

颅内血肿的优点:(1)结构简单,使用方便。由针钻一体化钻头和普通电钻组成,抢救时不受场地限制,如抢救需要,可在抢救室、病房或手术室进行。我院曾抢救1例左颞部铁棒伤患者,头颅CT示:左侧颞顶部硬膜外血肿。入院时左侧瞳孔散大,术前备皮过程中右侧瞳孔进行性散大,即在床边用YL-1型穿刺针于左颞顶部血肿中心点处紧急钻颅,穿刺成功后侧孔接20 ml注射器,抽出60 ml暗红色血性液,再接引流袋引出130 ml暗红色血性液,右侧瞳孔缩小,急送手术室行大骨瓣减压术,术中发现左侧乙状窦破裂,5 d后患者神志清楚。(2)抢救迅速,熟练者仅需1~2 min钟就可以进入血肿内,抽出血性液体,达到迅速减压目的,抢救速度较一般钻颅手术快10~20 min。(3)不堵管,穿刺针内径为3 mm的硬通道,且配有专用通条,确保引流通畅。

颅脑损伤病理损害严重,病情进展迅速,倘若抢救不及时或因各种原因延误手术时机,则常导致死亡。国内外文献报告伤后1 h内是抢救伤员的最佳时机,即所谓的“黄金一小时”。若在伤后5 min内实施救命措施,伤后30 min内给予医疗急救,则可挽救18%~25%患者的生命或避免致残<sup>[5]</sup>。重型颅脑损伤的患者伤后1 h内接受救治者,可以明显降低病死率,随着接受治疗时间的延长,病死率逐渐增高<sup>[6]</sup>。由于我院所处地段交通发达,大多数伤者在伤后1~1.5 h内被送至医院,因此,大多数患者到院时即使出现脑疝也是为时不长,尚处可逆性脑损害状态,若能及时清除血肿,缓解颅内高压,解除继发性脑损害,治疗效果较好。本组14例伤后来急诊室时间平均仅48 min,尽管术前均已出现双侧瞳孔散大,但脑受压时间并不长,到院后如何争分夺秒地清除颅内血肿缓解颅内

高压就成为救治成功与否的关键。本组均在20~30 min内快速完成术前准备,快速气管插管或不插管就紧急钻颅放血,及时地缓解了颅内高压、脑受压及脑缺血,为在不可逆性脑损害发生之前完成清除血肿奠定了基础,赢得了时机。因此本组仅有3例患者死亡(死亡率21.4%),均死于术后脑肿胀,而且其中5例硬膜外血肿预后良好。YL-1型一次性颅内血肿粉碎穿刺针紧急钻颅术抢救特急性颅内血肿,操作简便,抢救迅速,确能缓解和解除脑疝压迫,是一个有效的抢救措施,值得推广。

## 参 考 文 献

- [1] Becker DP, Gade GF, Miller JD. Prognosis after head injury. In: Yonmans JR. ED. Neurological surgery [M]. Philadelphia: Saunders, 1990, 2: 194-229.
- [2] 张远征, 段国升, 张纪. 急性颅高压双瞳散大后意识和呼吸功能不可逆的时限: 实验研究[J]. 中华神经外科杂志, 1987, 13(4): 214-217.
- [3] 贾宝祥, 孙仁泉, 顾征, 等. 穿刺射流及液化技术治疗高血压脑出血初步报告[J]. 中国神经精神疾病杂志, 1996, 22(4): 233-235.
- [4] 单宝昌. 外伤性急性硬膜外血肿穿刺治疗109例分析[J]. 中华神经外科杂志, 2004, 20(1): 69-70.
- [5] 雷鹏, 暴连喜, 孙文海. 交通事故所致特重型和重型颅脑创伤的特点与救治[J]. 中华创伤杂志, 1993, 9(2): 91-93.
- [6] 寇玉民, 董根柱, 孟辉, 等. 颅脑损伤双侧瞳孔散大32例急救与预后分析[J]. 陕西医学杂志, 2003, 32(10): 888-890.

(收稿日期:2006-10-27 修回日期:2007-01-11)

## ● 综述与讲座

# 放射性粒子<sup>125</sup>I在乳腺癌治疗中的应用<sup>▲</sup>

许宇彪\* 综述 韦长元 审校

(广西医科大学附属肿瘤医院肝胆乳腺科, 南宁市 530021)

【关键词】 乳腺癌; 放射性粒子; <sup>125</sup>I

【中图分类号】 R 737.9 【文献标识码】 A 【文章编号】 0253-4304(2007)03-0369-04

组织间近距离放射治疗(brachytherapy)是指将封闭型放射源种植到肿瘤组织或其附近受癌细胞浸润的组织(包括淋巴扩散的途径等组织)内治疗癌症的一种方法。在国外,尤其是美国,放射性粒子组织间种植治疗早期前列腺癌已成为标准治疗手段,治疗晚期胰腺癌可与经典手术相媲美,治疗头颈部复发肿瘤也显示明显的优势<sup>[1]</sup>。在我国,近年来<sup>125</sup>I也逐步应用于乳腺癌等恶性肿瘤的治疗<sup>[2,3]</sup>。现就放射性粒子<sup>125</sup>I在治疗乳腺癌中的应用作一综述。

## 1 放射性粒子治疗肿瘤的历史<sup>[4]</sup>

作为近距离治疗的两种形式之一(另外一个为腔内治疗),放射性粒子植入治疗始于1901年Pirre Curie发明的将其植入肿瘤的镭管。1909年Pasteau和Degrais在巴黎首先应用镭管经尿道植入治疗前列腺癌,至今已有近百年的历史。1965年Whitmore在纽约纪念医院首先应用<sup>125</sup>I粒子治疗前列腺癌取得成功。早期由于没有精确定位的治疗计划系统以及

▲广西自然科学基金项目(桂科基0575064)。

\*广西医科大学附属肿瘤医院2005级硕士研究生。

适宜的放射性核素,其临床应用受到很大限制甚至一度中断,直到20世纪80年代,随着CT等影像技术和计算机技术的发展,精确定位的治疗计划系统的成功开发以及低能、安全、易于防护的放射性核素如 $^{125}\text{I}$ 、 $^{103}\text{Pd}$ 的问世,放射性核素重新应用于临床并日趋成熟。1983年Holm在直肠超声引导下经会阴模板植入 $^{125}\text{I}$ 粒子治疗前列腺癌;1986年应用 $^{103}\text{Pd}$ 粒子治疗多种类型肿瘤。目前,国外用 $^{125}\text{I}$ 治疗最多的是前列腺癌,仅美国西雅图医院每年就治疗400多例,该技术已成为早期前列腺癌的标准治疗方法。2001年后我国 $^{125}\text{I}$ 粒子源生产实现了国产化,除应用于前列腺癌外,临床上已应用于实体瘤如胰腺癌、肝癌等、应用病种较国外有很大拓展。

## 2 放射性粒子 $^{125}\text{I}$ 治疗乳腺癌的理论基础和优势

肿瘤生长过程主要是其活跃细胞持续繁殖的结果,繁殖周期中的DNA处于合成后期及有丝分裂期时对 $\gamma$ 射线极为敏感。 $^{125}\text{I}$ 是人工同位素,由 $^{124}\text{Xe}$ 吸收一个中子并以电子俘获方式变为 $^{125}\text{I}$ 。 $^{125}\text{I}$ 衰变产生的低能量(约为36 keV)的持续的纯 $\gamma$ 射线,主要通过与组织间的光电效应,破坏处于此两期的肿瘤细胞DNA,从而达到阻止癌细胞繁殖的目的。

放射性粒子 $^{125}\text{I}$ 长约4.5 mm,直径0.8 mm,内有3.0 mm  $\times$  0.5 mm银粒吸附 $^{125}\text{I}$ 的圆柱状钛合金封闭体,组织穿透力为1.7 cm,靶体积治疗外剂量迅速衰减,方便肿瘤局部治疗。同时 $^{125}\text{I}$ 粒子较弱的组织穿透力及较低的能量使得其易于防护,增加了安全性。马旺扣等<sup>[7]</sup>对 $^{125}\text{I}$ 粒子源治疗前后周围辐射剂量监测表明不论对周围正常组织还是接触人员,粒子植入都是相当安全的。

电离辐射杀灭肿瘤细胞有多种途径,除直接杀伤作用外,诱发肿瘤细胞凋亡是肿瘤放疗的重要机理<sup>[5]</sup>。目前认为,诱导细胞凋亡可能是低剂量辐射治疗肿瘤的主要途径。从理论上讲,应用放射性粒子 $^{125}\text{I}$ 治疗乳腺癌的前提是乳腺癌对放疗敏感。岳麓等<sup>[6]</sup>运用 $^{125}\text{I}$ 粒子源在离体条件下连续照射MCF-7人乳腺癌细胞,研究 $^{125}\text{I}$ 诱导Bcl-2/Bax调节细胞凋亡的作用,结果表明 $^{125}\text{I}$ 粒子源连续照射能够诱导Bcl-2/Bax比值的降低,促进MCF-7人乳腺癌细胞的凋亡。放射性粒子原植入与外照射相比最大的放射生物学区别是剂量率不同, $^{125}\text{I}$ 植入治疗乳腺癌初始剂量率仅为直线加速器的1%,属低剂量率持续性照射,因此具有超分割照射的所有优点,如延缓增殖细胞的周期,提高正常组织亚致死性损伤的修复能力,引起细胞周期再分布,增强癌细胞对放射线的敏感性。

在传统外放射治疗2次照射的间隙,残存的处于活跃期的肿瘤细胞以及对 $\gamma$ 射线不敏感的其他时相的肿瘤细胞可进入增殖期,继而使肿瘤继续生长;外照射是射线经由人体正常组织到达肿瘤,如乳腺癌外放疗必须经过表面皮肤,而且传统放疗达到肿瘤细胞死亡所需的强度常高于正常组织对射线的耐受程度,从而造成肿瘤周围正常组织细胞的损伤;外照射治疗时接受剂量受体位、呼吸影响。而放射性粒子种植治疗能

克服外放疗的上述缺陷,相比之下,具有以下优势:(1)与手术、化疗配合互补引起最大的杀灭肿瘤效应。(2) $\gamma$ 射线的持续作用提高肿瘤治疗的彻底性。乳腺癌侵犯临近组织,手术难以清除的残留癌细胞,种植 $^{125}\text{I}$ 粒子有可能达到彻底治愈的目的。(3)减轻手术损伤,最大限度的保存器官,减少并发症,这一点在乳腺癌保乳手术中尤为重要。(4)粒子按放疗计划要求植入后不受体位、呼吸影响,治疗区定位精确,而且靶区与肿瘤形状十分吻合,近距离局部照射增加了肿瘤组织与正常组织的剂量分配比,具有局部适形治疗的特点,使肿瘤形成高剂量靶区,又使肿瘤周围组织受量较低,有效地提高了治疗增益系数,增加疗效,同时减少并发症的发生。此外由于射线不经正常组织而达肿瘤部位,肿瘤周围正常组织细胞的放射性损伤明显减低。

## 3 放射性粒子 $^{125}\text{I}$ 植入的临床剂量计算

MemorialSloan-Kettering 癌症中心最早将 $^{125}\text{I}$ 子源替代 $^{222}\text{Ra}$ 用于“永久性肿瘤组织间放射源植入”治疗肿瘤,其临床剂量的计算公式经多次修正。现在,治疗计划的制定实现了计算机化,只要输入定位图像,TPS(Treatmentplanningsystem,治疗计划系统)将自动完成设计。最初,Anderson LL等<sup>[8]</sup>认为, $^{125}\text{I}$ 植入剂量约等于肿瘤体积的 $-1/6$ 次方( $V-1/6$ ),因此他们采用Dimension-averaging法来计算应给予的剂量,即 $^{125}\text{I}$ 的总活度(A),其公式为: $A(\text{mCi}, \text{lmCi} = 37 \text{ MBq}) = da(\text{肿瘤平均径长, cm}) \times K$ ,对于 $^{125}\text{I}$ 来说,K值为5,  $da = (\text{长} + \text{宽} + \text{高})/3$ 。根据公式计算得到总活度后,再除以单粒子源的平均活度,即可得到相应肿瘤体积所需植入的 $^{125}\text{I}$ 源的数量,但是,随后的研究发现,由于 $^{125}\text{I}$ 发出的 $\gamma$ 射线能量较低,植入后周边剂量迅速下降,远远低于 $V-1/6$ ,因此于1977年又对该算法进行了修改,并据此制作了Nomogram图<sup>[9]</sup>。Nomogram图可分为左右两个半区,左半区可由肿瘤平均径长查得粒子总活度和粒子数量,右半区可确定籽子的植人间距。随着专门的剂量率因子在剂量分布及测定中的应用,临床剂量计算公式又有了改动。Chen等<sup>[10]</sup>采用了一种计算机设计方法,其大致过程是:首先在肿瘤体内随机植入第一粒子源,由计算机分析靶区内的剂量分布情况,得到最冷点(剂量最低的点),在此点植入第二粒子源,如此反复完成植入过程,结果显示,子源多数分布于近肿瘤表面处,类似于曼彻斯特系统分布。此法对子源活度值的范围要求不是很高,可适用的子源数量较多,但对于计算机及软件有一定要求。目前,临床上有一经验公式即:肿瘤[长+宽+高](cm)/3  $\times$  5/每个粒子的活度 = 植入粒子数,此公式只是粗计算,仅供术前作为订购粒子参考,实际用粒子数仍需治疗中的适时TPS计算决定。

## 4 放射性粒子 $^{125}\text{I}$ 植入的布源

$^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入治疗肿瘤为多源多平面放射治疗,放射性粒子种类、活度、粒子数、粒子植入的位置均能影响剂量

分布,因此上述4个变量必须在治疗计划中体现。

放射性粒子植入有两种布源方式,一是外周紧密、中心稀疏;二是巴黎系统原则。前者使放射性粒子剂量分布不均匀,其原因主要是粒子间隔不准确或植入针偏斜。若在治疗计划设计总活度的基础上增加15%~20%的剂量,可增加疗效。粒子源的分布不影响平均外周剂量,但影响最小外周剂量。靶区内粒子均匀一致时,粒子剂量分布并非均匀一致,一般中心部分剂量较高。中心稀疏植入,使中心剂量保持在规定范围之内,减少中心高剂量区,进而减少并发症。植入粒子后的剂量分布,按与放射源的距离平方呈反比方式下降,源表面的剂量最高,随距离的增加,剂量迅速下降,但落差梯度逐渐减缓。如距源1~2 cm剂量变化为4倍,距源3~4 cm只差1.8倍,距源2~4 cm的剂量减少80%~90%。后者即巴黎系统原则使粒子数目分布均匀。所谓巴黎系统原则即放射源应呈直线排列,相互平行;各放射源粒子之间应等距离(1.5~2.0 cm),放射源应与过中心点的平面垂直;所有放射源的线比释动能率必须相等;放射源断面排列为等边三角形或正方形;在中心平面上,各放射源之间的中点剂量率之和的平均值为基础剂量(参考剂量的85%)。

巴黎系统法只是在应用中起思维指导的作用,临床应用应根据肿瘤部位、形状而采取灵活的布源方式。布源合理、效果好、并发症少的方式应首选。

## 5 放射性粒子<sup>125</sup>I在乳腺癌治疗中的应用

5.1 适应证 (1)未经过治疗的原发癌;(2)局部或区域性癌症的延伸扩散病灶,特别是累及重要组织,难以手术切除者;(3)为缩小手术范围,保留重要功能性组织,行局限性切除与近距离放射治疗相结合;(4)病灶较孤立的复发或转移性癌;(5)外放疗后癌灶局部残留。

5.2 禁忌证 肿瘤部位有活动性出血、坏死或溃疡,病灶范围广泛,不宜放射性治疗(如合并血液病、严重糖尿病等)及有麻醉禁忌证等,原则上都是<sup>125</sup>I粒子种植近距离治疗的禁忌证。

5.3 <sup>125</sup>I粒子植入的方法 (1)经皮穿刺植入术,适用于浅表肿瘤,如乳腺癌原发灶及浅表淋巴结转移灶;(2)超声引导术中植入术;(3)超声引导穿刺植入术,适用于体积较小的肿瘤治疗;(4)CT引导下植入术,适用于接近骨结构的肿瘤如乳腺癌椎体转移的治疗。上述4种植入方法在对设备的要求、靶区定位的精确程度、粒子植入的分布均匀程度以及疗效等方面各有优缺点,临床上应根据患者及治疗条件等实际情况合理选择。

5.4 疗效及并发症 Mittal等<sup>[11]</sup>采用CT介导的<sup>125</sup>I植入法,对3例胸壁肿瘤(2例是无法切除的肺癌侵犯胸壁,1例是复发的乳腺癌侵犯胸壁)治疗。植入后,病人明显感到局部疼痛减轻,3个月时CT图像显示胸壁肿瘤体积明显减小;而植入过程中,疼痛较轻,出血较少,也未见其他明显的并发症。李挺

等<sup>[12]</sup>报告应用<sup>125</sup>I植入治疗乳腺癌全身骨骼11处转移患者1例,分2次共9处植入110粒<sup>125</sup>I,术后能活动并起床,效果满意。采用肿瘤局部切除或区段淋巴结清扫,同时在手术创口及腋窝、锁骨下淋巴结区植入粒子8例至今存活2年余,未见复发转移,达到了保存器官减少器官切除的目的,认为粒子种植是保存器官有力手段。沈卫达等<sup>[13]</sup>研究结果显示:<sup>125</sup>I粒子永久性植入治疗乳腺癌局部控制有效率为96.77%,<sup>125</sup>I放射性粒子用于乳腺癌术后预防局部复发,以及局部复发结节的治疗有一定的疗效,并发症少,有较好的应用前景。高莉娜<sup>[14]</sup>在24例乳癌改良根治术中,从手术野植入<sup>125</sup>I粒子以代替外照射治疗患者,术后不做外照射治疗,随访最长达40个月,无局部区域性复发,无任何放疗反应。综合文献<sup>[2,3,13-16]</sup>认为:该疗法局部控制率高,近期疗效好,有效率高,值得临床研究推广。Lazarescu等<sup>[17]</sup>认为有效治疗时间(从治疗开始到杀伤肿瘤细胞速率与肿瘤细胞增殖速率相等时为止)主要与肿瘤细胞倍增时间有关,肿瘤细胞倍增时间较小,无效剂量(有效治疗时间以后的剂量)将增大。假若肿瘤细胞倍增时间为3 d,无效剂量可达到最初剂量的41%。而Ling等<sup>[18]</sup>的研究显示,肿瘤细胞倍增时间在5~30 d时,<sup>125</sup>I的有效治疗时间由120 d增至275 d。而无效剂量由给予剂量的30%降至5%。从有效生物剂量和杀伤肿瘤细胞角度考虑,<sup>125</sup>I对于细胞倍增时间较长的肿瘤疗效较好,尤其是倍增时间大于10 d者更佳。钟晓捷等<sup>[16]</sup>报告1例局部复发的乳腺浸润性导管癌,血供丰富,增殖快,<sup>125</sup>I粒子植入治疗未见缓解。推测与该肿瘤生长旺盛,倍增时间短有关。放射性粒子<sup>125</sup>I治疗乳腺癌的疗效和并发症目前报告不多,尚缺乏随机对照研究结果和远期疗效观察,可能与<sup>125</sup>I粒子治疗乳腺癌时间和病例有限有关。放射性粒子植入体内后不可避免的会产生放射性反应,同时由于金属异物的植入以及手术操作造成的损伤会出现一些相应的症状,植入粒子的主要副作用是被植入器官和邻近组织受照射所致功能改变甚至破坏。但控制好剂量,对正常组织的放射性损伤是可耐受和可逆的<sup>[19]</sup>。另外,粒子种植术后可发生粒子移位、迁徙和丢失,从而导致如出血、穿孔、瘘、肺栓塞等。已有报告<sup>[20]</sup>在前列腺癌治疗中粒子可迁移到肺引起肺栓塞,胰腺癌治疗中粒子可迁移到肝。目前,虽然未见专门针对放射性粒子<sup>125</sup>I治疗乳腺癌并发症的报告,但不排除发生上述类似并发症的可能。

## 6 展望

乳腺癌是女性最常见的恶性肿瘤之一,发病率仅次于宫颈癌,但近年有超越宫颈癌的倾向,并有逐年上升和年轻化的趋势。在西方国家保留乳房的综合治疗是乳腺癌治疗的主流,近年来随着我国经济的高速发展,人民生活水平、女性文化修养及自我保护意识的提高,越来越多的乳腺癌患者也选择了这种治疗方式<sup>[21]</sup>。研究表明,保乳治疗可以获得与根治术相同的效果,但仍然具有较高的局部复发率<sup>[22]</sup>。Fodor

等<sup>[23]</sup>报告,41岁以下接受保留乳房手术未做放疗者10年复发率为75%,而作放疗者为17.1%。乳腺癌患者确诊时约5%~15%已有远处转移,乳腺癌死亡患者尸检,50%有骨转移<sup>[24]</sup>。乳腺癌骨转移导致的疼痛严重影响患者的生活质量。外放疗虽然有良好的局部肿瘤控制率,但巨大的穿透性射线引起局部和全身并发症较明显,因此探索既提高局部控制率又减少放疗并发症的治疗手段势在必行。放射性粒子植入治疗以其独特的优势在解决保乳手术面临的局部复发和提高晚期乳腺癌病人的生活质量方面脱颖而出。国内有学者<sup>[16]</sup>甚至提出放射性粒子代替外放疗的设想,理论上应属完美,临床观察亦展示了其较好的近期疗效和局部控制率,但是放射性粒子<sup>125</sup>I治疗乳腺癌尚处于摸索阶段,而且乳腺癌是全身性疾病已成共识,粒子治疗只是局部治疗的手段,单纯的粒子并不能解决乳腺癌的所有问题,需要科学的联合外科、外放疗、化疗等手段,最大限度的发挥粒子治疗优势。粒子治疗的远期疗效还有待观察,在乳腺癌的粒子治疗方面,很多问题包括术式选择、治疗计划的实施、治疗的最佳剂量、质量验证等均处于不明确阶段,很多技术数据如不同病理类型乳腺癌细胞死亡所需要的放射性粒子射线累积量、各类正常组织对持续照射的放射性粒子累积的耐受剂量是否与外放疗相似,受放射性粒子照射的正常组织在射线持续照射的条件下能否自行修复和放射性粒子在持续的几个半衰期内,每个半衰期对瘤细胞或正常细胞的影响等,这些都需要多学科继续协作研究,但比较肯定的是放射性粒子<sup>125</sup>I治疗乳腺癌是继手术、化疗、外放疗、内分泌治疗之后的一种新的有效方法,其可能具有其他方法不可比拟的优势,具有光明的应用前景。

### 参 考 文 献

- [1] Chen A, Galloway M, Landreneau R, et al. Intraoperative <sup>125</sup>I brachytherapy for high-risk stage I non-small cell lung carcinoma[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1999, 44(5): 1 057 - 1 063.
- [2] 黄振国, 张雪哲, 王 武, 等. CT引导下<sup>125</sup>I粒子植入治疗外照射后复发的恶性肿瘤[J]. 临床放射学杂志, 2006, 25(3): 269 - 272.
- [3] 王舒滨, 柴树德, 郑广钧, 等. 彩超引导下经皮穿刺植入<sup>125</sup>I放射性粒子治疗恶性肿瘤[J]. 天津医药, 2005, 33(2): 104 - 105.
- [4] 王俊杰, 修典荣, 冉维强. 放射性粒子组织间近距离治疗肿瘤[M]. 第2版. 北京: 北京医科大学出版社, 2004: 21 - 24.
- [5] 夏寿萱. 放射生物学[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 1998: 178 - 218.
- [6] 岳 麓, 沈 赞, 陈红红, 等. <sup>125</sup>I籽源连续照射诱导人乳腺癌细胞凋亡的研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2005, 25(2):

130 - 132.

- [7] 马旺扣, 许运龙, 山常起, 等. <sup>125</sup>I粒子源治疗前后周围辐射剂量监测[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2003, 23(1): 52 - 53.
- [8] Anderson LL, Kuan H. M, Ding I. Y. Clinical dosimetry with I-125 [M]. In Modern interstitial and intracavitary radation cancer management. New York: Masson Publishing, 1981: 9 - 15.
- [9] Williamson JF. Physics Of brachytherapy. Perez CA, Brady LW. Principles and practice Of radiation oncology [M]. Third Edition, Philadelphia: Lip pincott williams & wilkims, 1998: 405 - 467.
- [10] Chen Y, Stanton RE, Holst RJ, et al. Treatment planning for prostate implant with loose seeds [J]. Med Phys, 1997, 24(7): 1 141 - 1 145.
- [11] Mittal BB, Nemcek AA, Sider L. Malignant tumors invading chest wall; Treatment with CT-directed implantation of radioactive seeds [J]. Radiology, 1993, 186(3): 901 - 903.
- [12] 李 挺, 姚 波, 韦长元, 等. 微创植入放射性粒子近距离治疗肿瘤临床分析[J]. 微创医学, 2006, 1(2): 78 - 81.
- [13] 沈卫达, 林俊生, 孟 莉, 等. 29例乳腺癌组织间放射治疗的疗效观察[J]. 实用肿瘤学杂志, 2006, 20(2): 108 - 109.
- [14] 高莉娜. <sup>125</sup>I组织间永久性植入治疗乳腺恶性肿瘤[J]. 放射免疫学杂志, 2005, 18(5): 353 - 354.
- [15] 沈卫达, 林俊生, 孟 莉, 等. <sup>125</sup>I粒子植入在乳腺癌中的应用: 附12例报告[J]. 中国普通外科杂志, 2004, 13(11): 870 - 871.
- [16] 钟晓捷, 汤 鹏, 易慧明, 等. 放射性<sup>125</sup>I粒子植入治疗恶性肿瘤的临床报告[J]. 中国医师杂志, 2005, 7(12): 1 704 - 1 705.
- [17] Lazarescu GR, Battista JJ. Analysis of the radiobiology of Ytterbium-169 and Iodine-125 permanent brachytherapy implants [J]. Phys Med Biol. 1 997, 42(9): 1 727 - 1 736.
- [18] Ling CC. Permanent implants using Au-198, Pd-103 and I-125. Radiobiological considerations based on the linear quadratic model [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1992, 23(1): 81 - 87.
- [19] 韦长元, 李 挺, 杨伟萍, 等. 放射性粒子<sup>125</sup>I对兔大血管放射性损伤的实验研究[J]. 外科理论与实践, 2006, 11(1): 59 - 60.
- [20] 葛辉玉, 冉维强, 苗立英, 等. 术中超声引导下<sup>125</sup>I粒子植入放射治疗胰腺癌17例临床观察[J]. 中国微创外科杂志, 2005, 5(7): 542 - 544.
- [21] 王俊杰, 唐劲天, 黎 功. 放射性粒子组织间植入治疗肿瘤[M]. 北京: 北京医科大学出版社, 2001: 119.
- [22] 林本耀. 乳腺癌保乳治疗学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 104.
- [23] Fodor J, Major T, polgar C, et al. The impact of radiotherapy on the incidence and time of occurrence of local recurrence in early stage breast cancer after breast conserving therapy [J]. Neoplasma, 2000, 47(3): 181 - 186.
- [24] 汤剑猷. 现代肿瘤学[M]. 上海: 上海医科大学出版社, 1993: 496.

(收稿日期: 2006 - 12 - 15 修回日期: 2007 - 01 - 11)