

陈成钦 张恩熙 主编



# 肿瘤放射 治疗手册

科学普及出版社广州分社

分社

# 肿瘤放射治疗手册

主编 陈成钦 张恩熙

科学普及出版社广州分社

## 肿瘤放射治疗手册

陈成钦 张恩霖 主编

胡小盼 吴吉周 责任编辑

科学普及出版社广州分社出版发行  
(广州市应元路大华街兴平里三号)

广东省新华书店经销

广东省第二新华印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 10.75 字数: 230千字

1983年11月第一版 1988年11月第一次印刷

印数: 1—2,200册

ISBN7—110—00186—5/R·22

定价: 4.30元

## 内 容 简 介

放射治疗是恶性肿瘤治疗的重要手段，它的特点是局部疗效明显，全身反应小，病人易于接受。早期肿瘤用放射治疗可以治愈，晚期肿瘤可缓解症状，延长生命，所以近来放射治疗发展十分迅速。但是，放射治疗的设计方案、计算剂量、实施计划等均要求高度精确，初学者往往难以全面兼顾，特别是在治疗过程中极难判断治疗方案是否妥当，因此，丰富的经验对成功的放射治疗至关重要。有鉴于此，本社组织出版《肿瘤放射治疗手册》，本书主编陈成欽、张恩霖均为中山医科大学附属肿瘤医院副教授，有近30年的放射治疗经验，在大量临床数据的基础上，经过反复总结提高，编成此书。

本书内容简明扼要，重点突出，资料丰富，有助于解决放射治疗过程中可能遇到的疑难问题。不仅是肿瘤放射专业人员的一本有用指导读物，而且对各科临床医生也有一定帮助。

## 序

由于医学科学的发展，许多疾病均已得到控制。但恶性肿瘤的发病率有所上升。目前死于恶性肿瘤的病例已占总死亡率的第二或第三位，对人类威胁很大。放射治疗是治疗恶性肿瘤的重要手段，特点是局部作用大，全身反应小，治疗指征宽，病人乐于接受，所以发展十分迅速。国内放射治疗也有很大的发展，几乎每个省会及大城市都已具备放射治疗的条件。

放射治疗使用得当，疗效十分显著。早期病例可以治愈，晚期病人也能得到缓解症状，延长生命，改善生活质量的效果。但是放射治疗的效应出现缓慢，如没有丰富的经验，则难以判断治疗方案是否适当。放射治疗的计划性强，设备复杂，专业知识要求高。成功的治疗无论在设计方案，计算剂量，实施计划等方面均强调高度“精确”。初学者往往不能全面兼顾。本书重点介绍恶性肿瘤放射治疗的临床应用，详述了常见恶性肿瘤和部分良性疾病的放射治疗方法，内容简明扼要，重点突出，包括范围广泛，是一本很实用的放射治疗参考手册，特此介绍给全国医学界，相信会对放射治疗、肿瘤专业人员及临床各科医生有一定的帮助。

张去病 赵森

# 前 言

自1895年11月Roentgen发现X线迄今已有90多年历史。近年来我国放射治疗已有很大发展，尤其是高能放射线治疗肿瘤已经应用，放射治疗专业也积累了很多经验。但是国内放射治疗参考书尚缺乏。本书是常规放射治疗经验的总结，内容简明扼要。我们希望本书对放疗工作者及其他临床医师有所帮助。

本书编写过程中，承蒙上海医科大学附属肿瘤医院放射治疗工作老前辈张去病教授以及赵森教授指导并写了序言，承朱干文同志绘图，特此致谢。

由于我们水平有限，错误和遗漏在所难免，希同道们指正和提出宝贵意见。

编 者

# 目 录

## 总 论

- 第一章 放射物理概述……………钱剑扬 陈成钦 ( 1 )
- 第二章 放射生物几个问题简介……………陈成钦 ( 45 )
- 第三章 放射治疗的原则和放射治疗的指征  
……………张思黑 陈成钦 ( 52 )
- 第四章 放射治疗临床的反应及其处理……………陈成钦 ( 63 )
- 第五章 放射治疗临床的急症和处理……………张思黑 ( 70 )

## 各 论

### 头颈部肿瘤

- 第一章 鼻咽癌……………陈成钦 ( 81 )
- 第二章 鼻腔鼻窦癌……………庄承海 ( 96 )
- 第三章 上颌窦癌 ……………庄承海 ( 103 )
- 第四章 口腔肿瘤 ……………汪惠云 ( 109 )
- 第五章 扁桃体恶性肿瘤 ……………陈成钦 ( 124 )
- 第六章 喉癌 ……………陈成钦 ( 130 )
- 第七章 外耳道及中耳癌 ……………陈成钦 ( 136 )
- 第八章 神经系统肿瘤 ……………张思黑 ( 140 )
- 第九章 甲状腺癌 ……………陈成钦 ( 146 )

### 胸腹部肿瘤

- 第一章 乳腺癌 ……………张思黑 ( 149 )

第二章	肺癌	陈成钦 (156)
第三章	食管癌	蔡光龙 (165)
第四章	纵隔肿瘤	黄燕坤 (175)
第五章	肝癌	毛志达 (179)
第六章	消化道肿瘤	陈成钦 (185)
第七章	泌尿系统肿瘤	蔡光龙 (196)
第八章	睾丸恶性肿瘤	蔡光龙 (204)

### 妇科癌、小儿肿瘤及其他肿瘤

第一章	子宫颈癌	毛志达 (209)
第二章	卵巢恶性肿瘤	毛志达 (217)
第三章	儿童肿瘤	张恩黑 (224)
第四章	骨肿瘤	洗超贵 (229)
第五章	软组织肿瘤	黄燕坤 (233)
第六章	皮肤癌	毛志达 (239)
第七章	淋巴系统肿瘤	陈成钦 (245)
第八章	恶性肉芽肿	黄燕坤 (256)
第九章	良性疾病放射治疗	蔡光龙 (261)
第十章	快中子放疗的临床疗效评价	曹弃元 (264)

### 附录

放射物理剂量数据表	钱剑扬 (269)
常用化学药物治疗表	苏义顺 (308)



# 第一章 放射物理概述

## 一、放射线的种类

放射线的种类：常用的放射线可分成两大类：

### (一) 电磁辐射

1. X线。波长在  $0.001 \sim 120 \text{Å}$ 。

2.  $\gamma$ 射线。波长在  $0.001 \sim 1.5 \text{Å}$ 。

X线是用电能产生；而 $\gamma$ 射线来自天然或人工 $^{60}\text{Co}$ 放射线物质。

### (二) 粒子辐射

1.  $\alpha$ 射线：是带正电的粒子，是一束运动的氦原子核。

2.  $\beta$ 射线：是带负电的粒子，也即是电子。

3. 质子射线。

4. 中子射线。

5. 重离子射线。

6. 负 $\pi$ 介子射线。

后面三种射线多于回旋加速器产生，此外中子射线还可由氘~氚中子发生器发生。

## 二、放射治疗机的种类

### (一) X线治疗机

X线是用“变压器——整流器”装置产生的。X线是由高速运动的电子突然受到物体的阻滞而产生的。高速电子撞击靶物质（阳极）时，产生碰撞和辐射两种损失，前者产

生热量，后者产生X线。X线根据能量高低穿透力强弱可分成：

1. 接触X线治疗机（50KV），用于治疗表层肿瘤如血管瘤、小的皮肤癌、眼结合膜癌。

2. 浅层X线治疗机（60~120KV）。

3. 深层X线治疗机（180~250KV）。

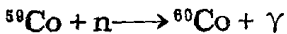
X线只能用于治疗良性疾病及浅表肿瘤（包括浅表淋巴结转移癌），敏感肿瘤（如恶性淋巴瘤等）。

### （二） $^{60}\text{Co}$ 远距离治疗机

50年代 $^{60}\text{Co}$ 治疗机开始普及，到60年代起了支配地位。

$^{60}\text{Co}$ 治疗机由一个不断放射 $\gamma$ 射线的 $^{60}\text{Co}$ 放射源及附属防护、治疗机械装置构成。

$^{60}\text{Co}$ 在原子反应堆中经慢中子流的轰击变成 $^{60}\text{Co}$



$^{60}\text{Co}$  $\gamma$ 射线平均能量为1.25MeV（百万电子伏特），相当2500KVX线的能量。 $^{60}\text{Co}$ 治疗机常用是远距离80cm，它与X线比较具有下列优点：

1. 皮肤反应轻。最高剂量在皮下4~6毫米处。这由于 $^{60}\text{Co}$  $\gamma$ 射线穿透力大，在照射物体内所产生的散射线方向极大部分与原射线方向相似的，反向射线少得多，仅为原射线量1~4%，因此，皮肤表面剂量不大。所以， $^{60}\text{Co}$  $\gamma$ 射线照射的皮肤反应要较X线为小。

2. 深度量大、剂量分布均匀。 $^{60}\text{Co}$  $\gamma$ 射线和250KVX射线在 $10 \times 10\text{cm}^2$ 照射野10cm深度时， $^{60}\text{Co}$  $\gamma$ 射线在s.s.d = 80cm，百分深度量为57%，而250KVX线F.s.d = 40cm，百分深度量为32%。一般情况下， $^{60}\text{Co}$ 百分深度量较深部X线百分深度量大25~35%左右。

3. 容积剂量小。容积剂量的大小直接影响病人的放射反应与放射损伤的程度，容积剂量增大，可以直接影响病人对放射治疗的耐受程度，甚至使病人无法继续照射而中断治疗。在相同的照射方法、相同肿瘤量（6000rad）， $^{60}\text{Co}$ 的容积剂量较X线降低近一半。

4. 减少骨组织的屏蔽作用。 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 射线对脂肪、肌肉、骨骼等组织能量吸收基本相同。而X线对骨吸收要比软组织大得多，所以对骨组织下方的病灶来说，骨组织起到屏蔽作用。

5. 避免“烧灼”作用。X线从骨组织进入软组织有较多散射电子，这由于有较多光电吸收，光电吸收与原子序数（Z）的立方成正比。所以，贴近骨组织的软组织所吸收的能量也高得多，而形成贴近骨骼附近肌肉和脂肪组织的“烧灼”作用。

6. 结构简单，容易维修。 $^{60}\text{Co}$ 适合治疗深部肿瘤，如肺癌、食道癌、鼻咽癌、子宫颈癌等。

它缺点是半衰期短，为5.3年。即放射线每经5.3年就要衰变减少一半，因而每隔几年须更换 $^{60}\text{Co}$ 源。

### （三） $^{137}\text{Cs}$ 中距离治疗机

$^{137}\text{Cs}$ 是人工放射性同位素，它是从原子反应堆的副产物经提纯加工而得到，它放出 $\gamma$ 射线能量为0.66MeV，它的优点是半衰期长，为33年，平均每年衰变为2%， $^{137}\text{Cs}$ 由于放射比度（单位体积的放射性强度）不可能做得太高，仅能做中距离治疗机放射源，或做腔内照射放射源，而作为后装治疗。 $^{137}\text{Cs}$ 中距离治疗常用40cm距离，能量介于X线和 $^{60}\text{Co}$ 之间，适应症介于X线和 $^{60}\text{Co}$ 之间，但皮肤反应较X线小得多。

### （四）镭疗

镭是天然放射性同位素，半衰期为1590年，镭（Ra）平

均能量为0.83MeV，用镭治疗恶性肿瘤常采用下列三种方式：1.腔内照射：把镭管或镭容器放于体腔内如子宫、阴道、鼻咽等进行腔内照射。2.组织间照射：即用镭针插入组织间进行治疗，如舌癌、颊粘膜癌镭针插植。3.表面照射：把镭管做成镭模放置肿瘤表面进行照射，如皮肤癌表面放镭模治疗便是。镭疗过程中有其严重缺点：①镭管、镭针易折损其衰变物氡气漏出，造成污染事故；②防护困难，工作人员不可避免受照射。为克服这些缺点，可改用 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{102}\text{Ir}$ “后装技术”，就是用空管或空针先按计划放入腔内或组织内，再用模拟机定位核对，布置满意后，再用遥控操作装置传递放射源到达空管或空针中。用这种后装治疗技术疗效和反应与常规镭疗相同，但可以免除患者带镭卧床1~7昼夜痛苦，工作人员则避免照射。

#### (五) 加速器

医疗上使用最多的是电子感应加速器和电子直线加速器。电子回旋加速器在研究中。加速器是利用电磁场作用加速带电粒子达到高能装置。电子感应加速器是利用变压器的感应电场加速电子的，电子直线加速器是利用高频电场加速电子的，因电子沿直线轨道运动，因此得名。这两种加速器既可以产生电子束，又可以产生高能X线，能量范围在40~50MeV。下面介绍高能电子束和高能X线的一些特点。

1.高能电子束：它的特点(1)高能电子束能量可以调节，可以选择不同能量治疗；(2)电子束能量达到一定深度后剂量迅速下降，因此可以保护病变后正常组织和器官；(3)高能电子束等剂量曲线很扁平，放射野范围内剂量分布均匀；(4)对不同组织(如骨、脂肪、肌肉)剂量吸收差别不大，X线则骨吸收大于软组织；(5)采用组织等效

物作为填充物可以治疗偏心部位肿瘤，由于这特点采用高能电子束单行照射治疗肿瘤浅层和中层的肿瘤最合适。

2. 高能X线：即能量在1MeV以上，X线物理特点和 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 线相似，而比 $^{60}\text{Co}$ 较优越：（1）皮肤反应小，其最大剂量在皮下。（2）等剂量曲线均匀、平坦，照射野中心和边缘剂量仅差3%左右。（3）深度量高， $^{60}\text{Co}$ 在10cm百分深度量为52%，直加8MeV X线在10cm百分深度量为70%。（4）骨吸收小，高能X线在骨组织和软组织吸收剂量基本相同，与X线比较，减少了骨的屏障作用。（5）容积剂量小，照射深部肿瘤时高能X线的全身反应较 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 线轻。

### 三、影响射线的物理条件

（一）射线质。X线和 $\gamma$ 线有穿透物质的能力，质表示穿透力，穿透力由波长决定，波长越短，光子能量越大，穿透物质能量越大。

X线电压越高，其波长越短，X线机产生X线的能谱是连续的，但总含有波长较长X线软射线，可用滤过板滤过，200KV X线可用滤过板0.5~1.0毫米铜片加1毫米铝片，X线电压用KV表示，高能量X线用MeV表示。

（二）源皮距或焦皮距。增加源皮距或焦皮距可以提高深度剂量。

（三）放射面积。放射面积增大，皮肤量和深度量相对增大，这由于散射线影响的缘故。

（陈成钦）

表1. 各种放射治疗机比较

机	射线	能	量	半衰期	焦点	停机	操作 维修	防护	适应症
X线	X线	浅层	能量可调节	无		无射线	简单	要求低	浅层肿瘤
		深层	能量可调节						良性疾病
<sup>137</sup> Cs	γ线	0.66MeV	不可调节	33年	10mm.大	有射线	简单	要求中	中浅层肿瘤
		1.25MeV	不可调节	5.3年	10mm.大	有射线	简单	要求中	中浅层肿瘤
直线加速器	电子线 高能 X线	6~10MeV	能量可调节	无	2mm.小	无射线	复杂	要求高	中浅层肿瘤 深部肿瘤

#### 四、肿瘤放射治疗剂量的几个基本概念

X线在1895年11月被伦琴氏发现后，第二年就应用医疗上，当时因没有正确的物理测量方法，仅能根据生物效应的变化来计算放射剂量，最初剂量单位称为红斑量，即皮肤发生红斑时所给照射剂量。现将目前常用放疗剂量单位及其基本概念介绍如下：

(一) 照射量。是指空气中某一点测出的放射量。照射量是 $dQ$ 除以 $dm$ 所得的商。其中 $dm$ 为某一体积元内空气的质量， $dQ$ 的值是在质量为 $dm$ 的空气中，由光子释放的全部电子（正电子和负电子）完全在空气中中止时，在空气中产生一种符号的离子总电荷绝对值。即  $X = \frac{dQ}{dm}$ 。照射量的专用

单位为伦琴（R），R目前国内暂时还可使用，不过国际计量委员会建议取消“伦琴”改用国际单位库仑/千克。相应换算为1伦琴 =  $2.58 \times 10^{-4}$  库仑/千克，1库仑/千克 =  $3.877 \times 10^8$  伦琴。

(二) 吸收剂量。是指生物物质（或介质）受照射时所吸收的能量。吸收剂量（D）为 $d\bar{\epsilon}$ 除以 $dm$ 所得的商，其中 $d\bar{\epsilon}$ 是电离辐射给与某一体积元中的物质的平均能量， $dm$ 是该体积元中物质的质量：

$$\text{即 } D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm}$$

吸收剂量专用单位为拉特（rad），1拉特 = 100尔格/克 =  $10^{-2}$ 焦耳/千克。1975年国际计量委员会提出吸收剂量单位改为国际单位戈瑞（Gray）简写 Gy，1Gy = 1焦耳/千克，相应换算1Gy = 100Rad。

伦琴作为照射量单位，国际上已逐渐废弃，改用库仑/千克为单位，国内也趋用吸收剂量专用单位（Rad）代替照射量单位（R），同时也逐渐用Gy代替Rad作为吸收单位千。

**表2 伦琴和拉特的折算表**

射线种类	100KV	250~300KV	<sup>60</sup> Co, <sup>137</sup> Cs, 3Mev
剂量单位	X线	X线	超高压X线
R	100	100	100
Rad	87	91	95

（三）名义标准剂量（剂量归一）（Nominal Standard dose）简称NSD，NSD是F·Ellis于1968年结合Fowler和Stern（1963）在猪皮肤上实验结果，根据正常皮肤结缔组织的放射反应提出NSD的公式如下：

$$NSD = D \cdot N^{-0.24} \cdot T^{-0.11}$$

$$NSD = \frac{D}{N^{0.24} \cdot T^{0.11}}$$

$$\text{当 } K = N^{0.24} \cdot T^{0.11} \text{ 时, } NSD = \frac{D}{K}$$

D为放射疗程总剂量，T为疗程的总天数，N为分割照射次数，K为常数。在已知不同T、N数值后可以从图1查出不同的K值。



**表3 衰减系数表%**

前 疗 程	间 隔 日 数										
	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	80
15	97	95	93	91	90	89	88	87	85	84	82
20	98	96	94	93	91	90	89	89	87	86	84
25	98	96	95	94	93	92	92	90	89	87	85
30	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	87
35	99	97	96	95	94	94	93	92	91	90	88
40	99	98	97	96	95	94	93	93	91	90	89
45	99	98	97	96	95	95	94	93	92	91	89

NSD单位为ret ( Red equivalent therapy ) , NSD的概念包含着分割次数与每次分割剂量, 照射后的细胞死亡和修复的关系, 也包含着在总疗程中照射野的细胞再增殖关系, 但公式中未包括体积因素。NSD公式的应用必需注意  
 1. NSD是上皮组织的等效生物效应剂量, 并不代表治疗的效力。例如上皮癌最好疗效NSD为1800ret, 其它部位正常组织的耐受相似。但同样NSD为1800ret不一定获得正常最好疗效。  
 2. NSD不适用于疗程小于5次, 总疗程大于100天。

**例1:** 鼻咽癌患者放射治疗全疗程以6000rad/30次/42天完成, 求NSD?

根据附图, 30次/42天可查出K值为3.42, 代入公式

$$NSD = \frac{6000rad}{3.42} = 1754ret$$

关于分段放射治疗, 第一段和第二段剂量不能直接相