

## 放射性粒子植入治疗恶性肿瘤临床 20 问

放射性粒子植入治疗恶性肿瘤,是一种微创治疗方法,是属于近距离内放射治疗的一种。它是将微型放射源碘 125 植入肿瘤组织内或受肿瘤细胞浸润的组织中。包括肿瘤淋巴扩散途径的组织..通过微型放射源碘 125 发出的持续低能量的 x 线和 r 射线,使肿瘤组织受到最大程度的毁灭性杀伤,使正常组织不损伤或仅有微小创伤.从而使肿瘤得到治疗。

这项治疗又是个很古老的治疗方法,自 1895 年伦琴发现放射线以来,早在 1898 年居里夫人就用镭针治疗舌癌和其它表浅肿瘤.1903 年美国 Al exander Graham bell,首先提出了将放射活性源插植到肿瘤组织中的方法,开创了肿瘤近距离治疗的新纪元。但是当时因种种条件因素受限。医生和患者得不到有效的防护,肿瘤病人和医生不是死于原发病。而是死于放射病。使得这种治疗技术发展迟缓。经过一个世纪不断发展,随着社会科技不断进步,进行演变。世界各国,尤其是发达国家投入了大量的科技力量和财力,进行癌症的防治研究。先后出现了腔内治疗,管内治疗,组织间照射,术中置管和予置模型后装等。

特别是近 10 多年来,随着小剂量,低活度 b 源和 r 源放射线同位素的研制成功。对核素的剂量测量,制作工艺明显提高。以及计算机技术在临床上广泛应用,使植入技术和设备日趋完善成熟。病人近期,远期疗效得到证实,积累了很多经验。提高了肿瘤患者治愈率、‘生存率和生活质量。同时给放射治疗提供了强大的发展空间。由于它创伤小,放射剂量得到完全利用,高度适型,在放射治疗学中占据了不可替代的地位,因而受到各国医疗界的广泛关注和应用。目前应用是由三维 Tps 治疗计划定位系统,植入系统,防护系统来实现的。打破了原始的凭经验对肿瘤局部组织进行盲目穿刺的概念,靠高科技可以完成个体,优化设计,有 B 超引导和 cT/磁共振成像定位技术的参与,使该项粒子植入治疗更趋完善,治疗位置更加精确,靶区剂量分布更加理想,疗效更加明显。有三维治疗计划的加入,可以精确重建肿瘤的三维形态,准确设计植入粒子的位置,数量,活度,及施入路径。满足了靶区剂量的具体化,个体化的优化设计要求。这是区别于外放疗和后装治疗的优势.由于持续低剂量局部照射,做到了高剂量靶区‘高度适形,放射线利用完全,损伤小,并发症低.可以对进入不同分裂周期的肿瘤细胞进行不间断的照射.损伤效应累计叠加.增殖期的细胞被杀灭,静止期的细胞进入敏感期 (G2-M 期),细胞周期的延长,提高了 G2-M 期总照射剂量.从而有助于提高射线对肿瘤细胞的杀伤效果。

这种新方法在国内则刚刚起步,很多有志志士积极参与应用和普及..志在规范治疗,提高治疗效果,使古老的治疗方法得到发扬光大.造福于广大肿瘤患者..为了尽快推广,使用,植入治疗技术,我公司特编辑临床资料 20 问.供同道们参阅.不同见解可共同探讨.不妥之处,请批评指正。

### 一 粒子植入适用那些肿瘤 ?

- 1 未经治疗的原发性肿瘤.
- 2 需要保留重要功能性组织或手术将累及重要脏器的肿瘤.
- 3 患者拒绝进行根治性手术的病例.
- 4 转移性肿瘤病灶或术后孤立性肿瘤转移灶失去手术价值者.
- 5 予防肿瘤局部扩散或区域性扩散增强根治性效果的预防性植入.

- 6 无法手术的原发病例.
- 7 外照射效果不佳或失败的病例.
- 8 外照射剂量不足,作为局部剂量补充.
- 9 术中残存肿瘤或切缘距肿瘤太近 $<0.5\text{cm}$ 。

## 二; 粒子植入治疗有那些优势?

- 1 该疗法是在肿瘤传统治疗的基础上,又一个新的治疗方法.有它独特优势.不能完全取代其它治疗方法,但是可以优势互补,它真正优势在于以下几点;
- 2 科技含量高,有三维治疗计划设计参与,可以精确重建肿瘤的三维形态,准确设计植入粒子的位置,数量及施入路径,满足了靶区剂量具体化'个体化的优化设计要求;
- 3 肿瘤局部接受的剂量明显增加,达到高度适形,高剂量靶区,损伤小,并发症低。
- 4 由于是持续性低剂量率的照射,能够对进入不同分裂周期的肿瘤细胞进行不间断的照射,提高放射对敏感性,有效提高放射生物效应。
- 5 由于粒子的穿射距离短,仅  $1.7\text{cm}$ ,通过调整粒子源间距和活度,靶区外剂量可得到很好控制。四周正常组织可以得到有效的保护。
- 6 粒子与人体有较好的组织相容性,不会产生放射泄漏。
- 7 操作简便,设备费用低。

## 三 ; 粒子植入的物理学特点有那些?

1 剂量分布:植入到体内的每一颗粒子源周围剂量梯度是不一样的,通常采用绝对吸收剂量值来定义,按照平方反比定律的变化特点,源表面的剂量最高,离开放射源越远剂量将迅速减少,梯度落差将逐步减缓,因此,在治疗范围内,剂量不可能均匀,我们在使用时首先要明确,该治疗是在不均匀剂量率模式下的照射,而不是通常的均匀概念。只要做到靶区的高度适形,或在不同剂量区域范围内达到 $\pm 5\%$ 的剂量分布,就能达到治疗目的。因为它的放射剂量得到完全利用。

植入治疗时,组织的不均匀性会显著影响粒子的剂量分布,剂量参考点距离粒子源越远差异就越大,靶区剂量差异也越大。因此,对于不同体积的肿瘤,只能按照特定的剂量学特点选择布源方式,以使肿瘤组织得到较高剂量,照射的同时,不增加正常组织的损伤

2 和外照射相比有几个基本不同; (1) 粒子源活度小,从几  $\text{mCi}$  到  $10\text{Ci}$  治疗距离短,  $5\text{mm}-50\text{mm}$  间,易于防护。(2) 无防护屏蔽,大部分能量能被组织吸收。(3) 粒子源植入肿瘤组织直接照射,局部照射剂量远比正常组织高的多。(4) 持续性照射远比反复照射好,生物效应明显提高。对 DNA 双链断裂破坏安全。(5)高度适形,降低了晚反应组织损伤的发生率。(6)由于在不均匀剂量率下照射,靶区剂量分布均匀性较差,必须慎重划分处方剂量归一点。

肿瘤组织对放射的敏感型与其繁殖能力成正比。与其分化程度量反比它受癌基因和抑癌基因的调控,与正常组织的差别表现化增殖能力,分化能力,再生能力和组织微血管等方面。正常组织细胞分裂和分化都有挖地保持平衡,而肿瘤组织的增殖不寻规律,位置大小形态不一,分化程度不同于一体无节制的增殖。放射治疗临床上最关注的是亚致死损伤手术

替换致死损伤。氧气状态好的细胞比乏氧细胞环境的细胞比亚致死损伤的修复能力要好，只有增殖的细胞才有损伤的修复，未增殖的细胞几乎没有亚致死损伤的修复。

#### 四： 粒子植入的生物学特点是什么？

DNA 是放射线对细胞作用最关键的靶。用放射线照射会导致 DNA 溶液的粘度下降，可以是 DNA 链断裂，微辐射研究显示：（1）用射线杀死细胞时，单独照射细胞浆所徐的照射剂量要比单独照射细胞核大得多。（2）放射性核素（如  $^3\text{H}$ ,  $^{125}\text{I}$ ）掺入核 DNA 可有效地造成 DNA 损伤并杀死细胞。（3）受放射线照射后染色体其变率与细胞死亡密切相关。（4）当特异地把胸腺嘧啶类似物，如碘脱氧尿核苷或溴脱氧尿核苷掺入染色体时可修饰细胞的放射敏感性。

一般将细胞的损伤概括为三种类型；即亚致死损伤（sublethal damage），潜在致死损伤（potential lethal damage）和致死损伤（lethal damage）。肿瘤组织对放射的敏感性与其繁殖能力成正比，与其分化程度成反比，它受基因和抑基因的调控，与正常组织的差别表现在增殖能力，再生能力和组织微血管等方面。正常组织细胞分裂和分化都有控地保持平衡，而肿瘤组织的增殖不循规律，往往是形态大小不一，分化程度不同于一体，无节制的增殖。已知从分子到细胞水平共有八种以上的放射损伤修复，但在放射治疗临床上最关注的是亚致死损伤的修复，其次是潜在致死损伤修复。因为氧合状态好的细胞比乏氧细胞环境的细胞对亚致死损伤的修复能力好，亚致死损伤的修复速率一般为 30 分钟到数小时。只有增殖的细胞才有损伤的修复，未增殖的细胞几乎没有亚致死的修复。

植入到组织中的粒子吸收剂量计算公式：治疗时间=处方剂量/参考计量。植入到组织内粒子各源中心点剂量之和平均值为基础计量，参考计量为以中心平面各放射源之间的中心点剂量率之和的平均值（85%剂量范围）为基础剂量。

#### 五： 粒子植入有几种方式？

粒子植入是属于近距离内放射治疗的一种方式，它是由腔内照射，管内照射，组织间照射，敷贴照射和术中照射逐步演变形成的。它和外照射相比有两个基本区别，（1）内放疗；其放射源活度较小，有几十个 MBq（几个 mCi=3·7x10Bq）到大约 400GBq（10Ci），而治疗距离短，约在 0，5-5 之间。由于距离平方反比定律的影响，在内放疗中，离放射源近的组织剂量相当高，距放射源远的组织剂量较低，靶区剂量分布的均匀性远比外照射差。故在取处方剂量归一点时必须慎重。防止部分组织剂量过高部分组织剂量过低。（2）外照射；其放射线的能量大布分被准直器，限束器等屏蔽，只有少部分射线能到达组织。近距离照射则相反，大部分能量被组织吸收。外照射其放射线必须经过皮肤和正常组织才能到达肿瘤，肿瘤所受剂量，受到皮肤和周围正常组织耐受量的限制，为得到高的，均匀的肿瘤剂量，需要选择不同能量的射线和采用多野照射技术。内放射治疗，放射源距肿瘤很近，肿瘤剂量远较正常组织的剂量高。粒子植入治疗分短暂治疗和永久种植治疗两种，短暂治疗多为分次高剂量率照射，由后装治疗机来完成，需重复手术取出施源导管。永久性植入选择粒子的活度在 0.3 — 1，0mCi 之间，它可以通过术中植入，内窥镜下植入，也可在模板固定架的支持下经皮穿刺植入。植入后粒子永久存在体内，经过五个半衰期后即完全失去原

有放射性，接近天然辐射量，将成为异物被组织纤维包裹，无任何治疗作用。

## 六； 植入治疗的必要条件有那些？

八十年代初期，美国刚刚开展植入治疗时，对术者要求比较严格，必须是获得了医学博士学位和物理学博士学位的人才能做这项工作，随着知识的普及，技术和设备的完善，掌握适应症和技术的人越来越多。临床应用更加广泛。九十年代末这项技术才进入我国，理论和技术刚刚被认识，进入 21 世纪这项技术将在我国蓬勃开展。

按照行业管理规定：医院必须得到公安部门和卫生防疫部门认证，办理增项手续，设立专职、专人负责，通过专业培训，有许可资格才能正常开展治疗工作。

### （一）必要的设备条件：

植入治疗，不是简单的把粒子放入组织间就完事，首先要考虑患者的适应症，有三维粒子植入内放疗计划 / 质量验证系统，做一周密的治疗计划，要考虑到肿瘤部位、大小、形态，以及周围有无重要器官避让，源总活度、剂量分布、表面活度、植入数量、靶点选择、怎么布阵等等。要有植入枪、装载器、植入针、模板固定架、以及有防护装置等植入治疗的辅助设备，才能按计划实施植入，确保植入靶区、路径无误，经得起多方验证，才能确保疗效。

### （二）人员条件：

- 1、有专业放射物理师，及相关外科手术医师参加治疗术
- 2、从事放射治疗工作人员上岗并应体检合格，经过严格培训并持有《放射工作人员上岗证》。
- 3、术前必须完成治疗计划的处方剂量设置。
- 4、按照外科手术操作常规进行严格无菌操作。
- 5、粒子植入术前要经过消毒，在必要防护下进行术前装载，植入时正确使用防护用品和设备。
- 6、要有防护监测剂量仪和个人吸收剂量仪。
- 7、术中有粒子破损废弃以及被污染时应按照放射性废弃物有关规定回收处理。
- 8、植入手术全程要进行适时防护剂量监测、记录，每次都要严格验证，对每颗粒子查验，对工作台要查验，保证粒子不丢失、无泄漏、无污染。

### （三）患者条件：

- 1、符合粒子植入适应症，预计生存期在 150 天以上。
- 2、有详细的临床病例，有明确病理学检查报告，以及相关辅助检查。
- 3、要有可靠的 B 超、CT、MRI 等影像检查资料。
- 4、要让患者了解植入治疗知识，以及相关管理法规，患者 / 家属同意植入治疗要签署知情同意书。
- 5、术后的患者应尽量避免与孕妇儿童密切接触。
- 6、术后的患者要配合医务人员作好详细的查验和随访。

## 七； 开展放射性粒子植入应当了解什么？

首先要知道放射源的种类(a, b, r, x 等)，根据肿瘤的类型，合理的选择放射性粒子，要

依据放射性粒子源半衰期的长短，射线的种类、能量、核素丰度及原子序数。要了解粒子活度；即每秒粒子衰变数和每个粒子所具有的全部活度、每次衰变释放的能量、肿瘤的处方剂量、组织内空间剂量的分布、根据剂量率或总剂量决定治疗所需要的时间。因为剂量选择是非常重要的，它不仅关系到治疗的成败，而且也涉及到正常组织受损的程度。剂量过大容易造成局部热点，引起一些正常组织的损害，剂量过小治疗效果不佳。所以在决定剂量时一定要根据病变的分期、年龄、部位及肿瘤组织的不同，确定不同的剂量。以及在临床上可以通过以下途径来提高治疗靶区的剂量率；（1）选择放射源种类；（2）增加单个粒子的活度；（3）增加粒子的数量及分布密度。

对临床上各种肿瘤；如肺癌、直肠癌、胆管癌、肝癌、恶性胶质细胞瘤、原发灶不能切除者以 50—65gy 的放射剂量，恶性胶质细胞瘤复发以 100—120gy,放射源的强度为 20—25mci,原发灶部分切除或有残留以 45—55gy,完全切除为预防复发者以 30gy,放射源强度在 15mgy,左右。

植入方法是疗效的关键，不是简单的把源植入到体内就完，而是要将放射源准确地植入靶区内，并根据靶组织的体积、半价层以及邻近重要器官的关系结合 tps 给出的等剂量曲线进行合理的布源，使肿瘤整个体积包容在有效放射曲线内，最大限度杀灭肿瘤细胞，最小程度损伤正常组织及功能。

## 八； 怎么样选择放射性粒子？

目前世界上人工合成的同位素大约有 2500 种左右，其中半衰期在 10 天到 100 年之间的有 300 余种。用于近距离放疗的同位素约有 10 余种。它的选择取决于肿瘤的病理和植入治疗的种类，放射性粒子的供应和临床大夫对核素特性的了解，以及核素制成粒子源的技术上要求等。这种植入治疗属于永久性植入，粒子的半衰期选择要求比较苛刻，活度过高，时间过长，难以防护等，均不适宜。否则，将达不到治疗目的。一般要求低活度，多数量，才能做到高度适形。现阶段世界上都统一按 TG-43 报告中提出的标准要求执行。我国已研究制成 CIAE—6711 型  $^{125}\text{I}$  颗粒种子密封放射源，已获国家批准，投放市场销售使用。除  $^{125}\text{I}$  外，制成粒子源的同位素还有  $^{103}\text{Pa}$ ， $^{192}\text{Ir}$  等。都可以用于近距离放射治疗。

肿瘤包块较大时，粒子的选择，一般可以选用一种粒子，也可以选用多种粒子混用。一般多采用肿瘤体中心使用大活度，半衰期相对比较短的粒子。周边使用小活度半衰期相对长的粒子，目的是让肿瘤体中心细胞尽快被杀灭，体积尽快缩小，减少对周边正常组织的压迫。也可以用多种粒子混合均匀植入，根据对肿瘤不同的组织选用不同的放射粒子，是保证肿瘤粒子植入效果的关键。例；针对腺体选用  $^{137}\text{Ca}$ 、 $^{125}\text{I}$ ，针对细胞选用  $^{125}\text{I}$ 、 $^{103}\text{Pd}$  等。

选择主要依据放射源半衰期的长短、射线的类型、能量、核素丰度及原子序数。用于植入近距离治疗的粒子有碘—125、钷—103、金—198、钙—137 等。

## 九； 植入的操作程序有那些？

有完备的内放疗设备和植入治疗的适应症，具体操作有以下程序；

1、 根据患者提供的 B 超、CT、MRI 检查的相关资料，尽快完成植入治疗计划设计；向本公司和相关粒子生产厂家订购相应粒子（包括手术间植入）。

- 2、术中残留时，也需通过术中微型探头，在B超引导下，加做治疗计划，体重重建三维立体残留图像，严格按计划提供的靶区进行植入，以确保植入疗效。
- 3 按外科手术要求，术前禁食，清肠备皮，使用镇静剂，麻醉等。
- 4 用模板固定体位和重要器官，使肿瘤尽可能固定接近体表位置，以利于手术操作。
- 5 消毒好的粒子，用粒子钳把粒子装入粒子仓或装载器中备用。
- 6 常规局部皮肤消毒，插入植入针，验证植入针的位置，推注粒子，
- 7 取出植入针体，并消毒包扎局部创面。
- 8 点验手术台面，检测工作环境。。

粒子治疗后由于人体活动和器官的相对运动，需要通过平片和（或）CT 扫描来验证粒子植入质量，分析植入后的粒子空间分布是否与植入前的治疗计划相吻合，剂量分布是否有变异和植入的粒子是否发生移位。这一点粒子植入治疗与外放疗均有别。

#### 十： 碘 125 粒子的构造是什么样

国际上通用的 6711 型碘 125 粒子放射源是将附有碘 125 的银棒装在钛管中，两端用技术焊接的密封源。它的铅半厚度为 0, 025 毫米，所以 0, 25 毫米的铅片可屏蔽 99% 以上的射线。半衰期为 59, 43 天，电子俘获衰变伴有特征射线和内转换电子，电子为碘 125 粒子源的钛壁所吸收。主要 Te-KX 特征 X 射线为 27, 4—31, 4KeV 和 35, 5KeV r 射线。同时还有从银棒发射的 22, 1 和 25, 2KeV 的荧光 X 射线。粒子直径为 0, 8 毫米，长 4, 5 毫米，表面活度 0, 1—1, 0 毫居里，钛壳有很好的生物组织相容性。银棒和钛壳两者的总吸收约 35%。

#### 十一、放射植入治疗的禁忌症

肿瘤处于溃疡性恶化时不推荐使用放射粒子植入术。

- 1、永久植入时不能硬将  $^{125}\text{I}$  粒子装入植入管和植入针中，以防钛管壁和焊封头破损，泄漏释放到环境中并接受手术病人的体液中。发现钛管有破裂和两端焊接口有破损不应用于治疗。
- 2、 $^{125}\text{I}$  粒子源的钛壳有很好的抗腐蚀性，在普遍的像丙酮和乙醇等有机溶剂或中性洗涤剂不受影响。但不能将粒子源暴露在超过 1mol/L 的酸或碱溶液中。

#### 十二、使用 $^{125}\text{I}$ 粒子源注意什么？

$^{125}\text{I}$  粒子源是放射性产品，操作时必须引起注意，要有必要的防护设备，提前制定周密的植入计划，严格操作规程，所有步骤应以减少操作人员和周围人群的射线照射为准，缩短在环境中的暴露时间。尽量减少操作时间。

粒子源的包装、消毒、装载操作时应在  $>0.025\text{mm}$  的铅屏蔽后进行，使用镊子以保证操

作人员有一定的距离。使用镊子用力不能太大，以免粒子源破损，不应用手直接拾拿粒子源。

粒子源运输、储存容器是密封铅罐和青霉素小瓶或小朔料瓶。可有效地屏蔽 99.9% 的 r 射线。

在医院内储存和运输时，也可以使用其他具有等价屏蔽作用效果的容器。

### 十三、粒子植入的安全性？

目前国际上用希沃特 (Sr) 作为射线作用于人体的剂量单位，自然界中的天然辐射每年作用于人体的剂量仅为 2mSr,而一次 x 射线透视被检查者接受的辐射加量仅为 2.8Sr; 胸片被检查者接受的射线辐射约为 0.2~1.0mSr。125I 粒子植入治疗对医生、患者、家属所造成的辐射损伤远低于国家防护标准。因此医生和家属不必为辐射安全担心。

<sup>125</sup>I 粒子植入过程中医生的辐射剂量检测限值剂量 50mSy / 每年

放射源活度 (mCi)	屏蔽厚度 (mmPb)	源与医生间距离(cm)	一年内累计受照射量 (mSr)
1	0.5	1	0.0063
1	0.5	5	0.00025
1	0.5	10	0.000063
1	0.5	20	0.000016
1	0.5	50	0.0000025

按每周工作 5 天，每天工作 8 小时计算。

患者植入 125I 后家属的辐射剂量检测限值剂量 1mSr / 每年

放射源活度(mCi)	植入深度(cm)	患者与家属距离(cm)	家属受照射量(mSr)
1	20	0	0.056
1	20	5	0.036
1	20	10	0.025
1	20	20	0.014
1	20	50	0.0045
1	20	100	0.0015

陪护家属照射量从放射源植入患者人体后开始计算到三个半衰期后。

### 十四、粒子植入的防护管理原则？

- 1、院使用要有放射源使用许可证才能合法的购置、保管、使用放射源，没有许可证可以到当地医疗 领导部门办理增项。在当地公安局和卫生防疫部门的检查认可后，防能完善使用手续。
- 2、射源有许可登记单位专人受理，经参加专业培训，持上岗证上岗，定期健康检查，享有相关权利。
- 3、放射源操作须持有职业放射性工作人员参与，医生手术前经详细了解，阅读产品说明书。
- 4、使用粒子源前需进行源活度测定衰变校正，清点粒子数。与治疗计划校对是否一致有泄漏需除污处理，防可用于植入。
- 5、按 ICRU 规定等效日操作量 0.5~50mCi 的乙级工作场所级别的工作人员需作个人照射常

- 规监测，一般不作操作监测。
- 6、粒子植入的患者要提前入院治疗，完善术前检查、准备，按临床放疗常规进行观察、护理。
  - 7、要建立放射源使用差错和事故登记处理制度。植入手术全过程病历记录，以及手术后详细的观察、护理记录。

### 十五、如何购置放射性粒子源？

$^{125}\text{I}$  是国家统管的特殊放射性产品，有严格的管理规定，有生产、经营、使用许可证的单位方可购置、储存、使用。

在医院有合适接受植入治疗的患者时，有关科室根据患者检查的有关资料（B超、CT、MRI）到医院指定的相关科室先做植入治疗预计划，根据治疗预计划提供的各种数据，由专人负责填写，盖有医院公章预订粒子申请单(数量\活度\使用日期\收件人)，和购置粒子源付款手续经传真方式交给本公司或厂家确认。公司或厂家经过特殊的专送机构在五天内送达指定医院科室。

$^{125}\text{I}$  在选定某天校正的物理衰变校正因子如参考表：

碘-125 衰变时间表		(为 59.43 天)	
天数	衰变因子	天数	衰变因子
0	1.000	32	0.689
2	0.977	34	0.673
4	0.954	36	0.657
6	0.932	38	0.642
8	0.911	40	0.627
10	0.890	42	0.613
12	0.869	44	0.599
14	0.849	46	0.585
16	0.830	48	0.571
18	0.811	50	0.558
20	0.792	52	0.545
22	0.774	54	0.533
24	0.756	56	0.520
26	0.738	58	0.508
28	0.721	60	0.497
30	0.705		

### 十六、植入的粒子如何消毒？

粒子在生产、包装、运输时不作消毒，在植入手术前必须使用高压蒸气或环氧乙烷(ETO)进行消毒。不应使用干热蒸气或化学消毒。

- 1 高压消毒：（正常循环）121°C，15 磅 15—30 分钟，或（热蒸气循环）133°C，30 磅 3 分钟。不能在温度和压力>138°C，35 磅下消毒，消毒锅配备有收集器或其它手段以防止粒子源流失进泄水孔。

2 环氧乙烷消毒：由制造商推荐正常循环时间和通蒸气时间或由医院来决定。使用蒸气或环氧乙烷消毒，碘 125 应在有适当屏蔽的容器内消毒，应移开铅罐的铅盖，打开青霉素小瓶的盖将蒸气或环氧乙烷通入到瓶内。消毒完毕后，再盖封备用。

3 乙醇浸泡消毒：把粒子源浸泡在 75% 的乙醇中 30—60 分钟，使用前 10 分钟取出，放到消毒好的屏蔽罐内备用。

### 十七： 偶而粒子破损怎么处理？

尽管碘 125 粒子源在结构上有很高的完整性，但由于手工制作粗造，如（钛棒打孔两端焊接）粗心操作、暴露在高温中，碰撞挤压而破碎，使用镊子夹取等，引起碘 125 释放。若发生污染，应封闭场地，禁止人员走动，将可能污染物、粒子源封闭在容器中，避免扩散。按规定的方法进行人员和场所去污。必要时对接触者进行甲状腺扫描，以确诊是否有感染。

### 十八 不做治疗计划的植入治疗行吗？

答复是不行的。不做治疗计划，单凭个人经验对患者肿瘤局部进性盲穿，首先是不科学。凭想当然穿刺停留在原始治疗水平上，对患者也是不负责任的。因为这项治疗早在 1909 年就是直接插植，由于当时定位不准，元素活度选择过大，半衰期短，医患防护困难，死亡率高而停顿，使这项技术发展迟缓。随着低活度  $\beta$  源和  $r$  源放射线同位素的研制成功，以及计算机技术在临床上广泛的应用。特别是三维治疗计划系统的诞生，患者对高科技报有极大希望，而结果得到的仍然是原始水平的治疗。给患者即花了钱，又误了时间，延误了病情，即便是单发浅表小肿瘤，凭经验植入几颗粒子源，蕲时肿瘤体缩小，也很容易 残留，无法得到根治效果。因为这项技术是高科技参与的治疗技术，才使原始的治疗提供了强大的发展空间，使其完成了个体优化设计，在 B 超引导和 CT、MRI 定位技术的保证下才使粒子植入治疗更趋完善，治疗位置更加精确，靶区剂量分布更加理想，疗效更加明显。

所以只有在计划的指导下，完成植入手术，然后再验证无误，才能反映出这项技术治疗肿瘤效果来。因为粒子植入后由于人体活动和器官的相对运动，需要通过平片和（或）扫描来验证粒子植入的质量，分析植入后的粒子空间分布是否 与植入前的治疗预计划相吻合，剂量分布是有否变异和植入的粒子是否发生移位。这一点是植入治疗与肿瘤后装治疗以及外放疗的区别。

### 十九： 何谓三维治疗计划系统？

尽管目前国际上对三维‘TPS’的概念尚无权威的定义，但它的内涵应从计算机硬件和软件两大方面去体现是不容置疑的。首先，硬件应具有三维 256 灰级及三维彩色图形加速卡（AGP）支持纹理映射，阴影三态和重叠示模式。而软件方面，即操作系统、算法模型、图

像显示、治疗计划四个方面均对三维有具体要求。

- 1 操作系统安装；运行调用标准三维图像平台库。
- 2 算法模型应为三维数学模型（精度较高,<3%,）并采用三维算法，如蒙特卡罗、笔束、卷积、VDG、三维矩阵（matrix），充分考虑散射线影响等；
- 3 图像显示应提供 CT/MRI 影像数字化 1:1 无误差的直接传输手段，CT/MRI 图像融合功能，可进行立体透视式或网格可视化显示，以及 BEV/OEV（REV）/DRR 等显示模式；
- 4 治疗计划可进行非共面治疗计划设计（转床），DVH 评估，任意斜切面和空间剂量分布评估，靶区剂量按 ICRU50# 报告要求计算。以上的综合指标构成了真三维 TPS 的充分必要条件。

目前国内放疗产品使用的 tps 有二维或二维半之分，二维是通过座标上的 e 点形成一体，只能反应一个平面。二维半是借助线条形成的框架而成一体，比二维一个平面形像了一点。两者和实际立体图像联系不起来，达不到真正意义上的三维立体。而三维是能反应实际立体图像的任何平面。它的区别是不借任何线条、框架可以 360° 旋转，而二维、二维半是借助座标 e 点和线条框架一体旋转，不能任选各个切面。反应不出来立体图像。

## 二十; ;Tps 在临床上有那些使用功能?

一; 影像学资料获取多样化, 适合不同水平的医院;

- 1; 标准和非标准层高的 CT/MRI 图像, 适时捕获超声图像。
- 3 胶片扫描仪, 层接受图像信息, 可以接受 iPG、tif、bmp 等胶片扫描仪图像信息。
- 4 DICOM3.0 和 DICOM、RT 产品支持。
- 5 接受 DICOM3.0 最简单的界面系统。
- 6 自动转化为数字图像。
- 7 支持每个患者 100 个扫描层面。
- 8 图像资料可以重新分层。

二 分析组织结构功能;

- 1 多层面自动目标轮廓勾画。
- 2 多种图像轮廓编辑工具。
- 3 操作者定义起始点位置后自动轮廓勾画。
- 4 操作者定义边界位置, 轮廓边界。
- 5 点对点调整和形状调整。
- 6 操作者定义结构, 分析区域和计算点。
- 7 操作者定义不同轮廓的标记。
- 8 不同解剖结构体积数据库。

三 提供多种显示功能;

- 1 三维图像显示。
- 2 体积表面形状显示。
- 3 三维显示并观察植入状态和接剖结构。
- 4 显示植入粒子的分布和计算结果。。
- 5 适时以三种交叉平面显示植入状态。
- 6 提供不同结构的剂量体积直方图, 完整的剂量体积直方图, 边界体积分析。
- 7 目标属性编辑、颜色、显示状态等。
- 8 二维或三维线结构、实体结构、透明结构。

9 动画显示、多平面显示。

10 立体显示体积测量图像，任意平面观察。

四 针对粒子的功能；

1 详尽的预计划和验证计划。

2 验证过程中自动识别粒子。

3 明确矩形交叉平面、立体定向、多中心显示位置。

4 包含多种同位素粒子信息 ( $^{125}\text{I}$ 、 $^{103}\text{Pd}$ 、 $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ ) 等。

5 同一计划的多种同位素报告对比显示，

6 粒子源活度修正。

7 选用通用模板和特殊模板。

8 三维适时旋转粒子源分布和剂量分布。

9 DVH 完整的和不同结构的等剂量曲线统计结果。

五： 预计划工具

1 自动分布粒子，

2 明确显示粒子位置和植入体积。

3 输入轮廓和粒子。

4 选择是否使用装载模板。

5 粒子和植入针装载状态。

6 多点绝对剂量分布闭合曲线显示，同位素剂量分布范围，100—20000cGy。

7 完全的预定粒子报告和实施植入计划报告。

8 打印文本报告。

9 完全依从 TG-43 报告。

六： 验证植入计划工具

1 以 CT 图像为基础自动精确识别粒子的空间位置。

2 在每个层面上确定植入范围，涉及区域内的绝对剂量。

3 专用工具包帮助确定重复计数的粒子。

4 快速精确计算所植入粒子的整体计量和分布。

5 精确显示所有平面的剂量分布。

6 最大显示分辨率 100—16384 像素。

7 可调节窗口可以明显提高分辨率。

8 多层次显示同位素剂量分布范围 100—20000cGy。

9 打印输出、剂量分布、粒子位置、粒子描述。

10 最多可以同时计算 999 个粒子。

北京飞天兆业科技有限公司

2002-4-15

## 目 录

- 1 粒子植入适用那些肿瘤?
- 2 粒子植入有那些优势?
- 3 粒子植入的物理学特点有哪些?
- 4 粒子植入的生物学特点是什么?
- 5 粒子植入有几种方式?
- 6 植入治疗的必要条件有那些?
- 7 开展放射性粒子植入要了解什么?
- 8 植入操作程序有那些?
- 9 怎么样选择放射性粒子?
- 10  $^{125}\text{I}$  粒子的构造是什么样?
- 11 放射植入治疗的禁忌症有哪些?
- 12 使用  $^{125}\text{I}$  粒子源注意什么?
- 13 粒子植入的安全性?
- 14 粒子植入的防护管理原则?
- 15 如何购置放射性粒子源?
- 16 植入的粒子如何消毒?
- 17 偶而粒子破损怎么处理?
- 18 不做治疗计划的治疗行吗?
- 19 何谓三维治疗计划系统?
- 20 Tps 在临床上有哪些使用功能?

## 放射性粒子植入治疗肿瘤临床 20 问

北京飞天兆业科技有限公司

2002—4—15

