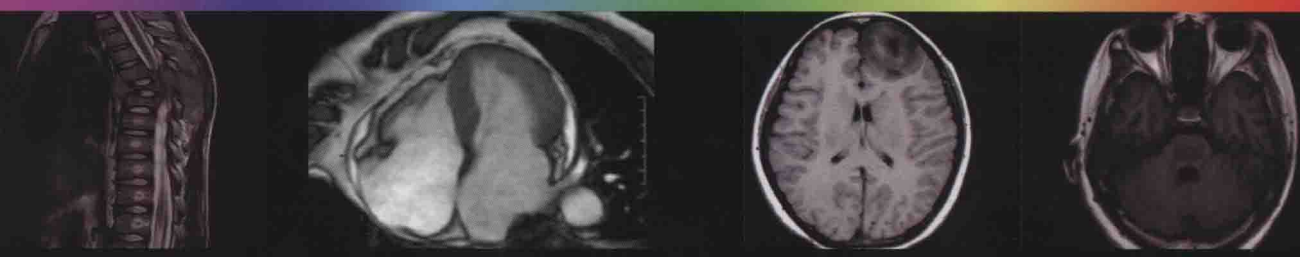


临床影像诊断必备丛书

MRI 读片指南



夏黎明 邵剑波 孙子燕 ○ 主编



北京大学医学出版社

临床影像诊断必备丛书

MRI 读片指南



主 编 夏黎明 邵剑波 孙子燕

北京大学医学出版社

MRI DUPIAN ZHINAN

图书在版编目 (CIP) 数据

MRI 读片指南 / 夏黎明, 邵剑波, 孙子燕主编
—北京: 北京大学医学出版社, 2016.3
ISBN 978-7-5659-1162-0

I . ① M… II . ①夏… ②邵… ③孙… III . ①核磁共振成像—诊断学—指南 IV . ① R445.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 162255 号

MRI 读片指南

主 编: 夏黎明 邵剑波 孙子燕

出版发行: 北京大学医学出版社

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

电 话: 发行部 010-82802230; 图书邮购 010-82802495

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京佳信达欣艺术印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 宋小妹 责任校对: 金彤文 责任印制: 李 啸

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 26.75 字数: 680 千字

版 次: 2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-1162-0

定 价: 119.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

临床影像诊断必备丛书

编委会

总主编 王仁法 夏黎明

副总主编 黄道中 邵剑波 吕国义

编委 (按姓氏汉语拼音排序)

陈浪 陈欣林 邓又斌 龚良庚

黄璐 黄道中 黎春雷 李开艳

吕国义 彭红芬 彭俊红 彭维恒

秦增辉 邵剑波 孙子燕 唐超

王敏 王翔 王仁法 夏黎明

杨敏洁 杨四清 游建 张菁

张清

《MRI 读片指南》

编委会

主 编 夏黎明 邵剑波 孙子燕
副主编 龚良庚 杨敏洁 唐 超 黄 璐
编 委 (按姓氏汉语拼音排序)
曹毅媛 董 进 龚良庚 韩 瑞
胡益祺 黄 璐 李 红 李 茜
李 嫣 李金矿 林 华 鲁 亮
陆 玮 马慧静 马晓琳 庞 颖
彭万红 邵剑波 宋少辉 孙子燕
覃 涛 汤翔宇 唐 超 王 敏
王仁法 席仁刚 夏黎明 鲜军鲂
熊灵波 杨敏洁 袁 利 袁思殊
张 尉 张有为 张涪淞 周舒畅

出版说明

医学影像学随着影像设备的发展而突飞猛进，X线、CT、MRI、超声已成为重要的检查手段，且在临床诊疗工作中日益普及，可为循证医学提供重要、客观的诊断依据。医学的发展要求影像科医师不断学习、不断提高。另外，X线、CT检查、超声早已普及到基层医院，但很多基层医生没有机会接受更深入的专业教育，所见病种局限，读片存在困难。目前市场上影像方面的图书或者起点较高（如按专题介绍的诊断及鉴别诊断），或者是针对学生的入门小手册，过于浅显，另有相当多的图书图片质量及印刷质量较差，不能满足实际需要。针对目前现状，我们特邀请华中科技大学同济医学院附属同济医院王仁法、夏黎明两位教授作为总主编，组织编写“临床影像诊断必备丛书”。经过两年多的艰辛付出，本丛书终于与读者见面。

丛书共4个分册，分别是《X线读片指南》《CT读片指南》《MRI读片指南》和《超声诊断指南》，具有下述特点：

1. 以系统分章，以常见病及多发病为主。以《X线读片指南》为例，各疾病从临床表现、X线表现、鉴别诊断三方面叙述。
2. 贴近临床实际，注重理论和临床实际的紧密结合。
3. 叙述诊断征象时结合病理改变。
4. 注意医学影像学的统一性与完整性。
5. 以典型的图片资料为主线，用最简明的语言给出读片分析和鉴别思路。

在编写中我们注重老、中、青专家、学者的配合，采用中老年专家与工作在一线的年轻精英组合完成丛书的编写工作。本丛书在编写过程中得到华中科技大学同济医学院附属同济医院、华中科技大学同济医学院附属协和医院、华中科技大学同济医学院附属普爱医院、首都医科大学附属同仁医院、北京积水潭医院等多家医院专家的支持与帮助，在此表示诚挚的谢意。

希望广大读者不吝赐教，多提意见，以便再版时修订完善。

北京大学医学出版社

2015年8月

前 言

近年来，磁共振成像（MRI）技术发展迅速，已经成为了影像医学中非常重要的组成部分。MRI 成像速度的加快、扫描时间的缩短、图像质量的提高、操作程序的简化，使得 MRI 可以更好地走进基层医院，也使其在全国的装机数量不断增加。因此，学习磁共振诊断技术的基层放射科医生越来越多，但很多基层医生没有机会接受更深入的专业教育，所见病种也比较局限，诊断存在困难。针对目前现状，我们编写了这本《MRI 读片指南》，总结了各大系统常见病、多发病的临床和 MRI 表现，同时还加入了一些功能磁共振序列在常见病中的应用，以扩展临床诊断视野。

华中科技大学同济医学院附属同济医院磁共振室 1994 年引进第一台 1.5T 磁共振设备，开始了 MRI 在临床和科研方面的应用。经过 20 余年的发展，已经拥有了 4 台 1.5T 和 3 台 3.0T 磁共振设备。同济医院作为全国前十的大型综合性医院，病例齐全，病种繁多，这为我们的编写工作提供了良好的条件。全书共十一章，介绍了 MRI 在中枢神经系统、五官、循环系统、乳腺、腹部、盆腔、肌肉骨骼和儿科等的应用和诊断。各系统的编写涵盖了常见病、多发病的典型表现、不典型表现，少见病的特征表现以及一些简单的功能磁共振成像的应用。本书紧扣 MRI 诊断的基本诊断要点，同时介绍了一些简单功能磁共振成像的发展和应用，临床实用性强、疾病涵盖面广。

在编写过程中，编者密切联系临床实际工作，尽可能地用简明扼要的语言阐明每种疾病的诊断依据，以培养正确的 MRI 诊断思路，并提供了清晰、典型的图片和简单明了的图片说明。本书内容全面、图文并茂、实用性强，基本涵盖了 MRI 诊断过程中所涉及的主要知识，适合基层、低年资放射科医生，影像专业的学生及临床各科医师学习、查阅，也可以作为高年资放射科医师和专家作为教学参考，结合自身经验应用于教学中。

本书在编写过程中得到华中科技大学同济医学院附属同济医院、武汉市儿童医院、南昌大学第二附属医院、首都医科大学附属同仁医院等国内外多家医院放射科专家的支持与帮助。各位编者均来自于全国不同的教学医院工作在临床一线的技术骨干及专家，在此一并表示诚挚谢意。

由于时间仓促，且 MRI 技术发展迅速，难免有所疏漏和不完善之处，诚望各位同仁批评、指正。

华中科技大学同济医学院附属同济医院

夏黎明

2015 年 10 月

目 录

第一章 磁共振成像基础知识..... 1	
第一节 磁共振成像过程和设备..... 1	
一、磁共振成像过程..... 1	
(一) 人体在磁场内产生纵向磁矢量和 ¹ H 进动..... 1	
(二) 发射特定的脉冲引起磁共振现象... 1	
(三) ¹ H 恢复原有状态并产生射电信号.. 1	
(四) 采集、处理射电信号并重建为 MRI 图像..... 2	
二、磁共振成像设备..... 2	
第二节 磁共振成像的优势及局限性..... 3	
一、磁共振成像的优势..... 3	
(一) 组织分辨率高..... 3	
(二) 水成像..... 3	
(三) 血管成像..... 4	
(四) 反映组织、器官功能状态..... 4	
二、磁共振成像的局限性..... 7	
第三节 磁共振成像的伪影及提高图像质量的方法..... 7	
第四节 磁共振成像对比剂及其临床应用... 8	
一、磁共振对比剂的分类..... 8	
二、磁共振对比剂的作用原理..... 9	
(一) 顺磁性螯合物类对比剂的作用原理..... 9	
(二) 超顺磁性和铁磁性粒子类对比剂的作用原理..... 10	
(三) 磁共振对比剂的临床应用..... 10	
第五节 MRI 的诊断价值..... 11	
第二章 MRI 在中枢神经系统的应用..... 12	
第一节 颅脑的正常 MRI 表现..... 12	
一、大脑半球、小脑..... 12	
二、深部脑结构和脑室系统..... 12	
三、边缘系统..... 13	
四、蝶鞍和鞍旁区..... 13	
五、颅后窝..... 13	
第二节 颅脑肿瘤..... 14	
一、神经上皮组织肿瘤..... 14	
(一) 星形细胞瘤..... 14	
(二) 少突胶质细胞瘤..... 25	
(三) 室管膜瘤..... 25	
(四) 脉络丛乳头状瘤..... 28	
(五) 神经元和混合性神经元神经胶质肿瘤..... 30	
(六) 松果体细胞瘤..... 36	
(七) 胚胎性肿瘤..... 37	
二、脑神经和脊髓旁神经肿瘤..... 40	
(一) 听神经瘤..... 40	
(二) 三叉神经鞘瘤..... 41	
三、脑膜肿瘤..... 43	
(一) 脑膜瘤..... 43	
(二) 血管网状细胞瘤..... 47	
四、淋巴瘤和造血系统肿瘤..... 47	
五、生殖细胞肿瘤..... 50	
(一) 生殖细胞瘤..... 50	
(二) 颅内畸胎瘤..... 51	
六、鞍区肿瘤..... 53	
(一) 颅咽管瘤..... 53	
(二) 垂体腺瘤..... 54	
七、脑转移瘤..... 57	
八、其他未分类肿瘤或肿瘤样病变..... 59	
(一) 灰结节错构瘤..... 59	
(二) 脊索瘤..... 59	
(三) 嗅神经母细胞瘤..... 62	

(四) 胶样囊肿	63	五、肝豆状核变性	114
(五) 表皮样囊肿	64	六、橄榄脑桥小脑萎缩	115
第三节 颅内感染性疾病	67	七、脑桥中央溶解症	116
一、细菌和病毒感染	67	八、海洛因海绵状白质脑病	118
(一) 化脓性脑膜炎	67	九、中毒性脑病	118
(二) 颅内积脓	68	十、Wernicke 脑病	121
(三) 脑炎	70	十一、放射性脑病	122
(四) 脑脓肿	72		
(五) 颅内结核	73	第三章 MRI 在五官的应用	125
(六) 脑巨细胞病毒感染	76	第一节 五官正常 MRI 表现	125
二、寄生虫病	76	一、眼和眼眶	125
(一) 弓形虫病	76	二、鼻咽	125
(二) 脑囊虫病	78	第二节 眼眶常见疾病的 MRI 诊断	125
(三) 脑肺吸虫病	79	一、眼眶隔前病变	125
(四) 脑血吸虫病	81	(一) 眶隔前蜂窝织炎	125
三、真菌感染	82	(二) 眶隔基底细胞癌	127
四、艾滋病所致颅内病变	84	二、肌锥外病变	128
五、结节病	86	(一) 眶骨纤维异常增生症	128
第四节 脑血管疾病	87	(二) 眶骨转移瘤	130
一、缺血性脑血管病	87	(三) 骨膜下积脓	131
(一) 动脉硬化性脑梗死	87	(四) 泪腺良性混合瘤	133
(二) 腔隙性脑梗死	88	(五) 泪腺癌(恶性上皮性肿瘤)	134
(三) 分水岭脑梗死	89	(六) 泪腺炎性假瘤	135
二、脑血管性痴呆	91	(七) 皮样囊肿	136
三、高血压性脑出血	91	(八) 颈动脉海绵窦瘘	137
四、脑血管瘤与瘤样病变	94	三、眼外肌病变	138
(一) 颅内动脉瘤	94	(一) 内分泌性眼病	138
(二) 动静脉畸形	95	(二) 眼眶肌炎	140
(三) 静脉畸形	100	(三) 横纹肌肉瘤	142
(四) 海绵状血管瘤	100	四、肌锥内病变	144
(五) Sturge-Weber 综合征	102	(一) 海绵状血管瘤	144
(六) Galen 静脉瘤	104	(二) 炎性假瘤	146
(七) 脑静脉窦血栓形成	104	(三) 淋巴管瘤	146
五、烟雾病	107	(四) 血管畸形	149
第五节 脑变性病和脑白质病	109	(五) 静脉曲张	150
一、阿尔茨海默病	109	五、视神经及其鞘膜病变	150
二、肾上腺脑白质营养不良	109	(一) 视神经胶质瘤	150
三、多发性硬化	112	(二) 视神经脑膜瘤	151
四、皮质下动脉硬化性脑病	113	(三) 视神经炎	153

六、眼球病变.....	154	(二) 泵衰竭.....	200
(一) 视网膜母细胞瘤.....	154	(三) 室壁瘤.....	200
(二) 脉络膜黑色素瘤.....	155	(四) 血栓.....	201
(三) 脉络膜转移癌.....	156	(五) 心肌梗死后综合征.....	201
(四) 脉络膜血管瘤.....	157	第五节 心肌病.....	202
(五) 牵牛花综合征.....	158	一、扩张型心肌病.....	202
第三节 鼻咽部常见疾病的 MRI 诊断.....	160	二、肥厚型心肌病.....	203
一、鼻咽癌.....	160	三、限制型心肌病.....	207
二、鼻咽纤维血管瘤.....	160	四、致心律失常型右室心肌病.....	207
三、鼻咽部淋巴瘤.....	162	五、心肌致密化不全.....	210
四、呼吸道硬结症.....	164	第六节 心包疾病.....	212
第四章 MRI 在乳腺的应用.....	166	第七节 心脏内肿瘤.....	216
第一节 正常乳房的 MRI 表现.....	166	第八节 风湿性心瓣膜病.....	222
第二节 乳腺常见疾病的 MRI 诊断.....	166	第六章 MRI 在肝、胆、胰的应用.....	225
一、乳腺感染性疾病.....	166	第一节 肝、胆、胰的正常 MRI 表现.....	225
二、乳腺增生.....	167	一、肝.....	225
三、乳腺纤维腺瘤.....	169	(一) 肝的形态, 肝叶及肝段的划分.....	225
四、乳管内乳头状瘤.....	171	(二) 肝的供血系统.....	225
五、乳腺癌.....	172	(三) 肝的 MRI 表现.....	226
六、乳腺肉瘤.....	177	二、胆道系统.....	227
第五章 MRI 在循环系统的应用.....	182	(一) 胆囊.....	227
第一节 心脏主要结构的 MRI 表现.....	182	(二) 胆管系统.....	227
第二节 大血管病变.....	184	三、胰腺.....	227
一、主动脉瘤.....	184	第二节 肝常见疾病的 MRI 诊断.....	229
二、主动脉夹层动脉瘤.....	186	一、原发性肝癌.....	229
三、主动脉缩窄.....	187	(一) 肝细胞癌.....	229
四、肺动脉高压.....	190	(二) 胆管细胞癌.....	230
第三节 先天性心脏病.....	191	二、肝转移瘤.....	231
一、房间隔缺损.....	191	三、肝海绵状血管瘤.....	234
二、室间隔缺损.....	192	四、肝囊肿.....	235
三、三尖瓣下移畸形.....	193	五、肝脓肿.....	236
四、先天性心脏憩室.....	194	六、肝局灶性结节增生.....	236
五、马方综合征.....	195	七、肝孤立性坏死结节.....	238
第四节 冠状动脉粥样硬化性心脏病.....	198	八、肝腺瘤.....	240
一、急性心肌梗死.....	198	九、肝包虫病.....	241
二、心肌梗死并发症及后遗症.....	199	十、肝硬化.....	243
(一) 乳头肌功能失调或乳头肌断裂.....	199	第三节 胆囊、胆管常见疾病的 MRI 诊断.....	244

一、胆管扩张症	244	十、肾上腺结核	285
二、胆管错构瘤	246	十一、腹膜后脂肪肉瘤	286
三、胆石症	247	十二、腹膜后畸胎瘤	288
四、胆囊炎	248	十三、腹膜后淋巴瘤	289
五、胆囊癌	249	十四、腹膜后纤维化	290
第四节 胰腺常见疾病的 MRI 诊断	250	十五、腹膜后淋巴结结核	292
一、胰腺癌	250	第九章 MRI 在生殖系统的应用	294
二、胰腺囊腺癌	252	第一节 生殖系统的正常 MRI 表现	294
三、胰腺实性假乳头状瘤	252	一、男性生殖系统	294
四、胰岛细胞瘤	254	（一）盆壁	294
五、胰腺炎	256	（二）膀胱	294
六、胰腺假性囊肿	256	（三）前列腺	294
七、壶腹癌	258	（四）精囊	295
第七章 MRI 在泌尿系统的应用	261	（五）睾丸	295
第一节 肾常见疾病的 MRI 诊断	261	（六）附睾	295
一、肾囊肿	261	二、女性生殖系统正常 MRI 表现	295
二、肾结核	261	（一）子宫	295
三、肾血管平滑肌脂肪瘤	263	（二）阴道	295
四、肾细胞癌	264	（三）卵巢	295
五、肾淋巴瘤	268	第二节 女性生殖系统常见疾病的	
六、肾肉瘤	268	MRI 诊断	296
第二节 输尿管常见疾病的 MRI 诊断	271	一、子宫平滑肌瘤	296
输尿管癌	271	二、卵巢囊肿	296
第三节 膀胱常见疾病的 MRI 诊断	272	三、子宫内膜异位症	298
膀胱癌	272	四、卵巢囊性畸胎瘤	300
第八章 MRI 在腹膜后的应用	274	五、子宫颈癌	300
第一节 腹膜后的正常 MRI 表现	274	第三节 男性生殖系统常见疾病的	
第二节 腹膜后常见疾病的 MRI 诊断	274	MRI 诊断	303
一、无功能性腺瘤	274	一、前列腺囊肿	303
二、嗜铬细胞瘤	275	二、前列腺增生	304
三、皮质醇增多症	276	三、前列腺癌	304
四、肾上腺囊肿	277	第十章 MRI 在骨骼肌肉系统的应用	308
五、髓样脂肪瘤	278	第一节 骨骼肌肉系统的正常	
六、肾上腺海绵状血管瘤	280	MRI 表现	308
七、肾上腺神经鞘瘤	282	第二节 骨骼和软组织肿瘤及肿瘤样	
八、肾上腺皮质腺癌	283	病变	308
九、肾上腺转移瘤	283	一、骨样骨瘤	308

二、内生软骨瘤	310	(二) 椎间盘膨出	355
三、骨软骨瘤	310	(三) 椎间盘突出	356
四、骨囊肿	312	(四) 椎管狭窄	357
五、动脉瘤样骨囊肿	313	(五) 颈椎病	358
六、骨巨细胞瘤	314	(六) 脊椎滑脱	359
七、骨母细胞瘤	317	二、椎体感染性疾病	360
八、骨纤维异常增生症	318	(一) 椎体结核	360
九、软骨肉瘤	320	(二) 脊柱骨髓炎	362
十、骨肉瘤	321	(三) 椎间盘感染	362
十一、尤因肉瘤	323	(四) 硬膜外脓肿	363
十二、转移性骨肿瘤	324	(五) 脊髓炎	364
十三、脂肪瘤	326	(六) 蛛网膜炎	367
十四、脂肪肉瘤	327	三、脊柱和脊髓损伤	368
十五、血管瘤	328	四、椎管肿瘤	368
十六、淋巴管瘤	328	(一) 髓内肿瘤	368
十七、硬纤维瘤	330	(二) 髓外硬膜下肿瘤	373
十八、纤维肉瘤	331	(三) 硬膜外肿瘤	375
十九、滑膜肉瘤	332	第十一章 MRI 在儿科的应用	380
二十、横纹肌肉瘤	334	第一节 先天性颅脑畸形	380
第三节 骨髓的病变	335	一、小头畸形	380
一、白血病	335	二、颅裂	380
二、骨髓瘤	336	三、Dandy-Walker 综合征	382
三、淋巴瘤	337	四、中线脂肪瘤	384
四、骨髓纤维化	339	五、胼胝体发育不全	385
五、骨髓炎	340	六、先天性孔洞脑	386
六、放疗、化疗对骨髓的影响	340	七、脑裂畸形	386
七、骨髓水肿	340	八、结节性硬化	388
第四节 骨关节疾病	343	九、Chiari 畸形	389
一、肩袖撕裂	343	第二节 新生儿缺氧缺血性脑病	391
二、肌腱炎	344	第三节 椎先天性畸形	394
三、腕管综合征	345	一、脊椎裂	394
四、腱鞘囊肿	347	二、脊膜膨出、脊髓脊膜膨出	395
五、色素沉着绒毛结节性滑膜炎	347	三、脊髓纵裂	396
六、股骨头缺血坏死	348	四、脊髓拴系综合征	398
七、关节结核	351	五、尾部退化综合征	398
八、膝关节半月板及韧带损伤	352	六、脊柱侧弯	398
第五节 脊柱及椎管疾病	355	七、脊髓空洞症	401
一、脊椎退行性病变	355		
(一) 椎间盘变性	355		

第四节 儿童腹部肿瘤性病变	402	五、肾母细胞瘤	406
一、肝母细胞瘤	402	六、神经母细胞瘤	407
二、婴儿型血管内皮瘤	402	七、腹膜后畸胎瘤	409
三、囊性间叶错构瘤	404		
四、肝胆管横纹肌肉瘤	405	参考文献	412

第一章

磁共振成像基础知识

磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 是与计算机断层扫描 (computerized tomography, CT) 几乎同步发展起来的医学成像技术。其原理是利用 ^1H 原子核在磁场内产生共振, 加上射频脉冲激励产生信号, 经过计算机处理重建成像。MRI 发展日新月异, 应用迅速广泛普及, 新技术不断发展, 诊断价值也日益提高, 尤其是近年来高场磁共振超快速成像与功能成像的出现, 使得 MRI 诊断的优势更为明显。

第一节 磁共振成像过程和设备

一、磁共振成像过程

MRI 的过程可分解为以下步骤。

(一) 人体在磁场内产生纵向磁矢量和 ^1H 进动

人体内富含 ^1H , ^1H 进行自旋运动而产生磁矩, 犹如一个小磁体。通常, 它们排列无序, 磁矩相互抵消。当进入磁场内, 则依外磁场磁力线方向有序排列, 从而产生纵向磁矢量。同时, 这些 ^1H 的自旋轴围绕磁力线做锥形运动, 称为进动, 进动的频率与外磁场场强呈正比。

(二) 发射特定的脉冲引起磁共振现象

向磁场内人体发射特定频率, 即与 ^1H 进动频率相同的射频 (radio frequency, RF) 脉冲吸收能量, 从而发生磁共振现象。结果同时产生两种改变: 一种吸收能量的 ^1H 呈反磁力线方向排列, 致纵向磁矢量变小、消失; 另一种是 ^1H 呈同步、同速, 即同相位进动, 由此产生横向磁矢量 (图 1-1-1)。

(三) ^1H 恢复原有状态并产生射电信号

停止发射射频脉冲后, ^1H 迅速恢复至原有的平衡状态, 这一过程称为弛豫过程 (relaxation process), 所需时间称为弛豫时间 (relaxation time)。有两种弛豫时间: 一种是纵向磁矢量恢复的时间, 为纵向弛豫时间 (longitudinal relaxation time), 亦称 T1 弛豫时间, 简称 T1; 另一种是横向磁矢量的衰减和消失时间, 为横向弛豫时间 (transverse relaxation time), 亦称 T2 弛豫时间, 简称 T2。发生共振的 ^1H 在弛豫过程中, 就会产生代表 T1 值和 T2 值的射电信号。主要反映组织间 T1 值的差异, 称为 T1 加权成像 (T1 weighted imaging, T1WI);

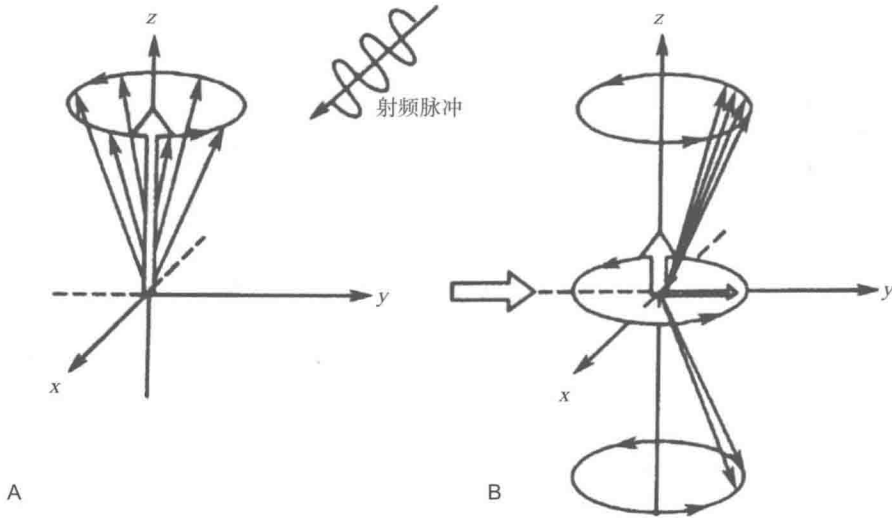


图 1-1-1 磁共振现象

A. 在强外磁场内，产生纵向磁矢量；B. 发射与质子进动频率相同射频脉冲时，产生磁共振现象，由此发生两种改变：一种是部分质子吸收射频能量，呈反磁力线方向排列，致纵向磁矢量减小；另一种是质子呈同步、同速即同相位进动，由此产生横向磁矢量

另一种主要反映组织间 T2 值的差异，称为 T2 加权成像（T2 weighted imaging, T2WI）。人体内各组织及其病变，均有相对恒定的 T1 值和 T2 值。

（四）采集、处理射电信号并重建为 MRI 图像

对于反映人体组织结构 T1 值和 T2 值的 MR 信号，经采集、编码、计算及傅立叶转换等一系列复杂处理，即可重建为 MRI 灰阶图像。MRI 图像上的黑白灰度对比，反映的是组织间弛豫时间的差异而不同于 X 线、CT 和超声。MRI 图像上的黑白灰度称为信号强度。其中白影称为高信号，灰影称为中等信号，黑影称为低信号或无信号。T1WI 图像上，高信号代表 T1 弛豫时间短的组织，常称为高信号或短 T1 信号，例如脂肪组织；低信号代表 T1 弛豫时间长的组织，常称为低信号或长 T1 信号，例如脑脊液。T2WI 图像上，高信号代表 T2 弛豫时间长的组织，常称为高信号或长 T2 信号，例如尿液；低信号代表 T2 弛豫时间短的组织，常称为低信号或短 T2 信号，例如骨皮质。表 1-1-1 列举了常见正常组织在 T1WI 和 T2WI 图像上的信号强度与影像灰度。

二、磁共振成像设备

磁共振成像设备包括了产生、采集、处理及显示部分。磁共振成像设备的主要指标是磁场强度，即场强，单位为特斯拉（Tesla, T），核心部分是磁体。磁体有常导型、超导型和永磁型 3 种，常导型和永磁型的磁场强度较低，一般在 0.35T 以下，超导型的场强多为 0.35~3.0T。其他磁共振成像设备还有超高场强的 7.0T 磁共振成像机、肢体专用磁共振成像机、心脏专用磁共振成像机、复合手术室磁共振成像机等。

表 1-1-1 几种正常组织在 T1WI 和 T2WI 图像上的信号强度与影像灰度

组织	T1WI		T2WI	
	信号强度	影像灰度	信号强度	影像灰度
脑白质	较高	白灰	中等	灰
脑灰质	中等	灰	较高	白灰
脑脊液和水	低	黑	高	白灰
韧带	低	黑	低	黑
肌肉	中等	灰	中等	灰
脂肪	高	白灰	较高	白灰
骨皮质	低	黑	低	黑
骨髓	高	白	中等	灰

第二节 磁共振成像的优势及局限性

一、磁共振成像的优势

(一) 组织分辨力高

这是 MRI 突出的优点。MRI 为多参数、多序列成像，除了常规自旋回波 (spin echo, SE) 序列 T1WI 和快速自旋回波 (fast spin echo, FSE) 序列 T2WI 检查外，其他序列如梯度回波 (gradient echo, GRE) 序列、反转恢复 (inversion recovery, IR) 序列和平面回波成像 (echo planar imaging, EPI) 等亦经常使用。在这些成像序列中，改变成像参数，可获得更多的成像序列和产生更多成像技术，而同一组织或病变在不同成像序列或成像技术上可具有不同的信号强度。如短反转时间 (time of inversion, TI) 的短时反转恢复 (short time inversion recovery, STIR) 序列和液体衰减反转恢复 (fluid attenuated inversion recovery, FLAIR) 序列同属于 IR 序列，但前者脂肪组织为低信号或无信号，FLAIR 序列抑制富有游离水的信号 (例如脑脊液)，呈低信号。另外，在 GRE 序列上，分别应用特定的成像参数回波时间 (time of echo, TE)，可分别获取水质子与脂肪中质子处于同相位和反相位的图像，用于检查组织中是否含有丰富的脂类物质。此外，在常规 SE 序列 T1WI 或 T2WI 上叠加预饱和脂肪抑制技术，可使脂肪组织呈低信号表现，而保留其他组织的 T1 或 T2 对比。以上例子说明 MRI 检查的成像序列和成像技术类型较多，致使这些图像上同一种组织的信号强度亦呈多样化表现，正是由于这些多种成像学、多种成像技术的优势，使得 MRI 具有高的组织分辨率，能够显示器官结构或病变的某些组织学特征，有助于疾病的检出以及定性诊断。

(二) 水成像

利用重 T2WI 序列检查，不用任何对比剂，就能够整体显示含有液体的器官和间隙，效果类似 X 线造影检查，此即 MR 水成像 (MR hydrography)。包括 MR 胆胰管成像 (MR

rholangiopancmatography, MRCP), MR 尿路成像 (MR urography, MRU) 和 MR 脊髓成像 (MR myelography, MRM) 等。

(三) 血管成像

血液的流动类型包括层流和湍流。血管垂直成像层面时, 接受射频脉冲激励的血液在成像时流出成像层面而形成回波, 即不产生信号; 血管与层面平行时, 收到 90° 射频脉冲激励的血流去相位而不能被 180° 射频脉冲翻转而相位一致, MRI 信号极弱; 流速引起去相位以及湍流引起相位移动等因素, 均使血流在 MRI 图像上无信号, 称为流空效应。磁共振血管成像 (MR angiography, MRA) 利用液体流动效应, 不用对比剂, 采用时间飞跃 (time of flight, TOF) 或相位对比 (phase contrast, PC), 显示血管, 类似 X 线血管造影。

1. 时间飞越 (time of flight, TOF) 法 有二维及三维采集, 其基本原理是利用流入性增强效应, 使静止组织饱和而而血管中流入的血液中质子群显示增强而显影。在 TOF 基础上发展起来的多层重叠薄层面采集 (multiple overlapping thin slab acquisition, MOTSA), 可以采集数块相叠的血管信号, 显示范围更大。

2. 相位对比 (phase contrast, PC) 法 也有二维和三维采集, 其主要原理是利用血流诱发的相位改变在流动质子群和周围静止组织间形成对比而使血管显示。MRA 的辅助技术有最大信号强度投影 (maximum intensity projection, MIP), 磁化传递对比 (magnetization transfer contrast, MTC), 以及对比增强后的 MRA, 其结果都使血管显示更好。在体部 MRA 检查中, 静脉注射对比剂可取得良好的效果。TOF 法和 PC 法各有其特点。TOF 法显示血管范围大, 但背景噪声多; 而 PC 法背景抑制噪声的效果优于 TOF 法, 但受流速的影响, 难以兼顾流速快的大血管和流速慢的小分支。

(四) 反映组织、器官功能状态

目前在临床上广泛使用的功能性磁共振成像技术包括磁共振波谱 (magnetic resonance spectroscopy, MRS) 技术, 灌注加权成像 (perfusion weighted imaging, PWI), 扩散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI), 扩散张量成像 (diffusion tensor imaging, DTI), 以及血氧水平依赖 (blood oxygenation level dependent, BOLD) 磁共振成像等。另外, 也将其他一些技术, 如磁敏感成像、动态增强成像、运动成像等归为功能性磁共振成像的范畴。同时分子影像学 (molecular imaging) 也已逐步从实验研究走向临床, 成为功能性磁共振成像的一个重要组成部分。

1. 磁共振波谱 (MRS) 技术 能够在分子水平反映人体内病变的信息, 可对疾病进行早期诊断并监控病情。MRS 技术能够观察组织器官的能量代谢情况, 从而对人体的生化环境、组织代谢物及某些特定的化合物进行无创的定量分析, 是一种很有潜力的活体生化分析技术。MRS 技术在临床方面有着广泛的应用, 最常用的是 ^1H -MRS, 其次是 ^{31}P -MRS, 临床上最先应用于颅内疾病的诊断中, 一般使用 ^1H -MRS, 这时脑部代谢物在波谱中的对应的共振峰主要包括: N-乙酰天门冬氨酸 (NAA)、肌酸 (Cr)、胆碱 (Cho)、乳酸 (Lac)、脂质 (Lip)、肌醇 (MI) 等。在机体出现某些病变的情况下, 与此疾病相关代谢物的浓度会发生改变, 从而使得对应的波谱共振峰发生改变。NAA 是存在于神经元的一种特征性物质, 临床中用它作为神经元标志。当神经发生病变时, 神经细胞 NAA 的代谢就会减少, 与