


# 实用肿瘤 诊断与治疗决策

易子寒 等/编著

 吉林科学技术出版社

# 实用肿瘤 诊断与治疗决策

易子寒 等/编著

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

实用肿瘤诊断与治疗决策 / 易子寒等编著. -- 长春:  
吉林科学技术出版社, 2018.4

ISBN 978-7-5578-3862-1

I. ①实… II. ①易… III. ①肿瘤—诊疗 IV.  
①R73

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第075523号

## 实用肿瘤诊断与治疗决策

---

出版人 李 梁  
责任编辑 孟 波 孙 默  
装帧设计 孙 梅  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
字 数 1104千字  
印 张 34.25  
印 数 1-3000册  
版 次 2019年5月第1版  
印 次 2019年5月第1次印刷

---

出 版 吉林出版集团  
吉林科学技术出版社  
发 行 吉林科学技术出版社  
地 址 长春市人民大街4646号  
邮 编 130021  
发行部电话/传真 0431-85635177 85651759 85651628  
85677817 85600611 85670016

储运部电话 0431-84612872  
编辑部电话 0431-85635186  
网 址 www.jlstp.net  
印 刷 三河市天润建兴印务有限公司

---

书 号 ISBN 978-7-5578-3862-1  
定 价 188.00元  
如有印装质量问题 可寄出版社调换  
版权所有 翻印必究 举报电话: 0431-85659498

## 前 言

肿瘤是人体器官组织的细胞在外在和内在有害因素的长期作用下产生的一种以细胞过度增殖为主要特点的新生物,分为良性肿瘤和恶性肿瘤。近年来,肿瘤已超过心血管病,成为导致人类死亡的首位疾病,给患者本人、家庭和社会带来了很大影响,因此肿瘤的防治已成为摆在社会和医务工作者面前的重大任务。鉴于这一发展形势,我们特组织一批有经验的肿瘤专家,编写了《实用肿瘤诊断与治疗决策》一书。

本书贯彻着多学科、多手段认识和合理处理肿瘤的原则,反映了当今临床强调的规范化、个体化和循证医学的理念,重点介绍了头颈部肿瘤、乳腺癌、胸部肿瘤、腹部肿瘤、妇科肿瘤等肿瘤疾病的诊断和治疗,就肿瘤的诊治技术、中西医疗法及护理也做了较为详细的论述。其内容层次分明,颇具知识性和实用性,是一本难得的肿瘤专科书籍。

参与本书编写的人员均来自临床一线,他们将自身多年的诊疗心得及实践经验跃然纸上,编纂、修改、审订,尽求完美。但受编写经验和时间等限制,书中恐存在疏漏或不足之处,敬请广大读者批评指正,以期再版完善。

# 目 录

第一章 肿瘤诊治技术 .....	(1)
第一节 肿瘤诊断方法 .....	(1)
第二节 肿瘤放射治疗 .....	(5)
第三节 肿瘤化学药物治疗 .....	(16)
第四节 微创治疗新技术 .....	(23)
第二章 头颈部肿瘤 .....	(34)
第一节 眼部肿瘤 .....	(34)
第二节 中耳外耳道癌 .....	(39)
第三节 鼻咽癌 .....	(40)
第四节 鼻腔癌 .....	(63)
第五节 喉癌 .....	(67)
第六节 甲状腺癌 .....	(74)
第七节 上颌窦癌 .....	(84)
第八节 扁桃体癌 .....	(88)
第九节 口腔癌 .....	(90)
第十节 头颈部肿瘤的病理诊断 .....	(97)
第十一节 头颈部肿瘤的放射治疗 .....	(109)
第三章 乳腺癌 .....	(125)
第一节 乳腺癌的病因及发病机制 .....	(125)
第二节 乳腺癌的病理诊断 .....	(132)
第三节 乳腺癌的放射治疗 .....	(138)
第四节 乳腺癌的化学药物治疗 .....	(160)
第四章 胸部肿瘤 .....	(189)
第一节 食管癌 .....	(189)
第二节 食管癌的姑息化疗和靶向治疗 .....	(201)
第三节 食管癌放射治疗 .....	(208)
第四节 肺癌的流行病学 .....	(219)
第五节 肺癌的筛查与早期诊断 .....	(225)
第六节 肺癌的临床诊断和分期 .....	(232)

第七节 肺癌的放射治疗 .....	(247)
第八节 肺癌的化学治疗 .....	(261)
第九节 肺癌的中医治疗 .....	(279)
第十节 肺癌的免疫治疗 .....	(283)
第十一节 胸部肿瘤的病理诊断 .....	(291)
<b>第五章 腹部肿瘤 .....</b>	<b>(302)</b>
第一节 胃癌 .....	(302)
第二节 结直肠癌 .....	(322)
第三节 原发性肝癌 .....	(364)
<b>第六章 妇科肿瘤 .....</b>	<b>(412)</b>
第一节 外阴癌 .....	(412)
第二节 子宫颈癌前病变 .....	(420)
第三节 妇科肿瘤放射治疗 .....	(430)
<b>第七章 恶性黑色素瘤 .....</b>	<b>(453)</b>
<b>第八章 中西医结合治疗肿瘤 .....</b>	<b>(463)</b>
第一节 肺癌 .....	(463)
第二节 纵隔肿瘤 .....	(474)
第三节 乳腺癌 .....	(479)
第四节 急性白血病 .....	(491)
第五节 慢性白血病 .....	(501)
<b>第九章 肿瘤治疗期间的护理 .....</b>	<b>(506)</b>
第一节 肿瘤手术病人的护理 .....	(506)
第二节 肿瘤化疗病人的护理 .....	(521)
第三节 肿瘤放疗病人的护理 .....	(525)
第四节 肿瘤介入治疗病人的护理 .....	(528)
第五节 肿瘤其他治疗病人的护理 .....	(530)
第六节 肿瘤腔内治疗病人的护理 .....	(533)
<b>参考文献 .....</b>	<b>(540)</b>

# 第一章 肿瘤诊治技术

## 第一节 肿瘤诊断方法

### 一、病理与肿瘤

病理学检查能为临床诊断、疾病治疗和判断病人预后提供科学依据。病理学检查的主要业务工作有：常规石蜡切片病理诊断，能够对各种送检病变组织作出病理诊断，尤其对癌症早期确诊极为重要；手术中快速冷冻切片诊断，为临床确定诊断及手术范围提供依据；脱落细胞学和穿刺细胞学诊断，以确定有无癌症存在；尸检和法医解剖，对死因不明和有科研价值的尸体进行解剖，促进医疗水平提高并协助法医作出正确诊断。

#### （一）病理诊断的意义

病理诊断是疾病最终诊断，被誉为疾病诊断的金标准，这是因为病理检查能够对绝大多数疾病作出明确的诊断，其诊断价值超过任何检验、影像等检查项目，具有指导临床治疗的重要作用，并为评估疾病预后和总结诊治疾病经验等提供重要依据，同时为疾病预防，尤其是传染病的预防发挥着重要作用。

在实际工作中，由于各种因素影响，诸如送检标本是否新鲜、病变组织形态是否典型、病理制片是否满意、病理医师阅片是否全面、细致等，都可能得出完全不一致的结论。客观上讲，具体的病理诊断报告并不都是100%准确，目前国内外对石蜡包埋常规制片的准确率要求是达到99%即为合格病理科。当然，作为病理医师应该追求更高的诊断正确率而不是满足于统计学或概率之类的数据。

病理诊断已经成为临床不可替代的行医指南，没有疾病的病理诊断作依据，对于相当多种类的疾病，尤其是肿瘤类疾病，无论是手术还是化疗、放射治疗，临床医师都将束手无策。同时，基础医学的技术进步，使病理技术手段更加多元化，如电子显微镜技术、荧光技术、原位分子杂交技术、免疫组织化学技术等。目前临床病理技术手段已经进入分子水平，可以通过检测基因或碱基对的异常，发现疾病或预见疾病潜在发病危险性。

二级以上综合性医院要求必须不低于标准设置病理科，病理专业从业人员必须具备相应学历和岗位培训，病理报告签发以及冷冻切片快速诊断必须由具有相当资质的医师承担。除此以外，病理科还要加强质量控制和管理，认真开展室内质控和室间质控，不断提高技术和管理水平，避免医疗差错发生。

#### （二）病理学技术手段

医疗机构病理科负责对取自人体的各种器官、组织、细胞、体液及分泌物等标本，利用相应技术进行分析，具备条件的病理科还应开展尸体病理检查。因此，日常病理科业务主要为尸体解剖、活组织检查、细胞

学检查,即病理业务 ABC。三者不可偏废,有条件的单位应该积极开展尸体解剖检查。

1. 人体解剖(尸体解剖) 帮助临床纠正相当比例的临床错误诊断。国内文献报道条件较好的医院临床与尸检病理诊断符合率约为 70%,国外尸检率比较高,可能与他们对死亡的认识有关,更主要的是社会理解。来自美国一医学中心 1986~1995 年 1105 例死亡病人尸体检查资料发现,44% 患有致死性癌症患者生前被漏诊。

人体解剖是医学发展的基础,文明古国中国、印度、埃及和希腊等,在其社会整体发展的同时,民族医学的发展为历代官、民的健康提供了一定的保障,人们在长期同病魔抗争中,不断探索人体奥妙,《史记》《黄帝内经》等已经出现人体描述,如《灵枢·经水》中记载,“若夫八尺之士,皮肉在此,外可度量切循而得之,其死可解剖而视之。其脏之坚脆,腑之大小,谷之多少,脉之长短,血之清浊,皆有大数”。古希腊希波拉底在其所著《希波拉底文集》中,对人体结构的记载较多,如他认为心脏有 2 个心室和 2 个心房。右心室供给肺脏血液,并从肺接受气而相互交换。16 世纪比利时人 Vesalius A(1514-1564),出生于医师家庭,自幼热爱自然科学,他对人体结构的探索如此痴迷,以至于秘密将尸体从墓地盗出,藏在家中利用夜间解剖,1543 年他出版了划时代的《人体结构》,被誉为现代解剖学的创始人。尽管目前医学影像学发展迅速,对微小病变的检出能力越来越强,但尸体解剖仍然以独特的优势发挥着不可替代的作用。

几年来,一些新的疾病出现或过去出现的疾病被重新认识,如 2003 年发生于我国广东地区的 SARS,我国学术界通常称为非典型肺炎,通过解剖死者尸体,发现冠状病毒侵入人体并引起致死性病理学改变;艾滋病(AIDS)患者死亡尸体解剖,发现 HIV 病毒对人体免疫系统的致命性破坏;导致重症手足口病的 EV71 病毒,通过解剖发现急性肺水肿是直接死亡原因,但病毒侵犯的是脑干、脊髓,尤其是脑干生命中枢。

国家卫生部颁布的《医疗事故处理办法》,对尸体检验的作用作了明确强调“尸检对判明死因具有特殊意义,它除了可给医学技术鉴定和司法裁决提供直接的证据外,还可以为医务人员诊疗护理实践进行反馈和检验,从而达到明确诊断、分清是非的目的”。《医疗事故处理条例》第十八条强调“患者死亡,医患双方当事人不能确定死因或对死因有异议的,应当在患者死亡后 48 小时内进行尸检;具备冻存条件的可以延长至 7 日”。

尸体解剖检查对病理医师的成长具有不可替代的作用,在病理住院医师规范化培训中,特别强调住院医师的尸体解剖实践。但对于医疗事故争议中尸体解剖、有刑事犯罪嫌疑的尸体解剖、传染病尸体解剖,需要相应认证资格或法医参与。

2. 手术中快速冷冻切片诊断 手术中快速冷冻切片诊断意义重要而明确,病变组织是否为肿瘤?如果是肿瘤,性质是良性还是恶性?肿瘤具体类型、浸润范围、有无淋巴结转移?都是病理医师在手术中快速切片诊断中必须解决的问题。手术中采取快速切片明确诊断,无论从手术方案制定,还是防范不必要的医患纠纷,都是非常重要的。有的医师由于过于自信或考虑为患者节省费用,手术中凭经验处理,如根据超声检查和扪诊,把浆细胞性乳腺炎误认为乳腺癌根治切除;食管慢性溃疡或 Barrett 食管误认为食管癌扩大切除;也有的将癌性胃溃疡穿孔误认为良性溃疡穿孔修补;还有相当多的肿瘤手术标本切缘存在肿瘤组织残留。凡此种种,均可通过术中快速切片诊断解决,从而为外科医师选择合理的方案治疗疾病提供了客观保障。

### (三)临床病理学诊断报告

《临床技术操作规范·病理学分册》(以下简称《规范》)总则中对病理诊断的概述为:病理学诊断是病理医师应用病理学知识、有关技术和个人专业实践经验,对送检标本进行病理学检查,结合有关临床资料,通过分析、综合后,作出的关于该标本病理变化性质的判断和具体疾病的诊断。病理诊断报告书是关于疾病诊断的重要医学文书,发生医疗争议时,相关的病理学诊断报告具有法律意义。病理学报告不仅需要尽可

能完整而简要地描述具体疾病的全部有关特征,而且要向临床医师解释其重要性。报告力求简洁、准确、及时并使用规范医学术语。随着近年来肿瘤标本病理检查比例的增加,病理报告内容有显著增加,西方一些国家甚至使用特定的表格形式以增加病理报告的信息量。

病理学报告表述的基本类型。Ⅰ类:病变性质明确或基本明确的病理诊断;Ⅱ类:不能完全肯定疾病名称、病变性质或对于拟诊断的疾病名称、病变性质有所保留的病理诊断意向,可在拟诊断前冠以“符合”“考虑”“倾向”“提示”“不能排除”等词语。Ⅲ类:切片显示的病变不足以诊断为某种疾病,只能进行形态学描述;Ⅳ类:送检标本过小、过碎、自溶、严重挤压变性、烧灼、干枯等,无法作出病理学诊断。

病理报告书一般由具有执业资格的注册主治医师签发,低年资住院医师、进修医师、非病理专业医师不得签署病理诊断报告书。病理报告书一般在收到标本后5个工作日内发出,特殊疑难病例延期应通知有关临床科室。

由于病理诊断报告是具有法律意义的医学文书,病理医师不得签发虚假报告。

对于病理报告,临床低资历临床医师不喜欢描述性报告,要求尽量使用准确明了的诊断性词汇,简单说是否肿瘤?是否恶性肿瘤?一旦病理医师试用描述文字便不知所云。客观地讲,病理报告同影像学报告异曲同工,只是病理医师描述的是显微镜下的微观世界,一般临床医师难以准确理解而已,这就要求不断学习和加强沟通交流。病理诊断报告是一件艺术作品,力求客观、全面、言简意赅,力求准确表述所接收标本的病变特征。

#### (四)影响病理诊断准确性的因素

原中华病理学分会主任委员张乃鑫教授在《规范》编写说明中提到,做好病理科工作需要若干基本要素,包括全面认识病理学诊断的临床重要性,病理科在医院工作中的恰当定位,病理医师资质合格、组织结构合理,病理技术人员提供良好的技术支持,病理科医技人员具有法律意识和严防工作失误的自觉性,病理医师与临床医师间的会诊合作,病理科基本设施保障等。都会不同程度的影响工作质量。

由于具体的病理诊断都是由具体的病理科和具体的病理医生负责,可能存在某一机构发出的病理诊断报告或某些特定病变差错率较高的问题。如广西某女教师被称为抗癌明星,随后发现是当年乳腺良性病变误诊为乳腺癌。南京某现役女兵,淋巴结肿大,病理诊断淋巴瘤,随后发现为风湿性淋巴结病。此外,肾脏血管平滑肌脂肪瘤、骨化性肌炎、结节性筋膜炎等,因为其组织学上出现大量奇形怪状的细胞而被误诊为恶性肿瘤而扩大治疗。病理医师经验不足,又缺乏同行之间的有效交流,是造成病理诊断结果误诊、漏诊的主要原因。

根据部分县市区病理质量控制检查发现,相当数量的二级以下医院病理科条件简陋、从业人员学历低、资质低;设备陈旧故障发生率高;日常外检病理工作量偏少;横向和纵向交流机会少、知识老化,这是造成漏误诊的主要症结所在。三级以上医院漏(误)诊主要是低年资医师或进修医师标本取材不当;诊断医师阅片欠全面所致。

一般认为病理医师必须经过8~10年的临床病理实践锻炼,阅读5万份以上的病理切片及解剖数百例不同死因的尸体,才有资格做一名独立执业医师,否则做诊断医师很难让人放心。

除了病理医师方面的原因,疾病本身的特点也是造成误(漏)诊的重要因素,即组织学改变是否典型?典型病变、常见疾病一般都会被准确诊断;不典型病变、罕见疾病就可能误诊和漏诊。国内对结节性筋膜炎的误诊率超过50%。肾脏血管平滑肌脂肪瘤组织中平滑肌成分可以明显异型,并不具有任何恶性意义。而上皮样的血管平滑肌脂肪瘤可以浸润生长,也可以转移到邻近淋巴结,同样不具有任何恶性意义。骨化性肌炎,可见类肿瘤性成骨现象,也是导致国内数位教授级专家误诊的原因。另外,淋巴瘤和黑色素瘤也是时常被误诊的疾病。除了孜孜不倦地学习加实践,还要熟悉多数疾病都具有其年龄、性别、部位等好发

特点。遇到不典型组织学图像,同时部位、年龄、性别也不典型时,明确诊断某一肿瘤时要三思。近几年不断报道的胰腺实性假乳头状肿瘤,过去常被误诊为胰岛细胞瘤、内分泌肿瘤、胰腺癌等,刚被正名,多见于年轻女性。

严格执行有关技术操作规范,误诊和漏诊概率将大大降低。因此,熟练掌握《规范》要求,就可以避免常见错误。我们经常听到病理医师抱怨技术员制片质量差,技术员抱怨医师取材不规范,都是因为没有严格执行相关技术规范。如:收到标本是否满意?取材大小、厚度是否合格?组织脱水浸蜡是否充分?切片机性能如何?染色液是否过期等,从收到标本到发出诊断报告有二十几道工序,任何一道工序出现质量问题,都可以影响整个诊断质量,都可能导致严重后果。

## 二、临床病理新技术

### (一)免疫组织化学技术

免疫组织化学技术目前已经成为常规 HE 制片的重要辅助诊断技术。ER、PR 等在乳腺癌、子宫内膜癌中的应用对指导临床治疗方面提供了科学依据;CD117、CD34 在胃肠间质瘤中的特异表达,为该类患者应用克隆药物甲磺酸伊马替尼(格列卫)治疗提供了依据;同样,淋巴瘤的诊断和准确的分类,十分依赖免疫组化技术的帮助,WHO2001 年版淋巴瘤新分类方案,免疫组织化学技术发挥了重要作用。如 CD20、CD79a 等抗体阳性表达,为 B 淋巴细胞起源的淋巴瘤应用克隆药物利妥昔单抗(美罗华)治疗奠定了基础。

对于免疫组织化学技术开展,必须严格技术方法和适应证,有必要采用实验室认证制度。不仅技术人员要经过严格培训,所选标本也必须按要求处理,如标本应用 10% 中性福尔马林固定等。同时,诊断医师也必须专门培训,医师准确把握阳性和阴性的判断标准是避免误诊的重要因素。在实际应用中,医师保守的选择抗体可能导致错误的结论,过度选择抗体会给患者带来额外的经济负担。

### (二)分子病理

分子病理技术目前常用的有聚合酶链反应(PCR)和原位杂交技术,聚合酶链反应(PCR)是 20 世纪 80 年代中期发展起来的体外核酸扩增技术。它具有特异、敏感、快速、简便、重复性好、易自动化等突出优点;能在一个试管内将所要研究的目的基因或某一 DNA 片段于数小时内扩增至 10 万乃至百万倍,使肉眼能直接观察和判断;可从一根毛发、一滴血、甚至一个细胞中扩增出足量的 DNA 供分析研究和检测鉴定。过去几天几周才能做到的事情,用 PCR 几小时便可完成。PCR 技术是生物医学领域中的一项革命性创举和里程碑。

PCR 反应的特异性决定因素为:①引物与模板 DNA 特异正确的结合;②碱基配对原则;③TaqDNA 聚合酶合成反应的忠实性;④靶基因的特异性与保守性。

其中引物与模板的正确结合是关键。引物与模板的结合及引物链的延伸是遵循碱基配对原则的。聚合酶合成反应的忠实性及 TaqDNA 聚合酶耐高温性,使反应中模板与引物的结合(复性)可以在较高的温度下进行,结合的特异性大大增加,被扩增的靶基因片段也就能保持很高的正确度。再通过选择特异性和保守性高的靶基因区,其特异性程度就更高。PCR 产物是否为特异性扩增,其结果是否准确可靠,必须对其进行严格的分析与鉴定,才能得出正确的结论。PCR 产物的分析,可依据研究对象和目的不同而采用不同的分析方法。

### (三)原位杂交技术

原位杂交组化(简称原位杂交,ISHH)属于分子杂交的一种,是一种应用标记探针与组织细胞中的待测核酸杂交,再应用标记物相关的检测系统,在核酸原有的位置将其显示出来的一种检测技术。原位杂交

的本质就是在一定的温度和离子浓度下,使具有特异序列的单链探针通过碱基互补规则与组织细胞内待测的核酸复性结合而使得组织细胞中的特异性核酸得到定位,并通过探针上所标记的检测系统将其在核酸的原有位置上显示出来。探针的种类按所带标记物可分为核素标记探针和非核素标记探针两大类。目前,大多数放射性标记法是通过酶促反应将标记的基因掺入 DNA 中,常用的核素标记物有  $^3\text{H}$ 、 $^{35}\text{S}$ 、 $^{125}\text{I}$  和  $^{32}\text{P}$ 。核素标记物虽然有灵敏性高,背底较为清晰等优点,但是由于放射性核素对人和环境均会造成伤害,近来有被非核素取代的趋势。非核素标记物中目前最常用的有生物素、地高辛和荧光素三种。

#### (四) 荧光原位杂交(FISH)

是一种应用荧光物质依靠核酸探针杂交原理在核中或染色体上显示 DNA 序列位置的方法。FISH 具有快速、安全、经济、灵敏度高、特异性强等优点,在中期及间期细胞均可检测 DNA 序列及其变化,广泛应用于细胞遗传学、产前诊断、肿瘤生物学、核组成、基因定位、基因扩增等领域。细胞内染色质含量的不平衡是引起肿瘤的根本原因,细胞遗传学上表现为染色体数目或结构异常,分子水平上表现为 DNA 片段的扩增、缺失、碱基改变等。将 FISH 应用于肿瘤生物学研究具有广阔前景。目前应用最普遍的是对于 Her-2,免疫组化法定性 2+,必须通过原位杂交确定有无 Her-2 扩增,以选择群司珠单抗(赫赛汀)等合适的药物治疗。

(牟丽丽)

## 第二节 肿瘤放射治疗

肿瘤放射治疗(简称放疗)就是用放射线治疗癌症。放射治疗已经历了一个多世纪的发展历程。在伦琴发现 X 线、居里夫人发现镭之后,很快就应用于临床治疗恶性肿瘤,直到目前放射治疗仍然是恶性肿瘤重要的局部治疗主要方法之一。约 70% 的癌症病人在治疗癌症的过程中需要进行放射治疗,约 40% 的癌症可以用放疗根治。放射治疗在肿瘤治疗中的作用和地位日益突出。放射治疗已成为治疗恶性肿瘤的主要手段之一。

### 一、肿瘤放射物理学基础

临床放射物理学在放射治疗中是不可缺少的学科,它可以在决定做放射治疗后,指导如何选择放射源,如何使肿瘤获得最大最均匀的照射,而正常组织受到的照射量最低。放射物理对于治疗的质量控制和质量保证起着决定性的作用。它主要研究各种放射源的放射线性能和剂量分布特点,包括临床剂量学的相关问题。

#### (一) 放射线种类及其照射方式

1. 放射线的分类 放射治疗中使用的放射线主要有三类:①放射性核素放出的  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  线;②X 线治疗机和各类加速器产生的不同能量的 X 线;③各类加速器产生的电子束、快中子、质子束、负  $\pi$  介子束以及其他重粒子束等。X 线和  $\gamma$  线两者并无本质上的区别,只是其在产生方式上不同。习惯上,人们把由高压设备(如加速器,深层、中层和接触治疗机)人工产生的看不见的射线叫做 X 射线;而把放射性核素产生出来的射线就称为  $\gamma$  线。

线性能量传递(LET)是放射线在某一距离内所释放出能量的多少,以上射线又以此分为两大类:第一类是低线性能量传递(LET)射线,包括光子(X 线、 $\gamma$  线)及电子线;第二类是高线性能量传递(LET)射线,

包括快中子、质子、负 $\pi$ 介子、重离子等。高LET射线与低LET射线的生物学效应有所不同。目前在临床上使用的主要还是低LET射线,高LET射线在国内外尚属于临床试用阶段。

## 2. 放射治疗的方式

(1)体外照射:体外照射又称为远距离放射治疗。这种照射技术是治疗时,放疗机用高能射线或粒子来瞄准癌肿。单纯从身体外部进行放射治疗有一定的局限性,很难达到足够高量,且有邻近主要脏器受量限制,造成总有一部分肿瘤局部复发。

(2)体内照射:体内照射又称为近距离放射治疗。这种治疗技术把高强度的微型放射源送入体腔内或配合手术插入肿瘤组织内,进行近距离照射,从而有效地杀伤肿瘤组织。治疗技术涉及腔管、组织间和术中、敷贴等多种施治方式。这一技术发展很快,它可使大量无法手术治疗、外照射又难以控制或复发的病人获得再次治疗的机会,并有肯定的疗效。而正常组织不会受到过量照射,以避免严重并发症,成为放射治疗技术上的一个重点。过去后装技术仅能用于妇科肿瘤治疗,最新一代后装治疗机已把这种技术扩大应用到鼻咽、食管、支气管、直肠、膀胱、乳腺、胰腺、脑等肿瘤。这种新技术与其他治疗方法配合,逐步形成了很有发展前途的综合治疗手段,在应用中均取得了明显的效果。

放射性粒子植入治疗肿瘤,是指在B超或CT引导下,可精确地将放射性粒子均匀地置入肿瘤周围,通过放射性粒子持续释放射线来达到最大限度地杀伤肿瘤细胞的作用。肿瘤放射性粒子置入治疗由三个部分组成:①放射性粒子;②三维治疗计划系统,保证粒子置入后在空间分布上与肿瘤形状、大小一致;③粒子植入装置,包括特殊的置入枪、导管和核素储存装置等。放射性粒子可在术中置入,也可通过B超或CT引导下穿刺植入。放射性粒子植入具有创伤小、肿瘤靶区剂量分布均匀和对周围正常组织损伤小、价格低廉、操作简便等特点,临床上有广阔的应用前景。

3.  $^{125}\text{I}$  粒子肿瘤内植入治疗恶性实体瘤  $^{125}\text{I}$ 放射性粒子亦称为粒子刀,是一种极为先进的微型密封放射源。采用 $^{125}\text{I}$ 粒子组织间近距离放疗是原子能物理在临床医学上的应用,是近代医学高科技的治疗手段之一。适宜粒子植入治疗的病种很多,其中以前列腺癌应用得最广泛。

(1) $^{125}\text{I}$ 粒子植入的特点:放射性粒子植入最主要的特点是局部“适形”治疗,肿瘤靶区高剂量,而周围正常组织受量较低,这就有效地提高了治疗增益系数,减少并发症,增加疗效。可用于局部恶性肿瘤的治疗,因其能在肿瘤内部产生高剂量区,可以提高肿瘤局部控制率。 $^{125}\text{I}$ 粒子释放能量为27.4~31.4keV的X射线及35.5keV的 $\gamma$ 射线,半衰期为60.1d,全衰期为400d(图2-1)。 $^{125}\text{I}$ 粒子术中植入治疗原发癌或扩散性肿瘤,可缩小手术的解剖范围,扩大手术的治疗范围。与远距离外放射相比,具有靶准、量大而直接,且为连续性高或低剂量率放疗的特点,从而大大改善肿瘤病人的治疗效果,但无全身放疗的不良反应。

(2) $^{125}\text{I}$ 粒子植入方法:通过手术或经皮穿刺(采用18号针可防辐射可视性植入器)将放射源 $^{125}\text{I}$ 粒子永久植入到肿瘤病灶内及淋巴系统周围,距离保持在1~1.5cm。使细胞变性坏死,对肿瘤进行持久的放射性治疗,局部肿瘤控制率可达90%以上。 $^{125}\text{I}$ 粒子植入手量一般为20~40粒(20~30mCi),可根据肿瘤大小调整粒子剂量。治疗后利用CT和X线平片融合技术,找出在CT扫描图上的粒子,得到真正的肿瘤内剂量分布,评价疗效及发生并发症的可能。

## (3) $^{125}\text{I}$ 粒子植入适应证与禁忌证

适应证:局部(局限性)肿瘤,无远位转移。肿瘤最大径应 $\leq 7\text{cm}$ ,生长缓慢,分化较好。患者KPS60分以上,无重要脏器衰竭表现。①原发恶性肿瘤,如:甲状腺癌、乳腺癌、肺癌、肝癌、胰腺癌、胃肠道癌等;②局部或区域性癌症的延伸扩散部分,特别是累及重要组织,难以手术切除者;③复发性或转移癌症,病灶较孤立者;④外放疗后,由于剂量或组织耐受等原因,癌灶局部残留。

禁忌证:①肿瘤侵犯的大血管部;②纵隔肿瘤;③不能耐受放疗的病人。

可能的并发症;根据粒子植入部位不同,可产生不同的并发症,如出血、穿孔、痿、感染、粒子移位、肺栓塞等。

(4)<sup>125</sup>I粒子植入注意事项:①植入方法是本疗法的重要操作步骤。既要准确地将放射源植入靶组织内,起到“定向爆破”作用,又要防止其移动,达到最大程度杀灭癌细胞,最小限度损伤正常组织及其功能的目的。因此,手术操作中必须根据肿瘤的解剖部位,判断残留癌灶的范围,采用不同的植入方法。②大血管周围禁忌放置粒子,因为粒子可穿透血管而引起大出血。③操作中必须轻柔、准确,避免损坏粒子外壳引起放射泄漏。④植入完成后,应行X线片,为粒子定位和计数。手术材料及手术室垃圾应用放射探测仪检测有无放射源失散。

4.影像引导分子生物四维精确放疗 第四代数字化直线加速器系统 Trilogy 与 PET/CT 的影像融合技术,催生了最为先进的分子生物影像引导四维精确放疗。

PET/CT 全称为正电子发射计算机断层扫描,是利用癌细胞消耗更多的葡萄糖的特点,将带有微量正电子的氟化脱氧葡萄糖(FDG)注入体内,通过捕捉正电子衰变时发射的伽玛射线形成分子生物影像,从而发现代谓特别旺盛的癌症细胞,是目前早期发现肿瘤、寻找肿瘤原发灶最灵敏的影像学方法。

Trilogy 直线加速器系统则是当今最先进的放射治疗专用设备,该系统将实时影像引导、RapidArc 快速拉弧调强和立体定向放疗(X刀)等技术。

放疗科可以与核医学科合作,首先应用 PET/CT 对癌肿进行三维分子生物影像定位,然后通过国际最先进的 Hermes 放疗计划软件系统,传输给 Trilogy 的治疗计划系统(TPS),给加速器装上另一只“眼睛”,TPS 将三维分子生物影像与自带的 X 线影像探测器采集的三维解剖影像融合,勾画出肿瘤靶位,在精确杀伤肿瘤细胞的同时最大限度地保护了正常人体组织和器官,从而实现分子生物影像引导下的高精度的适形、调强放疗。同对,在治疗过程中,通过 Trilogy 直线加速器独有的呼吸门控技术,可以随时根据患者体内器官随呼吸运动而产生的位置变化做出相应的调整,达到四维放疗的目标。

5.弧形动态调强放疗系统 弧形动态调强放射治疗机具有世界顶尖的放疗设备系统,比现有的调强放疗更加突出高效精确的特点,使单次放疗照射时间最快可缩短至 2min。

放射治疗作为肿瘤治疗的三大手段之一,被越来越多的人所熟知。临床上,60%~70%的病人需要接受放射治疗。放射治疗就像一把无形的“手术刀”成为肿瘤治疗的重要手段,逐步发挥着抗癌的优势。据专家介绍,RapidArc 系统是利用围绕在患者身边的弧形治疗仪进行准确有效的放射治疗,使得影像引导的调强放疗速度比传统的调强放疗快 2~8 倍。治疗速度加快,实现了治疗精度的提高,因为在治疗过程中患者或肿瘤移动的概率降低,缩短了患者在治疗床上停留的时间,提高了患者的舒适度。同时,速度的提升缩短了患者等待治疗的时间,使有限的医疗资源得到了充分利用。“Rapidarc 系统速度快、效果好的特点,符合有大量放疗病人的专科医院的需要。”某肿瘤医院蒋国梁院长说。此外,这套放疗系统扩大了放疗的指征,例如对以往有肿瘤发生多处转移的患者,运用这套系统进行放射治疗将达良好的效果。

放射治疗的原则是在尽可能彻底杀灭肿瘤的同时,尽量多地保护正常组织器官的功能,即尽可能提高肿瘤区域的照射剂量和减少周围正常组织器官的照射量。Rapidarc 是在图像引导放射治疗(IGRT)技术基础上成功研发的,它是集新型高精尖加速器逆向优化治疗计划设计软件、精密三维和两维的剂量验证设备于一身,真正做到了高精度、高剂量、高疗效、低损伤。

作为目前国际最先进的放射治疗技术,Rapidarc 以其“快、准、优”的特点为肿瘤病人放射治疗提供了更全面、科学、精准的技术解决方案。快:Rapidarc 治疗技术从 IMRT 调强治疗的 15~30min,大幅缩减到 2~4min,让受照肿瘤没有喘息的机会,为提高肿瘤控制率提供了有利武器。如鼻咽癌三维适形强度调控放射治疗每次约 10min,此技术仅需 2 分多钟;准:Rapidarc 治疗技术可在 360。多弧设定的任何角度范围

内可旋转照射,多个方向上对肿瘤进行照射,不但可从前后、左右方向,还可从上下方向任何角度对肿瘤进行照射,比“ $\gamma$ -刀”照射范围更大,更灵活,更精准。它不仅做到三度空间顺形治疗,还能调整控制放射线在肿瘤上的强度及在每次治疗时可立即取得三维电脑断层扫描影像做超精确的治疗定位;优:Rapidarc 治疗技术不仅让放射线随着肿瘤厚度调弱、增强,还能考虑肿瘤体积各部位的厚薄不同,来给予最适合的放射线强度,同时闪开躲藏在肿瘤中间或凹陷处的重要器官,例如:眼球、脊髓,增加肿瘤控制率和降低正常组织并发症的概率,减少治疗后的不良反应。以正常组织超低量的剂量照射,获得肿瘤治疗区的最大剂量覆盖,从而取得最优化的剂量分布效果。

## (二)放射治疗仪器及技术进展

20 世纪末放射治疗的主要进展是 CT 模拟定位、三维治疗计划和适形调强放射治疗技术(包括头部  $\gamma$  刀,头体部 X 刀)在临床的应用,既提高了放疗精度和疗效,也降低了正常组织的放射损伤。未来放射治疗的发展方向是进一步综合利用放射治疗的先进设备和技术,在肿瘤治疗上实现高精度、高剂量、高疗效和低损伤(三高一低)的现代放疗。随着新的肿瘤诊断定位、无创体位固定、三维治疗计划系统和放疗设备等的不断涌现,以及放疗技术的不断提高,在肿瘤的治疗上将发挥更大的作用。

1. CT 模拟定位系统 CT 模拟定位系统是将专用于放射治疗定位的螺旋 CT、激光定位系统和三维立体治疗计划系统三者通过网络连接起来,使之成为集影像诊断、图像传送、肿瘤定位和制订治疗计划为一体的肿瘤定位和治疗计划系统。在放疗常规定位和立体定位中可准确勾画出肿瘤的范围和肿瘤与周围正常组织之间的关系。这是提高放疗精度、减少放射损伤的必要前提。病人首先在螺旋 CT 下接受扫描,确定肿瘤大小、形状,并定位治疗靶区,然后科技人员通过三维治疗计划系统确定肿瘤在三维空间的位置,优化肿瘤靶区的剂量分布,保证了合理地制定和调整放疗方案。

2. 立体定向适形放射治疗系统 放射治疗的目标是努力提高放射治疗的治疗增益比,即最大限度地使剂量集中到病灶(靶区)内,杀灭肿瘤细胞,而使周围正常组织和器官少受或免受不必要的照射。适形治疗是一种提高治疗增益的较为有效的物理措施。我们通常把利用适形治疗的技术,使得高剂量区分布的形状在三维方向上与病灶(靶区)的形状一致。称为三维适形放射治疗。若照射野的形状与病变的投影形状一致,且每个照射野内诸点的输出剂量率能按要求的方式进行调整(束流调节),这样的三维适形放疗被称为调强适形放疗(IMRT),其首先是对肿瘤靶区达到三维适形的照射,其次是使肿瘤靶区和邻近敏感器官可以获得照射剂量强度的调节。是目前世界上正在开发的最高技术档次的外照射技术。其基本构造由三大部分所组成:①立体定向系统;②三维治疗计划系统;③直线加速器及准直器系统。

3. X( $\gamma$ )射线立体定向放射手术(俗称 X 刀或  $\gamma$  刀) 现在临床上的  $\gamma$  刀、头体部 X-刀都是利用立体定向放疗技术而产生的,它们的学名称为 X( $\gamma$ )线立体定向放射手术,简称 SRS,其特征是小野三维集束单次大剂量照射,这种高精度的立体定向放射治疗技术,可在放射剂量上形成一个围绕病灶的高剂量分布区,而在病灶周围正常组织的剂量急剧下降,由此形成锐性边缘,从而使早期小肿瘤(一般小于 3cm)不用开刀而获得外科手术同样的效果,所以人们形象地称之为“刀”。

$\gamma$  刀:放射源为 $^{60}\text{Co}$ ,201 个放射性钴源放置在一个半球形的厚壳内,所产生的  $\gamma$  射线聚焦后能量极高。治疗中病灶中有高剂量的放射线,而周围正常组织中放射线则很少。而这把刀确定颅内病灶靶点在三维空间的坐标位置,是通过立体定向仪来完成的。由于这些脑深部的病灶紧贴在脑部重要的神经、血管及脑干等位置,用  $\gamma$  刀必须使病灶所受的放射剂量在生理安全范围之内,所以影像学定位、放射量计划、高精度操作是治疗成功的保障。 $\gamma$  刀治疗的另一特点是不能立竿见影。放射线所照射的病变辐射效应一般需数月甚至数年才能显现,故治疗后必须定期复查。 $\gamma$  刀治疗的适应证有颅内良性肿瘤,如听神经瘤、脑膜瘤、颅咽管瘤和垂体瘤等,占 40%,脑内恶性肿瘤及脑转移瘤占 10%;另外,常规手术切除不彻底或复发性肿瘤,

以及身体情况不宜开颅手术的病人更是 $\gamma$ 刀治疗的良好指征。但 $\gamma$ 刀不是万能的,选择病例非常严格。大多数颅内占位病变仍离不开手术治疗。

头体部X刀:是继头部 $\gamma$ 刀之后迅速发展起来的立体放射治疗技术。采用高精度立体定位、三维治疗计划与直线在加速器上进行非共面多轨迹旋转照射等技术相结合,使肿瘤病灶受到致死性高剂量照射,而周围正常组织受量很少,从而能获得根治肿瘤的效果。主要治疗肝、肺、胰腺、盆腔、纵隔等实体恶性肿瘤,对局部病灶的控制全部有效。X刀对不宜手术、术后复发及组织器官深处局限性转移等肿瘤病人,不失为一种有效的治疗方法。

立体定向适形放射治疗系统的最新技术进展情况

图像引导放射治疗(IGRT)是指在放射治疗照射中依据射野图像或CBCT图像获得的肿瘤(靶区)位置的变化,不断调整射野的形状和位置,使其与肿瘤(靶区)的运动同步。现在呼吸门控技术已广泛应用于胸部放疗上,而IGRT正逐步应用于放疗。

## 二、肿瘤放射生物学基础

### (一)放射生物学概述

放射线可引起细胞死亡,是由它产生的自由基通过直接作用或者间接作用,使细胞的遗传物质DNA发生电离,电离作用的后果是发生不可修复或者错误修复的生化改变,这样就引起了细胞死亡。细胞的放射敏感性取决于其正确修复放射损伤的能力,人们正在仔细地研究基因在修复损伤中的作用。如果关键的修复基因被分离,分子生物学家就能判断哪种肿瘤对放射线敏感,从而使临床医师制定针对每个特定病人最适当的照射剂量。

个别病人的照射剂量与肿瘤控制之间的关系比较显著。由于肿瘤组织异质性的存在,通过临床资料观察到的剂量-效应曲线接近水平,曲线的斜率很小。放疗工作者应努力应用新技术来改善剂量分布,即提高肿瘤靶区剂量。任何剂量的提高将会带来肿瘤控制概率(TCP)的提高。

临床关心的是局部病变得到控制而无并发症出现时的剂量。这意味着在每一个治疗计划中,放疗医师必须平衡肿瘤控制和正常组织损伤之间的剂量。放射治疗的效果也可以说是使肿瘤控制曲线和正常组织损伤曲线分离的能力。

### (二)不同分割照射模式的生物学基础

#### 1. 常规分割

(1)定义:每周照射5d,每天照射1次,每次靶区剂量为1.8~2.0Gy。

(2)生物学基础:常规分割照射模式是在1920年由法国科学家根据实验结果提出的,到20世纪60年代后才被用以“4R”的理论加以解释。①让正常组织细胞的损伤有所修复,因为正常组织细胞的修复比肿瘤组织细胞快。②让放射线照射不敏感的乏氧肿瘤细胞转化为对放射敏感的含氧细胞。③让放疗后对放射线照射不敏感的S、G<sub>1</sub>期细胞进入放射敏感的G<sub>2</sub>和M期。④让非增殖期的G<sub>0</sub>细胞进入增殖期。

(3)临床应用:常规分割照射是最经典的、最普遍的传统照射方式,几乎适用于需要放疗的全部病人。

#### 2. 超分割

(1)定义:减少每次的照射剂量,增加每天的照射次数,但不改变总的治疗时间,照射总剂量可适当增加,一般以每周照射5d,每天照射2次,每次照射1.15~1.25Gy为宜。每日2次照射的间隔时间为4~6h。

(2)生物学基础:根据早、晚反应组织的曲线即 $\alpha/\beta$ 比,晚反应组织的损伤主要与每次分割的剂量有关,所以,超分割照射能减轻晚反应组织如脊髓、脑、肺、肾等正常组织的损伤,使其耐受量可增加15%~25%。

早期反应组织损伤基本不变或略有增加,肿瘤病灶的控制率可增加10%。另外,每天2次分割照射,间隔时间至少4h以上,利于正常组织细胞完成亚致死性损伤的修复。

### 3.加速超分割

(1)定义:加速超分割主要有以下2种方式:①每次分割剂量不变或略有减少,每天照射2次,每次照射相同大小的照射野,缩短总的治疗时间,2次放疗的间隔时间为4~6h。②每次分割剂量不变或略有减少,每天照射2次,每次照射的靶区面积不同,较常见的是野中野技术,即大野套小野。每天大小野各照射1次,或大野每天照射1次,小野在1周内照射2~5次,两次照射的间隔时间为4~6h。

(2)生物学基础:缩短放疗总时间,以减少在放疗期间肿瘤细胞的增殖,其结果可加重早期反应,晚期反应也可加重或稍有改变。

(3)临床应用:多用于肿瘤倍增时间短,病程发展快,而一般情况又较好的病人。如果病人在治疗中反应较重,可在症状缓解后改为常规分割照射。

### 4.大剂量分割

(1)定义:减少总的照射次数,增加每次照射的剂量。较常用的是每周照射3次,隔日照射,每次靶区剂量为3.0~5.0Gy。

(2)生物学基础:早期反应略有增加,晚期反应明显加重。

(3)临床应用:多用于对放射治疗相对不敏感的肿瘤,如恶性黑色素瘤、皮肤癌,骨及软组织肿瘤等,还可用于骨转移的病人,特别是对那些有病理性骨折危险的病人,即可达到良好的镇痛效果,又可减少病人的搬动。

### 5.在不同分割模式放疗中应注意的事项

(1)如果总疗程中最后一次分割照射需在下周一才能完成时,那么就应该将下周一照射的那次分割剂量提前至本周五内的一天内照射2次。

(2)如果由于假期或机器维修等原因,病人暂停治疗一段时间,那么,最好在停止照射的最后一天和恢复照射的第1天内各照射2次。

(3)病人在整个放疗过程中最好不间断治疗,如果因为各种原因致使放疗中断,则每停照一天,其治疗剂量就应增加0.8Gy,以弥补肿瘤细胞的再增殖。

(4)应当根据病情决定照射时间,而不应根据作息时间安排病人的照射时间。

## (三)放射生物学基础概念

1.直接作用 放射线直接作用于组织细胞中的生物大分子,使其发生损伤。

2.间接作用 在放射线作用下产生的自由基粒子导致的组织细胞损伤。

3.增殖死亡 肿瘤细胞受到放射线照射后还能分裂1次或几次后再死亡。

4.间期死亡 受放射线照射后,细胞处于有丝分裂期时的死亡。

5.细胞死亡 细胞受到放射线照射后失去无限再增殖的能力。

6.致死性损伤 细胞所受到损伤在任何情况下都不能修复。

7.亚致死性损伤 细胞所受到损伤在一定条件下和时间内能完全修复。

8.潜在致死性损伤 细胞受照射后,如果环境条件合适则可修复损伤,反之则变为不可逆损伤。

9.分裂延迟 细胞受照射后有丝分裂周期延长,分裂细胞的数量减少。

10.克隆及致克隆性细胞 由一个细胞分裂增殖形成的细胞群体称为克隆,具有生成克隆能力的原始细胞称为致克隆性细胞。

11.生长比率 增殖细胞数与细胞总数之比。

12. 细胞丢失因子 细胞丢失率与细胞增殖率的比值。
13. 氧效应 由于氧的存在而使放射生物效应增强。
14. 氧增强比 乏氧细胞和含氧细胞产生相同生物效应所需照射剂量的比值。
15. 相对生物效应 产生相同生物效应所需照射剂量的比值。
16. 放射敏感性 不同组织细胞对同一种放射线照射所产生放射反应的程度。
17. B-T 定律 细胞的放射敏感性与其繁殖能力成正比,与其分化程度成反比。
18. 放射增敏比 在无增敏剂和增敏剂的条件下,产生相同生物效应时所需的照射剂量之比。
19. 放射治疗比 正常组织耐受剂量和肿瘤组织致死剂量之比。
20. 放射+生物“4R” 即放射性损伤的再修复、肿瘤细胞的再增殖、细胞周期内时相的再分布、肿瘤组织内乏氧细胞的再氧合。
21. 肿瘤致死量 TCD95 使 95% 的肿瘤得以控制时所需的照射剂量。
22. 正常组织耐受量 正常组织对不同剂量放射线的耐受程度,分别用 TD5/5 和 TD50/5 表示。
23. TDs/s 在标准治疗条件下,治疗后 5 年内,因放射线照射造成严重放射性损伤的病人不超过病人总数的 5%。
24. TDso/s 在标准治疗条件下,治疗后 5 年内,因放射线照射造成严重放射性损伤的病人不超过病人总数的 50%。
25. 放射增敏剂 与放射线合并应用后对肿瘤组织细胞具有增加其放射性致死效应的物质。
26. 放射防护剂 能增强正常组织细胞对放射线照射的耐受性的物质。

### 三、放射治疗的临床应用

#### (一)放射治疗的临床实施步骤

1. 建立完整的临床病例资料 肿瘤的治疗以综合治疗为主,采用哪几种手段去综合,综合方法的先后程序,要根据病种和每个病人的具体情况而定。确定综合手段之前,应与相应专科主治医师以上医师会诊协商,取得共识后实施治疗方案。应详细追问病史及全面的体格检查,必要的化验室检查;X 线胸片、心电图,腹部及盆腔 B 超,病理组织学诊断,对可疑侵犯部位补充必要的检查,如可疑脑、骨骼及内脏转移时,做 CT、MRI 及 ECT 检查。作出临床诊断,明确 TNM 分期,如为术后病人,要记录术前的临床期别,肿瘤部位,术后病理分类、分级,淋巴结解剖枚数及组织学阳性转移枚数,受体状况。术后化疗和其他辅助治疗情况等。有无其他疾病,对病人机体状态进行评分。医师根据病史、查体及各项检查所得资料,做出全面分析判断后,给病人以最佳治疗方案。

2. 制订治疗计划 制订治疗计划的目的是要在放疗过程中,既要抑制和杀灭肿瘤细胞,又要尽可能减少对正常组织的损伤,使治疗个体化。主要包括下列内容。

(1) 确定治疗目标:根治性治疗应尽可能使放疗达到控制肿瘤发展的目的,也考虑尽量减少周围正常组织受量,避免出现严重的放射并发症。姑息性治疗以减轻病人痛苦及提高生存质量为主要目的。

(2) 选择适当种类及能量的射线:射线能量的选择要根据病变的部位,肿瘤的大小,选择适宜能量的射线,对深部肿瘤应选择线或直线加速器高能 X 线(6、8、10MV)对乳腺癌的区域放疗一般米用深浅两种混合线,如<sup>60</sup>Co 线,4.6MVX 线,和适宜能量的电子束,这样既能使皮肤剂量下降,又能使纵隔或深部组织受量减少。

(3) 计算剂量、明确靶区:除计算出总剂量外,还要考虑分次剂量和治疗时间。应该根据靶区计算出肿