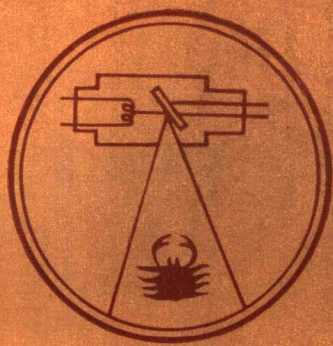


常见肿瘤放疗简明手册



主 编
李鼎九 李元敏

中国科学技术出版社

常见肿瘤放疗简明手册

主编 李鼎九 李元敏

编者 王建华 刘洪亮 李元敏
 李岳虹 李鼎九 张恩言
 张景伟 赵玉林 侯秉森
 谢翠峰 熊群彬

中国科学技术出版社

内 容 提 要

恶性肿瘤的发病率很高,约70%以上的恶性肿瘤患者需不同程度地接受各种方式的放射治疗。随着我国卫生事业的发展,放疗设备现已普及到中小城市,甚至县级医院。

为了满足广大肿瘤医务工作者的需要,特别是从事放疗工作的住院医师、放射物理和放疗技术工作者、护士等人员的需要,由从事多年临床放疗工作、放射物理和放射生物研究的专家与医生共同编著了这本手册。

本手册吸收了80年代国内外放射治疗、放射物理、放射生物及临床肿瘤学中的新概念和新技术。结合临床实践,就目前各种常见肿瘤的概况、诊断要点、淋巴引流、转移途径及规律、国际或国内的TNM分期,放射治疗的原则与实施技术,特别是放射野的设计、靶区的剂量分布、放射源的选择、常用放射物理参数用表、放射生物学算式和参数等用通俗的语言做了较为详尽的介绍。

本手册除供上述医护和技术人员系统阅读和随手查阅以外,对于关心、想了解肿瘤放疗的广大群众来说,也不失为一本知识性的读物。

常见肿瘤放疗简明手册

主编·李鼎九 李元敏

特约编辑·张和起

中国科学技术出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

军事医学科学院情报研究所印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 10.5插页: 1 字数: 250千字

1990年12月第一版 1990年12月第一次印刷

印数: 1—3 200 册 定价: 7.90元

ISBN 7-5046-0176-4/R·48

前 言

恶性肿瘤在我国占人民死亡原因的第二、三位。我国恶性肿瘤发病率约为100/100000，每年约有一百万人患恶性肿瘤。恶性肿瘤的治疗手段主要为手术、放疗和药物治疗，其中70%左右的患者需要不同程度的放射治疗。随着我国卫生事业的发展，大部分大、中城市都有了放疗设备。为了满足广大肿瘤医务工作者的需要，特别是刚刚从事放疗工作的住院医师、物理和技术工作者、护士等人员的需要，我们编写了这本小册子。作为一个简明扼要的读物，我们力图把肿瘤放疗中较新的概念、治疗的原则，以浅显易懂的语言介绍给广大从事抗癌工作的读者；同时还尽量使各论的各个章节实用而又限于简单的抄袭治疗方案。考虑到本书的对象，我们在文中未列参考文献。读者如求进一步的了解，可参阅有关专著。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，望海内同道指正。在本书的编写过程中得到河南省肿瘤治疗领导小组领导同志的热情鼓励和支持。刘洪亮医师校阅了部分章节，提出了不少宝贵的意见。军事医学科学院情报研究所张和起主任在编辑和文字加工等方面做了大量工作。我们一并衷心致谢于此。

李鼎九 李元敏

目 录

1. 放射治疗物理学.....	(1)
1.1 放射线的来源.....	(1)
1.2 放射线与物质的相互作用.....	(4)
1.3 放射剂量单位与测量.....	(6)
1.4 照射野剂量学.....	(10)
1.5 等剂量分布.....	(14)
1.6 放射治疗计划设计与剂量计算.....	(20)
1.7 放射防护.....	(31)
1.8 放射治疗物理学附表.....	(34)
2. 放射生物学简述.....	(55)
(2.1) 亚细胞水平的反应.....	(55)
(2.2) 细胞水平的反应.....	(57)
2.3 细胞存活曲线.....	(59)
2.4 影响细胞存活曲线形状的因素.....	(64)
2.5 细胞辐射损伤的恢复.....	(74)
2.6 组织对辐射的反应.....	(75)
2.7 器官对辐射的反应.....	(80)
2.8 肿瘤对辐射的反应.....	(83)
2.9 肿瘤的可治愈性.....	(85)
2.10 机体对全身照射的反应.....	(86)
3. 放射治疗的基本原则.....	(89)
3.1 引言.....	(89)

3.2	肿瘤和组织的放射敏感性.....	(91)
3.3	放射治疗前的准备.....	(96)
3.4	肿瘤治疗的原则.....	(98)
3.5	肿瘤放疗的原则.....	(98)
3.6	放射计划的制定和实施.....	(100)
3.7	放疗后的事项.....	(102)
3.8	质量保证与质量监督.....	(102)
3.9	放疗科的设备及人员配备.....	(108)
4.	(皮肤癌与恶性黑色素瘤).....	(104)
4.1	皮肤癌.....	(104)
4.2	恶性黑色素瘤.....	(109)
4.3	皮肤放疗反应.....	(118)
5.	(头颈部肿瘤(鼻咽癌除外)).....	(115)
5.1	概述.....	(115)
5.2	病理学特点.....	(115)
5.3	临床特点.....	(116)
5.4	TNM分期.....	(118)
5.5	临床检查与诊断.....	(120)
5.6	治疗前处理.....	(120)
5.7	治疗原则.....	(121)
5.8	口腔及口咽部肿瘤的治疗与疗效.....	(126)
5.9	扁桃体癌.....	(128)
5.10	喉癌.....	(129)
5.11	鼻腔鼻窦癌.....	(134)
5.12	上颌窦癌.....	(136)
5.13	唾液腺肿瘤.....	(139)

5.14	耳部肿瘤	(139)
5.15	中线恶性肉芽肿	(140)
5.16	甲状腺癌	(141)
5.17	头颈部放疗反应	(141)
6.	鼻咽癌	(145)
6.1	引言	(145)
6.2	病理	(145)
6.3	临床表现	(145)
6.4	鼻咽癌的扩散和转移	(146)
6.5	鼻咽癌的诊断	(147)
6.6	临床分期	(149)
6.7	鉴别诊断	(150)
6.8	治疗原则	(150)
6.9	放疗反应及处理	(154)
6.10	放射治疗的后遗症	(155)
6.11	复发鼻咽癌的治疗	(156)
6.12	妊娠期鼻咽癌的处理	(157)
6.13	儿童、青年鼻咽癌的放疗	(157)
6.14	影响预后的因素	(158)
7.	中枢神经系统肿瘤	(159)
7.1	概述	(159)
7.2	放疗的适应证和禁忌证	(160)
7.3	放疗中的注意事项	(160)
7.4	颅内肿瘤的放疗	(161)
7.5	脑转移癌的放疗	(164)
8.	乳腺癌	(165)

8.1	概述	(165)
8.2	病理学特点	(165)
8.3	临床表现	(166)
8.4	分期	(167)
8.5	检查与诊断	(170)
8.6	早期(I、II期)乳腺癌的治疗及疗效	(171)
8.7	局限性晚期(III期)乳腺癌的治 疗及疗效	(177)
8.8	IV期乳腺癌的治疗及疗效	(178)
8.9	放疗反应	(179)
9.	恶性淋巴瘤	(181)
9.1	概述	(181)
9.2	病理学特点	(181)
9.3	临床表现	(183)
9.4	临床分期	(184)
9.5	临床分期的检查方法	(186)
9.6	治疗原则	(189)
9.7	大面积不规则野的照射方法	(191)
9.8	放疗反应及并发症的预防和 处理	(195)
10.	肺癌、纵隔肿瘤、胸腺瘤、间皮瘤	(197)
10.1	肺癌	(197)
10.2	纵隔肿瘤	(208)
10.3	胸腺瘤	(211)
10.4	间皮瘤	(212)
11.	食管癌	(215)
11.1	概述	(215)

11.2	食管的应用解剖学	(215)
11.3	食管的淋巴引流	(216)
11.4	病理学	(216)
11.5	临床症状	(217)
11.6	检查及诊断方法	(218)
11.7	食管癌病变部位分段和分期	(219)
11.8	治疗原则	(224)
11.9	食管癌的放疗	(224)
11.10	放射反应及合并症	(226)
12.	胃癌、肝癌、结直肠癌	(229)
12.1	胃癌	(229)
12.2	肝癌	(234)
12.3	结直肠癌	(240)
13.	妇科肿瘤	(243)
13.1	子宫颈癌	(243)
13.2	子宫内膜癌	(257)
13.3	外阴癌	(262)
13.4	阴道癌	(266)
13.5	卵巢癌	(269)
13.6	绒毛膜癌	(275)
14.	泌尿及男性生殖系统肿瘤	(279)
14.1	肾癌	(279)
14.2	膀胱癌	(281)
14.3	阴茎癌	(285)
14.4	睾丸恶性肿瘤	(289)
15.	软组织肿瘤	(294)

15.1	概述	(294)
15.2	病理	(295)
15.3	临床表现	(295)
15.4	检查方法	(296)
15.5	分期	(296)
15.6	治疗原则	(296)
15.7	放射治疗, 结果及影响预后的因素	(298)
15.8	放疗反应及处理	(300)
16.	骨肿瘤	(302)
16.1	概述	(302)
16.2	病理	(302)
16.3	临床特点, 检查方法, 鉴别诊断及分期	(303)
16.4	治疗原则、放疗技术及预后	(304)
17.	儿童常见恶性肿瘤	(309)
17.1	概述	(309)
17.2	视网膜母细胞瘤	(310)
17.3	神经母细胞瘤	(315)
17.4	肾母细胞瘤 (Wilms瘤)	(317)
17.5	中枢神经系统白血病	(320)

1 放射治疗物理学

1.1 放射线的来源

1.1.1 放射线的种类与来源

电离辐射线分为电磁辐射与粒子辐射两类。X、 γ 射线都属于电磁辐射线又称为光子束，X射线是从原子核外产生的， γ 射线来自原子核内，均可用人工方法获得。例如高速运动的电子轰击靶物质产生X射线，放射性核素衰变释放出 γ 射线。X与 γ 射线在产生方式上不同，在本质上没有什么区别。它们都有一定的能量，在真空中的传播速度与光速相同。粒子辐射包括 α 粒子、电子、中子、质子、负 π 介子和其他带电重离子，主要是从各种类型的加速器获得，某些也可由放射性核素衰变产生。其中，X、 γ 射线与电子束已广泛用于临床放射治疗，中子、质子和其他重离子尚处于研究和临床试用阶段。

1.1.2 放射治疗设备与放射源

放射治疗有远距离和短距离两种基本照射方式。远距离治疗指从体外一定距离，定时、定向、集中照射人体某一部分。短距离治疗是将放射源植入组织间、放入人体天然腔道或敷贴在病变表面进行照射。

千伏级X线治疗机 如果在X射线管的阴极灯丝与阳极靶之间加上高电压，在电场的作用下电子被加速，当电子撞击靶物质时运动突然受到阻滞，一部分电子能量以致辐射和特征辐射的形式释放出来，即为X射线。由于韧致辐射是X射

线的主要成分，因而X射线的能谱是连续的。X射线的峰值能量等于阴极与阳极间管电压值，平均能量约为管电压值的三分之一。常用半值厚（HVT）表示穿透能力。加速电场越强，发射出的X射线峰值能量越大，被加速的电子越多，产生的X射线强度越高。X线治疗机从结构上分为固定式和旋转式两种。主要由X射线管、高压发生器和冷却部分与控制部分组成。根据管电压可将X射线治疗机分为四档：接触X射线机10~60kV；浅层X射线机60~160kV；深部X射线机160~400kV；高压X射线机400kV~1MV。

钴-60治疗机 钴-60治疗机是放射治疗的常用设备。它是采用高强度的放射性钴-60制成密封型放射源，线束经准直后用于放射治疗的装置。钴-60是由钴-59在核反应堆中经热中子照射轰击产生的。钴-60的原子核不稳定，核中粒子不断运动并发生碰撞，能量在粒子间相互传递。核内中子不断地转变为质子并发射 β^- 粒子，使钴-60成为受激状态的镍-60，释放出能量为1.17MeV和1.33MeV的两种 γ 射线（其平均能量为1.25MeV）后，变成稳定的镍-60。钴-60原子核的衰变符合指数衰减规律，半衰期为5.26年。附表1-1为钴-60衰变表。

钴-60治疗机有固定式和旋转式两种。由放射源、照射机头、线束遮线及准直、运动与控制部分组成。钴-60机遮线器分为放射源固定式和移动式。常用源皮距(SSD)为70~100cm。它造价低、操作维修方便、输出稳定。在我国，目前仍处于发展阶段。

主要适用于头颈部肿瘤放射治疗的铯-137治疗机也已被应用。铯-137产生能量为0.66MeV的 γ 射线，半衰期为30年。

结构与钴-60机相似，一般源皮距不超过35cm。我国已有生产。

电子直线加速器 电子直线加速器是放射治疗的重要设备。它是利用微波电场在加速管中加速电子至较高能量的装置。电子加速过程实际上是电磁场能量转换成电子动能的过程。当电子被加速到一定能量后，引出再通过散射片即为用于治疗电子束。如果电子直接打靶即可产生X射线束。电子直线加速器有行波与驻波两种加速方式。从能量上将医用电子直线加速器分为三档：小型机4~6MV；中型机8~14MV；大型机16~25MV。医用电子直线加速器主要由加速管、微波功率传输系统、电子枪与束流系统、真空、冷却、调制、控制和应用部分组成。常用源皮距为80~100cm。结构相对复杂，成本高，对维修要求也高。

短距离放射治疗源 短距离放射治疗源距离靶体近，吸收剂量在小范围靶体内减弱迅速。组织间插植和腔内照射是短距离放疗的常用方法，敷贴照射较少使用。组织间插植是将放射源制成针、丝、籽状植入靶体内。根据放射性核素的半衰期和能量，可将组织间插植分为永久性和短暂性插植。用于永久性插植的放射性核素半衰期相对短(几天)或能量较低，如金-198、碘-125等。用于短暂性插植的放射性核素半衰期相对长或能量高(大于100keV)，如铯-137。腔内照射是将装有放射源的各类容器放入病人体腔内，靶区参考点达到预定照射剂量后再取出。铯-137作为腔内放射源已代替了镭-226源被广泛采用。

短距离放射治疗亦可用后装放射源技术。短距离治疗常用放射源有关物理常数列于表1-1中。

表 1-1 短距离治疗常用放射源物理常数

放射源	半衰期	γ 射线能量 (MeV)	R/Ci·h·m	半值厚 铅(cm)
铯-137	30年	0.662	0.33	0.65
钴-60	5.26年	1.17, 1.33	1.30	1.20
金-198	2.7天	0.412	0.23	0.33
碘-125	60.2天	0.035	0.123	0.04
铯-137	74.2天	0.296~0.612	0.48	0.30
镭-226	1602年	0.047~2.4	0.825	1.66
铯-137	115.1天	0.068~1.23	0.68	1.20

1.2 放射线与物质的相互作用

1.2.1 电磁辐射

X、 γ 射线通过物质时，损失能量产生高速带电粒子。它与物质原子有以下作用：

光电效应 光子将原子内层电子击出成为光电子，外层轨道电子填补空穴时产生特征辐射。

康普顿效应 光子与原子外层轨道电子作用，使电子成为反冲电子，光子损失能量改变方向成为散射光子。

电子对形成效应 能量大于1.02MeV的光子，在原子核附近受核电场的作用变成一对正负电子。

1.2.2 粒子辐射

电子是放射治疗常用带电粒子，高速运动的电子通过物质时，与物质的原子有以下作用：

弹性散射 高速电子在原子核电场作用下，仅改变方向不损失能量。

电离与激发 高速电子将原子外层轨道电子击出使原子带正电，或使电子搬迁光学轨道后又退回时，以光和热的形式释放能量。

特征辐射 高速电子将原子内层轨道电子击出，外层轨道填补空穴时释放能量。

韧致辐射 在原子核电场作用下，高速电子突然改变速度损失能量，部分能量变成具有连续能谱的电磁辐射。

1.2.3 放射线的吸收

X、 γ 射线与物质发生光电效应、康普顿效应和电子对形成效应，分别产生光电吸收、康普顿吸收和电子对吸收。吸收情况与射线能量和吸收物质的原子序数有关。千伏级X射线(<200keV)以光电吸收为主，它与吸收物质的原子序数 Z^3 成比例。骨组织较软组织的能量吸收高得多，在骨与软组织界面吸收剂量有突变现象。能量为200keV~7MeV的X射线，包括钴-60 γ 射线在内，在物质中以康普顿吸收为主，它与吸收物质的原子序数无关，每克骨与软组织的能量吸收几乎是相同的，人体不同结构对吸收的影响不显著，骨与软组织界面吸收剂量亦无明显突变。当X射线的能量大于7MeV时，电子对吸收逐渐变得重要，它与原子序数 Z 成比例，骨吸收又逐渐变得明显。因此，对骨组织照射不宜采用千伏级X射线(<200keV)，以避免导致骨损伤。

窄束X、 γ 射线强度随吸收物质厚度增加呈指数减弱，用下式表示：

$$I = I_0 e^{-\mu d} \quad (1)$$

式中， I_0 为原射线强度； I 为通过 d 厚度物质后的强度； μ 为该物质的线性吸收系数； e 为自然对数的底。

射线强度随照射距离平方呈反比变化。

1.3 放射剂量单位与测量

1.3.1 照射量

照射量 (X) 指能量小于3MeV 的X或γ射线, 在质量为dm的小体积空气中释放出来的全部电子(负电子和正电子)完全被空气阻止时, 在空气中产生一种符号离子的总电荷dQ的绝对值。单位为伦琴, 用下式表示:

$$X = \frac{dQ}{dm}$$

$$1 \text{ 伦琴(R)} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ 库伦} \cdot \text{千克}^{-1}$$

1.3.2 吸收剂量

吸收剂量 (D) 是电离辐射授予单位质量物质dm的平均能量d_r。用下式表示:

$$D = \frac{d_r}{dm}$$

吸收剂量的国际单位制为戈瑞 (Gy), 它与旧单位拉德 (rad) 的关系为:

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ 焦耳} \cdot \text{千克}^{-1} = 100 \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ 焦耳} \cdot \text{千克}^{-1} = 10^{-2} \text{ Gy} = 1 \text{ 厘戈瑞(cGy)}$$

吸收剂量 (D) 和照射量 (X) 的关系为:

$$D = X \cdot F \quad (2)$$

其中, F是伦琴-厘戈瑞转换因子, 它与射线质和吸收物质有关。图1-1是骨、肌肉和水中伦琴-厘戈瑞转换因子曲线。

1.3.3 吸收剂量的测量

采用空腔电离室剂量仪测量照射量, 再转换成吸收剂

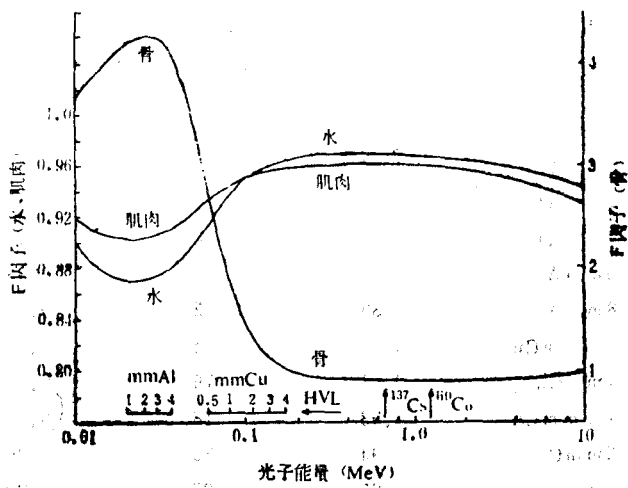


图 1-1 骨、肌肉与水中伦琴-厘戈瑞转换因子

量。照射量不应作为剂量单位用于放疗，仅作为测量吸收剂量的手段。

小于2MV X射线的测量

(1) 电离室用相应半值厚的X射线与标准仪表比对，获得仪表刻度系数N值。

(2) 在空气中，电离室置参考点测量照射量，将仪表读数(R)转换成参考点吸收剂量(D₀)。单位为cGy，即：

$$D_0 = R \cdot N \cdot K \cdot F \cdot B \quad (3)$$

式中，R—参考点仪表读数；K—空气温度、气压修正因子；F—伦琴-厘戈瑞转换因子(表1-2)；B—反向散射因子(附表1-2)。

大于2MV射线的测量