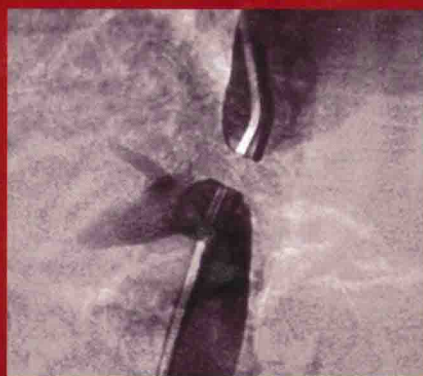
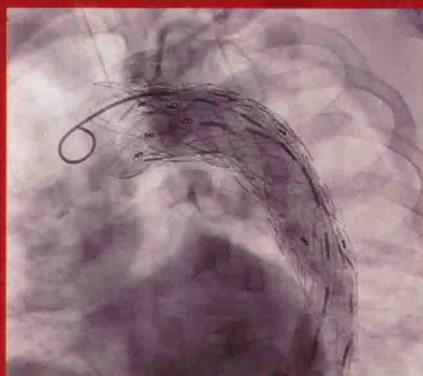


# 介入放射学 理论与实践

第3版

杨建勇 陈伟 主编



科学出版社

# 介入放射学理论与实践

第3版

杨建勇 陈伟 主编

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是国家级继续医学教育项目培训用书,是《介入放射学临床实践》(2002年出版)的第3版。本书再版时对内容进行了全面更新和补充,从理论和临床实践相结合的角度阐述了各类疾病的介入治疗;既注重对学科热点问题的研究与探索,紧跟国际研究动态,又密切结合临床实践,介绍作者的临床经验。

本书可作为介入放射学和影像学工作者的培训用书,也可供相关专业人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

介入放射学理论与实践 / 杨建勇,陈伟主编. —3版. —北京:科学出版社,2014.8

ISBN 978-7-03-041341-3

I. 介… II. ①杨… ②陈… III. 放射疗法 IV. R815

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 146388 号

责任编辑:沈红芬 / 责任校对:蒋 萍

责任印制:肖 兴 / 封面设计:范璧合

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002年4月第一版 开本:889×1194 1/16

2014年8月第三版 印张:33 3/4

2014年8月第四次印刷 字数:1 100 000

定价:168.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



# 《介入放射学理论与实践》第3版 编写人员

**主 编** 杨建勇 陈 伟  
**副主编** 庄文权 黄勇慧  
**编 者** (按姓氏汉语拼音排序)

陈 斌	初建平	范文哲	郭文波
江 利	孔 健	李鹤平	李家平
谭国胜	王 于	王建波	王子亮
向贤宏	肖亦明	许林锋	许卫国
余文昌	张彦舫	张应强	郑 操
周汝明			

## 第一主编简介



杨建勇教授,博士生导师,中山大学医学院二级教授,一级主任医师,中山大学附属第一医院医学影像科主任。《影像诊断和介入放射学》杂志常务主编,中华医学会放射学分会委员,广东省医院管理学会医学影像专业协会主任委员。长期从事医学影像学 and 介入放射学的临床、教学、科研工作;所属科室是广东省医学重点专科和省临床重点专科;所教学的课程被评为“国家级精品课程”。

杨建勇教授 1983 年毕业于武汉同济医科大学,获学士学位;1985~1988 年跟随著名介入放射学家刘子江教授在贵阳医学院学习,获硕士学位;1993~1995 年留学德国海德堡大学医学院,获博士学位。曾作为第一责任人主持肾动脉内支架成形术的欧洲多中心临床研究,进行了第二肝门重建的介入学方法研究,并在治疗第二肝门缺如的布-加综合征中获得成功,同时对门静脉高压症的介入治疗、肿瘤介入治疗进行了研究。主编了《介入放射学理论与实践》、《介入放射学》和《临床疑难病例影像诊断及解析》等著作,担任全国“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《医学影像学》副主编。承担国家自然科学基金资助项目 11 项,主持省部级课题 27 项。承担中山大学本科、7 年/8 年长学制、硕/博士研究生的教学及科研指导工作,目前已经培养博士生 27 人、硕士生 12 人,指导博士后科研 4 人。

## 第3版序言

回首影像医学发展的历史,从伦琴发现X线并将其应用到临床医学,虽然只有短短100多年,但对整个生命科学乃至自然科学却产生了巨大的影响。现代医学影像学的辉煌成就把临床诊断水平提高到了一个史无前例的高度。更为重要的是,医学影像学不再仅仅是诊断学的范畴,现代影像学的重要分支和临床诊疗学的边缘学科——介入放射学,将诊断与治疗有机地结合在一起,具有极高的诊断效率和微创治疗的特点,代表了现代医学诊疗模式的发展方向,显示出极强的生命力,并与内科、外科一起成为了临床医学的支柱性学科。

我们还看到了这样一个现实:我们处在一个医学信息的时代,知识的更新和医学的发展、各临床学科的不断分化与重组,使传统的医学教育受到了挑战,传统的学习方式也受到了挑战。

杨建勇教授早年留学德国,在德国海德堡大学受到严格的介入放射学训练,并对门静脉高压症及肾动脉狭窄等疾病进行过系统的研究。20世纪90年代回国后,他和同事们勤奋工作、刻苦钻研,对介入放射学在中国的发展做了大量开创性工作,积累了丰富的临床病例和教学经验。《介入放射学理论与实践》一直是中山大学附属第一医院介入放射专科主办国家级继续教育项目的教材,其内容每年都有更新,此版是在第2版的基础上,参考了近年来最新的相关文献,并且密切结合他们的工作实践,阐述了介入放射学最新的理论与实践问题、研究的热点及焦点领域,并通过数百幅病例图片向读者展示他们的工作经验,充分体现了理论与实践密切结合的教学思路和方法。该书融系统性、学术性和实用性为一体,不仅是从事介入放射学工作的各级医师和相关临床学科的医务人员的一本很好的参考书,而且可以使希望了解介入医学的广大医务工作者、研究生和进修生从中获取实用的介入医学知识。故此我乐意向诸位推荐该书,并深信这本继续教育用书将会受到更多同道的欢迎。

是为序。

黄浩夫

癸巳年孟春于北京

# 目 录

<b>第一章 介入放射学发展简史及辐射防护</b> .....	(1)
第一节 介入放射学发展史的标志性事件 .....	(1)
第二节 介入放射学几种重要工具的发展 .....	(2)
第三节 Seldinger 技术和 U 形导管 .....	(6)
第四节 从血管造影到介入治疗 .....	(9)
第五节 中国介入放射学发展简史 .....	(11)
第六节 介入放射学从技术走向科学 .....	(12)
第七节 介入放射学的放射防护 .....	(12)
<b>第二章 外周血管疾病的介入放射学</b> .....	(17)
第一节 下肢动脉硬化闭塞症的介入治疗 .....	(17)
第二节 急性下肢动脉缺血的介入治疗 .....	(33)
第三节 肾动脉狭窄的介入治疗 .....	(40)
第四节 颈动脉狭窄的诊断与治疗 .....	(46)
第五节 静脉血管疾病的处理 .....	(56)
第六节 经皮血栓栓塞切除术 .....	(65)
第七节 腔静脉过滤器 .....	(66)
第八节 血管疾病诊断的影像学进展 .....	(73)
<b>第三章 内支架技术</b> .....	(86)
第一节 血管内支架研究进展 .....	(86)
第二节 带膜血管内支架在治疗动脉病变中的应用 .....	(88)
<b>第四章 主动脉疾病的介入处理</b> .....	(96)
第一节 概述 .....	(96)
第二节 主动脉夹层 .....	(102)
第三节 胸主动脉瘤 .....	(113)
第四节 腹主动脉瘤 .....	(114)
<b>第五章 门静脉高压症的介入治疗</b> .....	(120)
第一节 概述 .....	(120)
第二节 经颈静脉肝内门-体静脉分流术 .....	(121)
第三节 经门-体侧支介入治疗胃静脉曲张 .....	(134)
第四节 颈内静脉穿刺插管技术 .....	(137)
附 美国肝病研究学会(AASLD)实践指南——经颈静脉肝内门-体分流术 (TIPS)在治疗门静脉高压症中的作用 .....	(138)
<b>第六章 Budd-Chiari 综合症的介入治疗</b> .....	(151)
<b>第七章 胆道介入治疗技术</b> .....	(161)
第一节 经皮肝胆管造影术 .....	(161)
第二节 经皮穿刺胆道引流术 .....	(164)

<b>第八章 胃肠道介入治疗技术</b> .....	(181)
第一节 经皮胃造瘘术.....	(181)
第二节 胃肠道支架置入术 .....	(185)
<b>第九章 肝癌的介入治疗</b> .....	(190)
第一节 概述 .....	(190)
第二节 经动脉化疗栓塞术在原发性肝癌中的应用 .....	(199)
第三节 经皮消融疗法在原发性肝癌中的应用 .....	(210)
第四节 HCC 的其他介入治疗方法 .....	(224)
第五节 肝癌综合治疗中介入治疗手段的选择 .....	(228)
第六节 胃癌肝转移的介入治疗 .....	(233)
<b>第十章 出血性疾病的介入治疗</b> .....	(240)
第一节 大咯血的动脉栓塞治疗 .....	(240)
第二节 消化道出血的介入诊断和治疗 .....	(246)
第三节 盆腔大出血的介入治疗 .....	(258)
<b>第十一章 腰椎间盘突出症的介入治疗</b> .....	(263)
第一节 腰椎间盘突出类型与病理 .....	(263)
第二节 腰椎间盘突出症的诊断 .....	(265)
第三节 腰椎间盘突出症的鉴别诊断 .....	(283)
第四节 腰椎间盘突出症的相关电生理检查 .....	(295)
第五节 经皮腰椎间盘突出切除术 .....	(302)
第六节 椎间盘化学髓核溶解术 .....	(318)
第七节 PLD 和 LDCN 的术前术后护理 .....	(329)
<b>第十二章 介入放射学在妇产科中的应用</b> .....	(332)
第一节 输卵管黏堵术.....	(332)
第二节 选择性输卵管造影和再通术 .....	(333)
第三节 子宫肌瘤的动脉栓塞治疗 .....	(337)
附 子宫动脉栓塞治疗子宫肌瘤规范方案 .....	(356)
第四节 子宫腺肌病的动脉栓塞治疗 .....	(357)
第五节 妇产科大出血的介入治疗 .....	(365)
第六节 妇科恶性肿瘤的介入治疗 .....	(366)
第七节 盆腔淤血综合征 .....	(368)
第八节 子宫动脉栓塞中卵巢支的处理 .....	(371)
第九节 子宫肌瘤栓塞与生育力 .....	(374)
第十节 子宫肌瘤栓塞的动物模型制作 .....	(381)
第十一节 子宫动脉化疗栓塞在子宫瘢痕妊娠中的应用 .....	(385)
<b>第十三章 男性生殖系统介入放射学</b> .....	(389)
第一节 精索静脉曲张的诊断和栓塞疗法 .....	(389)
第二节 海绵体造影.....	(393)
第三节 勃起功能障碍的诊断和治疗及介入方法的应用 .....	(395)
第四节 阴茎异常勃起的介入治疗 .....	(401)
第五节 膀胱癌的介入治疗 .....	(403)



<b>第十四章 血管栓塞技术对脏器功能亢进的治疗</b> .....	(410)
第一节 脾功能亢进 .....	(410)
第二节 甲状腺功能亢进 .....	(416)
<b>第十五章 儿童腹部常见恶性实体瘤的介入治疗</b> .....	(423)
第一节 我国儿童介入放射学的现状 .....	(423)
第二节 儿科介入放射学的基本技术 .....	(424)
第三节 肾母细胞瘤 .....	(425)
第四节 肾上腺神经母细胞瘤 .....	(431)
第五节 肝母细胞瘤 .....	(434)
<b>第十六章 骨骼、软组织的介入放射学</b> .....	(441)
第一节 骨骼、软组织的介入性诊断 .....	(441)
第二节 骨肿瘤和肿瘤样病变的非血管性介入治疗 .....	(444)
第三节 肌骨系统病变的血管性介入治疗 .....	(449)
<b>第十七章 肝移植后并发症的介入影像诊疗</b> .....	(468)
第一节 肝移植的应用解剖 .....	(468)
第二节 肝移植的简介 .....	(469)
第三节 胆道并发症的介入诊疗 .....	(469)
第四节 血管并发症的介入诊疗 .....	(472)
<b>第十八章 神经介入治疗</b> .....	(480)
第一节 颅内动脉瘤的介入诊疗 .....	(480)
第二节 脑动静脉畸形的介入诊疗 .....	(487)
第三节 急性脑梗死的局部动脉溶栓治疗 .....	(493)
第四节 急性脑血管闭塞的机械开通治疗 .....	(497)
第五节 颅内动脉狭窄的介入治疗 .....	(499)
第六节 非急性颅内动脉闭塞的腔内再通 .....	(508)
<b>第十九章 其他介入技术的进展</b> .....	(511)
第一节 泪道介入治疗技术 .....	(511)
第二节 实时三维穿刺导引技术 .....	(514)
第三节 磁共振介入技术 .....	(521)

介入放射学(interventional radiology, IR)是以影像诊断为基础,在医学影像诊断设备的引导下,利用穿刺针、导管及其他介入器材,对疾病进行治疗或采集组织学、细菌学及生理、生化资料进行诊断的学科。

1967年, Margulis 在美国放射学杂志 *AJR* 上最早提出“Interventional Diagnostic Radiology—a New Subspeciality”,但是介入放射学(interventional radiology)被学术界广泛认可是在1976年 Wallace 在 *Cancer* 杂志上以“Interventional Radiology”为题系统地阐述了介入放射学的概念以后,并于1979年的欧洲放射学会第一次介入放射学学术会议上作了专题介绍,此命名才逐步在国际学术界达成共识。

介入放射学和其他学科一样,它的发展经历了一个漫长的探索过程。

### 第一节 介入放射学发展史的 标志性事件

1895年, Roentgen(伦琴)发现了X线。同年 Haschek 和 Lindenthal 首次在截肢手的动脉内做对比剂注入造影。

1896年, Morton 开始做尸体动脉造影的研究。

1904年, Dawbam 将凡士林和蜡制成的栓子注入颈外动脉,进行肿瘤手术切除前栓塞。

1910年, Franck 和 Alwens 在活犬及活兔的动脉内进行造影。

1923年,血管造影始用于人类。德国的 Berberich 经皮穿刺将溴化锶水溶液注入人体血管内造影成功。法国的 Sicard 与 Forestier 用含碘罂子油做静脉注射造影也获得成功。

1924年,美国的 Brooks 用50%的碘化钠溶液成功地做了第一例股动脉造影。

1927年, Moniz 用直接穿刺法做颈动脉造影获得成功。Nuvoli 经前后胸穿刺做胸主动脉造影。Castellanos、Robb 及 Steinberg 等先后采用了经前臂注射造影剂做心脏和大血管造影。

1929年, Dos Santos 采用长针经皮腰部穿刺做腹主动脉造影成功,该法安全有效,至今仍有人在沿用。同年 Forssman 从上臂静脉将导尿管插入自己的右心房首

创了心导管造影术,并因此荣膺诺贝尔奖。

1930年, Bamey Brooks 在手术中用肌肉栓塞颈动脉海绵窦瘘成功。

1941年, Farinas 采用股动脉切开插管做腹主动脉造影。

1951年, Peizce 通过套管做经皮置管术。同年, Biermam 用手术暴露颈动脉和肱动脉的方法做选择性内脏动脉置管造影术,并作为化疗药物推注的途径。

1953年, Seldinger 首创了经皮股动脉穿刺、钢丝引导插管的动、静脉造影法,由于此法操作简便,对患者损伤小,不需要结扎修补血管,因而很快被广泛应用。他也因此获得诺贝尔奖。

1956年, Oedman, Morino, Tillnader 将不同头端弯度的导管,应用于腹部内脏动脉的选择性插管造影术。

1964年, Dotter 经导管做肢体动脉造影时,意外地将导管插过了狭窄的动脉,使狭窄的血管得到了扩张,改善了肢体的血液循环。在这种启示下,他利用同轴导管开创了经皮血管成形技术。

1964年, Smith 首先报道使用木瓜凝乳蛋白酶(chymopapain, 简称木瓜酶)注射治疗腰椎间盘突出症,该治疗方法命名为化学髓核溶解术。

1965年, Sano 用导管法成功地栓塞了先天性动静脉畸形。

1967年, Porstman 采用经腹股沟动、静脉双途径插入特制的导管进行栓塞的方法,栓塞未闭的动脉导管,取得了令人惊叹的成功。同年, Baum 和 Nusbaum 经导管灌注血管加压素治疗消化道出血取得成功,接着又开展了血管栓塞术治疗出血。

1968年, Newton 用栓塞血管的方法治疗脊柱血管瘤获得满意效果。

1969年, Dotter 首先提出了血管内支架的设想,并在犬实验研究中证实了血管内支架能够嵌入血管壁,保持血管腔通畅达两年半之久。由于20世纪70年代PTA的兴起,使内支架的研究受到冷落。直到14年后,PTA显示缺陷以后,血管内支架才得到重视和发展。

1969年, Sussman 将胶原蛋白水解酶注入椎间盘内进行化学髓核溶解术获得成功。

1974年, Grunzing 发明了双腔带囊导管用以做腔内

血管成形术,较之 Dotter 的同轴导管更先进。3年后他又用这种导管成功地为一患者在清醒状态下做了冠状动脉成形术。

1975年,Hijikata 首先报道经皮腰椎间盘突出髓核切除术(percutaneous lumbar discectomy,PLD),其原理与传统开窗式椎间盘切除术相仿,均为切除椎间盘组织,降低椎间盘内压,达到减轻或解除神经根受压的目的。

1983年,Dotter 和 Cragg 分别报道了用镍钛合金丝制成热记忆合金内支架的实验结果,标志着内支架的系统研究进入了一个新纪元。

1984年,Mass 报道了使用金属不锈钢圈制成的自扩式双螺旋形内支架。

1985年,Wright 和 Palmaz 分别报道了用不锈钢丝制成的自扩式 Z 形内支架和由不锈钢丝编织成的球囊扩张式网状管形内支架,次年改进为一种超薄壁无缝钢管式内支架。

1985年,Onik 设计了经皮自动椎间盘切割器,把套针最大管径改为 2.5mm,明显减轻了对软组织、神经及血管的损伤,门诊患者也可以接受治疗。

1987年以后,Sigwart、Rousseau、Strecker 和 Robkin 等相继报道了一些新的内支架。随着内支架材料、形态、投递技术的研究,其种类不断增多,应用范围越来越广。

1988年,Richter 等成功地实现了经颈静脉肝内门体静脉分流术(transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt, TIPS)治疗严重门静脉高压的临床应用。

1991年,Parodi 首次用直形内支架行腔内隔绝术治疗腹主动脉瘤获得成功。

## 第二节 介入放射学几种重要工具的发展

今天,介入放射学已经得到了普遍的应用,但是,在 1895 年伦琴(图 1-1)发现 X 线之前,介入放射学是不可想象的,可以这么说,伦琴的发现是今天介入放射学的起点。

介入放射学的基础器械数量不多,非常重要的几种工具包括:穿刺针、导管、导丝、对比(造影)剂,每一种工具发展到今天都经历了非常曲折而漫长的过程。

在现代介入放射学发展史上,有三个里程碑式的事件:一是 1929 年 Forssmann 博士(图 1-2)第一次将导管置入人体的血管(他自己的静脉)并用 X 线片(图 1-3)得到证实;二是 1953 年 Seldinger 博士(图 1-4)发明了后来被命名为 Seldinger 技术的经皮动脉穿刺、钢丝引导插管的动脉造影法;三是 1964 年 Dotter 博士(图 1-5)进行了首次经皮动脉狭窄的扩张。另外,更多的相对没那么重要的技术发明和革新导致了今天介入放射学的诞生。



图 1-1 伦琴  
1895 年伦琴发现 X 线



图 1-2 Forssmann  
1929 年 Forssmann 将导管置入自己的血管

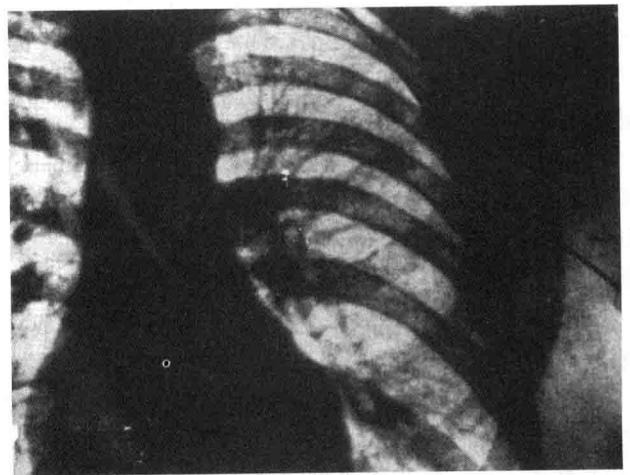


图 1-3 X 线片显示导管在 Forssmann 的心脏

介入放射学不是一个人发明的,而是在发展的过程中不断进步和完善的,而且它一直在发展。

要理解介入放射学的产生,我们必须考虑到:当时



图 1-4 Seldinger  
1953 年 Seldinger 发明了 Seldinger 技术

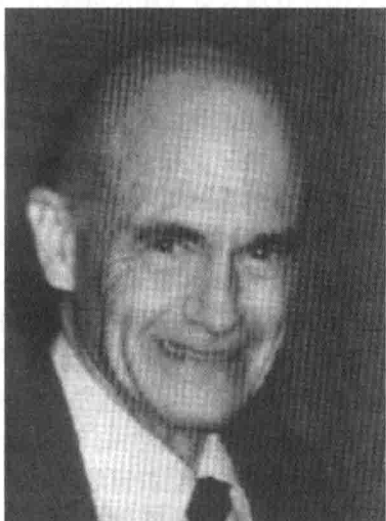


图 1-5 Dotter  
1964 年 Dotter 进行了首次经皮动脉狭窄的扩张

先驱者们所知道的常识,所得到的资金和物质资源都非常有限,而且当时的实验室非常简陋,发明者只按照他

们的想象自己设计和制作自己的实验设备。

介入放射学的发现从此改变了医生的行医方法,因此大大减轻了患者的痛苦和挽救了许多人的生命。这些都要归功于先驱者们抗击疾病的决心和忘我的工作。本节将展示先驱者们的艰苦探索过程。

## 一、穿刺针和注射器的发展

注射器和穿刺针有非常多的相似甚至相同之处。其实,可以说注射器是一种类型的穿刺针;同样也可以说,穿刺针是一种类型的注射器。所以,讲穿刺针的诞生一定要从注射器谈起。

**1. 第一个静脉注射器** 1665 年,牛津大学著名建筑学家和天文学家 Christopher Wren 发明了历史上第一支静脉注射器,当时人们认为外物只能通过口腔或直肠进入体内,但 Wren 却证实了外物也可以通过静脉进入体内。

Wren 把一些硫氧化铈和氧化铈混合物注入一些健康犬的静脉内,另外再把一些阿片注入同类的另外几只犬的静脉内。注入硫氧化铈和氧化铈混合物的犬死亡,而注入阿片的犬则昏迷。

Johann Daniel Major 是使静脉注射普遍使用于人类的推动者。1667 年,他在他的拉丁语论文“Chirurgie Infusoria”中介绍了这种技术,他的装置是由一根银制针管连着一个可用手按压的囊袋组成。由于针管比较粗钝,所以在插入针管前必须在皮肤上先开个切口。Major 的目的是通过注入物质进入血管从而使血液变稀,因为当时的科学家们认为血液会因为疾病而变稠。

**2. 现代皮下注射器** 现代皮下注射器的开创者 Zophar Jayne 于 1841 年取得专利权。这种装置(图 1-6)和现在的注射器大小相仿。整个针管由金属制成,针头和针筒是连接在一起的,针头的尖端没有孔,而是在针头的体部有侧孔,可以选择性地射出液体。再加上活塞的利用, Jayne 可以注射不同容积的液体。

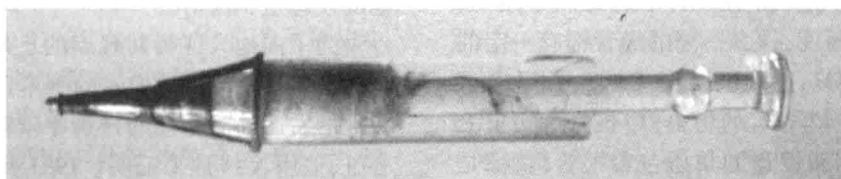


图 1-6 第一个现代皮下注射器

第一个使用现代不锈钢注射器针头和针筒的是苏格兰物理学家 Alexander Wood,他于 1850 介绍了他的装置, Wood 最早应用针管给有神经痛的患者皮下注射吗啡以减轻疼痛,这种针管主要由玻璃制成,由一个圆锥形的金属针帽连接可拆开的针头。活塞有一个圆锥形顶端,刚好和推进帽相配。刚开始这种装置并无容积标

示,但经过改进后这种装置加上了容积标示。

皮革圈在早期注射器里可充作针筒活塞垫圈。后来将这种不实用的材料换成了金属,这使活塞与针筒能更好地吻合,更利于无菌操作。根据记录,金属活塞式的针筒是在 1906 年由 Dewitt 和 Herz 提出的。

**3. 全玻璃式注射器** 全玻璃式注射器是 1896 年

Karl Schneider 在巴黎的 Wulfing-Luer 工厂首创的。新型的注射器带有用于煮沸的盒子,这个真正意义上的无菌注射器有以下几个优点:①结构非常简单;②不会被各种酸、碱、氧化物损坏;③有绝对精确的刻度,保证注射量;④整个结构都是透明的,避免了误注入空气;⑤玻璃活塞保证注入液的绝对洁净。

**4. 经皮穿刺针** 最初的经皮穿刺针产生于瑞典,是由外套管、针管、针管中的针芯及一个填塞器组成。填塞器的直径和针管的直径一致。在美国,Becton-Dickinson 公司于 20 世纪 40 年代开始生产这种动脉穿刺针管,接着这家公司大量生产穿刺针管用于动脉直接压力监测。Becton-Dickinson 公司也生产一种三合针,由针管、有确定长度的针芯及填塞器组成。针管及针芯一同插入,然后针芯拔出。填塞器则用于阻止血液流出。

因此,现代的无菌注射针管和针头都是产生于 20 世纪初。经皮穿刺针随后不久也出现了。但是玻璃活塞和针筒的制作,使针尖变锐利,杀菌等过程都非常昂贵和耗时。这些缺点刺激了注射器和穿刺针的包装、杀菌、一次性针头的改进,以及应用塑料来制作,并最终形成了今天的状况。

## 二、导管的发展

导管(catheter)这一词语来自于希腊文 katheter,意为流下,大家也许想当然地认为这最初起源于泌尿科,其实不然,第一个导管与灌肠有关。在古埃及时代,装灌肠剂的袋子通常是用动物的膀胱做成的,扎上针管(经常是金属管子),通过挤压袋子,物质从直肠中注入。但是,现代的导管基本上是从泌尿学导管的基础之上发展而来。

**1. 泌尿学导管的发展** 早在罗马时期,泌尿医师是用管子来导尿的,管子由银、黄铜、紫铜等做成,有适合男士、女士用的不同型号。有些管子有点弯曲的,有些则有两个弯曲的弧度,许多不同的导管都有一定的韧性,但也有一定的硬度,以利于插入。

Murphy 在他的著作《导管的历史》中报告了历史上的几种导管,一种是用蜡浸透的布条包着银管,就像是现在的电线,但插入之后,银管回抽,留下布导管在尿道里,但不幸的是,体温会融化石蜡,导管也就扁了。另一种设计是混合有螺旋式的银线,螺旋先用缝合的羊毛纸包起来,这种柔韧的导管可留在身体中几天,但当时并未广泛运用。

在 19 世纪早期,泌尿学家有两个基本的目标:①发明一种柔韧的、光滑的、抗尿酸的导管;②设计一种能扩张输尿管狭窄的导管。Cazenave 于 1875 年做了尝试,

用鲸鱼骨头或象牙来制作导尿管。然而,当时最广为人知的导尿管是由著名的外科学家 Auguste Nelaton 制作的,他那笔直的、抗尿酸的硫化橡胶导尿管在 19 世纪初被广泛商业制作,泌尿学家的第一个目标实现了。

早期泌尿学家设计“技术”来扩张输尿管狭窄部,他们把这一技术当做是一个基本目标。在 1846 年,Benigue 描述了一种技术:增大导尿管的直径,在导尿管顶部设有一个橄榄球状物作为扩张器。另一种导尿管有一个锥形的尖部,且带有侧孔,侧孔是用于注入硝酸银来腐蚀狭窄部的组织的。

法国物理学家 Reybard 显然是第一个发明带有气球样尖端导尿管的人。1855 年,他描述这种导尿管是用于扩张狭窄部,带有弯曲和气球样的顶部,Reybard 提供了其装置的详细说明,导尿管上装有两个可膨胀的囊袋,其中一个囊袋用针管输入空气和水后关闭小活栓,用于固定膀胱中的导尿管。另一个囊袋用针管输入空气和水后可用于分开手术后伤口,或者压缩增生的前列腺。

**2. 血管导管的发展** 第一个血管导管似乎于 17 世纪中期产生。相关的最早试验是从一动物动脉中输血到另一动物的静脉。Richard Lower 于 1667 年在伦敦操作了一项实验:他通过导管把羊的颈动脉血输入青年男子的颈静脉中,这种导管由两根银管组成——一根连于绵羊,一根连于男子——有一根针连通这两根管。

类似的试验继续进行着,有些成功了,有些则失败了。输血被禁止了长达两个世纪,直至橡胶管用于取血和输血。其他的调查发现在 18 世纪和 19 世纪,导管用于测量血液压力,材料有玻璃、黄铜等。

正式进入人体血管的导管于 1929 年产生,当时 Werner Forssmann 向他的上级恳求准许尝试一种新的方法——把药物直接注入心脏。Forssmann 出生于柏林,他于 1929 年在柏林大学拿到医学学位。同年,他在 Eberswalde 的 Auguste Viktoria Home 当实习医生,在那儿他的设想遭到反对。

为了向他人证明其观点的正确性,Forssman 拿他自己做实验。他用行放血术的手术包在皮肤上做一切口,在他的右肘前静脉插入一条导尿管,然后把导尿管推向心脏,他用 X 线片来证明。1931 年 Forssmann 发表论文描述了这一事情。

Cournand 在 1941 年首次描述了导管插入人类右心房并抽取了血样测量静脉血的氧含量,当时用的是不透射线的带有圆顶和两个侧孔的 8F 的导尿管。

1945 年,Cournand 和他的助手改进了测量方法,他们通过右心室采集血样,利用带有端孔的 8F 或 9F 的导尿管。这种导管的末梢 3in(1in=2.54cm)处轻度弯曲以利于推动。不久,Cournand 的导管由纽约的 USCI 公

司投入生产。

1953年当 Seldinger 介绍他的经皮血管穿刺技术时,聚乙烯也被研发出来了。这种材料可减少它的直径,当把它放在沸水中后马上冷却时能够保持其原先的形状,但这种材料可以透射线。

不透射线的聚乙烯导管是 1956 年由 Karolinska 研究所的放射学者 Per Odman 研发成功的。Per Odman 与 Ledin 一起,把重金属盐加入聚乙烯中,生产出了 Odman-Ledin 聚乙烯导管,这种聚乙烯导管有三种外径。Odman-Ledin 聚乙烯导管使得放射学者们能够加热塑型自己需要的导管。

(1) 导管的高压注射和扭力控制:不久,研究者们开始意识到与一般物质相比导管需要有更大的压力注入带黏性的物质。由于导管需要承受高压注射,一种新型的带有扭力控制的导管产生了。

早期的高压导管是由最先进的尼龙制成,接着由涤纶制成。这些导管是由 USCI 公司制作的。此时 USCI 公司的导管比别的导管更能耐受高压,但它们缺少扭力控制。

在 20 世纪 60 年代早期, Cordis 公司的 Robert Stevens 发明了现有技术条件下最好的导管。为了解决在高压下导管爆裂的问题,他用金属编织导管外壁,他发现这可以制成很好的扭力控制。此外,硬度的增加减少了所谓的导管突然移动。Stevens 的新型导管顶端没有金属编织物,能够保证顶端的柔软和弯曲状态。

不久,Stevens 的新型导管在多家公司(Cordis、Cook 和 USCI)开始大量生产。

(2) 导管的肝素外层:应用血管导管和人造血管的医生常要面临的问题是血栓的形成。一种解决方法是全身应用抗凝药物——通常是肝素。然而,这种技术有引起出血的危险。

在 20 世纪 60 年代末 70 年代初人们试图发明一种方法将肝素与血管导管和人造血管结合在一起。这个过程非常复杂。直到 1971 年,Amplatz 发明了一种简单的方法将血管导管、人造血管或导丝的表面被覆上抗凝肝素外层,这使得血栓形成的时间延长到 4h。Amplatz 的方法首先由 Cook 公司用于导管和导丝的生产中,接着其他几个生产商也应用了这一方法。

(3) 导管鞘:在 20 世纪六七十年代,血管造影术越来越普遍了。带有导管鞘的扩张器被用来帮助导管进入血管。利用 Seldinger 技术,医生开始使用带有导管鞘的扩张器进入血管,然后移开扩张器,导管就能轻易地通过鞘插入血管了。

(4) 导管的法国标准:虽然医学界都知道法国标准,但很少有人知道它起源于泌尿科。在 19 世纪中期,

扩张输尿管狭窄需要许多不同直径的导尿管,所以导尿管有了不同的标度(或者叫大小型号)。

这时,三种不同标度产生了:法国标准、英格兰标准、苏格兰标准,这三种标准不同。法国标准是以 1/3mm 为单位(图 1-7)的(例如,1French 的导尿管直径是 1/3mm)、英格兰标准则以 1/64in 为单位,苏格兰标准也是以英寸(in)为单位,但是比英格兰标准大 1.5 倍。

于是就有了国际争论,最终更加国际化的法国标准胜出。目前,所有的导管均以法国标准来确定它们的直径。

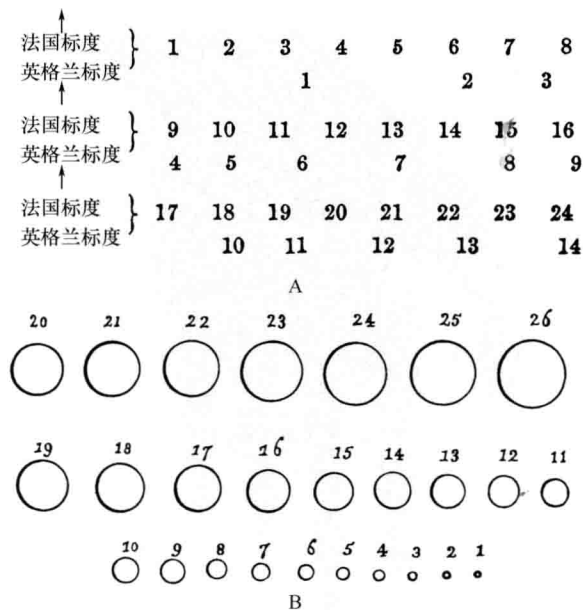


图 1-7 导管的标度

A. 法国标准(Charrière)和英格兰标准的对比;B. 法国标准

### 三、导丝的发展

如何把直径比穿刺针大得多的导管很好地插入目标血管呢?研究者们都想到应用较细的丝线置入中空的导管中,以利于将导管更好地引导进入目标血管。早期运用了电线等设备。Seldinger 最初用普通的银丝,甚至尝试用自己“手卷”的导丝。其他的人如 Dotter 则选用了更有创意的材料,比如钢琴或吉他的弦。

瑞典的 KIFA 公司生产了第一批“Seldinger 式导丝”,并将这种导丝与导管和手制工具放在一起卖。

Charles Dotter 在欧洲买了一卷导丝回美国。1963 年,Cook 公司成为第一个美国国内导丝生产商。不久,导丝很快发展到可以帮助导管尖端伸直或者弯曲。第一个商业生产的应用导丝可控制尖端的导管是 USCI 公司的 Muller 尖端弯曲系统,这种导管可通过导丝人为地控制几个弯曲的方向。Cordis 公司不久也投入生产这种导管。

现在,技术的发展使得导丝越来越先进和多样。根据使用物理特性的不同可以分为超滑导丝、超硬导丝和超长的交换导丝,根据用途不同可以有中空的溶栓导丝等。

## 四、X 线血管成像的发展

**1. X 线成像** 1895 年 11 月 8 日,Wurzburg 的物理教授 Wilhelm Conrad Roentgen 发现了 X 线,并开始研究它的性质,并得到第一张 X 线照片(图 1-8)。



图 1-8 世界上第一张 X 线照片,戴着戒指的手

Roentgen 的实验马上影响到全世界。1912 年 Eastman Kodak 发明了第一块专门用于放射学的感光板。1921 年就已经开始研究高质量的 X 线动画成像。到了 1930 年,X 线诊断机已发展成熟。

有些人尝试用影像增强器来增强 X 线成像,在不需要高电压时就能够做到荧光 X 线成像。第一个类似的装置是由 Coolidge 于 1939 年发明的,它带有一个方便的荧光屏。到了 1950 年左右,X 线成像装置进入商业生产,但那时仍不能同时观看和照相,研究者们很快解决了这些问题并加上电视监控器。

**2. 成像对比(造影)剂** HaScheK 和 LindentHal (1896 年)及 Cannon(1898 年)报告了用可吸收 X 线的成像对比剂显示血管和空腔脏器。从 1918~1923 年的研究中,研究者们得出了一个结论:碘化钾和碘化钠因为可以吸收 X 线的特性,所以正适合用作成像对比剂。

这为血管造影成像提供了可能。

首先使用碘化钠来进行血管造影成像的人是 Berberieh 和 Hirsch(1923 年)、Brooks(1924 年),Brooks 把碘化钠注入股动脉,然后 X 线血管造影成像显示了腓动脉和胫后动脉(图 1-9)。由于当时治疗四肢血管闭塞的基本方法是截肢,血管成像也就显得很重要了。

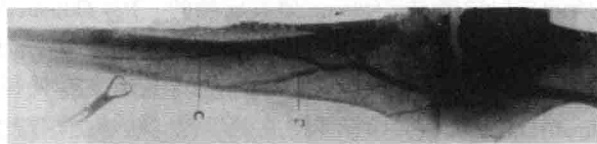


图 1-9 1924 年美国的 Brooks 用 50% 的碘化钠成功地做了世界上第一例股动脉造影,显示了腓动脉和胫后动脉

在 20 世纪 20~40 年代,人们一直努力寻找着更好的血管对比剂。1912 年,Sicard 和 Forestier 首次尝试碘化的罂粟种子油。在 20 世纪 30 年代碘化钾和碘化钠复合物成了首选。

20 世纪 70 年代以后,开发出了非离子对比剂,它具有相对低渗性、低黏度、低毒性等优点,降低了毒性不良反应。临床反应多和易发生过敏的离子型对比剂,改良为非离子型对比剂;由于非离子对比剂的反应轻微,术者能够准确判断术中患者出现的症状,使并发症大为减少,有利于介入手术的进一步开展。

**3. 数字减影血管造影(digital subtract angiography, DSA)** 血管造影是将对比剂注入血管内,使血管显影的 X 线检查方法。由于血管与骨骼及软组织像重叠,致使血管显影不清。数字减影血管造影是采用计算机处理数字化的影像信息,以消除骨骼和软组织影像的技术。Nudelman 于 1977 年获得第一张 DSA 图像。当前,血管造影已经普遍使用 DSA 技术。

## 第三节 Seldinger 技术和 U 形导管

对于介入放射学医生来说,Seldinger1953 年发明的经皮动脉穿刺、导丝引导插管的动脉造影法是历史性的重大突破。仅以一根细的穿刺针、一根导丝和一个导管作为自己的探索之船,Seldinger 向介入放射学医生开启了一个全新的世界,激发了放射学界很多人员开始自己探索性的工作。

Seldinger 并未发表过很多论文,但是这并没有关系。他以一份仅 9 页的简洁的论文(包括图片)宣布了自己的发明,证明了论文的质量远比数量重要,那篇文章发表在 1953 年 5 月份的《斯堪的纳维亚医学杂志》上。

Seldinger 技术十分简单,很多放射科医生通过观看

别人操作就很容易地掌握了操作步骤。但是, Seldinger 不会被忘记, 他的技术是介入放射学的里程碑, 使介入放射学向前迈了具有重大意义而又相当简洁的一步。

Seldinger 起初并未打算发明经皮动脉穿刺、导丝引导插管的动脉造影技术, 这是灵感的迸发。Seldinger 说这件改变了介入放射学的偶然事件是这么回事: “我有聚乙烯导管、套管针和导丝, 我试图将导管放入一具冰冻尸体的主动脉中, 突然, 在一瞬间, 一个念头迸发出来, 这三样东西可以应用在血管造影术上!” Seldinger 因此成为第一个把这三样东西结合在一起的人。

### (一) 探索之路

Seldinger 在 1953 年的文章中描述了早期科学家的工作, 这些知识的积累推进了他的著名发现的进程。他遇到了所有尝试把导管插到血管系统的医生所遇到的同样问题, 怎么样不用切开而完成这个步骤。那时, 切开术是最广泛应用的方法, 以便引导导管到指定位置并在注射对比剂之前把导管插到血管中。

Seldinger 引用了一篇 1941 年的报道, 报道说的是 Farinas 首先通过外科方法, 在局麻下暴露腹主动脉, 然后用套管针刺穿动脉, 把导管插入动脉中, 注射对比剂, 腹主动脉显影。

他也给予了 Radner 1947 年发表的文章充分的肯定, Radner 在他的文章中描述了外科方法暴露前臂的桡动脉并建立导管通道的方法(结扎桡动脉远端以减少血液流失量), Radner 推进导管, 通过注射对比剂, 使椎动脉显影。桡动脉远端被结扎, 侧支循环保证远侧的血供。

Seldinger 也受到 Jonsson 1941 年的一篇报道所启发, 那篇报道描述了应用双层套管针经皮穿刺右颈动脉使胸主动脉显影的方法, 外面的套管有一个钝端, 而里面的套管则像一根皮下针, 当血液从里面的套管流出来后, Jonsson 拿出里面的套管, 把一根银线穿过外套管, 插入主动脉中, 然后他将外套管沿着银线推进到主动脉中, 向里面注射对比剂使主动脉显影。后来由于害怕金属导管可能刺伤主动脉壁而放弃了这种操作。

### (二) 总结之路

很明显, 有众多的难题需要进行总结。Seldinger 技术的基本要素在 1953 年前就已存在, Farinas、Donald 和 Peirce 已经可以通过针管引入导管, Jonsson 已经运用银丝指引导管进入主动脉。

Seldinger 意识到需要一根较大的带孔导管, 因为我们需要在 8s 之内注射约 30ml 的对比剂。但是, 他也意识到“穿过针管的导管”和“针管外套导管”的技术都不适合于较大的带孔导管。

在为解决快速注射大剂量对比剂进入血管这个问题的尝试中, Seldinger 首先试用一种尖端近旁带孔的导管, 他把针管放入孔内, 使针尖突出于导管顶端。针管可以刺穿皮肤和血管壁。一旦导管位于合适的位置, Seldinger 将导管插入血管, 然后抽出针。

尽管这个方法效果好, Seldinger 觉得它仍需要一个技术精湛的操作者, 也不适合向更小的血管插入导管。他还意识到其他的缺点。尽管如此, 他使用带旁孔导管技术成功地诊断了肾上腺样瘤。

Seldinger 知道导管尖端应该要尖锐这样才能较为容易地进入血管。首先他在导管末端放置一个尖细的金属头, 但因为担心金属头会脱落进入血管, 他很快就将导管末端本身变细。

他也意识到使用导丝的重要性, 他称之为引导者。他使环形导丝以螺旋状环绕于直钢丝外。

### (三) 成功之路: Seldinger 阐述他的 Seldinger 技术

当谈到对技术的领悟时, Seldinger 总结为: “操作这些步骤比写下它还要快。进针, 进导丝, 出针, 套入导管, 拔导丝, 就这样。”图 1-10 显示了这些简单的步骤, Seldinger 写下了以下说明:

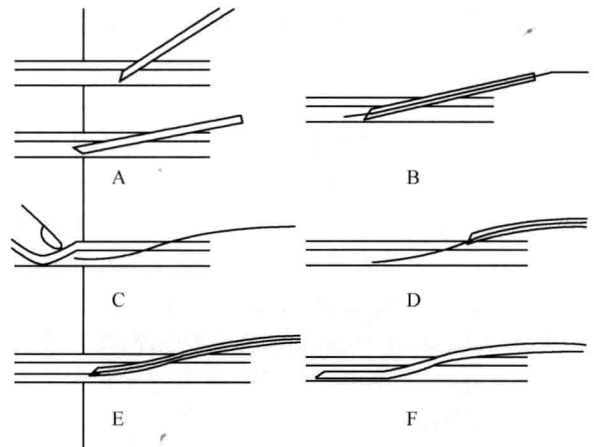


图 1-10 Seldinger 技术的过程

摘自 Seldinger 宣布自己发明的 1953 年 5 月份《斯堪的纳维亚医学杂志》

(1) 区域性局麻后, 以相对小的角度经皮穿刺血管。穿刺后, 最好旋转针头 180°, 并将穿刺针推进血管少许, 观察血流溢出以确保针头仍在血管内。

(2) 作为导引的针管尖端只插入动脉腔内很短的一段距离。

(3) 导丝固定后, 针管移动。这时应该在动脉穿刺口近端加压以控制出血, 因为导丝的半径比动脉上的孔更小。



(4) 导管穿过导丝。当尖端到皮肤时,导丝游离末端必须突出于导管外(导管的后端)。

(5) 导管和导丝在穿刺部皮肤附近被固定。因为针管已穿刺形成开口,导管很容易进入动脉。导管和导丝被推入足够远以确定之前进入的末端在血管腔内。

(6) 在通过导管得到良好的动脉血流后,导丝可以抽离,导管进入需要的水平。没有支撑的导管通常都可以毫无困难地撑起血管,但偶尔仍需重新插入导丝以支撑导管,导丝不能伸出导管顶端。

#### (四) 发展之路:Seldinger 技术应用的扩展

20 世纪 50 年代中期至 60 年代,Seldinger 技术开始被应用于如经皮、经肝胆管造影,经皮肾盂、输尿管造影等。应用初期因为一些临床医师对其可行性持怀疑态度而发展缓慢。20 世纪 70~80 年代,随着自然科学、生物技术的发展及新材料的发现,介入放射学使用的器材得到了迅速的发展和极大的改善,从而大大促进了经皮穿刺技术的应用和发展。尤其是近年来由于高分辨率影像增强器和数字减影血管造影(DSA)技术的普及,全身各部位的血管造影以及血管腔内介入疗法,其侵袭程度小,治疗效果显著,而在世界各国广泛迅速地开展起来。非血管性介入疗法如经皮、经肝胆管引流,经皮脓腔或囊肿穿刺引流术等都是采用 Seldinger 技术。

#### (五) 另一项重要的发明——U 形导管

研究经皮介入技术的使用时,Seldinger 为从主动脉发生的动脉进行选择性地插入而发明了一种弯曲的导管。在当时这是一个激进的想法,因为导管的一端是 U 形的。这是一个重大的发明,但他很少为此而获得赞赏,也许相对 Seldinger 技术而言,这一发明相形见绌了。

从 20 世纪 50 年代起,血管造影学家们便希望使小的血管显影,但这要求将一个带有尖头的导管置于血管中,然后注射对比剂。

20 世纪 50 年代初,Bierman、Tillander 和 Rapport 所发明的技术为 Seldinger 设计出一种 U 形导管铺平了道路。Seldinger 和 Edholm 在 1956 年的一篇题为“经皮肾动脉穿刺插管”中描述了 U 形导管,Edholm 和 Seldinger 指出控制造影剂的分布是血管造影学家们面临的困难,他们写到“通过直接注入肾动脉,用于检查肾的造影剂的总量需要选择,控制通过大动脉注射的造影剂的分布面临的难点是造影剂被清除和防止造影剂进入对侧肾,后者在那些即将被切除的被检肾的患者中尤为重要”。

Seldinger 和 Edholm 继续指出,选择性地导管插入肾动脉可以经皮穿刺完成,要使用以下 3 种工具:

- ①一个穿刺针;②一个有弹性的金属导丝;③一条与穿

刺针同规格或较大一点的聚乙烯导管。

导管是弯的(图 1-11),从导管尖端到直的部分的垂直距离要比主动脉的直径稍大一些。可通过火柴小心地加热导管使之弯曲,导管末端 3cm 的部分是最柔韧而易变形的,当导丝进入导管的内腔而且伸出了 3cm 的尖时,导管就被导丝撑直了(图 1-11)。当导丝撤回时导管又会弯曲成原来的样子,如果需要,导丝柔韧的尖部可留在弯曲的导管内作为一个不透射线的标志物。

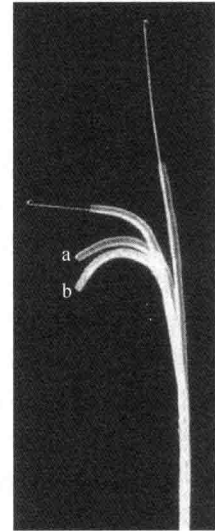


图 1-11 U 形导管,放入导丝被撑直

穿刺后,穿刺针在导丝的帮助下被取走。导丝和伸直的导管被推至肾动脉水平,导丝的末端缩回到导管内时导管就又弯曲了(图 1-12)。在 X 线透视下,导管尖移向目标肾而且沿着动脉壁移动,当触及肾动脉时,导管尖就会移出主动脉边缘,很容易地进入肾动脉。

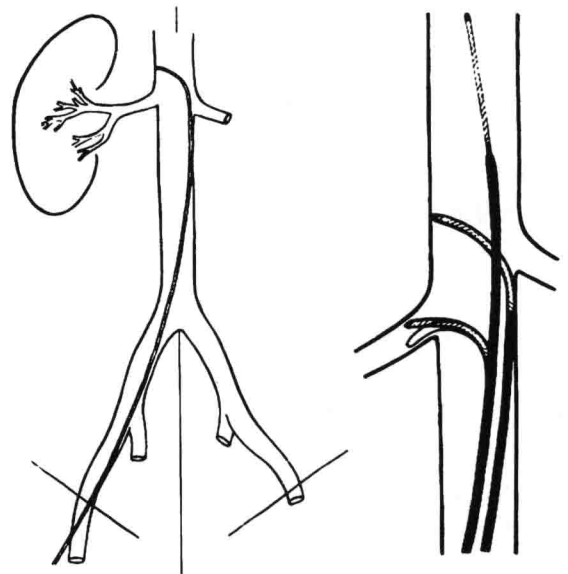


图 1-12 利用 U 形导管选择性插管肾动脉