

Jon A. Jacobson 教授的这本《肌骨超声必读（第2版）》是一本不可多得的肌骨超声临床应用教材，是肌骨超声教学的经典教材之一。与其他肌骨超声书籍比较，该书有以下几个特点。

1. 文字描述系统而全面 系统、全面讲述了四肢各主要关节的局部解剖、超声检查方法、常见及少见病变的超声诊断。超声检查方法中详细讲述了检查时患者的体位、探头的选择、各个组织结构的正常声像图特征、常见超声伪像的识别及如何进行动态超声检查。常见病变的超声诊断部分详细讲述了各个组织结构常见病变的超声表现、鉴别方法、如何应用动态超声进行诊断等。

2. 图片丰富，便于理解 对应文字内容，较第1版增加了大量高质量的局部解剖学图片、探头位置示意图、局部解剖示意图和正常、异常声像图片，非常有助于读者理解与掌握。

3. 紧跟发展前沿 作者结合最新的文献，对很多疾病的超声研究现状进行了概括与总结，有助于了解最新的发展前沿。

4. 实用性强 四肢肌骨介入性超声在近几年已得到飞速发展，超声引导下的介入诊断和治疗在临床中发挥了越来越重要的作用。因此，新增加了超声引导介入性操作的方法、技巧、最新技术的临床应用，如肌腱钙化灶针刺与抽吸治疗、肌腱的针刺松解治疗等，为各学科医师开展超声引导下介入操作提供了很好的指导。

鉴于该书的系统性、全面性、前沿性和实用性，推荐本书作为超声科或疼痛科、康复科、风湿科等临床医师进一步提高其肌骨超声检查水平的必备图书，建议有一定超声检查基础和熟悉四肢肌骨解剖、病变的拟从事肌骨超声检查工作的医师阅读。

笔者在翻译过程中力求对书中原文进行准确的诠释，若书中存在缺陷和瑕疵，敬请大家批评指正，将不胜感谢。

解放军总医院超声科

王月香

作为《肌骨超声必读》一书的作者，我非常高兴地看到该书第2版的问世。在第2版的编撰过程中，我很惊异地看到自该书第1版出版以来肌骨超声医学在这么短时间内得到了飞速发展。出版第2版的目的不仅仅是要更新部分内容，也是要向读者介绍肌骨超声所取得的最新进展。下面简要介绍一下此书更新的主要内容。

本书总体结构与第1版相似，即首先对肌骨超声的基本病变做一简介，然后逐一对四肢的各主要关节进行了重点详述。由于在影像学引导下的介入操作中，超声发挥了越来越重要的作用，因此本书新增加了一章，即介入性超声在肌骨超声医学的应用，并增加了超声检查在评估关节炎和周围神经病变方面的相关内容。对参考文献进行了更新，约40%的图片为新增图片。另外还增加了很多彩色图片。

看到肌骨超声在如此短时间内得到越来越广泛的临床应用是一件非常令人激动的事情。相信大家只要能掌握肌骨超声相关的解剖、病理和声像图表现，就能将肌骨超声很好地应用于肌骨疾病的诊治中，充分发挥其重要临床作用。

Jon A. Jacobson

第 1 章 概论	1
一、超声仪器与成像	1
二、超声检查方法	2
三、超声声像图特征	4
四、正常结构的声像图特征	4
五、超声伪像	7
六、其他超声检查技术	10
七、彩色和能量多普勒技术	12
八、动态成像	14
第 2 章 基本病理改变	16
一、肌肉和肌腱损伤	16
二、骨损伤	23
三、感染	24
四、关节炎	28
五、肌炎与糖尿病性肌坏死	33
六、软组织内异物	34
七、周围神经卡压	39
八、软组织肿块	40
九、骨肿瘤	50
第 3 章 肩部超声检查	55
一、超声检查方法	57
二、肩袖病变	71
三、肩袖超声检查注意事项	95
四、肱二头肌长头肌腱	100
五、肩峰下 - 三角肌下滑囊	107
六、盂肱关节腔及其隐窝	110
七、孟唇和孟唇旁囊肿	112
八、肱骨大结节	114
九、胸大肌	115
十、肩锁关节	116
十一、胸锁关节	118

十二、其他病变	119
第4章 肘关节超声检查	122
一、肘部解剖	122
二、超声检查方法	124
三、关节和滑囊病变	136
四、肌腱和肌肉病变	144
五、韧带病变	150
六、周围神经病变	153
七、肱骨滑车上淋巴结	159
第5章 手腕部超声检查	161
一、手腕部解剖	161
二、超声检查方法	167
三、关节病变	180
四、肌腱和肌肉病变	186
五、周围神经病变	196
六、韧带和骨病变	200
七、腱鞘囊肿	207
八、其他肿块	210
第6章 髌部与大腿超声检查	215
一、髌部与大腿解剖	215
二、超声检查方法	219
三、髌关节和滑囊病变	237
四、肌腱和肌肉病变	249
五、周围神经病变	261
六、其他病变	262
第7章 膝关节超声检查	270
一、膝关节解剖	270
二、超声检查方法	273
三、关节病变	285
四、肌腱和肌肉病变	294
五、韧带和骨病变	299
六、滑囊与囊肿	303
七、周围神经病变	308
八、血管病变	312
第8章 踝、足和小腿超声检查	314
一、踝部和足部解剖	314
二、超声检查方法	315

三、关节和滑囊病变	338
四、肌腱和肌肉异常	351
五、韧带病变	383
六、骨折	388
七、周围神经病变	390
八、肿块与囊肿	393
第9章 介入性超声	396
一、技术操作要点	397
二、关节腔介入操作	401
三、滑囊介入操作	410
四、腱鞘介入操作	415
五、肌腱介入操作	420
六、其他介入操作	425

第1章 概 论

本章提要

- 一、超声仪器与成像
- 二、超声检查方法
- 三、超声声像图特征
- 四、正常结构的声像图特征
- 五、超声伪像
- 六、其他超声检查技术
- 七、彩色和能量多普勒技术
- 八、动态成像

一、超声仪器与成像

超声仪器的一个主要组成部分为探头，探头通过电缆与仪器的其他部分包括图像屏幕或显示器和计算机处理系统相连接。检查时，将探头放置在所检查结构表面的皮肤处，探头的方向决定了扫查的切面。超声检查的特点为：利用声波进行成像而不是电离辐射。超声成像的主要原理为探头晶片的压电效应，可使电信号和声能量之间相互转换。超声仪器将电信号发送至探头，探头将电信号转化为声波。通过探头与皮肤之间的耦合剂，可将声波传播至软组织内。声波进入软组织遇到各组织之间的界面后，一些声波返回至皮肤表面和探头内，继而转化为电信号而用于超声成像。当界面两侧的软组织声阻抗差别较大时，声波反射而产生较亮的回声。如声波垂直于所检查物体的表面，其反射的声波要多于不垂直时。除了反射，声波在软组织界面还可以被吸收和发生折射。探头频率较高或组织黏度较大时，声波的吸收会增多。

超声成像时一个重要的参数为探头的频率，频率的大小决定图像的质量。探头的频率为所产生声波的频率，单位为兆赫兹（MHz）。探头的频率越高，图像的分辨率越高。然而，由于声束被组织吸收，频率高时，声束的穿透力就下降。相反，探头频率较低时，可显示较深的组织结构，但图像的分辨率相对减低。超声探头可分为线阵和凸阵（图 1-1）。线阵探头的声波发射时呈平行线状。此种发射方式非常适合于肌骨系统中呈多条线状排列结构的超声检查，如肌腱，可避免伪像。有时也应用凸阵探头。凸阵探头对于较深的

2 肌骨超声必读

组织可增加显示的视野，也可用于引导活检或穿刺抽吸。小的足印线阵探头可用来检查手部、踝部、足部，因过大探头有时难以很好地与检查部位的皮肤相接触（图 1-1C）。

超声仪器的体积、功率、分辨率和价格因仪器而不同，这些因素相互关联。如，超声仪器约 $3\text{in} \times 3\text{in} \times 4\text{in}$ ($1\text{in}=25.4\text{mm}$) 大小时，其功率往往较大，常有许多成像功能，可支持多个探头，包括能产生高分辨率图像的高频探头。小的便携式超声仪器应用较方便，其体积有的甚至比笔记本电脑还小。尽管这些便携式超声仪器的价格比大的超声仪器便宜，但其图像分辨率和临床应用也可能会略逊一筹。目前已有手持式超声设备，但其探头选择较为局限。随着技术的发展，这些设备之间的差别逐渐缩小，表现为便携式超声仪器的功能越来越强大，而大型超声设备的体积逐渐变小。因此，选择超声仪器时要考虑到仪器的应用、所检查结构的部位、仪器的便携性和超声仪器的功能。

二、超声检查方法

超声检查时，检查者将探头放置在所检查结构的皮肤表面。局部要涂足够的超声耦合剂，以使声束能很好地从探头传播至软组织内，并从软组

织内反射回探头以转化为超声图像。相对于耦合垫，笔者更倾向于在局部应用较厚的耦合剂。耦合剂液性较大时，由于易流动而不宜固定在检查部位。一般用检查者的优势手来拿探头，探头放在拇指和其余手指之间，探头的底部接近手的尺侧（图 1-2A）。检查时，注意要用小指或手掌根部（图 1-2B）来稳定探头，以维持探头在皮肤上适当的压力，并避免探头的晃动，还可细微调整探头的位置。由于从探头发射的声束聚焦在相对于探头短轴的位置，因此每次侧动探头的范围仅为 1mm 。

描述扫查过程中探头的移动有多种术语。头尾倾斜是指探头在其长轴的角度变化（图 1-3A），左右倾斜是指探头向左右两侧的角度变化（图 1-3B）。做此两个动作时，探头的位置并未发生变化，改变的只是其角度。移动探头是指探头移到一个新的位置并保持垂直于皮肤。扫查是指保持手部姿势的稳定而将探头从一侧滑向另一侧，如同扫地动作。

至于功效学，恰当的超声检查方法可以减轻操作者的疲劳和职业性劳损。检查时，手持探头的手可放置在患者检查部位处以减轻该侧手臂的劳累。另外，检查时手持探头的手要低于同侧的肩部并使肘部靠近身体，这样可减轻肩部的疲劳。检查者的座椅高度要适中，最好带有轮子和靠背，这样能利于移动并增加舒适度。最后，超声显示

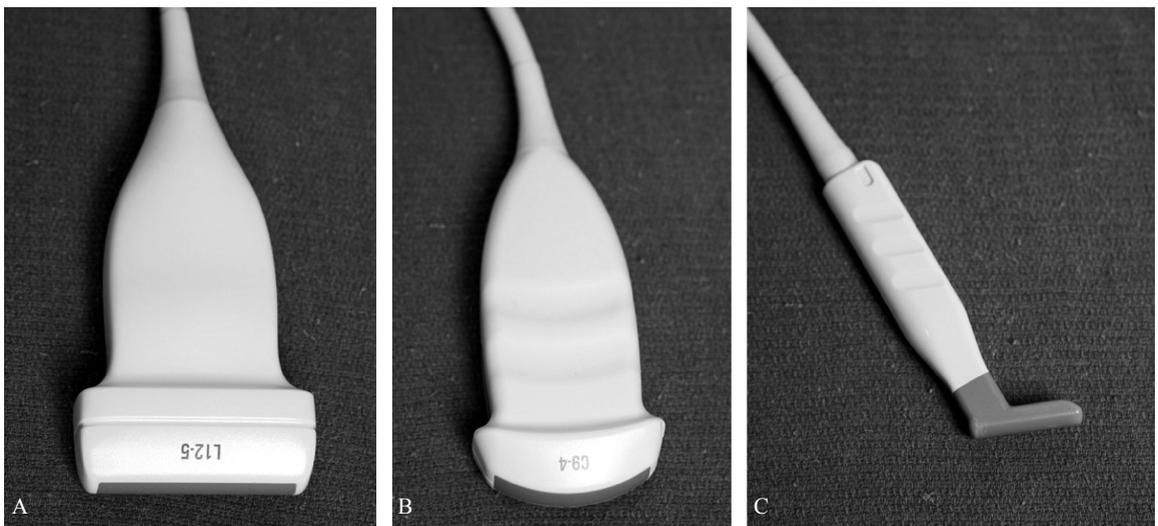


图 1-1 探头

A. 线阵探头 $12 \sim 5\text{MHz}$; B. 凸阵探头 $9 \sim 4\text{MHz}$; C. 致密线阵探头 $15 \sim 7\text{MHz}$

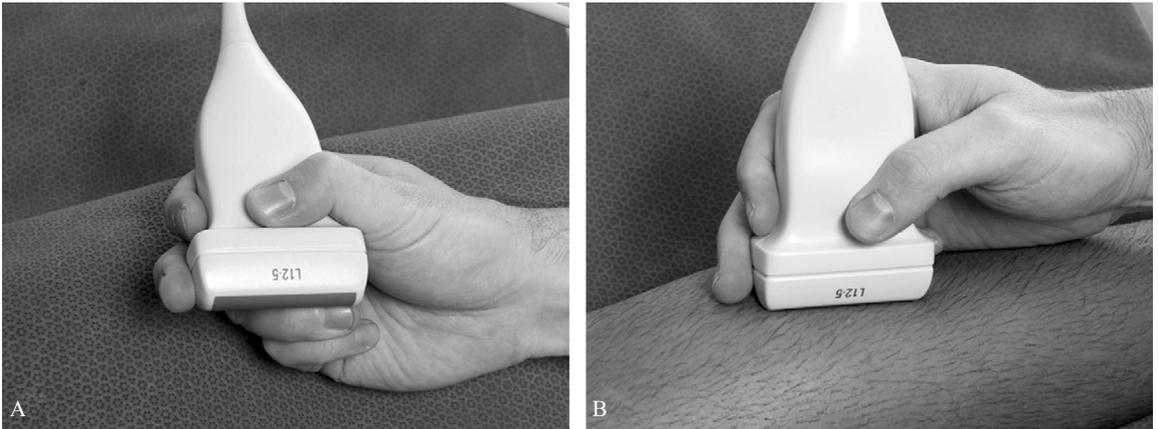


图 1-2 探头位置

A—B.通过探头、检查者手部、患者皮肤之间的相互接触而稳定探头

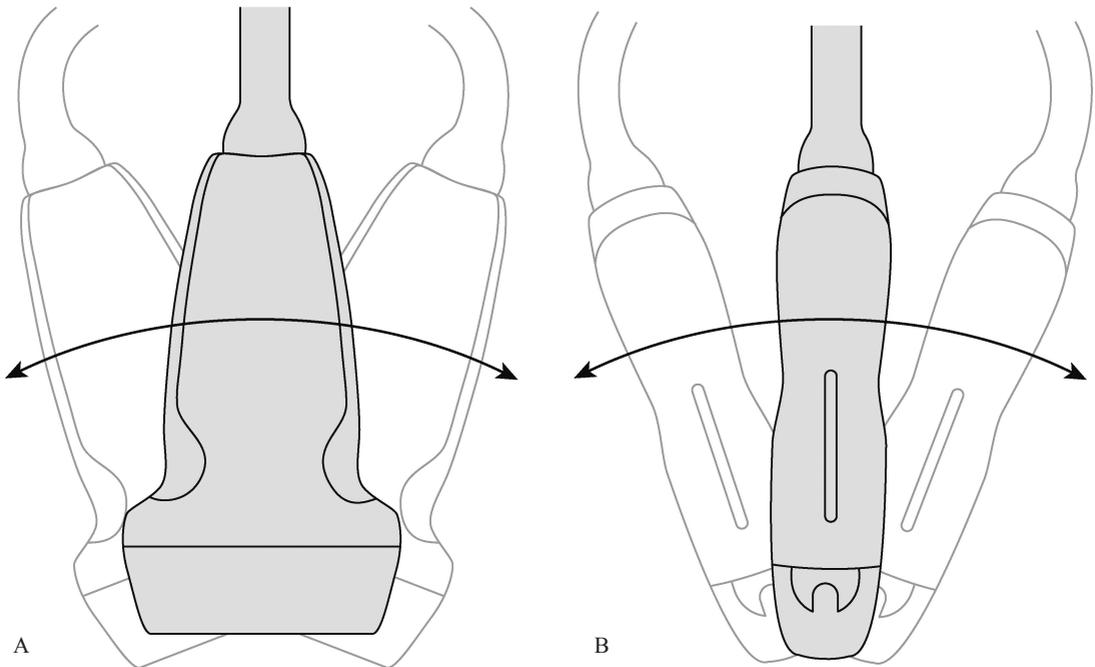


图 1-3 探头移动方法

A.头-尾倾斜法; B.左右倾斜法 (图片改编自an illustration by Carolyn Nowak, Ann Arbor, Mich; <http://www.carolyncnowak.com/medtech.html>)

屏应在患者的附近,使操作者可同时看到显示屏和患者,以减少检查者头部或颈部的转动。

肌骨超声检查,同MRI检查相似,有三个基本的步骤。第一个步骤:依据局部解剖学知识,对所检查结构进行长轴和短轴切面检查。对骨性标志结构的识别有利于方位的确定。第二个步骤为消除伪像,一般特指各向异性伪像(见后面的

讨论)。当显示位于骨浅侧的软组织结构时,如声束方向垂直于骨表面,则深部的骨质可呈强回声、边界清晰,此时可提示骨质浅侧的软组织不会出现各向异性伪像。第三个步骤为对病变性质的确定。在前两个步骤中都利用了骨性结构来识别局部的解剖结构、检查切面及判断声束是否垂直以避免各向异性伪像。

三、超声声像图特征

超声检查时，检查部位涂适量的耦合剂，探头放置在耦合剂上，此时超声显示屏上可出现矩形图像（当所用探头为线阵探头时）。图像的顶端为邻近探头的浅侧软组织，图像的下方代表深层组织（图1-4）。为了更好地理解超声图像，可以把声束当作一个切面自探头沿其长轴向深方延伸。超声图像就是这样一个切面。图像的左侧和右侧代表探头的两端，可通过超声仪器上的左右翻转按钮进行相互转换或旋转探头180°。显示所检查结构的长轴切面时，通常将该结构的近侧显示在图像的左侧，将其远侧显示在图像的右侧。

检查时注意调整各种参数以优化图像的质量、增加图像的分辨率和清晰度。第一个步骤为选择适当的探头和探头频率。高频率超声（10MHz以上）可用于浅表结构的检查，而低频率超声探头则用于深部结构的检查。肌骨超声检查时常用线阵探头，但检查位置较深的部位如髋部时，可应用凸阵探头。选择探头并将探头放置在患者检查部位后，接下来要调整检查的深度，可通过调整仪器上的按钮来实现。调整深度的目的为显示所检查的结构并使其位于显示屏的中部（图1-5A与B）。接下来如超声仪器有聚焦功能可调整声束的聚焦部位，聚焦点通常显示在超声图像的一侧。对检查感兴趣区使用的聚焦点数量不宜过多，因增加聚焦点会降低帧频。调整聚焦时，要将聚焦点放置在所检查结构的深度以增大分辨率（图1-5C）。有些超声仪器为宽带聚焦，则不需要移动

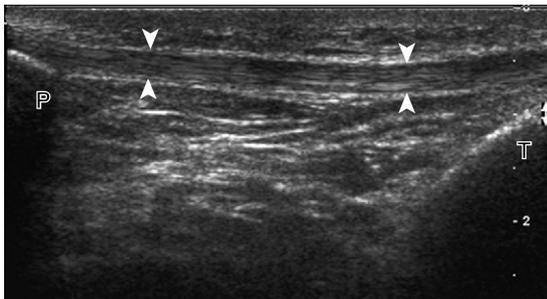


图1-4 正常腓腱

超声显示腓腱长轴切面（箭头）呈纤维状高回声。
P. 髌骨；T. 胫骨

聚焦位置。最后，可通过仪器上的按钮来调整增益以增大或减小图像上回声的亮度。图像的亮度也与检查室内光线的亮度有关（图1-5D）。恰当地调整增益可使正常软组织结构的声像图特征得以清晰显示（详见后面的论述）。

当声束传播到探头下方的软组织内并被反射回探头后即可产生超声图像。在两侧软组织声阻抗差较大的界面处，较多的声波被返回，导致图像上的回声较亮，被称为“强回声”，如骨与软组织之间的界面。此界面深方由于声影的产生而完全呈黑色，因声束无法穿过此界面。图像上无回声的区域称为“无回声”，而较弱回声的区域称为“低回声”。如一个结构的回声与邻近组织相似，则称为“等回声”。

四、正常结构的声像图特征

正常的肌骨组织在超声上有特征性的表现。正常肌腱呈高回声，内部呈纤维状结构（图1-4）。仔细观察，肌腱内部的线状纤维状结构代表腱内膜，其内含有结缔组织、弹性纤维、神经末梢、血管和淋巴管。肌腱长轴切面检查时，可显示肌腱纤维呈连续状。长轴切面上，常规把肌腱近端显示在图像的左侧，而肌腱的远侧显示在图像的右侧。正常肌肉组织呈相对低回声（图1-6）。仔细观察，于低回声的肌肉组织内可见纤细的纤维分隔（肌束膜）呈高回声。骨表面或钙化常呈强回声，后方可见声影；如骨表面较平滑，其后方有时可见混响伪像（图1-6）。骨关节面表面的透明软骨呈低回声且较均匀（图1-7A, B），而纤维软骨，如髋关节和肩关节的盂唇、膝关节半月板，可呈高回声（图1-7B）。韧带可呈高回声、分层状结构，且较肌腱结构更为致密（图1-8）。韧带常位于两个骨之间。正常韧带由于周围为高回声的脂肪组织所包绕，因此常呈相对低回声，但当显示韧带长轴切面且声束垂直于韧带时，韧带可呈致密的高回声。正常周围神经内部呈束状结构，其内的神经纤维束呈低回声，神经束膜由于为结缔组织而呈高回声（图1-9）。较粗的周围神经周围可见脂肪组织，其在超声上呈高回声。短轴切面上，周围神经显示为蜂窝状或斑点状回声而易

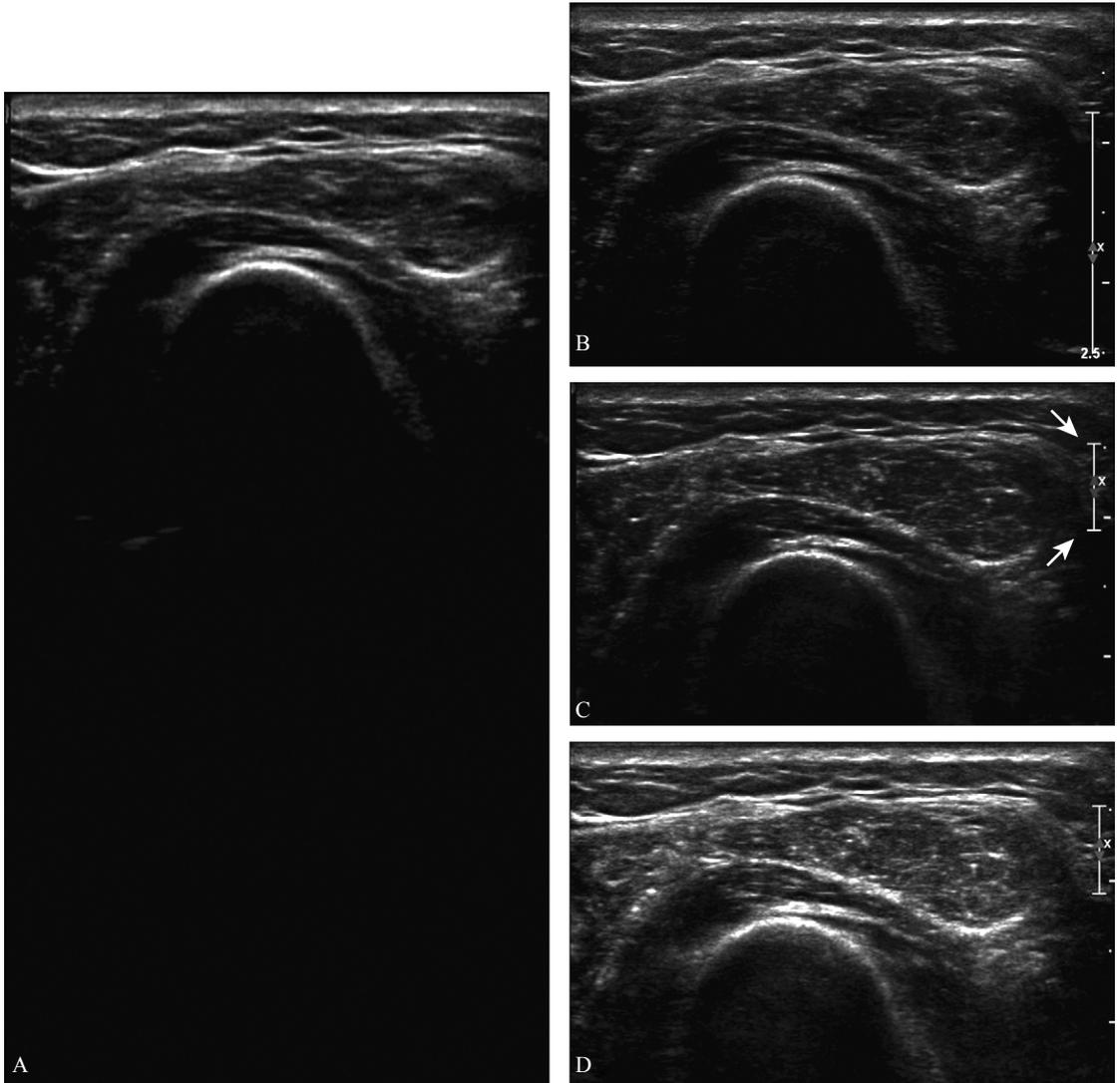


图1-5 超声图像的优化

A. 前臂肌肉超声图像，深度、聚焦和增益不恰当；B. 调整图像的深度以使感兴趣区位于图像的中部；C. 将聚焦区的宽度减小并使其位于感兴趣区的中部；D. 增加了增益

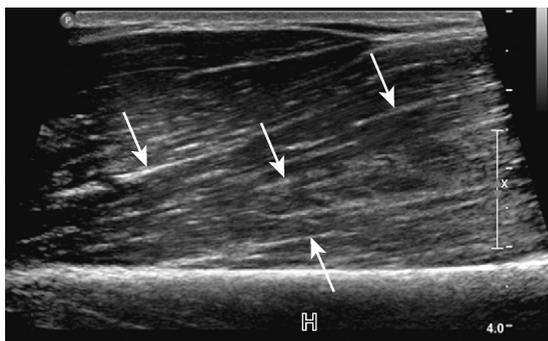


图1-6 肌肉

超声于肱肌和肱二头肌长轴切面显示肌肉组织呈低回声，其内可见纤维脂肪分隔呈高回声（箭）。H. 肱骨

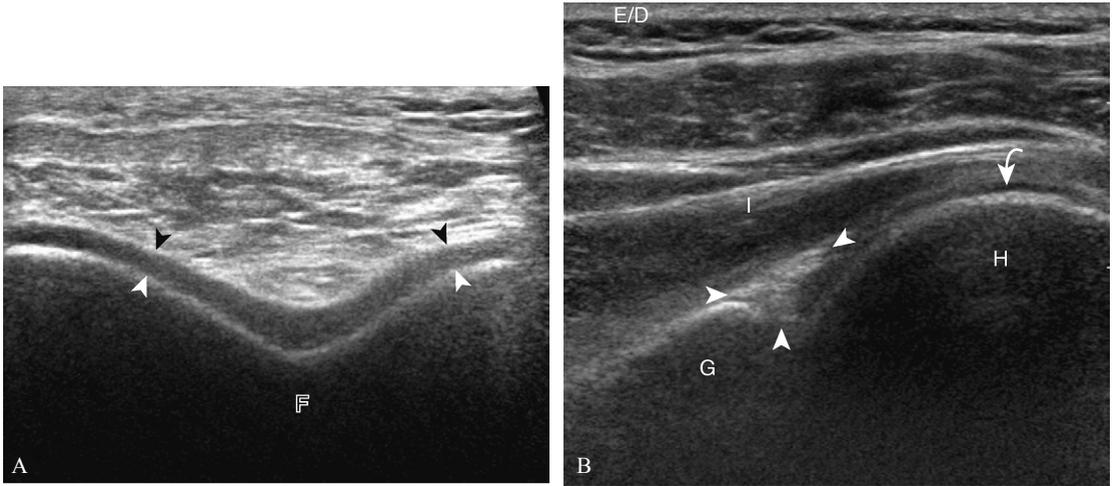


图 1-7 软骨

A. 超声于股骨远端横切面显示透明软骨呈低回声（箭头）。F. 股骨。B. 冈下肌腱（I）长轴切面显示高回声的纤维软骨盂唇（箭头）和低回声的透明软骨（弯箭）。注意表皮和真皮（E/D）呈高回声，皮下组织呈低回声，内可见高回声的分隔。G. 关节盂；H. 肱骨

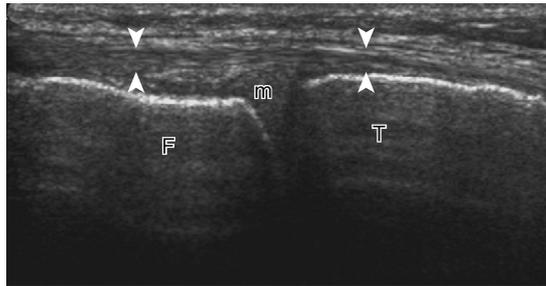


图 1-8 膝内侧副韧带

超声显示膝内侧副韧带长轴切面呈致密的纤维状高回声（箭头）。F. 股骨；m. 半月板；T. 胫骨

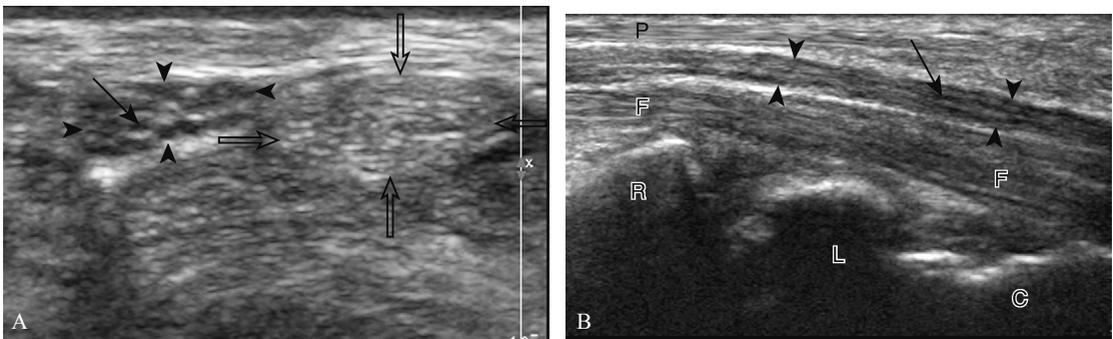


图 1-9 正中神经

A. 超声于正中神经横切面显示神经纤维束呈低回声（箭），其旁桡侧腕屈肌腱呈高回声（空心箭）。B. 正中神经（箭头）长轴切面显示神经纤维束呈低回声（箭）。其旁可见指屈肌腱（F）和掌长肌腱（P）呈纤维状高回声。C. 头状骨；L. 月骨；R. 桡骨

于识别。由于周围神经内部呈高回声和低回声混杂的结构，其超声表现可随周围组织回声的不同而不同。如，正中神经在前臂时，由于被低回声的肌肉组织所包绕而呈相对高回声；相反，其在远侧腕管内时，由于被周围高回声的肌腱所包绕而呈相对低回声（第5章的图5-3B）。表皮和真皮一起呈高回声，而皮下组织呈低回声，其中的纤维分隔呈高回声（图1-7）。

五、超声伪像

肌骨超声检查中常会出现一些超声伪像，应注意识别。检查肌腱时，如声束垂直于肌腱，则可显示肌腱特有的纤维状高回声特征。但如声束略微倾斜即使 5° 的角度，肌腱特征性的超声表现可消失。倾斜角度越大，肌腱回声越低（图1-10—图1-13）。此种超声声束与纤维组织相互作用所产生的伪像称为各向异性伪像，可出现在肌腱、韧带的超声检查中，肌肉组织也可受到一定程度的影响。由于异常的肌腱和韧带可显示为低回声，因此超声检查过程中，一定使声束垂直于所要检查的肌腱或韧带，以避免各向异性伪像的发生。检查形态弯曲的结构时，如冈上肌腱远段，应随时调整探头的位置以避免出现各向异性伪像所导致的肌腱回声减低（图1-11）。在肌腱和韧带的长轴和短轴切面上均可出现各向异性伪像，

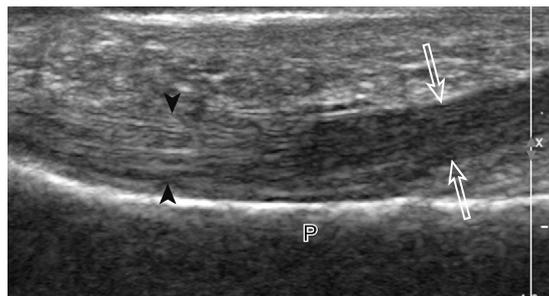


图1-10 各向异性伪像

超声于手指屈肌腱长轴切面显示正常肌腱呈高回声（箭头），当肌腱走行倾斜而不垂直于声束时可呈低回声（空心箭）。P.近节指骨

其发生是由于声束与所检查结构长轴之间不垂直（图1-12）。因此，为消除各向异性伪像，探头可在肌腱或韧带的长轴切面上进行上下倾斜以变化角度。在长轴切面上，探头可做头-尾倾斜动作（图1-3A），而在短轴切面上，探头可左右倾斜（图1-3B）。各向异性伪像虽然为一种超声伪像，但可以利用该伪像对肌腱和韧带进行识别，尤其是当肌腱或韧带周围为高回声的软组织时，如踝部和腕部。对肌腱进行短轴切面检查时，侧动探头时肌腱可由于各向异性伪像而呈低回声，而周围脂肪组织回声则不会发生变化，以此对肌腱进行识别（图1-12）。一旦确认为肌腱后，检查时要避免各向异性伪像以免误认病变。各向异性伪像

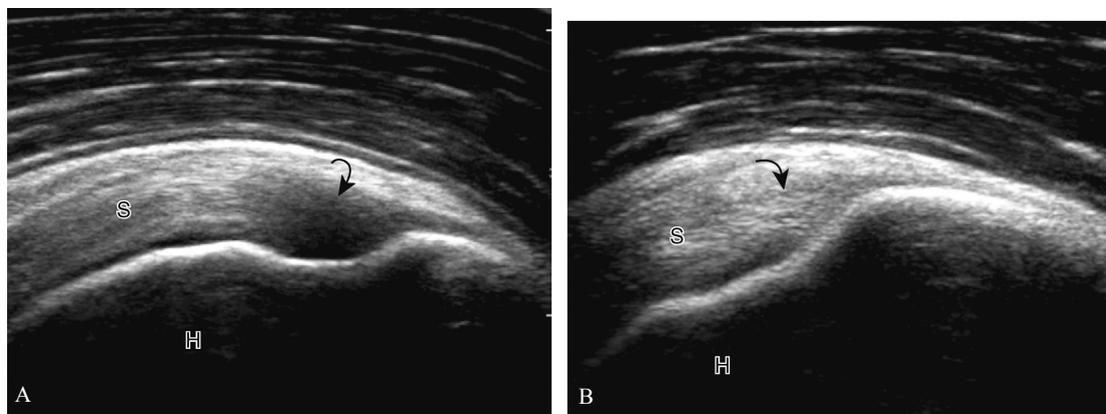


图1-11 各向异性伪像

A. 冈上肌腱（S）远段长轴切面，由于肌腱不垂直于声束出现各向异性伪像而呈低回声（弯箭）；B. 调整探头位置使肌腱垂直于声束后可消除该伪像。H. 肱骨

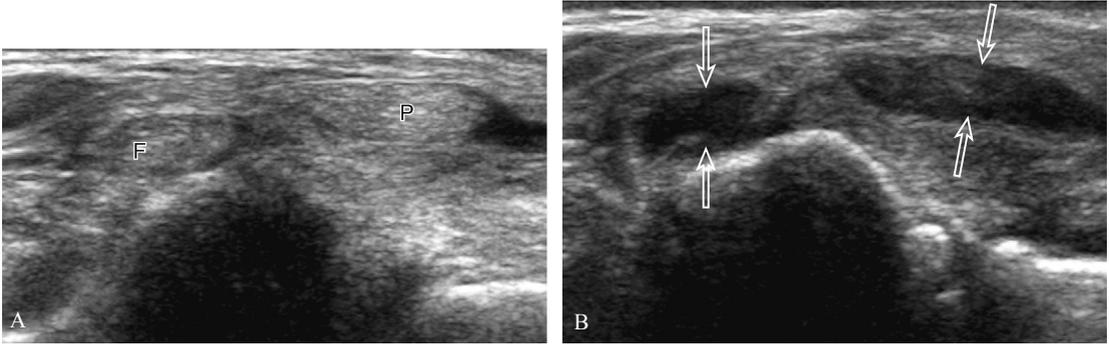


图 1-12 各向异性伪像

A. 超声于踝部胫骨后肌腱 (P) 和趾长屈肌腱 (F) 短轴切面显示正常肌腱呈高回声; B. 左右侧动探头时肌腱可出现各向异性伪像而呈低回声, 而周围高回声的脂肪组织则无此变化, 由此可帮助确定肌腱

还可以用来识别一些韧带, 如踝部的韧带, 这些韧带的周围常为高回声的脂肪组织 (图 1-13)。另外, 当肌腱由于各向异性伪像而呈低回声时, 肌腱内的钙化可显示得更清楚 (第 3 章的图 3-62)。进行介入性超声操作时, 穿刺针可由于不垂直于声束而显示不清, 此为穿刺针的各向异性伪像 (第 9 章的图 9-7)。

另一重要伪像为声影, 发生在声束在某一界面反射、吸收或折射时, 超声上表现为自界面向深方延伸的无回声区。声影可发生在骨或钙化灶 (图 1-14)、一些异物 (第 2 章) 和气体的后方。曲率半径较小的结构或较粗糙的结构后方可产生清晰的声影, 而曲率半径较大或较光滑的表面则产生不洁净的声影 (由于合并混响回声)。折射声

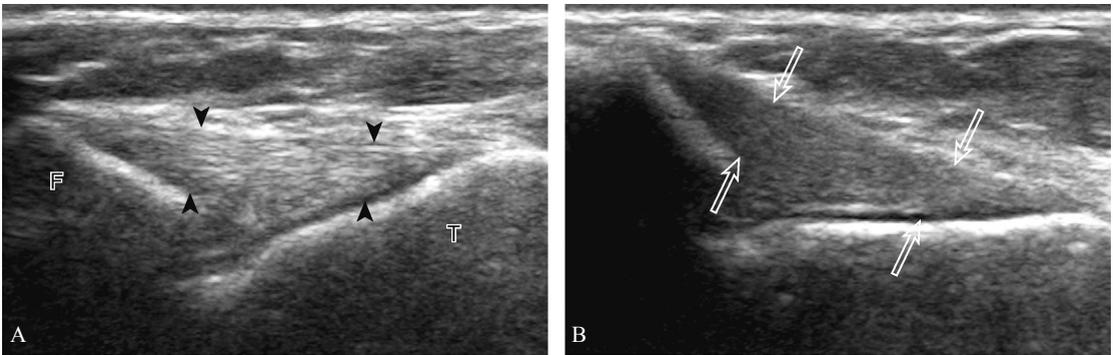


图 1-13 各向异性伪像

A. 超声于踝部距腓前韧带长轴切面可见正常韧带呈高回声; B. 头尾两端倾斜探头时由于各向异性伪像韧带呈低回声, 而周围高回声的脂肪组织则无此变化, 由此可帮助确定韧带。F. 腓骨; T. 距骨

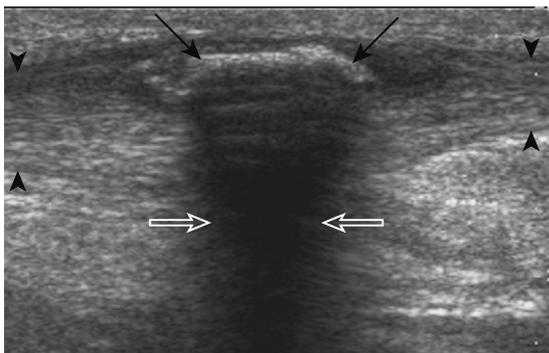


图 1-14 声影

超声于跟腱长轴切面 (箭头) 显示其内的骨化灶 (箭) 呈强回声, 后方伴声影 (空心箭)

影也可见于某些结构的边缘，如异物或跟腱、髌腱的断裂端（图1-15）。还有一种伪像称为后方回声增强，可见于液体的后方（图1-16、图1-17），和一些实性软组织肿瘤的后方，如周围神经鞘瘤（第2章的图2-59）和腱鞘巨细胞瘤（图1-18）。在液体和这些肿瘤中，由于声束相对于周围组织衰减较少，因此其后方的软组织回声相对增高。

肌骨超声检查中，还有一种伪像称为后方混响伪像，可发生在表面较为平滑的结构后方，如金属或骨的表面。此种情况下，声束可在探头和

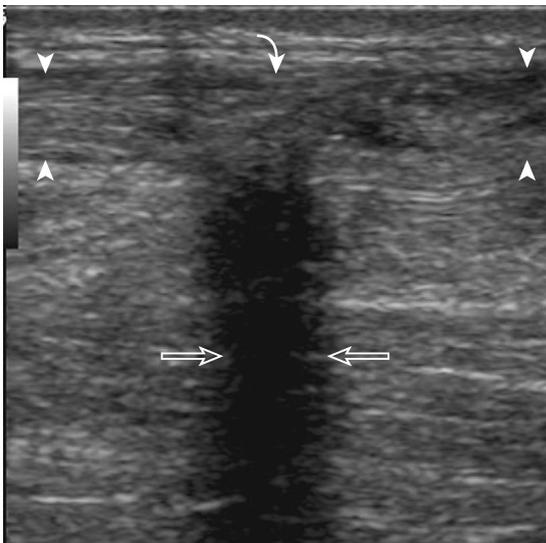


图1-15 折射声影

超声于跟腱长轴切面（箭头）显示完全断裂处（弯箭）的声影（空心箭）

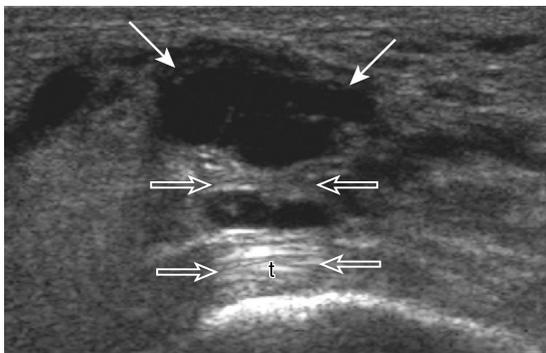


图1-16 后方回声增强

超声显示踝部的腱鞘囊肿（箭），囊肿后方可见回声增强（空心箭）。t. 踇长屈肌腱

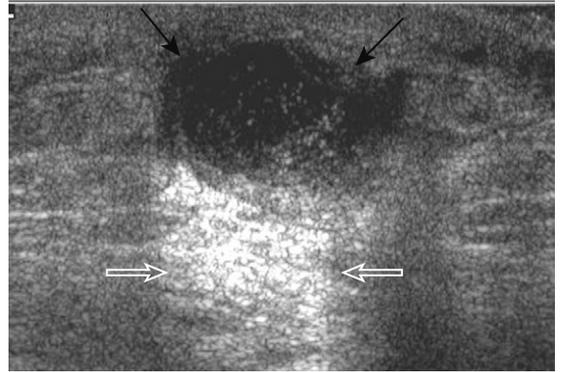


图1-17 后方回声增强

超声显示肩部的软组织脓肿（箭），脓肿后方可见回声增强（空心箭）

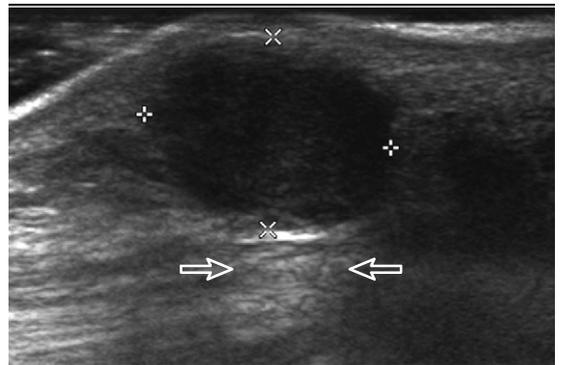


图1-18 后方回声增强

超声显示腱鞘巨细胞瘤（×与标尺之间）的后方可见回声增强（空心箭）

平滑的表面之间来回反射，导致该结构后方产生一系列线状反射回声。如这些系列回声较为连续，则称为“振铃”伪像，有时可见于金属的后方（图1-19）。由于这些混响伪像发生在金属的后方，因而不影响超声对金属浅侧软组织的显示。与后方混响有关的为彗星尾征，如软组织内气体所致的彗星尾征（图1-20），显示为界面后方较短范围且逐渐变窄的亮回声。

还有一种伪像称为声束宽度伪像，类似于容积平均效应，发生于当声束相对于所显示结构较宽时。如显示较小的结石时，由于声束相对较宽而使结石后方的声影显示不明显。此现象可通过移动聚焦区域至感兴趣区来消除。

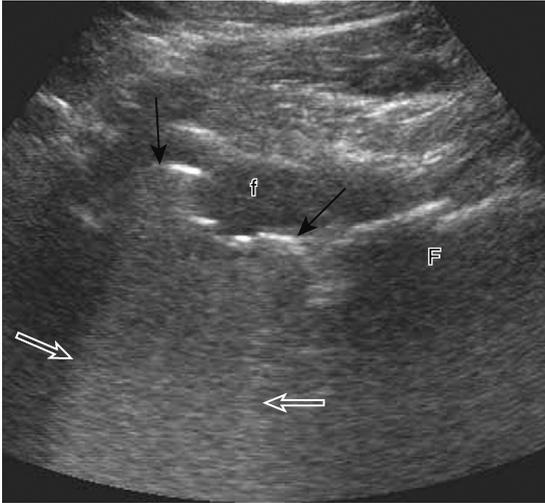


图 1-19 振铃伪像

全髌置换术后，长轴切面超声显示金属表面呈强回声（箭），后方可见振铃伪像（空心箭）。注意浅侧的关节腔积液（f）和邻近的自身股骨（F）

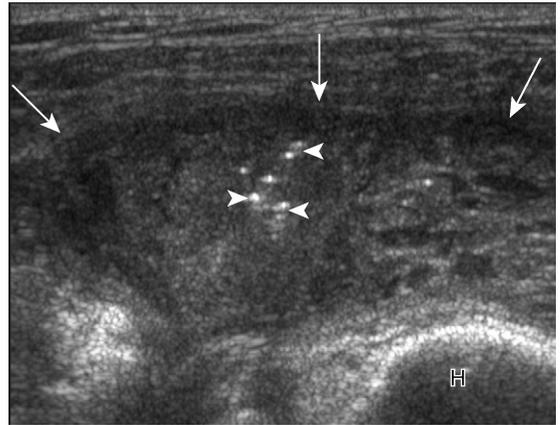


图 1-20 彗星尾征

超声显示感染的肩峰下-三角肌下滑囊（箭）内气体呈强回声，后方可见彗星尾征（箭头）。H. 肱骨大结节

六、其他超声检查技术

一些超声仪器还具有其他功能可增强其检查和诊断功能。其中一种为空间复合成像技术。不同于常规超声，空间复合超声技术从不同的角度进行成像，将信息整合在一幅图像上，这样就提高了对组织切面的识别，但它具有平滑效果，且由于图像为复合而成更易受移动影响（图 1-21）。应注意的一点为空间复合成像有可能消除异物所产生的超声伪像而使异物不易显示（第 2 章的图 2-52）。

另外一种超声技术为组织谐波成像。常规超声通过接受基波或发射波频率的声波而成像，而组织谐波成像则利用声束在组织传播过程中产生的谐波进行成像，可提高超声对深部组织的显示能力，也可提高对关节和肌腱表面的显示能力。谐波成像还可清晰显示软组织肿块的边界（图 1-22）或局部充填了液体的肌腱撕裂部位（图 1-23）。

有些超声仪器上还具有超声成像扩展功能，可在实时扫查过程中将所扫查的图像进行连续成像，因而可显示整条肌肉自其起点至止点的范

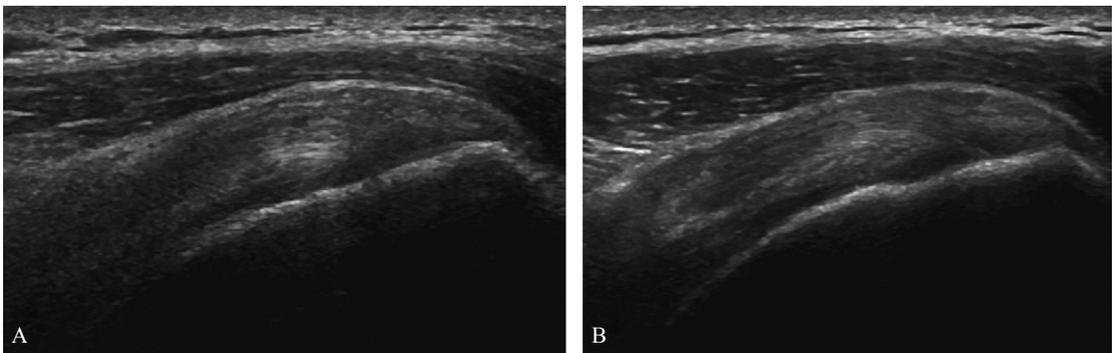


图 1-21 空间复合成像

超声显示冈上肌腱。A. 未应用空间复合成像技术；B. 应用了空间复合成像技术，使图像得到柔化