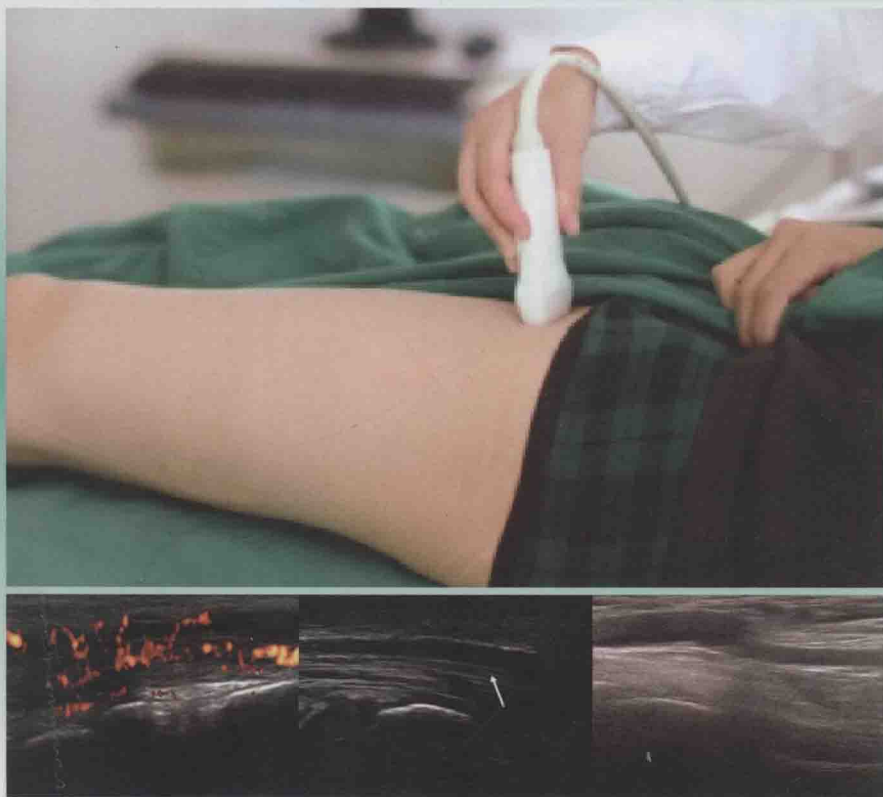


风湿性疾病的 肌肉骨骼超声

—— 标准化操作及应用

张卓莉◎主编



北京大学医学出版社

风湿性疾病的肌肉骨骼超声

——标准化操作及应用

主编 张卓莉

编委 邓雪蓉（北京大学第一医院）

耿 研（北京大学第一医院）

李家荣（香港养和医院）

季兰岚（北京大学第一医院）

周 炜（北京大学第一医院）

郝燕捷（北京大学第一医院）

李光韬（北京大学第一医院）

赵 娟（北京大学第一医院）

王 昱（北京大学第一医院）

田 真（北京大学第一医院）

北京大学医学出版社

FENGSHIXING JIBING DE JIROU GUGE CHAOSHENG
—BIAOZHUNHUA CAOZUO JI YINGYONG

图书在版编目(CIP)数据

风湿性疾病的肌肉骨骼超声：标准化操作及应用 /

张卓莉 主编. —北京：北京大学医学出版社，2013.9

ISBN 978-7-5659-0633-6

I. ①风… II. ①张… III. ①风湿性—肌肉骨骼系统—超
声波诊断 IV. ①R593.210.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第195772号

风湿性疾病的肌肉骨骼超声——标准化操作及应用

主 编：张卓莉

出版发行：北京大学医学出版社（电话：010-82802230）

地 址：(100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址：<http://www.pumppress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷：北京圣彩虹制版印刷技术有限公司

经 销：新华书店

责任编辑：宋建君 责任校对：金彤文 责任印制：张京生

开 本：787mm×1092mm 1/16 印张：11.5 字数：253 千字

版 次：2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 978-7-5659-0633-6

定 价：99.50 元

版权所有，违者必究

（凡属质量问题请与本社发行部联系退换）

本书由

北京大学医学科学出版基金
资助出版

传统与更新

——序

多年来，风湿性疾病中关节的辅助检查是应用影像学中的X线平片。我们对其积累了丰富的经验和成熟的评估方法，但它受到了技术的限制，不能提供一些微小病变的影像学表现而不利于疾病的早期诊断。因此，X线平片受到了近年来发展较快的新型影像学技术如磁共振、超声的挑战。

以超声为例，多年来它已广泛应用于人体各大器官（如肝、胆囊、胰、脾、肾和盆腔脏器）及胎儿等的检查，并取得了良好的效果。如今，超声的应用将扩展到肌肉骨骼系统。国外研究的数据显示肌肉骨骼超声检查对各种炎性关节病的诊断以及预测类风湿关节炎的复发都有一定的价值，并且经与病理及X线平片进行对比后，超声的价值得到肯定。目前，国内少数三甲医院逐步开展了关节超声的检测并积累了数据。诚然，超声技术的无创性、价廉（相对的）、可近期重复等是其优越性，但它亦受到操作者相关知识、经验、操作技术水平等的影响。因此，提高肌肉骨骼超声操作者的技术水平非常关键，培养熟练的具备风湿病知识的超声技术人员很重要。

本书是北京大学第一医院风湿免疫科的医师们根据相关知识和自身探索实践，并收集肌肉骨骼超声的资料和分析操作过程中取得的经验撰写而成，目的是为国内开展此项技术提供一些基本知识和经验，值得对此有兴趣的同道们一阅。一本具有较新内容的书难免会有不足之处，欢迎同道们提出批评和指正以求学术上的纯正。

我相信，开展肌肉骨骼超声及其他新型影像技术会推动我国风湿病学的发展，也希望借此契机与读者共同探讨超声在风湿免疫性疾病中的应用价值。

董怡

2013年4月15日

北京

经验与知识

——前言

在我们最初向全国风湿科推广新型影像技术之时，就有写作此书的想法。许多同行在参加完我们的培训班后总是问“是否能够提供课件？”或“是否可以提供更详尽的资料？”经过一段时间的准备后，我们着手编写了本专著。

我一直觉得经验是属于个人的，知识是开放的。医学是临床实践性很强的学科，不能只停留在知识层面，过分强调知识而忽视经验是危险的。我从 2001 年在英国工作期间就开始涉足肌肉骨骼超声在关节炎中的实践，2008 年在荷兰工作期间，在此方面的经验更是得到了发展和提高。近三年来，我对此投入了巨大的精力，我和我的同事们共同积累经验、演习操作、准备课程，在全国性学术活动中数十次讲解风湿性疾病中的影像学技术；到目前为止，共开展了五次磁共振技术培训班和九次肌肉骨骼超声标准化操作和应用的全国性培训班，先后有数百名同行参加了我们的培训班。我们逐渐从影像学的“门外汉”成为了“专业的风湿病影像学医生”。这几年自身的渐进式成长让我体会到，掌握影像学技术对于风湿科医生而言，经验重于知识，知识是表象，经验是本质。与参加我们培训班的同行们交流越多，大家的认识越一致，经验也逐渐练达，通过经验凝练的知识也更加清晰，所以我们才有足够的勇气撰写这本书。

肌肉骨骼超声在风湿科的应用始于 20 世纪末，欧美国家在制定肌肉骨骼超声扫描的基本方法、超声技术的推广等方面做了很多工作，已经获得了许多循证医学的证据。现在，肌肉骨骼超声已经成为风湿科的常规检查技术，操作培训也成为美国和欧洲风湿病学年会的重要内容。另外，在循证医学证据的基础上，欧洲抗风湿病联盟不久前还发表了影像学技术在类风湿关节炎患者管理中应用的建议。

新型影像学技术在我国风湿病学领域尚处于萌芽时期，尽管我们即将看到它的蓬勃发展，但是我们也意识到，热点之下不免有误区。很多人认为只要有设备就可以完成风湿性疾病所需要的影像学检查。本人某天偶然接到一个中外合资医院影像科的电话，希望推荐患者，他们说可以完成各种风湿性疾病的磁共振和超声检查。其实，有了先进的设备，还必须了解获得高质量图像所需要的技术参数和条件，例如，磁共振的序列、超声探头的频率、增益大小等，获得高质量的影像是发现异常的重要前提。超声为实时检查技术，对操作者水平的依赖性很强。检查体位的不同

或者探头摆放位置不同,均可能导致不同的检查结果。只有了解患者疾病的特点、掌握规范的操作规程才可能获得准确的影像数据,才能够更好地辅助临床诊断和治疗。目前,新型影像学技术在风湿病领域中应用的状况正如20年前的自身抗体检测一样,需要一个始乱归真的过程。本书介绍的重点内容是:肌肉骨骼超声的标准化操作规范及其在风湿性疾病中的应用。书中对全身各重要关节进行超声检查时的标准体位、探头位置、正常与异常超声改变进行了详尽的描述,并配合了大量清晰的图片。另外,针对肌肉骨骼超声在多种常见风湿病中的应用以及引导关节腔穿刺等方面也进行了详尽的描述。本书是国内第一本关于风湿性疾病肌肉骨骼超声检查的教材,也是一次有益的探索,恳请同行们给予建议,共同促进肌肉骨骼超声技术在风湿性疾病中的完善和发展。

此书不是我一个人的创作,是我科全体同事(尤其是邓雪蓉和耿研医生)与部分同行朋友的经验积累。特别感谢香港李家荣医生的大力支持和协助。3年前,家荣医生初次来到北京与我们一起开始了超声检查和培训的工作,3年来他多次率领香港的同行们(李嘉丽、何紫筠、陈嘉恩、陈珮珊、余嘉龙医生)来我科莅临指导,又邀请我科年轻医生去香港学习培训,手把手地传授。在此向无私奉献的香港医生们表示衷心的感谢。另外,在我们为解剖图谱发愁之际,首都医科大学高秀来老师给予了我们很大支持,同意我们引用北京大学医学出版社《人体解剖学》第2版的部分解剖图,在此我们表示真挚的谢意。最后,感谢所有曾经支持和帮助我们开展超声培训的朋友们。

由于风湿性疾病的肌肉骨骼超声在国内刚刚起步,书中的内容还有待完善,缺陷也难免,希望广大读者批评指正。我们希望此书能起到抛砖引玉的作用,推动我国风湿性疾病肌肉骨骼超声技术的发展。

希望此书的问世能帮助更多的医生和医学生在风湿病影像学的道路上成就自己、发展自己,获得更多的自信,真正得到快乐与智慧!

张卓莉

2013年4月10日于北京

目录

第一章 医学超声基础

第一节 超声波的历史	1
一、超声波在医学中的早期发展	1
二、肌肉骨骼超声的发展	1
三、肌肉骨骼超声的发展方向	2
第二节 超声波的基本概念	3
一、声波的概念	3
二、超声波的物理性能	4
三、人体组织声学类型	6
第三节 超声波及多普勒效应的应用	8
一、影响超声检查分辨性能的几个因素	8
二、超声成像模式	10
三、多普勒效应的原理及应用	11
四、超声设备的调试	13
五、超声伪像	16

第二章 肌肉、骨骼、关节及其附属结构的解剖和超声表现

第一节 肌肉	21
一、正常肌肉的解剖	21
二、肌肉的超声检查技术	22
三、正常肌肉的超声影像	22
四、病理状态下肌肉的超声影像	22
第二节 肌腱	23
一、正常肌腱的解剖	24
二、肌腱的超声检查技术	24
三、正常肌腱的超声影像	25

四、病理状态下肌腱的超声影像	25
第三节 神经	27
一、正常神经的解剖	27
二、神经的超声检查技术	27
三、正常神经的超声影像	27
四、病理状态下神经的超声影像	28
第四节 骨和软骨	28
一、正常骨和软骨的超声影像	28
二、病理状态下骨和软骨的超声影像	28

第三章 关节的标准检查规范

第一节 肩关节	31
一、肩关节的解剖	31
二、肩关节的标准超声检查规范	35
三、肩关节常见病变的超声表现	41
第二节 肘关节	44
一、肘关节的解剖	44
二、肘关节的标准超声检查规范	48
三、肘关节常见病变的超声表现	53
第三节 腕关节及手部	56
一、腕关节及手部的解剖	56
二、腕关节及手部的标准超声检查规范	60
三、腕关节及手部常见病变的超声表现	68
第四节 髌关节	71
一、髌关节的解剖	71
二、髌关节的标准超声检查规范	74
三、髌关节常见病变的超声表现	76
第五节 膝关节	79
一、膝关节的解剖	79
二、膝关节的标准超声检查规范	83
三、膝关节常见病变的超声表现	88
第六节 踝关节及足部	93
一、踝关节及足部的解剖	93

二、踝关节及足部的标准超声检查规范	96
三、踝关节及足部常见病变的超声表现	104

第四章 肌肉骨骼超声在风湿性疾病中的应用

第一节 炎性关节病的超声表现与分级	111
一、关节病变的超声表现定义及分级	111
二、关节周围软组织病变的超声表现定义	117
三、其他病变的超声表现定义	118
第二节 类风湿关节炎	120
一、类风湿关节炎基础病变在超声中的表现	120
二、肌肉骨骼超声在类风湿关节炎中的应用价值	124
第三节 脊柱关节炎	130
一、脊柱关节炎基础病变在超声中的表现	131
二、肌肉骨骼超声在脊柱关节炎中的应用价值	134
第四节 骨关节炎	136
一、骨关节炎的临床表现及 X 线表现	136
二、骨关节炎的超声表现及病变分级	137
第五节 晶体相关性关节炎	141
一、痛风	141
二、焦磷酸钙沉积病	144
三、碱性磷酸钙晶体沉积病	145
四、其他晶体沉积病	146
第六节 感染性关节炎	146
一、感染性关节炎的临床表现及 X 线表现	146
二、感染性关节炎的超声表现	147
第七节 其他风湿性疾病	148
一、大血管炎	148
二、干燥综合征	152
三、脂膜炎	153

第五章 肌肉骨骼超声引导介入操作

第一节 概述	157
一、适应证与禁忌证	157

- 二、设备选择 158
- 三、穿刺路径选择 159
- 四、无菌要求及并发症 160
- 第二节 超声引导下的操作 160
 - 一、超声引导下的关节腔穿刺术 160
 - 二、超声引导下关节腔内 / 软组织局部注射 165
 - 三、治疗腱鞘囊肿及关节腔积液 166
 - 四、引流肌肉脓肿 168

第一节 超声波的历史

人们对声波及其特性的认识已有源远流长的历史。1912 年泰坦尼克号沉没后，加拿大籍的 Reginald A. Fessenden 发明出第一套声波定位仪器 (Sonar-sound navigation and ranging)，有助于探测两海里之内的冰山^[1]。该仪器在第一次及第二次世界大战中便开始应用于探测敌方的潜水艇。工业上，超声技术则应用于寻找金属结构缺陷，如裂缝及损坏等。

一、超声波在医学中的早期发展

最初将超声波技术应用于医学的是维也纳神经科医生 Karl Dussik。他于 1942 年尝试应用超声技术对脑肿瘤进行定位^[2]。在 20 世纪 50 年代，剑桥大学的 John Julian Wild 进一步发现了 A 型超声 (Amplitude) 及 B 型超声 (Brightness) 技术。谈到超声波技术在临床中的应用，不能不提到英国格拉斯哥 (Glasgow) 的妇产科教授 Ian Donald，他在第二次世界大战时接触到有关雷达及超声的技术，之后他在伦敦遇到 John Wild，而后便开展了一系列关于超声波在诊断医学中应用的研究。1958 年，Ian Donald 教授在 *Lancet* 杂志上刊登了使用超声波探查卵巢囊肿的文章^[3]。之后，超声波逐渐在产科推广，主要应用于产前诊断胎盘前置、探测早期子宫内的胎儿以及测量胎儿头部大小等。

二、肌肉骨骼超声的发展

1958 年，K.T. Dussik 发表了首份有关骨骼关节、软骨及关节旁组织的声波特征数据，为肌肉骨骼系统超声的发展奠定了基础^[4]。其后的发展则有待超声探头、计算机技术及 B 超的进一步发展才能再上一个台阶。D.G. McDonald 于 1972 年就 Baker 囊肿与下肢深静脉血栓的超声下表现分别做了描述。

自 20 世纪 70 年代起，肌肉骨骼系统超声逐渐被重视，硬件及成像技术的不断

改进和优化成为其中的催化剂。1978 年, P.L. Cooperberg 对类风湿关节炎的病变, 如滑膜增生及积液的超声表现进行了描述^[5]。1988 年, L. De Flaviis 首次发表了关于类风湿关节炎关节侵蚀的报告^[6]。能量多普勒 (Power Doppler) 的出现让炎性疾病的研究工作有了更加有效的工具。

欧洲国家在肌肉骨骼超声的发展中做了很多工作, 他们在技术的推进、超声使用的推广及培训、制定超声扫描的基本体位和方法等方面都作出了很多贡献^[7]。现在, 不仅仅是风湿科, 还包括影像科、超声科、骨科、运动医学科、麻醉科、疼痛科及康复科都对肌肉骨骼超声有着浓厚的兴趣。美国风湿病学会 (ACR) 在刚刚结束的 2012 年 ACR 会议上还发表了相关的临床建议^[8]。

三、肌肉骨骼超声的发展方向

随着科技的突破, 我们深信肌肉骨骼超声会不断发展。三维超声、能量多普勒的优化、成像后的数据分析都是值得关注的发展方向。希望当技术更成熟, 仪器的制作成本下调后, 更多的医护人员可以给患者提供更经济、更便捷、更准确、更有效的诊治。

参考文献

- [1] D Kane, W Grassi, R Sturrock, et al. A brief history of musculoskeletal ultrasound: From bats and ships to babies and hips. *Rheumatology*, 2004,43(7): 931-933.
- [2] Dussik KT. On the possibility of using ultrasound waves as a diagnostic aid. *Z Neurol Psychiatr*, 1942,174:153-168.
- [3] I Donald, J MacVicar, TG Brown. Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound. *Lancet*, 1985,1(7032):1188-1195.
- [4] KT Dussik, DJ Fritch, M Kyriazidou, et al. Measurements of articular tissues with ultrasound. *Am J Phys Med*, 1958,37(3):160-165.
- [5] PL Cooperberg, I Tsang, L Truelove, et al. Gray scale ultrasound in the evaluation of rheumatoid arthritis of the knee. *Radiology*, 1978,126(3):759-763.
- [6] L De Flaviis, P Scaglione, R Nessi, et al. Ultrasonography of the hand in rheumatoid arthritis. *Acta Radiol*, 1988,29(4):457-460.
- [7] M Backhaus, G Burmester, T Gerber, et al. Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology. *Ann Rheum Dis*, 2001,60(7):641-649.
- [8] T McAlindon, E Kissin, L Nazarian, et al. American College of Rheumatology report on reasonable use of musculoskeletal ultrasonography in rheumatology clinical practice. *Arthritis Care Res*, 2012,64(11):1625-1640.

第二节 超声波的基本概念

一、声波的概念

声波是一种机械波。声波的产生需要两个条件，一个是声源，另一个是能够传播这种机械振动的介质。声波按频率划分，可分为次声波、声波和超声波。当振动源产生频率为 $20 \sim 20000\text{Hz}$ 的振动，在弹性介质中激起疏密波而传播至人的听觉器官（耳）时，可以引起声音的感觉。这种可以听到的频率范围内的振动称为声振动，由声振动激起的疏密波即为声波。超过 20000Hz 的声波是超声波。

有关声波的几个物理量的概念如下：

（一）频率

频率是指单位时间内通过介质中某点的完整疏密波的数目，一般以 f 表示，单位为赫兹 (Hz)， 1Hz 即每秒振动 1 周 (c/s)。

（二）声速

声速是指单位时间内声波（包括超声波）在介质中传播的距离，一般用 C 表示。声速的快慢与介质的密度及弹性有关，而与声波的频率无关。一般来说，声波的传播速度在气体中较小，在液体中较大，在固体中最大。例如，声速在空气中约为 360m/s ，在水中约为 1500m/s ，而在金属中则约为 4500m/s 。在人体软组织中的声速与在水中相近，约为 1500m/s 。

（三）波长

声波在传播时，两个相邻的位相相同的质点之间的长度，即声波在一个完整周期内所通过的距离，称为波长，用 λ 表示。

波长、声速与频率之间有密切的关系，可用公式表示如下： $C=f \cdot \lambda$

(四) 周期

声波在传播中两个相邻的位相相同的质点（即一个完整波长）之间所经历的时间即为周期，用 T 表示，频率愈高者，周期愈短。以公式表示： $T=1/f$ 。

二、超声波的物理性能

(一) 方向性

超声波与一般的声波不同，由于其频率极高，波长很短，远远小于换能器（探头压电晶体片）的直径，在传播时发射的超声波集中于一个方向，类似于平面波，声场分布呈狭窄的圆柱状，声场宽度与换能器压电晶体片的大小相接近，因而有明显的方向性，称为超声束。

(二) 反射与折射

超声在传播中经过两种不同介质的界面时，由于界面前后介质声速的不同，超声传播的方向将发生变化。一部分能量由界面处返回第一介质，此即反射 (reflection)，其方向与声束和界面间的夹角有关，反射角和入射角相等。如声束与界面相垂直，即沿原入射声束的途径返回。另一部分能量能穿过界面，进入第二介质，此即折射 (transmission)，此时，声束方向可能发生改变，其角度大小依折射率而定。声能在界面处反射与折射的总值不变，与入射的能量相等，但反射多少则随界面前后介质的声阻差异而有所不同。

声阻 (acoustic impedance) 即声阻抗率，等于介质的密度与超声在该介质中传播速度的乘积。两介质声阻相差愈小，则界面处反射愈少，透入第二介质愈多；反之，声阻相差愈大，则界面处反射愈强，透入第二介质愈少。

(三) 吸收与衰减

声波的衰减分为两种：距离衰减和吸收衰减。声波在前向传播过程中因发生反射、折射及散射等现象使声能随着距离的增加而逐渐减弱，此种现象称为距离衰减。声波在介质中传播时，使分子产生振动，振动的分子将声能传播给其他分子，当声波穿过介质时，由于“内摩擦”或“黏滞性”而使声能逐渐减小，声波的振幅逐渐

减低,介质对声能的此种作用即为吸收,这种在介质中传播时出现的衰减称为吸收衰减。

吸收和衰减的程度与超声的频率、介质的黏滞性、导热性、温度及传播的距离等因素有密切关系。

超声波在生物介质中的吸收程度主要依赖于介质的特性和超声的频率^[1]。总体来说,介质中水的含量越大,超声波吸收越少;超声频率越高,吸收越大。声能吸收之后,能量减小,显示的反射亦较弱,但经电路补偿之后,仍能清晰观察。

(四)多普勒效应

多普勒(Doppler)效应是奥地利物理学家 Doppler 在观察星球运动时发现的,即当星球与地球之间存在相对运动时,所接收到的光波频率会与发射频率出现差异。由此频率差异(频移)可推算相对运动的速度。当超声用于血流测定时,血细胞的后散射能量虽小,但亦可产生多普勒效应。多普勒诊断仪可以截取这些信号,并分析血细胞运动的速度。用于诊断的超声频率为 $2 \sim 10\text{MHz}$,由细胞运动而产生的多普勒频移一般为 $0.5 \sim 10\text{kHz}$ 。根据血细胞的频移大小(f_d)即可计算出血液流速和血流量。

利用多普勒效应进行超声检测,将多普勒频移大小在零线上下显示为波幅高低的曲线,此即频谱多普勒(Spectral Doppler),包括脉冲型和连续型两种类型。在进行超声脉冲多普勒检测时,将扫描线上各点的频移方向、大小,均以伪彩色编码红、蓝、绿等颜色显示,此即彩色多普勒(Color Doppler)。频谱多普勒在观察血流方向与速度方面有重要意义,而彩色多普勒检测则能显示血流的方向、速度、动态、有无反流与分流等多种信息。超声多普勒技术的临床应用为心血管疾病的无创检测带来了革命性的变化。

(五)散射与背向散射

当超声波束遇到大于波长的、声阻不同的组织界面时,仪器通过接收反射波来显示图像。当超声波束遇到远远小于声波波长且声阻不同的界面时则会产生散射,其能量向各个方向辐射,朝向探头方向(与入射角呈 180°)的散射波称为背向散射或后散射(back scatter)。目前,检测背向散射的信号是提取相关区域射频信号的功率谱(不同频率情况下散射波强度的平方值)进行积分,此积分可以曲线方式或二维方式实时显示。根据背向散射积分计算背向散射积分指数、背向散射心动周期变化幅度和跨壁背向散射积分梯度等,可以评价人体组织特征。利用背向散射信号进行组织定

征将是一种特异、敏感和准确的方法。

(六)非线性传播

声波的传播过程实际上是非线性传播过程，但为了简化问题，通常假定其为线性传播。声源所发射的声波在介质中传播遇到界面时，可发生反射和折射，此即声波在介质中的线性传播。当声波遇到不规则界面（组织）时，其传播可发生波形畸变、谐波成分增多和衰减系数增大，声波的这种传播方式称为非线性传播。在传统的超声信号处理中，声波的非线性信号往往被忽略。随着电子和计算机技术的迅速发展，超宽频探头、宽频数字声束发射器、扩展信号处理技术以及频率融合技术的开发，声波非线性信号的研究工作取得了很大的进展。

三、人体组织声学类型

如前所述，超声在介质中传播时遇到界面即发生反射，反射率的大小与界面前后两种介质声阻的差异多少有密切关系。人体有各种不同的组织，结构复杂，其声学特征有很大不同。现将超声检查时经常探及的组织器官和有关物质的密度、声速与声阻抗值等列表如下（表 1-2-1）。

表 1-2-1 人体组织密度、声速及声阻抗数值表

组织器官	密度 (g/cm ³)	声速 (m/s)	声阻抗 [$\times 10^5\text{g}/(\text{mm}^2 \cdot \text{s})$]
血液	1.055	1570	1.656
脑脊液	1.000	1522	1.522
大脑	1.038	1540	1.599
小脑	1.030	1470	1.514
体液	0.9973	1495	1.492
肌肉（均值）	1.074	1568	1.684
肝	1.050	1570	1.648
软组织（均值）	1.016	1500	1.590
脂肪	0.955	1476	1.410
骨骼	1.800	3380	6.084

我们根据声阻相差大小与组织结构内部的均匀程度等，试将人体组织、器官等的声学类型分为四种，以供超声检查时参考。