

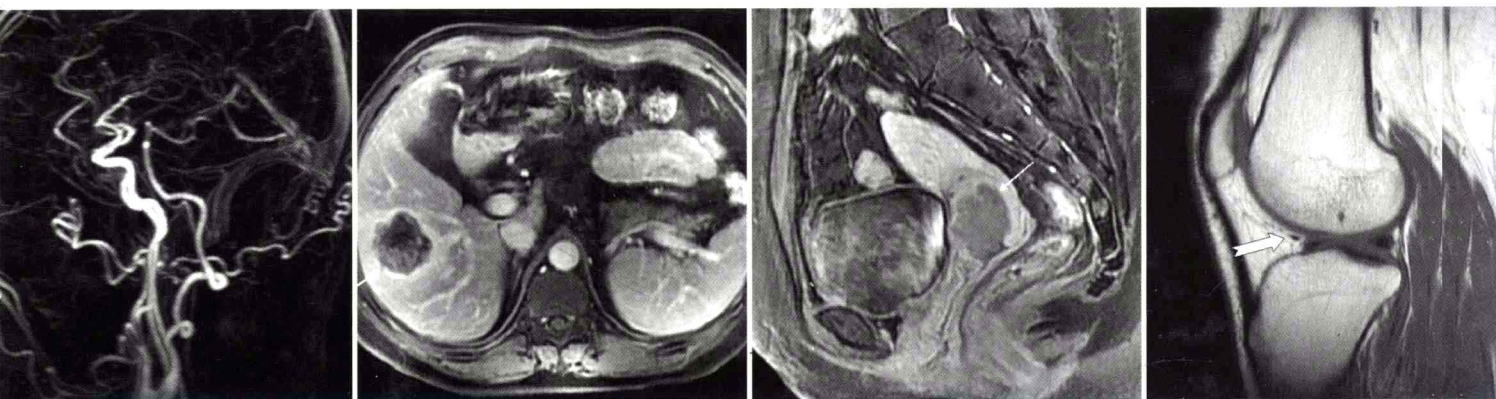
磁共振基本病例

诊断 · 鉴别诊断 · CT对照

Learning MR Imaging:

Diagnosis Analysis, Differential Diagnosis and
Correlation with CT of Basic Cases

► 主 编 / 全冠民 陈为军 袁 涛



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

磁共振基本病例

诊断·鉴别诊断·CT对照

Learning MR Imaging: Diagnosis Analysis, Differential
Diagnosis and Correlation with CT of Basic Cases

主 编 全冠民 陈为军 袁 涛

副主编 栾 静 王巍巍 孙永青



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

磁共振基本病例——诊断·鉴别诊断·CT对照/全冠民,陈为军,袁涛主编. —北京:人民军医出版社,2012.10

ISBN 978-7-5091-6121-0

I. ①磁… II. ①全… ②陈… ③袁… III. ①核磁共振成像 IV. ①R445.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第218793号

策划编辑:高爱英 文字编辑:刘新瑞 责任审读:余满松

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市100036信箱188分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300-8172

网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

印、装:三河市春园印刷有限公司

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:24.25 字数:713千字

版、印次:2012年10月第1版第1次印刷

印数:0001—2800

定价:125.00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

内容提要

本书从临床实际出发,在对磁共振成像基本知识和基本技术进行介绍的基础上,重点讲解颅脑疾病、脊柱与脊髓疾病、头颈部疾病、胸部及心血管疾病、腹部和盆腔疾病、骨关节与软组织疾病共 101 个病种的磁共振成像诊断和鉴别诊断,并对疾病的 CT 表现进行了对照展示。本书涉及的鉴别诊断近千种,附图 1 900 余幅。每个病种均包含病例资料(MRI 征象描述、初步诊断)、诊断思路与鉴别诊断、最后诊断与本病定义、临床概要、MRI 及 CT 诊断与点评。本书中每个病例数千字,可在半小时内读完,适合 MRI 诊断青年医师、研究生、进修医师以及学有余力的实习医师阅读,也可作为高年资医师主持读片的参考书,可结合读者自身的经验和实际病例,直接用于教学。

编著者名单

(以汉语拼音为序)

- | | |
|-----|----------------------------|
| 陈 敏 | 国家卫生部北京医院 |
| 陈为军 | 中国人民解放军第 252 医院 |
| 丁芳芳 | 河北医科大学第二医院 |
| 高国栋 | 河北医科大学第二医院 |
| 耿左军 | 河北医科大学第二医院 |
| 高志红 | 河北省石家庄市人民医院 |
| 何 辉 | 广东省人民医院 |
| 刘 辉 | 广东省人民医院 |
| 李建军 | 海南省人民医院 |
| 栾 静 | 河北医科大学河北省中医院 |
| 李 萍 | 哈尔滨医科大学附属第二医院 |
| 柳 青 | 河北医科大学第二医院 |
| 李小佼 | 河北医科大学附属以岭医院 |
| 李 岩 | 海南省人民医院 |
| 刘亚静 | 河北省哈励逊和平医院 |
| 刘 洋 | 河北医科大学第二医院 |
| 解 明 | 内蒙古赤峰学院附属医院 |
| 闵旭红 | 安徽省胸科医院 |
| 全冠民 | 河北医科大学第二医院 |
| 戚 思 | 河北医科大学第二医院 |
| 宋 段 | 内蒙古赤峰学院附属医院 |
| 尚 华 | 河北医科大学第二医院 |
| 孙永青 | 中国人民解放军第 252 医院 |
| 王成林 | 北京大学深圳医院 |
| 王巍巍 | 中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司职工中心医院 |
| 王颖杰 | 河北医科大学第二医院 |
| 王夕富 | 上海交通大学附属第一人民医院 |
| 于代友 | 河北医科大学附属沧州中西医结合医院 |
| 杨 飞 | 河北北方学院第一附属医院 |
| 袁 涛 | 河北医科大学第二医院 |
| 钟洪波 | 河北省唐山市人民医院 |
| 郑历明 | 河北省燕达国际医院 |
| 张 继 | 安徽医科大学合肥医院/合肥市第二人民医院 |
| 赵世华 | 中国医学科学院阜外医院 |

序

磁共振成像(MRI)是20世纪医学领域最伟大的发明之一,应用于临床已达30年,由于其具有成像清晰、软组织分辨率极高、多参数成像及功能成像等独特的优点,成为现代化医院必备的设备和等级的标志,也是各大中型医院竞相添置和不断更新的高端设备,且已向县级医院、甚至较大规模的地段与集镇中心医疗单位普及。随着我国社会经济的发展,这种普及趋势将更加明显,MRI从业人员以及接触MRI图像的医务人员与日俱增。当前MRI的应用已发展到全身各系统和器官,举凡从脑实质到足部细小的肌腱、从亚毫米的病变到全身一次性成像、从高分辨的解剖成像到纷繁复杂的器官功能,无不在现代MRI“视野”之内。影像学医师及相关临床专业医师如欲迅速掌握如此广泛的正常、异常MRI影像的诊断难度之大可以想见。

当前MRI诊断书籍汗牛充栋,大都是按部就班地以MRI基本原理、成像技术、正常解剖、各系统疾病的顺序编写,这些专著对于打好MRI诊断基础极为有利,但却难以达到迅速掌握基本病例MRI之目的,与现代社会的高节奏不甚适应,还可能使人产生望而却步的“畏惧”心理。另一方面,日常MRI诊断中首先是见到病例的图像,而不是先有诊断,只是在识别征象、做出合理的鉴别诊断之后才能获得相对合理的初步结论,而一般专著是按疾病的概况、病理、临床表现、MRI表现等顺序展开论述,不利于查阅和开拓读者的思路。并且,X线计算机断层成像(CT)是最近几年发展极为迅速的医学成像技术,与MRI互为补充,但也有相互竞争的关系,这两者之间在具体疾病的诊断和评价方面究竟有何长短?如何选择?也是医务人员应当掌握的课题。

为此,我校全冠民教授等联合全国多家大型医院MRI专家,收集了大量第一手资料,参照国内外专著和文献,编写了《磁共振基本病例——诊断·鉴别诊断·CT对照》一书。编者们长期工作在影像学诊断第一线,对MRI诊断及相关临床医师的需求了如指掌,因此本书病例选择恰当,内容丰富,特色鲜明。作为一位临床专家和现代大型医院、医科大学的管理者,我有幸在本书付梓之前阅读样稿,深深为其新颖的写作风格、缜密的分析思路以及精美的图像所吸引。该书的特点是便于阅读,符合日常MRI诊断的工作程序,从实际病例出发,先进行图像分析,再列出鉴别诊断,难能可贵的是该书鉴别诊断也附上相应的MRI图像,最后叙述该病的诊断、定义、MRI与CT特点,文字简洁流畅,如同现场倾听专家会诊,对于初学者极为有利。

《磁共振基本病例——诊断·鉴别诊断·CT对照》一书的出版对于填补 MRI 影像学继续教育空白具有一定作用,我非常乐意向影像学医师和相关专业的临床医师推荐,并深信本书将会受到大家的欢迎。MRI 也和其他医学技术一样,处于不间断的快速发展之中,“基本病例”的范围也会不断增多和变化,因此,希望本书编者继续收集资料,吸收国内外先进经验和科研成果,不断对本书进行补充和更新,以适应医学事业的进步和人民卫生健康的需要,为和谐社会的发展再做贡献。

是为此序。

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '蔡文俊' (Cai Wenjun).

河北医科大学校长、博士生导师

2012 年 2 月 6 日

前言

磁共振成像(MRI)诊断是影像诊断学中最年轻和最富有潜力的亚专业。随着我国经济的高速增长,MRI事业发展神速。自1985年引进首台MRI设备,至20世纪90年代中期已普及到绝大多数省级医院和相当数量的地市级医疗单位,近10年来MRI已进入县级、甚至较大的地段医院。但是硬件装备和更新容易,而软件即诊断技术的提高不是短时间内就能达到的,应该说MRI诊断医师的培训和水平的提高任重而道远。由于以下三方面原因,对于MRI诊断基础知识书籍的需求越来越大。首先,从业人员大量增加。据不完全统计,目前从事MRI诊断或从事包括MRI在内的综合影像诊断医师已达上万人,每年尚有大量新增的研究生、低年资医师开始学习和从事MRI工作。其次,MRI检查应用范围大大扩展,现在其检查范围已远远超越早期只能进行中枢神经系统疾病诊断的限制,而拓展到全身各器官。再次,MRI技术发展十分迅速,可以用层出不穷、日新月异来形容,几乎每年都有MRI新序列、新技术诞生,对这些新知识的了解和掌握是MRI医师进行合理检查和诊断的基础。因此,在当前医学影像学知识迅速更新的情况下,十分有必要编写一本包括MRI技术基本知识和MRI医师必须了解的基本病例诊断的参考书,以便能在短时间内打好MRI诊断的基础。

以往国内已出版不少基于国人资料的MRI专著,大多是内容艰深、论述全面,从流行病学、病理、临床到MRI征象面面俱到的大部头著作,这些书籍对于提高MRI诊断水平、打好MRI诊断的基础具有重要和深远的意义,但是它们也有一定的不足之处,那就是:阅读费时、常见病与少见病区分不明显、不易在短时间内抓住重点,文字叙述上采取一病一节或一病一段的方法,这无疑不利于短期内掌握MRI诊断的基础,而且与日常MRI诊断的思路和顺序不相一致。临床实践中,医师们总是先看到患者的图像和病史,而不是先有诊断,只有在全面分析MRI征象并结合临床资料的情况下,才能得出初步诊断,真正的诊断或者说最后的结论是在手术、病理检查或足够长时间的随访观察之后才能得出。初次涉足MRI诊断的医师都有这样的体会:患者的MRI表现怎么描述,诊断如何分析,需要考虑哪些疾病(鉴别诊断),还应进行哪些序列扫描?另外,CT和MRI一样,都是当前最重要的断面成像技术,很多病例先进行CT检查,不能确定诊断或是需要进一步了解其他信息时才进行MRI检查,两者具有互相补充的作用,所以MRI医师需要掌握相应的CT诊断知识,以便取长补短、相互印证,最大限度地利用MRI检查的信息,而这些知识一般MRI专著涉及不多。

基于上述原因,主编与人民军医出版社自2010年初开始策划本书的编写,经过多次讨论,我们确定了本书的写作体例和风格,编写的指导思想:接近MRI诊断的实际和临床程序,易化MRI诊断的学习,纳入综合性医院日常MRI诊断工作遇到的90%病种。34位编者在近两年的时间内夜以继日,查阅了大量文献和专著,从10年内数十万例MRI资料中精心挑选出上万例作为本书写作的基础,每个病例/病种都配备了清晰的图片,并对图片进行细致描述和标注,尤其难能可贵的是每一病例都包括相当数量的鉴别诊断病种和相应的图片,希望读者阅读一个病例就能学到多种相似或相近征象疾病的MRI诊

断,举一反三,开阔思路。书中很多病例是主编单位全科大读片的资料,具有明确的典型征象和较高的教学价值。在本书写作基本完成之后,我们又专门查阅了国内外文献和 MRI 著作,编写了 MRI 医师须知的技术基础,作为本书的开篇章节。

本书的编著者来自国内 20 所大中型医院,多为综合性医院,也包括少数专科医院,主编单位是河北医科大学第二医院和中国人民解放军第 252 医院。编者长期从事 MRI 诊断医疗、教学及科研工作,是各单位 MRI 诊断和影像诊断科的骨干,其中 11 人具有博士学位。尤其是海南省人民医院李建军教授与李岩教授、中国人民解放军 252 医院陈为军教授与孙永青主任、卫生部北京医院陈敏教授、北京大学深圳医院王成林教授、上海交通大学附属第一人民医院王夕富教授、中国医学科学院阜外医院赵世华教授、哈尔滨医科大学附属第二医院李萍教授,他们是国内影像学界的中坚和新生力量,既具备坚实的 MRI 诊断基础,又有着丰富的临床经验,承担多项省部级和国家级科研课题,曾在国内外发表过较多 MRI 研究论文,并参加或主持过 MRI 专著的编写工作,这对于保证本书质量具有十分重要的意义。

全书分为 7 章,包括 MRI 技术基本知识 15 条、疾病 101 例/种,鉴别诊断近千种,附图 1 900 余幅,分为颅脑疾病、脊柱与脊髓疾病、头颈部疾病、胸部及心血管疾病、腹部和盆腔疾病、骨关节与软组织疾病,每例或每个病种均按病例资料(包括 MRI 征象描述、初步诊断)——诊断思路与鉴别诊断——最后诊断与本病定义——临床概要——MRI 及 CT 诊断与点评来编写。本书病例涉及全身各系统,但不是包罗万象,而是从临床实际出发,选取的疾病具有较好的代表性。临床概述部分,写作上尽量简化,只是列入诊断医师必须了解的知识,对该疾病的详细情况可再查阅相关专著。本书另一特点是采用双目录:第一个目录为征象目录,置于卷首,以此目录查阅,读者在不了解诊断的前提下可以更加客观地作出初步诊断;第二个目录是疾病目录,以索引的形式置于书末,可作为系统阅读时使用。

本书适合 MRI 诊断青年医师、研究生、进修医师以及学有余力的实习医师阅读,每一病例数千字,可在半小时内读完。也可作为高年资医师主持读片的参考书,结合读者自身的经验的实际病例,直接用于教学。

本书完成之际,主编们有太多感谢和感慨之言。首先感谢我们的编著者,他们在繁重的日常工作、科研及教学之余,辛勤写作,在规定的时间内完成初稿,实属不易。其次,没有我们家人的支持,没有他们承担繁重的家务,为我们提供了足够的时间和空间,不可能按时完成任务。再次,感谢河北医科大学校长蔡文清教授和河北医科大学第二医院王晓路院长,是他们的鼓励、支持和指导,为我们提供了强大的精神动力,蔡文清校长亲自为本书作序,体现了对医学影像事业的重视和支持。最后,还要感谢为本书提供大力帮助的河北医科大学第三医院孙英彩教授与赵建副教授、广东省人民医院黄飏教授、天津医科大学肿瘤医院刘佩芳教授等,他们提供了珍贵和精美的图像,使本书增色不少。

由于编著者水平有限,再加上所在医院就诊病种的限制,本书尚有不足之处,在此特向读者致歉。我们争取在本书再版时进行增补和完善。正如我们的恩师刘闽生教授、张云亭教授、吴恩惠教授、于铁链教授所倡导的那样,“止于至善”,这是影像学医师的最高境界,我们将继续努力。敬请各位专家、读者批评指正,不吝指教。

全冠民	河北医科大学第二医院	影像学教授
陈为军	中国人民解放军第252医院	影像学教授
袁 涛	河北医科大学第二医院	影像学副教授

2012 年春

目 录

第 1 章 MRI 诊断医师的技术须知	(1)
一、MR 成像的几个基本概念	(1)
二、MR 成像设备的基本结构	(3)
三、MR 图像对比的影响因素	(5)
四、MR 信号的空间定位与图像重建	(10)
五、MR 成像的基本序列	(12)
六、MR 快速成像技术	(15)
七、MR 成像常用的组织抑制技术	(17)
八、血管 MR 成像基本技术	(21)
九、心脏 MRI 基本技术	(24)
十、MRI 检查常用对比剂	(27)
十一、高场 MR 成像若干问题	(29)
十二、MR 功能成像的基本类型	(30)
十三、影响 MR 图像信噪比的因素	(34)
十四、常见 MR 图像伪影及其克服办法	(35)
十五、MRI 常用术语	(40)
第 2 章 颅脑疾病	(42)
基础篇	(42)
病例组 1 中线发育异常	(42)
病例组 2 脑实质先天性等信号病变	(44)
病例组 3 多发颅内脑外肿块	(49)
病例组 4 颅内外伤性病变	(52)
病例组 5 鞍上池类圆形病变伴流空信号	(57)
病例组 6 小脑与基底核出血性病变	(60)
病例组 7 基底核与小脑半球局限性急性病变	(64)
病例组 8 产妇大脑半球急性病变伴出血	(70)
病例组 9 颅内异常迂曲流空信号病变	(73)
病例组 10 脑实质局限性肿块	(78)
病例组 11 大脑深部混杂信号肿物	(84)
病例组 12 额叶累及皮质的肿瘤	(86)
病例组 13 小脑中线肿瘤	(90)
病例组 14 桥小脑角区等部位囊实性肿块	(95)
病例组 15 鞍区等信号及明显强化肿块	(100)

病例组 16	小脑囊性病变伴明显强化的壁结节	(104)
病例组 17	鞍内-鞍上肿块	(108)
病例组 18	脑实质与脑膜多发强化病变	(112)
病例组 19	第四脑室内囊性病变	(118)
病例组 20	以脑底池为主的脑膜病变	(121)
病例组 21	脑实质环形强化影	(124)
病例组 22	颅内多发环形影伴头节	(128)
提高篇		(132)
病例组 23	室管膜下多发结节	(132)
病例组 24	颞枕叶异常信号及脑回状强化	(134)
病例组 25	第四脑室肿块伴多发小囊变	(136)
病例组 26	左颅中窝短 T ₁ 信号肿块	(140)
病例组 27	脑室旁白质与脊髓多发病变	(144)
病例组 28	脑深部对称性异常信号	(147)
病例组 29	深部脑白质与基底节弥漫性异常	(150)
挑战篇		(153)
病例组 30	第四脑室囊状扩大与小脑蚓部缺如	(153)
病例组 31	双侧颞枕叶反复发作以皮质为主的病变	(156)
病例组 32	以顶骨为中心的夹心面包样肿块	(160)
病例组 33	松果体与鞍上肿块	(162)
病例组 34	颞叶内侧萎缩及信号异常	(165)
第 3 章 头颈部疾病		(170)
基础篇		(170)
病例组 1	眼球短 T ₂ 信号肿块	(170)
病例组 2	眼眶内球后肿块	(173)
病例组 3	泪腺区肿块	(176)
病例组 4	鼻咽部肿块伴颅底侵犯	(178)
病例组 5	单侧筛窦-蝶窦肿块	(181)
病例组 6	颈侧巨大肿块	(184)
提高篇		(187)
病例组 7	鼻腔-鼻咽部肿块伴囊变	(187)
病例组 8	右侧扁桃体增大	(190)
病例组 9	左侧腮腺类圆形肿块	(192)
挑战篇		(196)
病例组 10	左眼眶内球后不规则肿块	(196)
第 4 章 脊柱与脊髓病变		(199)
基础篇		(199)
病例组 1	单发胸椎压缩与信号异常	(199)
病例组 2	骶尾椎膨胀性骨质破坏	(201)
病例组 3	脊椎与脊髓外伤性病变	(203)
病例组 4	椎间盘异常	(206)
病例组 5	椎间盘破坏伴椎旁病变	(210)
病例组 6	髓外硬膜下肿瘤	(213)

病例组 7 脊髓内肿瘤	(216)
提高篇与挑战篇	(218)
病例组 8 椎骨破坏与椎旁软组织病变	(218)
病例组 9 脊柱脊髓先天性异常	(221)
病例组 10 突发性神经功能障碍及硬膜外混杂信号病变	(224)
第 5 章 胸部及心血管疾病	(228)
基础篇	(228)
病例组 1 肺门与周围性肺肿块	(228)
病例组 2 前纵隔弥漫性肿物	(232)
病例组 3 后纵隔脊柱旁肿物	(235)
病例组 4 左侧乳腺分叶状肿块	(237)
病例组 5 乳腺边缘光整的均匀肿块	(240)
病例组 6 心肌缺血性病变	(242)
病例组 7 非对称性心肌肥厚及二尖瓣反流	(244)
提高篇与挑战篇	(247)
病例组 8 单侧乳腺不规则强化病变	(247)
病例组 9 主动脉局限性囊袋状突出	(249)
病例组 10 右心室扩大、局部扩张及运动下降	(251)
病例组 11 主动脉根部蒜头样扩张	(252)
第 6 章 腹部与盆腔疾病	(255)
基础篇	(255)
病例组 1 肝弥漫性结节及肝门静脉增粗	(255)
病例组 2 肝硬化和肝内肿块	(260)
病例组 3 肝内局限性肿块伴向心性强化	(266)
病例组 4 肝内环形强化病变	(269)
病例组 5 肝弥漫性不均匀 T ₁ 信号增高	(272)
病例组 6 胆管内圆形低信号影	(275)
病例组 7 胰头部肿块	(277)
病例组 8 左肾上极肿块	(280)
病例组 9 左肾上腺结节	(284)
病例组 10 左肾上腺脂肪性肿块	(287)
病例组 11 前列腺周围带结节	(289)
病例组 12 子宫颈肿物	(292)
病例组 13 双侧附件区肿物	(294)
提高篇	(297)
病例组 14 肝门水平胆管梗阻	(297)
病例组 15 胆囊壁弥漫性、不均匀增厚	(300)
病例组 16 低血糖及胰腺结节状病变	(303)
病例组 17 胰腺体尾部囊实性肿块	(307)
病例组 18 肾上腺肿块伴高血压	(310)
病例组 19 腹膜后巨大肿块	(314)
病例组 20 腹膜后偶然发现的结节状病变	(317)
病例组 21 脾实质类圆形肿块	(321)

病例组 22	脾多分叶状肿块	(323)
病例组 23	子宫腔内菜花状肿物	(325)
病例组 24	骶尾骨前方囊性病变	(328)
挑战篇		(332)
病例组 25	肝内巨大肿块伴分隔及延迟强化	(332)
病例组 26	胰弥漫性肿大伴包壳征	(335)
病例组 27	子宫增大伴斑点状 T ₂ 高信号	(338)
病例组 28	环绕腹主动脉的肿块样病变	(340)
第 7 章 骨关节及软组织疾病		(344)
基础篇		(344)
病例组 1	左股骨上段膨胀性破坏伴强化	(344)
病例组 2	左股骨下段骨质破坏伴软组织肿块	(347)
病例组 3	左侧股骨头信号异常	(352)
病例组 4	右股部软组织肿瘤	(354)
病例组 5	半月板条状高信号	(358)
病例组 6	前交叉韧带增粗与信号增高	(362)
提高篇与挑战篇		(366)
病例组 7	蝶骨嵴混杂信号及不均匀强化的肿块	(366)
病例组 8	双侧骶髂关节面模糊与骨质信号异常	(368)
索引 以疾病诊断名称检索		(371)

第 1 章 MRI 诊断医师的技术须知

一、MR 成像的几个基本概念

磁共振成像(MRI)是利用生物组织中氢质子在磁场中产生信号而进行成像的一种断面影像学技术,自 20 世纪 80 年代应用于临床以来,以其软组织分辨率高、多参数成像、各种功能成像以及无辐射等诸多优越性,成为发展最快和潜力最大的影像学方法。MRI 原理和技术复杂,一些基本概念是理解和掌握 MRI 知识的基础。

(一) 自旋与磁共振现象

MRI 主要采用氢质子成像,其原因是氢质子在人体内分布最广、含量最多,其他原子如钠、磷等也可用于 MRI。氢原子含有 1 个电子和 1 个质子,氢质子绕其自身轴线旋转,状如陀螺,称为自旋(图 1-1-1),因带有电荷,根据电与磁相互转化的原理,局部可形成小磁场(图 1-1-2)。自旋所处的位置称为相位。当人体位于强大的外磁场中,氢质子自旋不但围绕自身轴线旋转,还沿外磁场轴向旋转,称为进动(图 1-1-3),进动的频率即 Larmor 频率,Larmor 频率与外磁场(B_0)强度成正比。根据能态不同,能态较低的自旋可沿主磁场方向排列,能态较高者与主磁场方向相反,总的来说,前者略多于后者,形成微弱的净磁化矢量(M_2), M_2 也随外磁场增大而增加。

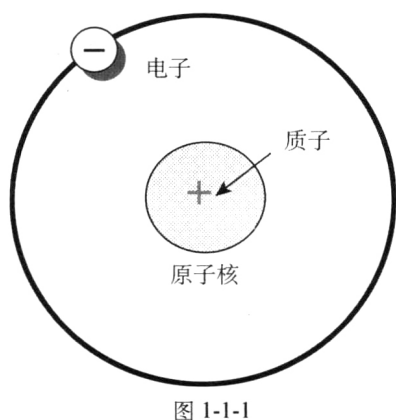


图 1-1-1 氢原子结构示意图

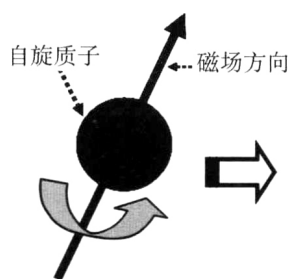


图 1-1-2A

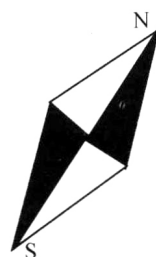


图 1-1-2B

图 1-1-2 自旋及其磁场 自旋的质子围绕其轴形成磁场(A),形似小磁铁(B)

对氢质子施予 Larmor 频率相同的射频脉冲(RF)时,其能量即被吸收,此现象称为核磁共振。吸收 RF 能量的质子向 xy 平面偏转,产生 MR 信号(图 1-1-4)。只有 xy 平面发生的磁化矢量变化才能为线圈感知。使磁化矢量偏转的 RF 根据偏转角度命名,如 90° RF、 180° RF。

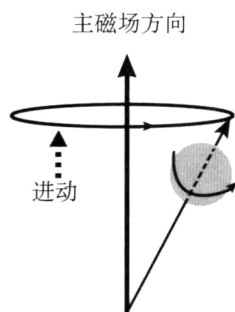


图 1-1-3

图 1-1-3 进动图

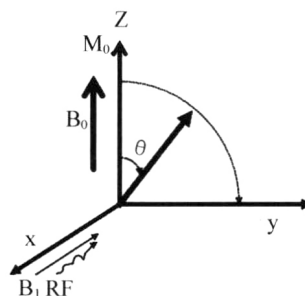


图 1-1-4

图 1-1-4 给予 RF 后磁化矢量向 xy 平面偏转

(二)磁敏感性

各种物质在磁场中磁化的程度称为磁敏感性,磁化的速度即磁化率。根据磁化的强弱分为抗磁性、顺磁性、超顺磁性与铁磁性四类。①抗磁性物质,无自由电子,其小磁场与 B_0 方向相反,人体大部分组织属于此类。②顺磁性物质,有不成对的轨道电子,在强磁场中可被磁化,去除外磁场后磁化消失,如钆。③超顺磁性物质,磁化率是顺磁性物质的 100~1 000 倍,如含铁血黄素。④铁磁性物质,在磁场中被磁化,去除外磁场仍保留磁化(永久磁化),如铁、钴、镍。

(三)纵向弛豫

质子磁化矢量在 RF 作用结束后返回初始状态的过程称为弛豫。发射 RF 后, M_z 向 XY 平面偏转,产生横向磁化,RF 结束后,横向磁化衰减、纵向磁化相应恢复,这一过程为纵向弛豫或称 T_1 弛豫(图 1-1-5),这实际上是受激质子将其吸收的能量向周围组织晶格释放的过程,因此也被称为自旋-晶格弛豫。组织的 T_1 时间定义为纵向弛豫恢复至初始值 63% 的时间(图 1-1-6)。

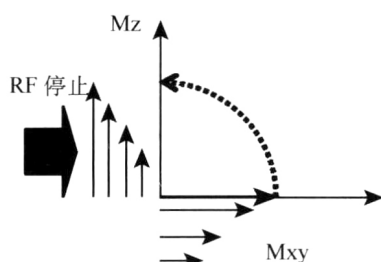


图 1-1-5

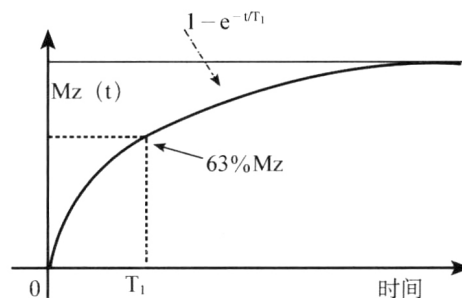
 图 1-1-5 纵向弛豫过程图 M_z : 主磁场方向上的磁化矢量; M_{xy} : xy 平面的磁化矢量


图 1-1-6

 图 1-1-6 T_1 弛豫时间图

(四)横向弛豫

横向弛豫包括 T_2 弛豫与 T_2^* 弛豫。横向弛豫是指 xy 平面磁化矢量衰减,原因是 RF 终止以及不同质子的相位逐渐出现差异,也称为失相位或去相位。 M_{xy} 衰减轨迹为一指数曲线。 T_2 值是指 M_{xy} 衰减至其最大值的 37% 所需的时间。此过程为静息态质子吸收受激质子能量的过程,因此又称为自旋-自旋弛豫。各种组织的 T_2 弛豫曲线不同(图 1-1-7)。实际上,主磁场并非完全均匀,除了制造工艺的影响,人体组织对磁场的均匀性也有一定作用,这导致横向磁化的衰减比理想状态要快,此时的横向弛豫称为 T_2^* 弛豫, T_2^* 弛豫快于 T_2 弛豫(图 1-1-8)。

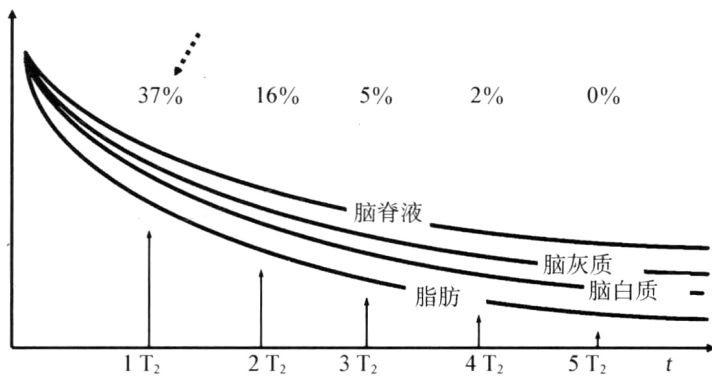


图 1-1-7

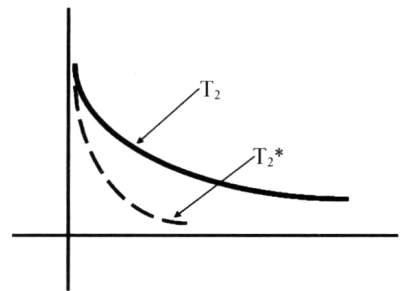
图 1-1-7 T_2 弛豫及颅内各种组织 T_2 弛豫曲线

图 1-1-8

图 1-1-8 T_2 弛豫与 T_2^* 弛豫的差别

(五) 线圈

MR 成像时用于产生梯度磁场或感应电流变化的环形导线结构,根据作用分为梯度线圈(图 1-1-9)、匀场线圈、射频与接收线圈,其中梯度线圈和匀场线圈置于磁体内,在 MR 成像设备外部不能见到。MRI 检查中所指的线圈一般是发射和接收线圈,按结构分为容积线圈、表面线圈与相控阵线圈。

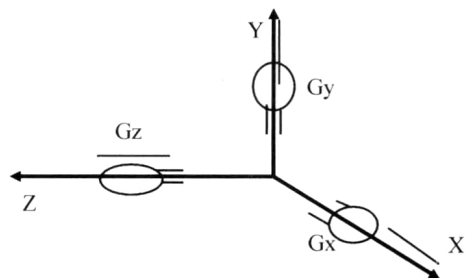


图 1-1-9

图 1-1-9 梯度线圈图

(全冠民 袁 涛 孙永青)

二、MR 成像设备的基本结构

MR 成像设备基本结构包括以下几部分:磁体、梯度系统、射频(RF)发射与接收线圈、各种计算机、其他辅助设备(图 1-2-1)。

(一) 磁体

磁体的作用是产生强大、均匀的静磁场(B_0)。目前市售 MR 成像设备的场强为 0.1~3.0 特斯拉(T),已有 7.0T 与 9.0T 的设备用于研究。一般来说,场强越高,MR 图像的信噪比(SNR)越大。MR 成像要求主磁场非常均匀,不均匀性低于 5ppm(即 0.0005%)。磁场均匀性采用小的金属片(被动匀场)或特定线圈(主动匀场)维护。按磁场产生方式分为如下几种。①阻抗式,即常导电磁式,最高场强约 0.3T,缺点是耗电较多及磁场均匀性欠佳,优点是断电后磁场消失。②永磁式,由铁磁性物质形成成像磁场,常为“C”形,缺点是设备笨重、对外界温度要求高,最大场强为 0.5T。③超导式,是目前磁共振机的主流,采用铌钛合金导线产生磁场,导线浸泡于液氮中、在绝对零度(-269°C)时达到超导,理论上此时不消耗能量,最大场强可达 18T。优点是可产生强大、高度均匀、稳定的外磁场,缺点是需昂贵冷却剂维持超导,工艺复杂,且失超后可对人体造成伤害。

(二) 梯度系统

梯度系统的作用是产生梯度磁场以完成 MR 成像的层面选择与空间编码,包括 x、y、z 三个轴向梯度线圈,位于磁体内部,呈相互正交排列,采用数百毫安电流造成三个轴向的磁场。梯度开关时可产生

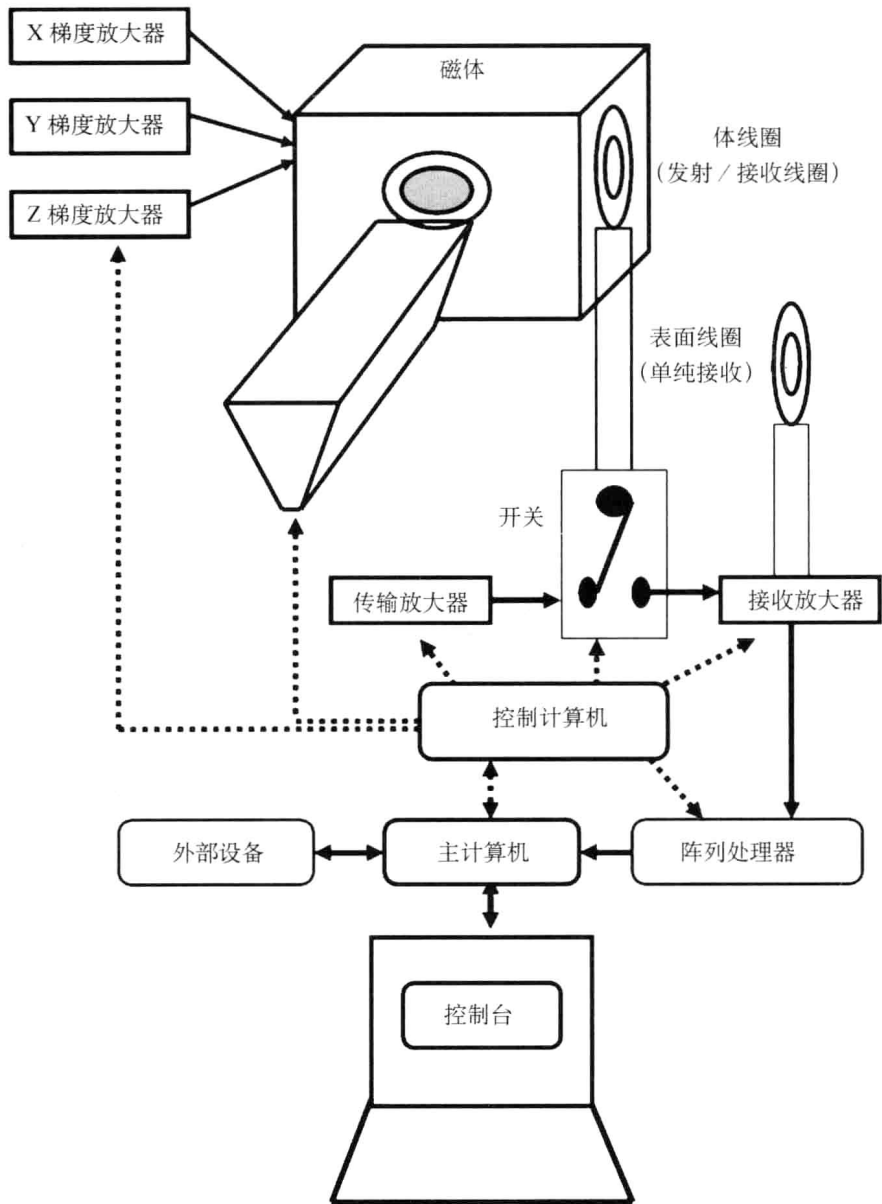


图 1-2-1

图 1-2-1 MR 成像设备基本结构图

巨大噪声，这是部分患者难以忍受 MRI 检查的原因。联合使用梯度系统可获得任意切面的图像。梯度系统的主要参数是最大梯度强度(mT/m)、梯度爬升时间及梯度切换率(最大梯度/爬升时间)。

(三)射频系统

射频系统包括 RF 发生器、RF 功率发大器与 RF 线圈，其作用是产生 RF 脉冲、使氢质子发生共振。射频系统的稳定性极其重要，包括 RF 的频率和幅度，由于能接收微弱信号，机房需有效屏蔽以避免外界电磁波干扰。体线圈为 RF 发射与接收一体化设计，置于磁体内，除此之外，绝大部分线圈为单纯接收线圈，根据人体各部位结构设计成各种形状和大小。容积线圈能够发射 RF 及接收信号，用于体积较大部位的成像，如头部与体部。表面线圈的优点是成像信噪比高，适合各解剖部位成像。对称部位成像可采用相控阵线圈，如乳腺、颞下颌关节、全脊柱等，称之为相控阵线圈，由 2 个或多个表面线圈构成。