

SECOND EDITION 第2版

CHINESE MEDICAL IMAGING

中华影像医学

中枢神经系统卷 · 主编 / 龚启勇



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

SECOND EDITION 第2版

CHINESE
MEDICAL IMAGING

中华影像医学

中枢神经系统卷

主 审 戴建平 肖家和 张云亭

主 编 龚启勇

副主编 高培毅 李坤成 于春水

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

中华影像医学. 中枢神经系统卷/龚启勇主编. —2 版.
—北京:人民卫生出版社,2016
ISBN 978-7-117-23306-4

I. ①中… II. ①龚… III. ①影象诊断②中枢神经系统疾病-影象诊断 IV. ①R445②R741.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 242907 号

人卫智网	www.ipmph.com	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	www.pmph.com	人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

中华影像医学
中枢神经系统卷
第 2 版

主 编: 龚启勇
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: 010-59787592 010-59787584 010-65264830
印 刷: 北京人卫印刷厂
经 销: 新华书店
开 本: 889×1194 1/16 印张: 26
字 数: 805 千字
版 次: 2004 年 4 月第 1 版 2016 年 12 月第 2 版
2016 年 12 月第 2 版第 1 次印刷(总第 5 次印刷)
标准书号: ISBN 978-7-117-23306-4/R·23307
定 价: 118.00 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市场营销中心联系退换)

编委(按姓氏汉语拼音排列)

- 冯 逢 中国医学科学院北京协和医院
高培毅 首都医科大学附属北京天坛医院
龚启勇 四川大学华西医院
黄 力 暨南大学附属第一医院
李 威 天津医科大学总医院
李坤成 首都医科大学宣武医院
吕 粟 四川大学华西医院
马 林 中国人民解放军总医院
齐志刚 首都医科大学宣武医院
孙志华 天津医科大学总医院
王晓明 中国医科大学附属盛京医院
杨智云 中山大学附属第一医院
姚振威 复旦大学附属华山医院
于春水 天津医科大学总医院
月 强 四川大学华西医院
张 敬 天津医科大学总医院
张 权 天津医科大学总医院
张体江 遵义医学院附属医院
朱明旺 首都医科大学附属三博脑科医院
朱文珍 华中科技大学同济医学院附属同济医院

编写秘书 月 强 四川大学华西医院

李强
2016年9月于成都

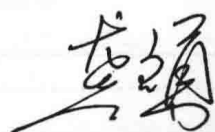
第2版前言

《中华影像医学》系列丛书出版后受到广大读者朋友青睐,且大部分已完成修订再版,但《中华影像医学中枢神经系统卷》却由于各种原因迟迟未能与广大读者见面。为了弥补这一空缺,我们在第1版的基础上进行了修订,并于2016年正式出版中枢神经系统影像学的最新成果——《中华影像医学中枢神经系统卷》第2版。

医学影像学在过去十年的发展令人瞩目,无论是影像技术方面还是疾病诊断方面都取得了较大进步,尤其是随着多排螺旋CT、双源CT、高场强磁共振仪在临床的广泛应用,极大地增强了影像学的研究方法、扩大了探索领域,将解剖与结构成像带入功能和代谢成像的时代,并揭示了原来没有“器质性”改变的诸多疾病,如神经精神疾病,也存在微细结构和功能方面的异常。本卷以现代成像技术,包括迅速兴起的功能成像技术在中枢神经系统的应用成果为基础,吸收了近十年来较新且有统一意见的研究发现,由国内知名专家学者精心编撰而成。既延续了《中华影像医学》系列专著内容翔实、深入浅出的特点,也作了大量更新,采用了多排螺旋CT、高场磁共振生成的更高质量的图片,同时增加了精神放射影像学、癫痫、神经系统变性与退行性疾病等章节,以反映影像学发展的最新成果,并凸显影像学不断扩大的学科领域。尤其是在神经放射影像学的前沿领域——精神放射影像学(Psychoradiology),我国放射学界已处于国际领先地位,其主要内容已在本书的第14章《精神影像学》中得到体现。

承蒙同道与人民卫生出版社的信任,将此次修订任务交予本人负责,深感责任重大。在本书的再版工作中,章节编者对稿件进行了多次反复修订,几易其稿;审稿专家对原稿进行了逐字逐句的审阅,提出了许多宝贵的意见,使本书得以保持较高的科学性和可读性。在此,对参与本卷修订的编者们的辛勤工作和严谨学风表示深深的敬意和由衷的感谢。王维娜、杨喜彪、谭乔月、程旭等在本书编写过程中做了大量繁琐、细致的工作,在此一并致谢。

尽管所有编者与工作人员都以极大的热情和责任心投入工作,但由于编写工作时间短、任务重,加之编者水平有限,错误与疏漏在所难免,望广大读者不吝批评指正。



2016年9月于成都

CHINESE MEDICAL IMAGING 目 录

第1章 颅脑检查方法	1
第1节 头颅X线平片	1
第2节 脑血管数字减影血管造影	1
第3节 颅脑CT	2
第4节 颅脑MRI	4
第5节 造影剂	7
第2章 颅脑正常与异常影像学表现	8
第1节 正常表现	8
第2节 异常表现	26
第3章 颅内肿瘤	34
第1节 概述	34
第2节 胶质瘤	36
第3节 脑膜瘤	59
第4节 血管外皮细胞瘤	70
第5节 颅咽管瘤	74
第6节 垂体腺瘤	76
第7节 脑神经肿瘤	83
第8节 松果体区肿瘤	88
第9节 血管母细胞瘤	97
第10节 颅内转移瘤	100
第11节 脊索瘤	103
第12节 胶样囊肿	106
第13节 表皮样囊肿	109
第14节 原发性中枢神经系统淋巴瘤	113
第15节 灰结节错构瘤	117
第4章 脑血管疾病	120
第1节 概述	120
第2节 脑出血	120
第3节 脑梗死	125
第4节 脑静脉和静脉窦血栓形成	136
第5节 动脉瘤	139

第6节	脑血管畸形	144
第7节	烟雾病	163
第8节	蛛网膜下腔出血	167
第5章	颅脑外伤	173
第1节	概述	173
第2节	硬膜外血肿	173
第3节	硬膜下血肿	174
第4节	脑内血肿	177
第5节	脑挫裂伤	178
第6节	脑水肿和脑肿胀	180
第7节	外伤性蛛网膜下腔出血	181
第8节	颅骨骨折与异物	181
第9节	弥漫性轴索损伤	182
第10节	硬膜下水瘤	184
第11节	颅脑外伤后遗症	185
第6章	颅内感染性疾病	189
第1节	概述	189
第2节	脑膜炎	189
第3节	脑脓肿	192
第4节	肉芽肿	198
第5节	硬膜下脓肿及硬膜外脓肿	199
第6节	室管膜炎	201
第7节	结节病	202
第8节	脑炎	202
第9节	脑部真菌感染	205
第7章	脑寄生虫病	209
第1节	概述	209
第2节	脑囊虫病	209
第3节	脑包虫病	214
第4节	脑血吸虫病	217
第5节	脑型肺吸虫病	217
第6节	脑弓形虫病	218
第8章	颅脑先天性畸形	221
第1节	概述	221
第2节	脑膜膨出和脑膜脑膨出	224
第3节	胼胝体发育不良和胼胝体脂肪瘤	226

第4节	小脑扁桃体延髓联合畸形	230
第5节	先天性第四脑室中孔、侧孔闭锁	231
第6节	视-隔发育不良	232
第7节	前脑无裂畸形	233
第8节	积水型无脑畸形	234
第9节	脑神经元移行畸形	235
第10节	脑小畸形	239
第11节	巨脑症	240
第12节	先天性导水管狭窄	240
第13节	先天性脑穿通畸形囊肿	241
第14节	蛛网膜囊肿	242
第15节	神经皮肤综合征	243
第9章	脱髓鞘疾病	251
第1节	获得性脱髓鞘疾病和原因不明性脱髓鞘疾病	251
第2节	先天性脱髓鞘疾病	263
第10章	脑萎缩	268
第11章	遗传性脑病、代谢障碍性脑病及中毒性脑病	272
第1节	肝豆状核变性	272
第2节	脊髓小脑性共济失调	273
第3节	肝性脑病	274
第4节	线粒体病	275
第5节	一氧化碳中毒	278
第6节	甲状旁腺功能低下	279
第7节	特发性家族性脑血管亚铁钙沉着症	281
第8节	霉变甘蔗中毒	282
第9节	铅中毒	283
第12章	颅脑肿瘤术后影像改变	285
第13章	放射性脑病	286
第14章	精神影像学	293
第1节	精神分裂症	293
第2节	抑郁症	298
第3节	创伤后应激障碍	300
第4节	双相障碍	304
第5节	强迫障碍	309
第6节	注意缺陷多动障碍	312

第 15 章	脑变性疾病和脑退行性疾病	317
第 1 节	脑变性疾病	317
第 2 节	脑退行性疾病	322
第 16 章	癫痫	328
第 1 节	癫痫的影像检查方法	328
第 2 节	海马硬化	329
第 3 节	大脑皮层发育畸形	333
第 4 节	Rasmussen 脑炎	345
第 5 节	皮层肿瘤	346
第 6 节	癫痫导致的继发改变	351
第 17 章	脊髓检查方法	354
第 1 节	脊椎 X 线平片	354
第 2 节	脊髓造影	354
第 3 节	脊髓血管造影	354
第 4 节	脊椎和脊髓 CT	354
第 5 节	脊椎和脊髓 MRI	354
第 18 章	脊髓正常与异常影像学表现	356
第 1 节	脊髓正常影像学表现	356
第 2 节	脊髓异常影像学表现	361
第 19 章	椎管内肿瘤	364
第 1 节	髓内肿瘤	364
第 2 节	髓外硬脊膜内肿瘤	371
第 3 节	硬脊膜外肿瘤	376
第 4 节	椎管内先天性肿瘤和肿瘤样病变	378
第 20 章	椎管内炎症	386
第 1 节	椎间盘和脊椎化脓性炎症	386
第 2 节	脊柱结核	386
第 3 节	蛛网膜炎与粘连	386
第 21 章	脊髓脱髓鞘疾病	388
第 1 节	多发性硬化症	388
第 2 节	视神经脊髓炎	388
第 22 章	脊髓、脊椎先天性畸形	391
第 1 节	脊柱闭合不全	391
第 2 节	积水性脊髓空洞症	394

第 23 章 脊髓血管畸形	396
第 1 节 脊髓动静脉畸形	396
第 2 节 海绵状血管瘤	398
第 3 节 脊柱节段性血管瘤病	399
中英文索引	402

第 1 节 头颅 X 线平片

目 录

1895 年德国物理学家伦琴发现了 X 线,以后 X 线被用于人体疾病的检查,形成了放射诊断学。随着科学技术水平的不断提高,实现了常规 X 线摄影全面数字化。数字化 X 线成像包括计算机 X 线成像 (Computed radiography, CR) 和数字 X 线成像 (Digital radiography, DR)。同其他数字化成像一样,数字 X 线成像通过其软件处理和图像显示技术,可调整图像的灰度和对比度,从而满足不同疾病的诊断。对于骨折骨折线到最佳位置,使其更清楚地显示骨折线的放大和失真以及影像重叠的消减。

X 线在神经系统的临床应用

中枢神经系统 X 线平片检查是诊断过程中最基本的方法。由于此方法简便、安全、经济,因此可作为常规 X 线检查的起始步骤。常规摄取后前位和侧位,必要时根据病变部位选择特殊体位,如观察颅底结构时,选用颏顶位、颞侧定位、蝶鞍枕位,岩骨和内听道时,需选用颞枕位,如 Townes 位,观察眼眶、眶上裂和鼻窦时,选用颞侧位,即 Caldwell 位,观察岩骨、内听道和内耳结构时,选用 45° 侧前斜位,即 Stenger 位,观察硬脑膜孔时,用硬脑膜孔位,颈静脉孔位观察相应部位,颅骨本身特殊必要时用切线位。在某种时候颅骨 X 线摄片有一定价值,如:颅内钙化的整体形态,间接扩大的整体观察,内听道双侧对比观察,外伤性颅骨骨折的观察,颅骨原发性及继发性肿瘤整体观察颅骨的改变,从而为诊断提供更多信息,为治疗提供更充分的依据。但是在 CT、MRI

发展的今天,多数情况下平片检查只能反映颅内病变的间接征象,某些病例尽管临床症状已较明显,但颅骨平片可无异常发现,需进一步 CT 和 MRI 检查。

(王黎明 姜妍芬 高炳毅)

第 2 节 脑血管数字减影血管造影

目 录

在脑血管造影的图像中,血管影与骨骼及软组织的重叠,使部分血管图像显示不清。为了解决这一问题,人们首先想到的是先摄除骨骼的图像,然后将 X 线片与骨骼图像相减,即消除了图像中骨骼及软组织的干扰,使体层造影计算机的发展,采用计算机处理数字化的影像信息,形成了数字减影成像 (Digital radiography, DR) 系统,从而完全消除了骨骼与软组织影,形成了新的现代减影技术,即数字减影血管造影技术 (Digital subtraction angiography, DSA)。近年来已经出现快速连续采集的成像系统,结合工作的可行、三维成像、血管内腔成像等,对病灶也可做定量分析。影像增强器亦将逐步由直接数字 X 线成像板 (DR) 代替。图像的处理和存储功能大大提高,并与 PACS 无缝结合。DSA 的检查技术主要包括:①静脉法 DSA (Intra-venous DSA, IVDSA) 为排除内注射的造影剂到达靶动脉之前要经历约 300 倍的血流,动脉浓度低,同时因为造影剂流至靶动脉有一定的时间(循环时间),容易形成运滞影像,图像质量较差,而要得到较好的图像,需要高剂量的造影剂注射,另外显影的动脉血管相互重叠,对小血管显示不清楚。对中心静脉法 DSA 来说,也有一定的损伤性,所以现在较少应用。②动脉法 DSA (Intra-arterial DSA, IADSA), IADSA 需要选择或粗

第 1 章

颅脑检查方法

第 1 节 头颅 X 线平片

一、概 述

1895 年德国物理学家伦琴发现了 X 线,以后 X 线被用于人体疾病的检查,形成了放射诊断学。随着科学技术水平的不断提高,实现了常规 X 线摄影信息数字化。数字化 X 线成像包括计算机 X 线成像(computed radiography, CR)和数字 X 线成像(digital radiography, DR),同其他数字化成像一样,数字化 X 线成像通过灰阶处理和窗显示技术,可调整影像的灰度和对比度,从而使不同密度的组织结构及病灶同时得到最佳显示,但其仍然保持传统 X 线图像的放大和失真以及影像重叠的特点。

二、X 线在神经系统的临床应用

中枢神经系统 X 线平片检查是诊断过程中最基本的方法,由于此方法简便、安全、经济,因此可作为颅脑 X 线检查的开始步骤。常规摄取后前位和侧位,必要时根据需要选用其他特殊位置,如观察颅底结构时,选用颞顶位,即颅底位;观察枕骨、岩骨和内听道时,需选用额枕位,即 Towne 位;观察眼眶、眶上裂和蝶骨翼时,选用眼眶位,即 Caldwell 位;观察岩骨、内听道和内耳结构时,选用 45° 后前斜位,即 Stenver 位;观察视神经孔时,用视神经孔位;颈静脉孔位观察相应部位;颅骨本身病变必要时用切线位。在某些时候颅骨 X 线摄片有一定优势,如:颅内钙化的整体形态,蝶鞍扩大的整体观察,内听道双侧对比测量,外伤性颅骨骨折的观察,颅骨原发性及继发性肿瘤整体观察颅骨的改变,从而为诊断提供更多信息,为治疗提供更充分的依据。但是在 CT、MRI

发展的今天,多数情况下平片检查只能反映颅内病变的间接征象,某些病例尽管临床症状已较明显,但颅骨平片可无异常发现,需进一步 CT 和 MRI 检查。

(王晓明 张妍芬 高培毅)

第 2 节 脑血管数字减影血管造影

一、概 述

在脑血管造影的图像中,血管影与骨骼及软组织影重叠,使部分血管图像显示不清,有学者采用将正片及负片叠合的方法,初步消除了图像中骨骼及软组织影,这是脑血管造影减影图像的雏形。随着 X 线机的革新、影像增强及计算机的发展,采用计算机处理数字化的影像信息,形成了数字 X 线成像(digital radiography, DR)系统,从而完全消除了骨骼与软组织影,形成了新的现代减影技术,即数字减影血管造影技术(digital subtraction angiography, DSA)。近年来已经出现快速旋转采集的成像系统,结合工作站可行三维成像、血管内镜成像等,对病灶也可做定量分析。影像增强器亦将逐步由直接数字 X 线成像板(DR)代替。图像的处理和存储功能大大提高,并与 PACS 无缝结合。DSA 的检查技术主要包括:①静脉法 DSA(intra-venous DSA, IVDSA): 静脉内注射的造影剂到达靶动脉之前要经历约 200 倍的稀释,动脉碘浓度低。同时因为造影剂流至靶动脉有一定的时间(循环时间),容易形成运动伪影,图像质量较差。而要得到较好的图像,需要高剂量的造影剂注射,另外显影的动脉血管相互重叠,对小血管显示不满意。对中心静脉法 DSA 来说,也有一定的损伤性,所以现在较少应用。②动脉法 DSA(intra-arterial DSA, IADSA): IADSA 需要选择或超

选择插管,随着介入诊断和治疗的广泛开展,应用也越来越广泛。此法使用的造影剂浓度低,造影剂不需长时间的流动与分布,并在注射参数的选择上相对灵活。实践证明 IADSA 具有如下优点:①造影剂用量少,浓度低;②稀释的造影剂可减少患者的不适,从而减少了移动性伪影;③血管相互重叠少,明显改善了小血管的显示;④灵活性大,便于介入治疗。

二、DSA 在神经系统的临床应用

DSA 由于没有骨骼与软组织影的重叠,使得血管及其病变的显示更为清楚。目前, IDASA 对动脉的显示已达到或超过常规选择性动脉造影的水平,应用选择性或超选择性插管,对直径 $200\mu\text{m}$ 以下的小血管及小病变, IADSA 也能很好显示。而观察较大动脉,已可不作选择性插管。所用造影剂浓度低,剂量少。还可实时观察血流的动态图像作为功能检查手段。DSA 可行数字化信息储存。

IVDSA 经周围静脉注入造影剂,即可获得动脉造影,操作方便,但检查区的大血管同时显影,互相重叠,造影剂用量较多,故临床应用少,不过在动脉插管困难或不适于作 IADSA 时可以采用。

IADSA 对显示颈段和颅内动脉均较清楚,可用于诊断颈段动脉狭窄或闭塞、颅内动脉瘤、血管发育异常、动脉闭塞、颅内及颅内肿瘤的供血动脉和肿瘤染色等。

DSA 设备与技术已相当成熟,快速三维旋转实时成像,实时的减影功能,可动态地从不同方位对血管及其病变进行形态和血流动力学的观察。对于介入技术,特别是血管内介入技术,DSA 更是不可缺少的。

三、DSA 的适应证和禁忌证

(一) DSA 的适应证

1. 颅内血管性疾病,如动脉粥样硬化、栓塞、狭窄、闭塞性疾病、动脉瘤、动静脉畸形、动静脉瘘等。
2. 颅内占位性病变,如颅内肿瘤、脓肿、囊肿、血肿等。
3. 颅脑外伤所致各种脑外血肿,在 CT 和 MRI 广泛使用的今天,DSA 在这方面的运用已逐渐被取代。
4. 手术后评价脑血管循环状态。

(二) DSA 的禁忌证

1. 对比剂过敏或过敏体质者。

2. 严重的心、肝、肾功能不全。
3. 严重的凝血功能障碍,有明显出血倾向。
4. 高热、急性感染及穿刺部位感染。
5. 严重的动脉血管硬化。
6. 甲状腺功能亢进及糖尿病未控制者。

四、脑血管造影分析要点

1. 影像分析前应了解病史及各项检查结果,全面分析已有影像学资料,如 CT、MRI、B 超和平片等。

2. 检查照片质量,头部摆位是否正确,要分清正位、侧位、斜位及特殊投影位,各期血管造影片不能混淆。

3. 掌握正常的血管造影解剖及变异。

4. 对异常的血管造影征象要全面观察,对照分析双侧脑血管造影的动脉期、毛细血管期和静脉期表现,如发现病变要确定部位、表现、染色、供血动脉、引流静脉以及相邻部位的占位征象等,并结合临床、实验室及其他影像学检查多项指标进行分析和诊断。

(王晓明 张妍芬 高培毅)

第3节 颅脑 CT

一、CT 发展概况

自从 X 射线发现后,医学上就开始用它来探测人体疾病。1972 年 4 月, Hounsfield 在英国放射学年会上首次公布了这一结果,正式宣告了 CT 的诞生。此后,CT 装置在设计上有了很大发展,临床应用也日趋普遍。CT 设备从诞生开始概括起来,大约每 10 年经历一次变革,从实验室阶段及头部 CT 成像、非螺旋 CT 时代及体部 CT 成像、螺旋时代及血管 CT 成像、多层螺旋 CT 时代及心脏 CT 成像阶段。目前临床上广泛使用的 64 层及以上的多层 CT,也被称为“后 64 排 CT”,具有高时间分辨率、高空间分辨率和高 Z 轴覆盖范围,现代 CT 更关注于低辐射剂量成像和功能成像。

二、颅脑 CT 的扫描方法

(一) 常规扫描

CT 的常规扫描又称平扫,是 CT 检查中用得最多的一种方法。常规平扫通常是以部位或器官为检查单位区分的,如头颅平扫是以脑实质为扫描对象并包括颅底。

一般不需禁食,扫描前应除去扫描区内体表金属异物。按检查要求确定扫描范围,头先进入,冠状扫描时仰卧或俯卧位头后仰,特殊情况下可进行侧卧或俯卧位的扫描。确定体表标志,以眶耳线(orbitomeatal line, OML)为基线向上扫描,层厚5~10mm。特殊检查,如垂体层厚可为1~2mm。

(二) 增强扫描

增强扫描是采用人工的方法将对比剂注入体内并进行CT扫描,其作用是增强体内需观察的组织对比度。注射对比剂后血液内碘浓度增高,血管和血供丰富的组织器官或病变组织含碘量较高,而血供少的病变组织含碘量较低。此外,病变区域血脑屏障的破坏,造成血管内含碘造影剂外渗,这都使正常组织与病变组织之间由于碘浓度差形成密度差,有利于病变的显示和区别。另外,利用血供的情况还可区别良、恶性的肿瘤和较小的病灶。

(三) CT 特殊检查

1. CT 血管造影(CT angiography, CTA) 是指经周围静脉团注碘对比剂后,在检查部位靶血管内对比剂充盈的高峰期对其部位进行CT连续多层面的扫描,然后将扫描数据进行三维图像处理,根据不同CT阈值赋予伪彩色从而显示血管立体形态和邻近组织的空间解剖关系,可对血管疾病进行诊断和术前评估。CTA的后处理技术主要有MIP、SSD和VR法,通过图像显示阈值的调整即可得到只有连续清晰的血管影而无周围组织结构影的图像。CTA在神经系统的主要临床应用如下:

(1) 颅内动脉瘤(aneurysm):为发生在颅内动脉管壁上的异常膨出,是造成蛛网膜下腔出血的首位病因,在脑血管意外中,仅次于脑血栓和高血压脑出血,位居第三。CTA能够提供更为完整的解剖信息,如动脉瘤的邻近结构及其关系、瘤体与瘤颈的关系、瘤壁的钙化及瘤腔内的血栓等,有利于快速、准确地制订手术计划。

(2) 脑动静脉畸形(arteriovenous malformation, AVM):CTA能清晰显示AVM的供血动脉、畸形血管团及引流静脉,并能清楚显示其空间关系以及病灶的毗邻结构,为预测动静脉畸形出血的可能性提供重要信息。

(3) 颈内动脉海绵窦瘘(internal carotid cavernous fistulae, ICCF):CTA能够显示ICCF的大小、形状、范围及引流静脉,可直接显示瘘口部位、大小及数目,并能清楚显示颈内、外动脉及主要分支的走行、管腔大小、管壁厚度、与海绵窦的关系及其他供

血动脉,全面了解眼眶、颌面部骨骼和软组织与异常血管的关系。

(4) 头颈部血管狭窄及闭塞性病变:CTA血管成像范围广,能很容易完成头颈部血管联合显示,可同时显示血管及其邻近结构,从而判定它们之间的关系,判断血管腔内及管壁斑块。

(5) 脑肿瘤:CTA能够显示肿瘤邻近血管的闭塞、压迫与移位,还可显示肿瘤与血管、颅骨的位置关系。对于血供丰富的肿瘤,用MIP重建,可显示瘤内的小血管和丰富的血供,用VR重建,还可显示瘤周和瘤内粗大血管的位置与通畅情况。

(6) 静脉窦血栓:选择适当的技术参数,脑CT血管成像通过三维重建后处理可很好地显示脑静脉窦内血栓。

2. CT 动态增强扫描 是指静脉注射对比剂后在短时间内对感兴趣区进行快速连续扫描,它不仅能反映对比剂进入病灶内的数量,还能反映对比剂在病灶内的浓聚和消退的过程,可以更深入地反映病灶的病理本质,对鉴别病灶的性质、了解病变的良恶性程度和血供的情况都有很大的帮助。

3. 灌注扫描 不同于CT动态增强扫描,灌注扫描是在静脉注射对比剂的同时对感兴趣区层面进行连续多次扫描,从而获得感兴趣区时间-密度曲线(time-density curve, TDC),并利用不同的数学模型计算出各种灌注参数值,包括相对脑血流量(relative cerebral blood flow, rCBF)、相对脑血容量(relative cerebral blood volume, rCBV)、对比剂的平均通过时间(mean transit time, MTT)、对比剂峰值时间(time to peak, TTP)等参数,因此能更有效、并量化反映局部组织血流灌注量的改变,对明确病灶的血液供应具有重要意义,目前临床已用于显示早期脑梗死的范围和溶栓治疗效果的评估以及脑瘤的诊断。

4. CT 能谱成像 CT能谱成像作为一项新技术,根据X线在物质中的衰减系数转变为相应的图像,除形态展示外尚能够进行特异性的组织鉴别,能够瞬时进行高能量与低能量的数据采集,采用原始数据投影的模式对两组数据进行单能量重建。与常规CT相比,CT能谱成像除可获得常规图像外,最显著的特征就是提供了多种定量分析方法与多参数成像为基础的综合诊断模式,如基物质图像、单能量图像、能谱曲线等,使其在去除硬化伪影、物质分离、降低辐射剂量、优化图像质量及对比噪声比等方面均有重大突破。作为一种功能性影像,能提供更多、更全面的病理信息,使其在神经系统的临床和科研

方面具有广阔的应用前景。

(四) CT 图像后处理技术

目前用于 CTA 的后处理技术有:

1. 最大密度投影(MIP) 是将不在一个平面的结构显示在同一个二维平面上,显示细节较精细,但是立体感差,不能去除血管周围骨骼及钙化等高密度结构的遮盖。

2. 多平面重组技术(MPR) 包括曲面重组技术,主要用于观察血管的毗邻关系,其曲面重建可以使迂曲的血管在同一平面上显示。

3. 容积再现(VR) 主要用于三维立体观察血管情况,因不同结构间有一定的透明度,且利用了容积扫描范围内所有的数据,较表面遮盖法重组技术图像更精细,又有很强的三维空间感,尤其适合显示重叠的血管、血管与邻近结构的三维关系。

4. 表面遮盖法(SSD) 可直接提取血管,作用同容积再现,但三维立体空间效果不如后者,容易丢失部分原始数据,有时出现伪像,易受所选阈值的影响。

(王晓明 张妍芬 高培毅)

第4节 颅脑 MRI

一、常用脉冲序列和成像技术

中枢神经系统 MRI 检查常用的脉冲序列包括:自旋回波(spin echo, SE)脉冲序列,用于获取 T_1 加权像(T_1 weighted image, T_1 WI);快速自旋回波(fast spin echo, FSE)脉冲序列,用于获取 T_2 加权像(T_2 weighted image, T_2 WI)和质子密度加权像(proton weighted image, PDWI);梯度回波(gradient echo, GRE)脉冲序列,主要用于获取 T_1 WI 和 T_2^* WI, 2D 和 3D MR 血管造影(MR angiography, MRA)等;反转恢复(inversion recovery, IR)脉冲序列,主要用于脂肪抑制;液体衰减反转恢复(fluid attenuated inversion recovery, FLAIR)脉冲序列,是 IR 序列的一种特殊类型,主要用于抑制脑脊液(cerebrospinal fluid, CSF)信号而使含结合水的病变显示得更清楚;平面回波成像(echo planar imaging, EPI),是一种快速成像技术,主要用于脑的弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)和灌注加权成像(perfusion weighted imaging, PWI),用于研究和诊断早期缺血性脑卒中等。

常规使用 SE 或 FSE 序列获取 T_1 WI、 T_2 WI 和

PDWI。其中 T_1 WI 具有较高信噪比,显示解剖结构效果好; T_2 WI 则更易于显示长 T_2 的水肿和液体,使病变范围清楚显示;PDWI 可较好的显示血管结构,主要优点是图像质量高,缺点是扫描时间比 GRE 序列长。

二、MRI 基本检查方法

(一) 基本检查方法

包括平扫和增强检查。患者仰卧,使用头部线圈。常规取轴位、冠状位、矢状位,层厚 7~10mm。其中轴位是最基本的方位。常规选用 SE、FSE 序列,根据需要再选用其他序列。鞍区检查除应行轴位、矢状位常规扫描外,还应作冠状位薄层(3mm)扫描。

1. 平扫 即血管内不注入对比剂的一般扫描。患者均应先行平扫。平扫可获取 T_1 WI、 T_2 WI、FLAIR 等多参数图像,对发现病变、全面了解病变情况,有很重要的意义。

2. 增强检查 即静脉内注入对比剂后的扫描。目前常用顺磁性对比剂 Gd-DTPA,用量为 0.1mmol/kg,检查多发性硬化、转移瘤时可用至 0.2~0.3mmol/kg,以便发现更多病灶。垂体微腺瘤增强检查时为便于显示小肿瘤,对比剂剂量应为常规的一半,即 0.05mmol/kg。增强检查是在平扫发现病变需进一步定性,或虽检查为阴性但不能排除病变时选用的方法,仅获取 T_1 WI 或重 T_1 WI。Gd-DTPA 较安全,耐受性好,注射前不需做过敏试验,少数患者可出现胃肠道刺激症状和皮肤黏膜反应,多较轻微且持续时间短,一般不需特殊处理。但仍有严重副反应的个例报告,因此仍需密切观察患者,以便及时采取急救措施。

(二) 颅脑 MR 成像技术及其应用

1. MRA MRA 是一种无需向血管内注入对比剂即可使血管显影的无创性血管成像技术,检查过程简单、安全。MRA 有两种基本方法:时间飞跃法(time of flight, TOF)和相位对比法(phase contrast, PC)。TOF 法主要依赖的是流入相关增强;而 PC 法主要依赖于沿磁场梯度流动的质子相位的改变产生影像对比。

TOF 法和 PC 法均可采用 2D 和 3D 采集方式,首先获取一大组薄层面图像,即源图像,再经后处理,将许多薄层面血管影叠加、压缩并用最大强度投影(maximum intensity projection, MIP)法重建出一幅完整的血管影像,获取类似血管造影的效果。MRA

最大的优点是无创,便于在一般患者中进行血管评估,在显示颈内动脉粥样硬化所致的血管狭窄或闭塞方面效果近似于DSA,可直接显示 Willis 环全貌, MIP 像结合源图像可诊断 >3mm 的动脉瘤、颅内动静脉畸形等。Gd-DTPA 增强 MRA 效果更好,但对小血管的显示不如 DSA,也不能进行不同期相(如动脉期、静脉期)血管状态的评估。对于较大的血管还会受血流速度、流动状态的影响,有可能产生影像失真。

除上述两种基本方法外,还有通过预饱和技术使图像中流动的血流呈黑色信号的方法,称黑血技术。这种方法常被用于辨认血流方向、鉴别流动的血流与静止的血栓、抑制某一方向的血流信号显示解剖结构等,但不能产生类似于血管造影的图像。

2. MR 波谱(MR spectroscopy, MRS) 属于生化代谢分析技术,是目前唯一无损伤性检测活体器官和组织代谢、生化、化合物定量分析的技术。主要用于脑缺血缺氧、脑瘤、感染性疾病、脑变性疾病和脱髓鞘疾病的诊断和研究。目前临床上应用广泛的有¹H、³¹P、¹³C、¹⁹F、²³Na、¹⁷O 等,以前两者最常用。MRS 检测体内含被测原子核的分子基团及其化合物,如¹H MRS 波谱主要为体内含 CH₃-、CH₂-基团的化合物。

(1) 检测空间定位技术:空间定位技术是将被检测范围局限在一定容量的兴趣区(region of interest, ROI)内的技术。¹H 波谱最小 ROI 可达 1ml。

梯度磁场法技术发展较成熟,目前应用最广,常用的有:①深部分辨表面线圈波谱分析法(depth resolved surface coil spectroscopy, DRESS),选择一个梯度脉冲激发与体表间隔一定距离并平行于表面线圈的单一层面,使 ROI 信号来源于该层面。②单体素选择法(single voxel selection),包括活体图像选择波谱分析法(image selected in vivo spectroscopy, ISIS)、激励回波采样法(stimulated echo acquisition mode, STEAM)、点分析波谱法(point resolved spectroscopy, PRESS)等。如利用脉冲梯度磁场(B1)激发三个垂直平面(x、y、z)的原子核,可达到三维空间定位,定位准确,可直接与 MRI 相对应。③化学位移成像(chemical shift imaging, CSI),可进行二维和三维定位,每次检测多个体素。④波谱成像(spectroscopic imaging, SI),是用特殊的化学位移区域内所得的某种化合物共振信号转换为可视图像的方法。

(2) 化合物浓度定量测定:包括相对值和绝对值浓度分析。相对值浓度分析是对波谱中不同化合

物信号强度(积分面积)进行比较。该方法简单、易行,可排除 MR 设备因素的干扰,对分析含量的变化有困难,早期多采用该法。绝对值浓度计算方法有两种:①外标准法,同时扫描已知浓度化合物体模和被检查部位,比较两者化合物的绝对浓度,该方法受设备和生物因素影响较大;②内标准法,利用体内已知浓度的化合物(如水、肌酸)作为参照进行化合物浓度计算,该方法受设备和生物因素影响较小,但要求化合物浓度在生理变化过程中保持恒定且必须已知,目前多采用该法。脑¹H MRS 分析的主要代谢产物有:①N-乙酰门冬氨酸(NAA),主要存在于神经元及其轴突中,可作为神经元的内标物,其含量可反映神经元的功能状态,含量降低表示神经元受损;②肌酸(Cr),能量代谢产物,在脑组织中其浓度相对稳定,一般作为脑组织¹H MRS 的内参物,常用其他代谢产物与 Cr 的比值反映其他代谢产物的变化;③胆碱(CHO),主要存在于细胞膜中,其含量变化反映细胞膜代谢变化,在细胞膜降解或合成旺盛时其含量增加。

3. 扩散加权成像和扩散张量成像

(1) 扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI):是建立在人体组织微观流动效应基础之上,利用人体内不同情况下水分子扩散程度的不同所造成的信号改变进行磁共振成像。在 SE 序列的 180° 脉冲前后对称加入扩散敏感梯度场(又称为扩散梯度脉冲)即可获得 DWI。活体内存在大量水分子的无序运动,这可以通过扩散系数(diffusion coefficient, DC)来反映其运动的情况及是否受限,弥散系数数值越大,分子的动量改变越大,所受限制就越小。在活体内, DWI 信号除受扩散的影响外,还可能对一些生理活动(如心脏搏动、呼吸、灌注、肢体移动等)敏感,所测得的扩散系数并不仅仅反映水分子的扩散状况。为了避免这一现象,目前使用表观扩散系数(apparent diffusion coefficients, ADC)来描述活体弥散成像中的弥散状况。ADC 值增大,代表水分子弥散增加,而弥散加权图像信号降低;反之亦然。目前 DWI 多用于脑缺血、脑梗死,特别是急性脑梗死的早期诊断;还可用于颅内占位性病变的鉴别诊断。

(2) 弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI):是 DWI 的发展和深化,是目前唯一的一种能有效观察和追踪脑白质纤维束的非侵入性检查方法。主要用于脑部尤其是对白质束的观察、追踪,脑发育和脑认知功能的研究,脑疾病的病理变化以及

脑部手术的术前计划和术后评估。

4. 灌注成像 灌注成像(perfusion weighted imaging, PWI)是用来反映组织微循环的分布及其血流灌注情况、评估局部组织的活力和功能的磁共振检查技术,目前使用的主要是动态增强磁敏感和动脉自旋标记法两种技术,前者需使用含钆造影剂,使用最为广泛。其原理为当对比剂在短时间内高浓度通过某一区域的毛细血管网时,它基本上可代表血流通过的情况,由于顺磁性对比剂的磁化率效应,它不但大大缩短 T_1 时间,也缩短 T_2 时间,致信号降低,信号降低程度与局部对比剂浓度成正比,根据脑组织信号变化过程可获得时间-信号强度曲线,半定量观察到正常脑实质内的局部脑血流量(rCBF)、局部脑血容量(rCBV)、平均通过时间(MTT)和造影剂达峰时间(TTP)。PWI 在临床上主要用于脑梗死的预后判断、溶栓治疗计划指导和效果评价,以及脑肿瘤的定性诊断等。

5. 功能性磁共振成像 功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)在这里是指狭义的脑功能成像,即是基于神经元功能活动对局部氧耗量和脑血流影响程度不匹配所导致的局部磁场性质变化的原理。血红蛋白包括含氧血红蛋白和去氧血红蛋白,两种血红蛋白对磁场的影响完全不同。氧合血红蛋白是抗磁性物质,对质子弛豫没有影响。去氧血红蛋白属顺磁物质,可产生横向磁化弛豫时间(T_2)缩短效应(perferential T_2 proton relaxation effect, PT_2 PRE)。因此,当去氧血红蛋白含量增加时, T_2 加权像信号减低。当神经兴奋时,电活动引起脑血流量显著增加,同时氧的消耗量也增加,但增加幅度较低,其综合效应是局部血液氧含量的增加,去氧血红蛋白的含量减低,削弱了 PT_2 PRE, T_2 加权像信号增强。总之,神经元兴奋能引起局部 T_2 加权像信号增强,反过来就是 T_2 加权像信号能反映局部神经元的活动,即 BOLD(blood oxygenation level dependent)效应。早期的 fMRI 是单纯利用神经元活动的血流增强效应,利用注射顺磁造影剂的方法来实现的,后来随成像技术的发展,才形成的 BOLD。

神经元活动引起局部血流增加是短暂的,普通的 MRI 成像速度慢,难以用来研究神经电活动引起的这种变化,所以需要快速成像技术。快速成像技术主要包括快速小角度激发(fast low angle shot, FLASH)成像和快速回波平面成像(echo planar imaging, EPI)。FLASH 成像仅需几秒钟,虽然可通过减

少重复扫描来提高时间分辨率,但会明显降低空间分辨率。EPI 技术是把经典成像中的多次扫描简化成一次扫描,使成像速度明显提高。EPI 技术需要梯度场快速转换,对硬件要求较高,而且梯度场转换产生的噪声也较大。人们对之进行改造,发展出一种新的 EPI 技术——Spirals。与传统 EPI 的区别在于其数据采集从数据空间中心开始,然后以旋转方式逐渐向外扩展,但它无法实行傅立叶转换,增加了图像重建的复杂性。

fMRI 在正常人脑功能区(视觉、听觉、嗅觉、运动、感觉及语言等)的基础研究方面均取得一定的进展,在神经外科、神经内科、药理学和精神病学等领域的临床应用也十分广泛。

6. 磁敏感加权成像 磁敏感加权成像(susceptibility-weighted imaging, SWI)是一种新的磁共振成像方法,与通常的质子密度、 T_1 或 T_2 加权成像不同,它是利用不同组织间的磁敏感性的差异形成图像对比,磁敏感性反映物质在外加磁场作用下的磁化程度,常用磁化率来表示。常见的磁敏感物质有:①顺磁性物质,具有未成对的电子,磁化率为正,血红蛋白的某些降解产物属于超顺磁性物质;②抗磁性物质,无未成对电子,其磁化率为负值,人体内绝大多数物质具有这种特性;③铁磁性物质,拥有强大的正磁化率,去除外磁场后可被永久磁化。总之,无论是顺磁性还是抗磁性的物质,只要能改变局部磁场,导致周围空间磁敏感差异的改变,就能产生信号的去相位,造成 T_2^* 缩短。这样,磁敏感性不同的组织在 SWI 上就可以被区别出来。

现有的 MR 扫描并不能直接得到 SWI 图像,只能获得强度图(magnitude image)和相位图(phase image)。强度图包含了组织之间的对比,而相位图提供了一种增强对比的方法,其本身能够为脑灰白质、组织内铁沉积、静脉血管及其他存在局部磁敏感差异的组织提供良好的对比,可获得大量反映组织内磁敏感性物质的数据信息。要获得 SWI 图像需对原始图像进行图像的复数重组,在 K 空间中滤波消除相位图像中的磁场不均一性伪影,相位图经过高通滤波,消除非病变引起的背景 T_2^* 信号丢失,生成新相位图像,即相位蒙片,相位蒙片与强度图像加权即得到 SWI 图像,图像进行最小信号强度投影处理后,可显示连续层面的静脉血管图像。

SWI 能够比常规梯度回波序列更敏感地显示出血,甚至是微小出血,在诊断脑外伤、脑肿瘤、脑血管畸形、脑血管病及某些神经变性病等方面具有较高

的价值及应用前景。

(王晓明 张妍芬 高培毅)

第5节 造影剂

一、颅脑 CT 造影剂

(一) 颅脑 CT 造影剂分类

目前主要为水溶性碘制剂,种类繁多,可分为:

1. 离子型造影剂 离子型造影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)、碘他拉葡胺等。单酸二聚体的代表有碘克沙酸。离子型造影剂的副反应发生率高,机体的耐受性差。

2. 非离子型造影剂 包括碘苯六醇(iohexol)、碘普罗胺(iopromide)及碘必乐(iopamidol)等。非离子型造影剂较离子型造影剂毒副作用小,可用于各种血管造影及经血管的造影检查。非离子型造影剂副反应发生率低,机体的耐受性好。

3. 非离子型二聚体 如碘曲伦(iotrolan),多用于椎管内脊髓造影。

造影剂反应可分为特异质反应及物理-化学反应,前者与剂量无关,后者则与剂量有明确的关系。物理-化学反应的发生率及严重程度与所用造影剂的量有关,造影剂反应中常见的恶心、呕吐、潮红、发热及局部疼痛等均由此所致,其有关因素包括:①渗透压;②造影剂的水溶性;③造影剂的电荷;④黏稠度;⑤化学毒性。

(二) 高危因素

有造影剂过敏史,过敏体质(如湿疹、荨麻疹、神经性皮炎、哮喘、食物及花粉过敏),甲亢,甲状腺

肿,严重心血管疾病(如心功能不全、冠脉硬化、近期心梗、长期心率不齐和严重高血压等),体弱、脱水,严重肝、肾疾病,严重糖尿病,严重肺部疾患(呼吸功能不全、肺动脉高压和肺栓塞等),脑损伤(新近脑血管损伤、惊厥、颅脑外伤),副蛋白血症(瓦尔登斯特伦世巨球蛋白血症、巨球蛋白血症、浆细胞瘤),嗜铬细胞瘤(有高血压危象之危险),65岁以上老人及婴、幼儿,过度焦虑,近期使用过造影剂,使用B受体阻断(易引起支气管痉挛及可能发生难以治疗的心动过缓),长期使用钙离子拮抗剂(易导致心动过缓和血管扩张),使用白介素-2和(或)干扰素治疗,使用双胍类降血糖药(易导致肾功能不全、乳酸性血症),镰状细胞贫血等。

二、颅脑 MRI 造影剂

MRI造影剂可以分为纵向弛豫造影剂(T_1 制剂)和横向弛豫造影剂(T_2 制剂)。 T_1 制剂是通过水分子中的氢核和顺磁性金属离子直接作用来缩短 T_1 ,从而增强信号,图像较亮; T_2 制剂是通过对外部局部磁性环境的不均匀性进行干扰,使邻近氢质子在弛豫中很快产生失相位来缩短 T_2 ,从而减弱信号,图像较暗。

按磁性构成来分,MRI造影剂可以分为顺磁性、铁磁性和超顺磁性三大类。临床中常用的钆类造影剂就属于顺磁造影剂。

(王晓明 张妍芬 高培毅)

参 考 文 献

1. 吴恩惠. 影像诊断学. 第3版. 北京:人民卫生出版社, 1995.
2. 祁吉,高野正雄. 计算机X摄影. 北京:人民卫生出版社, 1997.