

S HENJING JIBING ZHENLIAOXUE

# 神经疾病 诊疗学



主 编 / 贾建平



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

# 神经疾病诊疗学

SHENJING JIBING ZHENLIAOXUE

主 编 贾建平

副主编 刘爱华

编 者 (以姓氏笔画为序)

丁建平	王 伟	卫 华	马云川
王向波	王宪玲	王海涛	车林海
叶 静	吉训明	华 扬	许二赫
刘宪霜	刘爱华	闵宝权	宋海庆
张 倩	张人玲	张鸿祺	邵延坤
赵利杰	赵筱玲	贾建平	徐 敏
袁 泉	高勇安	矫黎东	宿英英
笄宇威	彭 茂	董会卿	楚长彪
谢淑萍	缪中荣	樊春秋	冀瑞俊



人民军医出版社

People's Military Medical Press

北 京

---

**图书在版编目(CIP)数据**

神经疾病诊疗学/贾建平主编. —北京:人民军医出版社,2006. 1  
ISBN 7-5091-0008-9

I. 神... II. 贾... III. 神经系统疾病—诊疗 IV. R741

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 114039 号

---

策划编辑:王 峰 文字编辑:黄栩兵 责任审读:余满松

出版人:齐学进

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市复兴路 22 号甲 3 号 邮编:100842

电话:(010)66882586(发行部)、51927290(总编室)

传真:(010)68222916(发行部)、66882583(办公室)

网址:www. pmmp. com. cn

---

印刷:潮河印业有限公司 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:19.25 字数:468千字

版、印次:2006年1月第1版第1次印刷

印数:0001~3500

定价:48.00元

---

**版权所有 侵权必究**


购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

电话:(010)66882585、51927252



# 内容提要

## Summary



本书分 10 章,全面系统地阐述了神经系统疾病的常用诊疗技术,详细介绍了血管性疾病、遗传性疾病、周围神经病、脊髓疾病、肌肉疾病、中枢神经系统感染、脱髓鞘病、发作性疾病的病因、发病机制、病理、临床表现、辅助诊断、诊断、鉴别诊断、治疗和预防,以及重症神经疾病的监测与治疗。主要读者对象为神经内科及相关学科的研究人员、临床医师、研究生及实习生等。

责任编辑 王 峰 黄栩兵

# 前 言

## Preface

20 世纪的最后 10 年被作为“脑的 10 年”载入了神经科学的史册,并为 21 世纪神经科学的发展奠定了坚实的基础,揭开了新的篇章。回顾过去几十年相关科学技术的迅猛发展,使神经科学得以前所未有的进步。由于分子生物学的发展及对许多疾病本质的重新认识,以及神经影像学、神经电生理学和基因技术的发展与应用,使疾病诊断的准确性大幅度提高。由于新药物的不断出现,也为很多疾病的治疗带来了曙光。但神经科疾病的多样性与复杂性,使临床诊断与治疗仍有许多困难,尤其是一些疑难疾病诊断与治疗难度更大。因此,作为一名神经科医师,必须有扎实的理论知识、丰富的临床经验、广博的相关疾病知识,以及较强的综合分析能力,才能胜任本职工作。

为了提高神经疾病的诊断与治疗水平,我们组织编写了这本《神经疾病诊疗学》,首先详细介绍了神经系统疾病的各种辅助检查方法,其次按照各种神经疾病的性质,结合笔者所在医院的诊疗特色,分别介绍了病因、发病机制、临床表现、诊断、鉴别诊断、预防治疗措施,以及神经病学的发展现状和最新进展,以使读者对神经疾病有新的了解,为读者更新知识及自我继续教育发挥作用。本书是广大神经科医师的必备参考书,也可作为广大临床工作者和研究生学习的重要参考书。

本书在编写过程中,得到了首都医科大学宣武医院领导的重视和帮助,得到了院内多个科室和神经内科的诸位同事的大力配合和协作,他们克服了种种困难,使本书得以顺利完成,特致谢意。

尽管我们竭尽全力编写,但由于经验、学识不足,本书缺点,甚至错误在所难免,我们诚恳地希望读者随时批评指正。

贾建平

2005 年 8 月

# 目 录

---

## CONTENTS

<b>第一章 神经系统疾病的常用诊疗技术</b> .....	(1)
<b>第一节 脑脊液检查</b> .....	(1)
一、腰椎穿刺术.....	(1)
二、脑脊液常规检查.....	(2)
三、生化检查.....	(3)
四、特殊检查.....	(3)
<b>第二节 计算机体层扫描成像(CT)</b> .....	(4)
一、基本构成和成像原理.....	(4)
二、影响 CT 成像的因素.....	(5)
三、检查方法.....	(5)
<b>第三节 磁共振成像(MRI)</b> .....	(7)
一、磁共振成像基本技术及适用范围.....	(7)
二、磁共振特殊成像技术.....	(8)
<b>第四节 SPECT 显像</b> .....	(11)
一、脑的血液供应、流量与代谢.....	(11)
二、脑显像与血流灌注断层显像.....	(12)
三、常见神经疾病及其显像特点.....	(13)
附:脑池显像.....	(16)
<b>第五节 正电子发射断层扫描成像</b> .....	(17)
<b>第六节 脑血管造影检查</b> .....	(22)
<b>第七节 神经系统电生理检查</b> .....	(29)
一、脑电图.....	(30)
二、肌电图与神经传导速度检查.....	(32)
三、脑诱发电位检查.....	(34)
<b>第八节 超声检查</b> .....	(37)
一、颅脑多普勒超声.....	(37)
二、颈动脉超声检查.....	(48)
<b>第九节 神经心理学检查</b> .....	(51)
<b>第二章 血管性疾病</b> .....	(61)
<b>第一节 短暂性脑缺血发作</b> .....	(61)

第二节 脑梗死 .....	(67)
一、脑血栓形成 .....	(67)
二、脑栓塞 .....	(74)
第三节 腔隙性脑梗死 .....	(75)
第四节 脑出血 .....	(79)
第五节 蛛网膜下腔出血 .....	(83)
第六节 进行性皮质下动脉硬化性脑病 .....	(91)
第七节 脑静脉和静脉窦血栓形成 .....	(93)
第八节 伴皮质下梗死和白质脑病的常染色体显性遗传性脑动脉病 .....	(102)
<b>第三章 遗传性疾病 .....</b>	<b>(112)</b>
第一节 老年期痴呆 .....	(112)
第二节 运动神经元病 .....	(118)
第三节 锥体外系疾病 .....	(123)
一、锥体外系基本结构 .....	(123)
二、锥体外系疾病的诊断思维步骤 .....	(124)
三、各种锥体外系疾病 .....	(125)
第四节 遗传性共济失调 .....	(144)
一、早发的共济失调 .....	(144)
二、晚发的共济失调 .....	(146)
三、遗传性共济失调的治疗 .....	(152)
第五节 遗传性运动感觉神经病 .....	(152)
<b>第四章 周围神经病 .....</b>	<b>(157)</b>
第一节 面神经炎 .....	(157)
第二节 面肌抽搐 .....	(159)
第三节 三叉神经痛 .....	(161)
第四节 坐骨神经痛 .....	(162)
第五节 吉兰-巴雷综合征 .....	(163)
第六节 慢性炎症性脱髓鞘性多神经炎 .....	(173)
第七节 POEMS 综合征 .....	(174)
第八节 多灶性运动神经病 .....	(177)
<b>第五章 脊髓疾病 .....</b>	<b>(183)</b>
第一节 急性脊髓炎 .....	(183)
第二节 脊髓压迫症 .....	(185)
第三节 脊髓血管畸形 .....	(188)
<b>第六章 肌肉疾病 .....</b>	<b>(196)</b>
第一节 重症肌无力 .....	(196)
第二节 肌营养不良 .....	(201)
一、进行性肌营养不良症 .....	(201)
二、强直性肌营养不良症 .....	(204)

第三节 多发性肌炎(polymyositis) .....	(205)
第四节 线粒体肌病及脑肌病 .....	(207)
第五节 离子通道病 .....	(209)
一、低血钾型周期性瘫痪 .....	(209)
二、高血钾型周期性瘫痪 .....	(211)
三、正常血钾型周期性瘫痪 .....	(212)
<b>第七章 中枢神经系统感染</b> .....	(215)
第一节 结核性脑膜炎 .....	(215)
第二节 细菌性脑膜炎 .....	(219)
第三节 真菌性脑膜炎 .....	(221)
一、新型隐球菌脑膜炎 .....	(221)
二、念珠菌性脑膜炎 .....	(222)
三、组织胞浆菌性脑膜炎 .....	(222)
四、毛霉菌性脑膜炎 .....	(222)
第四节 脑炎 .....	(223)
第五节 神经梅毒 .....	(226)
第六节 艾滋病所致神经系统损害 .....	(227)
第七节 脑猪囊尾蚴病 .....	(229)
<b>第八章 脱髓鞘病</b> .....	(237)
第一节 多发性硬化 .....	(237)
第二节 自体造血干细胞移植治疗多发性硬化 .....	(244)
一、抗原成分 .....	(244)
二、基本治疗方法 .....	(245)
三、选择患者 .....	(245)
四、外周血干细胞移植程序的关键技术 .....	(246)
第三节 脑白质营养不良 .....	(250)
一、基本概念 .....	(250)
二、肾上腺脑白质营养不良 .....	(251)
三、异染性脑白质营养不良 .....	(252)
四、佩-默氏病 .....	(253)
五、球样细胞脑白质营养不良 .....	(253)
六、中枢神经系统海绵状变性 .....	(254)
七、纹状体小脑钙化伴脑白质营养不良 .....	(254)
八、类纤维蛋白脑白质营养不良 .....	(255)
<b>第九章 发作性疾病</b> .....	(256)
第一节 癫痫 .....	(256)
第二节 偏头痛 .....	(259)
第三节 老年人头痛 .....	(263)
第四节 眩晕 .....	(267)



一、概述 .....	(267)
二、梅尼埃病 .....	(272)
三、良性发作性体位性眩晕 .....	(277)
四、前庭神经元炎 .....	(278)
五、中枢性眩晕 .....	(279)
六、运动病 .....	(281)
七、颈性眩晕 .....	(282)
八、药物性眩晕 .....	(283)
九、头部外伤后眩晕 .....	(284)
十、精神性眩晕 .....	(284)
十一、流行性眩晕 .....	(284)
<b>第十章 重症神经疾病的监测与治疗</b> .....	(287)
<b>第一节 脑功能监测与治疗</b> .....	(287)
一、脑电生理功能监测 .....	(287)
二、脑功能损伤的治疗 .....	(292)
<b>第二节 脑外器官功能的监测与治疗</b> .....	(294)
一、心血管功能 .....	(294)
二、呼吸功能 .....	(295)
三、胃肠功能 .....	(296)
四、肾功能 .....	(296)
五、代谢功能 .....	(297)

# 第一章 神经系统疾病的常用诊疗技术

## 第一节 脑脊液检查

脑脊液(cerebrospinalfluid,CSF)位于脑室及蛛网膜下隙内,含有恒定的化学成分,能维持中枢神经系统的渗透压和酸碱平衡,使中枢神经系统保持一个稳定的化学内环境。脑脊液还起着运送营养物质到中枢神经系统及从中枢神经系统运走代谢产物的作用。正常情况下,在血液与脑脊液之间、脑脊液与脑之间存在机械性和渗透性屏障,血液中的各种化学成分只能选择性地进入脑脊液中,这种功能称为血-脑脊液屏障(blood-brainbarrier, BBB)。在病理情况下,如脑瘤、脑膜炎时脑脊液的生成可成倍增加,且血-脑脊液屏障破坏和通透性增高可使脑脊液成分发生改变。因此,检查脑脊液是研究神经系统疾病生物化学和代谢状况的重要手段,对诊断神经系统疾病具有重要意义。

采集脑脊液的方法有腰椎穿刺(lumbarpuncture)、小脑延髓池穿刺、颈椎侧方穿刺和侧脑室穿刺,其中临床以腰穿最为常用和安全。

### 一、腰椎穿刺术

#### 【适应证】

- (1)了解脑脊液压力和成分的变化。
- (2)需要注入显影剂和空气等进行造影,以观察脊髓蛛网膜下隙、脑蛛网膜下隙和脑室系统情况的疾病,以及需要做脑脊液动力学检查者。
- (3)需要放脑脊液或鞘内注入药物进行治疗的疾病。

#### 【禁忌证】

- (1)颅内压明显升高,怀疑颅后窝肿瘤,有脑疝迹象或危险者。
- (2)病情危重,如休克、心力衰竭等原因不能承受腰椎穿刺术者。
- (3)穿刺部位局部皮肤、皮下组织或脊柱有感染,穿刺易将感染带入中枢神经系统时。
- (4)脊髓压迫症的脊髓功能已处于即将丧失的临界状态者。此时腰穿可加重病情。
- (5)严重凝血功能障碍、使用肝素等药物导致出血倾向者。
- (6)躁动不安,难以合作及严重脊柱畸形者。

【并发症】 最常见的是腰穿后头痛,多为低颅压所致。坐、立位时症状加重,平卧时症状

缓解。可持续 2~8d, 严重者还可伴有恶心、呕吐和耳鸣。为预防腰穿后头痛, 穿刺时尽量选小号穿刺针, 进针时针尖斜面应与脊柱轴线平行, 以免硬脊膜纤维受损。留取脑脊液不宜过多, 一般不要超过 10ml。腰穿后至少去枕平卧 4~6h。为减轻腰穿后头痛, 应多饮水, 必要时可静脉输入生理盐水。

**【方法】** 成人脊髓大多终止于腰<sub>1</sub>椎体下缘, 少数终止于腰<sub>2</sub>和腰<sub>3</sub>椎间隙, 故一般选择腰椎<sub>3~4</sub>间隙进针, 相当于两侧髂嵴连线中点。亦可选择下一椎间隙或上一椎间隙。儿童脊髓终止水平较低, 不宜在腰椎<sub>2~3</sub>间隙穿刺, 以免损伤脊髓。除特殊情况采用坐位外, 一般采用侧卧位。患者侧卧于硬板床上, 背部与床面垂直, 头向胸部俯屈, 两膝弯曲至腹部, 使椎间隙尽量增宽。选定穿刺部位后, 消毒皮肤, 戴无菌手套, 铺消毒洞巾, 用 2% 利多卡因 1~2ml 行局部麻醉。术者一手固定穿刺点周围皮肤, 另一手持针, 以垂直于背部或稍向头端方向缓慢进针 4~6cm (儿童 2~3cm), 当针尖穿过韧带和硬膜时可感到阻力突然消失的“突破感”, 此时针尖即已进入蛛网膜下隙。缓慢抽出针芯, 即可见脑脊液流出。术毕, 将针芯插入后再拔出, 局部涂以碘酊, 覆盖消毒纱布并用胶布固定。术后患者去枕平卧至少 4~6h, 以免引起术后低颅压性头痛。并应注意观察病情变化, 防止脑疝形成, 尤其是有高颅内压者。

## 二、脑脊液常规检查

1. 压力 通常用测压管进行压力测定。包括初压(取脑脊液前)和终压(取脑脊液后)。正常成人侧卧时脑脊液的压力为 80~180mmH<sub>2</sub>O, 高于 200mmH<sub>2</sub>O 为颅内压增高, 低于 70mmH<sub>2</sub>O 为颅内压降低。

在脊髓病变疑有椎管梗阻时, 应行压颈试验(Queckenstedt's test)。压颈试验前应先做压腹试验, 以了解穿刺针头是否在椎管内。压颈试验有指压法和压力计法。前者是用手指压迫颈静脉。后者是将血压计气带轻缚于患者的颈部, 测定初压后, 迅速充气至 20mmHg、40mmHg 和 60mmHg, 记录脑脊液压力变化直至压力不再上升为止; 然后迅速放气, 记录脑脊液压力至不再下降为止。正常情况下压颈后脑脊液压力迅速上升 100~200mmH<sub>2</sub>O 以上, 解除压颈后, 压力迅速下降至初压水平。如在穿刺部位以上有椎管梗阻, 压颈时压力不上升(完全梗阻), 或上升、下降缓慢(部分梗阻), 称为压颈试验阳性。如压迫一侧颈静脉, 脑脊液压力不上升, 但压迫对侧上升正常, 常指示该侧的横窦闭塞。有颅内压升高或怀疑颅后窝肿瘤者, 不应作压颈试验, 以免发生脑疝。

2. 外观 正常脑脊液无色透明。

(1) 脑脊液为血性或粉红色: 多提示颅内或脊髓内有出血。可用三管连续接取脑脊液, 前后各管为均匀一致的血色, 或离心后上清液呈淡黄色或黄色, 表明为非损伤性出血, 如蛛网膜下腔出血; 前后各管的颜色依次变淡, 提示为穿刺损伤出血; 离心后上清液呈无色透明, 提示为穿刺损伤或新鲜出血。

(2) 脑脊液呈淡黄色或红黄色: 提示脑或脊髓有出血, 红细胞已破坏, 蛋白进入脑脊液。由于炎症、肿瘤, 脑脊液循环受阻, 脑脊液中蛋白质含量增高而呈黄色, 甚至金黄色, 其黄变程度与蛋白质含量成正比。当脑脊液蛋白含量极高(多超过 10g/L)时, 脑脊液离体后不久自发凝固, 称为 Froin 综合征。

(3) 脑脊液浑浊呈云雾状, 通常是由于白细胞数超过  $300 \times 10^6/L$  所致, 蛋白质含量增加或含有大量细菌、真菌等也可使脑脊液浑浊; 结核性脑膜炎常呈毛玻璃样微浑; 而化脓性脑膜炎

常呈明显浑浊。

3. 细胞数 正常脑脊液不应有红细胞。白细胞数成人 $(0\sim 5)\times 10^6/L$ ，儿童 $(0\sim 10)\times 10^6/L$  超过 $10\times 10^6/L$  为异常。白细胞增多常提示中枢神经系统有炎症；红细胞增多提示有出血。急性细菌性感染早期，常出现多核白细胞增多；结核或真菌性脑膜炎时，常出现单核白细胞增多，但在早期也可出现多核白细胞增多。

4. Pandy 试验 为脑脊液蛋白质定性试验。原理是脑脊液中蛋白(主要是球蛋白)与饱和苯酚结合形成不溶性蛋白盐，正常人多为阴性反应，部分正常脑脊液亦可出现极弱阳性结果。Pandy 试验具有所需标本量少，灵敏度高，试剂易得，操作简便和结果易于观察等优点。

### 三、生化检查

1. 糖 脑脊液糖含量取决于血糖的水平。正常脑脊液糖含量为 $2.5\sim 4.4\text{ mmol/L}$ ( $50\sim 75\text{ mg/dl}$ )，为血糖水平的 $50\%\sim 70\%$ 。通常脑脊液糖低于 $2.25\text{ mmol/L}$ ( $45\text{ mg/dl}$ )为降低。糖明显减少见于化脓性脑膜炎，轻至中度减少见于结核性或真菌性脑膜炎以及脑膜癌和转移癌。脑脊液糖含量增加见于糖尿病、静脉注射葡萄糖等血糖增高情况。病毒感染，脑脊液糖含量正常或稍高。

2. 氯化物 正常脑脊液氯化物含量为 $120\sim 130\text{ mmol/L}$ ，( $700\sim 750\text{ mg/dl}$ )，较血氯水平高。细菌性和真菌性脑膜炎时，脑脊液氯化物含量减低，尤以结核性脑膜炎明显。剧烈呕吐或肾上腺皮质功能减退时，因血氯下降脑脊液氯含量也下降。

3. 蛋白质 脑脊液蛋白质正常值为 $0.15\sim 0.45\text{ g/L}$ ( $15\sim 45\text{ mg/dl}$ )，脑池液为 $0.10\sim 0.25\text{ g/L}$ ( $10\sim 25\text{ mg/dl}$ )，脑室液为 $0.05\sim 0.15\text{ g/L}$ ( $5\sim 15\text{ mg/dl}$ )。蛋白质增高见于中枢神经系统感染、脑肿瘤、脑出血、脊髓压迫症等疾病，其中尤以椎管完全梗阻、吉兰-巴雷(Guillain-Barre)综合征、听神经瘤增高显著。

### 四、特殊检查

1. 细胞学检查 一般用脑脊液离心沉渣涂片，脑脊液细胞学检查可进行细胞分类和发现肿瘤细胞。正常脑脊液细胞主要是小淋巴细胞，其次是单核样细胞。化脓性脑膜炎可见中性粒细胞增多；病毒性脑炎、脑膜炎表现淋巴细胞增多；结核性脑膜炎呈混合细胞反应；而脑寄生虫病以持续的嗜酸性粒细胞增多为特征；蛛网膜下腔出血呈无菌性炎性反应和吞噬细胞反应，根据吞噬细胞中吞噬的物质，如红细胞、含铁血黄素、胆红素，可帮助推算出血时间及有无再出血。

2. 细菌学检查 对各种脑膜炎都应做脑脊液的细菌学检查，包括涂片和培养，还可动物接种以查找病原体。疑有真菌性脑膜炎可做墨汁涂片检查。革兰(Gram)染色可查找革兰阳性球菌。而抗酸染色可查找结核菌。结核性脑膜炎的脑脊液静置 $12\sim 24\text{ h}$ 后，可见表面有纤维的网膜形成，取此膜涂片检查结核杆菌，阳性率较高。有时可用新鲜脑脊液直接涂片，快速查找病原体。

3. 蛋白电泳 脑脊液蛋白电泳的正常值(滤纸法)：前清蛋白 $2\%\sim 6\%$ ，清蛋白 $44\%\sim 62\%$ ， $\alpha_1$ 球蛋白 $4\%\sim 8\%$ ， $\alpha_2$ 球蛋白 $5\%\sim 11\%$ ， $\beta$ 球蛋白 $8\%\sim 13\%$ ， $\gamma$ 球蛋白 $7\%\sim 18\%$ 。电泳带的质和量分析对神经系统疾病的诊断有一定帮助。前清蛋白降低见于神经系统炎症，升高见于脑萎缩、脑积水及中枢神经变性病； $\alpha$ 球蛋白升高主要见于中枢神经系统感染早期； $\beta$

球蛋白增高见于肌萎缩侧索硬化和退行性病变;  $\gamma$  球蛋白增高多见于脱髓鞘疾病和中枢神经系统感染。

4. 免疫球蛋白 正常脑脊液免疫球蛋白含量极少,其中 IgG 为 0.01~0.04g/L(1~4mg/dl), IgA 为 0.001~0.006g/l(0.1~0.6mg/dl), IgM 不能测出。

脑脊液 IgG 增高见于多发性硬化等许多神经系统免疫性疾病。脑脊液 IgG 指数=(脑脊液 IgG/血清 IgG)/(脑脊液清蛋白/血清清蛋白),正常值 $\leq 0.7$ ,如 IgG 指数 $> 0.7$ 则为异常,提示脑脊液免疫球蛋白增高来源于中枢神经的合成。24h 脑脊液 IgG 合成率测定及脑脊液寡克隆 IgG 带(oligoclonal IgG bands, OB)检测,均是中枢神经系统内自身合成免疫球蛋白的标志,脑脊液髓鞘碱性蛋白的测定已被广泛应用于多发性硬化等疾病的辅助诊断。

脑脊液特异性抗原抗体检测对一些中枢神经系统疾病的诊断有较大的帮助。如脑膜炎球菌、乙型脑炎病毒抗体检测分别有助于流脑和乙脑的早期诊断。脑脊液螺旋体荧光试验对神经梅毒,麻疹病毒抗体效价测定对亚急性硬化性全脑炎,囊虫补体结合试验、酶联免疫吸附试验对脑猪囊尾蚴病等,均有重要的诊断作用。用单克隆抗体技术检测脑脊液中的癌细胞,不仅有助于癌性脑病的早期诊断,而且还可鉴定癌细胞的来源。

5. 神经生化物质 脑脊液乙酰胆碱、儿茶酚胺等神经递质的测定,有助于了解中枢神经系统的活动与代谢情况,对老年痴呆、偏头痛等诊断有帮助;对某些药物疗效的观察也起一定的作用。

6. 聚合酶链反应(PCR) 用于单纯疱疹病毒性脑炎、结核性脑膜炎的早期诊断。

(刘爱华 贾建平)

## 第二节 计算机体层扫描成像(CT)

计算机体层扫描成像(CT)是断层图像,空间分辨率高,解剖关系清楚,病变显示良好,病变的检出率和诊断准确率均较高。此外,不同正常组织和病变组织的 X 线吸收系数不同,因而可以进行定量分析。

### 一、基本构成和成像原理

CT 由 X 线发生, X 线检测, 图像处理及显示, 操作及控制等部分构成。X 线发生部分有高压发生器, X 线球管, 扫描框架和冷却器等。X 线检测部分有监测器, 监测回路和模数转换器等。主要功能是监测人体对 X 线的吸收量。图像处理及显示部分有电子计算机, 图像显示器, 磁盘, 磁带和宽行打印机。其主要任务是为进行数据处理和图像重建, 以及记录、储存和显示有关信息或图像。操作和控制部分为整个 CT 操作或控制的命令部分, 通过它进行 X 线曝光条件的选择, 控制 X 线源的检测系统工作。

CT 是应用高度准直的 X 线束围绕身体某一部位作一个断面的扫描, 扫描过程中由灵敏的、动态量程范围大的检测器记录下大量的衰减信号, 再由快速的模数转换器将模拟量转换成数字量, 然后输入电子计算机, 高速计算出该断面上各点的 X 线衰减数值, 由这些数据组成矩阵图像, 图像显示器将不同的数据用不同的灰度等级显示出来, 这样断面上的诸解剖结构就由电视显示器清楚地显示出来。

## 二、影响 CT 成像的因素

1. CT 值 CT 检查中,无论是矩阵图像或矩阵数字,都是 CT 值的代表,而 CT 值又是从人体不同组织,器官吸收 X 线后的衰减系数  $\mu$  值换算出来的,CT 值 =  $[(\mu - \mu_w) / \mu_w] \times a$ ,  $\mu$  和  $\mu_w$  分别为受测物体和水的衰减系数,  $a$  为各厂商所选定的标度因素。正常人体不同组织、器官的 CT 值不尽相同。

2. 窗宽和窗位 窗宽(window width)是指屏幕上的图像所包括的 CT 值范围。在此 CT 值范围内的组织结构按其密度高低从白到黑分 16 个灰阶供观察对比。例如,窗宽选定为 100Hu,则其分辨的 CT 值为  $100/16=6.25$ ,即两种组织 CT 值的差别在 6.25Hu 以上即可分辨出来。因此,窗宽的宽窄直接影响图像的反衬度与清晰度。窗位(window level)是指窗宽上下限的平均数。不同组织的 CT 值不同,要想观察它的细微结构,最好以该组织的 CT 值为中心进行扫描。这个中心就是窗位。

3. 噪声和伪影 扫描噪声即光子噪声,为穿透人体后到达检测器的光子数量有限,且在矩阵内各图像点(像素)上的分布不是绝对均匀所造成。为减少噪声必须增加 X 线剂量。伪影(artifacts)为扫描时,患者移动、高密度物质(如术后银夹、枕外隆凸等)、低密度物质周围(如鼻窦旁及空气组织周围)都可能产生扫描实际情况与重建像所带来的一系列假设不符合所造成。另外,机器故障时,可出现环形或同心圆形低密度伪影。

4. 部分容积效应(partial volume phenomena) 矩阵图像中的像素代表的是一个体积,即像素面积 $\times$ 厚度,此体积内可能含有各种组织。因此,每一像素的 CT 值实际上所代表的是单位体积各组织 CT 值的平均数。因而这种 CT 值所代表的组织密度可能实际上并不存在。在高密度区域中间的较小低密度病灶的 CT 值常偏高,而低密度区域中间的较小高密度病灶的 CT 值常偏低。

5. 空间分辨率与密度分辨率 空间分辨率所表示的是影像中能显示的最小细节;而密度分辨率所表示的是能显示的最小密度差别。两者之间有着密切关系。CT 的密度分辨率受噪声和显示物的大小所制约,噪声越小和显示物越大,密度分辨率越佳。CT 图像的空间分辨率不如 X 线照片高,但密度分辨率则比 X 线照片高的多。

## 三、检查方法

### (一)颅脑 CT 检查方法

1. 非增强检查 非增强扫描,又称普通扫描或平扫,有横断面扫描和冠状位扫描,以横断面扫描为多用。横断面扫描时,患者仰卧于检查床上,头部伸入扫描架的框孔内。扫描基线多为听眦线或眶耳线(简称 OM 线),即由外眦至外耳道的连线。扫描时,要求包括整个颅脑,一般从基线向上至颅顶进行各层面扫描。根据 CT 装置和需要的不同可选用不同的层厚,0.5 或 1.0cm 层厚,甚至更薄层扫描。颅脑 CT 检查有时需加冠状面扫描,适于大脑深部、大脑凸面、接近颅底的脑内和幕下病变的显示,特别是在上矢状窦前中部、直窦等病变时尤为重要。CT 扫描时,头部摆位十分重要。

2. 增强检查 经静脉给水溶性碘造影剂后,再行增强扫描,使病变组织与邻近正常颅脑组织间 X 线吸收差别增大,可提高病变的检出率。常用的造影剂为水溶性离子型造影剂,如 60%~70%的泛影葡胺或碘他拉酸葡胺 60~100ml,儿童按体重计为 2ml/kg。对于存在高危

因素的患者,以采用非离子型造影药为妥,如 Omnipaque、碘海醇(Iohexol)和碘普胺(Iopromide)等。注药时应用高压注射器装置,技术操作简单、规范、效果理想,弥补了人工手推的不足。

## (二)螺旋 CT 检查方法

1. 螺旋扫描和参数选择 螺旋 CT 采用滑环技术,X 线球管在滑环架上快速旋转、曝光、高效检测器连续采集数据的同时,人体随扫描床按一定速度进动,这种扫描方式对一段人体作连续螺旋式的数据采集,得到的是这段人体三维信息,所以螺旋 CT 扫描又被称为容积扫描(volume scan)。螺旋扫描主要的扫描参数为螺距(pitch)与扫描层厚(collimation)。螺距指在 X 线管旋转 360°的时间内,床所移动的距离。扫描层厚,即准直器的缝隙宽度,也就是 X 线束的宽度,不是指重建层厚,这在螺旋 CT 是两个不同概念。一般扫描时,采用的螺距值与 X 线束的宽度之比为 1:1,对于同样宽度的 X 线束,上述比值越大,螺距值越大,则扫描同样体积时所需时间越短,工作效率提高,对于运动物体的分辨能力提高。

### 2. 螺旋 CT 在颅脑伤病诊断中的应用

(1)CT 血管造影:CT 血管造影(CT angiography, CTA)是螺旋 CT 的一项特殊应用,是指静脉注射对比剂后,在循环血中及靶血管内对比剂浓度达到最高峰的时间内,进行螺旋 CT 容积扫描,经计算机最终重建成靶血管数字化的立体影像。临床实践表明,合理应用 CTA 能提供与常规血管造影相近似的诊断信息,且具有扫描时间短,并发症少等优势。报道显示颈动脉 CTA 和常规血管造影评价颈动脉狭窄的相关系数达 0.82~0.92。CTA 的准确性取决于运用图像技术对钙化斑进行补偿,因为在大多数动脉中钙化斑与狭窄密切相关。颅内动脉的 CTA 能清晰显示 Willis 环及其分支血管。可以用于诊断动脉瘤、血管畸形及烟雾病或血管狭窄。应用螺旋 CT 重建显示脑静脉系统,称脑 CT 静脉血管造影(CT venography, CTV)。目前,此技术在脑静脉系统病变的诊断上已显示出重要价值。CTA 主要的不足是由于邻近高密度结构的重叠而影响动脉的显示,如颅底骨骼、钙化和海绵窦、静脉、脉络丛的强化等。采用由足侧向头侧扫描及改变投影方向有助于减少这种影响。对颅底的某些动脉分支,三维重建之前应先删除骨结构。

(2)CT 灌注成像:CT 灌注成像(perfusion CT)是结合快速扫描技术及先进的计算机图像处理技术而建立起来的一种成像方法,能够反映组织的微循环及血流灌注情况,获得血流动力学方面的信息,属于功能成像的范畴。CT 灌注成像最先应用于短暂性脑缺血、脑梗死的诊断,以后逐渐应用于肝、肾血流灌注及肿瘤的诊断。此外,还可用于移植肾的血流灌注评价,有助于早期了解移植血管的存在情况。

(3)CT 仿真内镜:CT 仿真内镜成像(CT virtual endoscopy, CT VE)是螺旋 CT 容积扫描和计算机仿真技术相结合的产物,它是利用计算机软件功能,将 CT 容积扫描获得的图像数据进行后处理,重建出显示空腔器官表面的立体图像,类似纤维内镜所见。

(4)CT 三维图像重建:三维 CT(three dimensional CT, 3DCT)是将螺旋 CT 扫描的容积资料在工作站 3DCT 软件支持下合成三维图像,此图像可 360°实时旋转,以便从不同角度观察病灶,利用减影功能可选择去除某些遮掩病灶的血管和骨骼,方便且更深入地观察及模拟手术过程。临床主要用于头颅、颌面部、膝、骨盆等的检查。

(5)多平面重组(multiple planar reconstruction, MPR):CT 多平面重组是指在任意平面对容积资料进行多个平面分层重组,重组的平面可有冠状、矢状、斜面及曲面等任意平面,能从

多个平面和角度更为细致地分析病变的内部结构及与周围组织的关系,其成像快,操作方便,已在临床上广泛应用。

(高勇安)

### 第三节 磁共振成像(MRI)

#### 一、磁共振成像基本技术及适用范围

##### (一)基本技术

【主要参数】 磁共振成像(MRI)的主要参数是质子密度、质子的弛豫时间常数( $T_1$ 和 $T_2$ ),其中质子密度在人体之间的差异仅10%,而弛豫时间代表质子的运动特征,可差百分之数百,所以在成像中起主导作用。在MRI中,宏观磁矩在射频的作用下吸收能量发生偏转,去除射频脉冲后,自旋系统自发恢复平衡状态的过程称弛豫(relaxation)。复原的时间称弛豫时间。弛豫时间有 $T_1$ 弛豫时间和 $T_2$ 弛豫时间两种:

1.  $T_1$ 弛豫时间 宏观磁矩纵向(Z轴方向)由零恢复到最大的过程称为纵向弛豫(longitudinal relaxation)。此弛豫曲线为指数递增曲线,当Z轴宏观磁矩从零恢复至最大值的63%时,称 $T_1$ 弛豫时间,用 $T_1$ 表示。

2.  $T_2$ 弛豫时间 宏观磁矩在水平方向上(Y轴方向)由最大趋于零的过程称为横向弛豫(transverse relaxation)。此弛豫曲线为指数递减曲线,Y轴磁矩由初始最大值衰减至原来值的37%所需要的时间,称 $T_2$ 弛豫时间,用 $T_2$ 表示。

##### 【脉冲序列】

1. 自旋回波脉冲序列 自旋回波(spin echo, SE)是现今磁共振扫描最基本、最常见的脉冲序列。自旋回波的特点是具有两个时间参数,即TE和TR。选择不同的时间参数,自旋回波技术可提供 $T_1$ 加权像( $T_1$ WI)、 $T_2$ 加权像( $T_2$ WI)与质子密度加权像(表1-1)。

表 1-1 自旋回波序列各加权像的参数

加权像	TR(ms)	TE(ms)
$T_1$ 加权像	<500	<25
$T_2$ 加权像	>2000	>75
质子加权像	>2000	>25

2. 梯度回波脉冲序列 梯度回波序列(GRE)是目前快速扫描中应用最多的方法,它不仅极大缩短了扫描时间,而且空间分辨力和信噪比均能较好保持。

【增强扫描】 磁共振对比增强药包括顺磁性,容积敏感性及其他类型。目前以顺磁性增强药二乙二胺五醋酸钆(Gadolinium diethylene-triamine pentaacetic acid, Gd-DTPA)应用的最为广泛,在生理和病理情况下,凡X线CT显示对比增强者,在MR增强扫描中也应出现类似增强反应。但在MRI增强时,还主要取决于采用的脉冲序列。在高度 $T_1$ 加权序列上MR对比增强显示的最明显,而在高度 $T_2$ 加权序列上磁共振对比增强显示的最弱。

静脉注射后Gd-DTPA循环于血管与细胞外液中,经肾脏浓缩后原封不动地从尿液中排出,仅少量Gd-DTPA经胃肠道排出。Gd-DTPA不能穿过正常的血-脑脊液屏障,但无血-脑脊液屏障的脑区如脉络丛会明显强化,而其他脑组织则无强化。正常情况下脑灰质浓度比白质高,这是由于灰质血管结构和血供比白质丰富。

Gd-DTPA的作用首先取决于剂量,目前常用0.1~0.2mmol/kg。用药时间及注射后至



扫描时间也是重要因素。Gd-DTPA 在病灶内的浓度及选择时间参数对增强效果也十分重要。静脉注射 Gd-DTPA 之前应先作  $T_1$ 、 $T_2$  及质子密度加权像,而注药后仅作  $T_1$  WI 即足以解决诊断问题。磁共振增强扫描在中枢神经系统已得到广泛应用,包括各种肿瘤、炎性病变以及缺血性病变的诊断和鉴别诊断。Gd-DTPA 未见明显的不良反应,迄今未见严重的血液学毒不良反应,是较为安全的造影药。

## (二)适用范围

**【适应证】** 中枢神经系统位置固定,不受呼吸、心跳、胃肠蠕动及大血管搏动的影响,运动伪影很少,而磁共振又无骨伪影的干扰,所以 MR 对脑和脊髓病变的效果最佳。中枢神经系统的器质性病变往往都有相应的磁共振特征,有的表现为形态学改变,有的表现为信号异常,有的形态与信号均有改变,因此均适合于磁共振检查。

磁共振对软组织分辨力优于 CT,能直接显示血管结构,能显示铁质等顺磁性物质,能分辨脂质与含水的组织,这是它在体部脏器与骨关节肌肉系统得以推广应用的基本优势。附加呼吸门控与心电门控技术使磁共振可以用于心肺病变的检查,也可提高腹部脏器的分辨力。

**【禁忌证】** 采用高场强扫描成像时,为防止发生意外,下列情况视为禁忌证:带有心脏起搏器及神经刺激器者;曾做过动脉瘤手术颅内带有动脉瘤夹者;曾做过心脏手术带有人工心脏瓣膜者;有眼球内金属异物或内耳植入金属假体者。

下列情况检查应慎重对待:体内有各种金属植入物的患者、妊娠期妇女、需要使用生命保障系统的危重患者、癫痫患者和幽闭恐惧症患者。

## 二、磁共振特殊成像技术

### (一)血管造影

**【原理】** 磁共振血管造影 (magnetic resonance angiography, MRA) 是显示血管和血流信号特征的一种技术。MRA 不但可对血管解剖腔简单描绘,而且可反映血流方式和速度等血管功能方面的信息。因此,人们又将磁共振血管成像称磁共振血流成像 (magnetic resonance flow imaging)。血流在 MRI 的信号改变:血流 MR 信号可低(流空效应)、可高(流入性增强)。

#### 1. 血流呈低信号的原因

(1) 血管垂直(或近于垂直)切层面,不能接受  $90^\circ$  和  $180^\circ$  脉冲激励,不形成回波,不产生信号。

(2) 血管平行于切层面,当血流受  $90^\circ$  脉冲激励去相位的质子群,由于血液流动后,去相位的质子群处于一个与原来磁场强度不同的位置,不能被  $180^\circ$  脉冲翻转产生回波,从而 MR 信号减弱。

(3) 不均匀的流速引起去相位。血液在血管中以非等速运动,中间快,周边慢,出现层流,流速投影似抛物线。由于质子群相位移动不一致,引起相位弥散,而使信号减弱或者无信号。

(4) 湍流可引起附加的相位移动,而形成流空。因流动的血液表现为低信号,当血管腔内有血栓、肿瘤、斑块等,在低信号血管中表现为高信号。

#### 2. 血流呈现高信号的原因

(1) 流入性增强效应:新流入的质子群已经充分弛豫,能量已完全释放,可充分接受新的  $90^\circ$  脉冲而出现高信号。