

肌肉骨骼 磁共振成像诊断

MRI DIAGNOSIS OF THE MUSCULOSKELETON

主编 高元桂 张爱莲 程流泉



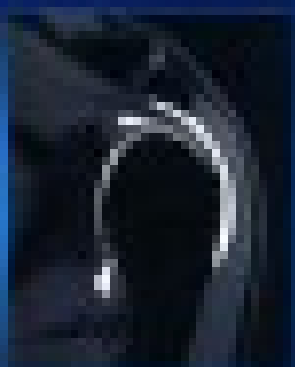
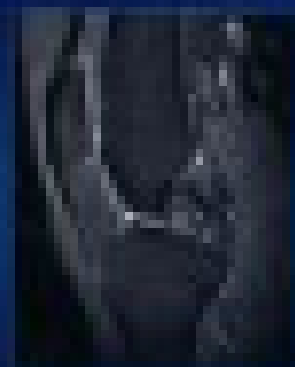
人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

肌肉骨骼 磁共振成像诊断

NEW DIAGNOSIS OF THE MUSCULOSKELETON

主编 曹光耀 张树强 程国海



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



肌肉骨骼 磁共振成像诊断

MRI DIAGNOSIS OF THE MUSCULOSKELETON

主 编 高元桂 张爱莲 程流泉

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 岩 王新江 李 颖

肖 慧 张爱莲 娄 昕

姚洪祥 徐 贤 高元桂

程流泉 潘晶晶



中医学院 0608324



人民軍醫出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

肌肉骨骼磁共振成像诊断/高元桂,张爱莲,程流泉主编. —北京:人民军医出版社,2013.3
ISBN 978-7-5091-6323-8

I. ①肌… II. ①高… ②张… ③程… III. ①肌肉疾病—核磁共振成像—诊断学②关节疾病—核磁共振成像—诊断学 IV. ①R680.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 000869 号

策划编辑:丁震姚磊 文字编辑:陈娟 责任审读:王三荣

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)51927278

网址: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:66 字数:1541 千字

版、印次:2013 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001—2500

定价:398.00 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

本书由解放军总医院的专家编写,共11章。第1章介绍磁共振成像的物理基础及与肌肉、骨骼有关的磁共振成像技术新进展。第2~7章为骨盆、髋关节和大腿,膝关节,小腿、踝和足,肩关节和上臂,肘关节和前臂以及腕关节和手,该部分内容主要介绍这6个部位的肌肉、肌腱、韧带、软骨和关节囊的正常MRI表现,这些微细解剖结构和组织的外伤及与运动有关病变的MRI表现和诊断。关节镜和微创外科的迅猛发展,需要影像学清晰地显示上述微细解剖结构的正常表现和病变;而在各种影像学方法中,只有MRI能满足上述要求。另有4章讲述骨和软组织肿瘤、感染、关节病变和骨髓病变。本书体现了肌肉、骨骼磁共振成像诊断和技术国内外新进展,图文并茂,实用性强,适合于从事影像学诊断的专业人员、临床医师及医学院校师生学习参考。

前 言

骨关节肿瘤、炎症、外伤和各种关节病变的 MRI 诊断国内已有不少的论著,肌腱、韧带、关节囊、半月板和软骨即骨关节的微细结构、轻微骨损伤和肌肉与运动医学关系密切,我国运动医学相对滞后,由国内专家编写的以运动医学为主的 MRI 诊断专著尚欠缺。随着我国经济、文化水平的提高,全民医保的普及,群众性的健身体育运动的广泛开展等,使我国运动医学快速发展,吾等希望以此专著为我国运动医学发展尽绵薄之力。磁共振更高场强(3T)装备的使用、MR 新脉冲序列和高分辨力线圈临床应用等,推动了运动医学 MRI 的发展和提高。超声和多层 CT 可显示肌腱和韧带,但 MRI 具有更高的软组织分辨率、多参数成像和多方位断层等优点,对上述正常解剖结构和病变的显示和诊断, MRI 优于 X 线平片、CT、超声和核医学。

运动医学关注的重点是骨盆、髋关节和大腿,膝关节,小腿、踝和足,肩关节和上臂,肘关节和前臂,腕关节和手,也是本书相应的第 2~7 章。影像解剖是这几章描述的重点之一;上、下肢肌肉的起始点,在肢体各段的走行和位置及其附着处,均以横轴位、冠状位和矢状位的不同层面 T_1W 及 FS PD FSE 直接显示;也用上述 MR 序列和技术显示骨、软骨、韧带和半月板等的影像解剖。在熟悉以上各种组织影像解剖的基础上,由骨盆至足、肩关节至手,按影像学约定俗成方式,在各解剖区的横轴位、冠状位和矢状位,以不同层面显示各种组织综合的正常 MR 表现。运动医学领域无脂肪抑制的快速自旋回波质子密度加权像(PD FSE W)和 SET_1W 相似,而加脂肪抑制(FS)的(FS PD FSE)与 FS FSE T_2W 相似。除运动医学 MRI 外,本书对骨关节系统其他病变也作了扼要的介绍。

解放军总医院磁共振成像中心马林教授、娄昕、徐贤和肖慧博士有幸参加了 2008 北京奥运会的影像诊断工作,后三位参加了本书的编写,本书使用了这次奥运会的一些影像资料,谨向为这些资料付出辛勤劳动的所有同志们致谢!解放军总医院骨科刘玉杰教授、积水潭医院冯华教授为本书提供了关节镜和半月板撕裂标本的彩色图像,衷心感谢刘玉杰教授、冯华教授的帮助和支持!由于作者水平有限,不足之处恳切盼望同志们赐教指正。

解放军总医院 高元桂

2012 年 11 月

目 录

第1章 骨关节总论	(1)
第一节 核磁共振现象	(1)
一、核磁现象	(1)
二、共振与弛豫	(1)
三、主磁场特征	(3)
四、化学位移效应	(4)
五、线圈	(5)
第二节 生物组织的弛豫特性	(6)
一、弛豫的基本概念	(6)
二、 T_1 与 T_2 的特性	(8)
三、造影剂	(8)
第三节 脉冲序列	(10)
一、脉冲序列的基本构成	(10)
二、自旋回波与快速自旋回波序列	(11)
三、梯度回波序列	(13)
四、回波平面成像序列	(14)
五、金属伪影控制	(15)
六、流动伪影的控制	(16)
第四节 肌肉骨关节成像的对比度要求	(17)
一、脂肪抑制	(17)
二、关节造影	(20)
三、软骨成像	(20)
四、弥散加权成像	(22)
五、神经血管成像	(23)
第2章 骨盆、髋关节和大腿	(26)
第一节 骨盆、髋关节和大腿 MRI 检查	(26)
第二节 髋关节的影像解剖	(28)

一、骨骼与骨髓	(28)
二、肌肉与肌腱	(33)
三、髋关节的支持结构	(46)
四、髋关节与耻骨联合	(49)
五、神经血管结构	(50)
六、髋关节的 MRI 表现	(52)
第三节 股骨头缺血坏死	(69)
第四节 骨髓水肿综合征	(74)
一、正常骨髓的 MRI 信号特征	(74)
二、股骨头缺血坏死早期	(75)
三、一过性骨髓水肿	(75)
四、一过性骨质疏松	(75)
五、微创骨折	(76)
六、急性骨髓炎	(77)
第五节 软组织损伤	(77)
一、肌肉拉伤	(77)
二、肌肉挫伤	(81)
三、迟发性肌肉酸痛	(85)
第六节 滑囊炎	(85)
第七节 髋关节骨折	(88)
一、撕脱骨折	(88)
二、髋骨不全骨折	(90)
三、耻骨支应力骨折和耻骨炎	(90)
第八节 髋臼盂唇病变	(91)
一、髋臼撞击综合征	(91)
二、盂唇撕裂	(92)
三、盂旁囊肿	(94)
第九节 髋关节炎症	(95)
一、感染	(95)
二、骨性关节炎	(96)
三、类风湿关节炎	(97)
四、滑膜软骨瘤病	(98)
五、色素沉着绒毛结节型滑膜炎	(98)
六、关节内游离体	(98)
第十节 髋关节与强直性脊柱炎	(98)
第十一节 儿童髋关节疾病	(100)
一、Legg-Calve-Perthes 病	(100)
二、髋关节发育不良	(101)
三、股骨头骨骺滑脱	(102)
第十二节 神经肌病	(102)
梨状肌综合征	(103)

第3章 膝关节	(104)
第一节 膝关节 MRI 检查技术	(104)
一、检查设备和线圈选择	(106)
二、体位及成像平面	(106)
三、成像序列及参数	(106)
第二节 膝关节影像解剖	(109)
一、骨性结构	(109)
二、膝关节主要韧带	(112)
三、半月板	(118)
四、肌肉与肌腱(详见第三节 MR 解剖图)	(120)
五、膝关节滑囊	(121)
六、滑膜皱襞	(123)
七、神经	(124)
八、血管	(125)
第三节 膝关节 MR 解剖	(126)
一、正常膝关节 MR 解剖	(126)
二、常见 MR 误判及伪影识别	(149)
第四节 韧带及肌腱损伤	(152)
一、前交叉韧带损伤	(152)
二、后交叉韧带损伤	(168)
三、内侧副韧带损伤	(171)
四、外侧副韧带损伤	(175)
五、伸肌结构病变	(176)
第五节 半月板病变	(180)
一、半月板变性	(180)
二、半月板撕裂及其分型	(181)
三、半月板囊肿	(199)
四、术后半月板	(199)
五、盘状半月板	(200)
第六节 软骨病变和膝关节炎	(202)
一、软骨软化	(203)
二、剥脱性骨软骨炎	(204)
三、类风湿关节炎	(206)
四、骨性关节炎	(206)
五、血友病性关节炎	(207)
第七节 滑膜及骨病变	(208)
一、滑膜炎	(208)
二、色素绒毛结节型滑膜炎	(209)
三、滑膜骨软骨瘤病	(211)
四、症状性滑膜皱襞	(212)
五、自发性骨坏死	(212)

六、骨梗死	(213)
第4章 小腿、踝、足	(215)
第一节 小腿、踝、足 MRI 检查方法	(215)
一、病人体位和线圈选择	(215)
二、成像平面	(215)
三、成像序列及参数	(218)
第二节 小腿、踝和足的影像解剖	(220)
一、骨与关节	(220)
二、小腿肌肉和肌腱	(240)
三、足部的肌肉和肌腱	(279)
四、小腿、踝和足筋膜、韧带和支持结构	(293)
五、小腿、踝和足的血管和神经	(334)
第三节 小腿、踝和足的正常磁共振成像表现	(343)
一、小腿正常磁共振成像表现	(343)
二、踝关节正常磁共振成像表现	(361)
三、前中足正常磁共振成像表现	(382)
四、跖趾关节正常磁共振成像表现	(402)
第四节 踝和足肌腱损伤	(417)
一、跟腱	(417)
二、外侧组肌腱	(420)
三、内侧组肌腱	(422)
四、前组肌腱	(423)
第五节 踝和足韧带损伤	(424)
第六节 距骨骨软骨损伤	(428)
第七节 轻微骨折和轻微骨髓损伤	(443)
第八节 小腿肌肉外伤和肌间腔	(454)
第九节 踝和足肿瘤及肿瘤样病变	(458)
第十节 跗骨窦综合征	(459)
第十一节 踝关节撞击综合征	(460)
第5章 肩关节和上臂	(463)
第一节 肩关节和上臂的 MRI 检查方法	(463)
一、肩关节 MRI 检查方法	(463)
二、上臂 MRI 检查方法	(466)
三、臂丛 MRI 检查方法	(468)
第二节 肩关节和上臂的影像解剖	(470)
一、肩关节和上臂骨骼组成	(470)
二、肩关节支持结构	(476)
三、滑囊	(487)
四、肩关节和上臂的神经血管	(489)

五、肩关节和上臂的肌肉解剖	(493)
第三节 肩关节和上臂的 MRI 表现	(530)
一、肩关节 MRI 表现	(530)
二、上臂 MRI 表现	(550)
第四节 撞击综合征	(564)
一、肩部撞击综合征分型	(564)
二、病因	(564)
三、临床表现	(566)
四、病理及临床分期	(567)
五、MR 表现	(567)
六、治疗	(571)
第五节 肩袖撕裂	(572)
一、病因	(572)
二、临床表现	(572)
三、分类	(573)
四、MR 表现	(574)
五、治疗	(580)
六、肩袖修补术后的 MRI 评估	(581)
第六节 肩关节微不稳定	(581)
一、解剖	(581)
二、病因	(582)
三、临床表现	(583)
四、分类	(583)
五、MRI 表现	(585)
六、治疗	(585)
第七节 肩关节不稳定	(586)
一、病因	(586)
二、临床诊断	(586)
三、分类	(587)
四、MRI 表现	(594)
五、治疗	(595)
第八节 孟唇病变	(596)
一、变异	(596)
二、孟唇撕裂	(597)
三、SLAP 损伤	(598)
第九节 肱二头肌肌腱病变	(603)
一、病因	(603)
二、临床表现	(604)
三、MRI 表现	(604)
四、治疗	(607)
第十节 粘连性关节囊炎	(608)
一、病因	(608)

二、临床表现	(608)
三、MRI 表现	(608)
四、治疗	(609)
第十一节 肩脾上神经卡压综合征	(610)
一、解剖和发病机制	(610)
二、临床和 MRI 表现	(610)
三、治疗	(611)
第十二节 四边孔综合征	(611)
一、发病机制	(612)
二、诊断	(612)
三、治疗	(612)
第十三节 钙化性肌腱炎	(613)
一、病因	(613)
二、临床表现	(613)
三、影像诊断	(613)
四、治疗	(615)
第十四节 臂丛神经病变	(615)
一、解剖	(616)
二、病变分类	(616)
第 6 章 肘关节和前臂	(625)
第一节 肘关节和前臂 MRI 检查方法	(625)
一、检查体位和线圈选择	(625)
二、成像平面	(625)
三、成像序列和参数	(629)
第二节 肘关节和前臂的影像解剖	(630)
一、肘和前臂的骨、关节囊和韧带	(630)
二、肘和前臂的肌肉和肌腱	(658)
第三节 肘和前臂的 MRI 表现	(719)
一、肘和前臂血管和神经的影像解剖	(719)
二、肘关节 MRI 表现	(725)
三、前臂 MRI 表现	(753)
第四节 骨和软骨病变	(784)
一、正常变异	(784)
二、肱骨小头的骨软骨病变	(786)
三、无移位骨折	(786)
四、应力性骨折	(790)
五、肘关节脱位/恐怖三联征	(791)
六、游离体	(792)
七、骨赘	(792)
八、关节病	(793)

第五节 肌肉和肌腱损伤	(795)
一、伸肌总腱和肘外侧肌群	(796)
二、屈肌总腱和内侧肌群	(797)
三、前部肌腱	(801)
四、后部肌腱	(803)
第六节 韧带损伤	(805)
内侧(尺侧)副韧带复合体	(805)
第七节 神经损伤	(808)
一、尺神经	(808)
二、桡神经	(809)
三、正中神经	(809)
第八节 骨及软组织肿瘤	(809)
 第7章 腕关节和手	(815)
第一节 腕关节和手 MR 检查方法	(815)
一、检查体位和线圈选择	(815)
二、成像平面	(817)
三、成像序列和参数	(819)
四、腕关节造影术	(820)
五、MR 血管造影术	(820)
第二节 腕关节和手的影像解剖	(821)
一、腕关节和手的骨解剖	(821)
二、腕和手的肌肉解剖	(833)
三、腕和手的韧带和支持带	(844)
四、手指的影像解剖	(863)
五、神经血管解剖	(868)
第三节 腕关节的 MRI 表现	(876)
一、腕关节冠状位的 MRI 表现	(876)
二、腕关节横轴位的 MRI 表现	(884)
三、腕关节矢状位的 MRI 表现	(889)
第四节 肌腱炎和软组织损伤	(897)
一、肌腱炎	(897)
二、软组织损伤	(897)
第五节 肿瘤和肿瘤样病变	(898)
一、腱鞘囊肿	(898)
二、腱鞘巨细胞肿瘤	(900)
三、血管瘤	(901)
四、脂肪瘤	(902)
五、血管球瘤	(902)
六、类黏液囊肿	(903)
七、表皮样囊肿	(903)

八、良性神经性病变	(903)
九、恶性软组织肿瘤	(903)
第六节 感染和关节病	(903)
一、感染	(903)
二、关节病	(906)
第七节 缺血性坏死	(909)
一、舟骨	(909)
二、月骨	(909)
三、头状骨和其他腕部骨	(910)
四、核磁共振图像	(910)
第八节 神经压迫综合征	(911)
一、腕管综合征	(911)
二、尺管综合征	(915)
第九节 糖尿病导致腕部改变	(924)
 第 8 章 骨和软组织肿瘤	(927)
第一节 骨和软组织肿瘤的 MRI 检查	(938)
第二节 骨和软组织肿瘤分期	(940)
一、原发性骨肿瘤的分期	(940)
二、软组织肿瘤的分期	(940)
第三节 骨和软组织肿瘤以及肿瘤样病变的影像特征	(941)
 第 9 章 弥漫性骨髓疾病	(955)
第一节 骨髓的解剖、生理与 MRI 信号特征	(955)
一、骨髓的成分与 MRI 信号	(955)
二、红黄骨髓的转换	(959)
三、全身弥散加权成像在骨髓疾病的应用	(961)
第二节 弥漫性骨髓疾病	(963)
一、骨髓再转化	(963)
二、骨髓耗竭	(964)
三、骨髓缺血坏死	(965)
四、骨髓浸润或骨髓替代	(965)
五、骨髓水肿	(966)
第三节 骨髓肿瘤	(966)
一、骨转移瘤	(967)
二、淋巴瘤	(968)
三、多发骨髓瘤	(968)
四、白血病	(969)
 第 10 章 骨和软组织感染	(971)
第一节 概述	(971)

一、感染性关节炎	(971)
二、骨关节感染的最佳 MRI 序列	(971)
三、关节感染	(971)
第二节 化脓性骨关节感染	(972)
一、化脓性关节炎	(972)
二、化脓性骨髓炎	(972)
三、特殊部位的化脓性骨髓炎	(975)
四、软组织感染	(976)
第三节 非化脓性骨关节感染	(977)
一、骨结核	(977)
二、关节结核	(979)
三、结核性关节炎与化脓性关节炎的鉴别	(981)
四、脊椎结核与化脓性脊椎炎的鉴别	(983)
第 11 章 关节病变的 MRI 表现	(985)
第一节 类风湿关节炎	(985)
一、概述	(985)
二、RA 的病理改变及相应影像学表现	(985)
三、RA 诊断标准	(988)
第二节 强直性脊柱炎	(988)
一、骶髂关节炎	(989)
二、椎体病变	(994)
三、周围关节病变	(997)
四、关节外表现	(1000)
第三节 色素沉着绒毛结节性滑膜炎	(1000)
第四节 骨关节炎	(1002)
第五节 滑膜骨软骨瘤病	(1003)
第六节 痛风	(1007)
中英文名词对照	(1009)

第 1 章

骨关节总论

第一节 核磁共振现象

磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)的原理很复杂,在以肌肉骨关节为主要对象的书本中,无法充分展开介绍。作者挑选与肌肉骨关节 MR 成像有关的内容,结合应用实例进行说明,力争达到影像专业人员阅读后能熟悉肌肉骨关节参数的调整方法,非影像专业人员阅读后对 MR 图像有基本的理解,满足临床工作的需要。

一、核磁现象

生物组织中含有大量的质子,即氢原子(^1H),占活体组织原子数量的 $2/3$ 以上。 ^1H 具有绕自身轴旋转的自旋(spin)特性并且产生磁场,这种由原子核产生的磁场即核磁,核磁磁矩(m)是矢量,具备大小、方位和方向,但是在无外加磁场时,各质子的 m 处于随机排列的状态。

当生物组织置于一个外加磁场(B_0)环境时,质子自旋产生的核磁 m 与外加磁场 B_0 发生相互作用,出现两种变化(图 1-1)。

1. 磁化排列 即相对多数质子磁矩方向与 B_0 方向一致(低能态),相对少数质子磁矩与 B_0 方向相反(高能态),使生物组织出现与主磁场方向一致的净宏观磁化矢量 M_0 。两者的数量差别符合 Boltzmann 统计公式 $N^-/N^+ = e^{-E/kT}$, 为 10^{-5} 数量级。其中 N^+ 为逆 B_0 方向排列数量, N^- 为顺 B_0 方向排列, E 为两者的能量差别,由 B_0 大小决定, K 为常数, T 为绝对温度; B_0 越大, M 越大。

2. 进动或者旋进 即在主磁场作用下,质子在自旋的同时绕主磁场方向作圆周运动,自旋和进动分别相当于地球的自转和公转运动。磁矩 m 和宏观磁化矢量 M_z 具有相同的进动频率,即 Larmor 频率(ω)。

$$\omega = \gamma B_0$$

公式中 B_0 [以 Tesla(T)为单位]为外加主磁场, γ 为磁旋比,约 42.58MHz/T , 是 ^1H 的固有属性。

二、共振与弛豫

对主磁场中进动的质子施加一个与 Larmor 频率一致的射频脉冲(radiofrequency, RF)时,进动的核磁 m 和 RF 脉冲发生能量交换,使质子群的宏观磁化矢量 M 离开原来的排列状态而发生一系列变化,这个变化过程即核磁共振,核磁共振包括核磁激励和核磁弛豫两个过程(图 1-2)。

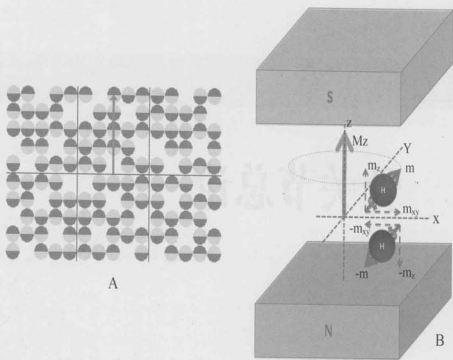


图 1-1 核磁现象 (见书末彩图)

A 图指生物组织内的氢质子在磁场作用下的排列,按照成像的方式划分为体素(分格),每个体素为一个信号单位,每个体素内顺磁场排列的质子略多于逆磁场排列,形成纵向磁化矢量(箭头)。B 图中 NS 为相对的外加磁场两极,处于磁场环境下的质子(H),一方面绕自身的轴旋转(蓝色弯箭),并按照右手螺旋法则产生一个小的磁场,即核磁 m ;同时,质子以磁力线(Z)为轴进行圆周运动(红色虚线),两者共同构成进动(procession)。顺磁力线方向的质子处于低能态(m),逆磁力线的质子处于高能态($-m$),两者在 Z 轴的投影分量(m_z)的矢量和形成宏观磁化矢量 M_z ,在 XY 平面的投影量(m_{xy})随机分布而互相抵消

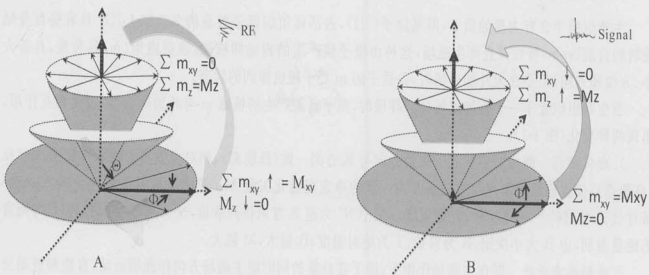


图 1-2 核磁激励与核磁弛豫

核磁激励(A)时给磁场中的质子一个 Larmor 频率的射频脉冲,质子由低能态(m)跃迁到高能态($-m$),同时使随机分布在 XY 平面的 m_{xy} 聚集形成相位一致,宏观磁化矢量 M 螺旋式偏离 Z 轴倒向 XY 平面,偏转的角度与激励脉冲施加的方式有关($\theta=2\pi\gamma\tau B_1$, γ 为脉冲频率, τ 为脉冲施加的时间, B_1 为脉冲的强度),自旋回波一般使用 90° 激励脉冲,梯度回波使用小于 90° 脉冲。激励的结果使 M_z 缩小, M_{xy} 相位聚集而增大。核磁弛豫(B)指激励脉冲结束后,被激励到 M_{xy} 平面的宏观磁化矢量,一方面由于质子之间的自旋差别和互相影响,使 m_{xy} 的进动不一致出现相位分散,使 M_{xy} 迅速缩小(T_2 弛豫),实际成像时受 B_0 不均匀性、组织磁化率差异等因素出现 T_2^* 弛豫;另一方面由于逆磁力线排列的质子恢复到顺磁力线排列, M_z 逐渐恢复增大(T_1 弛豫)。 T_2 弛豫和 T_1 弛豫在脉冲激励停止后同时发生,但是 T_2^* 衰减很快,而 T_1 恢复相对较慢