

数字减影血管造影诊断学

SHUZIJIANYING

XUEGUANZAOYINGZHENDUANXUE



主编 欧阳墉



人民卫生出版社

数字减影血管造影诊断学

主 编 欧阳墉

副主编 贺能树

编 者 (以姓氏笔画为序)

冯敢生 叶剑定 孙建中 胡国栋 胡安常
贺能树 欧阳墉 欧阳雪晖 凌 坚 凌美玲

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数字减影血管造影诊断学/欧阳墉主编. - 北京:
人民卫生出版社, 2000

ISBN 7-117-03860-8

I. 数… II. 欧… III. 血管造影-诊断学
IV. R816.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 46236 号

数字减影血管造影诊断学

主 编: 欧 阳 墉

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](http://www.pmph.com)

E - mail: [pmph @ pmph. com](mailto:pmph@pmph.com)

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 889×1194 1/16 印张: 27

字 数: 751 千字

版 次: 2000 年 11 月第 1 版 2000 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 00 001—3 000

标准书号: ISBN 7-117-03860-8/R·3861

定 价: 75.00 元

著作权所有, 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)

序

数字减影血管造影(DSA)是数字电子学、计算机技术等与血管造影技术相结合的产物,是数字放射学(Digital radiology)的重要组成部分。本世纪70年代中、后期 DSA 设备逐步研制成功,1980年在北美放射学会达拉斯会议上展出首台原型机,1981年在布鲁塞尔国际放射学会上 DSA 被认为是继 CT 之后医学影像学又一重大突破。DSA 和其他数字放射学技术的开发、应用,是1895年 X 线发现以来,与 CT 和磁共振成像(MRI)同为现代医学影像学的三大主要进展。

我国于1984年引进 DSA 设备,1985年初应用于临床,其后迅即推广至全国大、中城市的许多医疗和教研机构。近年来由于 DSA 硬、软件的改进,时间和空间分辨率以及图像质量明显提高,DSA 已普遍应用于心脏和血管系统,以及全身各部位、脏器相关疾病的诊断检查,尤其对大血管和各系统血管及其病变的诊断检查已基本上取代了普通血管造影。加之,介入放射学的进展,进一步推动了 DSA 的临床应用及普及范围。

近年来,MRA 和 CTA 进展迅速,如三维动态对比增强 MRA(注射 Gd-DTPA)的应用,尤其最近试用于临床的血池型和血管内(Blood pool 或 intravascular)对比剂,如 MS-325(以 Gd 为基础与人血浆蛋白结合的制剂)和 Feo-BPA(超磁氧化铁毫微颗粒),可使细小血管成像,进一步提高了 MR 血管造影的诊断水平和应用范围。这些进展,使作为微创技术的静/动脉法 DSA 面临严峻挑战。但在当前临床实际工作中,对显示血管系统,尤其是脏器内血管和肢体小血管方面,仍以 DSA 为“金标准”。尤其是最近 DSA 设备在成像中已采用旋转采像方式,经计算机处理后即可以三维方式显示血管信息,同时又采取诸多措施降低了 X 线剂量,更有利于 DSA 在影像学诊治领域的普遍应用。

欧阳墉主任医师是国内最早从事 DSA 和较早从事介入放射学临床应用研究的专家之一,具有丰富的实践经验和扎实的理论基础。最近,由他主编并组织天津、武汉、上海、北京、济南等几位多年从事 DSA 和相应介入放射学的医、教、研工作中卓有成就的专家,共同编写了《数字减影血管造影(DSA)诊断学》一书。全书共分十六章:前三章属总论部分,讲述了 DSA 的发展历程、基本原理和有关技术等;第四~十五章属各论部分,分别讲述了心脏大血管和全身各部位、脏器及有关疾病的 DSA 检查和诊断;第十六章,为 DSA 在介入放射学中的应用。全书共 115 万字,附图近 722 幅,是一部内容较全面,图文并茂的高质量 DSA 诊断学专著。

值此世纪之交,DSA 和各种影像技术迅猛发展的重要时刻,我祝贺并相信本书的编辑出版,不仅有饕餮于广大读者,更应发挥总结迄今的经验和成就,展望未来,对促进我国 DSA 工作进展及医学影像学事业的发展,发挥积极作用。

刘玉清

一九九九年九月

前言

本世纪 70 年代末,随着电子计算机和数字成像技术的出现和发展,医学影像学检查技术发生了飞跃性变化,CT、MRI 和 DSA 等现代医学影像检查技术和设备相继问世,并渐为临床广泛应用。国内是自 80 年代开始引进这些先进设备和技术并用于临床,至今已普及全国;尤其是近些年来,随着介入放射学的发展,更推进了 DSA 的临床应用。目前,国内外已出版了不少 CT、MRI 临床应用方面的精湛专著。有关 DSA 的临床应用,刘玉清教授于 1986 年在国内率先作了报道,其后有关这方面的论文日见增多;但遗憾的是迄今为止尚没有一部可供全国广大从事 DSA 专业人员参考的 DSA 诊断专著。为此,我和几位多年从事 DSA 诊断和介入治疗的同仁,从 1997 年开始着手编写《DSA 诊断学》,取各家之长,按系统分工进行撰写。历经三年的辛勤工作,竭尽所能,至今终于完成。全书 115 万字,分十六章,前三章为总论部分,后十二章分别阐述了各系统血管的正常解剖及变异和疾病的 DSA 检查和诊断,最后一章介绍了 DSA 在介入治疗中的应用价值。全书附有近 722 幅图和 400 余条参考文献,可谓图文并茂。美中不足之处是有些系统的 DSA 检查和 DSA 诊断中缺乏 DSA 实例图片,虽然在审修过程中,我已尽量搜集所在医院资料中的相应 DSA 图片予以补充(在图号前标有“※”者),但全书 722 幅图片中仍有个别之处不得不以常规血管造影图片代之。

在此书编写过程中,曾得到不少前辈和人民卫生出版社有关同志的指导与关怀,特别是中国科学院院士、中国医学科学院协和医科大学阜外医院刘玉清教授在百忙中还为此书作序,深表谢意。日本东芝株式会社高木铁夫先生曾提供有关 DSA 技术的一些资料和图片,王清平、徐君、黎嘉玲、郝庆利和张爱玉同志对此书的图片摄制、绘制和校修作了大量工作,在此一并致谢。

我们期望此书出版后,能对国内广大从事 DSA 专业人员起到一定的指导和参考作用,但由于我们的水平有限,缺点和错误在所难免,敬祈读者不吝指正。

欧阳墉

一九九九年九月

目 录

第一章 数字减影血管造影术的基本原理和技术	1	目 录
第一节 历史回顾	1	
一、X 线荧光成像至数字成像的发展	1	
二、减影的动机和目的	1	
三、数字减影血管造影术的发展	2	
第二节 数字减影血管造影术的基本原理和主要部件	2	
一、基本原理	2	
二、DSA 图像的形成过程	3	
三、DSA 设备的主要部件	6	
第三节 数字减影血管造影的减影方式	6	
一、时间减影	6	
二、能量减影	7	
三、混合减影	8	
四、数字体层减影	8	
五、路标处理技术	9	
六、心电图触发脉冲方式	9	
第四节 数字减影血管造影的图像处理和其它有关技术	10	
一、再优选蒙片	10	
二、时间间隔差成像方式	10	
三、再配准	10	
四、图像合成或积分	11	
五、图像对比度增强处理	11	
六、图像的感兴趣区(ROI)处理	12	
七、参数性成像技术	12	
第五节 影响 DSA 图像质量的因素	12	
一、设备结构	12	
二、成像方式和操作技术	13	
三、造影方法和造影剂的使用	13	
四、患者本身因素	14	
第六节 DSA 的进展和展望	14	
第二章 DSA 各种造影方法和临床应用	17	
第一节 DSA 的造影方法及其操作技术和成像相关技术	17	
一、静脉法 DSA (IVDSA)	17	
二、动脉法 DSA (IADSA)	20	
第二节 DSA 各法间以及与常规血管造影的比较与评价	21	

一、非选择性 IVDSA	21
二、选择性 IVDSA	22
三、选择性 IADSA 与常规血管造影的比较	23
第三节 DSA 造影方法的选择原则	24
一、主动脉和其主干疾患的选择原则	24
二、腔静脉、右心和肺动静脉疾患的选择原则	25
三、左心、冠脉和各脏器疾患的选择原则	25
四、先天性心血管畸形的血液动力学变化的选择原则	26
五、复合或复杂的先天性心血管畸形的选择原则	27
第四节 DSA 术前准备、术中注意事项和术后护理	30
一、DSA 术前准备	30
二、DSA 术中注意事项	30
三、DSA 术后的护理	30
第三章 DSA 中的造影剂使用和其相关技术因素	32
第一节 DSA 的信号和其时间-浓度曲线	32
一、DSA 的信号和信号幅度	32
二、IVDSA 对时间-浓度曲线的影响	32
三、IADSA 对时间-浓度曲线的影响	33
四、选择性 IVDSA 对时间-浓度曲线的影响	33
第二节 DSA 中常用造影剂以及其浓度和用量	33
一、造影剂的类型和种类	33
二、离子型和非离子型造影剂的不良反应和合理应用	35
三、DSA 造影剂的浓度和用量	37
第三节 造影剂使用中的相关技术因素	39
一、注射压力和线性上升速率	39
二、导管的选择和导管先端位置	39
三、造影剂的粘稠度	40
第四章 头颈部疾病的 DSA 检查和诊断	43
第一节 头颈部血管的正常解剖	43
一、颈动脉系统	43
二、椎动脉系统	47
三、幕上静脉系统	49
四、后颅凹静脉	51
第二节 DSA 检查方法和技术	51
一、常用器材	51
二、IADSA 的路径	52
三、经股动脉全脑选择性 DSA 技术	52
第三节 正常和正常变异 DSA 表现	52
一、选择性颈内动脉 DSA 表现	52
二、选择性颈外动脉 DSA 表现	55

三、选择性椎动脉 DSA 表现	55
第四节 血管性疾病的 DSA 表现和诊断	56
一、颅内动脉瘤	56
二、脑血管畸形	67
三、颈内动脉海绵窦瘘	75
四、脑膜动静脉瘘	81
五、烟雾病	83
六、脑动脉粥样硬化	87
七、脑静脉血栓形成	88
第五节 肿瘤的 DSA 表现和诊断	89
一、颅内肿瘤	89
二、化学感受器瘤	95
三、鼻咽血管纤维瘤	99
第六节 其它疾患 DSA 表现和诊断	100
一、颅脑损伤	100
二、脑寄生虫病	101
三、椎动脉型颈椎病	102
四、颈动脉的变异	103
五、锁骨下动脉窃血综合征	104
 第五章 先天性心脏大血管畸形的 DSA 检查和诊断	107
第一节 心脏大血管的胚胎发育	107
一、心脏的胚胎发育	107
二、大动脉的胚胎发育	113
三、大静脉的胚胎发育	114
四、胎儿血循环特点及其出生后变化	115
第二节 心脏大血管的应用解剖	116
一、心脏的位置和外部结构	116
二、心腔的形态和结构	117
三、大血管的应用解剖	120
第三节 先天性心脏大血管畸形的 DSA 检查	121
一、DSA 检查方法和成像方式的选择	121
二、投照条件和投照体位	122
三、造影剂和其相关技术因素	122
四、其它技术因素和措施	124
第四节 先天性心脏大血管畸形的 DSA 表现和诊断	125
一、心脏内部演变和分隔异常类	125
二、主动脉胚胎发育异常类	134
三、肺动脉胚胎发育异常类	142
四、大静脉胚胎发育异常类	149
五、复杂心血管畸形	153

第六章 冠状动脉疾病的 DSA 检查和诊断	165
第一节 冠状动脉的正常解剖	165
一、冠状动脉口的形态及起始位置	165
二、左冠状动脉	165
三、右冠状动脉	166
四、冠状动脉吻合支	167
第二节 冠状动脉 DSA 检查方法和技术	167
一、冠状动脉 DSA 检查特点及图像记录方式选择	167
二、冠状动脉 DSA 检查 X 光条件选择	168
三、冠状动脉 DSA 检查计算机条件选择	168
四、冠状动脉 DSA 检查计算机图像分析的临床应用	168
第三节 冠状动脉的正常 DSA 表现	168
一、左冠状动脉	169
二、右冠状动脉	169
第四节 冠状动脉先天性异常 DSA 表现和诊断	170
一、先天性冠状动脉瘘	170
二、冠状动脉起源异常	173
三、单支冠状动脉畸形	176
第五节 冠状动脉病变的 DSA 表现和诊断	177
一、冠心病的冠状动脉造影表现	177
二、风湿性心脏瓣膜病冠状动脉 DSA 表现	180
第七章 肺部疾病 DSA 检查和诊断	182
第一节 支气管、肺和胸壁血管的正常解剖	182
一、支气管动脉	182
二、支气管静脉	183
三、肺动脉	183
四、肺静脉	183
五、胸廓内动脉	183
六、肋间动脉	184
第二节 DSA 检查方法和技术	184
一、选择性支气管动脉 DSA	184
二、选择性肺动脉 DSA	185
三、选择性胸壁动脉 DSA	185
第三节 正常和正常变异 DSA 表现	185
一、选择性支气管动脉 DSA 表现	185
二、选择性肺动脉 DSA 表现	186
三、选择性胸壁动脉 DSA 表现	186
第四节 血管性疾病 DSA 表现和诊断	186
一、肺动静脉瘘	186
二、肺动脉发育不全	187
三、肺隔离症	188

四、肺动脉栓塞	189
五、大动脉炎	191
第五节 支气管和肺肿瘤 DSA 表现和诊断	195
一、支气管肺癌	195
二、肺转移瘤	202
第六节 支气管和肺出血 DSA 表现和诊断	205
一、支气管扩张	205
二、肺结核	206
三、肺化脓症	208
 第八章 胸腹主动脉及其主要分支疾病的 DSA 检查和诊断	212
第一节 正常解剖	212
一、胸主动脉及其主要分支	212
二、腹主动脉及其主要分支	212
第二节 DSA 检查方法和技术	212
一、DSA 检查方法	212
二、DSA 检查技术	213
第三节 正常和正常变异的 DSA 所见	213
一、胸主动脉及其分支的正常 DSA 所见	213
二、腹主动脉及其主要分支的正常 DSA 所见	215
三、胸腹主动脉正常变异的 DSA 所见	216
第四节 先天性畸形和血管疾病的 DSA 表现和诊断	216
一、先天性畸形	216
二、主动脉瘤与主动脉夹层	221
三、大动脉炎	224
四、动脉粥样硬化阻塞病	226
 第九章 胃肠道疾病的 DSA 检查和诊断	229
第一节 胃肠道血管的正常解剖	229
一、胃血管的正常解剖	229
二、肠血管的正常解剖	229
三、门静脉的正常解剖	230
第二节 胃肠道血管 DSA 的检查方法和技术	231
一、DSA 在腹部血管造影中的价值及其限度	231
二、腹部血管 DSA 检查方法和技术	231
三、门静脉造影检查方法和技术	233
第三节 胃肠道血管的正常和变异的 DSA 表现	237
一、腹腔动脉造影的正常表现和变异	237
二、肠系膜上动脉和肠系膜下动脉造影正常表现和变异	238
三、胃肠血管的侧支循环	240
四、门静脉造影的正常表现和变异	240
第四节 胃肠道血管性疾病的 DSA 表现和诊断	241

一、肠缺血和血管闭塞性疾病·····	241
二、肠血管异常增生·····	243
三、动静脉畸形·····	244
四、动静脉瘘·····	244
五、动脉瘤·····	245
六、Dieulafoy 病·····	245
七、食管胃底静脉曲张破裂出血·····	246
八、食管胃贲门粘膜撕裂·····	247
第五节 胃肠道肿瘤的 DSA 表现和诊断·····	248
一、胃肠道平滑肌源性肿瘤·····	248
二、息肉·····	249
三、胃肠道恶性肿瘤·····	250
第十章 肝胆疾病的 DSA 检查和诊断·····	252
第一节 肝胆系统血管的正常解剖·····	252
一、肝胆系统动脉的正常解剖·····	252
二、门静脉的正常解剖·····	253
三、肝静脉的正常解剖·····	254
第二节 肝胆系统血管的解剖变异·····	256
一、肝胆系统动脉的解剖变异·····	256
二、门静脉的解剖变异·····	263
三、肝静脉的解剖变异·····	266
第三节 肝胆系统的 DSA 检查以及其正常和变异的 DSA 表现·····	266
一、肝胆系统供血动脉 DSA 及其 DSA 表现·····	266
二、门静脉 DSA 及其 DSA 表现·····	266
三、肝静脉 DSA 及其 DSA 表现·····	269
四、肝胆系统血管的其它造影技术·····	271
第四节 肝胆疾病的 DSA 表现和诊断·····	273
一、原发性肝癌·····	273
二、肝转移瘤·····	283
三、肝血管瘤·····	286
四、肝细胞腺瘤·····	291
五、肝内胆管囊腺瘤和囊腺癌·····	293
六、局灶性结节增生·····	294
七、肝脏其它少见良恶性肿瘤·····	296
八、肝脏肿瘤的鉴别诊断·····	299
九、肝脏炎性肿块·····	299
十、肝寄生虫病·····	300
十一、肝动脉瘤·····	302
十二、肝硬化和门脉高压症·····	303
第十一章 胰腺疾病的 DSA 检查和诊断·····	309

第一节 胰腺解剖	309
一、胰腺的外形和位置	309
二、胰腺的血液供应	309
三、胰腺的静脉回流	311
四、胰腺动脉的解剖变异	311
第二节 胰腺动脉的 DSA 检查技术和适应证	313
第三节 胰腺疾病的 DSA 表现和诊断	314
一、胰腺囊腺瘤	314
二、胰腺腺癌	314
三、胰腺内分泌肿瘤(胰岛细胞瘤)	318
四、急性胰腺炎	320
五、慢性胰腺炎	321
第十二章 脾脏疾病的 DSA 检查和诊断	324
第一节 脾脏解剖	324
一、脾脏外形和位置	324
二、脾脏的血液供应	324
三、脾动脉解剖变异	325
第二节 脾脏血管 DSA 检查技术和适应证	326
一、脾脏动脉 DSA	326
二、脾门静脉造影	327
第三节 脾脏疾病的 DSA 表现和诊断	327
一、脾脏肿瘤	327
二、脾动脉动脉瘤	329
三、脾动脉栓塞	330
四、脾梗塞	330
五、脾静脉栓塞	330
六、脾脓肿	331
七、脾破裂	331
第十三章 肾脏和肾上腺疾病的 DSA 检查和诊断	334
第一节 肾脏和肾上腺血管的正常解剖	334
一、肾脏血管的正常解剖	334
二、肾上腺血管的正常解剖	336
第二节 DSA 检查方法和技术	338
一、肾动脉 DSA	338
二、肾静脉 DSA	340
三、选择性肾上腺动脉 DSA	340
四、选择性肾上腺静脉 DSA	340
第三节 正常和正常变异的 DSA 表现	342
一、肾动脉 DSA 表现	342
二、肾静脉 DSA 表现	343

三、选择性肾上腺动脉 DSA 表现	343
四、选择性肾上腺静脉 DSA 表现	344
第四节 肿瘤的 DSA 表现和诊断	344
一、肾脏肿瘤	344
二、肾上腺肿瘤	348
第五节 血管性疾病的 DSA 表现和诊断	350
一、肾血管性高血压	350
二、肾动脉栓塞与肾梗死	357
三、肾动脉瘤	359
四、肾动静脉瘘	359
五、肾静脉栓塞	359
六、结节性多动脉炎	361
第六节 肾脏其它疾病的 DSA 表现和诊断	361
一、肾结核	361
二、肾外伤	362
三、肾移植	362
第十四章 盆腔疾病的 DSA 检查和诊断	365
第一节 盆腔血管的正常解剖	365
第二节 DSA 检查方法和技术	366
一、概貌性腹主动脉-盆腔动脉造影及 DSA	366
二、髂总动脉选择性造影及 DSA	366
三、髂内动脉超选择性造影及 DSA	367
四、髂外动脉超选择造影及 DSA	367
第三节 血管性疾病的 DSA 表现和诊断	367
一、动脉粥样硬化症及闭塞性疾病	367
二、纤维肌性疾病	368
三、动脉瘤	368
四、血管畸形	369
五、盆腔血管损伤	370
六、血管性阳痿	370
第四节 盆腔肿瘤的 DSA 表现和诊断	374
一、盆腔肿瘤血管造影或 DSA 的适应证	374
二、盆腔肿瘤的 DSA 表现和诊断	374
第五节 盆腔内出血的 DSA 表现和诊断	378
一、盆腔内出血的原因	378
二、临床表现	378
三、血管造影或 DSA 表现	379
第十五章 肢体动脉疾病的 DSA 检查和诊断	381
第一节 肢体动脉的正常解剖	381
一、上肢动脉	381

二、下肢动脉·····	381
第二节 DSA 检查方法和技术·····	384
一、DSA 检查方法·····	384
二、适应证·····	384
三、禁忌证·····	384
四、造影技术·····	385
五、肢体动脉的 DSA 检查中的几点注意事项·····	385
第三节 正常和正常变异的 DSA 表现·····	386
一、上肢动脉·····	386
二、下肢动脉·····	386
三、先天变异·····	387
四、动脉造影的假像及识别·····	388
第四节 血管性疾病的 DSA 表现和诊断·····	388
一、周围动脉硬化性闭塞病·····	388
二、肢体动脉瘤·····	389
三、下肢动脉急性栓塞·····	391
四、动静脉瘘·····	393
五、动静脉畸形·····	394
第五节 肢体肿瘤的 DSA 表现和诊断·····	397
一、病理·····	397
二、临床表现·····	397
三、DSA 表现·····	397
第六节 肢体外伤的 DSA 表现和诊断·····	400
一、周围血管损伤的种类及原因·····	400
二、临床表现·····	401
三、DSA 表现·····	401
第十六章 DSA 在介入放射学中的应用·····	404
第一节 DSA 的特点和在介入放射学中的应用·····	404
第二节 DSA 在头颈部疾患介入治疗中的应用·····	404
一、DSA 在脑血管性疾病诊断中的价值·····	404
二、脑动脉瘤栓塞治疗中 DSA 的应用·····	405
三、脑动静脉畸形栓塞治疗中 DSA 应用·····	405
四、脑膜瘤术前栓塞治疗中 DSA 的应用·····	405
五、鼻咽部纤维血管瘤栓塞治疗中 DSA 的应用·····	407
第三节 DSA 在胸部疾病介入治疗中的应用·····	408
一、DSA 在原发性肺癌供血来源研究中的价值·····	408
二、原发性肺癌的支气管动脉 DSA 表现及其价值·····	408
三、DSA 在大咯血栓塞治疗中的价值·····	409
第四节 DSA 在腹部疾病介入治疗中的应用·····	410
一、DSA 在肝癌介入治疗中的价值·····	410
二、消化道出血介入治疗中 DSA 的应用·····	412

第五节 血管成形术(PTA)中 DSA 的应用	413
一、下腔静脉成形术中 DSA 的应用	413
二、肾动脉成形术中 DSA 的应用	414
三、肢体动脉成形术中 DSA 的应用	415

第一章

数字减影血管造影术的基本原理和技术

第一节 历史回顾

一、X 线荧光成像至数字成像的发展

自 1895 年伦琴(Roentgen)发现 X 射线以来,一直沿用的 X 线荧光屏材料虽然有很多改进,但经过人体衰减后的 X 射线达到荧光屏上,也仅能有 15% 的 X 线被其吸收,而且只有其中 30% 可转化为微弱的可见光线,仅能在暗室中被已作暗适应的医师看见;增大 X 线曝光量虽可稍提高亮度,但因同时也增加患者之受射线量而不足取。自从 Langmuir (1940 年)、Coltman (1948 年)以及 Morgan 和 Sturm (1951 年)相继研究创制成影像增强器(image intensifier,简称 II)以后,X 线荧光成像技术为之彻底革新。II 是检测经人体组织衰减后的 X 射线、并将其增益的一种装置。X 线荧光屏上的微弱亮度的荧光图像通过 II 输入屏被转化为高速、高能量的集束电子流,当其撞击到 II 输出屏时,则重新转化为荧光图像,但亮度增益达 500 倍。60 年代末,碘化铯(Cesium iodide)被用作为 II 输入屏磷光体材料,使其量子检测系数提高了 50%~60%,输出屏亮度增益可达 1000 倍以上。现代的 II 输出屏亮度增益已高达数千倍至一万倍,完全满足了明室透视检查的要求,也为电视摄像管对荧光图像进行扫描提供了条件。后者是 50 年代末和 60 年代初开始应用,高分辨率电视摄像管对 II 输出屏上明亮的荧光图像进行系统矩阵化扫描成像而获得的视频图像(video image),通过放大显示于电视监视器上更便于观察(图 1-1)。70 年代中期,电子计算机问世,为能使电算机识别视频信号,研究发展了数字 X 线成像技术(digital radiography),即先将模拟图像的信息(视频信号)分解转换为单个可数的单元(像素值),然后再输入电算机处理和使影像重视。数字 X 线成像技术为其后出现的数字减影血管造影术(digital subtraction angiography,简称为 DSA)奠定了基础。

二、减影的动机和目的

由于原始的 X 射线图像是由受检部位多种解剖结构或组织的 X 线图像信息重叠组合而成,因此对其中某一种特殊结构或组织的细微观察是很困难的。曾经有些方法被采用,其目的都是企图在不降低感兴趣区图像信息的同时、尽量消减重叠的 X 线图像信息,例如,选择适宜某一特殊结构或组织 X 线敏感度的投照千伏或 X 线胶片;较为理想的方法是 Ziedses des Plantes (1934,1962)倡导的用于脑血管造影的 X 线图像减影术(radiographic image subtraction),即将两张或更多的注射造影剂前后的脑血管造影正负片进行光学减影,从而获得非血管结构背景消减的脑血管造影图像,但操作费时且对比

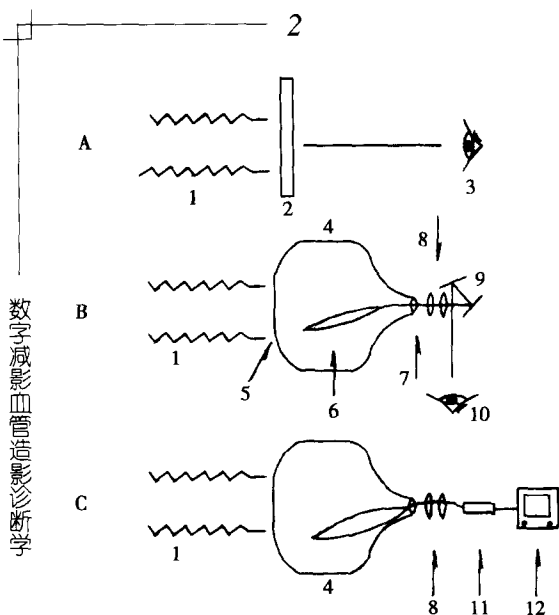


图 1-1 荧光 X 线成像的演化示意图

- A. 最早期的荧光透视成像系统
 B. 荧光 X 射线被影像增强器(II)增强
 C. II 输出屏影像被电视摄像系统转变为视频影像
1. X 射线 2. 荧光屏 3. 暗适应后的眼睛
 4. 影像增强器(II) 5. II 输入屏磷光体 6. 加速电子流 7. II 输出屏磷光体 8. 透镜 9. 反光镜
 10. 眼睛 11. 视频摄像机 12. 视频监视器

分辨率低。直至 70 年代,电子计算机和 X 线数字成像技术发展起来后,数字减影技术随之产生,始能从一群信息重叠的 X 线图像中快速准确地显示对比分辨率小于 1% 的解剖结构。

三、数字减影血管造影术的发展

DSA 可视作为常规血管造影术的和电子计算机技术相结合的产物。在其研究和发展中下列三个主要研究机构作出了较大贡献。首先是 Arizona 大学 Nudelman 等于 1977~1979 年应用影像增强器和数字 X 线成像技术获得了第一张犬的颈动脉时间减影图像;其次是 Kielkinder Klinik 的 Heintzen 和 Brennecke 等于 1977~1978 年研制成一台可作实时减影的设备,对犬的心脏造影进行了数字视频处理后获得的减影图像;第三是 Wisconsin 大学的 Mistretta 和 Kruger 等于 1970~1978 年间对各种数字减影方法和有关技术进行了深入的研究,如时间合成和时间减影(temporal integration and temporal subtraction)、碘的 K 缘成像和能量减影(energy subtraction)、对数增幅(logarithmic amplifier)和影像加权(weight of images)等,从而促进了高速、随意和精密的数字影像存贮器和数字视频运算处理技术的研究和开发。1979 年 Wisconsin 大学 Kruger、Mistretta、Houk 等首次

经静脉途径注入造影剂获得人体心脏和颈动脉的时间减影图像。1980 年后 Ovitt、Christenson、Meaney、Crummy 和 Strother 等相继将 DSA 技术应用于临床,并对造影方法和投照技术作了很多研究报道;同时 DSA 设备开始投入商业性生产和出售,有些医院,如 Cleveland clinic,开始将静脉法 DSA (IVDSA)常规应用于临床诊断。1981 年布鲁塞尔国际放射学年会上 DSA 技术得到一致推崇,更促进了它的发展。我国于 80 年代初,一些大医学院校开始引进 DSA 设备并用于临床,1986 年刘玉清等首先作了 DSA 临床应用报道,1987 年欧阳墉、黄志程、周燕发、李起梅、范春瑛等相继对各部位的 DSA 应用作了报道。目前随之介入放射技术的开展,DSA 技术已在我国广泛应用。在 DSA 技术发展过程中,曾有不少名称被国外学者采用并出现于文献中,如数字血管成像(digital vascular imaging)、数字视频减影血管造影(digital video subtraction angiography)、静脉视频血管造影(intravenous video angiography)或光电静脉血管造影(photoelectronic intravenous angiography)等,复习文献中应予注意。

第二节 数字减影血管造影术的基本原理和主要部件

一、基本原理

DAS 基本原理是将受检部位未注入造影剂和注入造影剂后(血管造影)的 X 线荧光图像,分别经影像增强器增益后用高分辨率电视摄像管作矩阵化扫描,形成由像素组成的视频图像,进而将视频信息经对数增幅和模/数转换为不同值的数字,即通过数字化形成数字图像并分别存储起来,然而输入电算器处理并使两者之数字信息相减,所获得的不同数值的差值信号,再经对比度增强和