

# 肿瘤放射治疗临床进展

肖绍文, 张珊文

北京大学肿瘤医院暨北京市肿瘤防治研究所; 北京肿瘤医院放疗科, 北京 100142

**摘要** 放射治疗是肿瘤治疗的重要手段之一。本文从放射物理与技术、放射生物学、肿瘤临床3个方面, 综述近年来肿瘤放射治疗的新进展, 次促进对肿瘤放疗的现状、进展及其在综合治疗中的地位、作用的了解。

**关键词** 放射治疗; 肿瘤; 临床

**中图分类号** R730.55

**文献标志码** A

**doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2014.26.004

## New Advances in Clinical Treatment of Radiation Oncology

XIAO Shaowen, ZHANG Shanwen

Peking University Cancer Hospital & Beijing Institute for Cancer Research; Departments of Radiotherapy, Beijing Cancer Hospital, Beijing 100142, China

**Abstract** Radiotherapy is a very important clinical treatment means. This article summarizes the latest advancement in the clinical treatment of radiation oncology, including radiophysics, radiobiology and clinical oncology. The aim is to tell the reader the current situation and advances of radiotherapy and its function in comprehensive therapy of oncology.

**Keywords** radiotherapy; tumor; clinical

放射治疗是治疗恶性肿瘤的三大手段之一, 现已成为肿瘤综合治疗的重要组成部分。据国内外文献统计, 肿瘤患者中有60%~70%在整个治疗过程中需要接受放疗, 放疗对肿瘤治愈贡献比达到40%以上<sup>[1-4]</sup>, 由此可见肿瘤放疗在肿瘤治疗中的地位和作用。近年来, 随着现代影像技术、计算机技术的迅猛发展, 肿瘤放疗也取得了很大的进步, 具体体现在放射物理与技术、放射生物和放疗临床3个方面。

### 1 放射物理和放射技术

#### 1.1 三维适形放疗在临床普遍开展, 调强适形放疗开始推广应用

三维适形放疗(3 dimension conformal radiotherapy, 3DCRT)是指照射野的形状与肿瘤的实际形状及大小相一致的放疗技术。20世纪90年代初期, 3DCRT开始应用于临床, 适用于全身不同部位、不规则凸形肿瘤(正常组织包绕肿瘤)的治疗。3DCRT的优点是在三维空间的任何方向上, 照射野几何投影的形状都与肿瘤的形状一致, 并且在三维方向上肿瘤(靶区)内及表面的剂量处处相等。与二维放疗技术相比,

3DCRT可使肿瘤内的照射剂量平均提高10 Gy以上, 并使传统的放疗敏感性概念受到冲击, 组织病理不再是决定放疗是否有效的标志。三维适形放疗可使肿瘤得到足够的照射量, 但周围正常组织受到的照射量较小。适形放疗的应用, 使得一些不能手术的、常规放疗无法根治的局部晚期患者有了治愈的希望, 进而提高了患者的生存率, 减少了放疗的副作用<sup>[5,6]</sup>。近年来, 适形放疗已在全国许多大中型肿瘤专科医院和部分综合医院普遍开展, 治疗的患者也几乎涉及所有类型肿瘤。

调强适形放疗(intensity-modulated conformal radiotherapy, IMRT)是在适形放疗基础上发展起来的一种新技术, 是肿瘤放射治疗技术的巨大进步, 该技术被誉为21世纪的主流放疗技术。与传统适形放疗相比, 调强适形放疗在照射剂量方面更具优越性, 调强治疗不仅能提高靶区的实际剂量, 而且靶区适形度高, 靶区内剂量专一性及对敏感器官的保护性均优于传统适形放疗<sup>[7,8]</sup>。

调强放疗又分静态调强和动态调强两种, 二者并无本质区别, 但后者对物理技术的要求更高。目前, 静态调强技术在临床已较少使用, 动态调强放疗技术已经成为主流, 并沿

收稿日期: 2014-08-12; 修回日期: 2014-08-15

作者简介: 肖绍文, 副教授, 研究方向为肿瘤放疗、基因治疗与热疗, 电子信箱: docxsw11@163.com

引用格式: 肖绍文, 张珊文. 肿瘤放射治疗临床进展[J]. 科技导报, 2014, 32(26): 37-41.

生出多种模式,包括图像引导放疗(image guided radiotherapy, IGRT)、旋转容积调强放疗(volumetric-modulated arc therapy, VMAT)、螺旋断层放疗(TomoTherapy, TOMO)、射波刀(CyberKnife)、速光刀(TrueBeam)等。

### 1.1.1 图像引导的放射治疗

图像引导的放射治疗就是将放疗设备与影像设备相结合,在分次治疗摆位和(或)治疗中采集患者的图像,并利用这些图像引导此次和(或)后续分次治疗。

IGRT与3DCRT、IMRT不是平行的概念,而是实施3DCRT、IMRT的重要手段。尽管3DCRT可以形成高度适合靶区形状的剂量分布,解决了静止的、刚性的靶区剂量适形问题,IMRT更具有显著的剂量分布优势,但是肿瘤及周围正常组织在单次治疗中和各次治疗之间都可能随时间的变化而变化。单次放疗中位置的不确定因素有:解剖结构的移动、变形,正常的生理过程如呼吸、心跳、胃肠蠕动等。分次放疗之间位置的不确定因素有:肿瘤退缩或进展、形状改变,骨性标志的位置变化,肠腔、膀胱等脏器的充盈状态等。这些都将影响到实际照射的剂量分布。IGRT技术的作用就在于解决运动靶区准确的适形治疗问题,其优点是可提高放射治疗的精准度、确保放射治疗的安全性,缺点是准备及治疗的时间较长。目前,国内大多数的动态调强设备都具有影像引导放疗的功能。

### 1.1.2 旋转容积调强放疗

VMAT属于调强放疗的一种,为目前国际最先进的放射治疗技术之一,也是近年放疗领域最具革命性的新技术。VMAT可在360°单弧或多弧设定的任何角度范围内对肿瘤进行旋转照射,比传统治疗方式照射范围更大、更灵活、更精准。此外,VMAT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,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,如眼球、脊髓、小肠等,可进一步增加肿瘤控制率,降低正常组织并发症的机率,减少治疗后的副作用。相比普通调强适形放疗(IMRT),靶区剂量适形度更高,优化后的剂量分布更准确。此外,通过VMAT治疗技术,还可使放疗时间从IMRT的15~30 min,大幅缩减到2~6 min,显著加快了治疗速度。VMAT的优点可以概括为快速、准确、效优,缺点是技术要求比较高,一般医院不容易开展。

近年,VMAT开始在国内以其“快、准、优”的特点,为肿瘤放射治疗患者提供更全面、科学、精准的技术解决方案,开始应用于各种肿瘤的精确治疗。2009年7月北京大学肿瘤医院在国内首次开始了VMAT治疗技术(RapidArc),迄今已治疗患者5000余人。目前国内已有10余家医院开展VMAT治疗。

### 1.1.3 速光刀

TrueBeam系统是美国瓦里安公司制造的目前世界上最先进的集合全新技术设计的新一代直线加速器,该系统功能甚至还要优于RapidArc系统。其精准和高效的核心特点使

该设备可以胜任多种放疗技术,适用于不同疾病的治疗需求,可极大地提高肿瘤治疗的速度和准确性,给许多原本无法治疗的患者带来新的希望。TrueBeam的根本用途是快速、精确地进行肿瘤治疗,包括在治疗过程中,位置会随着患者的呼吸而变化的肿瘤。该系统通过高强度模式,能够准确和快速地提供快于前几代技术2倍多的高剂量,进一步缩短了治疗所需时间,整个治疗只需2 min左右即能完成。与其他类型调强设备相比,TrueBeam治疗系统的优势相当明显,它兼有RapidArc技术、IGRT技术和立体定向体部放射治疗(SBRT)功能,既能提高治疗的精准度又能提高治疗的速度,还能减少治疗次数。其缺点与VMAT技术一样,也是技术要求比较高,不容易开展。

目前,国内已有数台TrueBeam放疗系统,利用TrueBeam系统,可以对全身,包括脑、肺、肝、前列腺、头颈和胰腺等部位的肿瘤进行快速精准的治疗。北京大学肿瘤医院自2012年9月即在国内首次启用了TrueBeam放疗技术,目前已治疗患者2000余人。

### 1.1.4 射波刀

射波刀也是动态调强放疗技术的一种,是采用实时影像引导技术(附带低能量的X线嵌入式探测器)的6MV-X线放疗设备,治疗中利用身体骨架结构作为靶区定向和射束修正的系统,在“手术”过程中能实时追踪病患呼吸对体内病灶做动态照射。2001年,射波刀获得美国食品药品监督管理局(FDA)准许开始治疗患者,最初主要用于头颈、脊柱等部位神经肿瘤的放疗,目前已扩大适应症范围,开始用于治疗头颈以外的身体其他部位放射线适用的肿瘤。射波刀的治疗优势有:1)同步呼吸跟踪肿瘤,确保照射时加速器始终对准肿瘤,最大限度地减少了正常组织的损伤;2)灵活的机器人手臂,有多达1200条不同方位的光束,将照射剂量投放到全身各处的病灶上,真正实现从任意角度进行照射,大大减少了肿瘤周围正常组织及重要器官的损伤;3)多个肿瘤可同时治疗,射波刀拥有上千条入射光束,可以将多个肿瘤的“手术”安排在同一治疗计划中,同时对不同部位各个不相邻的肿瘤进行治疗。射波刀的缺点主要是费用高、单次治疗时间长。目前国内已有近20家医院开展射波刀治疗。

### 1.1.5 螺旋断层放疗

螺旋断层放疗系统,简称拓姆刀,是采用螺旋CT扫描方式治疗癌症的放射治疗设备。简单地说,就是螺旋CT机+6MV-X线的直线加速器。该加速器可产生兆伏级(MV)X射线,既可像螺旋CT一样扫描患者,也可用于治疗癌症患者。TOMO治疗机每次治疗前须先进行CT的螺旋扫描,然后,根据CT扫描图像与定位CT图像比较,机器会自动修正摆位误差,然后像螺旋CT扫描一样,射线逐层围绕肿瘤进行360°旋转聚焦照射。TomoTherapy系统于2002年获得美国FDA批准,2003年正式应用于临床,目前已在超过20个国家的近400所医院或肿瘤中心运用其独有的技术(3D影像引导螺旋

断层调强)治疗癌症患者。其优点是:1) 操作和实施简单; 2) 能够多靶点放疗(例如多靶点脑部肿瘤,头颈,肺,肝腹部多靶区); 3) 照射范围可以很大,如可行全脊髓及全身放疗; 4) 可做颅内及颅外(体部)的放射手术治疗。其缺点是:1) 患者受照体积大,照射时间长; 2) 费用高。

近年来,国内有很多医院开展了动态调强适形放疗,基本上涵盖了上述几种调强技术。客观地说,上述几种动态调强技术各有优缺点,很难区分高下,只能根据患者的病情、身体状况以及经济条件进行有限的选择使用。北京大学肿瘤医院自2004年7月开展动态调强以来,已治疗头颈癌、肺癌、肝癌、胃癌、乳腺癌、直肠癌、宫颈癌、前列腺癌、软组织肉瘤等全身各种肿瘤近15000例,均取得较好疗效。

### 1.2 立体定向放射治疗发展迅速

严格说来,立体定向放射治疗也是三维适形放疗的一种,是三维适形放疗的特殊类型。从广义上说,立体定向放射治疗应包括立体定向放射外科(stereotactic radiosurgery, SRS)和立体定向体部放射治疗(stereotactic body radiation therapy, SBRT)。SRS技术的基本原理是采用有创头部框架实施有效固定,将颅内靶点置于立体定向的几何中心,通过共面(或)非共面多线束聚焦设计,给予靶区单次大剂量摧毁性照射,而肿瘤周围正常组织受照的剂量骤然降低,从而使正常组织得到良好的保护。由于SRS在病变组织的边缘处形成锐利如刀切一样的高梯度剂量分布,因此俗称“头刀”,大家熟知的X( $\gamma$ )刀即属此类。对位于脑深部、重要功能区及瘤体巨大、手术需慎重的良性肿瘤,如垂体腺瘤、脑膜瘤、前庭神经鞘瘤、脑动静脉畸形、颅咽管瘤等,SRS的疗效好、安全性高、创伤小;对脑转移癌、脑胶质瘤等恶性肿瘤,SRS亦可缓解症状、延长生命,提高患者生存质量。

立体定向体部放射治疗(stereotactic body radiation therapy, SBRT)是近几年发展起来的一种新的技术。SBRT相比于SRS,降低了分次剂量,提高了治疗次数,剂量分布依然呈靶区内高剂量、正常器官低剂量的陡峭特征,尽管邻近肿瘤的正常组织受到了与肿瘤等高的剂量,但只要体积小,并不转化为严重的副反应,SBRT只适合治疗小体积肿瘤。研究显示,SBRT在原发性及继发性肺肿瘤、肝转移癌、脊髓转移癌等体部肿瘤的治疗中优势明显,其中早期非小细胞肺癌的疗效可与手术媲美。2009年美国国立综合癌症网络(NCCN)中国版已将周围型肺癌肿瘤直径 $<5$  cm、淋巴结阴性、不能耐受手术患者接受SBRT治疗纳入指南。

近年来,立体定向放射治疗的发展相当迅速。目前临床上不仅有头部 $\gamma$ 刀,而且还出现了体部 $\gamma$ 刀、中子刀、质子刀、甚至碳离子刀<sup>[9-12]</sup>。2012年北京肿瘤医院引进的国际最新的速光刀则是X刀的一种典范,兼具调强放疗和X刀的特性。2014年6月14日上海市质子重离子医院成功完成首例临床试验,该医院运用重离子(碳离子)放射治疗技术,顺利为一位71岁的前列腺癌患者进行了第一次针对肿瘤病灶的“立体定向爆破”治疗。

## 2 放射生物学

### 2.1 化学类放射增敏剂的发展比较缓慢

#### 2.1.1 亲电子性放射增敏剂

放射敏感性的研究一直是临床放射生物学关注的热点,然而令人遗憾的是,迄今仍很少有令人满意的放射增敏药物。目前,甘氨酸双唑钠(商品名:希美纳)被认为是一个比较安全、有效的放射增敏剂,该药(注射用甘氨酸双唑钠)是硝基咪唑类放射增敏剂,本身无抗癌作用,但试验证明它有较好的放射增敏作用<sup>[12]</sup>。当然,其增敏效果还需在更广泛的临床应用中进行进一步验证,毒副作用也需进一步观察。

#### 2.1.2 化疗药物

目前已经证明有一些化疗药物,如氟尿嘧啶类、铂类及紫杉类药物都有放射增敏作用。研究显示,嘧啶类如吉西他滨,喜树碱类如依立替康,也能增加放射敏感性<sup>[12,13]</sup>。

### 2.2 基因类放射增敏剂研究多,临床应用少

严格说来,基因类放射增敏剂应称为放射增效剂,这类药物单独应用对肿瘤细胞就有抑制或杀灭作用,联合放疗更可以明显增加放疗的效果。目前,这类药物的研究是肿瘤研究热点中的热点。近来,中国已有多个基因治疗药物进入II期以上临床试验,但真正被批准用于临床的并不多。2004年3月中国批准了第一个抗肿瘤基因治疗药物(腺病毒p53基因抗癌注射液,商品名:今又生)上市,这也是世界上第一个被批准上市的抗肿瘤基因药物。北京大学张珊文、肖绍文等<sup>[14]</sup>研究表明,采用“今又生”瘤内注射可增加头颈部肿瘤临床放疗效果1.7倍左右。潘建基、张珊文等<sup>[15]</sup>研究发现,与单纯放疗比较,“今又生”联合放疗可以提高鼻咽癌5年生存率7.5%。

目前,“今又生”联合放疗已广泛用于全身各种肿瘤的治疗,并在全国不少医院推广使用,迄今治疗肿瘤患者已超过2万人。此外,还有一些旨在提高免疫和抗肿瘤血管生成方面的基因药物也正在进行临床试验,以明确它们是否具有放射增效作用。

## 3 肿瘤放疗临床进展

随着放疗设备和放射技术的巨大进步,肿瘤放疗临床也有了很大的发展。

### 3.1 放疗的剂量峰值提高

从理论上讲,只要给予足够的放射剂量,肿瘤是可以完全控制的。但是,在以往的临床实践中,却很难做到这一点,其主要原因就是肿瘤周围的正常组织对放射线的耐受量限制了肿瘤部位的放射剂量。近年来,三维适形放疗的普及,特别是调强适形放疗的推广应用,使肿瘤获得局部高剂量而周围正常组织获得较低剂量已成为现实。例如,以往宫颈癌放疗,外照射剂量很难超过6000 cGy,因为小肠和大肠的剂量限制分别为5000和6000 cGy,照射量过大,容易出现肠道溃疡、出血、狭窄、穿孔等不良反应。然而,如果采用调强放疗,则完全可以做到肿瘤照射量达到7000 cGy以上,而周围

正常组织剂量不超过 5000 cGy,甚至更低,从而达到提高局部控制率、降低正常组织损伤的目的。

### 3.2 肿瘤放疗适应症范围拓宽

随着放疗设备和技术越来越先进,肿瘤放疗范围进一步扩大。目前,从技术层面看,全身实体瘤都可以放疗,这是以前不敢想象的。10年前乳腺癌保乳术后放疗以及直肠癌术前放疗即开始受到肿瘤界的重视,但多年来对肝癌、胆管癌、胰腺癌、胃癌等消化系统肿瘤,特别是胰腺癌和胃癌,放疗的作用一直被低估,仅限于姑息治疗。随着调强放疗(包括 $\gamma$ 刀等)的大力开展,放疗已逐渐成为这些难治肿瘤治疗的主要手段之一。最近已有研究表明<sup>[16]</sup>,采用立体定向放疗治疗胰腺癌,1、2年生存率可分别达60%和30%左右,显著高出以往常规放疗的1、2年生存率(30%和10%)。过去,由于胃部肿瘤的体积往往较大,照射野形状又不规整,而且胃是空腔脏器,器官运动幅度较大,加之胃与相邻器官如肝脏、肾脏和脊髓对放射线的耐受性较差,胃癌的放疗一直不受重视。随着放射生物学的发展、放射设备的更新换代及放疗技术的提高,放射治疗在胃癌治疗中的效果已逐渐被临床研究所证实。特别是近年来图像引导放疗和旋转容积调强放疗等新技术应用于临床,不仅可使靶区剂量高度适形,还可避免周围高危脏器免受高剂量照射,使胃癌患者获益<sup>[17]</sup>。目前,虽然很少对胃癌进行单独的放射治疗,但在胃癌的综合治疗中,放射治疗作为胃癌术前、术后或术中的辅助治疗,已越来越得到肯定。研究显示<sup>[14,21]</sup>,胃癌的术前放疗能使60%以上患者的原发肿瘤有不同程度的退缩,切除率比单纯手术组提高5.3%~20%,5年生存率可提高11%~12%。对进展期胃癌,术中放疗可提高5年生存率约10%。胃癌术后的辅助放疗一直是个有争议的话题,有研究显示<sup>[18]</sup>,胃癌术后单纯放疗不提高5年生存率,但可降低局部复发率;但更多的研究则表明<sup>[19-21]</sup>,术后放疗可以提高生存率和局控率。

### 3.3 放疗观念变化

当前,肿瘤治疗的3大手段依然是手术、放疗和化疗,据WHO统计,有45%的恶性肿瘤可以治愈,其中手术贡献为22%、放疗为18%、化疗为5%,但近年有一种趋势是,手术的作用在减弱,放化疗作用在加强。比如乳腺癌,目前保乳手术的开展使“小手术,大放疗”已成为一种大趋势。再比如早期非小细胞肺癌,曾经外科手术治疗是其金标准,手术治疗后患者的5年生存率约为50%~70%。但随着立体定向放射治疗技术的应用,采用高剂量放疗,已可以取得与手术治疗相当的疗效,且创伤更小<sup>[11,4,16,21]</sup>。目前已有一些共识,因心肺功能等其他原因不能耐受手术治疗或者患者不愿接受手术治疗的早期肺癌,应该首选立体定向放射治疗。今后,随着射波刀、旋转容积调强、速光刀等技术日趋成熟,放射治疗在早期肺癌的治疗中还会发挥越来越重要的作用。

## 4 展望

肿瘤放疗经历了100多年的发展,如果单从设备和技术

来说,已是相当完备。但是,如何解决肿瘤内部乏氧细胞及静止细胞,如何使靶区内剂量分布更符合生物靶区要求,如何最大限度减少正常组织反应,都是值得进一步深入探讨的问题。相信,不久的将来,功能性显影如PET-CT等以及分子显像等的发展、高能重粒子(快中子、质子及负 $\pi$ 介子)治疗的深入开展和基因药物的临床推广使用,将会使放疗更准确、有效和安全。

### 参考文献(References)

- [1] 殷蔚伯, 余子豪, 徐国镇, 等. 肿瘤放射治疗学[M]. 4版. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2008.  
Yin Weibo, Yu Zihao, Xu Guozhen, et al. Radiation oncology[M]. 4th ed. Beijing: Chinese Peking Union Medical College Press, 2008.
- [2] 刘泰福. 现代放射肿瘤学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2001.  
Liu Taifu. Modern radiation oncology[M]. Shanghai: Fudan University Press, 2001.
- [3] 朱广迎. 放射肿瘤学[M]. 2版. 北京: 科技文献出版社, 2006.  
Zhu Guangying. Radiation oncology[M]. 2nd ed. Beijing: Scientific & Technological Documentation Publishing House, 2006.
- [4] 朱广迎, 李晔雄, 夏廷毅, 等. 放射肿瘤学原理与实践[M]. 5版. 天津: 天津科技翻译出版公司, 2012.  
Zhu Guangying, Li Yexiong, Xia Tingyi, et al. Principle and practice of radiation oncology[M]. 5th ed. Tianjin: Tianjin Science & Technology Translation & Publishing Corporation, 2012.
- [5] 胡逸民, 谷铎之. 适形放射治疗——肿瘤放射治疗技术的进展[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 1997, 6(1): 8-11.  
Hu Yimin, Gu Xianzhi. Conformal radiotherapy: New advances in technology of radiation oncology[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 1997, 6(1): 8-11.
- [6] 刘泰福. 中国放射肿瘤学的发展[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2000, 9(1): 5-7.  
Liu Taifu. New advances in Chinese radiation oncology[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2000, 9(1): 5-9.
- [7] Hong L, Hunt M, Cui C, et al. Intensity-modulated tangential beam irradiation of the intact breast cancer[J]. International Journal of Radiation Oncology·Biology·Physics, 1999, 44(5): 1155-1164.
- [8] 于金明, 于安伦, 王亚彬. 临床肿瘤放疗新进展[J]. 国外医学肿瘤学分册, 1998, 25(5): 291-293.  
Yu Jinming, Wang Anlun, Wang Yabin, et al. New advances in clinical radiation oncology[J]. Foreign Medical Sciences (Section of Oncology), 1998, 25(5): 291-293.
- [9] Lagerwaard F J, Versteegen N E, Haasbeek C J, et al. Outcomes of stereotactic ablative radiotherapy in patients with potentially operable stage I non-small cell lung cancer[J]. International Journal of Radiation Oncology·Biology·Physics, 2012, 83(1): 348-353.
- [10] Versteegen N E, Lagerwaard F J, Haasbeek C J, et al. Outcomes of stereotactic ablative radiotherapy following a clinical diagnosis of stage I NSCLC: Comparison with a contemporaneous cohort with pathologically proven disease[J]. Radiotherapy Oncology, 2011, 101(2): 250-254.
- [11] Timmerman R, Paulus R, Galvin J, et al. Stereotactic body radiation therapy for inoperable early stage lung cancer[J]. Journal of the American Medical Association, 2010, 303(11): 1070-1076.
- [12] 董济民, 冯关力. 肿瘤放射增敏研究进展[J]. 陕西医学杂志, 2011, 40(4): 493-494.

- Dong Jimin, Feng Guanli. New advances in radio sensibilization of oncology[J]. Journal of Shaanxi Medicine, 2011, 40(4): 493-494.
- [13] 陆海鹏, 农英高. 抗肿瘤放射增敏剂的临床研究进展[J]. 中国药业, 2012, 21(3): 87-89.
- Lu Haipeng, Nong Yinggao. New advances in clinical research of radiation sensitizer on oncology[J]. Chinese Medicine, 2012, 21(3): 87-89.
- [14] 张珊文, 肖绍文, 刘长青, 等. 头颈鳞癌p53基因——放疗的临床研究(附36例报告)[J]. 中华肿瘤杂志, 2005, 27(7): 426.
- Zhang Shanwen, Xiao Shaowen, Liu Changqing, et al. Clinical research of p53 gene combined with radiotherapy on head and neck squamous carcinoma(a report of 36cases) [J]. Chinese Journal of Oncology, 2005, 27(7): 426.
- [15] Pan J J, Zhang S W, Chen C B, et al. Effect of recombinant adenovirus-p53 combined with radiotherapy on long-term prognosis of advanced nasopharyngeal carcinoma[J]. Journal of Clinical Oncology, 2009, 27(5): 799-804.
- [16] 夏廷毅. SBRT临床应用结果的思考[J]. 医疗装备, 2009(7): 1-5.
- Xia Tingyi. Thinking about outcome of SBRT in clinical treatment[J]. Medical Equipment, 2009(7): 1-5.
- [17] Chung H T, Lee B, Park E, et al. Can all centers plan intensity modulated radiotherapy (IMRT) effectively? An external audit of dosimetric comparisons between three dimensional conformal radiotherapy and IMTR for adjuvant chemoradiation for gastric cancer [J]. International Journal of Radiation Oncology · Biology · Physics, 2008, 71(4): 1167.
- [18] Hallissey M T, Dunn A A, Ward L C, et al. The second british stomach cancer group trial of adjuvant radiotherapy or chemotherapy in respectable gastric cancer: Five-year follow up[J]. Lancet, 1994, 343(8909): 1309-1312.
- [19] MacDonald J S, Smalley S R, Benedetti J, et al. Chemoradiotherapy after surgery compared with surgery alone for adenocarcinoma of the stomach or gastroesophageal junction[J]. New England Journal of Medicine, 2001, 345(10): 725-730.
- [20] MacDonald J S, Smalley S R, Benedetti J, et al. Postoperative combined radiation and chemotherapy improves disease-free survival (DFS) and overall survival (OS) in resected adenocarcinoma of the stomach and gastroesophageal junction: up-date of the results of inter group study INT-0116 (SWOG9008)[C]//Program/Proceedings American Society of Clinical Oncology. Chicago: American Society of Clinical Oncology, 2004.
- [21] Kim S, Lim D H, Lee J, et al. An observational study suggesting clinical benefit for adjuvant post operative chemoradiation in a population of over 500 cases after gastric resection with D2 nodal dissection for adenocarcinoma of the stomach[J]. International Journal of Radiation Oncology · Biology · Physics, 2005, 63(5): 1279-1285.
- [22] Francesco F, Francesco C, Marco E, et al. The impact of radiotherapy on survival in respectable gastric carcinoma: A meta-analysis of literature data[J]. Cancer Treatment Reviews, 2007, 33(8): 729-740.

(责任编辑 王媛媛)

·学术动态·



## 2014年密码芯片产学研技术沙龙在北京举办

2014年7月11日,中国密码学会密码芯片专业委员会在北京举办2014年密码芯片产学研技术沙龙。来自清华大学、上海交通大学、武汉大学、国家密码管理局商用密码检测中心、中国科学院信息工程研究所等高校、科研院所、商密检测机构和商密生产销售企业的50多名专家、学者、管理者出席沙龙。

本次沙龙上,国民技术有限公司樊俊锋作题为“芯片物理攻击新方向:光侧信道、立方攻击和组合攻击方”报告;武汉大学副教授唐明作题为“密码芯片轻量化防护研究”报告;上海交通大学教授谷大武作题为“从密码安全事件看产学研合作”报告;清华大学教授李树国作题为“高性能密码芯片的问题、挑战和机遇”报告;中国科学院信息工程研究所研究员周永彬作题为“Results of DPA Contest v4.1 and Beyond: Lessons We Learned”报告;上海交通大学副教授郁昱作题为“从理论计算机科学的角度看(伪)随机数产生和测试的报告;清华大学副教授白国强作题为“分组密码S盒的抗功耗攻击特性研究”报告。

针对报告内容,与会专家、学者、企业技术人员进行了技术探讨。特别是对于报告中企业关心的安全攻击与防护实现、随机数实现、密码算法高效实现等技术点的芯片实现方案、存在的问题等进行了讨论。

详见中国科协网<http://www.cast.org.cn/n35081/n35548/n38620/15881331.html>。