

日常

RICHANG FUSHE

SUNSHANG YU FANGHU

辐射损伤与防护

编著 许宜进 曲永红



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

日常辐射损伤与防护

RICHANG FUSHE SUNSHANG YU FANGHU

编 著 许宜进 曲永红

 人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

日常辐射损伤与防护/许宜进,曲永红编著. —北京:人民军医出版社,2009.3

ISBN 978-7-5091-2476-5

I. 日… II. ①许…②曲… III. 放射损伤—辐射防护
IV. R818.74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 018883 号

策划编辑:杨磊石 文字编辑:黄栩兵 责任审读:余满松

出 版 人:齐学进

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927270;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927292

网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

印、装:北京国马印刷厂

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:7.625 字数:190千字

版、印次:2009年3月第1版第1次印刷

印数:0001~4500

定价:22.00元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

内 容 提 要

本书作者参考大量文献资料,结合自己多年的研究和实践经验,较详细地阐述了日常生活、工作的辐射损伤防护方法。全书共 10 章,包括辐射损伤基本知识,辐射对人体健康的影响,辐射损伤的一般防护方法,电器辐射、医源性辐射和紫外线、红外线、激光、氦等多种辐射的防护,以及各类人员辐射防护和饮食营养防护等。内容科学实用,阐述通俗易懂,对增强防护意识,预防辐射损伤,做好自我保健,具有很好的指导作用。本书适于经常使用手机、电脑等电器设备,在日常生活、工作中接触辐射的各类人员阅读参考。

前 言

目前,由电磁辐射等多种辐射所带来的职业危害和环境污染在国内外都日益严重。继水污染、空气污染和噪声污染之后,辐射污染已经成为当今世界第四大污染,对人类健康的危害相当严重。因此,大力宣传和普及辐射基础知识,采取有效的辐射防护措施,正在引起更多人的共同关注,已成为摆在许多人面前的当务之急。

国家卫生部部长陈竺在 2007 年就指出:“13 亿人的健康,不可能光靠看病吃药解决,加强预防和保护环境是根本。”

解放军总医院附属第一临床医院神经外科张献怀指出:“防患于未然,减少‘电子雾’对人体的包围,对健康总是有益的。”

尽管国内外对辐射与人类健康关系的某些问题还没有统一的认识,尽管有关参考资料很少,我们的经验也相当有限,但是,为了满足广大社会人群普及健康知识和自我保健的需求,尤其是满足对辐射防护知识的需求,我们本着“防患于未然”、“防重于治”和“药补不如食补”的理念,力求达到“既省钱又保健”的目标,把自己许多年来掌握的有关知识和积累的有关资料编写成了这本《日常辐

射损伤与防护》。

本书前3章分别介绍了辐射基础知识、辐射损伤及其防护方法,后7章主要介绍了各类人员在工作和日常生活中各种电器、医疗、放射性辐射源、紫外线、红外线、激光、氩等多种辐射的防护。

在编写过程中,人民军医出版社杨磊石编审给予了热情指导和帮助,商务部耿勋才、吉林大学洪国文和许京兰、齐齐哈尔市建华医院马宏达、商业银行张健、建华厂许京华等同志都给予了热情帮助和大力支持,谨向他们致以衷心的感谢。对于书中所引用资料的作者和出版者,我们也向他们致以衷心的感谢。

本书可供经常接触和使用手机、电脑等各种家用和办公电器人员,工业、科研、医疗、通信及其他各行业经常接触辐射的人员,病人及其陪护人员、孕妇、儿童,以及其他所有接触辐射并注重辐射防护的人员,在防治多种辐射损伤方面作为参考。

读者若发现不足之处,恳请批评指正。

许宜进 曲永红

2008年11月 于齐齐哈尔

目 录

第 1 章 辐射基础知识	(1)
一、基本概念	(1)
二、辐射的种类	(3)
三、辐射的量和单位	(4)
四、电磁辐射基本知识	(7)
五、辐射敏感性	(12)
六、辐射生物效应	(13)
七、辐射的用途与危害	(16)
八、辐射污染源的种类	(18)
九、公众辐射剂量限值	(19)
十、特殊人员或环境相关规定	(19)
第 2 章 辐射与人类健康	(21)
第一节 辐射对营养代谢的影响	(22)
一、对能量代谢的影响	(22)
二、对蛋白质代谢的影响	(22)
三、对脂类代谢的影响	(23)
四、对糖类代谢的影响	(24)
五、对维生素代谢的影响	(24)
六、对矿物质代谢的影响	(25)
第二节 对机体的损伤	(25)
一、血液系统损伤	(25)
二、神经系统损伤	(27)
三、消化系统损伤	(29)



四、呼吸系统损伤·····	(30)
五、内分泌系统损伤·····	(30)
六、免疫系统损伤·····	(31)
七、生殖系统损伤·····	(32)
八、遗传性损伤·····	(37)
九、心脏损伤·····	(39)
十、脑损伤·····	(40)
十一、眼损伤·····	(40)
十二、皮肤损伤·····	(42)
十三、造血障碍·····	(43)
十四、导致癌症·····	(44)
十五、其他损伤·····	(49)
第3章 辐射防护基本原则、措施与状况·····	(52)
第一节 防护基本原则与措施·····	(52)
一、基本原则·····	(53)
二、防护措施·····	(54)
第二节 辐射防护状况简介·····	(68)
一、国内辐射防护状况·····	(68)
二、国外辐射防护状况·····	(72)
三、国内外辐射防护意识的差距·····	(78)
第4章 电器辐射损伤与防护·····	(80)
第一节 常用电器辐射值·····	(80)
第二节 常用电器辐射损伤防护·····	(83)
一、手机辐射·····	(83)
二、电视机辐射·····	(94)
三、电脑辐射·····	(98)
四、微波炉辐射·····	(102)
五、电冰箱辐射·····	(105)
六、电磁炉辐射·····	(106)



七、电褥子、电热毯辐射	(107)
八、日光灯辐射	(108)
九、电吹风辐射	(109)
十、浴霸辐射	(110)
第 5 章 各类人员辐射损伤防护	(111)
一、孕妇辐射损伤	(111)
二、儿童辐射损伤	(113)
三、户外作业和外出人员辐射损伤	(114)
四、飞机乘客和乘务人员辐射损伤	(120)
五、微波从业人员辐射损伤	(121)
六、工业射线探伤人员辐射损伤	(123)
七、辐照技术从业人员辐射损伤	(128)
八、高频机械加工从业人员辐射损伤	(130)
第 6 章 医源性辐射损伤与防护	(132)
第一节 基本防护原则	(132)
一、辐射防护法制化	(133)
二、辐射实践正当化	(133)
三、辐射防护最优化	(134)
四、个人剂量当量限值	(135)
五、其他原则	(135)
第二节 接触医用 X 线人员的防护措施	(136)
一、X 线机的防护性能	(136)
二、X 线机房辐射防护要求	(138)
三、工作人员的防护	(139)
四、病人及陪护人员的防护	(140)
第三节 CT 扫描辐射特点与防护措施	(144)
一、CT 扫描辐射特点	(144)
二、防护措施	(145)
第四节 X 线特殊诊疗特点与防护措施	(147)



一、X 线特殊诊疗特点	(148)
二、一般防护措施	(149)
三、特殊诊疗防护措施	(150)
四、放射治疗病人的防护措施	(152)
第五节 医用超声辐射损伤与防护	(156)
一、超声辐射损伤	(156)
二、防护措施	(157)
第 7 章 辐射损伤的营养防护	(159)
第一节 蛋白质、脂类和糖类	(159)
一、蛋白质	(159)
二、脂类	(162)
三、糖类	(164)
第二节 维生素类等	(169)
一、维生素 A	(169)
二、维生素 B ₁	(171)
三、维生素 B ₂	(172)
四、维生素 B ₆	(173)
五、维生素 B ₁₂	(175)
六、维生素 C	(176)
七、维生素 D	(177)
八、维生素 E	(179)
九、维生素 K	(181)
十、维生素 P	(182)
十一、叶酸	(182)
十二、泛酸	(184)
十三、烟酸	(185)
第三节 矿物质或微量元素	(186)
一、钙	(186)
二、钾	(187)



三、镁	(188)
四、碘	(189)
五、铁	(190)
六、锌	(190)
七、硒	(192)
八、铜	(193)
九、锰	(193)
十、钴	(194)
第四节 其他食用物质	(195)
一、 β -胡萝卜素	(195)
二、番茄红素	(196)
三、大豆异黄酮	(196)
四、槲皮素	(197)
第 8 章 放射性辐射源安全防护	(198)
一、辐射源种类	(198)
二、防护措施	(199)
第 9 章 紫外辐射损伤与防护	(204)
第 10 章 其他辐射损伤与防护	(210)
第一节 红外线	(210)
第二节 激光	(215)
第三节 氦	(218)
附录 A 人体必需营养素辐射防护作用速查	(227)
附录 B 66 种水果、蔬菜抗氧化活性排行榜	(230)
参考文献	(232)

第 1 章 辐射基础知识

一、基本概念

1. 放射性元素(物质) 有几种天然物质是由不稳定的原子组成的,它们的原子能够自发地转变成比较稳定的原子,这些物质就是放射性元素(物质)。也可以说,这些元素(物质)具有天然放射性,而放射性现象的本质就是放射性元素的原子核自发地转变为另一种原子核的过程,这些具有天然放射性的元素(物质)就是放射性元素(物质)。这类物质有铀、镭、钍等。

2. 核素和同位素 核素是核内具有确定数目的质子和中子并且具有同一能态的一类原子。根据一定的条件,核素可分为:同位素、同质异能素和同质异位素。原子序数相同而原子质量数不同的核素,它们在周期表上占有同一位置,所以被称为同位素。不稳定的同位素叫做放射性核素。

3. X 线 是一种波长比较短的电磁波。它是在 1895 年被德国科学家伦琴发现的,所以也叫做伦琴射线。X 线的波长范围大约是 $10^{-10} \sim 10^{-5}$ 厘米。X 线是不可见的,具有强大的穿透能力,能够穿透可见光不能透过的物质,其中包括肌肉、骨骼和金属。X 线不仅能够穿透金属薄片,高能 X 线还可穿透厚度达几厘米的铅屏蔽。X 线能起生物效应,损伤并杀死有生命的细胞,还能被物质吸收,产生热量。

4. α 射线 是从一些放射性核素物质的原子核中放射出来并且带正电荷的 α 粒子流。它的穿透作用很小,射程很短,但电离作用很强,对人体内照射损伤较大。

5. β 射线 是从一些放射性核素物质的原子核中放射出来的



高速的负电子流。 β 射线的穿透力比较大,可通过外照射和内照射,对机体造成损伤,但是,它很容易被塑料、有机玻璃和铝薄片等材料屏蔽。

6. γ 射线 是一种波长极短的电磁波。它是在 1896 年被法国科学家贝可勒尔发现的。它的波长范围大约是 $10^{-10} \sim 10^{-9}$ 厘米。它具有极强的穿透能力,能透过厚度达 300 毫米的钢板。 γ 射线主要通过外照射,对机体造成损伤。

7. 紫外线 紫外线是波长比可见光短而比 X 线长的电磁波,也叫做紫外光。它的波长范围大约是 10^{-5} 厘米。紫外线的主要来源是太阳辐射、火焰和灼热物体。当物体的温度达到 1200°C 以上时,在辐射光谱中即可出现紫外线。辐射物体的温度越高,紫外线的波长就越短,强度就越大,对机体可能造成的损伤也越严重。

8. 红外线 红外线是波长比可见光(也叫做可视线)长而比射频电磁波短的电磁波,也叫做红外光。它是 1800 年被英国天文学家威廉·赫舍尔发现的。它的波长范围大约是 10^{-2} 厘米。按照波段可把红外线分为近红外段和远红外段。红外线能够容易地穿透那些对于可见光是不透明的材料。

9. 激光 是由人工激活某些活性物质,在特定条件下受光或电刺激而发出的光。激光属于非电离辐射。激光的颜色很纯,能量高度集中,用途广泛。

10. 天然放射系、天然本底辐射和宇宙射线

(1)由自然界中天然存在的某些放射性核素,不断发生连续衰变而构成的放射性系列,叫做天然放射系,包括铀系、钍系和镭系。

(2)在人类生活的地球上存在着的各种放射性物质放射出的各种射线,以及宇宙射线等都在不断地作用于人的机体,构成天然本底辐射。这种辐射的外照射来自宇宙射线和地壳及大气中的放射性物质,其内照射来自食物、水和空气中的放射性物质。

(3)宇宙射线是来自宇宙空间到达地球的高能粒子辐射。据《核辐射物理学》一书记载,在 1909~1919 年,科学家们多次用气



球把仪器带到高空去做实验,结果发现:空气的电离程度在离开地面 1100 米以上随高度的增加而增加,自 3 000 米高度开始,电离强度的增加特别强烈;到 5 000 米高空时,电离强度比地面大 3 倍;在 9 200 米的高空,电离强度则比地面增加了 10 倍。后来的大量研究发现,这种电离强度的增加是由来自大气以外的宇宙空间的射线引起的,人们就把这种来自宇宙空间的射线叫做宇宙射线。在距地面 20 千米处,这种射线的强度很快上升到一个峰值。

如果没有采取有效的防护措施,宇宙射线会对飞机乘务人员、乘客及航天员造成一定的危害,甚至是相当严重的危害。

二、辐射的种类

元素是构成物质的基本单元。有些元素具有天然放射性,所以被称为放射性元素,或叫做放射性物质。这些元素(物质)放出射线的过程,或者说所放出的射线,就是辐射。

(一)电磁辐射

彩电、电脑、微波炉、手机及其他家用电器正在日益广泛地进入千家万户,各种各样的电子设备和电气装置也日益广泛地应用于许多行业。这些家用电器、电子设备和电气装置在使用过程中,都会向环境空间发射或泄漏一定强度的电磁波,这种电磁波的发射与泄漏过程,或者说所发射与泄漏的电磁波,也是辐射。

在某一空间内,变化着的电场产生磁场,而变化着的磁场又产生电场。这种新产生的变化磁场(或变化电场)和电场(或磁场)交替地产生,由近及远、互相垂直、并与自己的运动方向垂直,以一定速度在空间内传播能量的形式,就叫做电磁辐射,也叫做电磁波。也可以说,电磁场能量以波的形式向外发射的过程,或者说能量以电磁波的形式通过空间传播的现象,或者说所发射的电磁波,就叫做电磁辐射。

电磁波是一种振荡过程,它本身具有能量,因而能够在空间运



动,会辐射到空间中去。各种频率的电磁波在自由空间的传播速度与光速相同,即每秒钟 30 万千米。

在日常生活中比较常见的电磁辐射可分为两种,即射频辐射和工频辐射。交变的电磁场的变化频率达到每秒 10 万次以上时,称为射频电磁场。由射频电磁场产生的辐射是射频辐射,也叫做射频电磁辐射,它通常是由通讯发射基站、无线发射电台、电视发射塔、微波、雷达等产生的。由电压、电力等因素引起的辐射是工频辐射,也叫做工频电磁辐射,它通常是由高压输电线路、变电站、配电站、变电房、配电房等引起的。工频辐射的频率是 50 赫兹。

(二)电离辐射与非电离辐射

原子是由带正电的原子核和围绕原子核的电子组成的。原子中的电子是按轨道层分布的。各层轨道都具有一定的能量,越往外的轨道,电子的能量就越高,而且,电子可以吸收外来的能量。如果电子所吸收的能量很大,结果使轨道上的电子能够脱离原子核的吸引力而自由运动,这种现象就是电离。也可以说,如果电子所获得的能量能够使它摆脱原子核的束缚,电子将脱离原子核而成为自由电子,这个过程就是电离。由于辐射能量的不同,按照对物质原子或分子是否能够直接或间接地造成电离效应,把辐射分成电离辐射和非电离辐射两大类型。

1. 电离辐射 放射性物质在衰变过程中释放出的带电电离粒子、不带电电离粒子或由两者混合而成的任何辐射,称为电离辐射。例如,X 线和 γ 射线都属于电离辐射。

2. 非电离辐射 通常说来,能量比较低,并不能使物质原子或分子产生电离的辐射,称为非电离辐射。例如,紫外线、红外线、激光、微波都属于非电离辐射。

三、辐射的量和单位

在国际辐射单位与测量委员会(ICRU)所发表的一些报告中,阐述了辐射的某些常用量和单位。下面主要根据这些报告,以及



其他有关资料,简明扼要地介绍与辐射有关的某些常用量和单位,以及不同单位之间的换算关系。暂时与国际单位制单位并用的专用单位只是暂时并用,但将会被国际单位制单位所代替。

1. 照射量和单位 照射量是表示 X 线或 γ 射线在空气中电离大小的物理量。它的国际单位制单位是库仑/千克,暂时与它并用的专用单位是伦琴。这两个单位的换算关系是:1 伦琴 = 2.58×10^{-4} 库仑/千克。

2. 照射量率和单位 照射量率表示单位时间内的照射量。它的国际单位制单位是库仑/(千克·秒)。暂时与它并用的专用单位是伦琴/秒,也可用伦琴/分或伦琴/小时。这两个单位的换算关系是:1 伦琴/秒 = 2.58×10^{-4} 库仑/(千克·秒)。

3. 吸收剂量和单位 吸收剂量是当电离辐射与物质相互作用时,用来表示单位质量的物质吸收能量大小的物理量。它的国际单位制单位是焦耳/千克,其专用名是戈瑞。暂时与它并用的专用单位是拉德。这三个单位的换算关系是:1 戈瑞 = 1 焦耳/千克 = 100 拉德。

4. 吸收剂量率和单位 吸收剂量率表示单位时间内的吸收剂量。它的国际单位制单位是焦耳/(千克·秒)其专用名是戈瑞/秒。暂时与它并用的专用单位是拉德/秒。这三个单位的换算关系是:1 戈瑞/秒 = 1 焦耳/(千克·秒) = 100 拉德/秒。

5. 剂量当量和单位 剂量当量表示吸收辐射能量与辐射所引起的有害效应之间的联系,表示所吸收辐射能量对人体可能带来危害的大小。它的国际单位制单位是焦耳/千克,其专用名是希沃特,暂时与它并用的专用单位是雷姆。这三个单位的换算关系是:1 焦耳/千克 = 1 希沃特 = 100 雷姆。

6. 剂量当量率和单位 剂量当量率表示单位时间内的剂量当量。它的国际单位制单位是焦耳/(千克·秒)其专用名是希沃特/秒,暂时与它并用的专用单位是雷姆/秒。这三个单位的换算关系是:1 焦耳/(千克·秒) = 1 希沃特/秒 = 100 雷姆/秒。



7. 放射性活度和单位 放射性活度(简称活度)是度量放射性物质在单位时间内原子核衰变数的物理量。它表示在单位时间内,一定量核素发生自发核跃迁的数目。放射性物质在单位时间内发生核衰变数目越多,这种放射性物质的放射性就越强。放射性活度的国际单位制单位是贝可,1贝可表示放射性核素在1秒钟内发生1次核衰变。放射性活度的暂用单位是居里。居里与贝克的换算关系是:1居里= 3.7×10^{10} 贝可。

8. 电磁场强度和单位 任何交流电路都会向其周围的空间放射电磁能,形成有一定强度的电力和磁力作用的物质空间,这个物质空间就叫做电磁场。我们通常所说的电磁场,就是变化的电场与变化的磁场的组合。电场强度的国际单位制单位是伏(特)/米,磁场强度的国际单位制单位是安(培)/米。

9. 波长和波段

(1)波长:即波在一个振动周期内传播的距离。波长的常用单位是“米”和“厘米”,在微波中则用“分米”,“厘米”和“毫米”。

(2)波段:是把无线电波按照其波长不同而划分成的段。常见的波段有长波、中波、短波和微波。短波又可细分为中短波、短波和超短波,微波又可细分为分米波、厘米波和毫米波。

10. 频率和频带

(1)在一特定点每秒钟电场或磁场完整变化的次数,或者说,在单位时间内完成振动或振荡的次数或周期,叫做频率。频率的常用单位是赫兹、千赫和兆赫,有时候也需要用吉赫和太赫。

(2)介于两个特定频率之间所有频率的一个连续范围,叫做频带。也可以说,它是指在电磁波波谱中或声波波谱中的一段频率范围。常见的频带有低频、中频、高频、甚高频、超高频和极高频。

11. 辐射能和单位 辐射能是指在辐射时发射、传递或吸收的能量。它的国际单位制单位是焦耳。也可用电子伏。

12. 辐射能通量和单位 辐射能通量是指在辐射时发射、传递或吸收的功率,也叫做辐射功率。它的国际单位制单位是瓦。