

北京医学文库

Beijing Yixue wenku xinzong ji daxueguan jibing cigonzhen zhanduan tu

磁共振成像对诊断心脏及大血管疾病效果良好,在众多医学影像诊断手段中有独到之处。随着磁共振技术的不断发展,磁共振成像在临床上的应用前景越来越广阔。本书作者多年从事应用磁共振成像诊断心脏大血管病的研究和临床工作,积累大量病例,涉及病种较多。本书为作者筛选出的一些典型病例,其诊断经临床和多种影像学检查所验证。本书是心血管影像学科和心脏内外科医务人员的重要工具书。

心脏及大血管疾病

《北京医学文库》是一套大型医学科学专著丛书,她已被作为重点图书列入《八五》规划。

她对总结推广北京地区医学特有的医疗和科研成果,反映北京地区医药卫生领域的成功经验,使科研成果尽快转化为生产力,无疑是一项十分重要而又深远影响的工作。《北京医学文库》所有入选的专著,都具有先进性、实用性、科学性与相对系统性,在各自的领域居于领先地位,基本上可以反映北京医学的当代水平和成就。《北京医学文库》的出版,不但是当代

后人的宝贵医学财富。她将为

北京地区的医学发展做出贡献,并将为全国人民和世界人民造福。

北京出版社



磁共振诊断图谱

李坤成 主编

心脏及大血管疾病 磁共振诊断图谱

李坤成 主编
北京出版社

北京医学文库

图书在版编目 (CIP) 数据

心脏及大血管疾病磁共振诊断图谱/李坤成主编. -北京:北京出版社,1998.11
ISBN 7-200-03352-9

I. 心… II. 李… III. 心脏大血管疾病-核磁共振-成像-诊断-图谱 IV. R540.4-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 33262 号

心脏及大血管疾病磁共振诊断图谱

XINZANG JI DAXUEGUAN JIBING CIGONGZHEN ZHENDUAN TUPU

李坤成 主编

*

北京出版社出版

(北京北三环中路6号)

邮政编码:100011

北京出版社总发行

新华书店经销

北京市北苑印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 14.5印张 319 000字

1999年3月第1版 1999年3月第1次印刷

印数 1—3 000

ISBN 7-200-03352-9/R·157

定 价:62.00元

《北京医学文库》编审委员会

(第三屆)

主任	朱宗涵		
副主任	史炳忠	周凯发	陶信成
	高寿征		
委员	王宝恩	王澍寰	刘福源
	吉良晨	李利军	汪俊韬
	赵荣莱	赵雅度	段成林
	徐国桓	徐惠国	高益民
	黄颖	常致德	樊寻梅
秘书长	徐国桓	黄颖	

《心脏及大血管疾病磁共振诊断图谱》
编委会名单

主 编 李坤成
编 者 王永刚 刘 纳 冯国江
李坤成 张世娟

序

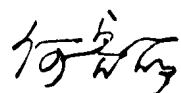
“北京医学文库”是一套大型医学科学专著丛书，她是在中共北京市委、北京市政府领导同志的关心支持下，由北京市委宣传部组织北京市卫生局和北京出版社实施的一项重点出版工程。这套大型文库，已作为重点图书列入国家“八五”规划。

随着改革、开放的不断深入发展，北京地区医药卫生事业，与首都的经济建设和其他各个方面的建设事业一样，不断取得突飞猛进的发展，其中围绕临床医学开展的医疗、科研和教学工作取得的部分成果，已经达到国际先进水平或国内一流水平，在救死扶伤、保障人民身体健康方面做出了重大贡献。北京地区又是科技人材云集之所，许多医学专家的理论造诣和实践经验在国内外均属于第一流水平，他们的许多发明创造在国内外有着很大的影响。因此，以“医学文库”的形式，总结推广北京地区医学特有的医疗和科研成果，反映北京地区医药卫生领域的成功经验，使科研成果尽快转化为生产力，无疑是一项十分重要而又有深远影响的工作，它对于促进北京地区的乃至全国的医疗水平的提高，进而造福人类，都会起到应有的作用。

“北京医学文库”编审委员会为这套丛书制定的编写方针是：所有入选的专著，都必须具有先进性、实用性、科学性与相对系统性；并且在各自的领域居于全国领先地位。这套丛书中的每一部专著，都是经过编审委员会组织有关专家、学者反复论证才得以入选的。经过编审委员会反复筛选，已经确定的专著选题包括外科方面的科研成果，影像诊断技术的科研成果，儿科诊疗技术的科研成果，中医理论应用于现代临床的科研成果等近二十个，基本上可以反映北京医学的当代水平和成就。

参加“北京医学文库”编撰工作的同志近二百人，都是北京地区学有专长、术有所擅的医学专家；他们之中有不少同志是学科带头人，在国内外享有盛誉。正是由于这一批医学专家无私奉献、通力合作、辛勤劳动，才使得这套高水平的“北京医学文库”能在较短的时间内陆续完稿和出版。“北京医学文库”虽然是写给专业医务人员读的，但最终的受益者是广大的各科病人和人民群众。在此，我以一名读者的身份，并代表广大受益者，向辛勤写作“北京医学文库”的专家们表示崇高的谢意，祝愿他们再接再厉在医学科学领域不断攻占更高的山峰。

“北京医学文库”丛书的出版，不仅使当代的广大人民群众受益，而且也是留给后人的一笔宝贵的医学财富。因此，这是为人民办的一件好事、实事，可喜可贺！我相信，“北京医学文库”将在北京的乃至全国的医学发展史上占有一席之地；她将为北京地区的医学发展做出贡献，并将为全国人民和全世界人民造福。



一九九二年八月

前 言

磁共振成像 (MRI) 对诊断心脏大血管疾病效果良好, 在众多医学影像诊断手段中有独到之处。随磁共振 (MR) 技术不断发展, 磁共振成像有广阔的临床应用前景。国内目前已运行的磁共振设备达 300 台左右, 但尚无有关心脏大血管方面的专著问世。

作者有幸受业于著名医学影像学家、中国工程院院士、中国医学科学院阜外心血管病医院放射科刘玉清教授, 自 1987 年攻读博士学位研究生起, 在他的指导下, 从事应用磁共振成像诊断心脏大血管病的研究和临床工作, 已积累 1 500 余例病例, 涉及病种较全。现从中筛选出一些典型病例, 其诊断经临床和多种影像学检查所验证, 如先天性心脏病、肿瘤、心脏瓣膜病、心包病变和大血管病等, 均经手术病理证实, 介绍给心血管影像学科和心脏内外科的同道们作为参考。希望本书能起到抛砖引玉的作用, 推动此领域的工作向更高水平发展。由于水平有限, 经验不足, 难免有挂一漏万、不足和错误之处, 希望读者赐教。

值此书出版之际, 我谨代表编者感谢“北京医学文库”编审委员会, 并通过他们感谢北京市委宣传部、北京市卫生局和北京出版社提供机会使这本专著问世; 感谢首都医科大学宣武医院的领导对我们的支持和放射科同志们尤其是汪宁、顾金祥、王慧霞等对我们进行资料整理、复印、打字等方面所给予的大力支持和帮助。

最后向曾经对我的研究工作给予大力支持的中国铁道建设总公司总医院影像诊断科的同志们表示衷心的感谢。

首都医科大学宣武医院

李坤成

1998. 4. 1

目 录

第一章 磁共振成像概述	(1)
第一节 磁共振成像发展概况	(1)
第二节 磁共振成像的基本特点	(1)
一、磁共振成像的优点	(1)
二、磁共振成像的缺点	(2)
三、心血管系统磁共振成像扫描的适应证	(2)
四、磁共振成像扫描的禁忌证	(3)
第三节 磁共振成像的基本原理	(3)
第四节 磁共振成像技术介绍	(5)
一、磁共振成像的立体定位	(5)
二、磁共振成像脉冲序列	(6)
(一) 自旋回波脉冲序列	(6)
(二) 梯度回波脉冲序列	(7)
(三) 磁共振血管造影	(7)
第五节 磁共振成像设备构造简介	(8)
一、磁体系统	(8)
(一) 主磁体	(8)
(二) 梯度磁场系统	(9)
二、射频发射和接收系统	(9)
三、图像重建及显示系统	(9)
四、检查床及图像记录贮存系统	(9)
五、软件系统	(9)
第二章 心脏及大血管磁共振检查要点	(10)
第一节 心电图门控的实施要点	(10)
一、自旋回波心电图门控磁共振成像心脏扫描	(10)
(一) 正确选择心电图门控和扫描参数	(10)
(二) 影响自旋回波心电图门控心脏磁共振成像图像质量的因素	(10)
二、梯度回波快速成像电影磁共振成像心电图门控心脏扫描	(11)
第二节 心脏及大血管病磁共振成像扫描层面选择	(11)
一、常用主要层面方位及其优缺点	(11)

(一) 人体横断面、冠状断面和矢状断面	(11)
(二) 以人体轴横、冠、矢状断面定位所获取的轴位断面像	(11)
(三) 心脏长、短轴位断面	(12)
二、主要心脏及大血管病磁共振成像切层方位的选择	(12)
第三章 心脏及大血管磁共振成像正常所见和图像的测量	(13)
第一节 心脏及大血管磁共振成像正常所见	(13)
第二节 心脏及大血管磁共振图像的测量	(13)
一、横断面图像的测量	(13)
二、长、短轴断面图像的测量	(14)
第四章 心脏及大血管病的磁共振成像图像	(16)
第一节 心肌梗塞	(16)
一、急性心肌梗塞	(16)
二、陈旧心肌梗塞	(17)
三、心肌梗塞并发左室室壁瘤	(17)
附：左心室假性室壁瘤	(17)
第二节 原发性心肌病	(18)
一、扩张型心肌病	(18)
二、肥厚型心肌病	(18)
三、限制型心肌病	(19)
四、原发限制型心肌病	(20)
五、致心律不齐性右室心肌病	(21)
第三节 继发性心肌损害	(21)
一、高血压所致的心肌肥厚	(21)
二、左心排血受阻疾患所致左室壁心肌肥厚	(21)
三、心肌炎后心肌损害	(22)
附：心肌炎	(22)
第四节 心包疾患	(22)
一、心包积液	(22)
二、缩窄性心包炎	(23)
附：渗出-缩窄性心包炎	(24)
三、心包缺损	(24)
第五节 心脏肿瘤和心包肿瘤	(24)
一、心内膜肿瘤	(24)
二、心壁内肿瘤	(25)
三、心包内肿瘤	(25)
四、心脏肿瘤和心包肿瘤与心旁肿瘤的鉴别	(26)
第六节 先天性心脏病	(26)
一、大静脉系统畸形	(26)

(一) 腔静脉系统畸形	(26)
(二) 肺静脉畸形引流	(27)
二、心房畸形	(27)
(一) 房间隔缺损	(27)
(二) 单心房	(28)
(三) 三房心	(28)
(四) 心房憩室	(28)
附 1: 房间隔膨出瘤	(28)
附 2: 左房耳增大	(28)
三、房室瓣畸形	(29)
(一) 先天性二尖瓣畸形	(29)
(二) 先天性三尖瓣畸形	(29)
四、心室畸形	(30)
(一) 室间隔缺损	(30)
(二) 单心室	(30)
(三) 心室憩室	(31)
五、肺动脉系统畸形	(31)
(一) 肺动脉闭锁	(31)
(二) 肺动脉瓣狭窄	(32)
(三) 肺动脉狭窄	(32)
(四) 一侧肺动脉缺如	(32)
六、主动脉系统畸形	(33)
(一) 主动脉瓣狭窄	(33)
(二) 先天性主动脉窦瘤	(33)
附: 室间隔夹层	(34)
(三) 主动脉缩窄	(34)
(四) 主动脉弓离断	(34)
(五) 主动脉弓闭锁	(35)
(六) 主动脉褶曲畸形	(35)
(七) 主动脉环	(35)
七、大动脉系畸形	(36)
(一) 动脉导管未闭	(36)
(二) 主肺动脉间隔缺损	(36)
(三) 共同动脉干	(37)
八、全心综合畸形	(37)
(一) 法洛四联症	(37)
(二) 心内膜垫缺损	(38)
(三) 大动脉转位	(38)

(四) 心脏位置异常	(39)
附: 先天性心脏病手术后 MRI 随访	(40)
第七节 大血管疾病	(40)
一、马凡综合征	(40)
二、主动脉瘤	(40)
(一) 真性动脉瘤	(41)
附: 动脉瘤术后的 MRI 随访	(41)
(二) 假性动脉瘤	(41)
三、主动脉夹层	(41)
附: 主动脉退行性变和动脉硬化改变	(42)
四、大血管狭窄和阻塞性病变	(42)
(一) 上、下腔静脉狭窄或阻塞	(42)
(二) 大血管内隔膜	(43)
(三) 大动脉炎	(43)
第八节 心脏瓣膜病	(43)
第九节 肺源性心脏病	(44)
一、急性肺源性心脏病	(44)
二、慢性肺源性心脏病	(44)
附: 原发性肺动脉高压	(45)

第一章

磁共振成像概述

第一节 磁共振成像发展概况

核磁共振 (nuclear magnetic resonance, NMR) 是一种物理现象, 于 1946 年由伯塞尔 (E. M. Purcell) 和布洛奇 (F. Bloch) 同期分别发现, 他们为此荣获了 1952 年诺贝尔物理奖。此后, 应用此原理研制的 NMR 谱仪被广泛应用于物质结构分析。1971 年达迈丁 (R. Damadian) 提出利用 NMR 测定生物组织的纵向弛豫时间 (T_1) 和横向弛豫时间 (T_2), 并分析肿瘤组织的 T_1 和 T_2 值均比正常组织大, 从而提出将 NMR 用于医学诊断的可能性。1973 年劳德伯 (P. C. Lauterbur) 发表关于 NMR 体层成像的短篇报道。1977 年达迈丁等试制成功 MRI 扫描机, 并于 1980 年推出世界上首台商用机。MRI 作为应用核磁共振原理和计算机成像技术结合的一种医学影像学技术, 于 20 世纪 80 年代初用于临床以来, 得到不断发展, 其设备性能逐步完善, 迅速在发达国家普及应用。目前, 美国、日本的设备拥有量已达千台以上; 我国于 1985 年引入首台 MRI 扫描机, 截至 1995 年底, 投入运行的设备已达 300 余台, MRI 技术逐步在大中型医院普及。因此, MRI 已成为医学影像学的重要组成部分。

第二节 磁共振成像的基本特点

一、磁共振成像的优点

1. 在所有医学影像学手段中, 磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 对软组织的对比分辨率最高, 它可以清楚地分辨肌肉、肌腱、筋膜、脂肪等软组织; 区分较高信号的心内膜、中等信号的心肌和在高信号脂肪衬托下的心外膜以及低信号的心包。

2. MRI 具有任意方向直接切层的能力,而不必变动被检查者的体位;结合不同方向的切层,可全面显示被检查器官或组织的结构,无观察死角。近年开发应用的容积扫描技术,可行各种平面、曲面或不规则切面的实时重建,能很方便地进行解剖结构或病变的立体追踪。

3. MRI 属无创性技术,并且无射线辐射,避免了 X 线或放射性核素显像等影像检查中由射线所致的损伤。MRI 扫描对人体无害。

4. MRI 成像参数多,包含信息量大。如目前应用最广泛的自旋回波 (spin echo, SE) 技术,可获取三种性质不同的图像: T_1 加权像 (T_1 weighted imaging, T_1 WI)、 T_2 加权像 (T_2 weighted imaging, T_2 WI) 和质子密度加权像 (proton density weighted imaging, PDWI)。MRI 的成像潜力十分巨大。目前,已知 MRI 之成像参数达十余种,再加上超过百种的脉冲序列 (pulse sequences, PS) 组合以及许多特殊成像技术的应用,为临床应用提供了广阔的研究领域。这是其他任何一种医学影像学技术所不及的。

5. MRI 具有较高的空间分辨率,尽管一般 MRI 的空间分辨率不及 X 线平片、X 线心血管造影,但优于超声心动图和放射性核素显像,接近 DSA 和 CT 的水平。近年开发应用的相控阵线圈及超快速成像技术已取得突破性进展,有报道:应用直肠内相控阵线圈获取的 1024×1024 矩阵、小视野高分辨 MRI,显示前列腺癌组织的形态结构,可与 40 倍光学显微镜下病理切片所见相媲美。可以预言 MRI 的空间分辨率将进一步提高。

二、磁共振成像的缺点

1. MRI 设备售价和检查费均较昂贵,这在相当程度上限制了它的普及和应用。

2. 早、中期生产的 MRI 设备扫描时间较长,为其主要缺点,例如,一次心脏扫描需 1 h 左右,甚至更长时间。近年随快速,尤其是超快速成像技术的完善,扫描时间长的问题已经解决,例如,回波平面成像 (echo planar imaging, EPI) 扫描速度已达 20 ms 一幅图像,不用心电图门控,可行心脏实时动态显示。但目前我国使用的 MRI 设备,绝大多数还不具备超快速扫描功能,完成一个病人的心脏扫描,约耗时 30 min~45 min,比 CT 慢许多。

3. 国内 MRI 设备尚未普及,而普通 X 线、超声心动图、CT、X 线心血管造影等已广为应用。从普及率角度而言, MRI 远不如上述影像学技术重要。

4. 除超低磁场 (0.02 T~0.04 T) 扫描机和新开发的开放式 (open style) 扫描机、低场强 (≤ 0.2 T) MRI 扫描机外,一般 MRI 机房内不能使用监护和抢救设备,加之 MRI 对病人体动敏感,易产生伪影,不适于对急诊和危重病人进行检查。

5. 个别人进入扫描室可能产生幽闭恐惧症 (claustrophobia),自诉一种难以名状的恐惧感,常导致检查失败。

6. 钙化灶内不含质子,不产生 MRI 信号,故 MRI 对钙化灶不敏感,小钙化灶由于容积效应不能被显示,大的钙化灶表现为无信号区亦缺乏特异性。因钙化对发现病变和定性诊断有帮助,故对钙化不敏感亦为 MRI 的缺点之一。

三、心血管系统磁共振成像扫描的适应证

1. 心肌病变。包括各型原发性心肌病,急性和陈旧性心肌梗塞及其主要并发症室壁

瘤, 高血压病, 主动脉瓣病变, 肺动脉高压或肺动脉瓣病变等所致的心肌肥厚及慢性肺源性心脏病等。

2. 各种大血管疾患。包括各种动脉瘤、主动脉夹层、马凡综合征、大动脉炎、主动脉缩窄及褶曲畸形、上下腔静脉狭窄和阻塞、各种大血管先天畸形和变异。

3. 心包疾患。包括心包积液、缩窄性心包炎以及心包内占位性病变等。

4. 先天性心脏病, 特别是各种先天性心脏复杂畸形。

5. 心脏肿瘤。包括心腔内、心壁内及其与心包肿瘤、纵隔肿瘤的鉴别。

6. 心脏瓣膜病。

7. 心功能测定。

四、磁共振成像扫描的禁忌证

1. 置有心脏起搏器者。

2. 术后体内置有大块金属植入物者, 如植入人工股骨头、胸椎矫形钢板等。

3. 术后体内置有动脉瘤止血夹者。

4. 心力衰竭, 不能平卧者。

5. 昏迷躁动, 不能配合检查者。

6. 严重心律不齐者。

7. 人工瓣膜置入术后, 应用高场强 (≥ 1.0 T) 扫描机。

8. 疑有眼球内金属异物者。

9. 重症糖尿病胰岛素依赖, 用微量泵输入胰岛素者。

10. 有不自主运动或精神病不能保持静止不动者。

第三节 磁共振成像的基本原理

某些质子数与中子数之和为奇数的原子核如 ^1H (1 氢)、 ^{31}P (31 磷)、 ^{23}Na (23 钠)、 ^{13}C (13 碳)和 ^{19}F (19 氟)等, 不仅具有一定的质量, 带一定量的正电荷, 还具有两个彼此相关的特性, 即自旋 (spin) 和磁矩 (magnetic moment)。自旋 (S) 与磁矩 (U) 成正比关系, 见公式 1:

$$\text{公式 1: } U = \gamma \times S$$

γ : 旋磁比, 为一比例常数

不同原子核的 γ 值各异, 换言之, 每一种原子核都有自己固定的 γ 值。氢核的旋磁比即 γ 值为 42.5 MHz/T。在上述原子核中氢核 (^1H , 即质子) 结构最简单, 磁矩较大 (磁性较强), 是构成水、脂肪和碳水化合物等有机物质的基本成分; 人体内氢核含量高, 在各器官、组织中分布广。临床上主要利用质子进行 MR 成像。我们可以将质子看作具有固定质量、带单位正电荷、绕自身轴不停旋转的小磁针 (图 1-3-1)。人体内存在大量质子, 在自然状态下, 其磁矩指向各个方向, 杂乱无章地分布, 磁性互相抵消, 因此宏观上人体不显磁性。

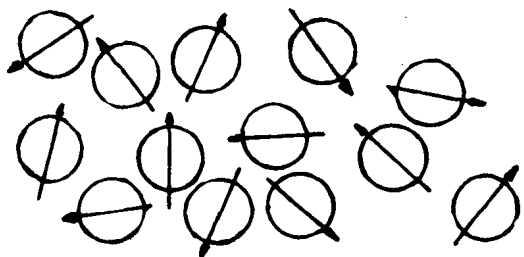


图 1-3-1 自然状态下质子磁矩杂乱无章地排列

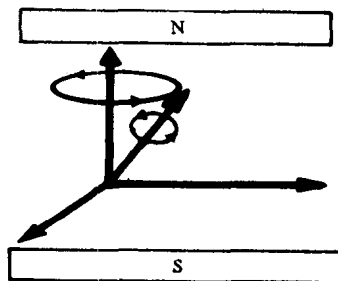


图 1-3-2 质子的进动

当将人体置于一个外加的强磁场中时，原来杂乱无章排列的质子磁矩受外加磁场的影响，除绕自身轴自旋外，还围绕外磁场的磁矩转动，呈陀螺样运动，称进动 (precession)，见图 1-3-2，又称拉莫 (Lamor) 旋进。质子绕外磁场磁矩进动的角频率 ω_0 ，称拉莫频率，其大小与外磁场强度 (B_0) 成正比，见公式 2：

$$\text{公式 2: } \omega_0 = \gamma \times B_0$$

γ ：旋磁比； B_0 ：外磁场强度，单位为特斯拉 (Tesla)，简称 T。

质子的拉莫频率，在磁场强度是 1.0 T 时为 42.58 MHz。质子进动时，各质子磁矩的方向与外磁场磁矩方向的夹角各不相同。夹角小于 90° 的质子磁矩与外磁场磁矩方向大致相同，处于低位能状态，数量较多；夹角大于 90° 的质子磁矩方向与外磁场磁矩方向相反，质子处于高位能状态，数量较少；夹角等于 90° 的质子磁矩指向水平方向，在宏观上纵向上无磁矩。将全部质子磁矩叠加起来，由于顺外磁场方向的质子比逆外磁场方向的质子多，故产生一个沿外磁场磁矩方向的宏观磁矩。换言之，将人体置于外磁场中，质子磁矩受外磁场磁矩的影响，而呈有序化排列，使人体产生了磁性 (图 1-3-3)。此时，在与外磁场磁矩垂直的方向上加入射频脉冲，即高频无线电波，当其频率与质子进动频率一致时，即发生核磁共振 (nuclear magnetic resonance, NMR) 现象：质子吸收射频脉冲的能量，磁矩发生偏转，整个自旋系统偏离平衡状态 (图 1-3-4)。当射频脉冲去除后，自旋系统自发地恢复到平衡状态，并将所吸收的能量仍以射频脉冲的方式释放。此脉冲即为 NMR 信号。用线圈接收此信号，经计算机处理后，就得到了 MRI 图像 (图 1-3-5)。

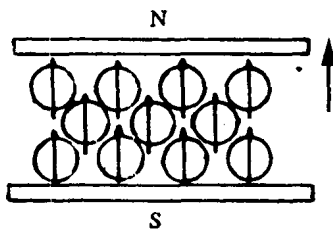


图 1-3-3 质子在外加磁场中磁矩叠加产生宏观磁性

能使宏观磁矩偏转 90° 的射频脉冲称 90° 脉冲，偏转 180° 的脉冲称 180° 脉冲。实际应用时，射频脉冲常以组合方式发放，组合脉冲又称脉冲序列。

自旋系统自发恢复到平衡状态的过程叫弛豫 (relax)，为了便于分析，以 90° 脉冲为例说明弛豫现象。引入坐标系，见图 1-3-4，1-3-5，X、Y 和 Z 轴代表空间三维方向，彼此互相垂直。质子自旋系统被置入外强磁场中时，Z 轴方向为宏观磁矩的指向 (图 1-3-5 实心箭头)，Y 轴方向磁矩为零。当加入 90° 射频脉冲后，宏观磁矩由 Z 轴倒向 Y 轴，致 Y 轴上磁矩最大，而 Z 轴上为零 (图 1-3-4 实心箭头)。射频脉冲去除后，弛豫由两种成分组成：

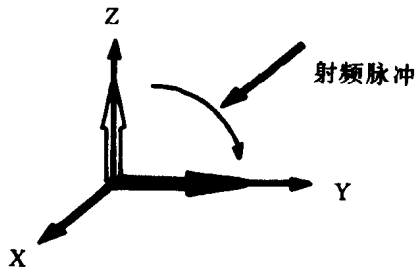


图 1-3-4 射频脉冲与质子发生核磁共振, 宏观磁矩偏转由 Z 轴倒向 X-Y 平面上

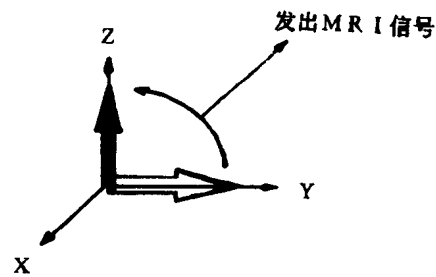


图 1-3-5 自旋系统恢复到稳态过程中发射所吸收的能量即 MR 信号

1. 纵向弛豫 (longitudinal relaxation) 纵向弛豫指宏观磁矩纵向 (Z 轴方向) 由零恢复到最大的过程。此过程中质子释放核磁共振所吸收的能量, 自旋系统与周围环境发生能量交换, 反映质子与周围环境之间的关系, 又称自旋晶格弛豫 (spin-lattice relaxation), 见图 1-3-6. 1。此弛豫曲线呈指数递增型, 当 Z 轴宏观磁矩从零恢复至最大值的 63% 时, 称纵向弛豫时间, 用 T_1 表示。通常人体组织的 T_1 值为数百毫秒。

2. 横向弛豫 (transverse relaxation) 横向弛豫指宏观磁矩在水平方向上 (Y 轴方向) 由最大趋于零的过程, 表示各质子磁矩进动的相位由有序恢复至杂乱无章的状态。此过程不发生质子与外界环境之间的能量交换, 反映质子与质子之间的相互关系, 即质子本身的情况, 故横向弛豫又称自旋-自旋弛豫 (spin-spin relaxation)。此弛豫曲线呈指数衰减型, Y 轴磁矩由初始最大衰减至 63% 时所需时间称 T_2 弛豫时间 (见图 1-3-6. 2)。通常人体组织的 T_2 值较短, 远小于 T_1 值, 为数十毫秒。

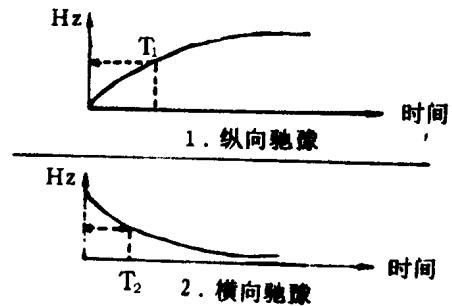


图 1-3-6 弛豫时间

核磁共振质子数量与 MR 信号强度成正比, 某器官或组织含质子数量越多, 则发出的 MR 信号强度就越强。由于人体各器官及不同组织的质子含量有一定差别, 所发出的 MR 信号强度便不相等, 构成了 MRI 图像的基础对比度。但人体各组织、器官的 T_1 和 T_2 长短的差别远大于质子含量的差别, 尤其病变组织与正常组织之间更是如此, 故临床应用 MRI 时常突出 T_1 和 T_2 的差别, 获得 T_1 WI 和 T_2 WI, 以形成更大的对比度, 有利于显示病变组织。应该指出: 在外磁场条件确定不变时, 具体组织的 T_1 和 T_2 均为常数。两种弛豫过程均呈指数形式, 即开始递增或递减时速度较快, 然后越来越慢。

第四节 磁共振成像技术介绍

一、磁共振成像的立体定位

前述 MR 成像过程尚不能进行三维立体定位, 为使引出的 MR 信号与空间位置相对