

放射治疗学

原理、方法和效果

王快雄等编译

8

上海科学技术出版社

放射治疗学

原理、方法和效果

王快雄 张昌銘 马毓芬 編譯
荣独山 审校

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书主要从临床角度对放射治疗作估价, 擇要說明正常組織对放射的反应, 并系統地介紹各种疾病应用放射治疗的原理、方法和效果。內容丰富, 切合实用。可供放射学工作者、肿瘤防治和研究工作者以及各科专业医师参考。

THERAPEUTIC RADIOLOGY RATIONALE, TECHNIQUE, RESULTS William T. Moss

放 射 治 疗 学——原 著、友 誼 和 經 驗

王快雄 张昌銘 马毓芬 編譯 荣 山 审校

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业许可证出字第 096 号

上海新华印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 850×1156 1/32 印张 9 20/32 排版字数 251,000

1966 年 1 月第 1 版 1966 年 1 月第 1 次印刷

印数 1-2,800

统一书号 14119·1230 定价(科六) 1.40 元

序 言

本书内容主要译自 Moss 著《Therapeutic Radiology》(1959) 一书。原书的特点为叙述简要清楚并附有正常组织对放射的反应,后者在日常工作中颇为常见而为一般放射治疗书籍中所忽略。但原书也存在一些缺点,部分观点比较陈旧,也有一些不正确的。为此,我们将原文作了适当删节和修改,并根据上海第一医学院附属肿瘤医院和附属中山医院等的有关放射治疗材料予以适当补充。在目前国内尚缺乏足够参考书籍的情况下,我们希望这本书能对初学放射治疗者和其他临床医师有所帮助。

在翻译过程中,得到荣独山教授不断鼓舞,并审阅和校正全稿;上海科学技术出版社对本书的出版给予大力支持和协助,谨此一并致谢。

本书缺点很多。由于我们限于水平,补充内容既不够完善,译文也有简陋的地方。衷心希望读者们提出宝贵的意见和批评。

編 譯 者

1965年4月

目 录

第一章 緒 論	1
临床放射治疗学中的放射生物概念	2
放射治疗方法的选择	6
影响放射治疗的临床因素	10
放射治疗工作的一般原則	11
第二章 皮 肤	13
正常皮肤对放射的反应	13
皮肤良性疾病中放射治疗的应用	18
皮肤癌的放射治疗	20
第三章 头部和頸部	27
第一节 眼 眶	27
正常眼眶組織对放射的反应	27
适于放射治疗的眼科疾患	31
眼瞼疾患(31) 泪腺肿瘤(32) 角膜良性疾患(32) 眼眶内恶性疾患(34)	
第二节 耳、鼻咽、鼻腔和鼻旁竇	38
耳	38
正常中耳和内耳对放射的反应	38
耳 癌	39
外耳道外部癌(39) 外耳道内部、中耳和乳突癌(39)	
鼻 咽	42
鼻咽恶性肿瘤(42)	
上颌竇	50
上颌竇癌(50)	
第三节 口腔和口咽部	55
正常口腔和口咽壁对放射的反应	55
口腔癌	59
下唇癌(60) 舌癌(64) 下颚癌(70) 硬腭和上颚癌(73) 颊粘	

膜癌(74)	
正常扁桃体对放射的反应	75
口咽部癌	78
扁桃体癌(76) 扁桃体淋巴肉瘤(78) 软腭和悬雍垂癌(79)	
鳞状细胞癌转移至颈部淋巴结时放射治疗的应用	80
第四节 喉和下咽部	82
喉内部癌	83
声门、声门下和声门上癌(84)	
下咽部癌	94
第五节 甲状腺癌	97
第四章 胸部	100
第一节 乳房	100
正常乳房对放射的反应	100
乳 癌	102
第二节 肺	117
正常肺对放射的反应	117
肺 癌	121
第三节 食管	133
正常食管对放射的反应	133
食管癌	134
第四节 纵 隔	140
纵隔恶性肿瘤	140
第五章 腹部	144
第一节 消化系統	144
胃	144
正常胃对放射的反应	144
溃疡病	145
胃 癌	146
胃淋巴肉瘤	148
何杰金氏病	150
小 肠	150
局限性肠炎	151
小肠原发恶性肿瘤	152

結腸和直腸	152
正常結腸和直腸对放射的反应	152
結腸和直腸癌	153
第二节 泌尿系統	154
腎 脏	154
正常腎对放射的反应	154
腎 癌	156
腎实质腺癌(156) Wilms 氏瘤(158) 腎盂癌(162)	
膀 胱	162
正常膀胱对放射的反应	162
膀胱癌	164
第三节 男性生殖系統	175
辜 丸	175
正常辜丸对放射的反应	175
辜丸癌	179
第四节 女性生殖系統	185
子宮頸	185
子宮頸癌	185
子宮頸残端癌(206) 妊娠期子宮頸癌(208)	
子宮体	210
正常子宮体对放射的反应	210
子宮內膜癌	211
卵 巢	216
正常卵巢对放射的反应	216
卵巢癌	217
第六章 造血組織	222
正常造血組織对放射的反应	222
白血病	232
慢性淋巴性白血病和慢性粒性白血病(232)	
眞性紅細胞增多症	243
何杰金氏病	245
何杰金氏病的淋巴結外扩散(250) 何杰金氏病合并妊娠(252)	
儿童何杰金氏病(252) 何杰金氏病患者的輔助治疗(252)	

淋巴肉瘤	254
第七章 神經系統	258
正常神經系統对放射的反应	258
脑和脊髓的恶性肿瘤	262
星形細胞瘤(263) 室管膜瘤(263) 少枝胶质細胞瘤(264) 多形 性胶质母細胞瘤(264) 髓母細胞瘤(264) 脑轉移肿瘤(266)	
正常脑垂体对放射的反应	267
垂体肿瘤	268
顛咽管瘤	270
神經母細胞瘤	270
第八章 骨骼系統和軟組織	272
第一节 骨骼系統	272
正常骨骼对放射的反应	272
放射在某些骨异常方面的作用	277
骨肿瘤	279
骨巨細胞瘤(279) 骨肉瘤(282) 軟骨肉瘤(283) 尤文氏骨瘤(283)	
网状細胞肉瘤(286) 多发性骨髓瘤(287) 单发型骨浆細胞瘤(290)	
髓外浆細胞瘤(291) 嗜曙紅細胞肉芽肿、Hand-Schüller-Christi- an 氏病和 Letterer-Siwe 氏病(291)	
第二节 軟組織	292
軟組織良性疾患	292
癰疽疔瘡(292) 特发性阴茎硬結症(294) 血管瘤(294)	
足底疣(295)	
軟組織恶性肿瘤	296
纖維肉瘤(296) 滑膜肉瘤(297) 脂肪肉瘤(297) Kaposi 氏 肉瘤(298)	

第一章 緒 論

放射治疗从开始应用到现在仅六十余年，在医学方面还是一个比較新的問題。它的发展是逐步前进的。最初在人們开始認識到它的治疗作用的时候，与医学上其他各科开始发展时的情况相似，当时并无可靠的測量組織剂量的方法，也不明了适当的时间与剂量的关系，因此而发生物理和生物方面的錯誤在所难免，而且往往很严重，如剂量不足引起的复发和剂量过高所造成的坏死等等。由于对放射治疗的作用不了解，不适于放射治疗的疾病也曾施行放射治疗。經過数十年的經驗累积，更由于放射物理学和放射生物学方面的进步，已經使放射治疗成为医学上卓有成效的治疗方法之一。但它与其他各种医学上应用的治疗方法仍有所不同，即对治疗的效果，不易作早期的定評，在治疗方式方法方面有不够完善的地方，也不能在短期內作出定論。如果要决定改变一种治疗方法，必須先行收集病例进行治疗和随訪，这些步驟常常要經年累月，才能作出一个肯定的評价。最好須将每一个治疗病人作为我們研究的对象，并尽可能詳細記錄各种資料，使以后的評价更有意义。然而并不是所有医疗单位都具备足够的条件，能使将来評价所需的各種資料收集无缺，因此放射治疗学的进展尚不能达到理想的迅速程度。

放射治疗工作不仅是对病人施行照射，更重要的是在治疗前对病人的估計，選擇适当的治疗方法，照射期間对病人的观察和照料，以及照射后的处理和复查。换言之，放射工作者必須詳細知道如何很好地照顾每一个病人。这就要求对有关的临床医学知識，对放射物理和放射生物方面的基础知識和有关的放射生理学等有彻底的了解。但对于初学者來說，如果能完全明了正常組織对放射的耐受性，放射治疗对各种疾病应用的原理，包括有关疾病的特

点,以及治疗的方法和效果,則在对任何疾病及身体的任何部分进行放射治疗时,就比較能做到胸有成竹,而不致在翻閱各种临床、放射物理等专门书籍和近代文献后无所适从。为此,本书重点在于討論放射治疗的原理,而不談具体应用方面的各种細节。

临床放射治疗学中的放射生物概念

放射治疗的基础在于能选择性地破坏病理組織而保全正常組織。由于肿瘤細胞都較其同类正常細胞易为放射所损伤,因此放射治疗經常用于治疗肿瘤。病变区域的正常組織和肿瘤組織之間放射损伤程度的差別大小,为决定放射治疗是否能局部彻底消除这一病变的主要因素。局部組織在放射损伤程度方面的相对差异,称为放射敏感性的差异。放射敏感性通常与放射治愈性有关,但两者并不相同。例如,全身性淋巴肉瘤的恶性細胞是极为敏感的,而全身性淋巴肉瘤极少或几乎不可能为放射所治愈。与此相反,組成皮肤基底細胞癌的恶性細胞,对放射的敏感性較低,但这类病变极易用放射治愈。

放射治愈性 影响放射治愈性的因素有以下几种:

1. 放射敏感性以及各种能影响放射敏感性的因素。
2. 肿瘤的原发部位和肿瘤蔓延所侵及的范围。例如,真声带的鱗状細胞癌,其放射治愈性甚高,而在咽部梨状窝处的鱗状細胞癌則极难为放射所控制。此外,原为易于治愈的癌肿,可由于周围組織的浸潤而变为不能治愈。例如,局限于真声带的癌肿的放射治愈率,比已散布到邻近肌肉和粘膜的同样肿瘤几乎高达2倍。
3. 病人的一般状况。对范围較大的区域施用强烈照射时,这一点特別重要,因为正常組織的恢复与病人的营养状况和有无其他疾病有很大的关系。
4. 照射時間、剂量及照射范围之間的关系。这一点对恶性細胞的敏感性及正常組織的恢复率均有影响。在一定的照射范围,采取最适当的治疗時間和剂量,可以提高治愈率。

放射敏感性 当比較放射敏感性时,最重要的是应用相同的

标准。例如，进行照射后，細胞的死亡在核分裂时較常发生。同样，一个肿瘤的生长速度就是核分裂的大体表现。但是单纯放射前的生长速度并不是放射敏感性的可靠指标。有些类型的細胞看来很容易受到放射损害，但在后期也可以出现显著的恢复能力，象精原細胞和肠道上皮細胞就是这种类型。又如，一般认为細胞的放射敏感性与細胞本身的功能和形态的分化程度成正比，但临床实践不断提醒我們，肿瘤敏感程度与分化之間的关系并不大。根据以上这些事实，試对放射敏感性作如下的定义：“放射敏感性是在一定的剂量、时间、放射范围情况下，于細胞、器官或机体内发生改变的相对程度”。通常以肿瘤体积的縮小或器官功能的改变作指标。这一定义虽然没有提到放射治愈性的問題，但放射治愈性的先决条件就是有足够的敏感性，使肿瘤得到消灭而不致引起邻近正常組織的坏死。因此，凡是能改变放射敏感性的因素，都明显地对于放射治愈性有重要意义。影响放射敏感性的最主要因素有二：細胞的来源，細胞代謝的状态。

細胞的来源 当一个“正常”的細胞发生恶性变时，它所发生的变化无疑地是导致放射敏感性的增加。如恶性細胞的来源是在皮肤的基底层，基底細胞癌就会比正常基底細胞敏感，虽然这一敏感性的差别，常常不大。一般說来，恶性肿瘤能否被照射消除，大都取决于它的細胞的来源。当然，与敏感性增加的程度也有一定的关系，但其重要性常不如前者。

相同的肿瘤在不同个体中和在不同的种族中，放射敏感性也有很大的差异。目前仅很籠統地称为种族和遗传因素。

細胞代謝的状态 有很多种因素可以影响細胞代謝，而且几乎任何細胞代謝的改变都会影响放射敏感性。现仅将几种在临床上重要的因素列举如下：

1. 氧：进入身体組織的氧气量在决定身体組織的敏感性方面占重要地位。血溶氧气量的增加一般都能增加放射敏感性。相反，氧气量的减少就会减低敏感性。但是它們之間的关系并不成直綫(图1)。人体内各种变化也将影响氧气的进入。例如，我們

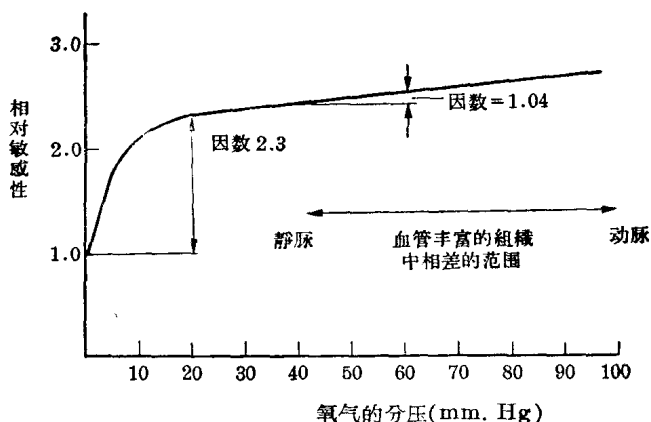


图1 在不同的血溶氧气张力下相对敏感性的改变。氧气张力增加时,放射敏感性也增加,但其比率逐渐减低。(此曲线系在室温资料下构成)

时常见到外科手术引起的血液循环障碍,出血后的继发性贫血,以及肿瘤迅速生长后发生的坏死。如果其他各种因素相同,则体积较大的肿瘤其放射敏感性比小的肿瘤为差。原因尚不清楚,但通过观察研究,一个合理的解释是:位于大块肿瘤中央的细胞一般缺乏营养和氧气,实际上它们常常坏死。一般认为这是周围细胞迅速生长使近中央的细胞发生循环障碍所致,结果造成肿瘤中心的敏感性降低。肿瘤经过照射后,比较敏感的周围细胞首先死亡;接着,比较深层的细胞就代替了周围细胞的位置而增加了放射敏感性。这种过程将继续进行;在治疗顺利的病例中,可一直到所有肿瘤细胞都被消灭为止。一般认为在肿瘤病例中,这种放射敏感性的改变可以部分地说明分次照射优于单次剂量法。虽然这个概念尚未证实,但它与临床观察相符合;也就是说,大的肿瘤经常比小的肿瘤难于消除,在照射后肿瘤通常从周围向中心退缩。

最近在重粒子放射方面的研究,出现一些新的情况,即高能质子、氦核和组成 α 线的氦核等,都能产生密集的电离,因此不同于X线、 γ 线和电子线等常用的放射线;前者的作用与氧的多少关系较小,可使处在缺氧情况下细胞的生物效应有所增加。

2. 激素: 在照射前给予的激素, 如甲状腺素等, 也能增加放射敏感性。一般认为激素影响放射敏感性是通过核分裂速度的改变。然而在细胞代谢中也产生其他一些改变。

3. 温度: 温度的改变可以影响放射敏感性。当温度引起血管扩张和血流增加时, 人体组织如皮肤等即可变为较敏感。这可能是由于氧气增加的原因。然而, 温度改变对单个细胞来说, 通过各种代谢改变, 也可以增加或减少敏感性。一般说来, 照射时或照射后的温度降低会发生敏感性的减低。

4. 化学药物: 在照射前给予的多种化学药物也能减少放射的作用。这些化学药物会产生血氧减低因而减低敏感性。肾上腺素、垂体后叶素、吗啡和一氧化碳等都能以不同方式产生这种改变。半胱氨酸、谷胱甘肽、硫脲、二巯基丙醇等化合物, 也能使正常组织和肿瘤组织的放射敏感性减低。这些化学药品, 称为巯基化合物, 极易与组织内因吸收放射而产生的氧化剂化合。

5. 过去的照射: 过去的强烈照射可严重地影响放射敏感性。实际上, 剂量不足的照射可使一个原来能够治愈的肿瘤变为不能治愈。经过剂量不足的照射以后, 可有几个重要变化发生。在肿瘤内如果包含有不同敏感性的细胞, 经过照射后, 仅有比较敏感的细胞被杀死。据推测, 生存的细胞将继续生长, 而产生一个较有抵抗性的肿瘤。也有人设想, 这种敏感性减低的一部分原因, 可能是由于放射引起的突变产生一种更具抵抗性的细胞类型。但一般认为导致肿瘤敏感性减低的最主要原因可能是肿瘤床的改变。在照射以后, 血管内皮层下结缔组织增生, 使血管变为狭窄, 供应周围组织的血液减少, 同时在各种软组织中也发生纤维化。这些改变导致恶性细胞的营养和氧气减少。纵然恶性细胞已经接受了一部分放射, 可是在它们的新肿瘤床中, 对于再次的照射则反应不良。由于这种原因, 应该在第一次照射时, 给予足够的癌肿致死量, 以期达到治愈。这也说明, 在很多放射治疗失败的病例中, 外科彻底切除可能比重行照射更有成效。

放射治疗方法的选择

在机体内引起一定的生物作用，首要条件为給予足够的治疗剂量，这与药物治疗有类似之处。但放射治疗在物理方面的进展颇为迅速，因此目前有可能在身体任何部位設法达到所需的剂量。問題在于应用方法的适当选择，使放射治疗产生最大的效应而仅伴有最小的副作用，包括皮肤、內脏以及全身的反应。这主要与所用的物理条件和放射野的布置有关。对于特殊部位的病变，可以有各种不同的治疗方法，应根据各种方法的优缺点在临床上加以选择。其次为給予剂量的时间因素。由于生物体对放射損害有一定的恢复作用，因此同一剂量可因給予剂量的时间不同，而对正常或病变組織产生不同的影响。这就有疗程长短和剂量分次方面的选择，也包括剂量率的問題。对以上几个因素的影响将分为以下几点进行討論。

放射綫的质量 关于放射綫在治疗方面的应用，与病变的部位和放射綫的质量有很大关系。从放射治疗开始发展以来，主要目的在于获得质量較高的射綫以治疗深部病变。这一点在最近一段时期內已經大部实现，即利用高压放射，包括一系列新型的治疗設備，如直綫加速器、电子加速器以及应用放射性同位素（如鈷⁶⁰、銻¹³⁷）等所产生的射綫。

高压治疗一般較普通 200 千伏治疗为优越，主要在于放射綫的不同物理性能，包括吸收和散射等問題。在临床应用方面的优点有以下几項：

保全皮肤 高压治疗最有临床意义的优点是它具有保全皮肤的特点，其物理因素主要有三点：

1. 用高压治疗时，达到皮肤的反向散射远較普通 200 千伏所产生的为少，其侧面散射和体积剂量也較少。

2. 波长越短，所产生的最大电离达到的部位越深。200 千伏的最大电离发生在皮肤內，而用高压治疗所产生的放射則最大电离发生在皮肤下 3~4 毫米或更深处（图 2）。

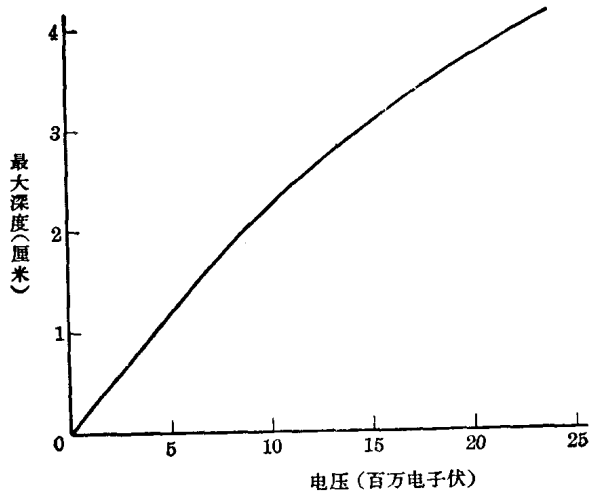


图2 示不同电压下最大剂量所达到的深度

3. 以剂量单位而论,波长较短的放射在生物学方面比波长较长的放射线效果略差。这种差别,在治疗病人方面的意义目前尚难估计。有些放射治疗工作者在开始应用时给予病人的组织剂量较一般大 20~25%,结果常发生高剂量后遗症。由于这个原因,现在采用高压治疗时,较以前用 200 千伏治疗时给予的剂量相差不大。

根据长期临床观察,采用 400~1000 千伏之间的高压,在保全皮肤方面确实有飞跃的进展。如果采用超过 100 万电子伏的放射则保全皮肤更多,但其差别不如 400~1000 千伏时那样的显著。采用 100 万电子伏以上的放射,可使骨盆中部和胸腔中部得到足够的放射量而不产生湿性皮肤反应,在安排放射野方面也较简单易行。

保全骨组织 骨骼与软组织吸收放射剂量的比例随放射线的穿透力增加而逐渐减小,在大于百万电子伏时,两者吸收的剂量几相等,因此可减轻骨的损伤。同时应用高压放射也可减少骨的屏障作用。

较强的穿透力 波长越短,在同一放射野和焦点-皮肤距离范

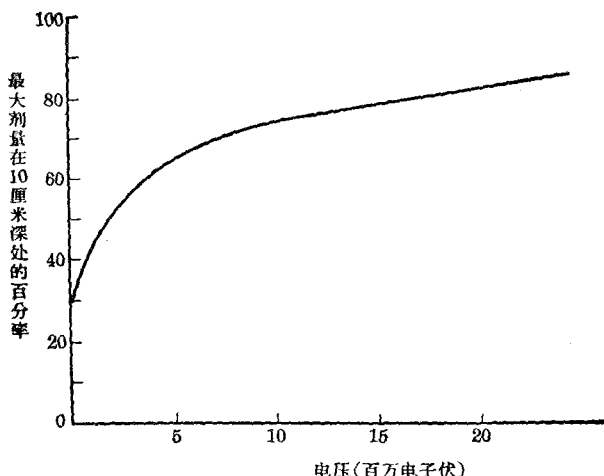


图3 示不同电压达到10厘米深部剂量的百分率

围内的深度百分率越大。在5百万电子伏以下,百分率迅速增加,在5百万电子伏以上,增加率则比较缓慢(图3)。

虽然高压射线在治疗深部疾患方面有很多优点,但在安装设备方面,需要很高的费用,这仍为它的缺点。中型电压在调节射线方面较为简便,可以在病人身上置放几块较薄的铅板或铅橡皮来防护放射野外不必要的射线。用较强的射线时,这些薄的铅板必须加厚,经常需要设计放置它们的器具。用普通电压的常规射线在治疗面部粘膜疾病时,保护深部器官如舌等的方法比较简易。采用200千伏放射时,出口剂量较低,可以不需要特别考虑,但用高压治疗时,出口剂量很高,因此必须严格注意。有些高压装置如钴⁶⁰的高压源,其直径为2厘米或2厘米以上,在施用时就产生较大的“半影”,在治疗中必须加以重视,因为这个半影降低了上述侧向散射射线较少的优点。又当放射能超过5百万电子伏时,骨吸收也较软组织的吸收为大。此外,出口剂量也越来越大。

质量较低的射线,仍适用于表浅的病变,以减少深部正常组织的剂量。在相对生物效应方面,也较高能射线为大。低压射线在近

距离治疗时,可达到极高的放射强度,同时使用较为便利,适于腔内治疗。骨組織对质量較低的射綫可起很大的屏障作用,因此在治疗骨骼下病变时应该采用质量高的射綫。

放射野的安排 除表浅的病变外,一般較少采用单纯一个放射野。因为这样的治疗,剂量不够均匀,应用两个相对的放射野可以得到較好的剂量分布。如使用更多的放射野,則射綫束集中部的剂量显著增大,可超过入口部的皮肤剂量。在使用旋轉治疗时,旋轉中心部剂量,可数倍于表面的最大剂量。使用各种放射野的安排,要注意避免照射較敏感的体内重要組織,例如脊髓,特別不要使近表面的交叉点达到很高的剂量,所謂治疗中的“热点”,以减少正常組織的损伤。放射野的面积須包括所有病变区及一部分病变周围組織,即安全区。为了使操作簡便,减少差錯,常规治疗应尽可能少用或不用定位不易准确的照射角度。

治疗時間与分次的影响 目前已很少用一次大剂量的照射。由于它的反应太大,疗效較低,并发症多,因此为长程分次治疗法所代替。治疗時間延长以后,体内恢复就起一定的作用,为此必須适当增加剂量。根据 Strandqvist 对皮肤癌的研究,将時間和剂量画在一张双对数表格上,則两者之間适成正比例,即在图上成一直綫。对恶性肿瘤的治疗,常用的照射期限为6周左右,一般采用每日照射,每周照射5~6次。如肿瘤量为6周内5000~6000r,則每周剂量約为1000r左右,每次量为150~200r。縮短整个疗程的时间,或增高每次剂量减少照射次数,都可以使反应增大,特別为晚期并发症的增多,如組織坏死。相反,如过分延长治程,或每日剂量太小,也会影响治愈率,尤其在治疗敏感性較低的肿瘤时更重要。也有人研究間隔治疗的方法,但目前还不能肯定其价值。对反应很大的病人,实际上也不得不采用中途暫停照射的办法,这和計劃治疗有一定的距离。至于过去曾經有不少人应用过的多个疗程法,經驗証明在恶性肿瘤的治疗上并无多大优点,而逐渐趋于淘汰。在应用分次照射法的时候,剂量强度一般影响不大,而在单次法时可以有較大的影响,例如在間质治疗时应用同一剂量,由于