

高等医药院校规划教材

供临床医学、中医骨伤、医学影像技术
及相关专业使用

医学影像诊断学

主 编 廖伟雄 孟 祥 夏正超



科学出版社

高等医药院校规划教材

供临床医学、中医骨伤、医学影像技术及相关专业使用

医学影像诊断学

主 编 廖伟雄 孟 祥 夏正超

副主编 蒋 蕾 张振勇 黄 晓

主 审 蒋烈夫

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

耿云平 河南省南阳市中心医院

黄 晓 肇庆医学高等专科学校

蒋 蕾 南阳医学高等专科学校

蒋烈夫 南阳医学高等专科学校

廖伟雄 肇庆医学高等专科学校

林志艳 甘肃中医药大学

孟 祥 商丘医学高等专科学校

王海波 漯河医学高等专科学校第二附属医院

夏正超 湖北省老河口市第一医院

于新设 辽宁卫生职业技术学院

张艳辉 商丘医学高等专科学校

张振勇 漯河医学高等专科学校第一附属医院

秘 书 罗梦灵 肇庆医学高等专科学校

科 学 出 版 社

北 京

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303 (打假办)

内 容 简 介

本教材基于医学影像技术岗位对知识、能力和素质的要求,遵循必须、够用和实用的原则编写教学内容。第一章总论,简要介绍了X线、CT和MRI成像原理和方法,并阐述了医学影像诊断原则和报告书写等内容;第二章至第九章分别介绍了全身各系统的影像学检查方法、正常影像学表现、异常影像学表现和常见疾病的影像诊断与鉴别诊断。本书每章均设置了学习目标、病例分析、思考题等特色栏目,使教材更加符合医学影像实用技能型人才的培养要求。

本教材可供三年制专科医学影像技术、临床医学、中医及相关专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

医学影像诊断学 / 廖伟雄, 孟祥, 夏正超主编, —北京: 科学出版社, 2017.1

高等医药院校规划教材

ISBN 978-7-03-051024-2

I. 医… II. ①廖… ②孟… ③夏… III. 影像诊断—医学院校—教材 IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 294893 号

责任编辑: 丁海燕 / 责任校对: 彭珍珍 贾伟娟

责任印制: 赵 博 / 封面设计: 铭轩堂

版权所有, 违者必究。未经本社许可, 数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京利丰雅高长城印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 1 月第一次印刷 印张: 25 1/2

字数: 605 000

定价: 69.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

医学影像学是当今发展最快的学科之一。随着影像设备不断更新,成像技术不断改进,医学影像已从单一的X线成像发展成集X线、超声、核素显像、CT和MRI在内的综合成像体系;影像诊断也从早期单一的形态学诊断发展为形态、功能和代谢并重的综合诊断,因此,医学影像诊断在临床上的价值日益重要。

《医学影像诊断学》是由科学出版社组织编写,供高职高专医学影像技术专业使用的规划教材,也可供临床医学专业(医学影像方向)等专科学生使用。编者基于医学影像技术职业对知识、能力和素质要求,参考了其他同类教材的基础上,参照放射技师执业资格考试标准,遵循必须、够用和实用的原则精心编写本教材内容。针对本专业课程特点,全书引入了大量病例插图,便于学生直观理解;同时,每章均设置了学习目标、病例分析、思考题等特色栏目,使教材更加符合医学影像实用技能型人才的培养要求。

本书共分九章。第一章总论,简要介绍了X线、CT和MRI成像原理和方法,并阐述了医学影像诊断原则和报告书写等内容;第二章至第九章分别介绍了全身各系统的影像学检查方法、正常影像学表现、异常影像学表现和常见疾病的影像学诊断与鉴别诊断。本教材在内容上注重与其他专业课程之间的紧密联系,既强调影像解剖、疾病病理与临床概要等相关学科的知识关联与巩固,又注重影像判读能力及诊断思维锻炼,有利于培养学生在影像技术岗位工作中发现问题和解决问题的能力。

本书参编者均来自教学与临床经验丰富的一线影像学教师和医师。在整个编写过程中,科学出版社及编者所在的单位给予了多方面的关注、支持和建议,在此一并致谢;同时,对为本书提供参考的其它同类教材的编写人员,表示诚挚的敬意和衷心的感谢。

限于编者经验和水平,本书不足之处在所难免,敬请广大师生和读者批评指正,以便再版时修正。

廖伟雄

2016年12月

目 录

第一章 总论	1
第一节 医学影像成像技术	1
第二节 各种成像技术的比较和综合应用	17
第三节 医学影像诊断原则和报告书写	19
第二章 中枢神经系统	24
第一节 影像学检查技术	24
第二节 正常影像学表现	26
第三节 异常影像学表现	30
第四节 颅脑外伤	34
第五节 脑血管疾病	39
第六节 颅内肿瘤	47
第七节 颅内感染性疾病	58
第八节 颅脑先天畸形	60
第九节 脊髓和椎管内病变	63
第三章 头颈部	69
第一节 眼和眼眶	69
第二节 鼻和鼻窦	75
第三节 耳部	82
第四节 咽喉部	87
第五节 口腔颌面部	91
第六节 颈部	100
第四章 呼吸系统	109
第一节 影像学检查技术	109
第二节 正常影像学表现	110
第三节 异常影像学表现	118
第四节 支气管疾病	132
第五节 肺部炎症	137
第六节 肺结核	144
第七节 肺肿瘤	148
第八节 其他肺部疾病	154
第九节 纵隔肿瘤	160
第十节 胸部创伤	165

第五章 循环系统	170
第一节 影像学检查技术	170
第二节 正常影像学表现	171
第三节 异常影像学表现	179
第四节 先天性心脏病	186
第五节 后天性心脏病	191
第六节 心包疾病	197
第七节 大血管疾病	199
第六章 乳腺	204
第一节 影像学检查技术	204
第二节 正常影像学表现	205
第三节 异常影像学表现	207
第四节 乳腺疾病	208
第七章 消化系统	212
第一节 胃肠道	212
第二节 肝胆胰脾	249
第三节 急腹症	288
第八章 泌尿与生殖系统	302
第一节 泌尿系统	302
第二节 女性生殖系统	323
第三节 男性生殖系统	333
第九章 骨骼肌肉系统	341
第一节 影像学检查技术	341
第二节 正常影像学表现	342
第三节 异常影像学表现	347
第四节 骨与关节创伤	354
第五节 骨坏死和骨软骨病	364
第六节 骨与关节化脓性感染	366
第七节 骨与关节结核	369
第八节 骨肿瘤与肿瘤样病变	372
第九节 慢性骨关节病	388
第十节 脊柱病变	392
第十一节 软组织病变	396
病例分析参考答案	401

第一章 总 论



学习目标

1. 掌握 X 线、CT、MRI 成像技术的基本原理和图像特点；医学影像诊断的基本原则。
2. 熟悉 X 线、CT 和 MRI 的常用检查方法；不同影像成像技术的临床应用、影像报告的书写方法和要求。
3. 了解医学影像技术的新进展。

自 1895 年德国物理学教授伦琴 (Roentgen) 发现 X 线不久,即被用于人体疾病检查,由此产生放射诊断学 (diagnostic radiology)。20 世纪 50 年代出现了超声成像 (ultrasonography, US),20 世纪 70 年代和 80 年代又相继出现了 X 线计算机体层成像 (x-ray computed tomography, CT) 和磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 等新的成像技术。这些成像技术的应用极大拓展了原有放射诊断学领域,形成了包括 X 线诊断、超声诊断、CT 诊断及 MRI 诊断在内的影像诊断学体系。

医学影像诊断学 (medical diagnostic imaging) 是应用医学成像技术获取的影像来显示人体内部组织器官的形态和生理功能状况,以及疾病所造成的病理改变,借以达到疾病诊断的目的。随着医学影像技术的快速发展,医学影像诊断从早期单纯依赖形态学变化进行疾病诊断发展为目前集形态、功能和代谢改变为一体的综合诊断体系,已成为诊断疾病的主要手段之一。

第一节 医学影像成像技术

一、X 线成像和临床应用

X 线成像技术应用于临床疾病诊断已有一百多年历史,至今仍然是医学影像学检查的重要组成部分,它具有的重要作用并未完全被其他现代成像技术所取代。

(一) X 线成像原理和设备

1. X 线的特性 X 线是一种电磁波,波长范围为 $0.000\ 6\sim 50\text{nm}$ 。是在真空管内高速运行的电子束撞击钨 (或钼) 靶时而产生的。

X 线具有以下与 X 线成像相关的特性。

(1) 穿透性: X 线具有很强穿透力,能穿透可见光不能穿透的物体,在穿通过程中有一定程度的吸收即衰减。X 线的穿透力与 X 线管电压相关,管电压越高,所产生的 X 线穿透力越强;反之, X 线穿透力越弱。穿透性是 X 线成像的基础。

(2) 荧光效应: X 线能激发荧光物质 (如硫化锌镉及钨酸钙) 产生可见光。荧光效应是透视检查的基础。

(3) 感光效应: X 线可引起感光材料感光,如使感光胶片乳剂中的溴化银放出银离子形成潜影,经显影、定影药液处理后,即可获得具有不同灰度的 X 线照片。感光效应是 X

线胶片成像的基础。

(4) 生物效应：X 线能使组织细胞和体液中的原子分离，产生生物学方面的改变，亦称电离效应。生物效应是放射治疗的基础，也是在 X 线检查时要注意 X 线防护的原因。

2. X 线成像的基本原理 X 线能使人体组织结构在荧光屏上或胶片上形成影像，一方面是基于 X 线的穿透性、荧光效应和感光效应；另一方面是基于人体组织结构之间有密度和厚度的差别。

人体组织结构依密度不同大致分为三类：①高密度的有骨和钙化灶等。②中等密度的有软骨、肌肉、神经、实质器官及体液等。③低密度的有脂肪组织及含有气体的肺组织、胃肠道、鼻窦和乳突气房等。

在人体 X 线摄影时，高密度组织如骨对 X 线吸收多，X 线片感光少，呈白影；低密度组织如含气的肺，与之相反，呈黑影；中等密度组织如实质器官，则介于前两者之间，呈灰影（图 1-1）。此外，透过组织结构的 X 线量的多少也与其厚度有关，厚度越大，则透过的 X 线就越少。因此，X 线片上影像的黑白程度除与组织结构的密度有关外，也受其厚度影响。当 X 线透过人体不同组织结构时，由于密度和厚度的差别，X 线被吸收的程度不同，所以到达荧屏或胶片上的 X 线量即有差异。这样，在荧光屏或 X 线片上的感光度不同就形成明暗或黑白对比不同的影像（图 1-2）。这就是应用 X 线检查进行人体疾病诊断的基本原理。

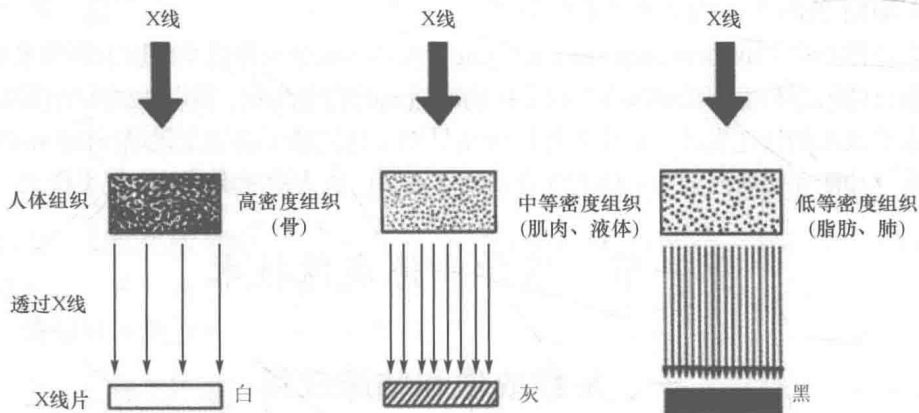


图 1-1 不同组织密度与 X 线成像的关系



图 1-2 踝关节 X 线平片
显示骨、肌肉与脂肪的密度差异

3. X 线设备 传统 X 线设备包括通用型 X 线机、胃肠 X 线机、心血管造影 X 线机、床旁 X 线机、乳腺 X 线机和牙科 X 线机等，它们性能各异，分别有不同的用途。X 线机主要由 X 线管、变压器、操作台及检查床、支架等辅助装置等部件构成。现在应用的 X 线设备包括传统 X 线机和数字 X 线机，应用传统 X 线设备进行摄影时，是以胶片为载体，对透过人体的 X 线信息进行采集、显示和存储。现在的 X 线设备逐渐实现了计算机化、数字化和自动化。

(1) 数字 X 线设备：主要包括计算机 X 线成像（computed radiography, CR）、数字 X 线成像（digital radiography, DR）及数字减影血管造影（digital

subtraction angiography, DSA)。应用 CR 或 DR 进行摄影时,将透过人体的 X 线信息进行像素化和数字化,再经计算机进行各种处理,最后转换为模拟 X 线图像。不同的是 CR 以影像板 (image plate, IP) 代替胶片,作为透过人体 X 线信息的载体,而 DR 则用平板探测器 (flat panel detectors, FPD)。数字化 X 线成像的优点:①摄影条件的宽容度大,可明显降低 X 线辐射剂量。②提高了图像质量,可更加清晰地显示不同密度的组织结构 (图 1-3)。③具有测量、边缘锐化和减影等多种图像处理功能。④图像的数字化信息既可存储在光盘、硬盘中,还可通过图像存储与传输系统 (picture archiving and communication system, PACS) 进行传输。CR 不足之处在于成像速度慢,图像质量也有待提高;与 CR 相比,DR 不但大大缩短了成像时间,还最大限度地降低了辐射剂量等。

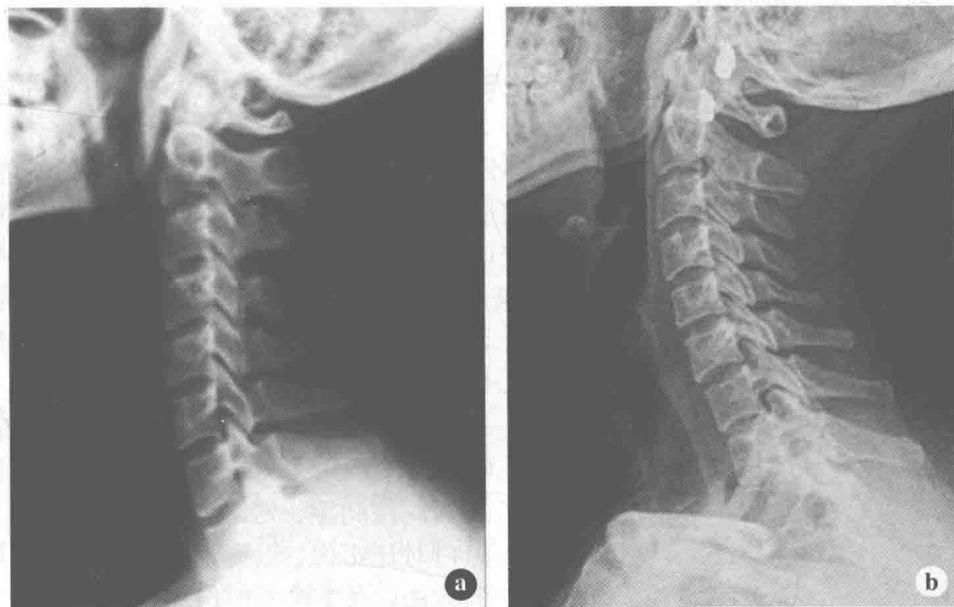


图 1-3 X 线胶片成像与数字成像比较

a. 颈椎 X 线胶片成像; b. 颈椎 DR 成像显示图像质量更清晰,组织结构层次更丰富

(2) 数字减影血管造影 (DSA) 设备: DSA 设备是一种特殊的专用于心血管造影和介入治疗的数字化 X 线设备。以往应用传统心血管造影设备进行血管造影检查时,血管影与邻近骨和软组织影相重叠,影响了血管的显示。DSA 检查则可避免这种影像重叠。数字减影方法是应用计算机对血管内含与不含对比剂图像的数字矩阵进行相减处理,这样便可消除骨与软组织影像,仅留有清晰的血管影像 (图 1-4)。目前,DSA 检查仍然是诊断心血管疾病的金标准,也是血管内介入治疗不可缺少的成像手段。

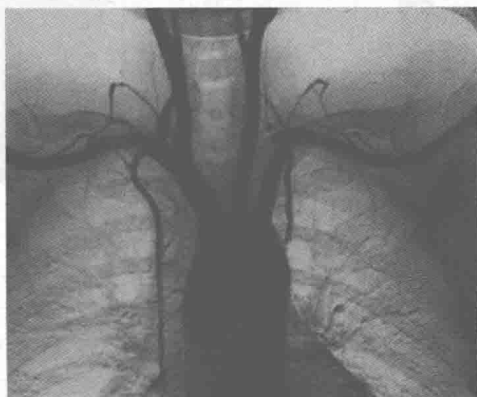


图 1-4 DSA 图像

消除胸部骨骼及软组织影,仅显示血管

(二) X 线检查技术

1. 普通检查

(1) 透视：透视是利用透过人体被检查部位的 X 线在荧光屏上形成影像的检查方法。目前多采用平板探测器（FPD）和影像增强电视系统代替荧光屏。透视下可转动患者体位，从不同方位进行观察；可了解器官的动态变化，如心和大血管的搏动、膈的运动及胃肠蠕动等；操作方便；费用低。透视主要用于胃肠道钡剂造影检查、介入治疗和骨折复位等。

(2) X 线摄影：常简称为拍片，其影像对比度及清晰度均较好，广泛用于检查人体各个部位。X 线摄影时，常需行两个方位摄影，例如正位和侧位。目的是更好地发现病变，显示病变的特征和空间位置。

2. 特殊检查

(1) 软 X 线摄影：是应用钼靶或铑靶 X 线管的摄影技术，专门用于乳腺 X 线检查。

(2) 体层摄影：普通 X 线片上，一部分影像因与其前、后影像重叠，而不能显示。体层摄影是指利用特殊装置获得某一选定层面上结构的影像，而选定层面以外的结构则在投影过程中被模糊掉。对于显示病变内部结构是否有空洞、钙化或显示支气管腔有无狭窄等方面，体层摄影较普通 X 线摄影有一定优势，但影像分辨力低。目前主要用于口腔齿科检查，其他部位体层摄影已被 CT 检查替代。

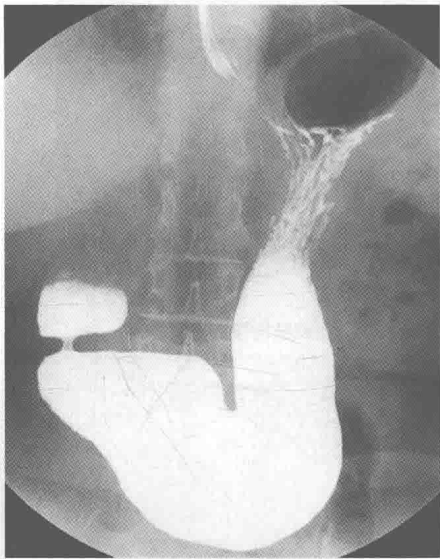


图 1-5 胃肠钡餐造影
口服造影剂显示胃肠形态

3. 造影检查 造影检查是将造影剂（对比剂）引入缺乏自然对比影像的器官内或其周围间隙，使之产生人工密度差，形成黑白对比影像，以显示器官形态结构和功能的方法。造影检查的应用，显著扩大 X 线检查范围。

造影剂（对比剂）按其密度高低分为两类。高密度（阳性）造影剂有钡剂和碘剂；低密度（阴性）造影剂为气体，现临床已少用。

钡剂为医用硫酸钡粉末，加水配成钡混悬液，主要用于消化道造影（图 1-5），并可用气钡双重造影，提高诊断正确率。

有机碘溶剂分两类：①离子型（如泛影葡胺）具有高渗性，易出现毒性反应，已趋于淘汰；②非离子型（如碘普罗胺）具有相对低渗性、低粘度和低毒性特点，减少了毒性反应的出现，临床应用广泛，主要用于心血管和尿路等造影检查。

(三) X 线图像特点和临床应用

1. X 线图像特点

(1) X 线图像是黑白灰阶图像。图像的黑白灰度反映了物质的密度高低和受检部位的厚度。

(2) X 线图像是立体结构的平面投影, 有结构重叠。X 线图像是 X 线束穿透某一部位的不同密度和厚度组织结构后的投影总和, 是该穿透路径上各个结构影像相互叠加在一起的影像。例如, 正位 X 线投影中, 既有前部, 又有中部和后部的组织结构。

(3) X 线呈锥形投射, X 线影像有一定的放大。X 线束从 X 线管向人体作锥形投射, X 线影像有一定程度的放大和使被照体原来的形状失真; 被照体与探测器越远, 放大率和失真度越大 (图 1-6)。因此, X 线摄影检查时, 要求被照体尽量接近探测器。

2. X 线临床应用 近年来一些先进影像技术 (如 CT 和 MRI 等) 显示了很大的优越性, 但它们并不能取代 X 线检查。肺部、胃肠道、骨关节及心血管等部位仍主要使用 X 线检查。X 线检查具有整体成像、成像清晰、经济和简便等特点, 仍然是影像诊断中使用最广泛和最基本的检查方法。

3. X 线防护 X 线照射人体将产生一定的生物效应。若接触的 X 线量超过容许辐射量, 就可能产生放射反应, 甚至放射损害。要严格掌握 X 线检查的适应证, 避免不必要的照射, 尤其是孕妇和小儿, 早孕者应属禁忌。但是, 如 X 线量在允许范围内, 则少有影响。因此, 也不应对 X 线检查产生过度疑虑或恐惧, 而应重视防护。X 线检查时应遵循辐射防护基本原则。①屏蔽防护: 用高密度物质作为屏蔽物, 遮挡敏感部位和器官, 如含铅的防护服、眼罩、颈套和三角裤等。②距离防护: 利用 X 线量与距离成反比的原理, 适当扩大检查室的空间, 减少散射线的辐射。③时间防护: 每次检查的照射次数不宜过多, 并尽量避免重复检查。

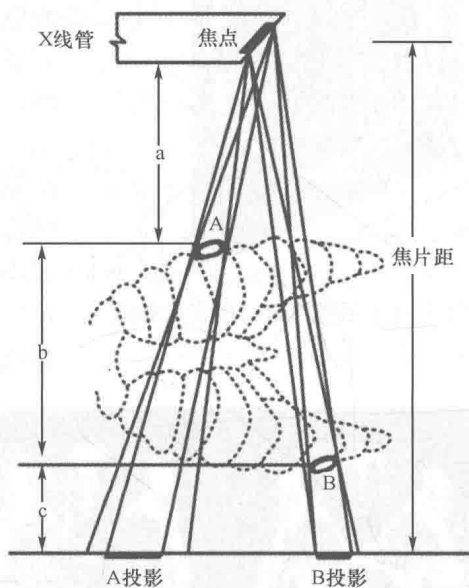


图 1-6 X 线放大与失真

X 线管焦点具有一定的面积, 所投射的 X 线束使 X 线影像放大并产生半影, 病灶 A 距离探测器较病灶 B 远, 病灶 A 投影的放大率与失真度较病灶 B 大

二、CT 成像和临床应用

计算机体层成像 (CT) 是由英国工程师 Hounsfield 设计并于 1972 年应用于临床。CT 的应用, 明显扩大了医学影像诊断的应用领域, 提高了病变的检出率和诊断的准确率, 促进了医学影像学的发展。为此, Hounsfield 获得了 1979 年度诺贝尔生理学或医学奖。

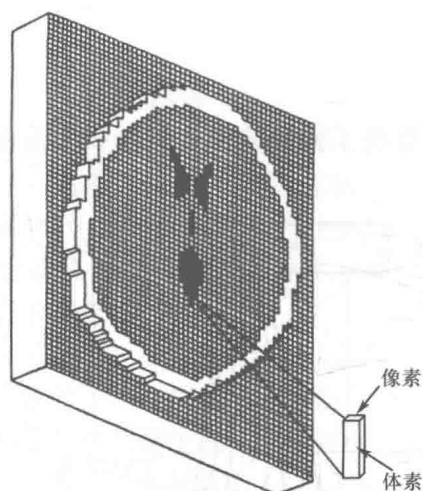


图 1-7 CT 图像体素与像素示意图

(一) CT 成像原理与设备

1. CT 成像的基本原理 CT 是利用 X 线束从多个方向对人体某部位一定厚度的层面进行扫描, 由探测器接收透过该层面的 X 线, 将其转变为可见光后, 由光电转换器转变为电信号, 再经模拟/数字转换器转为数字信号, 输入计算机处理并重建图像。图像处理时将选定层面分成若干个体积相同的长方体, 称之为体素。扫描所得信息经过计算而获得每个体素的 X 线衰减系数或吸收系数, 再排列成数字矩阵。经数字/模拟转换器把数字矩阵中的每个数字转为由黑到白的等灰度小方块, 即像素, 并按矩阵排列, 构成 CT 图像 (图 1-7)。CT 图像常为人体某一部位多个连续的轴面断层图像 (图 1-8)。

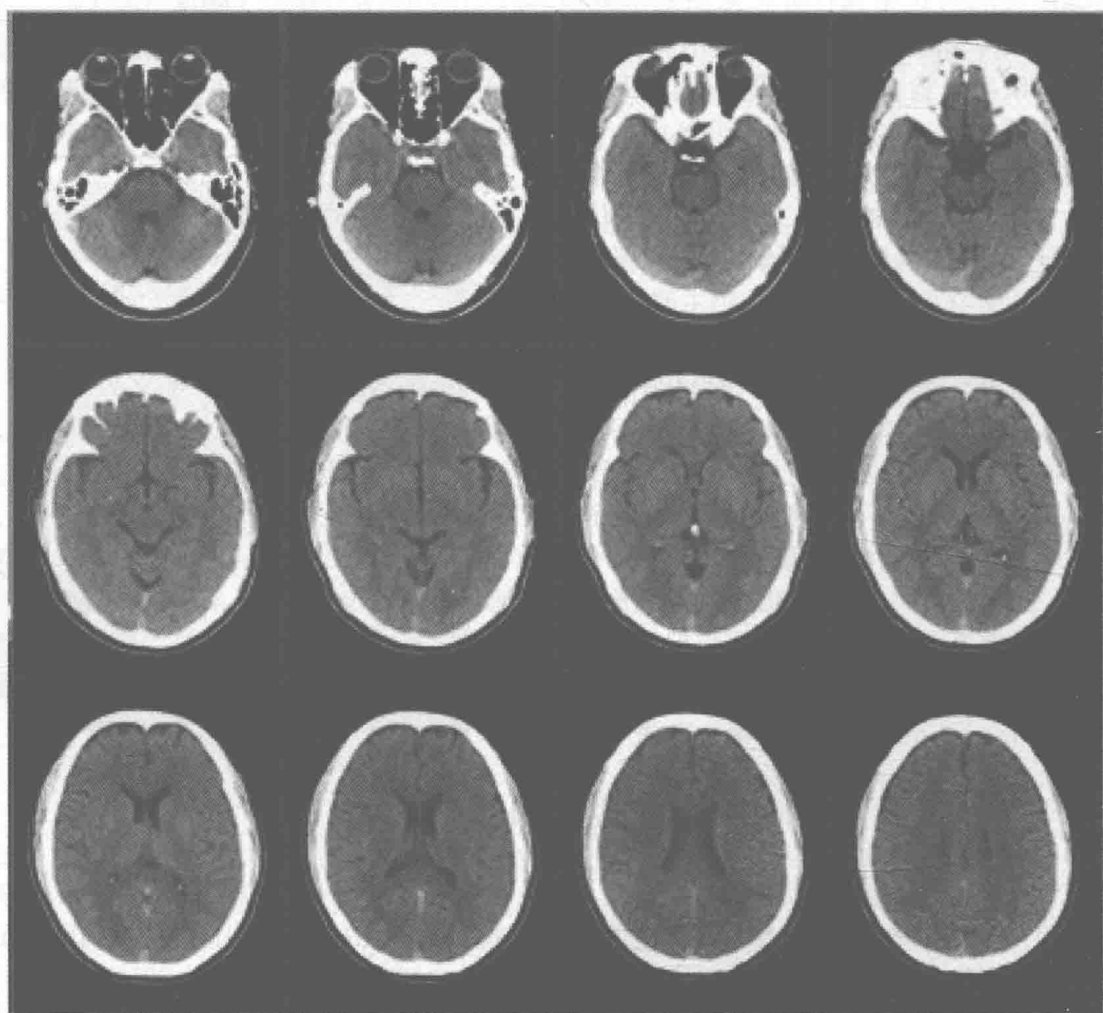


图 1-8 头颅 CT 断层图像

2. CT 设备 CT 主要由以下三部分组成。①扫描系统：包括 X 线发生装置、准直器、探测器、扫描机架和检查床等，用于不同部位和层厚的扫描。②计算机系统：负责整个 CT 装置的运行，进行 CT 图像重建和后处理，以及 CT 设备故障的检测。③图像显示和存储系统：包括显示器、激光打印机和光盘刻录机等，可进行图像显示、照片摄制和图像资料存储。

CT 设备发展迅速，由单层采集 CT 发展到多层螺旋 CT (multi-slice spiral CT, MSCT)。MSCT 采用了滑环技术，X 线管和探测器可单方向连续旋转，床和人体匀速前进或后退，连续产生 X 线，连续取样，围绕人体的一段体积螺旋式地采集数据，故也称容积 CT (volume CT)。此外，MSCT 在扫描速度和层厚方面也有了很大改进，单周 360°的扫描速度已达 0.27~0.40s，层厚可小至 0.5~0.625mm。如此，不但显著提高了成像的时间分辨力，有利于活动器官如心脏的成像；而且进一步提高了图像的空间分辨力，提高了图像质量。目前，多层螺旋 CT 已成为主流机型，包括 4 层、16 层、64 层、256 层和 320 层螺旋 CT。MSCT 的最新机型还有双源 CT 和能谱 CT。

(二) CT 检查技术

1. CT 检查方法

(1) 平扫：指未用血管内造影剂的 CT 扫描。CT 检查一般都是先行平扫。一些病变，如急性脑出血、支气管扩张、肝囊肿和肾结石等，平扫即能诊断；但是，更多见的是平扫虽显示病变，但难以明确诊断。

(2) 增强扫描：是经静脉注入水溶性有机碘对比剂后再行扫描的方法，较常应用。血管内注入碘对比剂后，器官与病变内碘的浓度可产生差别，形成密度差，可使病变显影更为清楚；还可观察某些器官或病变中对对比剂分布与排泄的特点，以利于疾病的定性诊断。平扫显示病变而未能明确诊断或可疑异常，均应行增强检查。增强检查时，正常组织结构及病变内可因其内含有碘对比剂而密度增高，称之为强化。通过病变有无强化、强化的程度和方式等，常有助于定性诊断。

根据对比剂注入后的扫描延迟时间和扫描次数，分为以下几种增强检查方法。①普通增强检查：常用于头颈部疾病的诊断。②多期增强检查：能够动态观察病变强化程度随时间所发生的变化，有利于定性诊断 (图 1-9)，主要用于腹、盆部疾病的诊断。③CT 血管成像 (CT angiography, CTA)：用于血管病变的诊断，如肺动脉栓塞、血管瘤和主动脉夹层等。

(3) 高分辨力 CT 扫描：高分辨力 CT 扫描 (high resolution CT, HRCT) 是通过薄层扫描，大矩阵、骨算法重建图像，获得良好空间分辨力 CT 图像的扫描技术。常用于骨、内耳、肾上腺或肺等细微结构及微小病变的观察。

2. CT 图像后处理技术 螺旋 CT 扫描层厚较薄并获得连续横断层面容积数据，应用计算机软件，能够进行多种图像后处理，获得新的显示方式，以供观察和分析。

(1) 二维显示技术：①薄层面重组：可以提高图像的空间分辨力，有助于微小病灶的显示。②多平面重组 (multiplanar reformation, MPR)：包括冠状、矢状及任何方位的图像重组，有利于确定病变位置及毗邻关系 (图 1-10a)。③曲面重组 (curved planar reformation, CPR)：能够整体显示走行弯曲的结构，例如冠状动脉 (图 1-7a, 图 1-7b)。

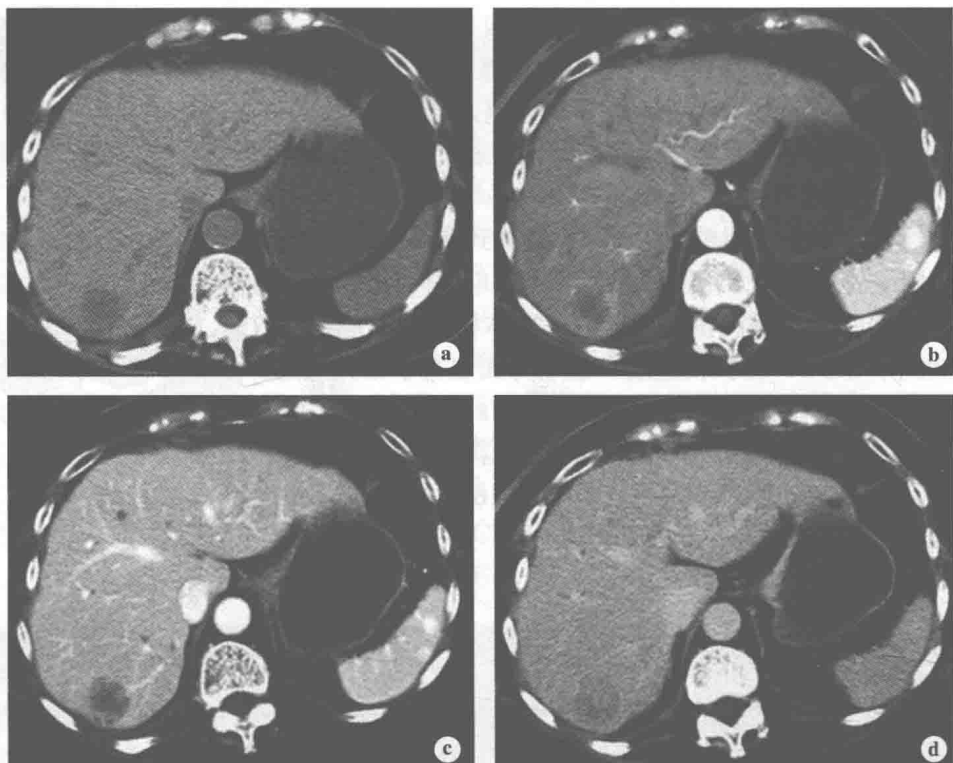


图 1-9 肝 CT 动态增强

a. 平扫; b. 动脉期; c. 门脉期; d. 平衡期

(2) 三维显示技术: ①最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP): 可于不同方位上整体观察高密度结构, 例如增强后的血管显示 (图 1-10b)。②最小密度投影 (minimum intensity projection, MinIP): 可于不同方位上整体观察低密度结构, 例如支气管树 (图 1-10c)。③表面遮盖显示 (surface shaded display, SSD) 和容积再现 (volume rendering, VR): 两者均能三维显示复杂结构的全貌, 立体感强 (图 1-10d)。其中, VR 技术还可进行透明化和伪彩处理, 形象逼真。主要用于立体显示心血管和骨骼系统及与毗邻结构的关系。

(3) 其他后处理技术: 包括 CT 仿真内镜 (CT virtual endoscopy, CTVE)、各种结构分离技术、肺结节分析技术、骨密度分析技术、心功能分析技术和冠状动脉分析技术等。

(三) CT 图像特点和临床应用

1. CT 图像特点

(1) CT 图像为层面图像: CT 图像是人体断面图像, 解剖结构清晰, 无影像重叠, 明显提高了病变的检出率。但是, 为了显示器官和组织结构的全貌, 需要多个连续断面图像。

(2) 可行密度量化分析: CT 图像以不同灰度反映器官和组织对 X 线的吸收程度。与 X 线图像一样, 密度高的组织为白影, 密度低的组织为黑影。CT 测量组织密度的量化指标是 CT 值, 可以更精确地反映组织密度高低, CT 值单位为亨氏单位 (Hounsfield unit, HU)。

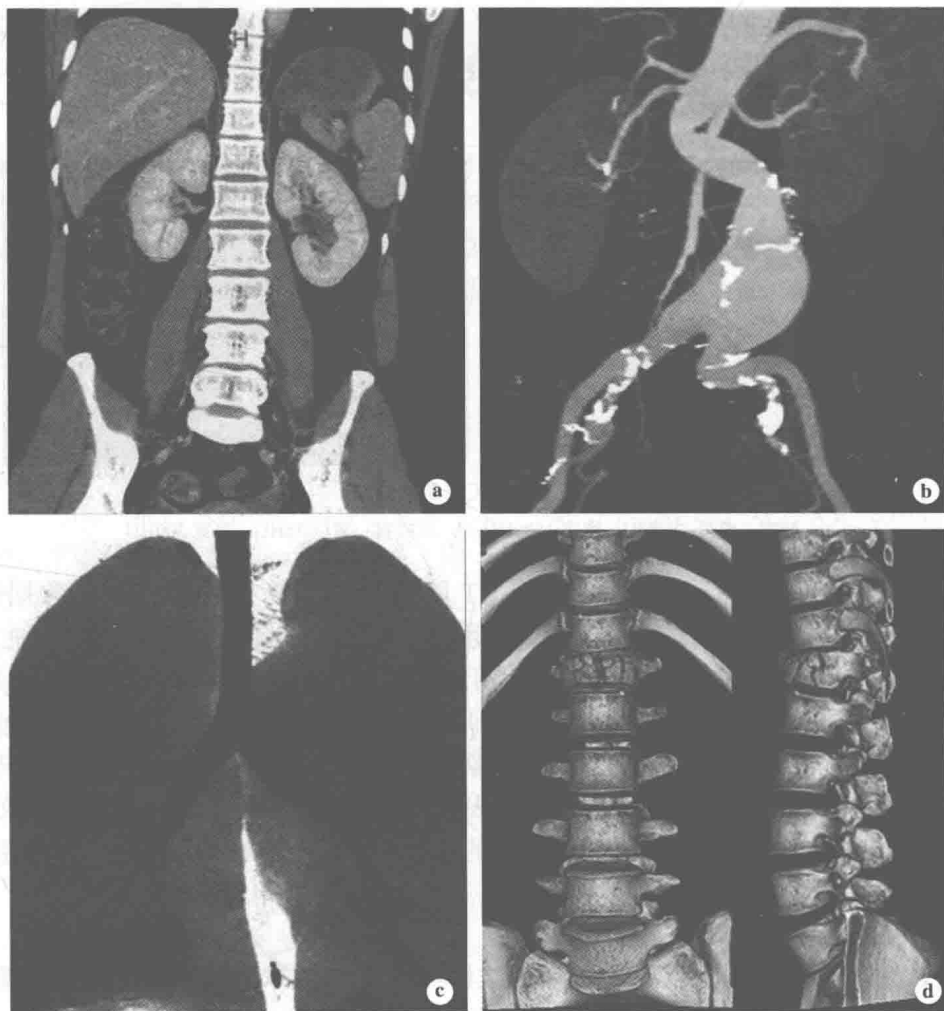


图 1-10 CT 图像后处理技术

a. 腹部 MPR 冠状面重组; b. 腹部血管最大密度投影; c. 支气管最小密度投影; d. 脊柱容积再现

水的 CT 值为 0HU，人体中密度最高的骨皮质 CT 值为+1000HU，最低密度的气体 CT 值为-1000HU；人体中密度不同的各种组织的 CT 值则居于-1000HU 到+1000HU 的 2000 分度之间。人体软组织的 CT 值为 25~60HU，脂肪的 CT 值为-90~-70HU（图 1-11）。

（3）需要调整 CT 窗口技术显示人体不同组织结构：由于 CT 的密度分辨力高，人体组织的 CT 值有数千个，而一般人眼只能区分 16 个灰阶，CT 值的数量大大地超出了人眼识别灰阶的能力。为了使图像上感兴趣的组织结构达到最佳的观察效果，需根据其 CT 值范围，选用不同的窗口设置，其中包括窗位和窗宽。窗位和窗宽的设定较为复杂，通常的设定原则是以主要观察组织的平均 CT 值为窗位，窗宽则要包含层面中所观察最高密度组织的 CT 值和最低密度

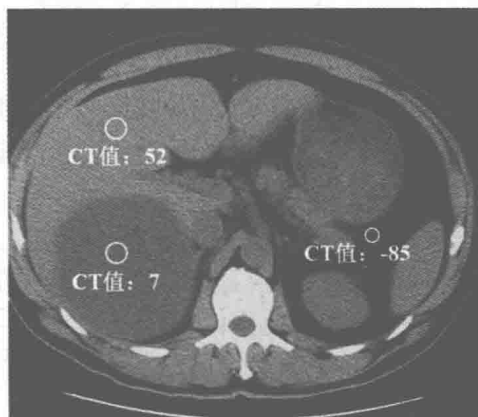


图 1-11 人体 CT 值的测量

肝实质 52HU，脂肪-85HU，肝囊肿 2HU

组织的 CT 值。例如在胸部 CT 图像上,肺窗(窗位 -700HU ,窗宽 1500HU)可最佳显示肺组织及其病变,而纵隔窗(窗位 35HU ,窗宽 300HU)才能最佳显示纵隔及其病变(图 1-12)。

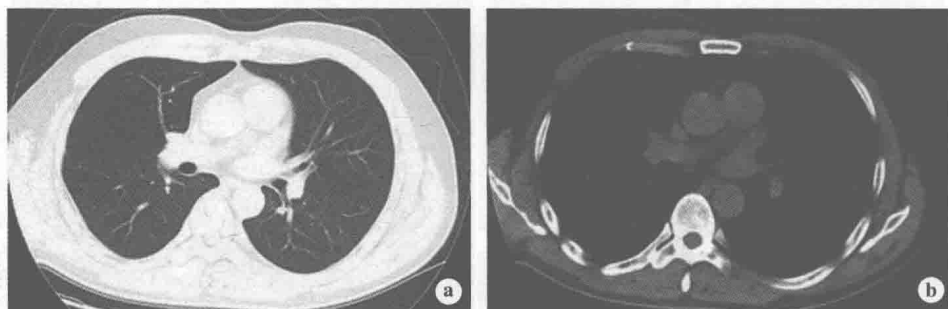


图 1-12 CT 窗技术

a. 肺窗:窗位 -700HU ,窗宽 1500HU ; b. 纵隔窗:窗位 35HU ,窗宽 300HU

(4) CT 图像可以进行后处理:螺旋 CT 能够运用计算机软件对成像数据进行多种后处理,可做任意平面的二维图像重组、三维立体图像重组及其他多种分析技术,可以从不同角度多方位观察,有利于直观地显示正常结构及病变的形态及毗邻关系。

(5) 受到部分容积效应影响:当 CT 图像中同一体素内含有两种密度不同组织时,则该像素所显示的密度或测得的 CT 值并非代表其中任何一种组织,此即部分容积效应;部分容积效应影响了小病灶的观察。采用更薄的扫描层厚或重建层厚,可克服部分容积效应的影响。

2. CT 临床应用

(1) CT 能无重叠地显示人体断面解剖结构:CT 检查获取的图像是人体组织器官真正的横断面或冠状断面的图像,这些图像既避免了不同组织器官病变影像相互重叠,又能提供受检组织器官和病灶等的解剖细节;并可通过特殊的软件功能,对 CT 图像进行多方位重组,从而更好地对病变或组织器官的形态、大小、部位及邻近关系等作出准确和立体的判断,为临床诊断提供更有价值的依据。

(2) CT 图像的密度分辨力高:CT 和普通 X 线检查最大的不同是 CT 可把组织间的微小 X 线吸收差异以不同的灰阶表现在图像上。CT 所摄取的是一极薄层的人体横断面,将其显示在二维空间的画面上,不含有其他组织结构的重叠干扰。因此,CT 图像具有较高的组织密度分辨力。

(3) CT 为非侵袭性检查:与普通 X 线检查、同位素和超声波检查一样,均无需损伤身体即可完成检查,故称之为“无损伤性诊断方法”,而且 CT 检查全过程中所接受的照射均在安全允许范围内。

(4) CT 具有很高的诊断价值:CT 对脑部疾病的诊断价值已无可质疑,它对颈部、纵隔、肺、大血管、脊柱、腹膜后、肝、脾、肾、胰、胆囊、肾上腺、子宫、卵巢和膀胱等软组织病变的发现,病变位置及其侵犯程度的确认都有其特殊价值。CT 不但对诊断有帮助,对疾病治疗效果的追踪也有很大的参考价值。

三、MRI 成像和临床应用

磁共振成像 (MRI) 是利用强外磁场中人体内的氢质子 (^1H) 在特定射频脉冲 (radio frequency, RF) 作用下发生磁共振现象所产生的信号, 经图像重建的一种成像技术。1946 年发现了原子核磁共振这一物理现象, 1973 年 Lauterbur 应用该物理现象获得了人体 MRI 图像。MRI 的应用极大促进了医学影像诊断学的发展。为此, Lauterbur 获得了 2003 年诺贝尔生理学奖。

(一) MRI 成像原理和设备

1. MRI 成像的基本原理

(1) 物质基础: 人体内广泛存在氢原子核, 氢核内的质子 (^1H) 带正电荷, 并因自旋运动而产生磁矩, ^1H 犹如一个小磁体 (图 1-13)。通常体内无数的小磁体呈随机无序排列, 磁力相互抵消。

(2) 纵向磁化与质子进动: 当把人体放入一个强外加磁场中, 氢质子将沿外加磁场方向排列, 产生纵向磁化 (图 1-14)。同时, 这些质子的自旋轴围绕着力外加磁场的磁力线做快速锥形旋转运动, 称为进动, 每秒旋转的次数为进动频率。

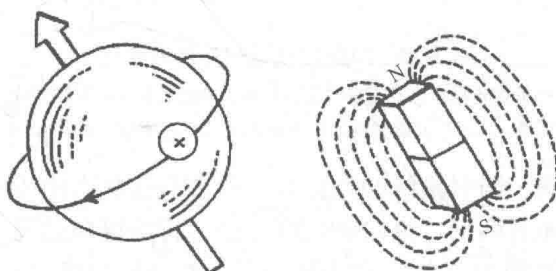


图 1-13 质子

质子带正电荷, 并做自旋运动, 运动的电荷产生电流, 电流产生磁场, 质子为小磁体

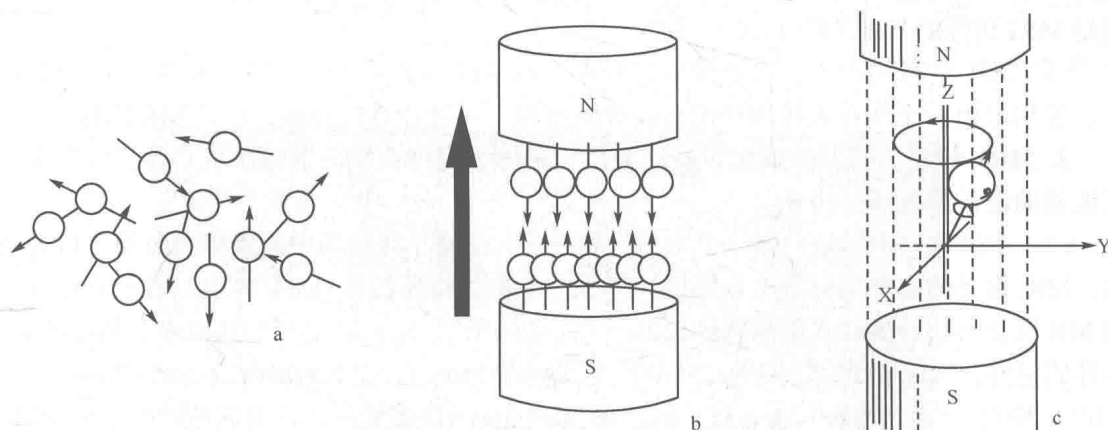


图 1-14 进入主磁体前后人体组织中氢质子的核磁状态变化

a. 进入主磁体前氢质子杂乱无章地排列; b. 进入主磁体后, 质子的磁场方向与主磁场方向平行排列, 平行同向者略多于反向者, 互相抵消后产生一个与主磁场方向一致的宏观磁化矢量; c. 质子除自旋运动外, 还做快速锥形的旋转运动, 即进动