

总主编 秦维昌

医学影像技术学

X线造影检查技术卷

主编 余建明



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

第1版 (2008)

医学影像技术学 区域影像检查技术卷

第1版 (2008)

第1版 (2008)

医学影像技术学

X线造影检查技术卷

主 编 余建明

副主编 杨燕敏 宋少娟

编 者 (以姓氏笔画为序)

马志文 哈尔滨医科大学第一附属医院

朱 凯 宁夏医科大学医学院附属总医院

孙 璐 北京煤炭总医院

杨燕敏 上海交通大学医学院附属瑞金医院

余建明 华中科技大学同济医学院附属协和医院

宋少娟 山东省医学影像学研究所

罗来树 江西省南昌大学医学院附属第二医院

薛志俊 内蒙古自治区医学院附属医院

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学影像技术学. X 线造影检查技术卷/余建明主编.
—北京: 人民卫生出版社, 2011. 11
ISBN 978-7-117-14953-2

I. ①医… II. ①余… III. ①X 射线诊断
IV. ①R445②R814

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 204337 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

医学影像技术学 X 线造影检查技术卷

主 编: 余建明
出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)
地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号
邮 编: 100021
E-mail: pmph@pmph.com
购书热线: 010-67605754 010-65264830
010-59787586 010-59787592
印 刷: 北京人卫印刷厂
经 销: 新华书店
开 本: 889×1194 1/16 印张: 15
字 数: 464 千字
版 次: 2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 版第 1 次印刷
标准书号: ISBN 978-7-117-14953-2/R·14954
定 价: 49.00 元
打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

丛书总前言

一百多年来,随着科学技术的发展、临床实践和理论的丰富,以及教育的提高,医学影像学技术学科体系进一步健全。进入数字化时代后,影像技术得到快速发展。检查技术和方法的不断更新、技术队伍的迅速扩大,影像技术需要一套涵盖本专业技术发展现状,供中青年学习提高使用的参考书。为此,中华影像技术学会第四届委员会把学会出书作为一项工作计划。

本书是以学会的名义,举学会的力量,组织本专业国内各方面具有丰富实践经验的专家学者编写的系列原创专著。丛书力求规范各种影像技术实践,尽可能解决存在争论的实际问题;希望对专业技术的标准化、规范化具有指导意义;对引领和推进我国影像技术的发展发挥一定作用。

本书以各种成像技术为纲,共设7卷,包括:总论、X线摄影技术、X线造影技术、CT检查技术、MR检查技术、急诊影像技术、影像设备质量控制管理。在内容安排上,各卷自成系统,保持各种检查技术的系统性,又有所侧重,避免过多重复,保持丛书的整体性。内容力求抓住相关成像技术的最新进展,在继承传统经典影像技术学内容的基础上,注重专业的发展和现状,保证丛书的时代性和实用性。希望丛书能成为广大影像技术工作者有用的常备参考书。

应邀参与的编者都是在某一方面很有经验的专家。同时,作者来源又照顾到地域性和老中青结合,力求具有广泛的代表性,并通过写作得到锻炼提高。

本丛书在每卷独立会审之后,又组织各卷主编对每卷进行会审,以力求完善和尽量避免错误。但由于编写时间等因素的限制,难以组织更多有经验的学者参加,一起讨论的机会不够充分等原因,书中欠缺之处难以避免,欢迎广大读者批评指正。

2011年2月28日

前 言

《医学影像技术学·X线造影检查技术卷》是人民卫生出版社委托中华影像技术学会编写的系列专著之一。本专著注重临床的实用性和实际应用的可操作性,强调理论联系实际,同时注意系统性和科学性。叙述时注重由浅入深,深入浅出,注意专著逻辑性和思想性。

本著作分为十章,第一章为X线造影检查的发展,叙述了医用硫酸钡和碘对比剂的发展和应用特点;第二章为对比剂与造影方法,叙述了对比剂的概念、分类和理化特性,同时讲述了碘不良反应发生的机制和防治方法,叙述了造影的方法;第三章为心血管造影设备与器械,主要叙述了心血管造影的影像增强器系统、平板探测器系统、高压注射器和导管导丝器械;第四章为DSA成像技术,叙述了DSA系统的基本构成、DSA成像原理、DSA信号与采集、DSA成像方式与图像处理以及图像质量控制,对DSA新的成像技术也作了介绍;第五章为人体各部位的DSA检查技术,首先叙述了造影前准备,再分别叙述了各部位DSA造影技术、常见病变的造影表现和相关病变的介入治疗;第六章为胃肠道造影检查,首先叙述了胃肠道的基本病变,接着叙述了食管、胃十二指肠、肠系和结肠的造影技术,也介绍了胃肠道常见病变的造影表现;第七章为泌尿及生殖系统的造影检查,叙述了静脉尿路、膀胱和尿道造影技术,子宫输卵管造影技术以及乳腺造影技术,介绍了常见病变的造影表现;第八章介绍其他的造影检查技术;第九章为介入操作技术,首先介绍了介入治疗的基本概念和应用范围,详细叙述了介入的几种操作技术,讲述了介入常见并发症及其处理;第十章为介入治疗技术,详细叙述了常见几种介入治疗技术的适应证、操作技术以及注意要点。

本专著在编写过程中得到了中华影像技术学会前任主委秦维昌教授具体指导和帮助,同时也得到了中华影像技术学会相关专家的指点。华中科技大学同济医学院附属协和医院吴继军工程师和南昌大学第二附属医院心脏介入室许美珍主任技师也参加了部分章节内容的编写工作。在本专著的图文整理中,得到华中科技大学同济医学院附属协和医院戴文教辅秘书大力帮助,在此一并表示感谢。

由于时间紧迫和编者水平所限,书中的缺点和错误在所难免,恳请广大读者不吝赐教,提出宝贵的改进意见,编者将不胜感激。

余建明

2011年8月6日

目 录

第一章 X线造影检查的发展	1
第一节 概述	1
第二节 医用硫酸钡的发展及应用特点	1
第三节 碘对比剂的发展及应用特点	2
第二章 对比剂与造影方法	3
第一节 对比剂的基本概念	3
一、定义	3
二、对比剂应具备的条件	3
第二节 对比剂的分类	3
一、根据对比效果分类	3
二、根据使用途径分类	4
三、根据碘的分子结构分类	4
四、根据渗透压分类	4
第三节 对比剂的理化特性	4
一、钡剂	4
二、碘对比剂	5
第四节 碘对比剂不良反应及其防治	6
一、碘过敏试验的方法	6
二、碘过敏的发生机制	6
三、碘过敏的防治	8
第五节 造影方法	12
一、直接引入法	12
二、间接引入法	12
第六节 常用碘对比剂的特性	12
一、碘海醇	12
二、碘克沙醇	13
三、欧乃派克	13
四、碘美普尔	14
五、碘普罗胺	14
六、碘佛醇	14
七、碘帕醇	15
第三章 心血管造影设备与器械	16
第一节 影像增强器系统	16
一、光栅	16
二、影像增强管	16
三、光学器件	17
四、摄像机	19
第二节 平板探测器系统	22
一、非晶硒平板探测器	22
二、非晶硅平板探测器	24
第三节 固体摄像器型(CCD)系统	27
一、基本结构	27
二、工作原理	27

三、性能参数	28
第四节 高压注射器临床应用	29
一、基本结构	29
二、工作原理	31
第五节 穿刺及导引器件	34
一、穿刺针	34
二、导管	34
三、导丝	37
四、器械的冲洗与消毒	38
第四章 DSA 成像技术	39
第一节 DSA 基本构成	39
一、DSA 控制系统	39
二、DSA 的软件设计	40
三、DSA 系统的技术参数	40
第二节 DSA 成像原理	42
一、影像增强器型成像原理	42
二、平板探测器型成像原理	44
三、CCD 探测器型成像原理	46
第三节 DSA 信号与图像采集	46
一、DSA 信号及幅度	46
二、DSA 的曝光条件	48
三、DSA 图像采集	49
第四节 DSA 成像方式与减影方式	50
一、DSA 成像方式	50
二、DSA 减影方式	50
第五节 DSA 图像处理	53
一、窗口技术	53
二、再蒙片	54
三、像素移位	54
四、图像的合成或积分	54
五、补偿滤过	55
六、界标与感兴趣区的处理	55
第六节 DSA 图像质量控制	56
一、设备因素	56
二、注射参数	63
三、受检者状态	64
四、造影技术	66
第七节 DSA 特殊成像技术	68
一、旋转 DSA 技术	68
二、3D-DSA 技术	68
三、岁差运动 DSA 技术	68
四、实时模糊蒙片 DSA 技术	68
五、步进 DSA 技术	69
六、自动最佳角度定位 DSA 技术	69
七、C 形臂 CT 的 DSA 技术	69
八、3D 路径图 DSA 技术	69
九、虚拟支架置入术	70
第五章 人体各部位的 DSA 检查技术	71
第一节 概述	71
一、造影前准备	71
二、DSA 适应证与禁忌证	72
三、穿刺插管的并发症及处理	72
第二节 头颈部 DSA 检查技术	72
一、血管系统解剖	72
二、术前准备	75

三、适应证与禁忌证	75
四、造影技术	75
五、常见病变的造影显示	77
六、相关病变的 DSA 成像技术	78
七、头颈部病变的介入治疗	80
第三节 胸部 DSA 检查技术	80
一、血管系统解剖	80
二、术前准备	83
三、适应证与禁忌证	83
四、造影技术	83
五、常见病变的造影显示	84
六、胸部病变的介入治疗	84
第四节 心脏及冠状动脉的 DSA 检查技术	86
一、正常心脏及冠状动脉解剖	86
二、术前准备	88
三、适应证与禁忌证	89
四、造影技术	89
五、常见病变的造影显示	93
第五节 先天性心脏病及冠状动脉病变的介入治疗	94
一、心导管检查技术	95
二、球囊房间隔造口术	95
三、经皮球囊瓣膜及血管狭窄扩张成形术	95
四、血管及心内缺损堵塞术	95
五、冠状动脉病变的介入治疗	96
第六节 肝脏 DSA 检查技术	97
一、血管系统解剖	97
二、术前准备	97
三、适应证与禁忌证	97
四、造影技术	98
五、常见病变的造影显示	99
六、肝脏病变的介入治疗	99
第七节 胃肠道 DSA 检查技术	99
一、血管系统解剖	99
二、术前准备	100
三、适应证与禁忌证	100
四、造影技术	102
五、常见病变的造影显示	102
六、图像质量控制与相关病变的介入治疗	103
第八节 胰、胆、脾 DSA 检查技术	104
一、血管系统解剖	104
二、术前准备	104
三、适应证与禁忌证	104
四、造影技术	105
五、常见病变的造影显示	105
六、相关病变的介入治疗	105
第九节 肾脏及肾上腺 DSA 检查技术	106
一、肾及肾上腺血管系统解剖	106
二、术前准备	106
三、适应证与禁忌证	106
四、造影技术	107
五、常见病变的造影显示	107
六、相关病变的介入治疗	108
第十节 下腔静脉 DSA 检查技术	109
一、下腔静脉系统解剖	109
二、术前准备	109
三、适应证与禁忌证	109
四、造影技术	109

五、常见病变的造影显示	109
六、相关病变的介入治疗	110
第十一节 盆腔 DSA 检查技术	110
一、盆腔动脉系统解剖	110
二、术前准备	110
三、适应证与禁忌证	111
四、造影技术	111
五、常见病变的造影显示	112
六、相关病变的介入治疗	112
第十二节 四肢 DSA 检查技术	112
一、四肢血管系统解剖	112
二、术前准备	114
三、适应证与禁忌证	115
四、造影技术	115
五、常见病变的造影显示	117
六、相关病变的介入治疗	119
第六章 胃肠道造影检查	120
第一节 胃肠道基本病变	120
一、轮廓改变	120
二、黏膜改变	120
三、管腔改变	121
四、位置改变	121
五、功能改变	121
第二节 食管及胃十二指肠检查	121
一、单对比法上消化道造影	121
二、双对比法上消化道造影	123
三、数字摄影消化道造影	125
第三节 肠系检查	126
一、口服钡剂小肠造影	126
二、小肠灌肠气钡双重造影	126
第四节 钡剂灌肠检查	127
一、结肠气钡低张双重对比造影	127
二、结肠稀钡钡灌肠造影	128
第七章 泌尿及生殖系统造影检查	129
第一节 泌尿及生殖系统解剖生理学	129
一、泌尿系统	129
二、生殖系统	130
第二节 静脉尿路造影检查	131
一、常规静脉尿路造影	131
二、大剂量静脉尿路造影	134
第三节 逆行尿路造影检查	135
一、适应证与禁忌证	135
二、造影前准备	135
三、操作技术	135
四、摄影技术	135
五、常见病变的造影显示	135
六、注意事项	136
第四节 膀胱造影检查	136
一、适应证与禁忌证	136
二、造影前准备	136
三、操作技术	136
四、常见病变的造影显示	137
五、注意事项	137
第五节 尿道造影检查	137
一、适应证与禁忌证	137

二、造影前准备	137
三、操作技术	137
四、摄影技术	138
五、常见病变的造影显示	138
六、注意事项	138
第六节 子宫输卵管造影检查	138
一、适应证与禁忌证	138
二、造影前准备	139
三、操作技术	139
四、常见病变的造影显示	139
五、注意事项	139
第七节 输精管、精囊腺造影检查	139
一、适应证与禁忌证	140
二、造影前准备	140
三、操作技术	140
四、常见病变的造影显示	140
五、注意事项	140
第八节 乳腺造影检查	140
一、乳腺的解剖学基础	140
二、乳腺导管造影	142
第八章 其他造影检查	146
第一节 下肢静脉造影	146
一、适应证与禁忌证	146
二、造影前准备	146
三、操作技术	146
四、常见病变的造影显示	146
第二节 T管造影检查	147
一、适应证与禁忌证	147
二、造影前准备	147
三、操作技术	147
四、常见病变的造影显示	147
第三节 窦道瘘管造影检查	147
一、适应证与禁忌证	147
二、造影前准备	147
三、操作技术	147
四、常见病变的造影显示	147
第九章 介入操作技术	148
第一节 介入治疗的范围	148
一、血管性介入治疗	148
二、非血管性介入治疗	150
第二节 介入操作技术	152
一、Seldinger技术	152
二、穿刺技术	152
三、插管技术	158
四、拔管及术后处理技术	164
五、选择性与超选择性插管技术	165
第三节 介入常见并发症和处理	178
一、介入治疗的常见并发症	178
二、介入并发症的处理	180
第十章 介入治疗技术	184
第一节 活检技术	184
一、适应证	184
二、禁忌证	184
三、器材	184
四、导向技术	185

五、操作步骤	185
六、注意事项	186
七、不同部位的活检技术	186
第二节 引流技术	194
一、经皮肝胆道引流术	194
二、经皮肾盂内外引流术	195
三、脓肿、囊肿引流术	196
四、十二指肠液引流术	196
第三节 造瘘技术	197
一、肾造瘘术	197
二、膀胱造瘘术	198
三、胃造瘘术	199
四、空肠造瘘术	200
五、回肠双口式造瘘术	200
六、横结肠造瘘术	201
七、乙状结肠造瘘术	202
第四节 成形术	202
一、概述	202
二、球囊血管成形术	203
三、激光血管成形术	204
四、动脉粥样斑块旋切术	204
五、非血管性介入治疗腔内成形术	204
六、经皮椎体成形术	204
第五节 支撑器技术	205
一、支撑器的种类	205
二、支撑器按应用部位分类	205
三、支撑器放置方法	206
四、胆管内支架置入术	206
五、食管内支架置入术	207
六、血管内支架置入术	208
第六节 栓塞技术	209
一、概述	209
二、适应证	209
三、禁忌证	210
四、经导管血管栓塞术治疗的机制	210
五、栓塞物质	211
六、操作技术	214
七、相关部位的血管栓塞术	215
八、肝动脉栓塞术	216
九、支气管动脉栓塞术	217
十、选择性脾动脉栓塞术	219
十一、肾动脉栓塞术	220
十二、选择性甲状腺动脉栓塞术	222
第七节 灌注技术	222
一、灌注药物治疗的目的	222
二、经导管动脉内药物灌注术	223
第八节 灭能技术	224
一、经皮穿刺肿瘤内药物注射灭能术	224
二、神经阻滞灭能术	225
第九节 其他介入治疗技术	225
一、经皮激光椎间盘减压术	225
二、输卵管再通术	226
三、内窥镜下胆道取石术	227
四、医源性血管内异物取出术	228

X线造影检查的发展

第一节 概 述

X线造影检查必须使用对比剂(contrast media),才能观察到人体组织器官的形态和功能。对比剂又称造影剂,是为了增强人体的自然对比度而引入体内的某种物质。这些物质的密度高于或低于人体的组织密度,以改变人体某些缺乏天然对比的组织密度,使之能清晰成像。常用的对比剂有医用硫酸钡、碘制剂等。

对比剂按性能分为五大类。一为经肾排泄的对比剂,多用于泌尿系和心血管的造影;二为经肝胆排泄的对比剂,如碘番酸等;三为油脂类对比剂,如碘化油、碘苯酯等,主要用于支气管、子宫等管道、体腔等的造影;四为固体对比剂,如医用硫酸钡,将其调成混悬液吞服或灌肠用于消化道造影检查。以上四类对比剂密度均高于人体软组织,统称阳性对比剂,在X线片上呈白色;第五类为气体对比剂,如空气、二氧化碳、氧气等,这类对比剂密度低于人体软组织,属阴性对比剂,在X线片上呈黑色。

在X线诊断疾病的最初阶段,X线仅限于人体自然对比较好的骨骼和胸部。早在1806年有人将石膏注入尸体进行造影实验,然后在动物身上进行实验,取得成功后即应用于人体检查。初期造影检查只用于个别系统,效果亦不理想。随着科学的发展,逐渐制成适于各个系统检查的对比剂。随着容量大、焦点小的X线机使用,以及造影中利用体层摄影、快速换片、影像增强、电影摄影及录像等技术的出现,又有造影方法和摄影技术的不断创新,使造影检查范围日趋广泛,造影质量也不断提高,有些造影达到了比较理想的程度。

钡剂造影技术由普通造影发展到低张双对比造

影,能够较好地显示消化道的黏膜像和充盈像,对于消化道器质性和功能性变化均能做到详细地观察和记录,对许多早期病变能及时作出诊断。

胆系造影开始较晚,1924年口服四碘酚酞钠进行胆囊造影,1940年应用碘阿酚酸,1951年碘番酸问世,1951年制成静脉注射用的胆影葡胺。后两种药物毒性低,副作用小,胆囊显影率高。造影技术也由单纯口服法造影,发展到静脉注射胆系造影以及经皮穿刺胆管造影等,对胆系检查的质量进一步提高。

泌尿系造影始于1906年,早期利用胶体银做对比剂,1918年开始应用碘化钠,到1930年碘砷酮醋酸钠问世,开始了有机碘对比剂的时代。至20世纪40年代末对比剂由二碘化合物发展成三碘化合物,在20世纪50至60年代陆续研制成一系列三碘对比剂。这些对比剂毒性低,浓度高,为泌尿系造影创造了条件。造影技术亦由逆行肾盂造影发展到静脉尿路造影、大剂量静脉尿路造影等,同时配合做肾动脉造影,使泌尿系统的检查范围进一步扩大。

心脏及脑血管造影开始虽早,但受对比剂和检查技术的限制,其检查效果一直不理想。20世纪50年代后合成了各种浓度高、毒性低的有机碘对比剂,同时快速换片机、高压注射器问世,以及利用导管进行造影和摄影技术不断改进,使心脏及血管造影发展很快。现在已开展了选择性和超选择性的血管造影。

第二节 医用硫酸钡的发展及应用特点

消化道系统造影始于1904年,1898年开始用硝酸铋做对比剂进行动物实验,毒性较大。然后改

用碳酸铋做人体胃肠造影检查。1910年 Bachem 和 Gunther 提出用硫酸钡做食管、胃和肠管造影检查,系统的胃肠道造影研究始于美国医师 Cannon。由于硫酸钡价格低廉,临床效果很好,对机体无不良反应,使得胃肠造影检查广泛应用于临床。

医用硫酸钡具有:①高密度,不均匀颗粒在黏膜上形成高对比;②低黏度,流动性好,在黏膜表面形成薄而均匀的涂层;③抗絮凝,同胃液相遇不絮凝,且分散性好;④附壁好,与黏膜面黏附牢,不易脱落龟裂;⑤渗入强,能很快地渗入胃、结肠小沟中;⑥稳定性好,沉积后经摇动可恢复原有流动性;⑦卫生方便,减小交叉感染,减轻医师负担;⑧精美可口,配制精、气味香、口感极佳。

使用时宜加温开水新鲜配成适当浓度的混悬液,口服或灌肠。咽喉部检查的硫酸钡浓度为220%以上,口服10~20ml;食管检查的硫酸钡浓度为220%左右,口服10~30ml;胃和十二指肠检查的硫酸钡浓度为160%~200%,口服50~250ml;小肠和结肠检查的硫酸钡浓度为60%~120%,灌肠的硫酸钡用量为150~300ml。

X线检查时,由于人体各种器官、组织的密度和厚度不同,所以显示出黑白的自然层次对比。但在腹部,因种器官、组织的密度大体相似,必须导入对人体无害的对比剂(如医用硫酸钡),人为地提高造影部位的对比度,才能达到理想的检查效果。胃肠道钡餐造影分为上消化道钡餐、全消化道钡餐、结肠钡灌肠以及小肠钡灌肠检查。

第三节 碘对比剂的发展及应用特点

水溶性碘化合物作对比剂于20世纪20年代初期主要在德国开发,于1928年用于尿路造影。1931年后使用的毒性更小的有机碘化合物使对比剂浓度不断提高,造影的清晰度得到极大提高。特别是20世纪50年代三碘苯——泛影酸(amidotrizoic acid)的问世,造就了现代对比剂史上的第一个飞跃,目前仍在使用的离子型对比剂的碘成分几乎全是由它衍生出来的。

常规X线碘对比剂的高渗性是其不良反应的重要原因之一,因此20世纪60年代瑞典的放射学家T. Almen提出了低渗性对比剂的概念,并于1968

年正式与挪威奈科明公司合作开发非离子型对比剂。1971年第一个非离子型单体对比剂甲泛葡胺(Metrizamide, Amipaque)在其后成功研制,成为现代对比剂史上的第二个飞跃。甲泛葡胺具有渗透压低及耐受性好等优点,但其性能不稳定,故第一代的对比剂很快被第二代非离子型单体对比剂所取代,代表药物有:碘帕醇(iopamidol,即典必乐,1974年生产)、碘海醇(iohexol,即omnipaque,欧乃派克,1976年生产)、碘普胺(iopromide,即ultravist,优维显,1979年生产)、碘美普尔(1979年生产)、碘喷托(1982年生产)、碘佛醇(1982年生产)等,这类对比剂具有渗透压低、耐受性好等特点,得到广泛的临床应用。20世纪70年代末,非离子型二聚体对比剂的出现,进一步降低了对比剂的渗透压。如碘曲仑、碘克沙醇等,它们被证实具有无限水溶性,300mg/ml时与体液等渗,且功能耐受性很好。其缺点是相对分子质量太大,黏稠度较高。非离子型二聚体的出现被视为现代对比剂史上第三个飞跃,产品有碘克沙醇,性能与碘曲仑相似。

碘制剂的种类很多,可分为三大类,即无机碘化物、有机碘化物以及碘化油或脂肪酸碘化物。

无机碘化物一般用12.5%的碘化钠水溶液,可用于瘘管、尿道、膀胱或逆行肾盂造影。用于膀胱造影时,可稀释1倍的浓度,这类对比剂现在少用。

有机碘化物亦为水溶性碘制剂,种类繁多,又分为:①离子型:离子型对比剂按结构分为单酸单体和单酸二聚体。单酸单体的代表药物有泛影葡胺,可用于各种血管造影及静脉肾盂造影,用于不同器官时,其浓度亦不同,单酸二聚体的代表有碘克沙酸。离子型对比剂的不良反应发生率高,人体的耐受性差。②非离子型:如碘苯六醇(iohexol)、碘普罗胺(iopromide)及典必乐(iopamidol)等。非离子型碘对比剂较离子型毒副作用小,可用于各种血管造影及经血管的造影检查。非离子型对比剂不良反应发生率低,人体的耐受性好。③非离子型二聚体:如碘曲仑(iotrolan),多用于椎管内脊髓造影。

碘化油或脂肪酸碘化物,40%的碘化油主要用于支气管、瘘管及子宫输卵管造影。碘苯酯为脂肪酸碘化物,是一种油状液体,因其对组织的刺激性小,故适用于椎管及脑室造影,近年来已渐被非离子型二聚体的碘曲仑代替。

(余建明 吴继军)

对比剂与造影方法

第一节 对比剂的基本概念

一、定义

X线诊断是根据人体各组织器官对X线吸收程度的不同而形成的不同密度的影像进行评判,当人体某些组织器官的密度与邻近组织器官或病变的密度相同或相似时,就难以显示成像区域的影像层次,不便于成像区域的影像观察。此时用人工的方法将高密度或低密度物质引入体内,使其改变组织器官与邻近组织的密度差,以显示成像区域内组织器官的形态和功能,这种引入的物质称为对比剂(contrast medium),这种方法称为造影检查。对比剂的引入将改变成像区域组织或器官的密度差异,从而改变了成像区域的影像对比度,以利于判断成像区域的病变特征,扩大了X线的检查范围,为临床影像提供了更多的诊断信息。

二、对比剂应具备的条件

对比剂是一种诊断性用药,主要是钡剂和碘剂,它们不透X线,其次还有气体对比剂。在进行X线检查时,可利用它的高原子序数或者低原子序数的特性在体内分布而产生密度对比,或使普通影像上看不到的血管和软组织清晰显影,使诊断医师获得更多的影像信息。对比剂可以经人体自然通道,或经动脉或静脉引入人体内,并分布到成像区域。对比剂不会在体内产生代谢或变化,它以原型经过泌尿系统或胃肠道排出体外。

X线对比剂种类繁多,理化性能各异。理想的对比剂应具备以下条件:①与人体组织的密度对比相差较大,显影效果良好;②无味、无毒性及刺激性

和不良反应小,具有水溶性;③黏稠度低,无生物活性,易于排泄;④理化性能稳定,久贮不变质;⑤价廉且使用方便。

第二节 对比剂的分类

对比剂的分类有多种方法,临床常见分类是阴性对比剂和阳性对比剂。

一、根据对比效果分类

1. 阴性对比剂 阴性对比剂(negative contrast media)是一种密度低、吸收X线少、原子序数低、比重小的物质。X线片上显示为密度低或黑色的影像,一般都为气体,常用的有空气、氧气和二氧化碳。此类对比剂常被用于直接注入体腔形成双重对比,如膀胱双造影、胃肠道双造影等。

阴性对比剂之间的差别主要在于溶解度不同。空气在组织或器官内溶解度小,不易弥散,停留时间较长,不良反应持续时间较长,进入血液循环有产生气栓的危险,但采集方便;二氧化碳溶解度大,易于弥散,停留在组织和器官内的时间短,不良反应小,即使进入血液循环也发生气栓。由于吸收快,检查必须迅速完成;氧气的溶解度介于空气和二氧化碳之间,停留在组织与器官内的时间较二氧化碳长,产生气栓的几率较空气小。

2. 阳性对比剂 阳性对比剂(positive contrast media)是一类密度高、吸收X线多、X线衰减系数大、原子序数高、比重大的物质,X线片上显示为高密度或白色的影像。通常可分成四类:①难溶性固体钡剂对比剂;②主要经肾脏排泄的对比剂;③主要经胆道排泄的对比剂;④碘油脂类对比剂,后三类阳性对比剂主要是含碘化合物。碘离子吸收X线形

成对比,产生造影效果,其显影效果与碘含量成正比。但经胆道排泄的对比剂基本不用,碘油脂类对比剂的产品目前主要是超液化碘油,主要用于介入性的栓塞治疗。

阳性对比剂医用硫酸钡剂和碘对比剂两种,钡剂是胃肠道X线检查的理想对比剂。碘对比剂目前使用的主要是有机碘,临床上使用范围广,除主要用于血管造影外,还用于胃肠道狭窄性病变和梗阻性病变的造影检查,以及非血管部位的造影检查。

二、根据使用途径分类

1. 血管内注射对比剂 为水溶性含碘制剂,利用碘的高X线吸收的特点,提高组织的对比度。主要是静脉注射用,也可以直接用于动脉注射。

2. 椎管内注射对比剂 穿刺后注入蛛网膜下腔,可做椎管及脑池造影。

3. 胃肠道使用对比剂 X线胃肠道检查用的阳性对比剂主要是钡剂,可口服,亦可自肛门注入灌肠。

4. 腔内注射对比剂 如膀胱造影、胸膜腔造影等。

5. 胆系对比剂 碘制剂经过胆系排泄的对比剂,可使胆管内呈高密度。是一种间接显影对比剂,经静脉注射排泄到胆管系统(胆管与胆囊)。也可以是经口服,排泄到胆管系统(胆管与胆囊)使其成为高密度易于识别。

三、根据碘的分子结构分类

1. 离子型对比剂 溶液中含有离子存在的对比剂,称为离子型对比剂。

(1) 离子单体:每个分子有3个碘原子,1个羧基,没有羟基。在溶液中每3个碘原子有2个离子(比率为1.5)。常用的甲基泛影葡胺等。

(2) 离子二聚体:每个分子内有6个碘原子,1个羧基,1个羟基。溶液中每6个碘原子有2个离子(比率为3)。常用的有碘克酸等。

2. 非离子型对比剂 溶液中无离子存在的对比剂,称为非离子型对比剂。

(1) 非离子单体:呈非离子状态。每个分子有3个碘原子(比率为3),4~6个羟基,没有羧基。常用的有碘海醇、碘普罗胺(优维显)等。

(2) 非离子二聚体:呈非离子状态。每个分子有6个碘原子(比率为6),8个以上的羟基,没有羧基。常用的有碘曲仑(伊索显)等。

四、根据渗透压分类

人体的血浆渗透压为313mmol/L,定义为等渗。

1. 高渗对比剂 主要是指离子单体对比剂,例如甲基泛影葡胺。早期的对比剂基本上浓度都在300mg/ml,所以,渗透压在1500mmol/L左右。随着较高浓度的对比剂的开发,高渗对比剂的渗透压随着浓度的提高而增加。例如,浓度为370mg/ml的复方泛影葡胺渗透压高达2100mmol/L。这种对比剂副作用的发生率较高。

2. 低渗对比剂 随着新型对比剂的开发,对比剂的渗透压大幅度下降,这一类主要是非离子单体对比剂和离子二聚体对比剂。当浓度为300mg/ml时,渗透压在500~700mmol/L。虽然被命名为低渗对比剂,实际上,渗透压并没有达到实际意义上的低于人体渗透压,只是相对高渗对比剂而言,与人身体的渗透压相比还是要高得多。即使是低渗对比剂,随着浓度的增加,渗透压也随着增高。例如,非离子单体的碘海醇,当浓度升到370mg/ml时,渗透压就从627mmol/L上升到844mmol/L。

3. 等渗对比剂 主要是非离子二聚体对比剂,渗透压在300mmol/L左右。与正常人体的渗透压基本相同。

第三节 对比剂的理化特性

一、钡 剂

医用硫酸钡英文名:barium sulfate for suspension,化学式: $BaSO_4$,分子量:233.39。医用硫酸钡为白色疏松细粉,无味,性质稳定,耐热,不怕光,久贮不变质,难溶于水和有机溶剂及酸碱性溶液。熔点1580℃,密度4.50g/cm³(15℃),在自然界以重晶石矿物存在。硫酸钡是优质的白色颜料,俗称白钡,它遇空气中的硫化氢不会变黑,比白色颜料硫酸铅为好。硫酸钡溶解度很小,容易沉淀,它能吸收X射线,它是一种无毒的钡盐。

医用硫酸钡(barium sulfate)为难溶性固体对比剂,它不溶于水和脂质,能吸收较多量X线,进入体内胃肠道后,不会被胃肠道黏膜吸收,能较好地涂布于肠道黏膜表面,与周围组织结构密度对比差异较大,从而显示出这些腔道的位置、轮廓、形态、表面结构和功能活动等情况。医用硫酸钡在胃肠道内不被机体吸收,以原形从粪便中排出。它是良好的胃肠

道对比剂,若与气体对比剂合用称为双重造影(double contrast),能较好地显示胃肠道的细微结构。

二、碘对比剂

水溶性碘对比剂分为离子型单体对比剂,离子型二聚体对比剂,非离子型单体对比剂,非离子型二聚体对比剂。

碘与不同物质化合形成不同的含碘化合物,主要分为无机碘化物、有机碘化物及碘化油三类。由于无机碘化物含碘量高,刺激性大,不良反应多,现临床很少应用。有机碘对比剂具有较高的吸收X线性能,容易合成,在体内、体外均呈高度稳定性,完全溶于水,溶液渗透压低,生物学上呈“惰性”,即不与机体内生物大分子发生作用。

主要经肾脏排泄的水溶性有机碘化物多数为三碘苯环的衍生物,它们在水中溶解度大,黏稠度低,能制成高浓度溶液,注入血管后迅速经肾脏排泄,少量经肝胆排泄。在体内代谢过程中一般不放出或极少放出游离碘,血管注射后反应小,除用于泌尿系造影外,还用于心脏和各种血管的造影。

经血管注入的水溶性有机碘化物包括离子型对比剂(ionic contrast media)和非离子型对比剂(non-ionic contrast media)。血管注入后,药物几乎都游离于血浆中,仅有很少部分吸附在血浆蛋白和红细胞上,很快与细胞外液达到平衡。但由于血-脑屏障作用,脑、脊髓和脑脊液中几乎不含对比剂。此类对比剂主要经肾脏排泄,大部分对比剂在注射后24小时内排出体外。

离子型和非离子型水溶性对比剂在化学结构上都是三碘苯环的衍生物,可分为单体或双聚体两类,双聚体对比剂每个分子含有两个三碘苯环,含碘量比单体对比剂高。

离子型对比剂苯环上1位侧链为羧基盐($-\text{COOR}$),具有此结构的碘对比剂水溶性高,在水溶液中可解离成阴离子(含三碘苯环)及阳离子(葡甲胺、钠、钙、镁)。离子型对比剂都是三碘苯甲酸的盐,主要是钠和葡甲胺盐,在水溶液中都理解成带有电荷的正离子和负离子,并分别以原形排出体外,称之为离子型对比剂。如泛影葡胺(urografin),每一个双聚体分子对比剂的含碘量高于单体分子对比剂的含碘量,离子型双聚体对比剂的渗透压低于离子型单体对比剂,不良反应较离子型单体对比剂小。离子型碘对比剂分子在溶液中被电离成带正、

负电荷的离子,具有导电性,渗透压高。离子型对比剂的渗透压可高达 $1400 \sim 2000\text{mOsm}/(\text{kg} \cdot \text{H}_2\text{O})$,比血液渗透压($300\text{mOsm}/\text{kg} \cdot \text{H}_2\text{O}$)高数倍,故又称为高渗对比剂(high osmolar contrast media, HOCM),高渗透压是导致对比剂不良反应的重要因素之一。在临床应用中,离子型对比剂多以每100ml溶液含有固体对比剂多少克来表示其浓度,如60%复方泛影葡胺。

非离子型对比剂是单体或双聚体三碘苯环碘对比剂,它们不是盐类,在水溶液中保持稳定,不离解,不产生带电荷的离子,一个分子对比剂在溶液中只有一个粒子,故称为非离子型对比剂。非离子型对比剂苯环上1位侧链为酰胺衍生物($-\text{CONH}$),其水溶性很高,但在水中不解离。单体对比剂指一分子对比剂仅有一个三碘苯环,二聚体对比剂指一分子对比剂含有两个三碘苯环。分子结构中含碘量越高,使人体的造影图像的对比如就越好。

单体对比剂有优维显(ultravist)、欧乃派克(omnipaque)、典必乐(iopamiro)等,其渗透压在 $634 \sim 800\text{mOsm}/(\text{kg} \cdot \text{H}_2\text{O})$ 范围内;双聚体对比剂以碘曲仑(iotrolan)、碘克沙醇(iodixanol)为代表,其渗透压几乎等于血液渗透 $300\text{mOsm}/(\text{kg} \cdot \text{H}_2\text{O})$ 。由于它们的渗透压较低,故又统称为低渗对比剂(low osmolar contrast media, LOCM)。非离子型碘对比剂分子不被电离,在溶液中是分子状态,无导电性,渗透压低。渗透压低和非离子化,使之对红细胞、血液流变学、血-脑屏障的影响大为减轻。

非离子型对比剂则以每毫升溶液中含有多少毫克碘,如350表示每毫升该溶液含碘350mg。在含碘对比剂中黏度也是一个重要特性,它与分子大小、浓度及温度有关,凡分子大、浓度高、温度低时黏度就增大。

主要经肝脏排泄的有机碘化物,分为口服和静脉注射两类,目前几乎不用。

油脂类对比剂常用的有碘化油(iodinated, oil),含碘浓度为40%,黏稠度较高,不溶于水,可溶于乙醚。直接注入检查部位形成密度对比,显示腔道的形态结构。碘化油几乎不被人吸收,绝大部分由注入部位直接排出体外,少量残留的碘化油在肺泡内或进入腹腔,可长达数月甚至数年之久,形成肉芽肿,目前普通碘化油应用较少。临床上主要使用的超液化碘油,被用作某些部位的造影及肿瘤的栓塞治疗。