

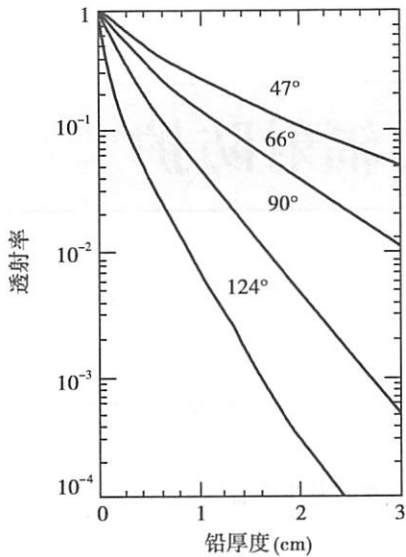


图 11-5 从患者体模上以不同角度散射的⁶⁰Co 宽束 γ 射线穿过密度为 11.35g·cm⁻¹ 的铅时的透射曲线

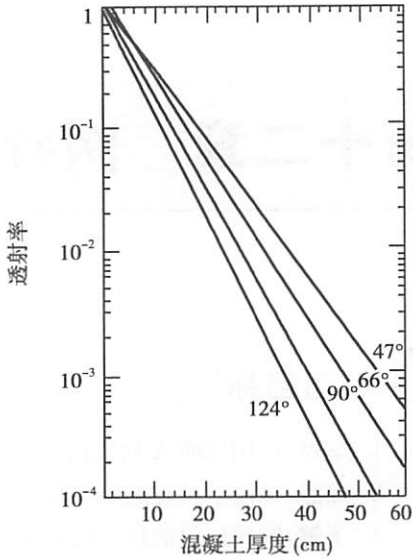


图 11-6 从患者体模上以不同角度散射的⁶⁰Co 宽束 γ 射线穿过密度为 2.35g·cm⁻¹ 的混凝土时的透射曲线

表 11-7 ⁶⁰Co 宽束 γ 射线的近似半价层和 1/10 价层

材料	半价层(cm)	1/10 价层(cm)
铅	1.2	4.0
混凝土	6.1	20.3



本章小结

外照射防护有 3 种基本方法：时间防护、距离防护和屏蔽防护。时间防护就是要求在给受检者实施射线检查时，应在各个环节尽量缩短照射时间；由于射线对于距离按平方反比法则进行衰减，因此一切人员尽量远离射线是一种有效的防护方法；物质可以吸收射线，根据需要采用不同的屏蔽材料进行防护为屏蔽防护。对于屏蔽射线材料的选择，应从材料的防护性能、结构性能、稳定性能和经济成本等方面进行综合考虑。在确定屏蔽厚度时，应考虑多种因素，可通过公式进行计算，也可通过查表确定。

思考题

1. 防护外照射的方法有哪些？
2. 选择屏蔽防护材料应从几方面考虑？衡量屏蔽防护材料的防护性能好与不好的标准是什么？
3. 常用屏蔽 X 或 γ 射线的材料有哪些？它们各自的主要用途是什么？

(李迅茹)



第十二章 医疗照射的辐射防护



学习目标

1. 掌握:医用诊断 X 射线的防护原则。
2. 熟悉:核医学检查的辐射防护方法和放射防护监测的基本内容。
3. 了解:肿瘤放射治疗的防护基本要求。

第一节 医用诊断 X 射线的防护

一、防护原则

正当性和最优化是医疗照射防护的基本原则,也是医学诊断 X 射线检查所必须遵循的原则。

1. 严格遵守诊断 X 射线检查的最优化原则 临床各科医师要充分重视患者防护,严格掌握各种医疗照射的适应证,尽量避免对患者造成不必要的照射。在必须采用射线诊断的前提下,也要尽量选择最佳方法,并把医用辐射设备工作条件调节到最优化状态,从而将射线剂量合理降到最低水平。要掌握好 X 射线检查的适应证,正确合理使用 X 射线诊断的医疗照射;尽量避免不必要的重复检查;尤其要慎重进行妇女与儿童施行 X 射线诊断检查的正当性判断。确认照射检查对被检者的病情诊治和健康有好处,也就是得到的效益明显大于付出的全部代价时,所进行的放射性工作就是正当的,是值得进行的。

2. 诊断 X 射线检查的防护最优化应从诊断 X 射线设备的规范操作及质量保证与质量控制入手。规范操作可以避免不必要的重复照射,严格的质量保证与质量控制可以保证 X 射线装置处在最优化的工作状态,为医学诊断提供最佳影像。

二、诊断 X 射线机防护性能的要求

医用 X 射线的有效防护,重点在于 X 射线机本身的固有安全防护和 X 射线机房的固定防护设施。其中,对 X 射线机的要求有:X 射线管必须装在配有限束装置的 X 射线管套内,构成 X 射线源组件的一部分,才可以使用;X 射线管组件辐射窗不能比指定应用所需要的最大射线束所需要的大。必要时可借助接近焦点装配的光阑,将辐射窗限制到合适的尺寸上;除了牙科 X 射线机外,当 X 射线源组件在相当于规定的最大输入能量加载条件下以标称 X 射线管电压运行时,源组件的泄漏辐射距焦点 1m 处,在任一 100cm^2 区域内的平均空气比释动能应不超过 $1.0\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$;各种医用诊断 X 射线机,对于可在正常使用中采用的一切配置,投向患者体表的 X 射线束的第一半价层必须分别满足表 12-1 的要求。

除了乳腺摄影 X 射线机外,X 射线管组件中遮挡 X 射线束材料的质量等效过滤必须符合如下规定:在正常使用中不可拆卸的材料,应不小于 0.5mmAl ;必须用工具才能拆卸的固定附加过滤片与不可拆卸材料总过滤,应不小于 0.5mmAl 。



表 12-1 医用诊断 X 射线机的半价层

应用类型	X 射线管电压(kV)		可允许的最小 第一半价层(mmAl)
	正常使用范围	所选择值	
特殊应用	≤ 50	30	0.3
		40	0.4
		50	0.5
		50	1.5
		60	1.8
其他应用	≥ 30	70	2.1
		80	2.3
		90	2.5
		100	2.7
		110	3.0
		120	3.2
		130	3.5
		140	3.8
		150	4.1

除了牙科 X 射线机和乳腺摄影 X 射线机外,投向患者 X 射线束中的材料所形成的质量等效总过滤,应不小于 2.5mmAl。

三、X 射线计算机断层摄影(CT 机)放射防护要求

1. X 射线源组件安全应符合 GB9706.11 和 GB9706.12 的要求。X 射线源组件应当有足够铅当量的防护层,使距焦点 1m 远处球面上漏射线的空气比释动能率 $<1.0\text{mGy/h}$ 。随机文件中应由设备生产单位提交符合法定资质的有效证明材料。
2. CT 机的随机文件中应提供等比释动能图,描述设备周围的杂散辐射的分布。
3. CT 机定位光精度、层厚偏差、CT 值、噪声、均匀性、CT 值线性、高对比分辨率、低对比可探测能力、诊断床定位精度、扫描架倾角指标等,应符合 GB17589 的要求。
4. CT 机在使用时,应参考相关规定中的成人和儿童诊断参考水平,如高于诊断参考水平时,应检查扫描参数,确定在不影响影像质量时采取降低剂量的修正措施。

四、放射防护设施

国家职业卫生标准《医用 X 射线诊断卫生防护监测规范》对医用诊断 X 射线机机房的防护设施作出了技术要求。

(一) 医用诊断 X 射线机机房防护设施的要求

1. 医用诊断 X 射线机机房的设置必须充分考虑邻室及周围场所的防护与安全,一般可设在建筑物底层的一端。
2. 机房应有足够的使用面积。新建 X 射线机房,单管头 200mA X 射线机机房应不小于 24m^2 ,双管头的宜不小于 36m^2 。牙科 X 射线机应有单独机房。
3. 摄影机房中有用线束朝向的墙壁应有 2mm 铅当量的防护厚度,其他侧墙壁应有 1mm 铅当量的防护厚度。透视机房各侧墙壁应有 1mm 铅当量的防护厚度。设于多层建筑中的机房,天棚、地板应视为相应侧墙壁考虑,充分注意上下邻室的防护与安全。机房的门、窗必须合理设



置,并与其所在墙壁相同的防护厚度。

4. 机房内布局要合理,不得堆放与诊断工作无关的杂物。机房要保持良好的通风。机房门外要有电离辐射标志,并安设醒目工作指示灯。

5. 被检者的候诊位置要选择恰当,并有相应的防护措施。

6. X射线机摄影操作台应安置在具有0.5mm铅当量防护厚度的防护设施内。

7. 每台X射线机应配备适量的符合防护要求的各种辅助防护用品,如铅橡胶手套、铅橡胶围裙、铅防护座椅等。

8. 各X射线机房内应注意配备专门供被检者使用的各种辅助防护用品,以及固定特殊被检者体位的各种设备。

(二) CT机房的防护要求

1. CT机房的设置应充分考虑邻室及周围场所的人员驻留条件,一般应设在建筑物的一端。

2. CT机房应有足够的使用空间,面积应不小于 30m^2 ,单边长度不小于4m。机房内不应堆放无关杂物。

3. CT机房的墙壁应有足够的防护厚度,机房外人员可能受到照射的年有效剂量小于 0.25mSv (相应的周有效剂量小于 $5\mu\text{Sv}$),距机房外表面0.3m处空气比释动能率 $<2.5\mu\text{Gy/h}$ 。

4. CT机房门外明显处应设置电离辐射警告标志,并安装醒目工作状态指示灯。

5. CT机房应保持良好的通风。

(三) 辅助防护设施

1. 技术方面 可以采取屏蔽防护和距离防护原则。屏蔽防护是指使用原子序数较高的物质,常用铅或含铅的物质,作为屏障以吸收不必要的X射线。距离防护是指利用X射线曝射量与距离平方成反比这一原理,通过增加X射线源与人体间距离以减少曝射量。从X射线管到达人体的X射线,有原发射线和继发射线两类,继发射线是原发射线照射穿透其他物质过程中发生的,其能量比原发射线小,但影响较大。通常采用X射线管壳、遮光筒和光圈、过滤板、荧屏后铅玻璃、铅屏、铅橡皮围裙、铅手套以及墙壁等,进行屏蔽防护。增加人体与X射线源的距离以进行距离防护,是简易的防护措施。

2. 放射线工作者方面 应遵照国家有关放射防护卫生标准的规定,制定必要的防护措施,正确进行X射线检查的操作,认真执行保健条例,定期监测射线工作者所接受的剂量。在X射线环境工作时穿戴铅围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜、铅手套、铅面罩及性腺防护等,并利用距离防护原则,加强自我防护。

3. 工作人员及患者的防护用品 包括X射线防护服、X射线防护眼镜、X射线防护围脖、X射线防护帽子、X射线防护手套、性腺防护、乳腺防护、护手、护臂等。

4. 防护装置 包括移动式X射线防护屏风、悬吊式X射线防护屏风、X射线防护床边帘、升降式移动X射线防护帘、X射线防护玻璃等。

五、医用X射线诊断防护安全操作要求

1. 医用X射线诊断工作者必须熟练掌握业务技术和射线防护知识,认真配合有关临床医师做好X射线检查的正当性判断,正确掌握其适用范围,并注意查阅以往检查资料,避免不必要的额外检查,合理使用X射线诊断。

2. 医用诊断X射线机应按有关规定进行质量控制检测。

3. 根据不同诊断检查类型和需要,选择使用合适的设备以及各种相应的辅助防护用品(包括供被检者使用的)。

4. 参照国际基本安全标准(IAEA)有关放射诊断的医疗照射指导水平,认真选择各种操作参数,力求被检者所受到的照射达到预期诊断所需的最低剂量。



5. 除了临床必需的透视检查外,应尽量采用摄影检查。
6. 采用普通荧光屏透视的工作人员在透视前必须做好充分的暗适应。在不影响诊断的前提下,应尽可能采用"高电压、低电流、厚过滤"和小照射野进行工作。
7. 进行消化道检查时,要特别注意控制照射条件和避免重复照射,对工作人员和受检者都应采取有效的防护措施。
8. 摄影时,工作人员必须根据使用的不同 X 射线管电压更换附加过滤板。
9. 摄影时,工作人员应严格按所需的投照部位调节照射野,以便有用线束限制在临床实际需要的范围内,并与成像器件相匹配。对被检者的非投照部位应采取适当的防护措施。
10. 摄影时,工作人员应在屏蔽室(区)等防护设施内进行曝光操作,并应通过观察窗等密切关注受检查。
11. 进行 X 射线摄影检查时,工作人员应注意合理选择胶片以及胶片与增感屏的组合,并重视暗室操作技术的质量保证。
12. 进行 X 射线检查时,只要可行,就应对被检者的辐射敏感器官(如性腺、眼晶状体、乳腺和甲状腺等)采取适当的屏蔽保护。
13. 施行 X 射线检查时应注意候诊被检者的防护。摄影中除正在接受检查的被检者外,其他人员不应留在机房内。透视时拟同时进入机房候诊的被检者要恰当安置,并有相应的屏蔽防护措施。
14. 只有在把被检者送到固定设备进行检查不现实或医学上不可接受的情况下,在采取相应防护措施(包括距离和屏蔽防护等)后,才可使用移动或携带式 X 射线机施行检查。携带式 X 射线机不宜用于常规透视。
15. 在 X 射线检查中,对儿童等特殊被检者可采取相应固定体位措施。对有正当理由需要检查的孕妇应注意尽可能保护胚胎或胎儿。当被检者需要扶携时,对扶携者也应采取相应的防护措施。
16. 在放射诊断临床教学中,对学员必须进行射线防护知识教育,并注意对他们的防护;对示教病例严禁随意增加曝光时间。

六、CT 操作中的防护要求

1. CT 工作人员应接受上岗前培训和在岗定期再培训并取得相应资格,熟练掌握专业技能和防护知识,在引入新设备、新技术、设备大修及改装后,应需要有针对性的培训。
2. CT 工作人员应按照有关规定要求,重视并采取相应措施以保证被检者的放射防护与辐射安全。CT 被检者所受医疗照射的防护应符合规定。
3. CT 工作人员应针对临床实际需要,正确选取并优化设备工作参数,在满足诊断需要的同时,尽可能减少被检者所受照射剂量。尤其应注意对儿童的 CT 检查,应正确选取扫描参数,以减少受照剂量,使儿童的 CT 应用达到最优化。
4. CT 工作人员应定期检查控制台上所显示出患者的剂量指示值($CTDI_w$ 、 $CTDI_{vol}$ 和 DLP),发现异常应找出原因并加以纠正。
5. 应慎重进行对孕妇和儿童的 CT 检查,对儿童被检者要采取固定措施。
6. 开展 CT 检查时,应做好非检查部位的防护,使用防护用品和辅助防护措施:铅橡胶,铅围裙(方形)或方巾,铅橡胶颈套,铅橡胶帽子,严格控制对诊断要求之外部位的扫描(定位平扫除外)。
7. 在 CT 检查过程中应对被检者与患者进行全程监控,防止发生意外情况。
8. 施行 CT 检查时,其他人员不得滞留在机房内。当被检者或患者须携扶时,应对携扶者采取必要的防护措施。



9. 在 CT 检查的教学实践中,学员的放射防护应按规定执行。

七、妇女 X 射线检查的防护

(一) 检查原则

1. 为保障育龄妇女、孕妇及其后代的健康和安全,必须使被检者的照射剂量降低到合理的最低水平,避免不必要的照射。
2. 限制对育龄妇女进行 X 射线普查,如 X 射线透环、乳腺 X 射线摄影等,降低集体受照剂量。严格控制对孕妇进行腹部 X 射线检查,以减少胚胎、胎儿的受照危害。
3. 临床医师对就诊的育龄妇女、孕妇必须优先考虑选用非 X 射线的检查方法,根据临床指征确实认为 X 射线检查是合适的检查方法时,方可申请 X 射线检查,并应尽量采用 X 射线摄影代替 X 射线透视检查。
4. 对有生育计划的育龄妇女进行腹部或骨盆部位的 X 射线检查时,应首先问明是否已经怀孕,了解月经情况,严格使检查限制在月经来潮后的 10 天内进行,对月经过期的妇女,除有证据表明没有怀孕的以外,均应当作孕妇看待。
5. 妇女妊娠早期,特别是在妊娠 8~15 周时,非急需不得实施腹部尤其是骨盆部位的 X 射线检查,原则上不对孕妇进行 X 射线骨盆测量检查,如确实需要也应限制在妊娠末 3 个月内进行,并在医嘱单上记录申请此项检查的特殊理由,经有资格的放射科专家认同后方可实施。
6. 孕妇分娩前,不应进行常规的胸部 X 射线检查。
7. 避免对育龄妇女、孕妇的重复 X 射线检查。

(二) 放射科工作人员应遵守的原则

1. 放射科工作人员接到育龄妇女、孕妇的 X 射线检查申请单时,首先要进行审查,对末次月经、妊娠情况填写不清者,应询问清楚并根据患者病情主动与临床医师磋商,决定是否进行下腹部 X 射线检查。如确认没有必要做 X 射线检查时,有权退回 X 射线检查申请单。
2. 必须熟练掌握业务技术、放射防护知识,并针对育龄妇女、孕妇生理特点,制备足够铅当量的各种适用的屏蔽物。
3. 应用于育龄妇女、孕妇检查的 X 射线机必须符合《医用 X 射线诊断放射卫生防护要求》的规定。
4. 制定出最佳 X 射线检查方案,选择最佳的投照条件或摄影条件组合,以减少被检者的受照剂量。
5. 根据诊断需要,严格进行射线束的准直,限制照射野范围,并对非受检部位(特别是孕妇的下腹部)采取有效的屏蔽防护,以减少不必要的照射。
6. 透视前,做好充分的暗适应,以缩短曝光时间,在不影响诊断的前提下,选用高电压、低电流、厚过滤、小射野的透视条件。
7. 在进行 X 射线检查时,应使被检者采取正片的体位,以减少眼、甲状腺、乳腺、卵巢等放射敏感器官的受照。
8. 尽量采用先进的技术和设备,如影像增强器、稀土增感屏和与其匹配的 X 射线胶片。
9. 做好 X 射线检查的质量保证工作,避免不必要的重复照射。

八、儿童 X 射线检查的防护

(一) 检查原则

1. 儿童 X 射线检查所受的医疗照射,必须遵循 X 射线检查的正当性和放射防护最优化原则,在获得必要诊断信息的同时,使受检儿童受照剂量保持在可以合理达到的最低水平。
2. 对儿童施行 X 射线诊断检查,必须注意到儿童对射线敏感、其身躯较小又不易控制体位



等特点,采取相应有效防护措施。儿童X射线群检必须加以控制。

3. 必须建立并执行X射线诊断的质量保证计划,提高X射线诊断水平,减少儿童被检者所受照射剂量。

4. 各种用于儿童的医用诊断X射线机的防护性能、工作场所防护设施及安全操作均须符合《医用X射线诊断放射卫生防护要求》的规定。

(二) 专用于儿童X射线诊断设备的防护要求

1. 透视用X射线机必须配备影像增强、限时装置及影像亮度自动控制系统。

2. 摄影用X射线机必须具备能调节有用线束矩形照射野并带光野指示的装置。

3. X射线机应配备供不同检查类型、不同儿童年龄使用的固定体位的辅助设备。

4. 非专用于儿童的X射线机,用于儿童X射线检查时应按要求执行。

(三) X射线防护设备和用品的防护要求

1. X射线机房必须具备为候诊儿童提供可靠防护的设施。

2. 专供儿童X射线检查用的机房内要合理布局,并按儿童喜欢的形式装修,以减少儿童恐惧心理,最大限度地争取儿童合作。

3. 使用单位必须为不同年龄儿童的不同检查配备有保护相应组织和器官的具有不小于0.5mm铅当量的防护用品。

(四) 对临床医师的要求

1. 应严格掌握儿童X射线的诊断适应证。对患儿是否进行X射线检查应根据临床实际需要和防护原则进行分析判断,确有正当理由方可申请X射线检查。

2. 在对患儿进行诊断时,应优先考虑采用非电离辐射检查法。

3. 在X射线透视下进行骨科整复和取异物时,不得连续曝光,并注意尽量缩短时间。

(五) 对X射线工作者的要求

1. 必须熟练掌握儿科放射学业务技术和射线防护知识,仔细复查每项儿童X射线检查的申请是否合理,有权拒绝没有正当理由的X射线检查。

2. 除临床必需的X射线透视检查外,应对儿童采用X射线摄影检查。

3. 透视前必须做好充分的暗适应,透视中应采用小照射野透视技术。

4. 对儿童进行X射线摄影检查时,应严格控制照射野,将有用线束限制在临床实际需要的范围内。照射野面积一般不得超过胶片面积的10%。

5. 对儿童进行X射线摄影检查时,应采用短时间曝光的摄影技术。

6. 对婴幼儿进行X射线摄影时,一般不应使用滤线栅。

7. 对儿童进行X射线检查时,必须注意非检查部位的防护,特别应加强对性腺及眼晶状体的屏蔽防护。

8. 使用移动式设备在病房或婴儿室内做X射线检查时,必须采取防护措施减少对周围儿童的照射,不允许将有用线束朝向其他儿童。

9. 未经特殊允许,不得用儿童做X射线检查的示教和研究病例。

10. 对儿童进行X射线检查时,应使用固定儿童体位的设备。除非特殊病例,不应由工作人员或陪伴者扶持患儿。必须扶持时,应对扶持者采取防护措施。

第二节 肿瘤放射治疗的放射防护

肿瘤放射治疗是治疗恶性肿瘤的主要手段之一。放射治疗可以分成应用高能X射线、电子线及 γ 射线的外照射治疗以及利用放射性核素进行腔内或组织间治疗的内照射治疗。无论何种治疗技术,放射治疗无不涉及高射线能量的大剂量照射,因此在对患者进行治疗的同时,其射



线的防护与合理应用显得尤为重要。由于深部治疗 X 射线机产生的射线能量较低,其临床上应用已经淘汰。目前放射治疗内、外照射防护要求主要由国家标准《医用电子加速器卫生防护标准》(GBZ 126—2002)、《医用 γ 射束远距治疗防护与安全标准》(GBZ/T 161—2004)、《体外束放射治疗中患者的放射卫生防护标准》(GB16362—1996)及《后装 γ 源近距离治疗卫生防护标准》(GBZ121—2002)进行规范。

一、医用电子直线加速器的卫生防护

医用电子直线加速器作为一种大型、高能射线装置,其辐射防护要求应充分考虑其设备运行的稳定性、射线输出的稳定性、机房设计的安全性及操作的规范性。国家标准《医用电子加速器卫生防护标准》对此具有明确界定。

(一) 医用电子直线加速器性能要求

加速器辐射安全、电气、机械安全技术要求及测试方法必须符合国家的相关规定(GB 9706.5)。为了防止超剂量照射,其控制台必须显示辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、吸收剂量率、治疗方式、楔形过滤器类型及规格等辐照参数预选值。必须具备足够的连锁控制装置及剂量控制装置,以防止误照射及超剂量照射。另外,有用线束内杂散辐射,如电子线治疗时射线束中的 X 射线污染、治疗机机头散漏射线以及射线束输出稳定性必须满足国家标准要求。

(二) 治疗室的防护要求

治疗室选址和建筑设计必须符合相应的放射卫生防护法规和标准要求,保障周围环境安全。有用线束直接投照的防护墙(包括天棚)按初级辐射屏蔽要求设计,其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计。X 射线标称能量超过 10MeV 的加速器,屏蔽设计应考虑中子辐射防护。治疗室和控制室之间必须安装监视和对讲设备。治疗室应有足够的使用面积。治疗室入口处必须设置防护门和迷路,防护门必须与加速器联锁。治疗室外醒目处必须安装辐照指示灯及辐射危险标志。治疗室通风换气次数应达到每小时 3~4 次。

(三) 防护安全操作要求

加速器使用单位必须配备工作剂量仪、水箱等剂量测量设备,并应配备扫描仪、模拟定位机等放射治疗质量保证设备。使用单位必须有合格的放射治疗医生、物理人员及操作人员;操作人员必须经过放射卫生防护和加速器专业知识的职业卫生培训,并经过考核合格后方可上岗。治疗期间,必须有两名操作人员值班,除接受治疗的患者外,治疗室内不得有其他人员。如发生意外,须立即停止治疗,及时将患者移出辐射野,并注意保护现场,便于正确估算患者受照剂量,作出合理评价。

二、医用 γ 照射远距离治疗的防护

(一) 治疗室设施要求

治疗室可单独建造,采用迷路形式与操纵室相通。治疗室应有足够的使用面积,一般不应小于 30m²。布置治疗机时,有用线束不应朝向迷路。治疗室应有良好的通风,一般为每小时换气 3~4 次。

(二) γ 治疗设备的安全防护要求

γ 治疗机采用放射性核素作为辐射源,因此在非治疗期间的储源位置及放射源处于治疗位置时,其治疗机机头漏射线不能超过规定标准,放射源所形成的治疗设备的 β 射线污染水平必须控制在合理范围。为防止照射野外区域受到不必要的照射,其准直器透射线强度也必须符合规定。推动放射源开启、关闭的气路系统必须提供充足气压,保证放射源抽屉送源过程中不出现卡刹或中途停留现象。机头和准直器必须能在任何需要的位置锁紧,并有防止机头压迫患



者的保护措施,当停电或意外事故中断治疗时,放射源应能自动恢复到贮存位置。

三、外照射放射治疗中对患者的防护

(一) 体外放疗中患者防护的基本原则

1. 放射治疗医师必须根据临床检查结果,对患者肿瘤诊断、分期和治疗方式利弊进行分析,选取最佳治疗方案,并制订最佳治疗计划。

2. 良性疾病尽量不采用放射治疗。严格控制对放射治疗敏感的良性疾病的体外放疗。

3. 在保证肿瘤得到足够精确的致死剂量,使其得以有效抑制或消除的前提下,按病变情况采用适当技术措施,保护射野内外的正常组织和器官,使受照剂量尽可能小,以获取尽可能大的治疗效果。

4. 放射治疗医师必须定期对治疗中患者进行检查和分析,根据病情变化需要调整治疗计划。密切注意体外放疗中出现的放射反应和可能出现的放射损伤,采取必要的医疗保护措施。

5. 体外放疗用设备、场所和环境必须符合有关辐射安全标准。

(二) 体外放疗操作的要求

1. 首次体外射束放疗前,必须由上级或另一位放射治疗医师负责核对治疗计划。

2. 放射治疗医师应对病变组织精确定位,并在患者受照皮肤表面作出射野标记。首次体外放疗前,主管放射治疗医师必须指导放射治疗技术员正确摆位,落实照射计划。

3. 放射治疗技术员必须认真核对处方剂量的预定照射时间或加速器剂量监测器读数,确保患者靶区和正常组织的受照剂量在规定范围内。

4. 体外放疗时,必须根据肿瘤位置和对靶区剂量分布要求,正确使用楔形过滤板和组织补偿块,以对组织不均匀性、人体曲面或斜入射造成的对剂量分布的影响进行修正,使其符合治疗要求,保证靶区吸收剂量的均匀性在 $\pm 5\%$ 以内。

5. 必须根据患者靶区的范围选用或制作合适的射线挡块,对非照射部位,特别是敏感器官和组织,进行屏蔽防护。对于儿童患者应重点注意对骨骺、脊髓、性腺及眼晶状体的防护。

6. 在照射过程中,必须采取措施保持患者治疗体位不变。对于儿童患者,可使用体位固定装置或适当使用镇静药或麻醉药。

7. 患者治疗时,必须详细记录设备运行情况。发现异常时,应分析产生原因并及时修正。

8. 在照射过程中,必须通过观察窗或闭路电视监视病人,发现体位变化及其他情况,应立即停止照射,并记录下已照射时间。继续治疗时,必须重新摆位,完成预定照射时间或治疗剂量。

9. 照射结束后,发现远距治疗 γ 射线机的 ^{60}Co 放射源未退回贮存位置时,必须迅速将患者从治疗室内转移出去。放射治疗技术员应详细记录患者在完成照射后在治疗室内滞留时间和所处位置,并估算超量受照剂量。

第三节 核医学检查的辐射防护

放射性药物的使用给医学的诊断与治疗提供了较先进的手段,但也存在一定的弊端,例如,它可以造成放射性物质的扩散、产生放射性污染和放射性废物,从而直接影响环境及核医学工作者和公众的健康。应在满足诊断和治疗需要的前提下,尽可能减少一些不必要的照射,从辐射防护最优化的原则出发,保证核医学工作者的辐射安全,把可能的危害减到最小程度。

一、临床核医学场所的放射防护要求

1. 按照工作场所的分级,对活性实验室、病房、洗涤室、显像室等场所室内表面及装备结构要有不同的防护要求,如表 12-2 所示。



表 12-2 按不同级别工作场所室内表面和装备的要求*

工作场所分级	地面	表面	通风橱**	室内通风	管道	清洗及去污设备
I	地板与墙壁接缝无缝隙	易清洗	需要	应设抽风机	特殊要求***	需要
II	易清洗且不易渗透	易清洗	需要	有较好通风	一般要求	需要
III	易清洗	易清洗		一般自然通风	一般要求	只需清洗设备

注：* 依据国际放射防护委员会(ICRP)第 57 号出版物。

** 仅指实验室。

*** 下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修

2. 生产和操作放射性核素或药物的通风橱，在半开的条件下风速不应小于 1m/s。排气口应高于附近 50m 范围内建筑物屋脊 3m，并设有活性炭过滤装置或其他专用过滤装置，排出空气浓度不应超过有关限值。

二、放射性药物操作的放射防护要求

1. 操作放射性药物应有专门场所，如给药不在专门场所进行时，则需采取适当防护措施。药物使用前应有屏蔽。

2. 给药用的注射器应有屏蔽。难以屏蔽时应缩短操作时间。

3. 操作放射性药物应在衬有吸水纸的托盘内进行，工作人员应穿戴个人防护用品。

4. 放射性碘化物操作应在通风橱内进行，操作人员应注意甲状腺保护。

5. 在控制区和监督区内不得进食、饮水、吸烟，也不得进行无关工作以及存放无关物件。

6. 为体外放射免疫分析目的而使用含³H、¹⁴C 和¹²⁵I 等核素的放射免疫药盒可在一般化学实验室进行，无需专门防护。

7. 工作人员操作后离开工作室前应洗手和作表面污染监测，如其污染水平超过相应的导出限值，应采取去污措施。

8. 从控制区取出任何物件都应进行表面污染水平监测，以保证超过有关导出限值的物件不携出控制区。

三、临床核医学治疗的放射防护要求

1. 使用治疗量 γ 放射体药物的区域应划为控制区。用药后病人床边 1.5m 处或单人病房应划为临时控制区。控制区入口处应有放射性标志，除医护人员外，其他无关人员不得入内，病人也不应该随便离开该区。

2. 配药室应靠近病房，尽量减少放射性药物和已接受治疗的病人通过非限制区。

3. 根据使用放射性核素的种类、特性和活度，确定病房的位置及其防护墙、地板、天花板厚度。病房应有防护栅栏，以与病人保持足够距离，或使用附加屏蔽。限制工作人员在附近工作时间。

4. 接受治疗的病人应使用专用便器或设有的专用浴室和厕所。

5. 治疗病人的被服和个人用品使用后应作去污处理，并经表面污染辐射监测，证明在导出限值以下后方可作一般处理。

6. 使用过的放射性药物腔内注射器、绷带和敷料，应作污染物件处理或作放射性废物处理。

第四节 放射防护监测

放射防护监测的目的主要是控制和评价辐射危害。放射防护监测的内容包括：一是对辐射



场剂量进行测量;二是将测量结果与国家标准进行比较,对其安全程度作出评价,也就是对测量结果是否符合安全标准作出判断,确定放射工作是否可以继续进行。评价中可以提出某些潜在的危险,建议进行调查;指出某些不符合防护要求的地方,建议改进。防护测量不是目的,必须进行评价才能使测量具有防护的意义。防护监测包括场所监测和个人剂量监测两方面的内容。

一、场所放射防护监测

场所放射防护监测包括射线机房内、外环境辐射场的测定。

1. 医用诊断 X 射线机和机房的监测项目 根据医用诊断 X 射线机辐射防护要求,诊断 X 射线机和机房的检测包括:有用线束入射体表处,空气照射量率或比释动能率的监测;X 射线管头组装体泄漏辐射水平和工作人员防护区散射线的辐射水平等内容。通过监测可以发现潜在危险区,从而采取必要的防护措施,达到防护要求,估算处于该场所的人员在特定时间内的受照剂量,对改善防护条件和屏蔽设计提供有价值的信息。

2. 外环境是指 X 射线机房门口、窗户、走廊、楼上、楼下及周围邻近房间。外环境辐射监测的结果是评价放射性工作单位,在使用射线装置过程中对周围居民有无影响的依据。若监测结果超过国家标准,就应该提出改进措施,使其达到标准。

二、个人剂量监测

任何放射工作单位都应该根据员工所从事的具体工作和源的具体情况,负责安排职业照射监测和评价。职业照射的评价主要应以外照射个人监测为基础。

1. 对于任何在控制区工作,或有时进入控制区工作且可能受到显著职业外照射的工作人员,或其职业外照射年有效剂量可能超过 5mSv/a 的工作人员,均应进行外照射个人监测。

2. 对于在监督区工作或偶尔进入控制区工作、预计其职业外照射年有效剂量为 $1\sim 5\text{mSv/a}$ 的工作人员,应尽可能进行外照射个人监测。

3. 对于职业外照射年剂量水平可能始终低于法规或标准相应规定值的工作人员,可不进行外照射个人监测。

所有从事或涉及放射工作的个人,都应接受职业外照射个人监测。职业外照射个人监测所要测量的量是个人剂量当量。

本章小结

医疗照射是指应用电离辐射实施医学诊断及治疗的医学实践活动,包括应用 X 射线进行医学影像学检查、应用各种电离辐射进行的肿瘤放射治疗及应用放射性核素进行的医学影像检查及治疗。医疗照射辐射防护的基本原则是辐射实践的正当化、辐射防护的最优化以及严格的个人剂量限制。辐射实践的正当化要求从业者必须在不同的医学检查与治疗技术之间进行合理的权衡,正确理解不同放射检查、治疗技术的临床适应证,在辐射所引起的损害与带来的利益间权衡利弊。辐射防护的最优化及个人剂量限制则要按照辐射产生的随机性效应及确定性效应分类,保障辐射防护所提供的职业人员与被检者个人防护在保障不发生确定性效应的前提下,将随机性效应发生率控制在可合理做到的最低水平。医疗照射实践活动不同,其应用射线进行诊断、治疗的技术方法不同,其辐射防护的基本方法、步骤及要求也不同。医疗照射实践中,必须充分考虑育龄妇女及儿童的辐射防护,确保其多接受的辐射照射水平控制在剂量限值之内。



思考题

1. 什么是医疗照射的正当性和放射防护的最优化?
2. 妇女和儿童 X 射线检查的防护应注意哪些?
3. 放射工作人员及患者的防护用品主要包括哪些?
4. 放射防护监测的内容主要包括哪两方面?

(王文红)

