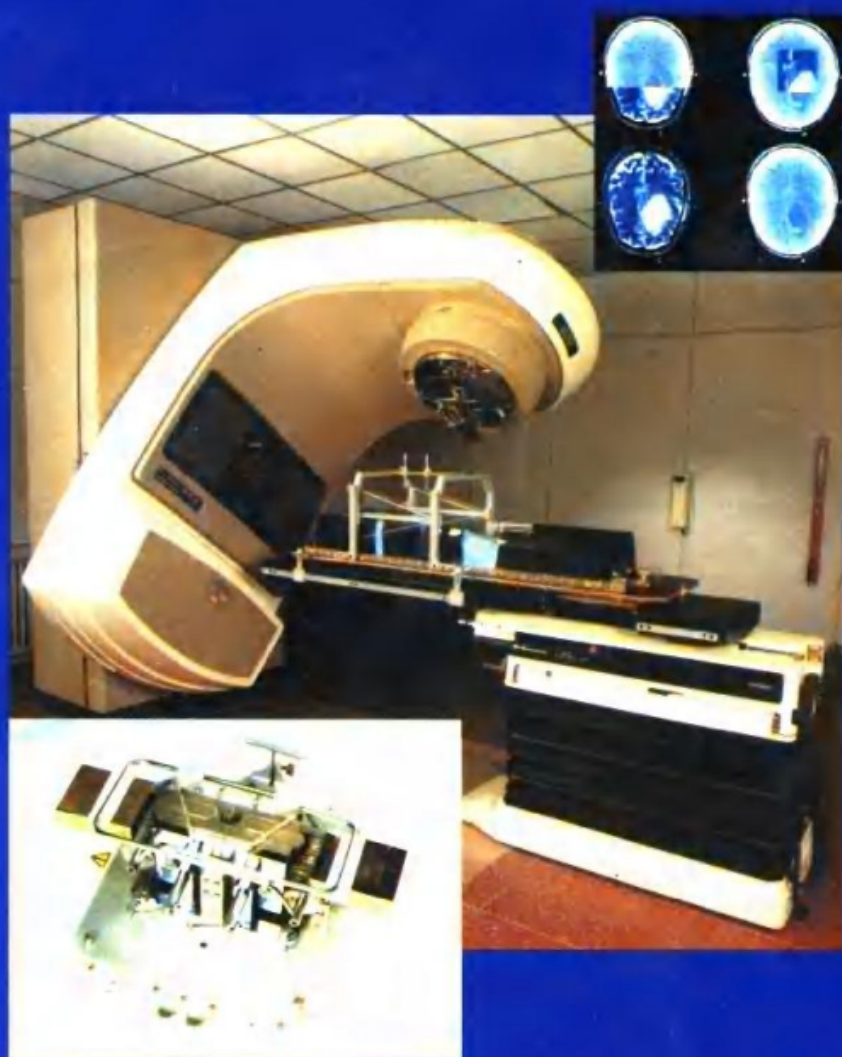


中华医学会北京分会放射治疗学继续教育推荐教材

实用放射治疗物理学

编著 冯宁远 谢虎臣
史 荣 邱学军



北京医科大学 联合出版社
中国协和医科大学

中华医学会北京分会
放射治疗学继续教育推荐教材

实用放射治疗物理学

编著 冯宁远 谢虎臣
史荣 邱学军



A0292562

北京医科大学
联合出版社
中国协和医科大学

(京)新登字 147 号

SHIYONG FANGSHE ZHILIAO WULIXUE

图书在版编目(CIP)数据

实用放射治疗物理学/冯宁远编. —北京:北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社,1998.12

ISBN 7-81034-922-8

I. 实… I. 冯… II. 放射治疗学:物理学 N. R815

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 29340 号

北京医科大学 联合出版社出版发行
中国协和医科大学

(100083 北京学院路 38 号 北京医科大学院内)

责任编辑:暴海燕 张晓华

责任校对:张 卫

责任印制:郭桂兰

北京医科大学印刷厂印刷 新华书店经销

* * *

开本:787×1092 1/16 印张:29 字数:738 千字

1998 年 12 月第 1 版 1998 年 12 月北京第 1 次印刷 印数:1—3000 册

定价:60.00 元

序

我国放射治疗近 10 年来发展很快，但也存在不少问题，其中之一是严重缺乏医用放射物理学工作者，同时也没有一本为医用放射肿瘤学服务的物理专业书。《实用放疗物理学》一书的内容包括了现代医用物理的各个方面，还有一篇等效剂量转换的放射生物学基础，这对临床工作有很大帮助。相信此书的出版不但补充了专业方面的空白，也会对医用物理人才的发展有一定作用。

谷铎之

一九九八年九月

前 言

近年来,随着高新技术的飞速发展,特别是计算机技术在医学中的应用,肿瘤放射治疗技术取得了前所未有的进步,做为肿瘤放射治疗基础的放射物理学也随之获得明显的进展。尤其是头、体部肿瘤立体放射治疗、三维多叶准直器(MCL)适形放疗、以逆向计划设计为基础的适形调强立体放射治疗、数字影像重建(DRR)、CT模拟定位(CT-Sim)等新技术的出现和推广使用,极大地扩充了放射治疗物理学的理论和实践内容。对于临床放疗医生和物理人员来说,如果不能及时了解和掌握相关的知识和技术,就很难适应新形势的需要。

另外,据1997~1998年最新统计,国内放疗部门已有450多家,专业人员总数已增至近万人,治疗设备,主要是加速器和钴-60机,现有667台(其中加速器286台,钴-60机381台),立体定向放射外科设备中进口和国产 γ 刀总数超过20套、X刀已超过60套,模拟定位机282台,高剂量率(HDR)后装机302台,以及197套治疗计划系统(TPS)。整体看来,无论是数量还是质量都达到相当的水平;但各单位在设备使用、施治技术以及剂量学管理等方面的水平参差不齐,很不平衡,除专业人员培养跟不上形势发展等因素外,教科书的缺乏及信息闭塞也是主要原因之一。

针对上述情况,我们在中国科学院大恒医疗设备公司的全力支持下,编写了这部“实用放射治疗物理学”,旨在普及专业知识、活跃学术空气、传播新技术信息,也希望能为方兴未艾的中国放射治疗事业的发展做些贡献。全书共计有二十四章,约74万字,内容包括:核物理基础、辐射剂量学及测量方法(电离室、热释光、半导体探头和胶片剂量仪)、剂量刻度规程(IAEA277 & AAPM TG21)、当代放疗设备、临床剂量学基本概念、临床剂量学组织、治疗计划设计系统进展及数学模型简介、常规照射技术、特殊照射技术、近距离后装放射治疗、跨学科医学新热点,即心血管近距离放疗、放射生物等效剂量转换的生物学理论、LQ模型,辐射防护标准的演变,土建防护设计、治疗机的验收、测试,质量控制和质量保证措施等多方面物理基础和临床应用知识。除此之外还参考国外新版放射物理专业书籍及美国医学物理学家协会(AAPM)会员资格考核材料汇编了93份有用的剂量学数据表、385张图例、261个算式及习题集(868道题)等。

本书综合平衡理论与实践,普及与提高内容的比例,兼顾了各类人员的不同水平和需求,既可作为工作手册,亦可用做教学参考书;它既反映了许多国内外科技进展,也收录了我国放射物理学家在这一领域中的工作和经验。该书为读者学以至用及深入研究提供便利,也可作为年轻医师、物理人员和技术员上岗资格考试、专业晋升考试、各类放疗学习班、考研、考博及科研等活动的教参。

本书编辑过程中得到来自放疗界许多专家的热心鼓励和中国医科院肿瘤医院放疗科领导的宝贵支持;申文江教授和王俊杰医生撰写的心血管放射治疗是当前又一跨学科新领域和医学热点;由杨伟志教授撰写的等效生物剂量转换一章深入浅出地阐述了颇为费

解的 LQ 模型的产生、生物学意义和临床应用；由吴大可教授编写核物理基础对加深放疗物理学概念的认识大有益处；由王所亭、肖泽久、朱庙生教授参与的放射外科及立体放射治疗剂量学一章以丰富的实践经验阐明这一新技术的特点；樊立真日以继夜地在计算机上键入了全部 74 万文字材料、表格及公式，硕士生付卫华精心翻译并编辑了内容丰富的习题集等，愿借此机会对他们的辛勤劳动表示诚挚的感谢。由于时间紧迫，著者水平有限，书中难免有不尽人意之处及疏漏错误，希望各位专家及同行批评指正。

目 录

序

前言

第一篇 放射物理基础 (1)

第一章 物质结构 (2)

第一节 原子 (2) 第二节 原子核 (2) 第三节 原子的质量和能量单位 (3)

第四节 轨道电子的分布 (4) 第五节 原子的能级 (4) 第六节 核力 (5)

第七节 核能级 (6) 第八节 粒子辐射 (6) 第九节 电磁辐射 (6)

第二章 核转换 (8)

第一节 放射性 (8) 第二节 衰变常数 (8) 第三节 放射源的活度 (9)

第四节 半衰期和平均寿命 (9) 第五节 放射系列 (11) 第六节 放射平衡 (11)

第七节 放射性衰变方式 (13)

一. α 衰变 (13)

二. β 衰变 (负、正电子发射) (13)

三. 电子俘获 (14)

四. 内转换 (同质异能跃迁) (15)

第八节 核反应 (15)

一. α, P 反应 (15)

二. α, n 反应 (16)

三. 质子轰击 (16)

四. 氘轰击 (16)

五. 中子轰击 (16)

六. 光致蜕变(光核反应) (17)

七. 核裂变 (17)

八. 核聚变 (17)

第九节 核素的活化 (17)

第十节 原子核反应堆 (18)

第三章 X 射线的产生 (18)

第一节 X 射线管 (阳极、阴极) (18)

第二节 X 射线产生的物理原理 (韧致辐射、特征 X 线) (20)

第三节 X 线能谱 (21)

第四章	临床应用的放疗设备 (22)
第一节	kV 级 X 线治疗机 (22)
第二节	钴-60 治疗机 (24)
一.	放射源 (24)
二.	线束准直系统 (24)
三.	模拟光源 (25)
四.	半影的产生及消半影装置 (25)
五.	源传输的端效应 (End Effect)及校正 (27)
第三节	直线加速器 (27)
一.	电子直线加速器的基本结构和系统 (27)
二.	电子在直线加速器中的加速过程 (28)
三.	加速管结构 (28)
1.	行波加速器 (29)
2.	驻波加速器 (30)
四.	高频功率源 (30)
1.	磁控管 (30)
2.	速调管 (30)
3.	磁控管与速调管的区别 (30)
五.	线束偏转系统 (31)
1.	90°偏转系统 (31)
2.	270°偏转系统 (32)
3.	滑雪式偏转系统 (33)
六.	直线加速器的附属部件 (33)
1.	调制器 (33)
2.	自动频率控制系统(AFC) (34)
3.	电子线传输控制 (34)
七.	治疗束的稳定性 (34)
八.	治疗机头 (36)
第四节	电子回旋加速器和电子同步回旋加速器 (37)
第五节	感应加速器 (39)
第六节	粒子回旋加速器 (39)
一.	中子束的产生 (40)
二.	质子束的产生 (41)
三.	负 π 介子的产生 (42)
四.	粒子的物理和生物特性 (43)
第五章	X 线和 γ 线与物质的相互作用 (45)
第一节	电离概念 (45)
第二节	光子的通量和能量通量 (46)
第三节	光子束的衰减 (46)
一.	质量衰减系数、电子和原子衰减系数 (48)
二.	能量转移系数 (48)
三.	能量吸收系数 (49)
第四节	光子同物质的相互作用 (49)
一.	相干散射 (49)
二.	光电效应 (50)
三.	康普顿效应 (51)

1. 康普顿效应的特殊情况 (51)
 2. 康普顿效应对能量和原子序数的依赖性 (52)
- 四. 电子对的产生 (53)
1. 湮没辐射 (54)
 2. 电子对的产生随能量和原子序数而变化 (54)
- 五. 各类作用的相对重要性 (54)

第六章 电离辐射的测量 (56)

- 第一节 伦琴 (56)
- 第二节 自由空气电离室 (57)
- 第三节 柱型电离室 (58)
- 一. 电离室室壁 (58)
 - 二. 有效原子序数 (59)
 - 三. 电离室的校准 (59)
 - 四. 电离室设计的原则 (60)
- 第四节 实用柱形电离室 (60)
- 一. Victoreen 型电容电离室 (60)
 - 二. Farmer 型电离室 (60)
 - 三. 电离室灵敏度 (61)
 - 四. 电离室杆效应 (62)
- 第五节 静电计 (63)
- 第六节 特殊电离室 (64)
- 一. 外推电离室 (64)
 - 二. 平行板电离室 (64)
- 第七节 离子收集中的具体问题 (65)
- 一. 饱和效应 (65)
 - 二. 收集效率 (65)
- 第八节 电离室极性效应 (66)
- 第九节 对空气密度和湿度的校正 (66)
- 第十节 照射量的测量 (67)

第七章 X 线的质 (67)

- 第一节 半值层 (67)
- 第二节 滤过板 (68)
- 第三节 半值层的测量 (69)
- 第四节 平均能量概念 (69)

第八章 吸收剂量的测量和计算 (70)

- 第一节 基本概念 (70)
- 一. 吸收剂量 (Dose) (70)
 - 二. 比释动能 (Kerma) (70)
 - 三. 照射量和空气比释动能 (Kerma) 的关系 (71)

四. 吸收剂量和空气比释动能 (Kerma) 的关系 (71)

第二节 由照射量计算吸收剂量 (72)

一. 空气介质中的吸收剂量 (72)

二. 任意介质中的吸收剂量 (72)

三. 用电离室在空气中刻度吸收剂量 (73)

四. 用电离室在介质中测量照射量换算吸收剂量 (74)

第三节 Bragg-Gray 空气腔理论 (75)

一. 阻止本领 (75)

二. 有效测量点 (75)

第九章 吸收剂量的其它测量方法 (76)

第一节 量热法 (76)

第二节 化学剂量测定法 (77)

第三节 固体剂量仪 (78)

一. 热释光 (TLD) 剂量仪 (78)

1. 原理 (78)

2. TLD 的种类及各自的特点 (79)

3. TLD 使用要点 (81)

(1)退火处理 (81) (2)超线性 (82) (3)能量响应 (82) (4)衰退效应 (83)

(5)本底信号 (83) (6)元件的清洁处理 (83)

(7)TLD 在不同介质中的吸收剂量转换 (83)

4. TLD 的刻度 (84)

5. TLD 剂量仪的 QA-QC (84)

二. 胶片剂量测定方法 (85)

三. 半导体探头在辐射测量和放疗中的应用 (86)

1. 半导体探头的物理特性 (86)

2. P 型和 N 型探头 (88)

3. 半导体剂量计在临床中的应用 (88)

第十章 剂量刻度规程 AAPM TG21 和 IAEA TRS 277 及其应用 (90)

一. 测量装置及其参数的记录 (90)

二. $N_x \sim N_{gas}$ 和 $N_k \sim N_D$ 的转换 (95)

1. 射线在空气中的平均电离功 \overline{W}/e (96)

2. 照射量单位制换算常数 K (96)

3. AAPM 规程中电离室电荷收集效率校正因子 A_{ion} (96)

4. IAEA 规程中电离室电荷收集效率校正因子 P_s (96)

5. AAPM 规程中电离室及平衡帽对钴-60 γ 线的衰减和散射校正因子 A_{wall} (97)

6. IAEA 规程中 t 电离室及平衡帽对钴-60 γ 线的衰减和散射校正因子 K_{att} (97)

7. IAEA 规程中电离室及平衡帽材料与空气不完全等效校正因子 K_m (99)

8. AAPM 规程中电离室及平衡帽材料与空气不完全等效校正因子 K^{AAPM} (99)

9. AAPM 规程中吸收剂量中 Kerma 的碰撞份额校正因子 β_{wall} (101)
- 三. 水中吸收剂量的测定 (X 线部分) (102)
 1. 仪表读数 M_u 和 M (102)
 2. 电离室电荷收集效率校正因子 P_{ion} / P_s (102)
 3. 平均阻止本领率 $S_{\text{med, air}} / (L / \rho)_{\text{med, air}}$ (102)
 4. 电离室壁和气腔对水模体电子通量的扰动校正因子 P_u / P_{wall} (103)
 5. P_{repl} AAPM 位移校正因子 (104)
 6. P_{cel} IAEA 电离室中心极校正因子 (106)
- 四. 水中吸收剂量的测定 (电子线部分) (106)
 1. 电子线测量深度 (106)
 2. P_u 和 $P_{\text{wall}} \cdot P_{\text{repl}}$ (106)
 3. 两规程中水对空气的阻止本领率比 $(S_{w, \text{air}})_u$ 和 $(L / \rho)_{\text{water}}$ (106)
 4. P_{cel} (106)
 5. P_s 与 P_{ion} (108)
- 五. 肌肉组织水中吸收剂量的确定 (108)

第二篇 临床剂量学 (110)

第一章 临床剂量学基本概念(一) (111)

第一节 体模和人形体模 (111)

第二节 百分深度剂量(PDD) (113)

- 一. PDD 的定义 (113)
- 二. 射线品质和深度对 PDD 的影响 (113)
- 三. 剂量建成效应 (Build-up) (114)
- 四. 照射大小和形状对 PDD 的影响 (115)
- 五. 源~体表距(SSD)对 PDD 的影响 (116)

第三节 组织~空气比 (TAR) (118)

- 一. TAR 与距离因素无关 (118)
- 二. TAR 随能量, 深度和照射野大小的变化 (118)
- 三. 反向散射因子 (BSF) (118)
- 四. TAR 和 PDD 的转换关系式 (119)
- 五. 不同 SSD 条件下 PDD 的换算 (TAR 方法) (119)
- 六. 旋转照射中的剂量计算 (120)
- 七. 散射空气比 (SAR) (120)
- 八. 不规则野的剂量计算 (Clarkson's 法) (120)

第二章 临床剂量学基本概念(二) (125)

第一节 剂量计算有关参数 (125)

- 一. 准直器散射校正因子 (S_c) (125)
- 二. 体模散射校正因子 (S_p) 和总散射因子 ($S_{c,p}$) (126)

第二节 组织体模比 (TPR) 和组织~最大剂量比 (TMR)(127)

- 一. TPR 的定义 (127)
- 二. TMR 的特性 (127)
- 一. 散射最大剂量比 (SMR)(128)

第三节 临床处方剂量计算 (129)

- 一. 加速器治疗(固定 SSD 照射、等中心照射)(129)
- 二. 钴-60 机治疗 (131)
- 三. 不规则野治疗 (131)
- 四. 独立准直器和非对称野 (132)

第四节 剂量计算中其它近似处理方法 (132)

- 一. 不规则野简化为有效长方形野 (132)
- 二. 野内离轴点剂量 (132)
- 三. 野外某点处的剂量 (133)

第三章 二维剂量分布和射线束的改造 (134)

第一节 等剂量线.(134)

- 一. 等剂量线图 (Isodose Chart)及其影响因素 (134)
- 二. 离轴比概念、灯光野与射线野的一致性 (135)
- 三. 等剂量线的获取 (136)

第二节 射线束的改造(Beam Modifier)(137)

- 一. 均整器 (Flatness Filter)(137)
- 二. 挡铅 (Block)(137) 1. 程控热丝切割器 (137) 2. 多叶准直器 (138)
- 三. 等效组织填充物 (Bolus)(138)
- 四. 补偿板 (Compensator) 和线束强度调制器 (Modulator)(139)
 1. 缺额组织补偿板 (Missing Tissue Compensator)(139)
 - (1) 减厚因子 (RF)(139) (2) 有效衰减系数法(μ_{eff})(140)
 2. 剂量补偿板和线束调强滤过板 (Dose Compensator & Beam Modulator)(141)
- 五. 楔形滤过板(Wedge Filter)(141)
 1. 楔形角(θ)(142)
 2. 楔形因数(F_w)(143)
 3. 非对称楔形野的楔形因数 (F_w')(143)
 4. X 线能量对楔形野物理参数的影响 (143)
 5. 楔形板的类型 (144)
 - (1) 动态楔形板 (144) (2) 电动楔形板 (144)
 6. 楔形野的应用原则 (145)
 7. 楔形滤过板的设计和加工 (146)

第四章 放射治疗临床剂量学组织及照射技术 (147)

第一节 临床剂量学组织 (147)

第二节 医用放射物理人员的职责、地位和作用 (149)

- 第三节 治疗单的内容和举例 (149)
- 第四节 治疗计划剂量学原则 (150)
- 第五节 常规照射技术 (158)
 - 一. 共面照射 (158)
 - 1. 两野同轴对穿野 (158)
 - 2. 两野交角照射 (159)
 - 3. 两野相邻野组合, 野间距设计 (159)
 - 4. 三野组合照射 (161)
 - 5. 四野组合照射 (163)
 - 6. X 线旋转照射 (163)
 - 二. 非共面照射 (164)
- 第六节 特殊照射技术及其剂量学方法 (164)
 - 一. 淋巴系统'Mantle' 和 Inverted 'Y'野照射及剂量学方法 (164)
 - (一) Clarkson & Cunningham 方法 (164)
 - (二) Wrede 不规则野近似算法 (165)
 - (三) 线性回归经验公式 (165)
 - (四) 等效长方野近似法 (166)
 - (五) 计算机计划系统 (167)
 - 二. 乳腺癌照射技术、辅助器械及剂量学步骤 (167)
 - (一) 体位 (168)
 - (二) 射野布局和定位 (摆位)(168)
 - 1. 锁骨上前野 (169)
 - 2. 腋窝野 (169)
 - 3. 乳腺切线野 (169)
 - 4. 内乳野 (173)
 - (三) 剂量计算和治疗计划 (174)
 - 1. 剂量计算 (174)
 - 2. 治疗计划设计 (Bolus 的使用、楔形板的使用、肺组织的校正、内乳野与切线野的衔接、采用 X 线、电子束混合束照射的剂量分布归一问题)(175)
 - 三. 中枢神经系统(CNS)肿瘤外照射技术及剂量学方法 (177)
 - (一) 典型照射技术 (178)
 - (二) 脑垂体瘤的定位和照射 (178)
 - (三) 髓母细胞瘤放疗常规 (179)
 - 1. 照射野的设计及处方剂量 (179)
 - 2. 模拟定位机定位步骤 (180)
 - 3. 射野间距的确定 (181)
 - 4. 剂量计算举例 (181)
 - 5. 全脊髓照射的射线选择 (182)
 - 四. TBI 和 FTBI 照射技术及剂量学要点 (183)

- (一) 近年来 TBI 照射技术发展新动向 (183)
- (二) 照射条件和剂量参数的测定 (184)
- (三) 人体体中面的剂量测量方法 (185)
- (四) 入射量 (D_i) 和出射量(D_e) (184)
- (五) 由肺腹吸收剂量比推算各阶段剂量分配 (186)
- (六) 总处方量和剂量率的选定 (187)
- (七) 单次和多次照射 (187)
- (八) 剂量资料的完整性及综合测量手段 (187)

第五章 治疗计划系统 (TPS) 剂量算法及技术进展 (191)

第一节 对非规则体表及非均质组织的校正 (191)

- 一. 校正非规则体表对体模离轴点 P 的剂量影响 (191)
 - 1. 有效 SSD 方法 (191)
 - 2. TAR 比值法 (191)
 - 3. 等剂量线平移法 (192)
- 二. 校正非均质组织对体模内选定点 P 的剂量影响 (192)
 - 1. 等剂量线平移法 (193)
 - 2. TAR 比值法 (有效路径长度法) (193)
 - 3. TAR 幂指数法 (Batho Low 方法) (194)
 - 4. 等效 TAR 方法 (ETAR) (195)

第二节 用于 TPS 的剂量计算模式 (X 线部分) (196)

- 一. 解析法 (196)
 - 1. Sterling / Pfalzner's 两维模型 (196)
 - 2. Van de Geijn 表达式 (197)
- 二. 矩阵法 (198)
 - 1. 笛卡儿坐标点阵 (198)
 - 2. 扇形线和辐射线阵列 (198)
 - 3. 递减线阵列 (198)
- 三. 半经验公式 (199)
 - 1. Clarkson 方法 (199)
 - 2. 原射线离轴系数 P (201)
- 四. 微分散射空气比 (dSAR) (202)
- 五. 治疗计划系统中对非均质组织的处理 (204)
- 六. 蒙特卡罗方法 (207)
- 七. 不同校正方法的对比 (209)

第三节 治疗计划设计系统的技术进展和新课题 (209)

- 一. 优化 (209)
- 二. 剂量体积直方图 (DVH) (210)
- 三. 放射生物学模型 (210)
- 四. 逆向计划设计和逆向调强放射治疗 (211)

- 五. TPS 新技术及相关课题 (212)
- 六. ICRU 对放疗名词学的重新定义 (213)

第六章 电子线剂量学 (215)

第一节 电子线与物质的相互作用 (216)

一. 与电子线能量损失有关的物理概念 (216)

- 1. 碰撞损失(电离和激发)(216)
- 2. 辐射损失(韧致辐射)(217)
- 3. 极化效应 (216)
- 4. 阻止本领 (216)
- 5. 吸收剂量 (216)

二. 电子束在介质中的散射 (216)

第二节 电子线能量的表述和测量 (218)

一. 最大几率能量 (218)

二. 平均能量 (219)

三. 能量随体模深度的变化 (219)

第三节 电子线吸收剂量的刻度 (219)

第四节 电子线的剂量学特点 (219)

一. 中心轴深度剂量曲线 (219)

二. 等剂量曲线的特征 (220)

三. 电子线平坦度和对称性 (220)

四. 射野大小对剂量参数的影响 (221)

五. 射野等效转换 (223)

六. 电子束的源点, 有效源皮距概念 (223)

七. X 线污染 (X-ray Contamination) (224)

第五节 电子线在临床中的应用 (224)

一. 能量和射野尺寸的选择 (225)

二. 限光筒与体表之间的空气间隙以及线束斜入射的影响 (225)

三. 组织不均匀性影响 (Tissue Inhomogeneities) (227)

四. 体表填充物(Bolus)和吸收体 (Absorbers)的影响 (228)

五. 电子束相邻野的设计 (228)

第六节 电子线射野的成形 (Shaping) (228)

一. 低熔点铅电子窗 (228)

二. 透射剂量随挡铅厚度的变化 (228)

三. 挡铅对剂量率的影响 (229)

四. 内屏蔽概念 (229)

第七节 电子线全身照射(TSEI)的剂量学方法 (231)

一. TSEI 照射涉及的物理剂量参数和测试技术 (231)

二. 水箱体模测量 (232)

三. 形体模实测 (234)

1. 体表剂量均匀度的测定 (234)
2. 多野照射的体内剂量分布 (235)
- 四. TSEI 治疗的剂量表达方式 (235)
 1. 处方剂量系数 (235)
 2. SMD 剂量 (235)
- 第八节 电子线弧形旋转照射 (236)
 - 一. 积分求和 (236)
 - 二. 直接测量法 (236)
 - 三. 治疗计划中需考虑的因素 (236)
 1. 电子线能量和穿射力的变化 (236)
 2. 射野宽度的选择 (237)
 3. 等中心的确定 (237)
 4. 人体不规则性的考虑 (237)
 5. 当旋转弧范围内靶深度不等时的处理 (238)
 6. 当平行旋转轴方向靶深度不等时的处理 (238)
 7. 体表限束铅窗 (238)

第七章 近距离放射治疗的物理基础 (239)

第一节 概述 (239)

1. 半衰期 (239)
2. 能量 (240)
3. 射线类型 (240)

第二节 近距离放疗使用的放射源 (241)

一. 常用放射源 (241)

1. 镭 Ra-226 (241)
2. 铱 Ir-192 (242)
3. 钴 Co-60 (243)
4. 铯 Cs-137 (244)
5. 金 Au-198 (245)
6. 碘 I-125 (245)
7. 锶 Sr-90 (246)
8. 钽 Ta-182 (247)

二. 新型放射源 (247)

1. 镅 Am-241 (247)
2. 钯 Pd-103 (248)
3. 钐 Sm-145 (249)
4. 镱 Yt-169 (249)

三. 中子源 镅 Cf-252 (250)

第三节 近距离放疗涉及的物理量及单位 (252)

一. 源的外观活度 (A_{app}) (252)

二. 照射量率常数(Γ_{Δ}) (252)

三. 空气比释动能常数(Γ_{δ}) (252)

第四节 源的刻度方法 (253)

一. 4π (井式)电离室测量法 (253)

二. 指型电离室方法、测量装置及误差评估 (254)

(一)测量源在水中的照射量率, 经电离常数(Γ)换算源的外观活度 (254)

(二)测量空气照射量率转换参考空气比释动能率 (257)

第五节 近距离放疗的剂量学系统 (260)

一. 组织衰减及散射校正 (260)

1. Meisberger 多项式 (260)

2. Van Kleffens & Star 公式 (260)

3. Webb & Fox 公式 (261)

二. 传统组织间插植的巴黎剂量学系统及步进源等效模拟 (261)

- 三. 妇瘤腔内照射剂量学系统 (264)
- 第六节 外照射与内照射临床剂量学基本概念的异同 (266)
- 第七节 近距离放疗临床剂量学步骤 (268)
 - 一. 疗前准备、施源器置放及护理措施 (268)
 - 二. 靶区定位、施源器及解剖结构空间重建 (270)
 - 三. 剂量参考点设置 (273)
- 第八节 计算源在各个驻留位的照射时间和优化处理 (276)
 - 一. 计算源在各个驻留位的照射时间 (276)
 - 二. 剂量分布优化概念及方法 (279)
 - 1. 剂量分布优化概念 (279)
 - 2. 奇异值排除法 (279)
 - 3. 多项式拟合法 (281)
 - 4. 几何优化法 (283)
 - 5. 多项式参数法与几何优化法的结合 (284)
- 第九节 近距离放疗技术及计划设计中的注意事项 (285)
 - 一. 腔内、管内照射技术 (286)
 - 二. 组织间插植照射和模板技术 (287)
 - 三. 手术中置管术后照射 (289)
 - 四. 敷贴治疗 (Mould) (290)
- 第十节 近距离放疗的辐射防护设计 (290)
 - 一. 非准直密封源防护标准 (290)
 - 二. 近距离治疗的土建防护设计及其它防护措施 (290)
- 第十一节 近距离放疗的质量保证和质量控制体系 (291)
 - 一. 治疗机的 QA-QC 措施 (293)
 - 二. 治疗计划系统的 QA-QC 措施 (295)
 - 三. 临床施治的 QA-QC 措施 (296)
- 第十二节 组织间插植治疗中剂量和体积参数的表述 (298)
 - 一. 体积和平面 (299)
 - 1. 显在瘤区(GTV) (299) 2. 临床靶区(CTV) (299) 3. 计划靶区(PTV) (299)
 - 4. 治疗体积(TV) (299) 5. 中心平面 (299)
 - 二. 剂量分布的描述 (299)
 - 1. 一般概念 (299)
 - 2. 插植中一个或多个平面的剂量分布 (300)
 - 3. 处方量 (300)
 - 4. 最小靶剂量(MTD) (300)
 - 5. 平均中心剂量(MCD) (300)
 - 6. 低剂量区 (303)
 - 7. 剂量均匀度参数 (303)
 - 8. 其它剂量分布表示法 (303)