

核医学工作场所辐射剂量的研究

广西中医药大学第一附属医院 唐凯



引言

随着核医学新技术和新设备在医疗卫生领域的广泛应用，核医学学科的辐射安全防护已成为医疗机构射线防护与安全管理的重点，也是目前管理的难点和薄弱环节。其中核医学工作人员的职业照射大多来自 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{18}F 标记的放射性药物，可能面临眼晶状体混浊、染色体非稳定畸变等特异性的职业健康问题，因此工作场所的辐射防护及监测工作要高度重视。

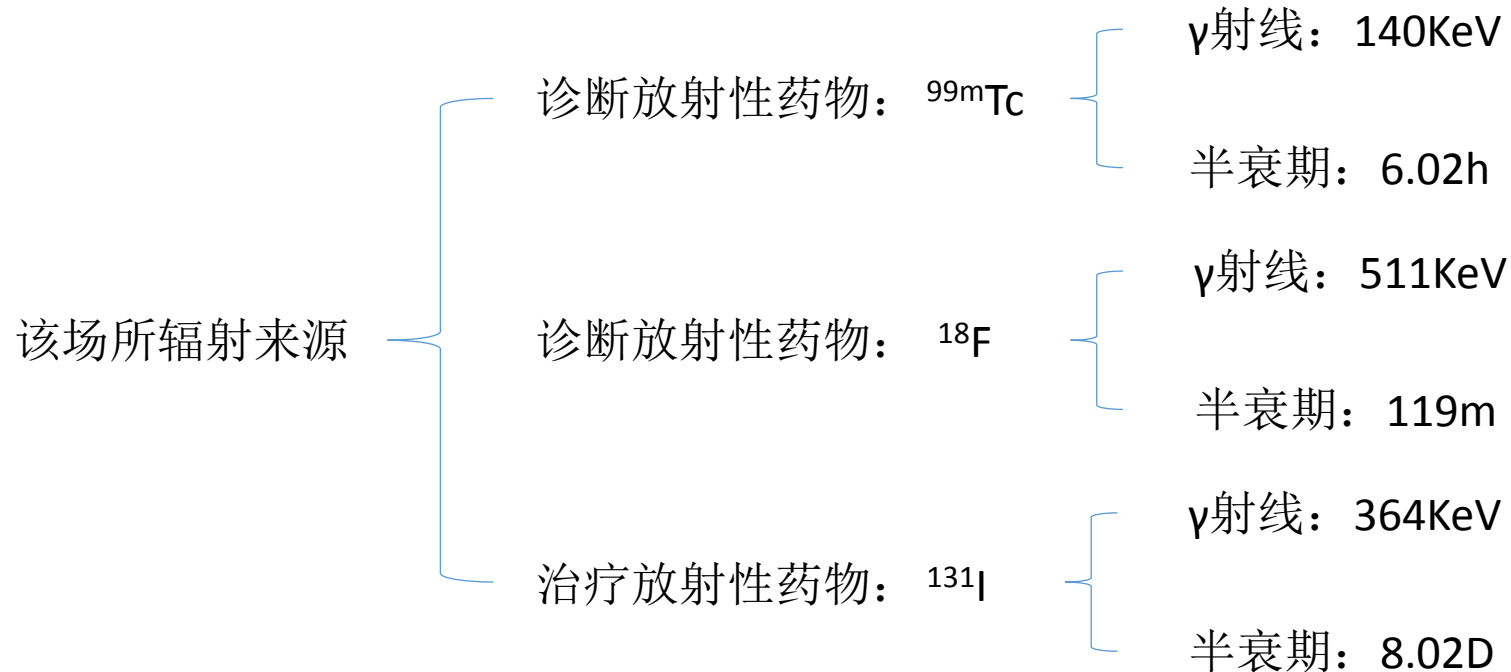


- 一、研究目的
- 二、研究方法
- 三、研究结果
- 四、研究讨论



一、研究目的:

对当前核医学工作场所辐射环境进行监测评估，为核医学的辐射防护提出有效建议，验证核医学工作场所的辐射防护有效性，通过监测辐射环境，确保受检者、核医学工作人员及公众的身体健康。



二、研究方法

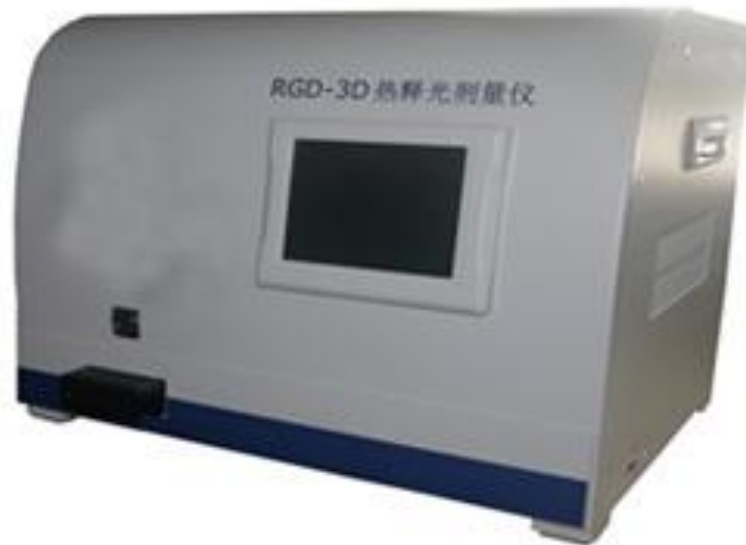
1、根据GB 18871《电离辐射防护与辐射安全基本标准》、GBZ 120—2020《临床核医学放射卫生防护标准》相关要求，对核医学科工作场所的现有平面布局图纸进行评估分析，拟计划设立10个辐射监测点，分别包含监督区和控制区。




二、研究方法

2、采用热释光剂量计周期测量法，以热释光剂量计（TLD）条形码为标识，热释光剂量仪（RGD-3D 型）为测读仪，以一个季度为一个测量周期，定期回收热释光剂量计，送往辐射监测站测量辐射数据。

3、参考2021年度《广西中医药大学第一附属医院核医学科工作场所年度辐射检验/检测报告》并进行对比。



样品受理编号: KR D-05-2021004


 162003100462
广西柯瑞达放射卫生技术服务有限公司
检验/检测报告

样品名称	Discovery NM/CT 670 Pro 型单光子发射断层及 X 射线计算机断层摄影成像系统		
委托单位	广西中医药大学第一附属医院仙葫院区		
单位地址	南宁市青秀区仙葫大道西 327 号		
检测项目	SPECT/CT 设备性能检测 工作场所防护检测		
检测类别	状态检测		
委托日期	2021 年 06 月 29 日		
检测日期	2021 年 07 月 01 日		
评价/检测依据	《伽玛照相机、单光子发射断层成像设备 (SPECT) 质量控制检测规范》(WS523-2019) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 《X 射线计算机断层摄影装置质量控制检测规范》(WS 519-2019) 《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)		
检测仪器	1、SPECT 性能检测模体套装、CT 性能检测模体套装 2、ATOMTEX 辐射仪 中国测试技术研究院 型 号: AT1123 编号: 55005 证书编号: 校准字第 202105001718 有效期至: 2022 年 05 月 11 日		
检测地址	该院门诊住院综合楼 1 楼核医学科 SPECT/CT 检查室		
受检设备名称	单光子发射断层及 X 射线计算机断层摄影成像系统		
生产厂家	GE Medical Systems Israel	生产日期	2018 年 7 月
受检设备型号	Discovery NM/CT 670 Pro	设备编号	PRGK52004
设备参数	探头厚度 3/8 英寸, 最大管电压: 140kV, 最大管电流: 440mA		

三、研究结果

1、10个辐射监测点剂量数据显示，监督区内的5个监测点及3个控制区监测点的四个季度平均剂量读数大致相同，为 $N_0=31.4, 26.4$ ，与本底 $N_B=30.5, 24.9$ 大致相同，有效剂量为 $D_0=0.01\text{mSv}$ ，与本底 $D_B=0.01\text{mSv}$ 一致。

2、控制区的两个监测点分别位于候诊室及放射性药品注射室。其四个季度平均剂量读数分别为 $N_1=492.6, 503.6$ ； $N_2=640.6, 188.4$ ；有效剂量为 $D_1=0.48\text{mSv}$ ； $D_2=0.66\text{mSv}$ 。根据《职业性外照射个人监测规范》，个人年有效剂量 $>20\text{ mSv/a}$ 为超标，此次测量数据均未超标。

3、参考2021年《广西中医药大学第一附属核医学科工作场所防护检测》的数据，验证了该场所的各项防护检测数据是符合GB18871《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、GBZ120-2020《核医学放射防护要求》、GBZ120-2020《放射诊断放射防护要求》的。



编号	单位	姓名	性别	职业类别	剂量计类型	剂量计读数	结果类型 (i)	计算结果	检测日期	检测时间	收样编号	收样日期	检测周期
AA55000	广西中医药	本底	/	/		0 301.9,260.4	0	0.292396	20210111	172548	放剂量202101	2021.01.08	2020.10.01~2020.12.31(第1周期)
HXYK1	广西中医药	核医学科1	男	诊断放射学(		1 199.4,212.8	0	0.01	20210111	172548	放剂量202101	2021.01.08	2020.10.01~2020.12.31(第1周期)
HXYK10	广西中医药	核医学科10	男	诊断放射学(		1 312.7,345.2	0	0.05	20210111	172655	放剂量202101	2021.01.08	2020.10.01~2020.12.31(第1周期)
HXYK2	广西中医药	核医学科2	男	诊断放射学(		1 276.0,344.0	0	0.03	20210111	172548	放剂量202101	2021.01.08	2020.10.01~2020.12.31(第1周期)
HXYK3	广西中医药	核医学科3	男	诊断放射学(		1 222.2,370.7	0	0.01	20210111	172655	放剂量202101	2021.01.08	2020.10.01~2020.12.31(第1周期)
HXYK4	广西中医药	核医学科4	男	诊断放射学(		1 208.2,215.3	0	0.01	20210111	172515	放剂量202101	2021.01.08	2020.10.01~2020.12.31(第1周期)
HXYK5	广西中医药	核医学科5	男	诊断放射学(		1 282.5,296.2	0	0.01	20210111	172515	放剂量202101	2021.01.08	2020.10.01~2020.12.31(第1周期)
HXYK6	广西中医药	核医学科6	男	诊断放射学(		1 226.1,226.0	0	0.01	20210111	172622	放剂量202101	2021.01.08	2020.10.01~2020.12.31(第1周期)
HXYK7	广西中医药	核医学科7	男	诊断放射学(		1 492.6,503.6	0	0.23	20210111	172729	放剂量202101	2021.01.08	2020.10.01~2020.12.31(第1周期)
HXYK8	广西中医药	核医学科8	男	诊断放射学(		1 286.5,287.8	0	0.01	20210111	172548	放剂量202101	2021.01.08	2020.10.01~2020.12.31(第1周期)
HXYK9	广西中医药	核医学科9	男	诊断放射学(		1 286.9,310.2	0	0.01	20210111	172548	放剂量202101	2021.01.08	2020.10.01~2020.12.31(第1周期)

编号	单位	姓名	性别	职业类别	剂量计类型 (0本底)	剂量计读数	结果类型 (计算)	计算结果	测量原件	检测日期	检测时间	收样编号	收样日期	检测周期
HXYK000	广西中医药	本底	/	/	null	/	广西中医药大学	0.21655	/	/	/	放剂量202101	2021.04.15	2021.01.1~2021.04.1(第2周期)
HXYK1	广西中医药	核医学科1	男	核医学(2C)		1 24.3,25.3	4	0.01	20211018	20211018	165021	放剂量202101	2021.04.15	2021.01.1~2021.04.1(第2周期)
HXYK10	广西中医药	核医学科10	男	核医学(2C)		1 36.6,38.9	4	0.01	20211018	20211018	165453	放剂量202101	2021.04.15	2021.01.1~2021.04.1(第2周期)
HXYK2	广西中医药	核医学科2	男	核医学(2C)		1 323.3,356.4	4	0.19	20211018	20211018	165129	放剂量202101	2021.04.15	2021.01.1~2021.04.1(第2周期)
HXYK3	广西中医药	核医学科3	男	核医学(2C)		1 51.4,53.5	4	0.01	20211018	20211018	164704	放剂量202101	2021.04.15	2021.01.1~2021.04.1(第2周期)
HXYK4	广西中医药	核医学科4	男	核医学(2C)		1 25.0,26.3	4	0.01	20211018	20211018	164448	放剂量202101	2021.04.15	2021.01.1~2021.04.1(第2周期)
HXYK5	广西中医药	核医学科5	男	核医学(2C)		1 55.5,51.2	4	0.01	20211018	20211018	164913	放剂量202101	2021.04.15	2021.01.1~2021.04.1(第2周期)
HXYK6	广西中医药	核医学科6	男	核医学(2C)		1 26.1,28.4	4	0.01	20211018	20211018	164340	放剂量202101	2021.04.15	2021.01.1~2021.04.1(第2周期)
HXYK7	广西中医药	核医学科7	男	核医学(2C)		1 42.1,35.3	4	0.01	20211018	20211018	164556	放剂量202101	2021.04.15	2021.01.1~2021.04.1(第2周期)
HXYK8	广西中医药	核医学科8	男	核医学(2C)		1 30.9,33.1	4	0.01	20211018	20211018	165237	放剂量202101	2021.04.15	2021.01.1~2021.04.1(第2周期)
HXYK9	广西中医药	核医学科9	男	核医学(2C)		1 42.0,43.5	4	0.01	20211018	20211018	165345	放剂量202101	2021.04.15	2021.01.1~2021.04.1(第2周期)



三、研究结果

编号	单位	姓名	性别	职业类别	剂量计类型	剂量计读数	结果类型 (计算结果)	测量原件序	检测日期	检测时间	刻度系数	探测下限	收样编号	收样日期	检测周期
HXYK000	广西中医药	本底	/	/	null	/	广西中医药: 0.274805	/	/	/	0.0061	0.02	放射量2021	2021.07.12	2021.04.01~2021.06.30(第3周期)
HXYK1	广西中医药	核医学科1	男	诊断放射学(		1 30.5,24.9	0 0.01	2021071310	20210713	172612	0.0061	0.02	放射量2021	2021.07.12	2021.04.01~2021.06.30(第3周期)
HXYK10	广西中医药	核医学科10	男	诊断放射学(		1 50.2,45.7	0 0.01	2021071311	20210714	081015	0.0061	0.02	放射量2021	2021.07.12	2021.04.01~2021.06.30(第3周期)
HXYK2	广西中医药	核医学科2	男	诊断放射学(		1 640.6,188.4	0 2.25	2021071310	20210713	172720	0.0061	0.02	放射量2021	2021.07.12	2021.04.01~2021.06.30(第3周期)
HXYK3	广西中医药	核医学科3	男	诊断放射学(		1 46.2,50.1	0 0.01	2021071310	20210713	172828	0.0061	0.02	放射量2021	2021.07.12	2021.04.01~2021.06.30(第3周期)
HXYK4	广西中医药	核医学科4	男	诊断放射学(		1 31.4,26.4	0 0.01	2021071310	20210713	172936	0.0061	0.02	放射量2021	2021.07.12	2021.04.01~2021.06.30(第3周期)
HXYK5	广西中医药	核医学科5	男	诊断放射学(		1 48.5,44.8	0 0.01	2021071310	20210713	173044	0.0061	0.02	放射量2021	2021.07.12	2021.04.01~2021.06.30(第3周期)
HXYK6	广西中医药	核医学科6	男	诊断放射学(		1 37.9,40.3	0 0.01	2021071310	20210713	173152	0.0061	0.02	放射量2021	2021.07.12	2021.04.01~2021.06.30(第3周期)
HXYK7	广西中医药	核医学科7	男	诊断放射学(		1 70.0,74.4	0 0.17	2021071310	20210713	173300	0.0061	0.02	放射量2021	2021.07.12	2021.04.01~2021.06.30(第3周期)
HXYK8	广西中医药	核医学科8	男	诊断放射学(		1 56.5,53.0	0 0.06	2021071310	20210713	173408	0.0061	0.02	放射量2021	2021.07.12	2021.04.01~2021.06.30(第3周期)
HXYK9	广西中医药	核医学科9	男	诊断放射学(		1 48.4,47.7	0 0.01	2021071311	20210714	080907	0.0061	0.02	放射量2021	2021.07.12	2021.04.01~2021.06.30(第3周期)

编号	单位	姓名	性别	职业类别	剂量计类型	剂量计读数	结果类型 (计算结果)	测量原件序	检测日期	检测时间	刻度系数	探测下限	收样编号	收样日期	检测周期
HXYK000	广西中医药	本底	/	/	null	/	广西中医药: 0.274805	/	/	/	0.0061	0.02	放射量2021	2021.10.12	2021.07.01~2021.10.01(第4周期)
HXYK1	广西中医药	核医学科1	男	诊断放射学(		1 30.5,24.9	0 0.01	2021071310	20210713	172612	0.0061	0.02	放射量2021	2021.10.12	2021.07.01~2021.10.01(第4周期)
HXYK10	广西中医药	核医学科10	男	诊断放射学(		1 50.2,45.7	0 0.01	2021071311	20210714	081015	0.0061	0.02	放射量2021	2021.10.12	2021.07.01~2021.10.01(第4周期)
HXYK2	广西中医药	核医学科2	男	诊断放射学(		1 640.6,188.4	0 0.15	2021071310	20210713	172720	0.0061	0.02	放射量2021	2021.10.12	2021.07.01~2021.10.01(第4周期)
HXYK3	广西中医药	核医学科3	男	诊断放射学(		1 46.2,50.1	0 0.01	2021071310	20210713	172828	0.0061	0.02	放射量2021	2021.10.12	2021.07.01~2021.10.01(第4周期)
HXYK4	广西中医药	核医学科4	男	诊断放射学(		1 31.4,26.4	0 0.01	2021071310	20210713	172936	0.0061	0.02	放射量2021	2021.10.12	2021.07.01~2021.10.01(第4周期)
HXYK5	广西中医药	核医学科5	男	诊断放射学(		1 48.5,44.8	0 0.01	2021071310	20210713	173044	0.0061	0.02	放射量2021	2021.10.12	2021.07.01~2021.10.01(第4周期)
HXYK6	广西中医药	核医学科6	男	诊断放射学(		1 37.9,40.3	0 0.01	2021071310	20210713	173152	0.0061	0.02	放射量2021	2021.10.12	2021.07.01~2021.10.01(第4周期)
HXYK7	广西中医药	核医学科7	男	诊断放射学(		1 70.0,74.4	0 0.07	2021071310	20210713	173300	0.0061	0.02	放射量2021	2021.10.12	2021.07.01~2021.10.01(第4周期)
HXYK8	广西中医药	核医学科8	男	诊断放射学(		1 56.5,53.0	0 0.05	2021071310	20210713	173408	0.0061	0.02	放射量2021	2021.10.12	2021.07.01~2021.10.01(第4周期)
HXYK9	广西中医药	核医学科9	男	诊断放射学(		1 48.4,47.7	0 0.01	2021071311	20210714	080907	0.0061	0.02	放射量2021	2021.10.12	2021.07.01~2021.10.01(第4周期)





样品受理编号: KR D-03-2021006

广西柯瑞达放射卫生技术服务有限公司
检验/检测报告

项目名称	核医学科工作场所		
委托单位	广西中医药大学第一附属医院仙葫院区		
单位地址	南宁市青秀区仙葫大道西327号		
检测项目	核医学工作场所防护检测及β放射性表面污染检测		
检测类别	状态检测		
委托日期	2021年06月29日		
检测日期	2021年07月01日		
评价/检测依据	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)		
检测仪器	1、ATOMTEX辐射仪 中国测试技术研究院 型号: AT1123 编号: 55005 证书编号: 校准字第202105001718 有效期至: 2022年05月11日 2、α、β表面污染仪 型号: COM0170 编号: 4806 检定字第202010005002 检定有效日期: 2021年10月26日		
检测地址	该院门诊住院综合楼1楼核医学科		
受检设备名称	—		
生产厂家	—	生产日期	—
受检设备型号	—	设备编号	—
设备参数	—		

受控文件编号: KCW27-2018-03

第 3 页共 5 页



样品受理编号: KR D-03-2021006

广西柯瑞达放射卫生技术服务有限公司
检验/检测报告

检测项目与结果:

一、工作场所防护检测结果: 表一 (^{99m}Tc)

测量位置	测量结果(μSv/h)	标准要求(μSv/h)	评价
分装室: ^{99m} Tc分装柜内约为(35.6mCi)药液			
分装柜观察窗(眼部)	0.129	≤25	合格
分装柜操作位(胸部)	0.263	≤25	合格
分装柜操作位(腹部)	0.148	≤25	合格
分装柜顶部(上部)	0.346	≤25	合格
分装柜下部(下肢)	0.156	≤25	合格
右分装口(关)	0.187	≤25	合格
左分装口(关)	0.162	≤25	合格
分装柜进药口(关)	0.156	≤25	合格
分装室左侧(走道)	0.161	≤2.5	合格
分装室西面墙外(通道)	0.135	≤2.5	合格
分装室东面墙外(ETC操作室)	0.146	≤2.5	合格
分装室南面墙外(候诊室)	0.169	≤2.5	合格
分装室北面墙外(停车场)	0.174	≤2.5	合格
注射窗口	0.123	≤2.5	合格

注: 1、检测结果未扣除本底, 工作场所本底(0.104-0.125) μSv/h。

二、工作场所防护检测结果: 表二 (¹³¹I)

测量位置	γ射线检测结果(μSv/h)	标准要求(μSv/h)	评价
分装室: ¹³¹ I的分装柜内约为(38.7mCi)药液			
分装柜观察窗(眼部)	0.136	≤25	合格
分装柜操作位(胸部)	0.233	≤25	合格
分装柜操作位(腹部)	0.177	≤25	合格
分装柜顶部(上部)	0.439	≤25	合格
分装柜下部(下肢)	0.151	≤25	合格
右分装口(关)	0.158	≤25	合格
左分装口(关)	0.151	≤25	合格
分装室西面墙外(通道)	0.133	≤2.5	合格
分装室东面墙外(走道)	0.138	≤2.5	合格
分装室南面墙外(候诊室)	0.135	≤2.5	合格
分装室北面墙外(停车场)	0.127	≤2.5	合格

注: 1、检测结果未扣除本底, 工作场所本底(0.104-0.125) μSv/h。

受控文件编号: KCW27-2018-03

第 4 页共 5 页



162003100462 广西柯瑞达放射卫生技术服务有限公司

检验/检测报告

样品受理编号: KRD-05-2021004

三、工作场所防护检测结果

检测条件*2: SPECT 诊断床上放置装有活度为 30mCi ^{99m}Tc 药液的注射器, 并放置 CT 体模, 同时进行 CT 断层扫描, 扫描条件为 140kV, 200mAs。

序号	检测点*1	检测结果*3 (μ Sv/h)	剂量当量率控制目 标值(μ Sv/h)	评价 结论
1	操作位	0.127	≤ 2.5	合格
2	线孔	0.133	≤ 2.5	合格
3	操作室观察窗(中)	0.137	≤ 2.5	合格
	操作室观察窗(上)	0.125	≤ 2.5	合格
	操作室观察窗(下)	0.135	≤ 2.5	合格
	操作室观察窗(左)	0.136	≤ 2.5	合格
	操作室观察窗(右)	0.150	≤ 2.5	合格
4	操作室防护门(中)	0.157	≤ 2.5	合格
	操作室防护门(上)	0.144	≤ 2.5	合格
	操作室防护门(下)	0.140	≤ 2.5	合格
	操作室防护门(左)	0.138	≤ 2.5	合格
	操作室防护门(右)	0.134	≤ 2.5	合格
5	机房防护门(中)	0.142	≤ 2.5	合格
	机房防护门(上)	0.143	≤ 2.5	合格
	机房防护门(下)	0.138	≤ 2.5	合格
	机房防护门(左)	0.142	≤ 2.5	合格
	机房防护门(右)	0.136	≤ 2.5	合格
6	东面墙外(甲测室)	0.158	≤ 2.5	合格
7	南面墙外(通道)	0.129	≤ 2.5	合格
8	西面墙外(抢救室、候诊室)	0.135	≤ 2.5	合格
9	北面墙外(控制室)	0.139	≤ 2.5	合格
10	楼上(卫生间)	0.136	≤ 2.5	合格
11	楼下(空房)	0.130	≤ 2.5	合格

*注: 1、以上各检测点距墙体、门窗表面 30cm, 顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm, 机房地面下方(楼下)距楼下地面为 170cm;
2、检测条件为该机正常工作时所用最大条件;
3、检测结果未扣除本底, 工作场所本底(0.094-0.114) μ Sv/h。

受控文件编号: KCW27-2018-05

第 6 页共 7 页



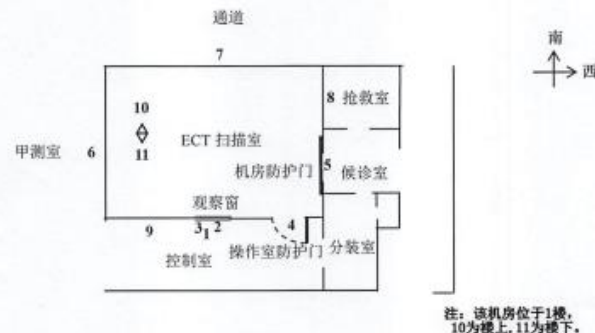
162003100462

广西柯瑞达放射卫生技术服务有限公司

检验/检测报告

样品受理编号: KRD-05-2021004

四、检测平面图:



五、检测结论:

广西中医药大学第一附属医院仙葫院区 Discovery NM/CT 670 Pro 型单光子发射断层及 X 射线计算机断层摄影成像系统性能检测项目结果均符合《伽玛照相机、单光子发射断层成像设备(SPECT)质量控制检测规范》(WS523-2019)和《X 射线计算机断层摄影装置质量控制检测规范》(WS519-2019); 工作场所防护检测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)和《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)标准要求。

(以下空白)

检测人: 李彦

审核人: 罗时

签发人: 莫莲

最终审核日期: 2021 年 11 月 2 日

受控文件编号: KCW27-2018-05

第 7 页共 7 页

三、研究讨论

- 1、核医学科内辐射剂量监测常依赖于放射年度监测，该监测虽然检测项目较为完善，检测仪器就比较先进，但却又受时间元素的限制，仅反映当时检测时间内的辐射剂量水平，缺乏辐射监测的长期性。对放射性污染的“黑天鹅”事件检测是不到位的。
- 2、热释光剂量监测常规用于放射工作人员的个人辐射剂量监测，很少用于场所辐射剂量监测，因为热释光其检测成本低，测量精度高，却不能及时反映环境辐射变化。但其检测的是累计剂量，具备辐射监测的长期性，能将随机性放射性污染事件记录。如第3季度，2号监测点辐射剂量达到了2.25mSv。这是一个累积的过程，假如不在特定的时间段检测，可能就检测不出放射性污染。
- 3、从一年度的监测结果来看，各个监测点的辐射剂量均未超标，验证了该场所的辐射防护的有效性。但我们仍要提高警觉，因为某些点的辐射数据是偏高的，提醒我们及时在辐射防护硬件设施完备的情况下，进入这些场所依然要做好个人防护，防止随机效应的发生。



谢 谢

