

总主编 吴恩惠

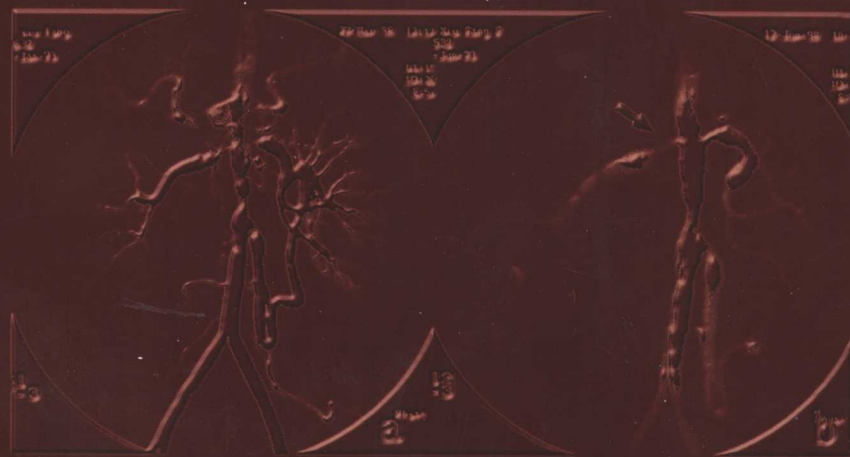
中华影像医学

CHINESE MEDICAL IMAGING

介入放射学卷

主 编 贺能树

吴恩惠



人民卫生出版社

◆ CHINESE MEDICAL IMAGING

◆ CHINESE MEDICAL IMAGING

中华影像医学

总 主 编	吴恩惠
总主编助理	贺能树
	张云亭
	白人驹
顾 问	刘玉清
	李果珍
	朱大成

人民卫生出版社

CHINESE MEDICAL IMAGING

图书在版编目(CIP)数据

中华影像医学. 介入放射学卷/贺能树等主编. —北京:
人民卫生出版社, 2005. 6

ISBN 7-117-06719-5

I. 中… II. 贺… III. ①影像-诊断学②介入疗
法 IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 035348 号

中华影像医学 介入放射学卷

主 编: 贺能树 吴恩惠

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园3区3号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

邮购电话: 010-67605754

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 889×1194 1/16

印 张: 39

字 数: 1113 千字

版 次: 2005年6月第1版 2005年6月第1版第1次印刷

标准书号: ISBN 7-117-06719-5/R·6720

定 价: 118.00 元

版权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究
(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)



编 委 会

MEDICAL IMAGING

CHINESE

- | | |
|-----|-------------------|
| 吴恩惠 | 天津医科大学总医院 |
| 贺能树 | 天津医科大学总医院 |
| 李麟荪 | 南京医科大学第一附属医院 |
| 田建明 | 第二军医大学长海医院 |
| 张兆琪 | 首都医科大学附属北京安贞医院 |
| 刘子江 | 浙江省人民医院 |
| 徐 克 | 中国医科大学附属第一医院 |
| 张金山 | 中国人民解放军总医院 |
| 冯敢生 | 华中科技大学同济医学院附属协和医院 |
| 周义成 | 华中科技大学同济医学院附属同济医院 |
| 张雪哲 | 北京中日友好医院 |



编者名单

(按编写章节顺序排列)

CHINESE
MEDICAL IMAGING

- | | | | | | | |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| 第一篇 | 李麟荪
贺能树 | 施海彬 | 顾建平 | 肖湘生 | 祖茂衡 | 吴恩惠 |
| 第二篇 | 田建明 | 郝 强 | 刘建民 | 黄清海 | 张晓龙 | 黄祥龙 |
| 第三篇 | 张兆琪 | 吕 飙 | 范占明 | | | |
| 第四篇 | 刘子江 | 袁建华 | 陈方宏 | 罗祖炎 | 瞿幼存 | |
| 第五篇 | 徐 克
邹英华 | 韩铭均
杨仁杰 | 杨海山
茅爱武 | 来 颖
苏洪英 | 张曦彤 | 朱晓玲 |
| 第六篇 | 张金山
孙玉芝
崔志鹏 | 王艳萍
叶慧义
张雪哲 | 李建国
郭启勇
任 安 | 唐志全
李彦豪 | 陈世晞
陈 勇 | 巩悦勤
梅雀林 |
| 第七篇 | 冯敢生 | | | | | |
| 第八篇 | 周义成 | 刘善雄 | 王仁发 | | | |
| 第九篇 | 张雪哲 | 任 安 | | | | |

前 言

MEDICAL IMAGING

CHINESE

我国影像医学经过几十年的发展,在各个方面均取得了令人瞩目的成就,但就全国范围而言,仍缺乏一本高水平、能立于世界之林的影像医学专著。因此,尽快出版一部总结我国影像医学成果又反映当今国际影像医学发展最新动态的高级参考书,已成为我国影像医学界的一个重大课题。有鉴于此,人民卫生出版社对此表示了极大的支持,并委托我们组织全国力量编写这部《中华影像医学》。本书以系统为纲,同时采取系统与技术相结合的方式编写。全书共分13卷:总论卷、呼吸系统卷、中枢神经系统卷、心血管系统卷、消化系统卷、肝胆胰脾卷、头颈部卷、肌骨系统卷、泌尿生殖卷、乳腺卷、介入放射学卷、影像核医学卷及超声诊断学卷。各卷独立成册,陆续出版。

本书编写人员组成的指导思想是老一辈专家把关,中青年专家挑大梁,调动所有积极因素,团结全国力量。因此凡被邀请参加编写本书的人员,在影像医学某些领域内均具有较高学术水平和一定知名度的专家学者。

本书主要反映当代影像学发展的最新水平,对于已经或即将用于临床的各种成像技术、检查方法、新征象、新理论以及新治疗方法,将以我国自己资料为主加以较为详尽的介绍。对于一些已被淘汰或即将废用的技术、方法,只作为历史发展长河中的一个阶段,仅为简略叙述。

在叙述疾病的影像学表现时,注意共性与个性的关系,以便读者能正确把握疾病的影像学一般规律。本书在以常见病、多发病的基础上,对少见、罕见病也作了简明扼要的叙述,希望本书不仅是一本影像医学的规范性读物,使之也具有影像学辞典之作用,以达实用性之目的。

本书力求文字简明、扼要、通顺,叙述层次结构合理,具有逻辑性、连贯性。名词术语力求规范化,做到前后统一,避免口语化,使本书具有可读性。

总之,我们力求使本书内容具有科学性、先进性、权威性和实用性的特点,使之成为一部高层次、高品位和高水平的影像医学大型参考书。

但是,由于作者分散,成书时间较紧,有些地区或单位的作者因故未能参与本书编写,以及我们编者水平有限等等原因,本书还有很多不尽如人意之处,错误与纰漏在所难免,望读者批评指正。

我们希望本书将随时代与技术的发展,定期或不定期修订再版,使之跻身于世界名著之列。

吴恩惠

2002年1月



前 言

(介入放射学卷)

MEDICAL IMAGING

CHINESE

在我国,介入放射学历经 20 余年的应用、发展已取得了非常可喜的成果。为此,我们在人民卫生出版社的支持下,邀请国内部分介入放射学家,以国内资料为主,编写了本书。

介入放射学兴起于放射学科,但在其后的应用中,极大地推动了临床医学的发展,并且改观了临床医学治疗体系的原有程序,神经介入与心血管介入表现得尤为明显,因此以“介入治疗学”来称呼“介入放射学”似乎更为合理。目前出现的倾向是,临床各学科均在竞相开展各自的介入治疗技术,介入技术已逐渐融入相应学科的治疗体系之中。我们希望,我国介入放射学在未来的发展中一定会形成具有中国特色的学术领域。

本书共九篇,按人体系统编写。第一篇为总论,第二至九篇为各论,介绍不同疾病的介入治疗适应证、禁忌证、介入治疗技术、方法、疗效、并发症等内容,并附以相应的图片及参考文献,适合于介入放射学医师及相关临床人员参考。

由于本书成书过程较长,作者分散,写作风格各异,谬误与不足之处在所难免,恳请诸位批评指正。

贺能树 吴恩惠



目 录

(按篇顺序排列)

MEDICAL IMAGING

CHINESE

第一篇 总论 (1)

第一章 介入导向影像设备	(3)	第八节 支架	(51)
第一节 X线导向设备	(3)	第九节 下腔静脉滤器	(55)
第二节 超声导向设备	(5)	第十节 椎间盘介入器械	(57)
第三节 CT导向设备	(6)	第三章 药物	(60)
第四节 MR导向设备	(7)	第一节 造影剂	(60)
第二章 介入器械	(10)	第二节 抗凝剂	(63)
第一节 常规器械	(10)	第三节 溶栓药物	(65)
第二节 经皮活检针	(23)	第四节 血管活性物质	(66)
第三节 引流器械	(26)	第五节 化疗药物	(66)
第四节 取异物器械	(30)	第六节 溶石药物	(71)
第五节 灌注器械	(31)	第七节 抗感染药物	(72)
第六节 成形术器械	(32)	第八节 介入术前及	
第七节 栓塞材料	(39)	术中用药	(74)

第二篇 中枢神经系统 (81)

第一章 脑、脊髓血管的影像学解剖	(83)	第一节 介入简史	(121)
第一节 颈内动脉	(83)	第二节 临床概述	(121)
第二节 椎动脉	(87)	第三节 介入器械	(121)
第三节 基底动脉	(89)	第四节 介入治疗技术与方法	(121)
第四节 脑底动脉环	(90)	第五节 疗效评价	(124)
第五节 颈外动脉	(90)	第六节 并发症及其处理	(124)
第六节 颅内、颅内外动脉间		第七节 限度与进展	(125)
吻合	(91)	第四章 脑动静脉畸形	(126)
第七节 颅内静脉和静脉窦	(92)	第一节 介入简史	(126)
第八节 脊髓的动脉和静脉	(94)	第二节 临床概述	(126)
第二章 颅内动脉瘤	(95)	第三节 介入器械	(126)
第一节 介入简史	(95)	第四节 介入治疗技术与方法	(127)
第二节 临床概述	(97)	第五节 疗效评价	(128)
第三节 介入器械	(100)	第六节 并发症及其处理	(129)
第四节 介入治疗技术与方法	(102)	第七节 限度与进展	(130)
第五节 疗效评价	(110)	第五章 脊髓血管畸形	(131)
第六节 并发症及其处理	(115)	第一节 介入简史	(131)
第七节 限度与进展	(117)	第二节 临床概述	(131)
第三章 颈动脉海绵窦瘘	(121)	第三节 介入器械	(133)



第四节	介入治疗技术与方法	(133)
第五节	疗效评价	(138)
第六节	并发症及其处理	(138)
第六章	脑缺血	(139)
第一节	介入简史	(139)
第二节	脑缺血的基础与临床	(140)
第三节	介入治疗材料与器械	(143)

第四节	血管内成形术治疗脑缺血的 技术与疗效评价	(144)
第五节	脑梗死动脉内溶栓治疗 技术与疗效评价	(152)
第六节	并发症及其处理	(155)
第七节	缺血性脑血管病介入 治疗进展	(156)

第三篇 心血管系统(163)

第一章	冠心病	(165)
第一节	冠心病的临床概述	(165)
第二节	冠心病的介入治疗总介	(165)
第三节	冠状动脉造影对冠状动脉介入 治疗的指导作用	(167)
第四节	经皮腔内冠状动脉成 形术(PTCA)	(168)
第五节	冠状动脉支架置入术	(174)
第六节	PTCA 术和支架置入术疗效的 影像学评价	(177)
第七节	冠心病介入治疗的常见并 发症及处理	(178)
第二章	先天性心脏病	(182)
第一节	动脉导管未闭封堵术	(182)
第二节	房间隔缺损闭合术	(185)
第三节	经导管室间隔缺损封堵术	(188)
第四节	经皮球囊肺动脉扩 张成形术	(193)
第五节	小儿经皮球囊主动脉瓣 扩张成形术	(197)
第六节	先天性冠状动脉瘘的导管 介入治疗	(202)
第三章	心脏瓣膜病	(205)

第一节	经皮球囊二尖瓣狭窄成 形术	(205)
第二节	成人主动脉瓣球囊成形术	(220)
第四章	肺动脉血栓栓塞	(223)
第一节	急性肺栓塞的导管介入治疗	(223)
第二节	下腔静脉滤器置入术	(224)
第五章	周围血管疾病	(227)
第一节	经皮经腔血管成形术	(227)
第二节	血管支架成形术	(231)
第三节	下肢动脉 PTA 和支架 置入术	(237)
第四节	肾动脉狭窄的 PTA 和支架 成形术	(246)
第五节	头臂动脉成形术	(246)
第六节	布-加综合征	(246)
第六章	主动脉瘤和主动脉夹层	(247)
第一节	病因、分型和自然史	(247)
第二节	主动脉瘤和主动脉夹 层的 MRI 诊断	(248)
第三节	主动脉瘤人工血管支架腔 内隔绝术	(250)
第四节	主动脉夹层经皮人工血管 支架腔隔绝术	(255)

第四篇 呼吸系统(263)

第一章	支气管肺癌	(265)
第一节	介入简史	(265)
第二节	肺癌的临床概述	(265)
第三节	肺癌的诊断	(267)
第四节	肺癌的分期	(268)
第五节	肺癌的介入性诊断技术	(269)
第六节	肺癌的供血动脉	(274)

第七节	支气管动脉的解剖	(275)
第八节	肺癌的支气管动脉灌注化疗	(278)
第九节	肺癌的栓塞治疗	(286)
第十节	经皮肺穿刺瘤内注射 无水乙醇	(287)
第十一节	肺沟癌	(289)
第十二节	肺癌并发癌性	



胸腔积液	(290)
第十三节 肺癌 BAI 联合其他治疗	(292)
第二章 呼吸系统的支架治疗	(298)
第一节 上腔静脉综合征	(298)
第二节 肺癌侵犯食管的支架植入术	(299)
第三节 气管、支气管内支架植入术	(301)

第三章 肺部其他病变	(303)
第一节 肺转移性肿瘤	(303)
第二节 咯血	(304)
第三节 肺动静脉畸形	(306)
第四节 肺脓肿	(308)
第五节 急性肺动脉栓塞	(310)

第五篇 胃肠道系统(315)



第一章 胃肠道动脉性出血	(317)
第一节 临床概述与介入简史	(317)
第二节 适应证与禁忌证	(319)
第三节 技术与方法	(319)
第四节 疗效评价	(322)
第二章 食管胃底静脉破裂出血的 栓塞治疗	(323)
第一节 临床概述与介入简史	(323)
第二节 经皮经肝胃冠状静 脉栓塞术	(325)
第三节 食管胃底静脉出血的 双介入治疗	(331)
第三章 食管静脉曲张与套扎疗法	(336)
第一节 发展简史、原理及适应证	(336)
第二节 操作技术与相关器材、药品	(337)
第三节 并发症及其处理	(340)
第四节 临床疗效、限度与展望	(341)
第五节 食管静脉曲张套扎术	(342)
第四章 胃肠道狭窄扩张术	(345)

第一节 发展简史与适应证、禁忌证	(345)
第二节 术前准备与相关器材、药品	(346)
第三节 操作技术与并发症处理	(347)
第四节 临床应用及疗效	(349)
第五章 胃肠道狭窄的内支架治疗	(352)
第一节 发展简史与适应证、禁忌证	(352)
第二节 主要操作技术及相关器材	(352)
第三节 术后处理与并发症	(355)
第四节 临床疗效及展望	(355)
第六章 结肠、直肠内支架置入术	(357)
第一节 发展简史与适应证、禁忌证	(357)
第二节 主要操作技术及相关器材	(357)
第三节 术后处理与并发症	(359)
第四节 临床疗效	(360)
第七章 经皮穿刺胃造瘘术	(361)
第一节 发展简史与适应证、禁忌证	(361)
第二节 术前准备	(362)
第三节 操作步骤与临床疗效	(364)
第四节 胰腺假性囊肿与胃内瘘术	(366)

第六篇 肝胆胰脾(371)



第一章 原发性肝癌	(373)
第一节 HCC 的血管造影诊断	(373)
第二节 HCC 介入治疗发展简史	(376)
第三节 TAE 治疗肝癌的适应证与 禁忌证	(377)
第四节 TAE 技术与方法	(377)
第五节 TAE 治疗 HCC: 对不同病理学 类型肿瘤的疗效	(382)
第六节 TAE 治疗 HCC 的合并症与 栓塞后综合征	(385)
第七节 对 HCC 介入治疗现状的 评价与展望	(387)

第二章 原发性肝癌的介入性超声 诊断和治疗	(389)
第一节 介入简史	(389)
第二节 超声引导下穿刺组织活检	(389)
第三节 HCC 的超声引导下 介入性治疗	(391)
第三章 肝脏转移性肿瘤	(395)
第四章 肝脏良性肿瘤	(399)
第一节 肝血管瘤	(399)
第二节 肝血管内皮细胞瘤	(401)
第三节 肝细胞腺瘤	(401)
第四节 局灶性结节性增生	(402)

第五节 肝炎性假瘤	(403)
第六节 血管平滑肌脂肪瘤	(403)
第五章 胆道梗阻	(405)
第一节 概述	(405)
第二节 介入治疗的适应证和禁忌证 ..	(405)
第三节 介入器材	(406)
第四节 介入治疗技术与方法	(407)
第五节 经内镜介入治疗胆道梗 阻性病变	(419)
第六章 胰腺疾病	(422)
第一节 正常胰腺解剖	(422)
第二节 胰腺肿瘤的影像诊断	(424)
第三节 胰腺病变的经动脉导管治疗 ..	(430)
第七章 脾脏疾病	(432)
第一节 脾肿大和脾功能 亢进的介入治疗	(432)

第二节 脾脏其他疾病的介入治疗 ..	(446)
第八章 出血性病变	(448)
第一节 出血性疾病介入治疗总论 ..	(448)
第二节 腹部实质性脏器自发性破裂 ..	(451)
第三节 肝脏创伤	(454)
第四节 脾脏创伤	(456)
第九章 肝脏相关血管病变	(458)
第一节 布-加综合征	(458)
第二节 经颈静脉途径肝内门-体静脉内 支架分流术(TIPSS)	(473)
第十章 腹部病变 CT 导引下经皮非经血 管穿刺活检与介入治疗	(487)
第一节 概论	(487)
第二节 CT 导引下的穿刺活检	(488)
第三节 CT 介入治疗	(490)

第七篇 泌尿生殖系统(505)

◇

第一章 泌尿系肿瘤	(507)
第一节 肾癌	(507)
第二节 膀胱癌	(509)
第二章 妇科肿瘤	(512)
第一节 妇科恶性肿瘤	(512)
第二节 子宫肌瘤	(514)
第三章 输卵管疾病	(517)
第一节 输卵管妊娠	(517)
第二节 输卵管性不孕症	(519)

第三节 输卵管粘堵绝育术	(521)
第四章 男性生殖系疾病	(523)
第一节 前列腺增生	(523)
第二节 血管性阳痿	(524)
第三节 精索静脉曲张	(527)
第五章 肾血管性高血压	(531)
第六章 肾外伤	(535)
第七章 生殖器官大出血	(537)
第八章 经皮肾造口术及引流术	(539)

第八篇 肌骨系统(543)

◇

第一章 肌骨创伤	(545)
第一节 急性血管损伤	(545)
第二节 四肢假性动脉瘤	(545)
第三节 股骨颈骨折	(545)
第四节 髌骨骨折	(547)
第二章 关节病变	(549)
第一节 椎间盘造影	(549)
第二节 腰椎间盘突出症	(550)
第三节 颈椎间盘突出症的经皮 穿刺摘除术	(555)
第四节 脊柱椎间小关节综合征的 封闭治疗	(558)

第五节 髋膝关节药物封闭治疗	(559)
第六节 经皮关节穿刺引流 治疗感染	(560)
第三章 肌肉与软组织	(561)
第一节 神经封闭治疗	(561)
第二节 肌肉与软组织封闭治疗	(563)
第四章 骨肿瘤	(564)
第一节 良性骨肿瘤	(564)
第二节 恶性骨肿瘤	(569)
第五章 肌骨其他病变	(574)
第一节 经皮肌骨活检术	(574)
第二节 股骨头缺血性坏死	(575)



第三节 经皮椎体成型术 (578)

第四节 跟骨经皮钻孔减压术 (579)

第九篇 经皮穿刺活检(583) ◆

第一节 介入器械和导引技术 (585)

第四节 CT 导引经皮穿刺活检 (587)

第二节 透视导引经皮穿刺活检 (586)

第五节 MR 导引经皮穿刺活检 (592)

第三节 超声导引经皮穿刺活检(略) ... (587)

英中文对照索引 (594)

中英文对照索引 (598)

第一篇

CHINESE MEDICAL IMAGING

总 论



第一章 介入导向影像设备

第一节 X线导向设备

大多数介入操作是在直视下进行选择性或超选择性甚至超超选择性的插管，随着医疗器械的进步，介入操作逐渐向更精细的微创方向发展，导管、导丝等器械越来越精细，管径越来越小，这就对X线机提出了更高的要求，要求X线机的分辨率越来越高。近年来，在发达国家，数字减影血管造影机(digital subtraction angiography, DSA)已逐渐取代了老式的带快速换片机的血管造影机。在我国，不远的将来 DSA 必将取代这类老式的血管造影机，但由于目前发展很不平衡，这种老式的血管造影机在经济不太发达的地区可能还要存在一个时期，而且它有本身的优点，如分辨率高，图像清楚等，为有的术者所喜爱。

一、普通 X 线机

(一) 发生器

介入放射应用的发生器至少应在 500mA 以上，以满足容量大、性能高、输出稳定的要求，可自动调节曝光量。双相摄影时，可用两只 500mA 以上的发生器，或一只 1000mA 以上的发生器。采用三相 6 波或 12 波整流，电路设计上需与快速换片机、高压注射器相连接并自动控制。

(二) 球管

由于只有 0.2% 的电能转换为 X 线，其余转换为热能，且多发生于球管阳极，因此球管应是高负荷旋转阳极球管，有良好的冷却装置，以满足快速连续摄片时高热容量的要求。为使影像清晰，焦点应在 1.5mm 以下，需作放大摄影时还应有 0.3mm 以下的小焦点球管。

(三) 影像增强器

影像增强器将入射的 X 线透视图像转换成相应的荧光图像并增强了图像的亮度，20 世纪 50 年代开始应用于临床，输出的高亮度可以满足电视摄影的需要，使 X 线操作可在明室电视透视下进行，

大大降低了辐射剂量，提高了影像分辨率，还可进行 X 线电影和录像，已成为 X 线机的重要组成部分。影像增强器有向大屏幕、高分辨率发展趋势。影像增强器已采用铯-碘化物输入屏，使 QDE(量子检出效率)、转换率、分辨率和对比度均有提高。市售的影像增强器尺寸有 5~35cm，有单一和多种尺寸模式，一般说来，小尺寸、单模式的影像增强器在临床上的图像质量优于大尺寸、多模式增强器。现已开始采用平板探测器。

(四) 快速换片机

可通过一次注射造影剂获得从动脉期至静脉期的连续影像信息，省时经济、能立即观察造影图像，减少了造影剂和辐射剂量。在儿童若能采用正侧位双相快速摄片则更为理想，但不适合于成人，尤其是肥胖者。快速换片机可分手动和自动两大类。自动换片机主要有片夹移动式 and 胶片移动式。先进的换片机由计算机控制，与床的移动、高压注射器和曝光条件等相协调。

1. 片夹移动式换片机 通过电动机或弹簧驱动片夹进行换片，真空的片夹可保证胶片与增感屏紧密相贴，但曝光速度有限，震动大，换片速度为 2~4 张/秒，可摄片 8~21 张。一般血管性介入造影均需 3 张/秒，对远距离造影可减为 1 张/秒。

2. 胶片移动式 又分卷片式换片机和单片式换片机两种，重量轻，曝光速度快，因此需高能发生器相匹配，最大缺点是胶片与增感屏不易紧贴，有空气滞留，易产生静电，造成伪影。

(1) 卷片式换片机：由电动机带动偏心轮，再由锯齿偏心轮带动胶片，使胶片按一定的速度和间隔通过固定的增感屏曝光区，片长可达 20m，摄片速度可达 6~12 张/秒。机械上容易输送，片子总按一定顺序排列，阅片不占时间，也不易丢失，缺点是装片和取片须在机房暗化下进行，并需一套专用的洗片设备和储存系统，转轮体积大，占空间。

(2) 单片式换片机：较常用，配有装片箱和收片箱，可在暗室装取片，使用方便，可以平片方

式方便地储存。常用有 AOT 和 PUCK 两种。前者换片速度可达 6 张/秒, 后者 3 张/秒, 装片量可达 20~30 张。AOT 经久耐用, 但易卡片, 影像增感屏有防静电装置, 需周期性更换。PUCK 体积小、重量轻, 可直接装于造影床, 使用更为方便。

另有一种荧光放射式快速换片机, 安装于影像增强器上, 胶片有 70mm 和 100mm 两种, 可在电视透视下直接点片或连续摄片, 后者速度可达 6 张/秒, 清晰度不如大片直接摄影。此类摄影可用于非血管性介入放射。

(五) 高压注射器

可在短时间内根据需要注入大量造影剂, 按动力来源不同分为弹簧压力式、杠杆压力式、气压式和电动式。目前以电动式高压注射器最为理想和常用, 先进的电动式高压注射器采用微机处理技术, 借助计算机自由编制注射程序, 适用于各种型号的导管, 可根据需要在 1ml/h 至 59ml/s 的范围内任意选择注射速度, 注射剂量误差很小, 并有变速注射、心电图触发分次注射等功能, 还设有注射压力、速度、剂量过载、电泄漏等保护装置, 使用极为安全、方便。

(六) X 线电影和 X 线录像

X 线电影是影像增强器与光学仪器结合, 用电影摄像机将影像增强器输出屏上增强的荧光影像记录在电影胶片上的方法。所用的胶卷为 35mm 或 16mm, 红灯安全的 X 线电影专用胶片效果较佳, 需用高速电影摄像机以 15~200 幅/秒的速度拍摄。虽然分辨率不如单片, 但其采样速度的显著提高弥补了其不足, 显示动态运动影像尤佳, 并可同时观察及转录在磁带或磁盘上。多用于冠状动脉造影与介入治疗, 可以观察动态变化情况。目前常采用脉冲技术, 可明显减少射线量, 提高清晰度, 减少移动伪影。可随意调节放映速度, 有利于观察快速变动的影像与其相配套的设备包括自动电影胶片洗片机和电影放映机等。

X 线录像是用电视录像设备将造影所见录制于磁带上, 可记录全部动态影像而不用胶片, 因此便宜省时, 需要时可将全部造影情况立即重现于电视屏上。但影像不如电影清晰。

二、数字血管造影

数字血管造影(digital angiography)是将影像增

强器、电视摄像机的输出信号通过电子束扫描仪转换为数字信号, 经过计算机处理后将图像储存或显示。临床上数字血管造影最早以 DSA 的形式在 20 世纪 80 年代初出现, 减影有时间减影和能量减影两种, 目前多用时间减影, 即将未注射造影剂的图像作为蒙片, 与注射造影剂的图像相减, 最终获得仅有血管的图像, 而骨骼和其他固定的影像均被减去。但临床上也采用非减影数字采集, 如心脏造影、外周血管团注追踪(bolus-chase)造影和旋转造影等, 有时术者需要有骨性标志对病灶定位, 所以不作减影处理。另外, 采用数字化后透视能力也得到了显著增强。因此用数字血管造影这一范围较大的概念更为合适。近年来主要的进展在于电视摄像机、信号处理和储存装置的改进。

由于图像信息数字化, 图像的处理和使用具有灵活性, 其主要优点在于:

1. 实时采集和按任意需要动态回放, 方便省时, 有利于全面观察和术中作决定, 克服了常规造影用快速换片机照片的不便。

2. 与常规造影相比, DSA 减去了与靶血管重叠的其他影像, 克服了常规造影胶片、增感屏和显影过程中的不均匀性, 还可调节图像显示的对比度, 因此密度分辨率高, 可显示非常细微的血管和肿瘤染色, 尤适合于脊髓血管造影等情况。

3. 动能多样, 如路途示踪功能(road mapping)、最后图像保留功能、图像参考功能、边缘增强功能、各种测量功能、旋转造影和团注追踪造影功能、三维重建功能等均有利于操作和分析, 提高了图像的清晰度, 减少了曝光剂量。新近的设备综合使用低剂量脉冲透视、智能曝光、图像数字放大、自动滤过调整、自动剂量测量和显示系统等技术可使曝光剂量降低达 90%。

4. 储存方便 图像除部分随机储存外, 可以胶片、磁盘、光盘等多种形式储存。

但数字血管造影也有一些缺陷。首先是空间分辨率不及普通单片造影, 前者约 2 线对/毫米, 后者 5 线对/毫米或更高, 因此有些方面的应用如脑血管造影、肾动脉造影、肺动脉造影、肠系膜动脉造影等用快速换片机仍有其一定的优势。其次, 运用 DSA 时, 呼吸、吞咽、肠胃蠕动、心血管搏动等均可造成伪影。目前影像增强器环形输入屏的最大尺寸约 16inch, 限制了视野。再者就是价格较昂

贵,尤其是高档先进的设备,影响了其普及率。

目前较先进的非心脏应用的数字血管造影机应具备以下要求:

X线机架应为“C”型或“U”型臂状,可沿病人的横断和矢状面旋转。“C”型臂应有一定的大小,保证经股动脉、腋动脉、颈部或腹部等多种入路的方便,并可方便地电动移走。为病人的安全,还应可手工移走。“C”型臂的位置可锁定,其角度可通过数字显示。应有防撞设备,以免与病人过度接触。检查床或机架应有步进装置,其步进速度可自动调正,检查床的活动范围应大,以保证全身的检查,由碳纤维材料制成,减轻了重量,增加了X线通透性,易满足各种设计需要。

发生器应是3相12脉冲或高频转换型,能量为80~100kW。应小型化并配有自诊能力,可满足30次/秒的脉冲透视、60次/秒的图像显示的需要,以显著减少放射剂量。

球管的热容和热散发能力十分重要,最低热容量应为1.7百万热单位,热散发能力至少为100kHu/分,焦点为0.6mm和1.0mm。应配有球管显示器以免球管过载,应有合适的正极角度以适应大视野的影像增强器。

为减少X线剂量而不明显影响图像的质量,可用厚至3mm的铝片以滤过X线。准值仪应在透视野边上显示,呈矩形或环型。应配有可动滤片,对密度差异时的减影采集特别有价值。

影像增感屏应为大视野,最好是14inch或更大,配有电视摄像和显示,有3~4种电子放大模式。最新的增强器应包含铯-碘化物荧光屏和一个钛窗,具高水准的放射探测能力,从而减少X线剂量。80KVP时捕获能力大于 $250\text{cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{mR} \cdot \text{s})$,空间分辨率14inch视野时至少2.5线对/mm,9inch时3.3线对/mm,6inch时4.6线对/mm,对比度20:1,内部有自动亮度调节。

电视摄像机和显示器应为1000行扫描线,无闪烁,信-噪比大于1000:1,显示器对角线大于17inch。空间分辨率在14inch模式时应为1.6线对/mm,9inch模式时1.8线对/mm,6inch模式时2.6线对/mm。还有其他功能可减少滞后、火焰和噪声。

图像矩阵应为 1024×1024 ,有相同能力的显示器与之匹配。图像采集同样也是 1024×1024 ,

采集速率至少5幅/秒,并以相同速率显示。应有脉冲透视和摄影模式,并具有最后图像保留功能。

检查床上应有操作屏,具基本的采集和显示功能、图像处理 and 测量等功能,应有路途示踪键。

DSA系统应有高的密度分辨率,1%碘造影剂时可分辨0.4mm的血管。同样,空间分辨率应与电视系统相似,6inch视野时至少2.4线对/mm。

数字减影血管造影在早期较多开展经静脉团注造影剂后作减影造影,注射导管放在周围血管或放在腔静脉,近代则主要是经动脉插管至感兴趣区后注射造影。

归纳DSA的优点为:

1. 可用静脉法对颈动脉病变、肾动脉病变作高敏度筛选。
2. 比常规法摄大片省,静脉法还可省去导管、人力,动脉法可少用造影剂。
3. 静脉法DSA危险性小于常规法,无医源性动脉夹层、血栓与粥样斑块脱落。
4. DSA的X线损害少。
5. 能显示阻塞血管远端的侧支再通。
6. 动脉法DSA的造影剂浓度低,疼痛轻,过敏反应比静脉法少一半。
7. 对导管不能到达的动脉或手术后病人,可用静脉法DSA。
8. 静脉法DSA要求插管的技术不高。

缺点为:

1. 静脉法的空间分辨率差。
2. 如有移动,图像就不清楚,静脉法要求病人制动时间长达5~8秒以上,比较难做到,不如动脉好。

第二节 超声导向设备

超声导向作介入性操作称介入性超声(interventional ultrasound),是介入性放射学(interventional radiology)(应称为介入性影像学或介入医学)的一个分支。它具有实时显像、导向准确、操作简单、无X线损害、价格低廉、安全省时、灵敏清楚等特点。它的缺点是只能在一个平面上观察,当超声切面与穿刺针一致时,可以看得很清楚,如有偏移,则只能看到针的某一点,如果导管在体内转弯,则超声很难指导。因此,超声导向主要用于穿