壁、翼腭窝和翼内外板;后界为茎鞘和茎突;外界为下颌支、下颌小头、冠状突和颞肌;内界为鼻腔、鼻咽部。颞下窝内包括咀嚼肌的翼内、外肌和颞肌及脂肪、上颌动脉、下颌神经和许多静脉形成的翼丛。致密的血管网络围绕着翼外肌。翼内肌在较低层面,翼外肌在较高层面。

由于颞下窝是由周围骨结构围成,其中间是由肌肉、脂肪、神经、血管组成,所以此窝的原发性肿瘤罕见。继发的较原发者多,如从鼻腔、上颌窦、下颌骨、鼻咽、腮腺而来的恶性肿瘤的直接扩展或从肝、肺远处转移而来。

颞下窝肿瘤的 CT 表现:主要为受侵的肌肉、脂肪层模糊、消失,形成不规则或类圆形软组织肿块,伴有周围骨结构破坏、咽旁间隙的模糊、消失、移位。

CT 对咽旁间隙移位非常敏感,对判断肿瘤来源有很大帮助,但对肿瘤组织来源还存在一定限度。当肿瘤很大时破坏广泛者,确定原发肿瘤的位置往往困难。增强扫描帮助甚小,除海绵状血管瘤增强前后有明显变化。增强扫描对有颅内扩展者有重要意义。除横断扫描冠扫对确定筛板、腭骨有否破坏及肿瘤是否侵入颅内是必不可少的,对年老体弱、体位不能承受者可选择 MRI 检查。