

基层医院及小企业应重视对 X 射线的防护

林黎娟

中图分类号: T147 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)02-0171-02

【摘要】 就医用 X 射线正确使用及防护和工业 X 射线探伤的卫生防护以及 X 射线辐射可能引发的临床症状及诊断进行了分述。目的是引起基层医院及小企业对 X 射线防护的重视, 减少和避免 X 射线对人体的损害, 使其发挥更好效能。

【关键词】 X 射线; 防护; 损伤

X 射线是德国著名物理学家维· 康· 伦琴 1895 年 11 月 8 日发现的, 它具有波长短、穿透作用、荧光作用、感光作用及生物效应等特性。自 X 射线发现以来, 根据 X 射线的这些特性应用各个领域如: 医学、工业、农业、交通、边检等。在医学上利用 X 射线的穿透作用、荧光作用和感光作用的特性, 临床上用于透视或摄影检查我们肉眼所看不到的人体内部的器官, 如肺、心、肝、肾、胃等; 利用 X 射线的生物效应, 医学上还可以对各种肿瘤进行放射治疗等。在工业上利用 X 射线进行探伤检测金属焊接质量及金属结构情况。但是, X 射线一旦射入人体后被吸收产生的生物效应对人体产生辐射损伤, 损伤的程度随吸收剂量多少而定。一般来说, 过小剂量对人的身体无损害, 而大剂量或累计过多剂量可导致组织细胞破坏及血液循环系统方面的病变。目前, 大型医院和大型企业由于经济条件好, 领导重视, 绝大多数对 X 射线的防护都达到了国家的防护标准, 而基层医院或个体医院及一些小企业, 由于条件差、领导不重视, 所以, 对 X 射线的防护没有高度认识, 甚至漠不关心, 导致从事放射工作人员受到辐射损伤的威胁。为此, 基层医院及小企业应重视对 X 射线的防护。

1 医用 X 射线的正确使用方法及防护要求

1.1 常规透视和摄影 医用 X 射线检查的常规形式是透视及摄影, 被检者的胸透或腹透一般应在 3~5 min 内完成。其射线剂量约为 $0.0258 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ 允许剂量的 1/10。特殊造影检查, 射线剂量约为 $0.0156 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ 。如能正确地操作使用, 检查者及被检查者的安全还是相当有保证的。

1.2 工作人员防护 从事专职 X 射线工作的人员, 虽然有的防护条件非常完善, 但因长期接触 X 射线, 仍需按照人体可接受的容许剂量范围内进行工作, 避免发生职业性的辐射损伤。因此, 必须特别注意各种防护设备的设置使用和防护制度的制订、实施及检查。国际及国内对 X 射线量早已有具体规定。我国电离辐射的最大容许剂量每天不得超过 $0.129 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ 在特殊情况下每周剂量不得超过 $0.774 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ 。如果仅局部受到照射者, 如手、足等处, 每周的容许剂量可

以增至 5 倍。即 $3.87 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ 。但对眼、生殖器、造血系统等敏感器官, 决不允许超过每周 $0.774 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ 剂量。

1.3 被检者的防护 被检者的防护问题, 是防护工作的重中之重。以前由于人们对 X 射线防护认识的淡漠, 忽视了对被检者以及陪护人员的防护, 而导致被检者以及陪护人员不必要的 X 射线辐射, 甚致医疗纠纷。对于 X 射线的防护一般来说有距离的防护、时间的防护和屏蔽的防护。由于 X 射线剂量与距离平方成反比, 所以, 越近 X 射线管窗口其剂量率越高。因此, 透视或摄影时应使被检者与 X 射线管之间保持一定距离(透视一般至少 3.5 cm, 摄影依摄影位置而定)。X 射线照射时间越长, 被检者接受的 X 射线剂量越多, 所以, 在保证影像质量的前提下, 尽量缩短曝光时间。此外, 管球窗须加滤片或充分利用遮线器下面的滤过板(大多数医院不习惯使用)以减少穿透力不强、波长长、易被人吸收的软 X 射线, 同时对产生 X 射线的管球四壁用铅套严密封闭, 避免漏线。对于敏感部位检查, 要缩小视野; 对被检器官周围敏感部位要充分利用铅皮或铅胶皮等防护用具来屏蔽。最后还要严格掌握检查的指征及次数, 控制不必要的检查和检查次数, 确保被检者的防护。要向陪护人员说明 X 射线防护的重要性, 尽量不让陪护人员滞留在检查室内。

1.4 对周围环境和工作中的要求

- (1) 在机房显要位置按要求放置“当心电离辐射”等标示牌。
- (2) 医务人员在开机工作前, 一定要示牌告知, 避免一切非工作人员在机房周围停留。
- (3) 患者接受 X 射线各项检查, 一周内最好不要超过 1 次。
- (4) 放射工作人员要本着对患者负责的态度, 力争检查时间短, 准确率高。
- (5) 放射科应准备必要的防护用具。
- (6) 工作室四周墙要设铅皮夹层墙或其他防护材料, 一般高度从地面起 2.5 m 高。X 射线管球必须用铅皮包裹封闭。

2 工业 X 射线探伤的卫生防护

2.1 从事工业 X 射线探伤的职业危害 主要职业危害是, 由于工业 X 射线探伤的 X 射线剂量大, 因此, 作业人员受到大剂量 X 线的外照射后, 可能引起外照辐射损伤。(下转第 173 页)

作者单位: 辽东学院医学院影像系, 辽宁 丹东 118002
作者简介: 林黎娟, 女, 讲师, 从事医学影像学研究。

西墙外最大空气比释动能率为 $0.36 \mu \text{ Gy/h}$ 。如加速器向该方向每天有 100 个照射野, 平均每个照射野用 1 min 计算, 墙外人员居留因子取最大值 1, 那么人员所受剂量为 $0.36 \mu \text{ Gy/h} \times 100 \div 60 \times 365 \text{ d} = 219 \mu \text{ Gy} = 0.219 \text{ mGy} \approx 0.219 \text{ nSv}$ 。小于本报告对公众所取年剂量目标限值 (1 mSv)。

屋顶最大空气比释动能率为 $0.73 \mu \text{ Gy/h}$ 。如加速器向该方向每天有 100 个照射野, 平均每个照射野用 1 min 计算, 墙外人员居留因子取最大值 1, 那么人员所受剂量为 $0.73 \mu \text{ Gy/h} \times 100 \div 60 \times 365 \text{ d} = 444 \mu \text{ Gy} = 0.444 \text{ mGy} \approx 0.444 \text{ nSv}$ 。也小于本报告对公众所取年剂量目标限值 (1 mSv)。况且屋顶无人员居留。

机房外各点的年累计剂量均小于本报告对公众所取年剂量目标限值 (1 mSv)。辐射防护屏蔽效果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中的规定要求。

参考文献:

- [1] GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准 [S].
- [2] 张丹枫、赵兰才编著. 辐射防护技术与防护 [M]. 南宁: 广西民族出版社, 2003.
- [3] GBZ 126-2002 医用电子加速器卫生防护标准 [S].

(收稿日期: 2007-01-26)

计算公式:

$$\Omega = 2\pi (1 - \cos\theta) = 2\pi \left(1 - \frac{c}{d}\right) \quad (3)$$

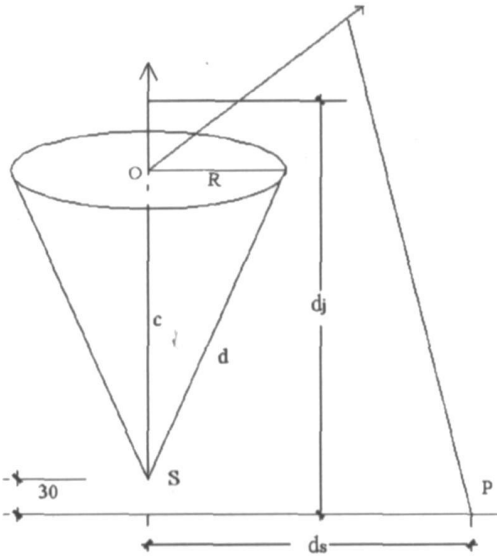


图2 圆锥立体角天空反散射示意图 (cm)

保守的方法是靶点 S 向 2π 方向出束的裸源, 如图 2 所示, 圆锥的底面是以束轴中心为圆心, 以机房顶层矩形 ABCD 四个角顶中 D 点至中心轴距离最大为半径 $R = OD = \sqrt{a_1^2 + b_2^2} = 8.60\text{m}$ 的圆, 圆锥斜边 $d = \sqrt{R^2 + c^2} = 10.15\text{m}$, 把 c, d 代入

$$(3) \text{ 式, } \Omega = 2\pi \left(1 - \frac{5.4}{10.15}\right) = 2.940 \Omega^{1.3} = (2.940)^{1.3} = 4.063$$

D_0, d_j, d_s 和 K 值与前述相同, 将各值代入 (1) 式, 可得 $D_{sk} = 7.703 \times 10^{-2} \mu\text{Gy h}$

2.2 圆锥立体角近似结合实际算法 圆锥底圆半径 R 取房顶 $2.6 \times 2.6\text{m}^2$ 正方形 (束轴中心) 对角线的 $1/2$ 即 $R = \sqrt{1.5^2 + 1.5^2} = 2.12\text{m}$, $c = 5.4\text{m}$, 斜边 $d = \sqrt{R^2 + c^2} = 5.80\text{m}$, 把 c, d 代入 (3) 式, 得 $\Omega = 0.44$ 即 $\Omega^{1.3} = 0.34$, D_0, d_j, d_s 和 K 值与前述相同, 将各值代入 (1) 式, 得 $D_{sk} = 6.44 \times 10^{-3} \mu\text{Gy h}$

3 结论

(1) 通过棱锥立体角和圆锥立体角对天空反散射的估算, 采用圆锥立体角估算法, 简便、快速。

(2) 棱锥或圆锥各有一种保守计算法和比较结合实际的方法, 前者和后者的估算结果分别属同一数量级, 其中圆锥保守估算法估算的结果 ($7.7 \times 10^{-2} \mu\text{Gy h}$) 为最大, 也低于公众区剂量限值 $P = 5 \times 10^{-1} \mu\text{Gy h}$ 一个数量级。因此, 笔者认为两种估算方法均可取。从更安全角度考虑, 可采用保守估算法。从辐射最优化原则, 对单层建筑的医用加速器机房采用比较结合实际的圆锥近似估算法是可取的, 其估算值为 $6.44 \times 10^{-3} \mu\text{Gy h}$ 它既留有余地, 又比较结合实际。笔者对该机房竣工装机投入运行后, 距机房周围 $10 \sim 20\text{m}$ 范围作巡查监测, 均未发现有超过本底辐射水平记录。因此, 机房顶层取 170cm , 天空反散射不会对机房周围公众造成任何影响。

(收稿日期: 2006-11-09)

(上接第 171 页) 在下列情况下极易使作业人员因辐射损伤而患放射病。

(1) 当机器发生故障, 自动控制失灵, 作业人员必须用手制动安全轮, 使辐射源复位。

(2) 操作室防护屏蔽厚度不够或材料质量不符合要求或有裂缝。

(3) 作业人员违反安全操作规定未能有效利用防护设备。

2.2 X 射线防护措施

(1) 在工作中应尽量减少辐射源的使用量, 降低辐射剂量。

(2) 要求准备充分, 操作熟练, 动作迅速, 减少辐射剂量。

(3) 在不影响工作的前提下, 应尽量远离放射源。使用机械手、遥控装置或自动化操作设备等, 均有益于 X 射线的防护。

(4) 人与辐射源之间设置屏蔽物, 以达到减弱射线的目的。X 射线穿透物体时, 其强度会因物体的相互作用而减弱。

(5) 主要防护措施: ① 探伤室应设在孤立的建筑物内或建筑物底层一角, 内设工作间、操纵间、射线探伤机间及显影间等。② 工作间的防护墙应有足够的厚度, 防护层应根据最大的辐射量进行计算。工作间一般不设窗, 如果需要设窗, 要离地面 $2 \sim 2.5\text{m}$, 工作间的门应设自动联锁装置, 以防止无关人员误入其中而受到辐射, 并有机通风以排放臭氧。③ 操纵间与工作间的墙壁和观察窗应有足够的防护厚度, 以降低对作业人员的辐射剂量。④ 室外探伤作业, 要遵守卫生防护的原则, 划出警戒范围, 设立安全信号和标志牌, 严禁无关人员进入照射区域。⑤ 严格上岗前的体检制度, 凡有不适症者, 一律不允许进入探伤作业岗位。⑥ 严格岗位培训, 作业人员必须熟悉基本知识, 熟练掌握操作技能。⑦ 探伤作业前, 必须做好一切准备工作。透照期间作业者应远离辐射源, 在操纵间内操作。透照射时, 当辐射源未复位到主防护壳内时, 作业人员不得接近辐射源。当自动控制失灵需用手制动时, 应尽量采用移动防护屏障进行防护。⑧ 作业人员要配用剂量仪, 辐射场应定期进行监测, 射线探伤机应定期检查维修。定期对探伤作业人员进行身体检查, 如有不适症者立即调离, 对已有损伤者要进行必

要的治疗。

3 X 射线辐射可能引发的临床症状及诊断

(1) 全身反应主要表现为乏力、头晕、头痛、耳鸣、失眠、记忆力减退、食欲减退、恶心、呕吐、多汗、心悸、性欲减退等; 血象改变主要是白细胞下降, 对红细胞影响很小。若严重可引起血小板减少; 部分人易感冒、腰痛、关节酸痛等。

(2) 从事放射性工作的人员手部最不宜暴露于直接辐射下, 长期低剂量辐射又不注意防护可引起皮肤损害。主要为皮肤、指甲的营养障碍, 放射性皮肤损害亦为放射性损伤的一种器官损伤。因此, 在对射线作业人员定期体检中, 也应注意皮肤检查, 发现可疑征象及时处理。

(3) 造血系统是对放射最敏感的器官, 外周血改变是接触放射线后最常见的改变, 且早期骨髓变化, 是早期发现最客观的重要指标。特别是通过动态观察的自身对照更是放射工作者健康的监护手段, 至于白细胞态改变因既非特异且目前国内尚缺乏大量正常值资料, 不能作为慢性放射性损伤的主要诊断依据。

(4) 外周血淋巴细胞的染色体畸变既是直接观察外界因素对人类细胞染色体影响的最适宜的方法, 又是作为辐射危害的一个重要而敏感的指标, 在对长期接触小剂量照射的放射工作者进行定期医学观察时, 染色体畸变往往比临床或者其它检查指标的改变较早出现。染色单体畸变的出现只能作为慢性小剂量辐射效应的参考, 不作评价指标, 但染色体畸变分析对个体慢性外照射放射病的诊断具有综合评价实际意义, 是较好的辅助诊断指标之一。

近年来, X 射线在医学、工业的应用也向高、新、尖领域发展, 新技术、新设备不断出现, 只要我们各级医院及企业领导重视, 工作人员掌握正确使用方法, 采取有效的防护措施, 就能够减少和避免 X 射线对人体的损害, 使其发挥更好的社会效益和经济效益。

(收稿日期: 2006-11-21)