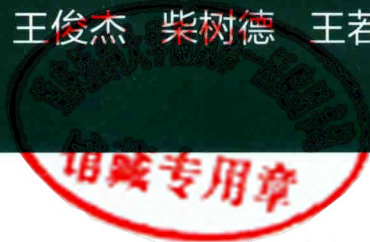


北京大学放射肿瘤学临床规范系列

3D Printing and Accurate Puncture

3D打印技术与 精准穿刺学

王俊杰 柴树德 王若雨 张开贤 主编



北京大学医学出版社

北京大学放射肿瘤学临床规范系列

3D Printing and Accurate Puncture

3D 打印技术与精准穿刺学

主 编 王俊杰 柴树德 王若雨 张开贤

北京大学医学出版社

3D DAYIN JISHU YU JINGZHUN CHUANCIXUE

图书在版编目 (CIP) 数据

3D 打印技术与精准穿刺学 / 王俊杰等主编.

—北京: 北京大学医学出版社, 2017. 8

ISBN 978-7-5659-1636-6

I. ①3… II. ①王… III. ①立体印刷-印刷术-应用-肿瘤-穿刺术-诊断
IV. ①R730. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 165063 号

注 意

医学在不断进步。新的研究和临床经验正在不断拓展我们的知识, 在治疗和用药方面做出某些改变也许是必需且适宜的。建议读者参考相关检查和操作的最新研究结果, 并核对药品生产商所提供的最新信息, 确认推荐计量、服务方法和时间, 以及相关的禁忌证。决定患者服药剂量和最佳治疗方式并采取适当安全措施的责任在于实施治疗的医师, 有赖于其个人经验和对各个患者的了解。对于因使用本书而引起的对人身或财产的任何损伤和 (或) 损失, 出版商和著者不承担任何法律责任。

出版者

3D 打印技术与精准穿刺学

主 编: 王俊杰 柴树德 王若雨 张开贤

出版发行: 北京大学医学出版社

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

电 话: 发行部 010-82802230; 图书邮购 010-82802495

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 中煤 (北京) 印务有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 张凌凌 责任校对: 金彤文 责任印制: 李 啸

开 本: 710mm×1000mm 1/16 印张: 9 字数: 186 千字

版 次: 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-1636-6

定 价: 65.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

3D Printing and Accurate Puncture

3D 打印技术与精准穿刺学

dem 41/10

主编简介



王俊杰，博士，教授，主任医师，博士研究生导师。现任北京大学第三医院肿瘤放疗科主任，北京大学国际医院放射治疗科主任，北京大学医学部放射肿瘤学系主任，北京大学医学部近距离放疗研究中心主任。兼任中华放射肿瘤专业委员会候任主任委员，中国医师学会粒子植入专家委员会执行主任委员，中国抗癌协会肿瘤微创治疗专业委员会副主任委员，中国老年肿瘤专业委员会微创分会主任委员，北京医学会放射肿瘤专业委员会主任委员，中华放射医学与防护专业委员会常委，《中华放射医学与防护杂志》副主编。

1995—1997 年王俊杰教授在美国加州大学旧金山分校做访问学者期间，接触到放射性¹²⁵I 粒子技术。2001 年回国后与泌尿外科、超声科合作完成我国首例经直肠超声引导放射性¹²⁵I 粒子植入治疗前列腺癌，开启了我国放射性粒子植入治疗的全新里程。2002 年王俊杰教授与放射科合作将 CT 技术全面引入粒子植入治疗领域，开展头颈部、胸部、腹部、盆腔、脊柱、四肢等部位复发和转移肿瘤的治疗，极大地丰富、创新和发展了粒子治疗的内涵和应用范围。2009 年首届国际放射性粒子治疗肿瘤学术大会在北京成功举办，全面展示了中国学者在粒子治疗领域的创新性研究成果。2012 年王俊杰教授团队与北京航空航天大学合作将术中治疗计划系统与 CT 模拟定位机成功实现对接，解决了粒子植入治疗术中剂量优化的技术难题；关于复发直肠癌放射性粒子植入治疗的研究结果连续 5 年被美国 NCCN 指南收录；2015 年研发出 3D 打印非共面和 3D 打印共面坐标模板，辅助 CT 引导全面提升了粒子植入治疗精度；2016 年成功研发出 3D 打印后装个体化施源器；2017 年又设计出穿刺与微创治疗多功能 3D 打印模板，使诊断和治疗一体化模式成为可能。

连续举办全国放射性粒子治疗肿瘤学术大会 16 届，粒子治疗学习班 9 届，3D 打印手术演示会 7 次，发表 SCI 论文 40 余篇。获国家自然科学基金 3 项，重大专项 1 项，首都重大专项和首都发展基金各 1 项，教育部博士点基金 1 项。主编《放射性粒子近距离治疗肿瘤》（第 1 版、第 2 版）、《放射性粒子近距离治疗前列腺癌》（第 1 版、第 2 版）、《放射性粒子治疗肿瘤临床应用规范》和《3D 打印技术与精准粒子植入治疗学》。获教育部科技创新二等奖、华夏医学创新三等奖、北京市医学会评选的百名优秀青年医师奖。多次应邀到美国、日本和韩国讲学。



柴树德，教授，天津医科大学第二医院主任医师。发表专业论文近 40 篇。2005 年和 2015 年两次获得天津市科技进步二等奖，并被授予五一劳动奖章。主编《放射性粒子植入治疗胸部肿瘤》和《胸部肿瘤放射性粒子治疗学》。2011 年首次发表了“放射性粒子植入术中实时剂量优化”的开创性理论论文。2008-2016 年研制成功放射性粒子植入校准仪、新型植入器、单侧开环倾角数字显示定位导航系统、粒子植入手术专用骨钻、粒子植入计划治疗系统（TPS）和 3D 打印共面植入模板、肺微小结节活检穿刺模板及 3D 打印非共面粒子植入模板。



王若雨，二级教授，硕士生导师，享受国务院政府专家特殊津贴。现任大连大学附属中山医院副院长。兼任中华医学会放射肿瘤学分会常委，辽宁省医学会放射肿瘤学分会候任主任委员，中国抗癌协会微创介入分会放射粒子专业组副主任委员。从 2000 年开始，王若雨教授团队先后开展了脑肿瘤、肺癌、胰腺癌和浅表淋巴结转移癌的放射性粒子穿刺治疗，成为国内最早开展此项新技术的单位之一。2009 年在辽宁省率先利用超声、CT、DSA 引导开展肿瘤穿刺¹²⁵I 粒子植入术，进一步开展头颈部、胸部、腹部、盆腔和四肢等多部位的穿刺植入技术。2016 年引进美国最新的前列腺癌超声引导穿刺支架和国内自主研发的数字化 3D 打印模板支架系统，率先在辽宁省开展了前列腺癌和全身实体肿瘤精准穿刺新技术。



张开贤，主任医师，济宁医学院教授，山东滕州市中心人民医院肿瘤科主任，枣庄市有突出贡献的中青年专家。兼任中国抗癌协会肿瘤微创治疗专业委员会青年委员会副主任委员，中国抗癌协会肿瘤微创治疗专业委员会粒子治疗分会常委兼副秘书长，中国抗癌协会肿瘤微创治疗专业委员会肺癌微创综合治疗分会常委，山东省医学会放疗分会副主任委员，山东省医师协会肿瘤放疗医师分会副主任委员，山东省医师协会肿瘤介入医师分会副主任委员，枣庄市医学会肿瘤专业委员会主任委员，《中华放射医学与防护杂志》审稿专家。擅长影像引导下的肿瘤微创治疗。2004 年以来先后开展了放射性粒子植入术、管腔粒子支架置入术、微波消融术、经皮椎体成形术、微波消融联合骨水泥成形术及模板引导肺微小结节穿刺活检术等多项微创诊疗技术。牵头山东省多中心研究课题 1 项，发表学术论文 20 余篇，SCI 收录 5 篇，获枣庄市科技进步奖 5 项。

编者名单

(按姓名汉语拼音排序)

曹 强	天津医科大学第二医院
柴树德	天津医科大学第二医院
付启忠	大连大学附属中山医院
郭福新	北京大学第三医院
胡效坤	青岛大学附属医院
霍 彬	天津医科大学第二医院
霍小东	天津医科大学第二医院
吉 喆	北京大学第三医院
姜 亮	北京大学第三医院
姜玉良	北京大学第三医院
吕光耀	大连大学附属中山医院
吕金爽	天津医科大学第二医院
牛洪欣	山东省医学科学院附属医院
彭 冉	北京大学第三医院
王 磊	天津医科大学第二医院
王 喆	大连大学附属中山医院
王俊杰	北京大学第三医院
王若雨	大连大学附属中山医院
徐 飞	北京大学第三医院
杨福俊	威海市立医院
张开贤	滕州市中心人民医院
郑广钧	天津医科大学第二医院
庄洪卿	北京大学第三医院

序

近年来，肿瘤治疗学技术飞速发展，靶向治疗、精准医学和免疫学取得长足进步，放射治疗在恶性肿瘤治疗中的地位明显提高。许多早期癌症通过放疗可以根治，中晚期癌症放疗可提高局部控制率，或延长生存期，提高生存率。总之，精准放疗的疗效令人鼓舞。

放射治疗外照射技术的进步，使放疗从 2D 时代进入 4D 时代，影像引导下的放射治疗精确到射线跟踪肿瘤靶区，消灭分次间误差及分次内误差。单次大剂量不仅可使癌细胞 DNA 双链断裂，更可引起癌组织的血管内皮损伤，加速癌细胞致死。放射线高剂量使癌细胞死亡后产生抗原效应，患者机体产生相应抗体，不仅消灭癌原发病灶，甚至可能消灭全身发生的远位转移病灶，产生非常明显的远位效应。

放射治疗外照射技术目前达到的水平，近距离治疗的放射性粒子内照射技术也都可以达到。

放射性粒子植入治疗恶性肿瘤，在我国应用已有近 20 年的历史。但真正研究与推广，有 15 年左右。王俊杰教授和他的团队，始终勤奋钻研，勇于实践，借助外照射的理念，采用 3D 模板技术进行治疗计划设计，并应用于粒子植入治疗中，达到了与外照射可以媲美的非等中心、非共面的 3D 水平。利用近乎完美、极为精巧的穿刺技术，达到了 4D 剂量分布要求与水平。

王俊杰教授在总结 3D 模板基础上，成功研发出 3D 打印共面、坐标系和象限分隔模板，利用 3D 模板术前设计进针路径，实现精准穿刺，使临床肿瘤早期诊断成为可能。目前初步临床研究发现，3mm 的肿瘤即可以通过模板引导实现精准穿刺技术，为病理分析、分子诊断，以及临床治疗提供坚实的理论基础。

这项技术的进展及成绩，令人惊叹。在 2016 年国际近距离治疗大会上，国际近距离治疗专家和美国近距离治疗学会的专家，对中国专家 3D 打印和穿刺技术的成就非常赞赏，认为王俊杰教授等的创新是中国放疗专家在国际放射性粒子植入技术上的一个重要贡献。

3D 打印模板和精准穿刺是科学技术与艺术实践的完美结合。十余年来，我们目睹了王俊杰教授在这个领域的奉献，十分钦佩王教授和他的团队兢兢业业的刻苦钻研精神，目前的成就是点滴进步的积累。这本专著是王教授和他的战友的心血结晶，他们愿意与大家分享这些成果，祝愿他们继续努力，获得更大成绩。

申文江

北京大学医学部放射肿瘤学系 终身名誉教授

2017 年 3 月 16 日于北京

前言

随着我国人口老龄化、城市工业化进程加速，肿瘤发病率也呈逐年上升趋势。如何做到早期诊断、早期治疗，仍是提高肿瘤治愈的关键。

影像诊断技术进步和发展迅速，螺旋断层 CT 扫描技术出现，细针穿刺技术的出现，使肿瘤早期活检穿刺进入毫米级时代，小结节、微结节均可以实现早发现，早诊断，为早期治疗提供充分时间和空间。

如何在肿瘤早期获得病理学、组织学诊断，进而指导治疗仍是临床治疗的难题。既往临床穿刺活检大多采用徒手穿刺技术，偏重依赖医生个人经验，在患者皮肤表面选定穿刺进针点进行穿刺，缺乏统一的标准和规范。由于受个人技术水平限制，加上患者体位变化和器官运动的影响，穿刺命中率大大降低。为了提高穿刺命中率、缩短穿刺时间和减少患者痛苦，从 2014 年起我们课题组开始尝试模板引导穿刺技术，通过对患者进行术前准备，体位固定，设计穿刺路径，结合固定架和模板引导技术，显著提高了穿刺精度，节省了穿刺时间，降低了技术复杂性，同时也大大减轻了患者的痛苦，提高了肿瘤的检出率，为后续治疗争取了更多时间，挽救了大量患者，深受广大患者和临床医生欢迎。

鉴于我们课题组及 10 余家医院积累的上千例临床经验，我们认为非常有必要进行系统总结，制订行业规范，以便普及推广，让更多患者受益。编撰此书过程中，难免挂一漏万，敬请广大临床同仁批评指正。我们将继续积累临床经验，开展多中心临床研究，收集循证医学证据，以期在未来再版时进行完善和补充，逐渐形成中国穿刺的共识或指南。

王俊杰

2017 年于北京

目 录

第一章 CT 引导穿刺活检技术概述	1
第一节 穿刺活检技术简介	1
第二节 穿刺活检技术进展	7
第三节 穿刺与肿瘤种植转移	8
第四节 未来发展方向	8
第二章 3D 打印技术在医学领域中的应用	11
第三章 3D 打印模板引导与头颈部精准穿刺技术	25
第四章 3D 打印模板引导与肺精准穿刺技术	38
第一节 肺穿刺技术	38
第二节 肺小微结节穿刺技术	49
第五章 3D 打印模板引导与肝精准穿刺技术	55
第六章 3D 打印模板引导与胰腺精准穿刺技术	66
第七章 3D 打印模板引导与脊柱精准穿刺技术	75
第八章 3D 打印模板引导与前列腺精准穿刺技术	83
第九章 3D 打印模板引导与盆腔精准穿刺技术	94
第十章 穿刺并发症与处理原则	102
第十一章 3D 打印与精准穿刺辅助设备	107
第一节 3D 打印模板	107

第二节	固定与定位导航系统	110
第三节	穿刺针	113
第四节	手术钻孔骨钻	115
第十二章	3D 打印模板引导与精准金标植入	117

第一章 CT 引导穿刺活检技术概述

恶性肿瘤是严重威胁人类健康和生命的疾病。近年来随着人口老龄化社会进程加速，发病率呈逐年上升趋势。2016 年美国新发恶性肿瘤病例 1 685 210 人，595 690 人因为癌症而死亡^[1]。肿瘤早期发现、早期诊断、早期治疗对预后具有十分重要的意义。随着各种检查手段及方法的不断改进和提高，影像学诊断正确率已大幅提高，但仍有很大一部分肿瘤不具备典型的影像学特征，诊断十分困难。肿瘤正确诊断需要临床、影像和病理三者结合。其中，病理学诊断对治疗方案的提出和选择具有十分重要的作用，而穿刺活检是获取病理标本的主要途径。

伴随近代肿瘤分子靶向治疗研究的进展，肿瘤微创、器官保留新理念的提出，穿刺技术已是临床不可或缺的肿瘤诊断和治疗技术。

第一节 穿刺活检技术简介

一、穿刺活检特点

穿刺活检（needling biopsy）又称针刺活检（puncture biopsy），优点是操作简便，局部麻醉下进行，对组织的损伤小，出血少，因而较为安全。

二、穿刺活检发展历史

1880 年 Ehrich 医生首次报道经皮肝穿刺活检术^[2]，1940 年 Vim Silverman 医生采用分叶针进行活检诊断肺癌^[3]，1957 年 Menghini 针问世，用于负压抽吸式活检^[4]。但是由于受当时技术条件如放射学、病理学、穿刺器械等限制，这种方法并没有在临床上得到广泛普及和推广。1975 年 Hancke 在胰腺癌检查中应用超声引导细针抽吸细胞学检查获得成功^[5]，1977 年 Reinisch 开展自动活检技术^[6]，1982 年美国 Linegren 医生设计了活检枪，1991 年活检枪国产化，穿刺活检作为一项技术逐渐推广开来。

20 世纪 80 年代 CT、MRI、US 等影像引导穿刺技术飞速发展，穿刺活检技术临床应用更加普及^[7-9]。1980 年北京协和医院首次报道 200 例穿刺活检的经验，结果证明影像引导下穿刺具有速度快、取材完整、损伤小、并发症少、成功

率高、较容易操作等优点。

三、穿刺活检结果

2000 年 Saifuddin 报道用超声引导穿刺活检准确率高达 98.4%，如有必要也可多次穿刺；缺点是取材量较少，如经验不足或取材部位不当，未取得肿瘤组织，则难以得出准确的结论。国内报道，穿刺活检成功率为 77.5% ~ 97.0%（平均 80%）^[10]。

四、穿刺活检设备

穿刺活检技术设备主要包括活检枪和活检针，还有其他一些辅助设备。

（一）穿刺活检枪

活检枪由壳体、针座弹射系统、非固定式针座制动器、射程可调装置、弹簧提拉环和侧壁式扳机六个部分组成。其特征为：针座制动器是前后针座整体制动器，可以适当移动而非固定，以便调距；射程可调装置包括射程调节旋钮及与其相连的螺旋杠杆、射程距离标尺；侧壁式扳机按钮位置靠近活检枪尾端的盒盖侧。活检针包括套管针和针心，其特征针心前端带有细孔。

由于控制系统为可调式，根据医生具体需要对活检标本长短进行选择，故应用范围较广，可“一枪多用”，降低费用和成本。具有操作方便、准确和高效的特点，能够提高活检标本质量，保证临床取材成功，减少患者的痛苦，有利于技术普及和推广。

根据临床应用需求，活检枪和穿刺针不断改进和升级。目前临床常用的穿刺活检枪有以下几种：

1. Biopince 活检枪 Biopince 活检枪的设计可以安全、快速取得组织样本，强大的动力、锋利的切割可减少组织的挤压，为临床提供高质量组织标本。该枪应用广泛，当组织样本取出后活检装置又重新上膛，可进行下一次活检。

三种活检长度（13mm，23mm，33mm）可自由调节。

规格：16G、18G，见图 1-1。

特点：前端是三叉的结构，便于更好抓取组织，适用于较硬组织的活检。

缺点：激发前需要测量针尖到附近组织的距离，才能避免损失附近组织。

2. BARD Magnum 活检枪 由活检枪和活检针组成，特点：①BARD Magnum 活检枪是内置弹簧、可重复使用的活体组织块取出装置。它可选择性地取出长度为 22mm 和 15mm 的活体组织；②BARD Magnum 活检枪出售时未消毒，但已有合适的包装，可随时消毒。BARD Magnum 活检针已经过环氧乙烷消毒。在 BARD Magnum

活检枪上可使用日本 TSK 株式会社生产的与之配套的各种规格活检针，见图 1-2。



图 1-1 Biopince 活检枪

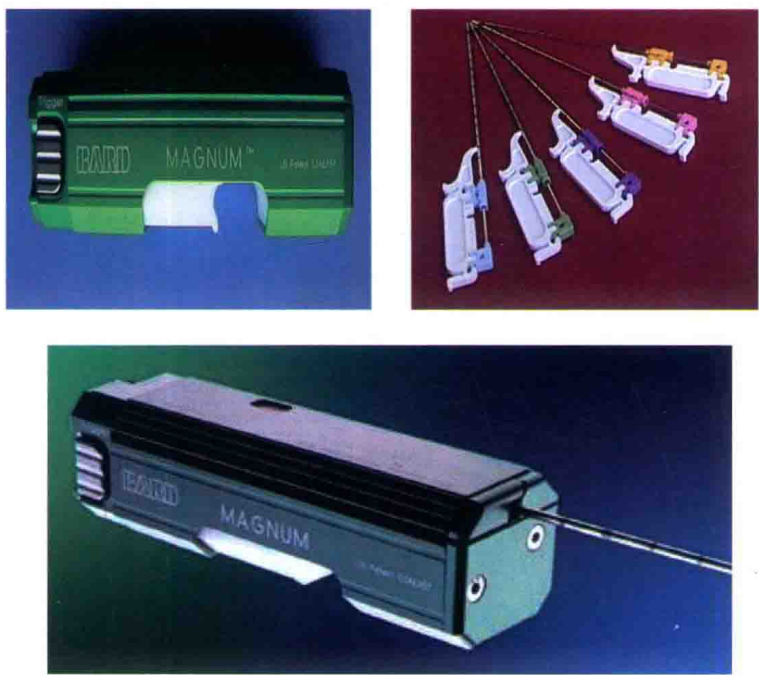


图 1-2 BARD Magnum 活检枪

规格：12G（仅用于乳腺活检）、14G（乳腺活检）、16G（肾活检）、18G（前列腺及肝活检）、20G（肺及甲状腺活检）。

缺点：巴德活检枪价格较贵，需和活检针一同使用，活检针前有长约 0.5cm 的无效区。

3. MaxCore 一次性活检枪（图 1-3） 特点：①活检枪的长度只有 12cm，小于其他任何一种重复使用的活检枪；②强有力的弹簧使发射速度更快，确保获取完美标本；③表面有突起的防滑设计，加之重量轻，易于稳定抓握，控制性能极佳。



图 1-3 MaxCore 一次性活检枪

4. TSK 半自动活检枪 特点：①超声增强针头方便医生进针时精确定位；②活检槽的长度可调节（可选择 9.5mm 或 19mm），便于医生灵活使用。规格：14G、16G、18G、20G。见图 1-4。

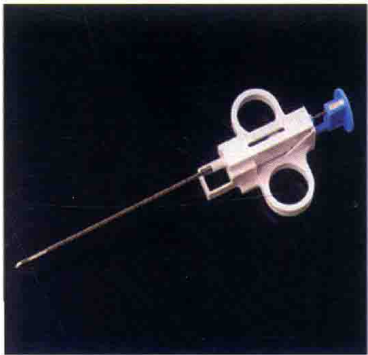


图 1-4 TSK 半自动活检枪

5. TSK 全自动活检枪 特点：设有安全开关；位置“Ⅱ”、位置“Ⅰ”、位置“L”，可以自由调节内针和外针向前伸出的长度。缺点：操作比较复杂，内针容易折断和弯曲。见图 1-5。

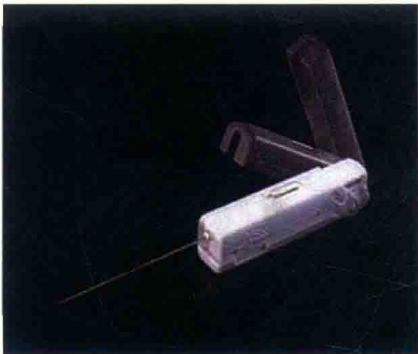


图 1-5 TSK 全自动活检枪

(二) 穿刺活检针

组织活检枪、穿刺针规格多种多样，国内6~20号针，国际23~14G针，国内0.6~2.0mm，国外0.4~1.8mm。活检枪取材长度15~22 mm^[10]。

目前临床上常用的活检针有以下几种。

1. Precisa (普利塞 HS 活检针) 适应证：肾、肝、肺、乳腺、甲状腺、前列腺、胰腺、睾丸、子宫、卵巢、体表等多种器官，可用于椎体肿瘤和不明种类肿瘤等的活组织取样、吸取细胞。优点：外针可拆卸，可注射止血剂等。

规格：12G、14G (乳腺活检)；16G (肾活检、肝活检)；18G (前列腺肝活检、肺活检)；20G (肺活检、甲状腺细胞活检)。见图1-6。

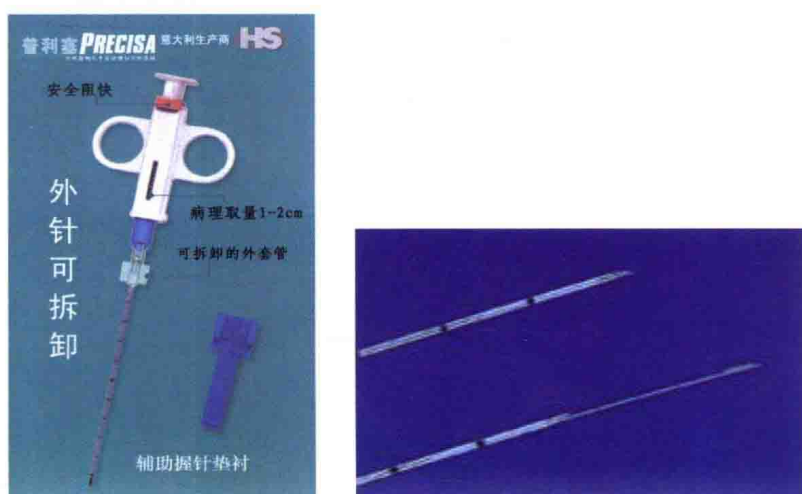


图1-6 普利塞 HS 活检针

缺点：①针尖上有长约0.5cm的活检无效区，比较容易损伤附近的组织，不利于较小肿物的活检；②如果组织较硬，不容易切取，导致取不到病变组织。

2. Super-Core™ 半自动活检针 规格：14G、16G、18G、20G，优点：针头采用回声增强技术，超声定位更准确。缺点：针尖有长约0.5cm的活检无效区，比较容易损伤附近的组织，不利于较小肿物的活检。见图1-7。

3. Ultra-Core™ 活检针 规格：14G、16G、18G、20G，优点：针头采用回声增强技术，超声定位更准确。缺点：针尖有长约0.5cm的活检无效区，比较容易损伤附近的组织，不利于较小肿物的活检。见图1-8。

4. 软组织活检针 根据不同类型分为：①Chiba 千叶针，用于肝和其他组织抽吸活检；②Franseen 福星针，用于肺和其他组织抽吸活检；③MaxiCELL 细针，用于甲状腺、乳腺、肺组织活检。见图1-9。