

国际医学名著系列

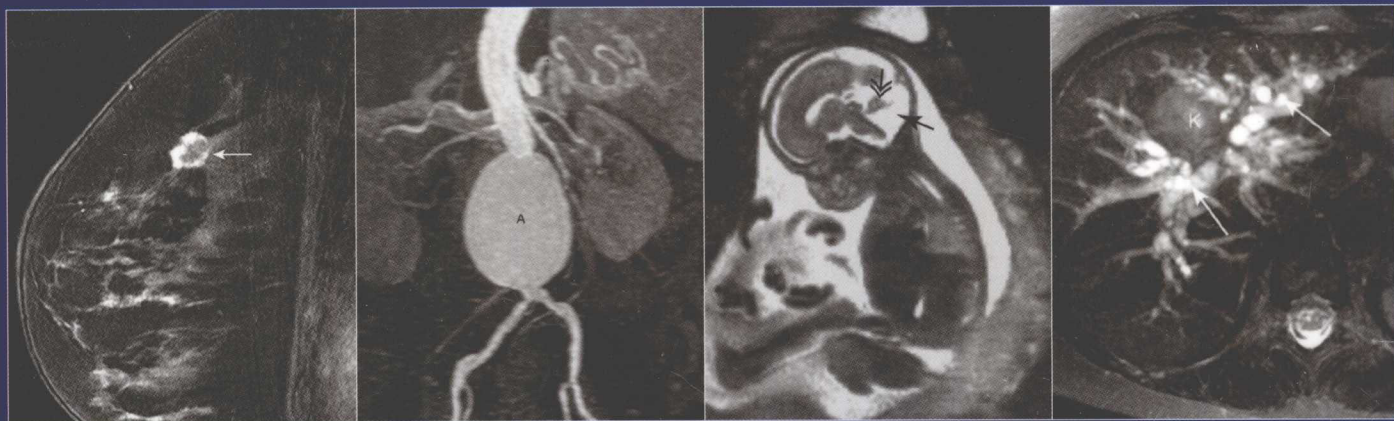
# 体部磁共振成像

## Body MRI

主 编 Evan S. Siegelman

主 译 程庚哲 苑志新

主 审 陈 敏



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

国际医学名著系列

# 体部磁共振成像

## Body MRI

主 编 Evan S. Siegelman

主 译 程庚哲 苑志新

主 审 陈 敏

译 者 (以姓氏笔画为序)

王一平 李娇妍 李海传 杨久波

苑志新 罗晓捷 班秀丽 程秀梅

程庚哲



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

---

图书在版编目 (CIP) 数据

体部磁共振成像 / (美) 西格尔曼 (Siegelman, E.S.) 主编; 程庚哲, 苑志新主译.  
— 北京: 人民军医出版社, 2012.4  
(国际医学名著系列)  
ISBN 978-7-5091-5574-5

I. ①体… II. ①西… ②程… ③苑… III. ①磁共振成像 IV. ①R445.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 039652 号

---

策划编辑: 高爱英 文字编辑: 韩志 责任审读: 陈晓平  
出版人: 石虹  
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) 51927242  
网址: [www.pmmp.com.cn](http://www.pmmp.com.cn)

---

印刷: 北京天宇星印刷厂 装订: 恒兴印装有限公司  
开本: 889 mm × 1194 mm 1/16  
印张: 32.5 字数: 1047 千字  
版、印次: 2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷  
印数: 0001—2500  
定价: 180.00 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

本书原著者为国际著名专家。全书分 11 章，分别对肝、胆、胰腺、肾、肾上腺、脾、膀胱、腹膜后腔、女性盆腔、胎儿、男性盆腔、乳腺、主动脉的各种疾病的磁共振成像检查技术和诊断进行了讲解。不仅详细介绍了各种疾病的 MR 图像特征和对各器官及部位的成像技术，而且对临床背景知识和 MR 影像诊断要点也进行了详细讲解。本书内容翔实，图片精美，对于病变的概述、诊断、鉴别诊断大多采用表格的形式，增加了可读性。非常适合临床磁共振诊断医生参考学习。

# 中文版序

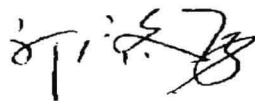
体部（躯干部位）是包括范围最大的人体组成部分，其所涉及的疾病种类繁多，在临床工作中有些疾病诊断相对困难。常规 X 线、CT、超声及核医学检查有其各自的成像特点，在疾病诊断中发挥着重要作用。MRI 以其特有的、极高的软组织对比度及其对血流的敏感性在体部疾病诊断中有着独特的优势。

近几年来，国内外 MRI 技术发展迅速，以部位或疾病形式出版的 MRI 相关书籍已相当多见，而针对体部 MRI 的专著却为数不多，且版本较早，新技术、新知识尚待补充。由 Evan S. Siegelman 博士主编，Elsevier 公司授权出版，程庚哲、苑志新等同志主译的《体部磁共振成像》(Body MRI) 恰好为此做了一个重要的补充。《体部磁共振成像》卷帙浩繁，无论是数量还是所涵盖知识范围都相对庞大，两位主译能够带领所有参译人员努力工作，忠于原著，力求精准，以相对完美的译本呈现在读者面前，是值得称道的。

本书共 11 章，各章节独立而又相互关联。在各章节前都详尽地介绍了本章所涉及的 MRI 基本原理、相应序列及序列参数，并对重点疾病作出要点总结，以图表的形式呈现，更方便记忆。这对于帮助 MRI 医生、腹部外科医生了解相关 MRI 基础知识及提高诊断水平大有裨益。本书特别将胎儿磁共振成像独立设为一章，这在国内相关书籍中还是比较少见的，而男性盆腔和膀胱磁共振成像及女性盆腔磁共振成像内容与国内相关 MRI 书籍也有很大不同，有些疾病在国内书籍中还未纳入 MRI 重点研究范围。相信上述特色章节会为儿科医生、泌尿科医生及妇产科医生的工作带来很大的帮助。

《体部磁共振成像》作为世界名著早已被影像界所公认和推崇，书中融入了原著作者和翻译者的辛勤汗水，从书中我们可以看出译者对此次翻译的极大热忱，故谨为此书做序。

中华医学会放射学分会 前任主任委员  
中国医科大学附属盛京医院 院长



# 原序

磁共振是评价胸腔、腹腔和盆腔疾病病程的有效的影像手段。有些影像医师不熟悉体部磁共振检查操作和诊断。本书旨在让读者（放射科住院医师、专科医师和经培训尚未熟练掌握体部磁共振的放射科执业医师）熟练掌握磁共振正常解剖表现和临床实践中的常见疾病。我希望本书就磁共振特异的组织诊断确立（“难理解的组织征象”<sup>[1]</sup>）和确切诊断、肿瘤分级对读者有所帮助。

我仿效了极为成功的《骨骼肌 MRI》(*Musculoskeletal MRI*) 这本教材的形式。<sup>[2]</sup> 具体的磁共振技术及物理原理安排在各独立章节中介绍。有些内容，如磁共振技术和物理学部分未包含在本书内。那些需要额外资料的读者，可阅读相关专著及综述。<sup>[3-5]</sup> 小肠、大肠的磁共振成像综述也可于别处获取。<sup>[6-8]</sup> 用于评价心脏结构功能、心肌活性和灌注<sup>[9-13]</sup> 以及冠状动脉<sup>[14, 15]</sup> 的磁共振技术仍在进展中。<sup>[16]</sup> 有额外阅读兴趣的读者可参阅相关文章<sup>[17, 18]</sup> 或近期《北美临床磁共振杂志》关注的“热门主题”。<sup>[19]</sup> 体部功能磁共振技术尚未广泛应用于临床实践。预计将来我们可采用功能磁共振技术评价肿瘤活性和鉴别反应性及恶性淋巴结。<sup>[20, 21]</sup>

我感谢宾夕法尼亚大学卫生系统的同事朋友对本书的准备工作所付出的努力。同时我也要感谢我的妻子 (Debby Michelman) 和三个儿子 (Daniel, Matthew 和 Dylan) 的耐心支持。

Evan S. Siegelman 博士

1. Rogers LF. Imaging: a Sisyphean search for the elusive tissue signature. *AJR Am J Roentgenol* 2002;179(3):557.
2. Kaplan P, A., Helms CA, Dussault R, Anderson MW, Major NM, editors. *Musculoskeletal MRI*, 1st ed. Philadelphia, W. B. Saunders, 2001.
3. Horowitz AL. *MR physics for radiologists: A visual approach*. 3rd ed. New York, Springer, 1994.
4. Mitchell DG, Cohen, MS. *MRI Principles*. 2nd ed. Philadelphia, W. B. Saunders 2004.
5. Constable RT. MR physics of body MR imaging. *Radiol Clin North Am* 2003;41(1):1-15, v.
6. Lomas DJ. Techniques for magnetic resonance imaging of the bowel. *Top Magn Reson Imaging* 2002;13(6):379-387.
7. Umschaden HW, Gasser J. MR enteroclysis. *Radiol Clin North Am* 2003;41(2):231-248.
8. Lauenstein TC. Magnetic resonance imaging in bowel imaging. *Top Magn Reson Imaging* 2002;13(6):377.
9. Kim RJ, Wu E, Rafael A, Chen EL, Parker MA, Simonetti O, et al. The use of contrast-enhanced magnetic resonance imaging to identify reversible myocardial dysfunction. *N Engl J Med* 2000;343(20):1445-1453.
10. Earls JP, Ho VB, Foo TK, Castillo E, Flamm SD. Cardiac MRI: Recent progress and continued challenges. *J Magn Reson Imaging* 2002;16(2):111-127.
11. Duerinckx AJ. Myocardial viability using MR imaging: is it ready for clinical use? *AJR Am J Roentgenol* 2000;174(6):1741-1743.
12. Wagner A, Mahrholdt H, Holly TA, et al. Contrast-enhanced MRI and routine single photon emission computed tomography (SPECT) perfusion imaging for detection of subendocardial myocardial infarcts: an imaging study. *Lancet* 2003;361(9355):374-379.
13. Castillo E, Bluemke DA. Cardiac MR imaging. *Radiol Clin North Am* 2003;41(1):17-28.
14. Kim WY, Danias PG, Stuber M, Flamm SD, Plein S, Nagel E, et al. Coronary magnetic resonance angiography for the detection of coronary stenoses. *N Engl J Med* 2001;345(26):1863-1869.
15. Achenbach S, Daniel WG. Noninvasive coronary angiography—an acceptable alternative? *N Engl J Med* 2001;345(26):1909-1910.
16. Polak JF. MR coronary angiography: are we there yet? *Radiology* 2000;214(3):649-650.
17. Duerinckx AJ, editor. *Coronary Magnetic Resonance Angiography*. New York, Springer-Verlag, 2002.
18. Manning WJ, Pennell DJ. *Cardiovascular Magnetic Resonance*. Philadelphia, Churchill Livingstone, 2002.
19. Woodward P. Cardiac MR imaging. *MR Clinics of North America* 2003;11(1):1-191.
20. Choyke PL, Dwyer AJ, Knopp MV. Functional tumor imaging with dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *J Magn Reson Imaging* 2003;17(5):509-520.
21. Koh DM, Cook GJ, Husband JE. New horizons in oncologic imaging. *N Engl J Med* 2003;348(25):2487-2488.

# 译者前言

近几年来国内外 MRI 技术发展很快,国内出版的 MRI 相关书籍也已相当多见。但 MRI 同其他学科一样是一个不断发展的学科,随着我们对疾病认识的不断深入以及 MRI 新技术的不断涌现,有些技术历久弥新,重新出版关于 MRI 相关书籍就成为一种必然。

人民军医出版社出版了 Evan S. Siegelman 博士主编的英文版 *Body MRI* (《体部磁共振成像》),我们读后受益匪浅。院里决定由程庚哲、苑志新同志组织我院 MRI 专家及腹部外科专家组成翻译组,但 *Body MRI* 所涉及的知识范围相对庞大,翻译过程中遇到困难颇多,如胎儿磁共振成像、腹膜后腔和腹膜腔磁共振成像章节国内可供参阅的资料相对较少,乳腺磁共振成像相对国内相关文献亦不多见。翻译组力求准确精当,其中所涉及的名词及缩略语尽可能采用最新版全国高等医学院校教材中英文对照索引词汇。此外,本书涉及的少见病也添加不少新认识、新观点,其中所涉及学科门类相对较多,这是本书的一个特色,也是我院组成翻译组的最重要原因。

衷心感谢中华医学会放射学分会主任委员、中国医科大学附属盛京医院院长郭启勇教授为本书中文版做序。感谢卫生部北京医院陈敏教授为本书审校。

翻译是无益的焦土,但终究易于阅读。对于一所医院而言,由于人员能力与所涉猎范围的有限性,难于做到尽善尽美。但出于对本工作的极大热忱,翻译本书成了我院翻译组的一种志趣。翻译中存有的错误与不足之处,敬请读者不吝赐教。工作是一种激励人的方式,无论任何一项。凡人多舛误,唯神能见宥。

《体部磁共振成像》翻译组

2012年2月1日

质子舞蹈歌唱  
揭示肉眼看不到的  
我们内部的秘密



# 目 录

第 1 章	体部磁共振技术和肝脏磁共振	1
第 2 章	胆道、胆囊和胰腺磁共振成像	63
第 3 章	肾上腺磁共振成像	129
第 4 章	肾脏磁共振成像	149
第 5 章	脾脏磁共振成像	185
第 6 章	腹膜后腔和腹膜腔磁共振成像	207
第 7 章	女性盆腔磁共振成像	269
第 8 章	胎儿磁共振成像	343
第 9 章	男性盆腔和膀胱磁共振成像	371
第 10 章	乳腺磁共振成像	425
第 11 章	主动脉磁共振成像和磁共振血管造影	481

# 体部磁共振技术和 肝脏磁共振

Adam Fisher  
Evan S.Siegelman

- 一、场强和表面线圈
- 二、磁共振脉冲序列
  - (一) T1 加权成像 (T1WI)
  - (二) T2 加权成像 (T2WI)
  - (三) 短时反转恢复成像
  - (四) T2\* (准 T2) 加权成像
  - (五) 对比增强成像
- 三、原发肝脏肿块
  - (一) 肝细胞良性肿瘤：腺瘤和局灶性结节增生
  - (二) 纤维板层肝细胞癌
  - (三) 肝内周围型胆管癌
  - (四) 胆管囊腺瘤和胆管囊腺癌
- 四、与胆管板畸形有关的囊性病变
  - (一) 胆管错构瘤
  - (二) 常染色体显性遗传性多囊肾病
  - (三) 肝囊肿
- 五、炎性和肝脏感染性疾病
  - (一) 炎性肌纤维母细胞瘤 (炎性假瘤)
  - (二) 肝脓肿
  - (三) 肝结节病
  - (四) 肝脏放射性损伤
  - (五) 原发性硬化性胆管炎
- 六、肝血管瘤
- 七、肝血管平滑肌脂肪瘤
- 八、肝脂肪瘤和肝假性脂肪瘤
- 九、肝淋巴瘤
  - 移植后淋巴组织增生性疾病
- 十、肝转移瘤
- 十一、脂肪肝
- 十二、铁沉积病
- 十三、肝血管性疾病
  - (一) Budd-Chiari 综合征
  - (二) 肝静脉阻塞病和窦阻塞综合征
  - (三) 肝阻性充血
  - (四) 肝门静脉血栓
- 十四、肝移植并发症
- 十五、肝硬化
- 十六、肝细胞癌

磁共振 (magnetic resonance, MR) 成像可对肝实质、胆道系统和脉管系统提供综合评价。尽管计算机体层摄影 (computed tomography, CT) 和超声检查常作为肝脏评价研究的首选, 但 MR 具有较高确诊能力, 逐渐成为肝脏的首选影像检查手段。MR 具有其他影像手段无可比拟的组织分辨率。无电离辐射及相对对操作者依赖少分别优于 CT 和超声检查。快速屏气脉冲序列很大程度上已经取代耗时较长的经典序列, 大大缩短了检查时间。对当前 MR 技术做简短回顾后, 本章将重点描述肝脏疾病的 MR 影像表现以及与之相关的病理改变。

## 一、场强和表面线圈

采用 1.0T (tesla, 特斯拉) 以上的高场装置能完美地显示肝脏 MR 影像, 而幽闭恐怖症或肥胖患者则适合在开放的低场 MR 设备进行检查。与传统环绕扫描仪孔道的体部线圈相比, 相控阵表面线圈增大了信噪比和对比噪声比, 从而提高了病变发现率。<sup>[1]</sup> 前腹壁皮下脂肪接近表面线圈可导致呼吸运动伪影, 像“幽灵”投射到图像上。伪影可以通过屏气序列或脂肪抑制序列减少或消除。<sup>[1]</sup>

## 二、磁共振脉冲序列

### (一) T1 加权成像 (T1WI)

除脂肪和胰腺外,肝脏比腹部其他组织 T1 弛豫时间短。肝脏的短 T1 弛豫时间归因于肝脏内大量粗面内质网的存在和高蛋白质合成率(表 1-1)。<sup>[2]</sup>在 T1WI 等于或高于肝实质信号的肝脏病变通常为肝细胞源性(表 1-2)。其他细胞源性病变如囊肿、血管瘤和转移瘤,典型病变与肝实质相比有更长的 T1 弛豫时间, T1WI 表现为低信号。

屏气梯度回波 (gradient echo, GRE) 脉冲序列可替代自旋回波 (spin echo, SE) 进行肝脏 T1WI 成像。T1 加权 GRE 序列可采用多次或单次激发。<sup>[3]</sup>“激发”指的是在脉冲序列中使用激励脉冲的次数。多次激发扰相 GRE T1 加权序列采用短重复时间 (repetition time, TR)、短回波时间 (echo time, TE) 和一个 70° ~ 90° 大翻转角。<sup>[3]</sup>GRE 序列中由于没有 180° 重聚脉冲,因此可使水和脂质质子在回相位以不同的回波时间进动。在 1.5 T 下,水和脂质同相位 TE 为 4.2 ~ 4.6 ms,反相位 TE 为 2.1 ~ 2.3 ms。双回波

表 1-1 平扫 T1WI 高信号 (SI) 原因

- 蛋白 (常见,肝细胞通常呈高信号原因)
- 脂质 (常见)
- 出血
- 顺磁性物质 (如黑色素、钆)
- 血流

表 1-2 平扫 T1WI 呈等高信号的肝脏病变

#### 肝细胞源性 (常见)

- 局灶性结节增生
- 肝脏腺瘤
- 局灶性脂肪肝 (同相位成像)
- 脂肪肝局部脂肪缺失 (反相位成像)
- 再生结节
- 肝细胞癌

#### 非肝细胞源性 (不常见)

- 血肿 (病灶外环内含高铁血红蛋白)
- 出血性转移瘤 (如黑色素瘤、绒毛膜癌)
- 经过治疗的转移性病变 (如射频消融)

GRE T1 加权序列通过对每次激励采用两个不同的回波时间同时采集同相位和反相位图像。在同相位图像,同一像素中水和脂质的信号叠加;而在反相位图像,水和脂质质子信号相互抵消,导致信号强度 (signal intensity, SI) 衰减。

同相位和反相位合称为化学位移成像 (chemical shift imaging),可发现脂肪肝,此外还可发现肝脏肿瘤 (如肝腺瘤) 和分化良好的肝细胞癌病变内的脂质 (表 1-3)。化学位移是指两种不同类型质子共振频率的差异。所具有的共振频率取决于局部分子环境。化学位移成像对发现微观脂质最为理想,而选择性化学抑脂技术对抑制皮下和腹内宏观脂质以及含脂肪肿瘤如肾上腺髓质脂肪瘤 (参见第 3 章)、肾脏血管平滑肌脂肪瘤 (参见第 4 章) 和卵巢皮样囊肿 (参见第 7 章) 效果最佳。

屏气能力受限患者,可通过磁化准备快速 GRE 脉冲序列采集 T1WI。<sup>[3]</sup>一层图像可在不到 1.5 s 内获取,呼吸运动所产生的影响忽略不计。这种序列包含一个具有层面选择性的 180° 反转脉冲,可使血管表现为高 SI 的 T1WI。在此序列多数病灶表现为低信号。改变反转脉冲和反转时间可使血管表现为低 SI 的 T1WI,使搏动伪影减小。

### (二) T2 加权成像 (T2WI)

肝脏的 T2 弛豫时间比包括脾在内的多数其他腹部组织短。<sup>[3]</sup>肝脏非实质性病变 T2 弛豫时间较长,在 T2WI 上很容易发现。实质性肿块如肝细胞癌和肝转移瘤较非实质性病变 T2 弛豫时间短, T2WI 上相对并不显著。

表 1-3 化学位移图像肝内信号衰减

#### 肝细胞源性 (常见)

- 弥漫性脂肪肝
- 局灶性脂肪肝
- 含脂肝细胞肿瘤
- 常见:肝腺瘤
- 不常见:分化良好的肝细胞癌
- 罕见:滤泡结节性增生

#### 非肝细胞源性 (罕见)

- 肝血管平滑肌脂肪瘤
- 转移性生殖细胞肿瘤
- 肝脂肪瘤

在肝脏的 T2WI 多次或单次发射回波链脉冲序列已代替传统 SE 技术（也用于其他腹部和盆腔脏器评价）。这些序列在一次或多次激励脉冲后利用两个或更多的  $180^\circ$  重聚脉冲产生多个脉冲信号，这些信号链称为回波链。在一个回波链序列内多个自旋回波各自采用不同相位编码梯度场采集，结果图像包含着不同 TE 值。有效 TE 指在采用最低相位编码梯度场采集获得的 TE 值。采用低相位编码梯度场，K 空间中心的图像对比度高，而空间分辨率低；相反，高相位编码梯度场则产生高空间分辨率以及低图像对比度的 K 空间周围区域信息。

无论是否利用屏气技术，均可行回波链 T2 加权脉冲序列检查。无屏气回波链 T2 加权脉冲序列采用脂肪抑制和呼吸触发技术进行检查较佳。<sup>[4, 5]</sup> 呼吸触发需要使用呼吸风箱带包绕患者躯干。由于仅有部分呼吸循环运动用于数据采集，所以呼吸触发需要很长 TR 时间，因此更适合多次激发回波链 T2 加权脉冲序列。单次激发回波链 T2 加权脉冲序列结合半傅立叶重建（K 空间数据内插法）技术可减少采集时间。单次激发 T2 加权脉冲序列的亚秒级采集时间对于不能按要求屏气或需要快速扫描的患者有重要价值。<sup>[3]</sup> 与多次激发回波链 T2 加权序列相比，单次激发技术产生的图像降低了信噪比，同时也增加了模糊效应，从而降低了对低对比度或小病灶探测的敏感性。T2 加权序列至少要用 160 ms 的 TE 时间才能使肝脏内非实性病灶如囊肿、血管瘤和实性病灶间的鉴别得到改善。<sup>[6, 7]</sup> 采用更长 TE（如：600 ~ 700 ms）的 T2 加权序列可根据囊肿持续高信号的特点鉴别肝囊肿和血管瘤。<sup>[8]</sup> 重 T2 加权序列同样也用于磁共振胰胆管造影（MRCP：参见第 2 章）。

### （三）短时反转恢复成像

短时反转恢复（short tau inversion recovery, STIR）脉冲序列用于脂肪抑制成像，增加了 T1 加权和 T2 加权的对比度。STIR 脉冲序列在激励脉冲前预先施加一个  $180^\circ$  的反转脉冲。反转脉冲和激励脉冲中间间隔时间称为反转时间（inversion time, TI）。在 1.5 T 场强下，TI 为 150 ~ 170 ms 时，脂肪信号被抑制。与 T2WI 相似，液体和多数疾病组织在 STIR 上表现为高信号。STIR 脉冲序列可结合回波链技术缩短采集时间。

### （四）T2\*（准 T2）加权成像

GRE T2\*W 脉冲序列是用于发现肝脏铁沉积的最佳序列。GRE 序列没有 SE 或回波序列的  $180^\circ$  重聚脉冲，因此不能校正由磁场不均以及静态组织磁敏感梯度所导致的质子失相位。T2\* 对比反映了由真性 T2 衰减和磁场不均效应所致有效自旋-自旋弛豫时间。铁的磁敏感效应导致信号消失在 T2\*WI 中最为显著。T2\* 加权 GRE 序列常在含铁的网状内皮系统对比剂注入后进行。血浆中的对比剂可被正常肝实质以及部分肝细胞源性病变内的 Kupffer 细胞清除。由于含铁对比剂引起的磁敏感效应导致正常肝实质信号衰减，而非肝细胞源性病变则表现为高信号，如转移瘤。尽管当前采用钆增强技术进行 MR 血管造影，但 T2\* 加权序列如果运用特殊饱和脉冲时可用于描述血流方向，这对评价肝门静脉系统或肝门体静脉侧支血管 / 曲张血管有着重要价值。<sup>[3]</sup>

### （五）对比增强成像

用于肝脏和腹部 MR 成像的静脉注射对比剂主要分四类：非特异性细胞外液对比剂、特异性肝细胞性对比剂、特异网状内皮系统对比剂和特异性血池对比剂。<sup>[9]</sup> 非特异性细胞外液对比剂是钆螯合剂，它是一种顺磁性金属可缩短周边分子的 T1 弛豫时间。鉴于游离钆离子的毒性、生物学分布和功效，因此需要其螯合物。<sup>[10]</sup> 与 CT 所用的碘对比剂相似，非特异性细胞外钆螯合剂迅速从血管内扩散到细胞外间隙。碘对比剂通过放射技术直接成像，而钆螯合剂是钆作用于周边质子的顺磁效应通过 MR 检测成像。<sup>[11]</sup> 非特异性细胞外钆螯合剂通过肾小球滤过排泄。

特异性肝细胞性对比剂是钆或锰的螯合物，表现通过肝胆系统排泄有很大差异。提高钆螯合物的亲脂性能够使肝细胞易于摄取。锰基化合物部分在循环中解离，锰离子通过肝胆系统、肾脏、胰腺和胃黏膜排泄。<sup>[9]</sup> 特异性网状内皮系统对比剂为超顺磁性的氧化铁配方；血浆中的对比剂 80% 通过肝脏的网状内皮系统清除，12% 通过脾清除，余下的在淋巴结和骨髓中清除。<sup>[9]</sup> 特异性血池对比剂包括超微氧化铁微粒和钆蛋白或钆多聚化合物，它们会在血流中存留更长一段时间。

非特异性细胞外钆螯合剂是应用最广泛的 MR 成像对比剂。为了更好地发现和定性肝脏病变常需要用此类对比剂进行动态成像。注射钆螯合剂前,需行对比前成像来判定解剖范围和患者的屏气能力。<sup>[12]</sup>另外,平扫成像可作为与增强成像比较的基准,同时也可从对比增强图像中减影。减影成像可使 MR 血管成像后重建得到改善,同时也可发现平扫 T1WI 高信号肿块内的强化。<sup>[12, 13]</sup>

增强后成像可分为 3 个期相:肝动脉期、门脉期和肝静脉期或实质期。<sup>[9, 14]</sup>肝动脉期发生在对比剂快速团注后 15 ~ 30 s。在此时相采集的图像显示肝动脉强化,肝门静脉主干也可强化;而肝静脉不强化,肝实质极小强化。肝动脉期在发现多血供病变和评价肝动脉系统上非常重要。肝门静脉期发生在注入对比剂后 45 ~ 75 s。在此期间,肝门静脉、肝静脉和肝实质强化最明显。这一期是发现少血供病变的最佳时期。肝静脉期或说实质期是从注入对比剂后 90 s 到 5 min。这一期对于定性持续强化病变如血管瘤或具有较大细胞外间隙的病变如肝内胆管细胞癌有重要价值。

为了配合肝动脉期调整成像,尤其为了获取 K 空间中心数据,需应用一种可靠并且重复性强的方法来应对患者多样性的循环特点。商业上采用的方法包括定时-启动、对比剂自动探测和触发以及操作者时-时触发或操作者“荧光”对比剂探测触发<sup>[15]</sup>(参见第 11 章)。高压注射器的使用使注射速率标准化,<sup>[16]</sup>同时优化了 MR 血管成像,并已证明优于人工注射。<sup>[17, 18]</sup>

采用脉冲序列行动态钆增强图像使扫描范围能够在合理屏气下(少于 25 s)覆盖整个肝脏。三维或容积 GRE T1 加权序列在很多方面优于二维脉冲序列。<sup>[12]</sup>在同一屏气时间下,三维 GRE T1 加权序列较二维序列扫描层面更薄且无层间隔,获得的图像具有相似的对比度,同时还提供了脂肪抑制以及更高的信噪比。容积采集提供了各向同性的数据集,使后处理技术如多平面重建或容积渲染更完美。

### 三、原发性肝脏肿块

#### (一) 肝细胞良性肿瘤:腺瘤和局灶性结节增生

##### 1. 肝腺瘤(表 1-4)

表 1-4 肝腺瘤

#### 临床

良性肝细胞肿瘤

潜在出血(常见)和恶变(罕见)

风险因素:口服避孕药(最常见),同化性雄性类固醇和糖原贮积症

#### 病理

平均直径 5 cm,多发占 30%

内含肝细胞、Kupffer 细胞(通常无功能),无胆管,可见受压肝实质伴/不伴纤维化形成的假包膜

#### MRI

T1WI:随脂质、出血和坏死不同 SI 表现多样;部分肿瘤信号高于肝脏

瘤内脂质常见,经化学位移成像进一步确认

T2WI:SI 多样,但通常高于肝脏信号

动态对比增强成像呈多血供,但血供不及 FNH

无中央瘢痕

肝腺瘤(hepatic adenoma)是口服避孕药妇女最常发生的肝脏良性肿瘤。肝腺瘤发生率随口服避孕药使用时间和雌激素剂量增加而增加。<sup>[19, 20]</sup>同化性雄性类固醇用于内科治疗或被运动员滥用,与众多肝病相关,包括肝腺瘤。<sup>[21]</sup>肝腺瘤多发于 I 型和 III 型糖原贮积症(glycogen storage disease)的患者。<sup>[22]</sup>肝腺瘤可在不相关缘由断层检查时或在急、慢性肝脏疼痛和触及肿块患者中,或肝功能检测异常时偶然被发现。<sup>[23-24]</sup>

肝腺瘤由良性肝细胞排列成大的板层或条索状,无腺泡结构。<sup>[25-27]</sup>肝细胞板被扩张的肝窦隔开,这是除供养动脉外腺瘤呈富血供的原因。<sup>[26-27]</sup>腺瘤细胞含糖原和脂质。<sup>[25, 27]</sup>腺瘤内可存在库普弗细胞,但通常无功能,且无胆管。<sup>[25, 27]</sup>通常存在纤维包膜或肝实质受压伴或不伴纤维化形成的假包膜。<sup>[26, 28]</sup>

肝腺瘤的并发症包括出血,可伴有肝破裂<sup>[27, 29-31]</sup>,极少数恶变为肝细胞癌。<sup>[30, 32, 33]</sup>腺瘤内出血推测与肿瘤快速生长超出供血导致梗死有关。<sup>[27]</sup>出血性腺瘤可破出肝脏导致腹腔积血引起休克。<sup>[34]</sup>如果存在出血性腺瘤破裂,则其与肿瘤至肝表面的接近程度以及肿瘤纤维包膜的厚度有关。<sup>[31]</sup>真正恶变的危险率尚未确定,但一组研究显示 39 例患者中 5 例发生恶变。<sup>[30]</sup>尽管停用口服避孕药后,肝腺

瘤已经完全清除,<sup>[35, 36]</sup>但这并不能排除日后并发肝癌的可能。<sup>[20]</sup>腺瘤内可发生肝细胞不典型增生,这是一种不可逆的癌前病变。<sup>[20]</sup>

肝腺瘤大小为1~19cm,平均直径3~5cm。<sup>[24, 37, 38]</sup>肝腺瘤MR的混杂信号表现反映病灶内脂肪变性、出血、肝紫癜、坏死、纤维包膜、罕见的中央瘢痕和大的肿瘤血管的存在。<sup>[24, 27, 28, 37]</sup>腺瘤在T1WI上的SI多变,但常含有高于周围肝实质信号成分。<sup>[24, 28, 37]</sup>T1加权上高信号灶可来自细胞内的脂质或出血(图1-1和图1-2)。<sup>[24]</sup>化学位移成像可证实病灶内的脂肪变性(图1-1)。腺瘤在T2WI信号亦多变,但通常存在高信号成分。<sup>[24, 28, 37]</sup>出血和坏死导致T2加权SI不均。<sup>[37]</sup>多数腺瘤在动态对比增强(contrast enhanced, CE)

T1WI动脉期表现富血供。<sup>[28, 37]</sup>

受压肝实质或纤维化形成的假包膜可通过MR检查证实。<sup>[24, 28, 37]</sup>这类典型的假包膜在T1WI上低于邻近肝实质信号;<sup>[28]</sup>而T2加权表现较为多样,出现高、等或低信号的概率几乎相同。<sup>[28]</sup>

肝腺瘤主要鉴别诊断包括其他两种富血供肝细胞病变:局灶性结节增生和肝细胞癌。除中央瘢痕外,FNH在T1和T2WI上的典型表现为信号均匀,等于或近似等于肝实质信号;而腺瘤通常为不均质SI。此外,FNH通常含有中央瘢痕,肝腺瘤罕见。<sup>[37]</sup>

尽管肝腺瘤不发生血管侵犯,但仅基于病变的MR影像特点很难对肝腺瘤与肝细胞癌进行鉴别。典型的肝细胞癌在肝硬化患者中发生,而肝腺瘤常发生在口服避孕药的年轻妇女。患肝细胞癌常使血

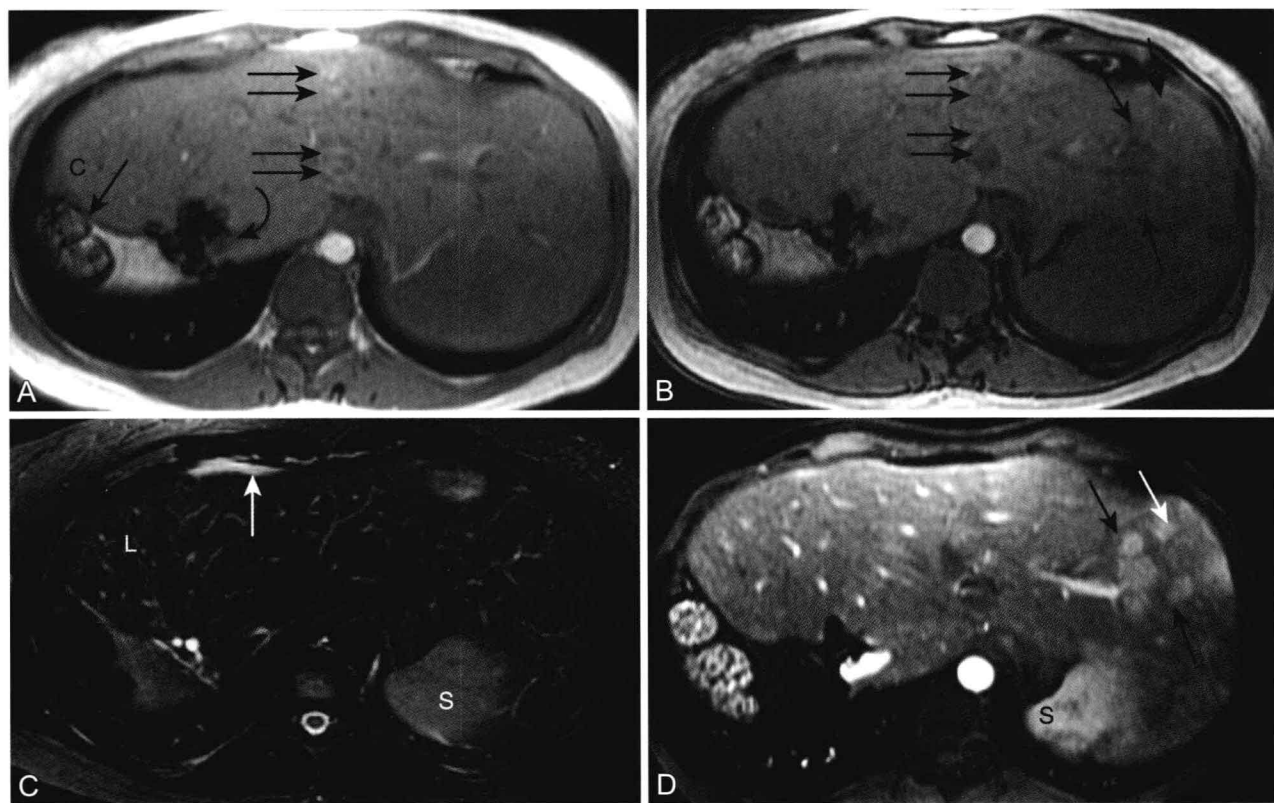


图1-1 患者女,口服避孕药史,MR影像表现为多发含脂质肝腺瘤;先前的肝右叶切除术确诊为肝腺瘤病

A、B. T1WI显示患者剩余的左叶肥大。同相位成像(A)显示无肝脏病变,而在反相位成像(B)显示肝脏多发低信号病变(箭头)。同相位成像呈肝实质等信号和细胞内脂质的存在(根据反相位图像信号衰减确认),两者提示病变为肝细胞源性。在右半结肠(箭头C所示)和邻近外科手术夹(弧形箭头)处,同相位成像信号衰减(采用较长TE)。高信号的主动脉前方可见混杂SI的圆形“假病灶”(双黑箭头)。主动脉以及假病灶内的高信号形成分别与流动相关增强和搏动伪影有关。在成像区域血流的上方施加饱和和带可消除从成像容积顶部流入的动脉血流信号从而最大程度减小上述两种伪影。C. 脂肪抑制T2WI未显示肝脏病变。值得注意的是T2加权上正常肝脏(L)与脾脏(S)间存在的信号差异:肝脏为低信号,脾脏为高信号。肝脏前方的高信号代表未抑制的脂肪(箭头),不应误认为是小腔积液。受邻近肺实质影响导致的局部磁场不均是非肝周上方脂肪信号未被抑制的原因。<sup>[49]</sup>D. CET1WI动脉期显示多个富血供肿块(箭头)。在此增强时相脾脏的不均一强化为正常表现

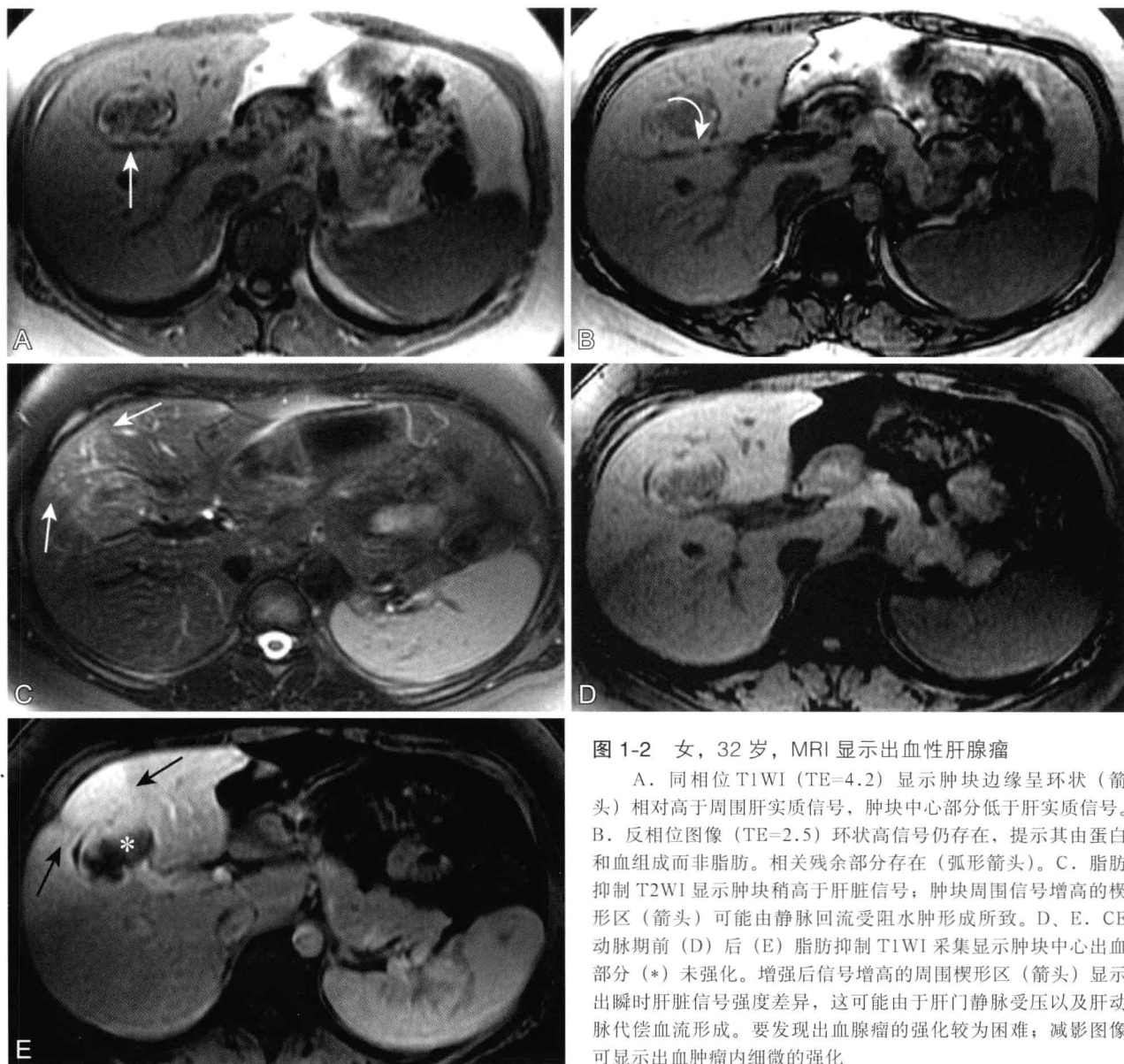


图 1-2 女, 32 岁, MRI 显示出血性肝腺瘤

A. 同相位 T1WI (TE=4.2) 显示肿块边缘呈环状 (箭头) 相对高于周围肝实质信号, 肿块中心部分低于肝实质信号。B. 反相位图像 (TE=2.5) 环状高信号仍存在, 提示其由蛋白和血组成而非脂肪。相关残余部分存在 (弧形箭头)。C. 脂肪抑制 T2WI 显示肿块稍高于肝脏信号; 肿块周围信号增高的楔形区 (箭头) 可能由静脉回流受阻水肿形成所致。D、E. CE 动脉期前 (D) 后 (E) 脂肪抑制 T1WI 采集显示肿块中心出血部分 (\*) 未强化。增强后信号增高的周围楔形区 (箭头) 显示出瞬时肝脏信号强度差异, 这可能由于肝门静脉受压以及肝动脉代偿血流形成。要发现出血腺瘤的强化较为困难; 减影图像可显示出血肿瘤内细微的强化

清甲胎蛋白升高, 而患肝腺瘤者不会升高。

肝腺瘤的治疗方案存在一定的争议。外科切除术旨在减少危及生命的出血和癌变的风险率。<sup>[31]</sup> 而另一种更具选择性的治疗方案也在推广。<sup>[38]</sup> 病灶小于 5 cm 且甲胎蛋白水平正常的患者, 可考虑停用口服避孕药、进行妊娠咨询和行一系列影像学检查作为代替外科手术的治疗方案。<sup>[38]</sup> 对于急性出血者的治疗, 肝动脉栓塞优于外科手术治疗。<sup>[38]</sup>

## 2. 肝腺瘤病

肝腺瘤病 (hepatic adenomatosis) 最初定义为与口服避孕药或同化性雄性类固醇的使用无关、肝功能检查 (血清碱性磷酸酶和  $\gamma$ -谷氨酰转肽酶)

异常, 肝其他方面正常 (无糖原贮积症) 的男性或女性, 发生 10 个或 10 个以上肝腺瘤。<sup>[39]</sup> 近来肝腺瘤病被定义为 3 个以上腺瘤。<sup>[40]</sup> 肝腺瘤病中大多数病变无雌激素依赖。<sup>[41]</sup> 肝腺瘤病分为两种类型: 多灶型和巨块型。<sup>[42]</sup> 对于多灶型的治疗可使用外科切除术切除病灶较大或较为复杂的病变。肝移植可作为有侵袭性类型的处理手段。<sup>[42]</sup> 有些学者认为, 由于存在出现腹腔内出血的可能, 小病变 ( $\leq 3$  cm) 无症状患者应行密切监测。<sup>[40]</sup> 肝腺瘤病内每个腺瘤的 MR 影像特点 (图 1-1) 与常见于口服避孕药妇女的单发腺瘤相似。<sup>[41]</sup>

### 3. 局灶性结节增生

局灶性结节增生 (focal nodular hyperplasia, FNH) (表 1-5) 是一种良性肿瘤, 被认为是肝实质对预先存在动脉畸形的一种增生反应。<sup>[43]</sup> FNH 是继血管瘤之后第二常见的肝脏良性肿瘤。<sup>[44]</sup> FNH 最常发于在育龄妇女, 而发生于男性和儿童罕见。<sup>[43, 45]</sup> 多数 FNH 病人偶然在尸检、外科或影像学研究中被发现, 且多无症状。巨大病变因肝包膜扩张或对邻近脏器的占位效应产生症状。<sup>[43]</sup> 口服避孕药不引发 FNH; 然而, 口服避孕药和 FNH 之间的关系还不明了。一项研究显示, 口服避孕药与 FNH 病灶数量及大小无关,<sup>[46]</sup> 而另有研究指出停止口服避孕药后病灶消退。<sup>[47]</sup>

在 80% ~ 95% 患者中 FNH 单发。<sup>[43]</sup> 肿块由肝细胞增生结节和小胆管包绕中央纤维瘢痕组成。<sup>[26]</sup> 中央瘢痕含致密结缔组织和厚壁血管, 血管壁内可有黏液样变。<sup>[26]</sup> 与肿瘤不同, FNH 生长与血供成正比。出血和坏死罕见, FNH 破裂极为罕见。<sup>[43]</sup> FNH 平均直径 5 cm。<sup>[45]</sup> 尚无恶变报道。

在 FNH 诊断上 MR 与 CT 或超声相比有更高的敏感性和特异性。<sup>[44]</sup> 典型 FNH 在 T1WI 上等于

或稍低于肝实质信号 (图 1-3, 图 3-4)。<sup>[43, 48-50]</sup> FNH 内含脂质罕见, 通常与弥漫性脂肪肝有关。<sup>[51]</sup> FNH 在 T2WI 上呈等到稍高信号。MR 上 70% ~ 80% FNH 病变可出现中央瘢痕。<sup>[44, 48, 52]</sup> 中央瘢痕的典型表现: T1WI 上低于、T2WI 上高于周围病变组织信号 (图 1-3, 图 3-4)。<sup>[43, 48-50]</sup> T2WI 瘢痕高信号与血管、小胆管和黏液变组织内的水肿有关。<sup>[43, 44]</sup>

FNH 平扫 MR 成像 3 个典型特点为: T1 加权均匀等低信号, T2 加权均匀稍高信号以及 T2 加权高信号的中央瘢痕。近 1/3 病例含有上述所有表现。<sup>[43]</sup> 不典型 FNH MR 影像表现包括无中央瘢痕, T2WI 上瘢痕呈低信号, 瘢痕不强化, 出现假包膜, 病变在 T1 或 T2 加权表现为明显高信号和混杂信号。<sup>[49]</sup> 这些不典型 MR 影像表现常出现于少见的毛细血管扩张型 FNH。<sup>[44, 53]</sup>

在动态 CE T1WI 上, FNH 显示动脉期显著强化 (图 1-3)。<sup>[43, 48, 50, 54]</sup> 门脉期成像 FNH 变为等于邻近肝实质信号, 延迟期成像呈稍高信号。<sup>[43, 50, 54]</sup> 中央瘢痕表现在动脉期<sup>[48]</sup> 相对周围病变强化减低, 而延迟期成像几乎所有都呈高信号。(图 1-3, 图 3-4)。<sup>[43, 48, 50, 52, 54]</sup>

具有典型 MR 影像特征的无症状 FNH 患者采用非手术疗法治疗。<sup>[55, 56]</sup> 与肝腺瘤相比, FNH 由于具有极微的出血概率和无潜在恶性性, 随访观察较为安全。如果临床、实验室或影像检查与 FNH 诊断不一致, 建议行手术活检。<sup>[56]</sup> 行钆增强 MR 检查后, 若不能明确诊断, 肝细胞特异性对比剂检查可进一步确认病变的肝细胞源性或中央瘢痕是否存在。<sup>[44, 57]</sup> 如患者具有临床慢性肝病史、恶变、肝功能检查异常、血清甲胎蛋白水平升高、影像学特点不典型或病灶逐渐增大, 应采取活检取得组织学证实。经皮活检结果存在不能明确和不当的风险, 最终需要较大的外科手术活体标本确诊以排除肝腺瘤。<sup>[55, 56]</sup>

### (二) 纤维板层肝细胞癌 (表 1-6)

纤维板层肝细胞癌 (fibrolamellar hepatocellular carcinoma, FL-HCC) 是一种罕见的肝癌亚型, 具有特殊临床、病理和影像学特点。FL-HCC 主要发生在年轻人, 特别在 10-30 岁, 男女之间分布均等。<sup>[58]</sup> 与 HCC 相反, 多数发生 FL-HCC 患者无肝硬化或其他肝病病史。<sup>[58]</sup> 临床上患者可表现

表 1-5 局灶性结节增生

#### 临床

良性无症状肿块, 认为是肝实质对预先存在动脉畸形的一种增生反应  
育龄妇女最多见  
如果 MR 检查能确诊, 可避免外科手术

#### 病理

肝细胞增生、小胆管包绕中央纤维血管瘢痕, Kupffer 细胞可见  
中位直径 3 cm, 平均直径 4 cm, 约 20% 多发

#### MRI

##### 肿块

T1WI: 较肝脏呈等或稍低信号  
T2WI: 较肝脏呈等或稍高信号  
动态 CE 成像上显著多血供, 门脉期等信号, 延迟期稍高信号

##### 中央瘢痕

T1WI: 低于周围肿块信号  
T2WI: 高于周围肿块信号  
CE 成像: 动脉期肿块少血供, 延迟期强化增强



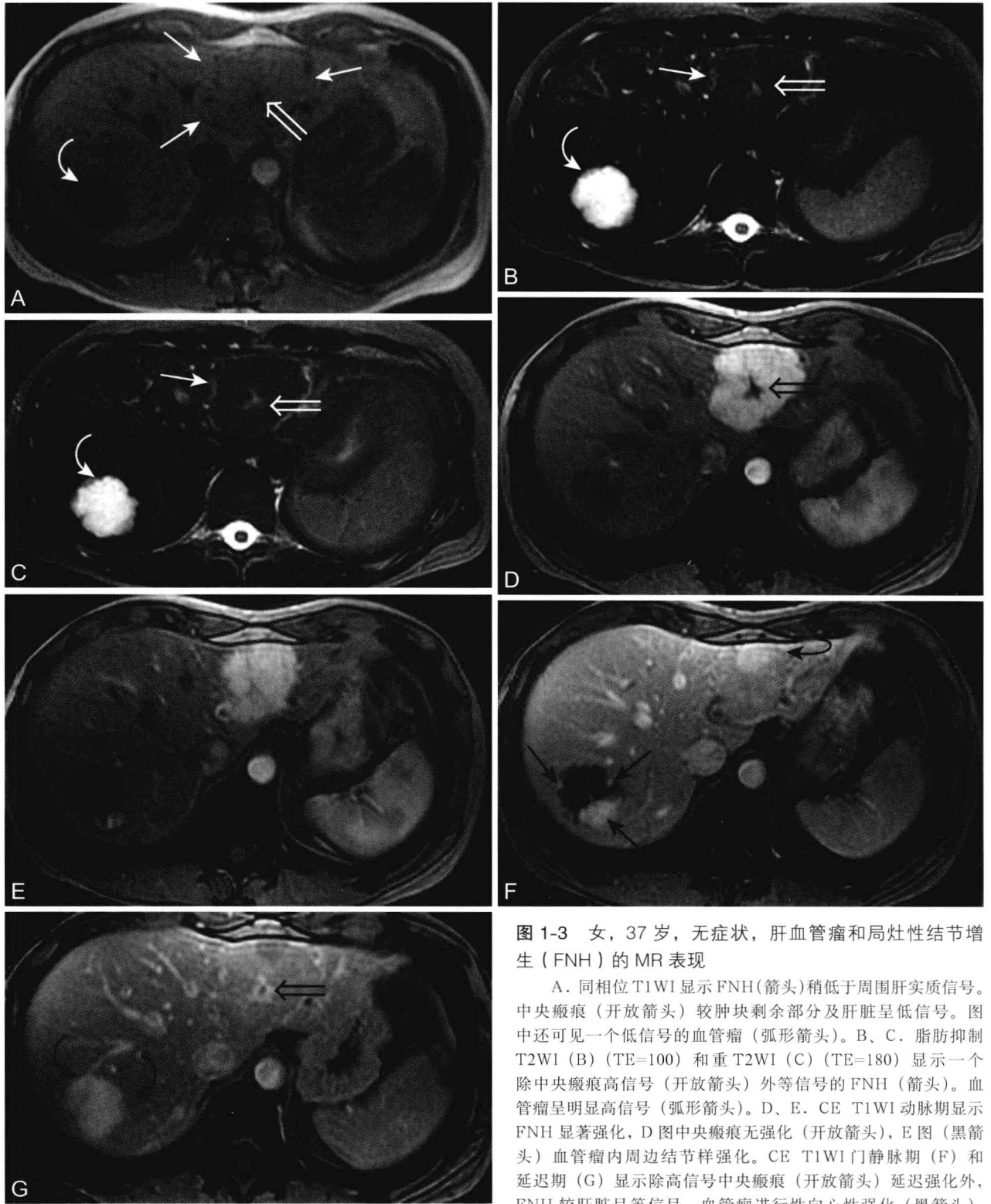


图 1-3 女, 37 岁, 无症状, 肝血管瘤和局灶性结节增生 (FNH) 的 MR 表现

A. 同相位 T1WI 显示 FNH (箭头) 稍低于周围肝实质信号。中央瘢痕 (开放箭头) 较肿块剩余部分及肝脏呈低信号。图中还可可见一个低信号的血管瘤 (弧形箭头)。B、C. 脂肪抑制 T2WI (B) (TE=100) 和重 T2WI (C) (TE=180) 显示一个除中央瘢痕高信号 (开放箭头) 外等信号的 FNH (箭头)。血管瘤呈明显高信号 (弧形箭头)。D、E. CE T1WI 动脉期显示 FNH 显著强化, D 图中央瘢痕无强化 (开放箭头), E 图 (黑箭头) 血管瘤内周边结节样强化。CE T1WI 门静脉期 (F) 和延迟期 (G) 显示除高信号中央瘢痕 (开放箭头) 延迟强化外, FNH 较肝脏呈等信号。血管瘤进行性向心性强化 (黑箭头), 最后显示为一致的高信号 (弧形箭头)。血管瘤延迟期均匀强化是血管瘤的典型特征。F. 圆形高信号灶 (弧形箭头) 是来自主动脉搏的相位编码伪影。这种伪影可通过在上方施加饱和和脉冲减小或消除