

MRI Diagnosis and Clinic ■

MRI 诊断与临床

—— 中枢神经、头颈及骨骼肌肉

总主编 郑穗生 刘斌

主编 翟建 张金平 王龙胜 钱银锋



APERTURE
时代出版传媒股份有限公司

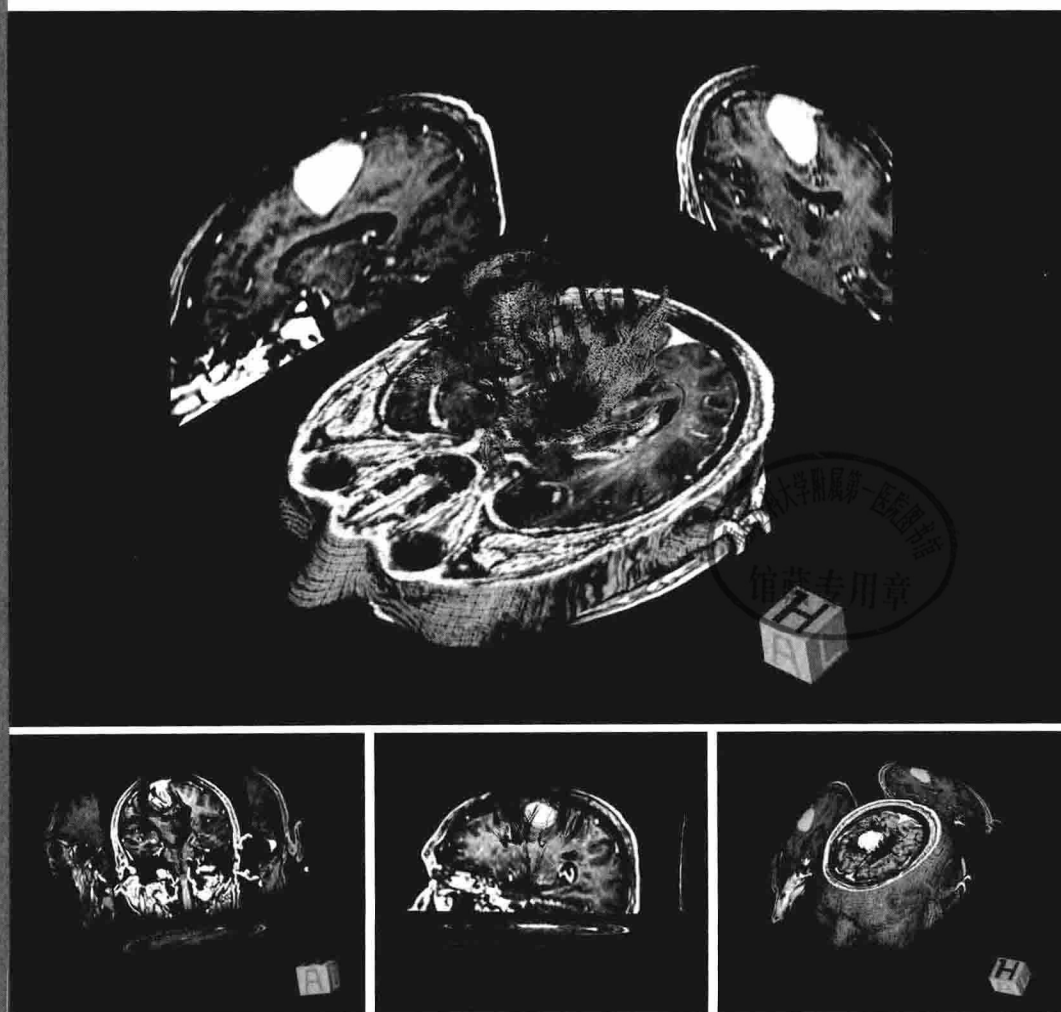
时代出版传媒股份有限公司
安徽科学技术出版社

MRI Diagnosis and Clinic ■

MRI 诊断与临床

——中枢神经、头颈及骨骼肌肉

总主编 郑穗生 刘 斌
主 编 翟 建 张金平 王龙胜 钱银锋



APERTURE

时代出版传媒股份有限公司
安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

MRI 诊断与临床:中枢神经、头颈及骨骼肌肉/郑穗生,刘斌总主编. —合肥:安徽科学技术出版社,2014. 1
ISBN 978-7-5337-6196-7

I. ①M… II. ①郑…②刘… III. ①磁共振成像-
诊断学②磁共振成像-临床应用 IV. ①R445. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 237936 号

MRI 诊断与临床——中枢神经、头颈及骨骼肌肉 郑穗生 刘斌 总主编

出版人:黄和平 选题策划:黄和平 责任编辑:黄和平 王宜
责任校对:沙莹 责任印制:梁东兵 封面设计:王艳

出版发行:时代出版传媒股份有限公司 <http://www.press-mart.com>
安徽科学技术出版社 <http://www.ahstp.net>
(合肥市政务文化新区翡翠路 1118 号出版传媒广场,邮编:230071)
电话:(0551)63533330

印制:深圳华新彩印制版有限公司 电话:(0755)81704231
(如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂商联系调换)

开本:889×1194 1/16 印张:36.5 字数:1096 千
版次:2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5337-6196-7

定价:150.00 元

版权所有,侵权必究



本书作者郑穗生与刘玉清院士合影



本书作者（从左至右）：王龙胜、钱银锋、郑穗生、刘斌、翟建、张金平

总主编 郑穗生 刘 斌
主 编 翟 建 张金平 王龙胜 钱银锋
总主编助理 相 丽 姚文君 陈其春
编委(以姓氏笔画为序)
王龙胜 安徽医科大学第二附属医院
卢 琦 安徽中医药大学第一附属医院
江安红 安徽医科大学第二附属医院
刘 斌 安徽医科大学第一附属医院
刘东华 芜湖市中医院
李传富 安徽中医药大学第一附属医院
李 军 滁州市第一人民医院
李石坚 铜陵市人民医院
吴国忠 安徽省立医院
陈基明 皖南医学院附属弋矶山医院
陈其春 安徽医科大学第二附属医院
陈 琦 安徽医科大学第二附属医院
杨默然 安徽医科大学第二附属医院
张锡龙 皖南医学院附属弋矶山医院
张金平 铜陵市人民医院
时启良 阜阳市人民医院
金 晶 安徽医科大学第二附属医院
郑穗生 安徽医科大学第二附属医院
郑根林 武警安徽总队医院
柏 亚 安徽医科大学第一附属医院
宫希军 安徽医科大学第二附属医院
胡 峻 安徽医科大学第二附属医院
胡汉金 安庆市立医院
相 丽 安徽医科大学第二附属医院
姚文君 安徽医科大学第二附属医院
俞咏梅 皖南医学院附属弋矶山医院
高 斌 合肥市第一人民医院
顾康琛 安徽医科大学第二附属医院
钱银锋 安徽医科大学第一附属医院
夏春华 合肥市第一人民医院
鲍家启 安徽省立儿童医院
管 松 安徽医科大学第二附属医院
鄢 龙 安徽医科大学第二附属医院
翟 建 皖南医学院附属弋矶山医院

序 言

近年来,随着科学技术和国民经济的迅速发展,医疗检查技术水平也得到了快速的提高。目前,国内医院的磁共振设备越来越普及,众多医院都配备了1.5 T、3.0 T的高场强磁共振机器。磁共振诊断技术在临床的应用也越来越广泛,目前已成为现代影像学的重要检查手段,极大地丰富了医学影像学的内涵,使医学影像学进一步突破了显示大体解剖和大体病理学改变的范畴,向着显示形态加功能、细胞学、分子水平以及基因水平的成像领域扩展,大大地拓宽了影像检查的应用范围和前景,是医学影像学发展史上的一次重大革命。

本书由郑穗生和刘斌两位教授担任总主编,编委由40多位长期从事磁共振诊断的专家组成。全书以面向临床、普及为主、兼顾提高的原则进行编写,在内容上深入浅出,图文并茂,充分突出了临床实用性。全书共分四章,涵盖了全身各系统的常见病、多发病以及部分少见、罕见疾病,每个病例均按照疾病概述、临床诊断要点、MRI表现及鉴别诊断来进行描述,附有大量清晰、精美的图片。另外,本书还简明扼要地介绍了磁共振成像的基本原理、各种扫描序列在临床上的应用。

本书最大的特点是系统、全面、病例丰富,以编者实践经验总结为基础,将复杂的磁共振诊断知识条理化、系统化,图文并茂,便于读者掌握和应用,临床实用性和指导性较强,是一本不可多得的影像诊断参考书。

在本书即将出版之际,向为本书付出艰辛的编者们的表示感谢和祝贺;同时,也很乐意将此书向广大影像诊断医师、临床医师、研究生及医学生予以推荐。

中国工程院院士 中华医学会放射学分会原主任委员
中国医学科学院、协和医科大学阜外医院教授



2013年11月

前 言

磁共振成像技术自20世纪80年代应用以来,由于其设备的不断更新和普及,以及新技术、新方法的层出不穷,大大提高了人体多种病变的检出率和诊断的准确率,极大地拓宽了其临床应用范围。同时,影像和临床医师对磁共振知识的需求也日益增加,迫切期望有更多实用性强、密切结合临床的磁共振诊断方面的书籍。为此,本书编者着眼于临床实际工作的需要,根据多年来积累的丰富经验,结合国内外有关资料,编写了这部医学影像学与临床紧密结合的大型专著——《MRI诊断与临床》。

本书秉承由郑穗生、刘斌和高斌教授主编的《CT诊断与临床》一书的编写风格,深入浅出,层次分明,简明扼要,更注重图文并茂,突出临床的实用性。

《MRI诊断与临床》由安徽省内40多位长期从事磁共振诊断的专家,以面向临床、普及为主、兼顾提高的原则进行编写。全书共分四章,包括概论、中枢系统、五官与颈部、骨骼与软组织。本书涵盖磁共振成像的基本原理、全身各系统的常见病、多发病及部分少见、罕见疾病的诊断和鉴别诊断。每个病例均按照概述、诊断要点、MRI表现及鉴别诊断来描述。本书具有系统、全面、病例丰富的特点,附有2 100多幅精美图片,图文并茂,实用性强,便于读者掌握和应用,使本书更加适合不同层次的广大读者。

在本书出版之际,我们深深地感谢享誉中外的我国著名放射学专家、中国工程院院士刘玉清教授为本书作序,同时也感谢有关单位的各位同仁给予的支持和帮助。

在本书编写过程中受作者的学术水平所限,难免存在不妥之处,恳请广大读者及同仁不吝指正。

郑穗生 刘 斌

2013年11月

目 录

第一章 概论	1	四、离子型非特异性细胞外液对比剂	61
第一节 磁共振成像发展概况	1	第九节 磁共振图像分析与诊断	61
第二节 磁共振成像基本原理	1	第二章 中枢系统	63
第三节 磁共振成像设备	3	第一节 头颅检查方法与颅脑正常解剖	63
一、主磁体	3	一、头颅检查方法	63
二、梯度系统	4	二、正常颅脑解剖	64
三、射频系统	4	三、正常颅脑MR影像	68
四、计算机系统	5	第二节 颅脑病变的定位诊断	73
五、辅助设备	5	一、额叶病变	73
第四节 磁共振成像的优势与限度	5	二、颞叶病变	73
一、磁共振成像的优势	5	三、顶叶病变	73
二、磁共振成像的限度	7	四、枕叶病变	73
第五节 正常组织和病变组织的磁共振 信号表现	12	五、胼胝体病变	74
一、正常组织的磁共振信号表现	12	六、半卵圆中心病变	74
二、病变组织的磁共振信号表现	16	七、基底节和内囊病变	74
第六节 磁共振检查技术及其应用	27	八、间脑病变	74
一、MRI脉冲序列	27	九、脑干病变	75
二、MRI脉冲序列相关的概念	28	十、颅底病变	75
三、常用MRI脉冲序列及其应用	29	十一、小脑病变	76
四、脂肪抑制技术	42	第三节 颅内肿瘤	76
五、MR血管成像	45	一、颅内肿瘤的定位和定性诊断	77
六、MR水成像	49	二、颅内肿瘤的基本MR征象	77
七、功能磁共振成像	50	三、神经胶质瘤	78
八、磁共振弹性成像	57	(一)星形细胞瘤	78
第七节 磁共振检查适应证	57	(二)少突胶质细胞瘤	85
一、中枢神经	57	(三)室管膜瘤	87
二、五官与颈部	58	(四)室管膜下瘤	89
三、胸部	58	(五)室管膜下巨细胞星形细胞瘤	92
四、心血管系统	58	(六)脉络丛乳头状瘤	93
五、腹部	59	(七)神经节细胞瘤和节细胞胶质瘤	96
六、泌尿生殖系统	59	(八)多形性黄色星形细胞瘤	98
七、骨骼与软组织	60	(九)毛细胞型星形细胞瘤	100
八、乳腺	60	(十)混合性胶质瘤	104
第八节 磁共振检查对比剂的应用	60	(十一)中枢神经细胞瘤	106
一、使用磁共振对比剂的目的	60	四、脑膜瘤	107
二、磁共振对比剂的作用原理	60	五、蝶鞍区病变	111
三、磁共振对比剂的分类	61	(一)垂体腺瘤	111
		(二)Rathke囊肿	115

(三)空泡蝶鞍综合征	117	第五节 颅脑外伤	196
六、松果体区肿瘤	118	一、弥漫性轴索损伤	196
(一)生殖细胞肿瘤	118	二、硬膜外血肿	197
(二)松果体细胞瘤和松果体母细胞瘤	121	三、硬膜下血肿	198
七、神经源性肿瘤	123	四、硬膜下积液	200
(一)听神经瘤	123	五、颅内损伤	201
(二)三叉神经瘤	126	(一)脑内血肿	201
(三)神经纤维瘤病	128	(二)脑挫裂伤	201
八、血管源性肿瘤	132	第六节 颅内感染和炎性病变	203
(一)血管母细胞瘤	132	一、颅内化脓性感染	203
(二)海绵状血管瘤	134	二、颅内结核性感染	207
(三)血管外皮细胞瘤	134	三、颅内真菌性感染	208
九、胚胎残余性肿瘤	137	四、急性病毒性脑炎	210
(一)颅咽管瘤	137	五、脑囊虫病	212
(二)髓母细胞瘤	141	六、脑血吸虫病	213
(三)中枢神经系统原始神经外胚层肿瘤	143	七、脑弓形虫病	215
(四)神经母细胞瘤	145	八、脑艾滋病	216
(五)非典型畸胎样/横纹肌样瘤	147	九、放射性脑病	217
(六)脊索瘤	148	十、红斑狼疮性脑炎	218
(七)脂肪瘤	150	十一、神经梅毒的脑病变	220
(八)表皮样囊肿	152	十二、Alzheimer病	221
(九)皮样囊肿	154	第七节 脑白质病	223
(十)胶样囊肿	156	一、多发性硬化	223
十、其他肿瘤	157	二、同心圆性硬化	224
(一)淋巴瘤	157	三、肾上腺脑白质营养不良	225
(二)黑色素瘤	163	四、脱髓鞘性假瘤	226
(三)颈静脉球瘤	164	五、急性播散性脑脊髓炎	228
十一、颅内转移瘤	165	六、急性出血性脑白质脑炎	229
第四节 脑血管病变	169	七、进行性多灶性脑白质脑病	229
一、脑出血	169	八、脑桥中央和脑桥外髓鞘溶解症	230
二、脑梗死	172	第八节 先天性颅脑畸形及其他	231
三、皮质下动脉硬化性脑病	176	一、脑膜膨出及脑膜脑膨出	231
四、蛛网膜下隙出血	177	二、透明隔发育异常	232
五、颅内动脉瘤	178	三、胼胝体发育不良	234
六、颅内动静脉畸形	181	四、Dandy-Walker综合征	236
七、Galen静脉瘤	183	五、蛛网膜囊肿	236
八、脑内静脉畸形	184	六、室管膜囊肿	237
九、海绵状血管瘤	187	七、脉络膜裂囊肿	239
十、脑颜面血管瘤病	189	八、结节性硬化	240
十一、烟雾病	191	九、脑裂畸形	242
十二、颈内动脉海绵窦瘘	193	十、无脑回畸形	242
十三、静脉窦和脑静脉闭塞	194	十一、灰质异位症	243

十二、脑穿通畸形	244	(九)脉络膜骨瘤	294
十三、先天性导水管狭窄	245	(十)多形性腺瘤	294
十四、肝豆状核变性	245	(十一)转移瘤	295
十五、橄榄体脑桥小脑萎缩	246	三、血管性病变	297
十六、线粒体脑肌病	247	(一)血管瘤	297
十七、新生儿缺氧缺血性脑病	248	(二)静脉血管曲张	299
十八、Wernicke脑病	250	(三)颈内动脉海绵窦瘘	300
十九、一氧化碳中毒性脑病	251	四、感染性病变	301
二十、血管周围间隙	252	(一)眼眶感染性急性炎症	301
二十一、脑积水	254	(二)眼眶炎性假瘤	302
二十二、脑萎缩	255	五、格氏眼病	304
二十三、新生儿低血糖脑病	256	六、眼眶外伤与眶内异物	306
二十四、低颅压综合征	258	七、先天性病变	308
第九节 椎管内病变	260	(一)Crouzon综合征	308
一、正常MR影像	260	(二)视神经乳头异常	308
二、脊髓内占位性病变	264	(三)永存原始玻璃体增生症	309
(一)室管膜瘤	264	第三节 鼻、鼻窦、鼻咽、口咽	311
(二)星形细胞瘤	266	一、正常鼻、鼻窦及鼻咽部解剖和MR影像	311
(三)脊髓血管母细胞瘤	266	(一)正常解剖	311
三、脊髓外硬膜下占位性病变	267	(二)常用的MRI扫描序列及技术	315
(一)神经鞘瘤	267	二、鼻窦炎	315
(二)神经纤维瘤	269	三、鼻息肉	317
(三)脊膜瘤	270	四、鼻窦黏液囊肿	317
四、硬膜外占位性病变	272	五、牙源性囊肿	319
(一)转移瘤	272	六、上颌窦癌	320
(二)淋巴瘤	273	七、内翻性乳头状瘤	321
五、急性脊髓炎	273	八、鼻咽腺样体肥大	322
六、脊髓空洞症	274	九、鼻咽纤维血管瘤	323
七、脊柱脊髓先天性畸形	275	十、鼻咽癌	324
第三章 五官与颈部	279	十一、鼻咽恶性淋巴瘤	326
第一节 检查方法	279	十二、鼻咽横纹肌肉瘤	327
第二节 眼和眼眶	279	十三、鼻腔NK/T细胞淋巴瘤	328
一、正常眼部解剖和MR影像	279	十四、扁桃体癌	329
二、肿瘤性病变	283	第四节 耳部	331
(一)泪腺瘤	283	一、正常耳部解剖和MR影像	331
(二)视网膜母细胞瘤	284	二、先天性外耳和中耳畸形	334
(三)脉络膜黑色素瘤	285	三、慢性中耳乳突炎	335
(四)视神经胶质瘤	287	四、胆脂瘤	336
(五)视神经脑膜瘤	288	五、副神经节瘤	337
(六)神经鞘瘤	290	六、中耳癌	339
(七)恶性淋巴瘤	291	第五节 喉部	341
(八)淋巴管瘤	292	一、正常喉部解剖和MR影像	341

(一)喉部解剖	341	(七)淋巴结核	380
(二)喉部MRI检查	344	(八)转移性肿瘤	381
(三)正常喉部MRI表现	344	第四章 骨骼与软组织	384
二、喉息肉	344	第一节 检查方法与正常解剖	384
三、喉囊肿	345	一、骨骼与软组织检查方法	384
四、喉乳头状瘤	345	二、正常骨骼与软组织解剖和MR影像	385
五、喉癌	346	(一)骨与骨髓	385
第六节 涎腺病变	348	(二)关节	386
一、正常涎腺解剖和MR影像	348	(三)软组织	392
二、涎腺良性肿瘤	349	第二节 骨肿瘤	393
(一)涎腺多形性腺瘤(混合瘤)	349	一、概述	393
(二)腮腺腺淋巴瘤	350	二、良性肿瘤	393
(三)肌上皮瘤	351	(一)骨瘤	393
(四)涎腺少见的良性肿瘤	352	(二)骨样骨瘤	396
三、涎腺恶性肿瘤	353	(三)成骨细胞瘤	398
(一)黏液表皮样癌	353	(四)骨化性纤维瘤	400
(二)腺样囊性癌	354	(五)非骨化性纤维瘤	401
(三)腺癌	355	(六)内生软骨瘤	403
(四)恶性混合瘤	356	(七)骨软骨瘤	406
四、涎腺炎症	357	(八)软骨黏液样纤维瘤	407
(一)慢性复发性涎腺炎	357	(九)骨巨细胞瘤	410
(二)涎腺结核	358	(十)骨血管瘤	414
(三)涎腺嗜酸性肉芽肿	358	三、恶性肿瘤	419
第七节 颈部病变	360	(一)骨肉瘤	419
一、正常颈部解剖和MR影像	360	(二)皮质旁骨肉瘤	422
(一)正常颈部解剖	360	(三)Ewing肉瘤	425
(二)MR影像	360	(四)软骨肉瘤	427
二、颈部脏器区病变	360	(五)白血病	430
(一)甲状腺弥漫性肿大	360	(六)骨髓瘤	432
(二)结节性甲状腺肿	363	(七)脊索瘤	435
(三)甲状腺腺瘤	365	(八)骨淋巴瘤	438
(四)甲状腺癌	366	(九)骨纤维肉瘤	441
(五)甲状腺转移瘤	368	(十)骨脂肪肉瘤	442
(六)甲状旁腺病变	368	(十一)骨转移性肿瘤	444
(七)甲状舌管囊肿	370	第三节 肿瘤样病变	448
三、颈外侧区病变	371	一、骨囊肿	448
(一)鳃裂囊肿	371	二、动脉瘤样骨囊肿	450
(二)神经鞘瘤	372	三、骨纤维异常增殖症	454
(三)神经纤维瘤	374	四、纤维性骨皮质缺损	458
(四)颈动脉体瘤	376	五、骨嗜酸性肉芽肿	460
(五)颈静脉球瘤	378	六、畸形性骨炎	463
(六)淋巴管瘤	378	第四节 骨感染	464

一、化脓性骨髓炎	464	一、肩关节创伤	509
二、骨关节结核	467	二、肘关节创伤	514
第五节 骨软骨缺血坏死	471	三、腕关节创伤	516
一、成人股骨头缺血坏死	471	四、髋关节创伤	521
二、月骨缺血坏死	474	五、膝关节创伤	524
三、胫骨结节缺血坏死	477	六、足与踝关节创伤	531
四、骨梗死	478	七、胸锁关节创伤	536
第六节 软组织病变	480	八、骨盆创伤	537
一、感染	480	九、创伤性关节炎	538
二、血管瘤	484	十、退行性骨关节病	539
三、脂肪瘤	487	十一、类风湿关节炎	542
四、脂肪肉瘤	491	第八节 脊柱病变	545
五、淋巴管瘤	493	一、椎管狭窄	545
六、色素沉着绒毛结节性滑膜炎	494	二、椎弓峡部裂	547
七、滑膜骨软骨瘤病	497	三、椎间盘病变	548
八、滑膜肉瘤	499	(一)椎间盘膨出	549
九、恶性纤维组织细胞瘤	501	(二)椎间盘突出	551
十、局限性骨化性肌炎	504	四、脊柱外伤	554
十一、臀肌挛缩症	507	五、强直性脊柱炎	558
第七节 骨与关节创伤	509	六、脊椎结核	563

第一章 概 论

第一节 磁共振成像发展概况

常规的X线影像是把三维的立体解剖结构摄成二维的平面图形,因此X线在穿透人体的受检部位时,所形成的是穿透路径上各种组织结构重叠的影像。若相邻的器官或组织之间密度相仿,则不能形成对比而构成清晰的图像。

CT是1972年由英国电气工程师Hounsfield GN和美国物理学家Cormack AM两位理工专家利用计算机进行的X线体层摄影术(computed tomography),简称CT,是电子计算机与X线体层摄影术的结合。CT与常规X线检查相比较,其密度分辨率明显优于后者,能分辨出组织间微小的密度差异;CT显示的是清晰的断面解剖图像。Hounsfield和Cormack因此荣获了1979年度的诺贝尔生理学或医学奖。

核磁共振理论于1936年由荷兰物理学家C.J.高特首先提出,早期主要用于物质的物理、化学性质的基础研究。这种物理现象于1946年由美国哈佛大学的Purcell EM和斯坦福大学的Bloch F同期发现,由于他们在科学上的重大贡献,两人荣获了1952年度的诺贝尔物理学奖。

美国化学家Lauterbur PC于1973年在《自然》杂志上首先发表了对核磁共振信号进行空间位置编码方法的研究论文,开启了核磁共振在临床应用方面的大门。由于Lauterbur PC和Mansfield P为开发核磁共振扫描仪提供了理论基础,为核磁共振成像技术铺平了道路并取得了突破,使一种精确的、非侵入性的方法对人体内部器官进行高清晰度成像成为可能,两位科学家荣获了2003年度诺贝尔生理学或医学奖。在他们研究成果的基础上,世界第一台医用核磁共振扫描仪于20世纪80年代初问世,很快就广泛应用于临床。为了避免把这种技术误解为核技术,科学家们把核磁共振成像的“核”字省略,称其为“磁共振成像”(magnetic resonance imaging),英文缩写为MRI。目前在发达国家和我国MRI设备已达普及水平。

(郑穗生 胡 峻)

第二节 磁共振成像基本原理

1.MRI研究的对象是质子。我们知道,原子包括一个核与一个壳,壳由电子组成,核内有带正电荷的质子,质子像地球一样不停地围绕一个轴做自旋运动,产生磁场,称为核磁。正常情况下,人体内质子产生的磁场方向杂乱无章。

2.将患者置于磁体通道后,体内质子的磁场方向发生定向排列,稍过半数的质子的磁场方向顺着主磁场方向排列,稍不足半数的质子的磁场方向逆着主磁场方向排列,最终形成净的纵向磁化矢量。

3.发射特定频率的射频脉冲,导致部分质子的磁场方向发生变化,形成净的横向磁化矢量。

4.关闭射频脉冲后,被激发的氢原子核把所吸收的能量逐步释放出来,其相位和能级都恢复到激发前的状态,这一恢复过程称为弛豫(relaxation)。犹如拉紧的弹簧在外力撤除后会迅速恢复到原来的平衡状态。弛豫的过程即为释放能量和产生MRI信号的过程。

弛豫包括两个同时发生而又相互独立的过程:纵向弛豫和横向弛豫。

1)纵向弛豫:关闭射频脉冲后,在主磁场的作用下,质子释放能量,从高能状态恢复到低能状态,纵

向磁化矢量逐渐增大并恢复到激发前的状态即平衡状态,这一过程称为纵向弛豫。纵向磁化由零恢复到原来数值的63%时所需的时间称为纵向弛豫时间,简称 T_1 (图1-2-1)。

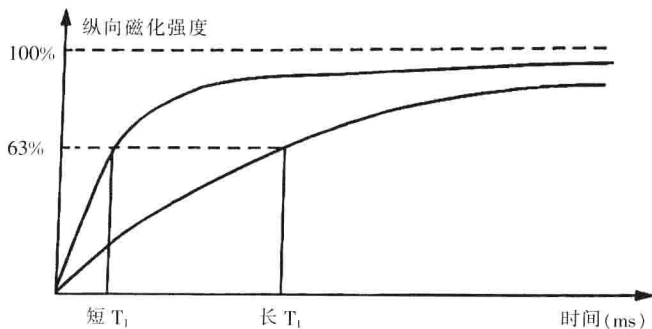


图1-2-1 纵向弛豫时间

2)横向弛豫:关闭射频脉冲后,质子不再处于同步、同相位状态,指向同一方向的质子散开,导致横向磁化矢量从最大衰减到零,此过程称为横向弛豫。横向磁化由最大衰减到原来值的37%所需的时间称为横向弛豫时间,简称 T_2 (图1-2-2)。

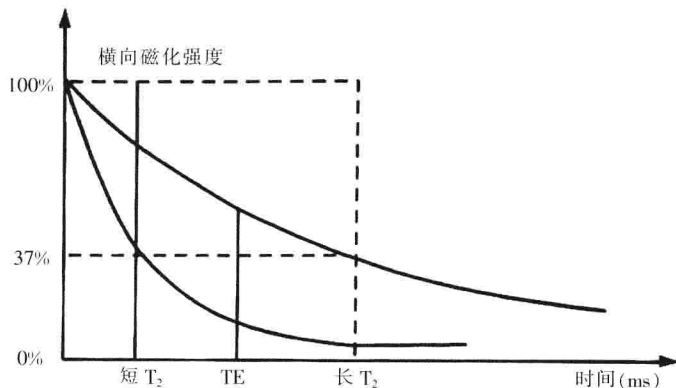


图1-2-2 横向弛豫时间

T_1 和 T_2 反映的是物质的特征,而不是绝对值,常用 T_1 值来描述组织纵向弛豫的快慢。不同组织弛豫速度存在差别,导致 T_1 值不同。各种组织的不同 T_1 值是MRI能够区分不同组织的基础。影响 T_1 的主要因素是组织成分、结构和磁环境,并与外磁场场强有关。常用 T_2 值来描述组织横向弛豫的快慢,正因为不同组织有着不同的弛豫速度,导致各种组织 T_2 值不同,并可区分正常组织和病变组织。影响 T_2 的主要因素是外磁场和组织内磁场的均匀性。

5.通过计算机A/D(模/数)转换器→D/A(数/模)转换器→图像。

(胡峻 郑穗生 姚文君)

第三节 磁共振成像设备

医用MRI设备主要由主磁体、梯度系统、射频系统、计算机系统及辅助设备等五部分组成(图1-3-1)。

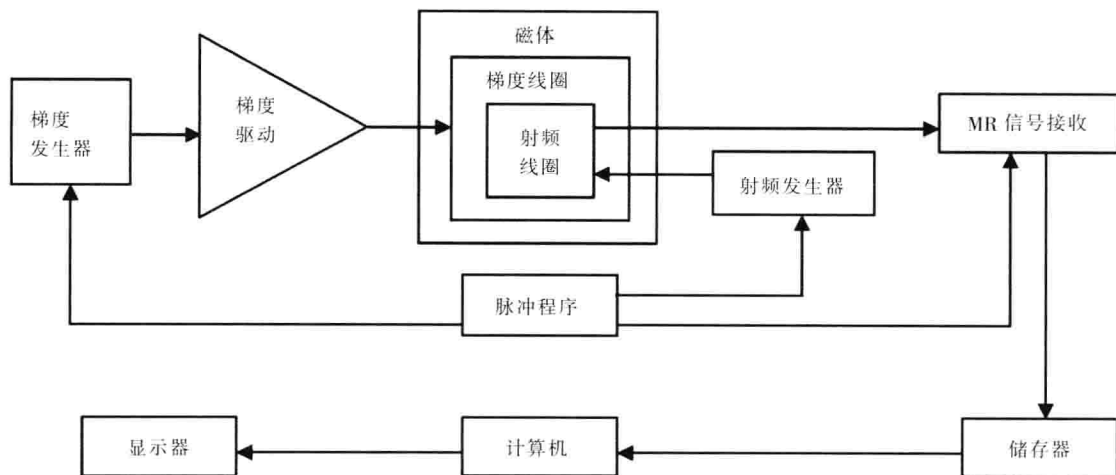


图1-3-1 磁共振成像设备

一、主磁体

主磁体是MRI扫描仪的主要部分,决定扫描装置的外观、成本和性能。

1.主磁体的分类:

1)永磁型:是最早应用的类型,多由稀土永磁材料制成,常采用C型臂、U型臂或双立柱,其磁场是由磁性物质磁化后产生,不需要电流或线圈。低场强MRI扫描仪多采用此型。

本型主要优点:①结构简单。②价格相对较低。③开放性结构使受检者较舒适。④低能耗。⑤运行费用低,不需要使用液氦。主要缺点:①磁场强度较低,多在0.5 T(特斯拉)以下。②磁场均匀性较低。③磁场稳定性易受温度变化影响。

2)常导型:在常温下采用空心电磁铁和铜线圈,应用励磁电流通过线圈产生磁场。目前此型多被超导型和永磁型所取代。

本型主要优点:①结构简单。②磁体较轻,易安装。③造价较低。主要缺点:①设备运行水电消耗大。②磁场稳定性较差。

3)超导型:将铜钛合金制成的超导线圈置入超低温状态下的液氮中,使线圈无电阻,励磁电流通过闭合的线圈产生高强稳定的磁场,目前此型应用最广泛(图1-3-2)。

本型主要优点:①磁场强度高。②磁场稳定性好。③扫描速度快。主要缺点:①价格较昂贵。②运行费用较高。

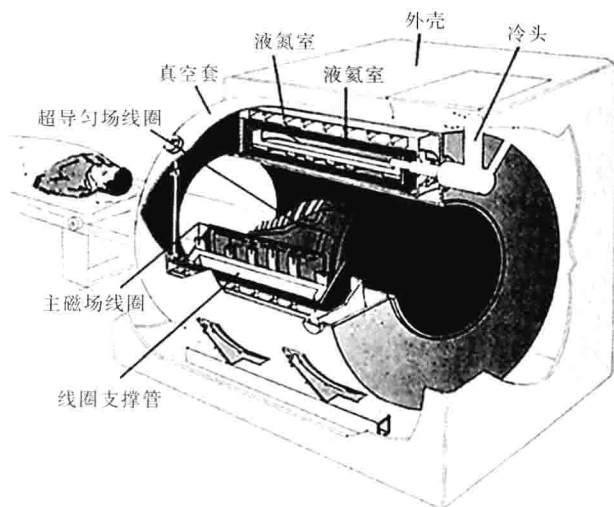


图1-3-2 超导磁体剖面图

2. 主磁体的主要性能指标:

1) 磁场的强度: 采用特斯拉(Tesla, T)和高斯(Gauss, G)为单位, 高斯是磁场强度的法定单位。距离通过5 A电流的直导线1 cm处检测到的磁场强度被定义为1 G, 地球南北极处的地磁强度约为0.7 G。特斯拉与高斯的换算关系: $1 \text{ T} = 10\,000 \text{ G}$ 。永磁型和常导型磁体的磁场强度多 $\leq 0.5 \text{ T}$, 超导型多在1.0~3.0 T。

2) 磁场的均匀性: 是指单位面积内通过的磁力线数目的一致性。现代MRI扫描仪因具有主动和被动匀场技术使磁场均匀性大大提高。MRI对主磁场均匀性要求很高, 因为磁场的均匀性对MRI信号的空间定位、提高图像信噪比和减少伪影等均十分重要。

3) 磁场的稳定性: 是指磁场强度和均匀性在单位时间内的相对变化率, 也称为磁场漂移。超导型磁体稳定性最好。

4) 磁体的长度和有效孔径: 磁体越短、孔径越大, 保持磁场均匀性越难, 但这样增加了受检者的舒适性。

二、梯度系统

由梯度放大器及X、Y、Z三组梯度线圈组成。作用是修改主磁场、产生梯度磁场, 对MRI信号进行空间定位编码。梯度磁场的主要性能参数有梯度磁场的强度和切换率。梯度场强是指单位长度内磁场强度的差别, 通常用每米长度内磁场强度差别的毫特斯拉量(mT/m)来表示。图像像素越小、空间分辨率越高, 图像就越清晰, 则所需的磁场梯度就越大; 梯度磁场的切换率是指单位时间及单位长度内梯度磁场的变化量, 常用每毫秒每米长度内磁场强度变化的毫特斯拉量[(mT/m·ms)]来表示。高切换率和高梯度场强有利于缩短回波间隙, 加快信号采集速度和提高图像信噪比。

三、射频系统

由射频发射器、射频放大器和射频线圈组成。通过射频发射器发射射频脉冲, 提供电磁能量传递给低能质子使其发生能级跃迁; 使不同相位的质子同步进动(因为质子并不是静止地平行于磁力线, 而是以某种形式运动着, 这种形式的运动称为进动)。

射频线圈是磁共振设备的重要组成部分之一, 是成像的关键要素。发射线圈的性能与MRI的采集速

度有关,接收线圈的性能与MRI图像信噪比密切相关。相控阵线圈被认为是射频线圈技术的一个里程碑,它是由多个敏感的子线圈单元按照不同的需要排列成不同类型的阵列,共同构成一个线圈组,同时需要多个数据采集通道与之匹配。相控阵线圈具有以下优点:①有效空间大,信噪比高。②改善薄层扫描、高分辨扫描及低场机的图像质量。③提高信号采集速度。④各小线圈既可相互分离又可单独使用。

四、计算机系统

MRI扫描仪的全部工作由计算机控制,主要包括射频脉冲激发、信号的采集、数据运算、图像重组和处理等功能。MRI扫描仪的更新换代与计算机科学的发展密切相关。由于当今计算机技术的迅速发展,MRI设备的软件不断升级,使其功能得到了大大的提高和完善。

五、辅助设备

主要包括检查床和定位系统、操作台、液氦和水冷却系统、空调、图像传输、存储和胶片处理系统及生理监控仪器等设备。

(胡峻 郑穗生 姚文君)

第四节 磁共振成像的优势与限度

一、磁共振成像的优势

1.多参数成像:包括CT在内的X线成像,只有密度1个参数,而MRI则是多参数成像,其成像参数主要有 T_1 、 T_2 和质子密度等。 T_1 加权像(T_1 weighted image, T_1WI)主要反映组织间 T_1 的差别; T_2 加权像(T_2 weighted image, T_2WI)主要反映组织间 T_2 的差别;质子密度加权像(proton density weighted image, PDWI)主要反映组织间质子密度的差别。MRI在同一层面可分别获得 T_1WI 、 T_2WI 和PDWI,不仅可提供解剖、病理的诊断信息,还可提供生理、生化的诊断信息,有助于提高对病灶的检出率和诊断的准确率。

MRI图像呈黑白对比分明的清晰影像,高信号呈白色影像,中等信号呈灰色,低信号呈黑色。在 T_1WI 脂肪组织信号高为短 T_1 ,呈白色影像;脑与肌肉信号中等为等 T_1 ,呈灰色;脑脊液信号低为长 T_1 ,呈黑色;骨与空气信号弱也为长 T_1 ,呈黑色。在 T_2WI 因组织成分不同而表现各异,如脑脊液信号高为长 T_2 ,呈白色影像(表1-4-1和表1-4-2)。病理组织因其所含成分不同,在MRI图像上亦呈高低不等信号(表1-4-3和表1-4-4)。

表1-4-1 人体正常组织在 T_1WI 和 T_2WI 上的灰度

	脑白质	脑灰质	脑脊液	脂肪	骨皮质	骨髓质	脑膜
T_1WI	白	灰	黑	白	黑	白	黑
T_2WI	灰	灰白	白	白灰	黑	灰	黑