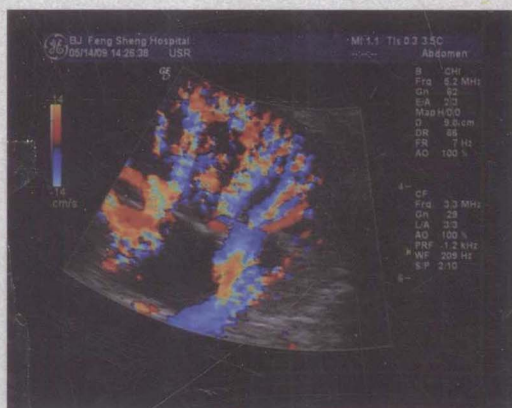
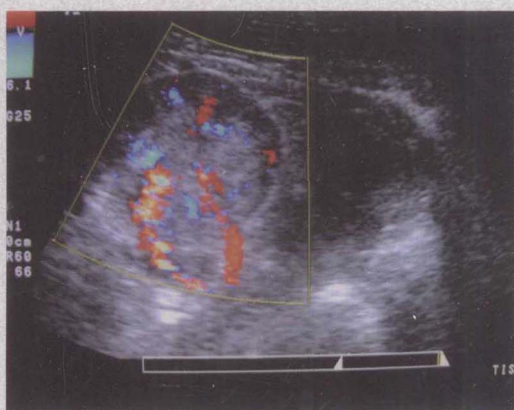


临床 超声诊断学 入门丛书

泌尿系统疾病超声诊断

MINIAO XITONG JIBING CHAOSHENG ZHENDUAN

主编/富京山 富玮



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

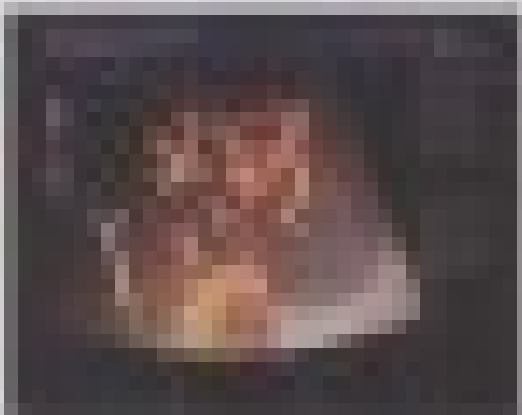
第 2 版

第 2 版

泌尿系统疾病超声诊断

《中华超声医学杂志》编委会 编

人民卫生出版社



临床超声诊断入门丛书

泌尿系统疾病超声诊断

MINIAO XITONG JIBING CHAOSHENG ZHENDUAN

主 编 富京山 富 玮

副主编 左文莉

编 务 张 彬 王亚宁



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

泌尿系统疾病超声诊断/富京山,富玮主编. —北京:人民军医出版社,2012.8
(临床超声诊断入门丛书)
ISBN 978-7-5091-5899-9

I. ①泌… II. ①富…②富… III. ①泌尿系统疾病—超声波诊断 IV. ①R690.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 181933 号

策划编辑:郭颖 文字编辑:贾春伶 高磊 责任审读:黄栩兵
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)51927300-8153
网址:www.pmmp.com.cn

印刷:北京天宇星印刷厂 装订:京兰装订有限公司
开本:787mm×1092mm 1/16
印张:16.25 彩页 7 面 字数:388 千字
版、印次:2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
印数:0001—3000
定价:69.00 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

前 言

二维超声显像及彩色多普勒超声是 1980 年代研发的新技术,近年来发展十分迅速,已经成为临床各科疾病诊断应用最广泛的常规检查。其具有无创、方便、实时和可重复特点,是其他诊断技术无法替代的。

超声医师和临床医师一样,正确诊断疾病是最重要的工作。一名优秀超声医师应掌握学术 B 超和科学眼学技能。学术 B 超包括各科疾病(包含疑难疾病)超声首诊一次诊断、系统授课及著书立说。首诊一次诊断能节约时间,使病人尽快得到治疗,甚至挽救生命,并能减少病人费用和麻烦,符合低碳和节约理念,对国家和病人有益。科学眼学是国家级文史专家史树青老先生提出的,做文物鉴定时提倡眼学与科学相结合的理念。超声诊断与医学基础和各科临床相结合,才能提高正确诊断率。超声诊断眼学即从相似中寻找特异(性)的能力——鉴别诊断。以上这些能力需要经过艰苦学习和临床磨炼才能获得。

作者总结了多年从事超声诊断实践与研究经验,收集了多种疑难病例的临床与超声检查资料,结合国内外超声领域的最新进展,编著了《泌尿系统疾病超声诊断》。本书内容包括超声诊断基础、超声诊断技术新发展、泌尿系统疾病及其急症,并挑选了泌尿系统多种疑难病例,进行了深入细致讨论,力求反映现代超声诊断的先进技术和科研成果,特别强调超声诊断与临床结合的重要性,希望能对读者有所裨益。

富京山
于北京

目 录

第一篇 超声诊断基础

第 1 章 超声诊断物理学基础	(3)
一、超声波的物理学特性	(3)
二、声源、声束和分辨力	(4)
三、人体组织的声学参数	(6)
四、人体组织对入射超声波的作用	(6)
五、超声波对人体组织的作用	(7)
六、超声成像原理	(8)
七、超声诊断系统设备	(10)
八、超声多普勒技术	(11)
九、超声显像技术的安全性	(12)
第 2 章 超声扫查技术和图像分析	(14)
一、超声扫查技术	(14)
二、超声诊断专业术语	(16)
三、超声显像的基本表现	(18)
四、彩色多普勒血流显像和频谱多普勒观测的内容及参数	(19)
五、超声扫查常见伪差	(20)
第 3 章 超声诊断程序及原则	(24)
一、超声诊断程序	(24)
二、超声诊断原则	(25)
三、关于疑难病首诊一次诊断	(27)
第 4 章 超声诊断技术新发展	(43)
一、二维超声诊断	(43)
二、双功能多普勒超声及彩色多普勒血流显像诊断	(43)
三、腔内超声诊断	(44)
四、超声造影诊断	(45)
五、三维超声诊断	(45)

六、超声显像分辨力的研究	(46)
七、数字声束形成技术	(48)
八、谐波成像	(49)
九、内镜超声诊断技术新进展	(51)
十、内镜超声在胆道系统疾病的诊断	(54)
十一、内镜超声介入技术应用	(56)
十二、超声多普勒定量血流量准确性的研究	(58)
十三、超声内镜在非胰岛素瘤的 GEPETs 定位诊断中的应用	(59)
十四、肝纤维化的无创评估进展	(60)
十五、肝脏声像图纤维化量化分析	(61)
十六、心脏超声新技术	(63)
十七、血管内超声新进展——IVUS 指导冠状动脉介入治疗	(64)

第二篇 泌尿系统疾病超声诊断

第 5 章 肾疾病	(69)
一、肾解剖	(69)
二、正常肾声像图	(72)
三、肾超声显像诊断	(72)
四、肾先天性异常	(72)
五、泌尿道结石	(73)
六、尿路梗阻和肾积水	(75)
七、肾脏肿瘤	(76)
八、肾脏囊性病变	(80)
九、肾囊肿	(81)
十、急性肾小球肾炎	(85)
十一、急进性肾小球肾炎	(86)
十二、肺出血-肾炎综合征	(87)
十三、慢性肾小球肾炎	(87)
十四、肾盂肾炎	(88)
十五、急性肾衰竭	(89)
十六、慢性肾衰竭	(89)
十七、肾脏损伤	(90)
十八、肾钙质沉着和高血钙肾病	(91)
十九、肾结核	(92)
二十、不显影肾	(93)
二十一、肾移植	(94)
第 6 章 肾上腺疾病	(95)
一、肾上腺解剖	(95)

二、皮质醇增多症·····	(95)
三、原发性醛固酮增多症·····	(96)
四、无内分泌功能的皮质腺瘤和腺癌·····	(96)
五、艾迪生病·····	(96)
六、嗜铬细胞瘤·····	(97)
七、神经母细胞瘤·····	(97)
八、肾上腺转移癌·····	(98)
九、无功能肾上腺肿瘤·····	(99)
十、肾上腺肿块超声显像鉴别诊断·····	(100)
十一、肾上腺危象·····	(102)
第7章 输尿管疾病·····	(104)
一、解剖和正常声像图·····	(104)
二、输尿管积水·····	(104)
三、输尿管结石·····	(104)
四、输尿管肿瘤·····	(105)
五、输尿管囊肿·····	(105)
六、巨输尿管·····	(105)
第8章 膀胱疾病·····	(106)
一、解剖和正常声像图·····	(106)
二、膀胱肿瘤·····	(106)
三、膀胱损伤·····	(107)
四、膀胱憩室·····	(108)
五、膀胱炎·····	(108)
第9章 前列腺和精囊疾病·····	(109)
一、解剖和正常声像图·····	(109)
二、前列腺增生·····	(109)
三、前列腺癌·····	(111)
四、前列腺结石·····	(112)
五、前列腺炎·····	(112)
六、前列腺脓肿·····	(112)
七、前列腺囊肿·····	(113)
八、精囊疾病·····	(113)
第10章 阴囊、睾丸疾病·····	(114)
一、解剖和正常声像图·····	(114)
二、鞘膜积液·····	(114)
三、睾丸肿瘤·····	(115)
四、隐睾·····	(117)
五、附睾肿瘤·····	(118)
六、阴囊和睾丸血肿·····	(118)

七、附睾炎和附睾结核	(118)
八、睾丸扭转	(118)
九、精索静脉曲张	(119)

第三篇 泌尿系统急症超声诊断

第 11 章 泌尿系统急性损伤	(123)
一、肾脏损伤	(123)
二、膀胱损伤	(125)
三、输尿管损伤	(125)
第 12 章 血尿	(127)
一、血尿病因分类	(127)
二、血尿的鉴别诊断	(128)
第 13 章 急性肾衰竭	(130)
一、病因分类	(130)
二、急性肾小管坏死	(131)
第 14 章 急性尿潴留与泌尿系梗阻	(134)

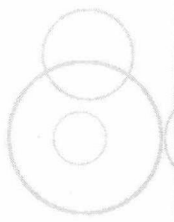
第四篇 泌尿系统疑难病例超声诊断分析

病例 1 颜面水肿、高血压、蛋白尿——急性肾小球肾炎与急进性肾小球肾炎	(141)
病例 2 左腰部不适——左肾癌	(144)
病例 3 发热、恶心、呕吐——高钙血症、急性肾衰竭	(146)
病例 4 肾结核误诊为“泌尿系感染、肾盂肾炎”4 年	(148)
病例 5 肾脏畸形的超声显像表现	(151)
病例 6 发热、进行性少尿 1 周——急性肾衰竭	(153)
病例 7 肺出血——肾炎综合征	(158)
病例 8 急性小腿肌肉疼痛——急性横纹肌溶解症、急性肾衰竭	(160)
病例 9 发热、颜面水肿、尿少、血压高——慢性肾衰竭	(164)
病例 10 肉眼血尿 2d——左肾盂癌	(168)
病例 11 婴幼儿腹部肿块——肾胚胎瘤	(171)
病例 12 肾移植超声显像表现	(173)
病例 13 肾结石碎石术后肾脏损伤引发弥散性血管内凝血	(175)
病例 14 左肾部分缺失、先天性肾发育不良——肾盂肾炎	(177)
病例 15 肾脏肿瘤的诊断与鉴别诊断	(180)
病例 16 恶寒、发热、排尿不出——前列腺脓肿	(184)
病例 17 右腰部憋胀——右输尿管结石	(185)
病例 18 肾脏囊性病超声显像诊断	(188)
病例 19 超声显像在肾脏钙质沉积症诊断中的应用	(194)

病例 20	无痛性血尿——输尿管癌	(197)
病例 21	左腰部不适、左下肢活动受限——左侧腹膜后积液(积尿)	(199)
病例 22	无痛性血尿——膀胱癌	(204)
病例 23	恶心、呕吐、贫血——慢性肾衰竭误诊分析	(207)
病例 24	发冷、发热、尿痛、排尿困难——急性尿潴留	(210)
病例 25	排尿困难、前列腺增大——前列腺癌	(212)
病例 26	肾盂积水诊断与鉴别诊断	(215)
病例 27	头晕、心悸、出汗、呕吐——嗜铬细胞瘤	(218)
病例 28	右肾切除后原位置新生酷似肾脏外形的肿物——无症状肾上腺肿瘤	(220)
病例 29	排尿迟缓、尿线变细——前列腺增生	(223)
病例 30	右侧腰部疼痛、憋胀——肾上腺癌	(226)
病例 31	睾丸无痛性肿大——精原细胞瘤	(228)
病例 32	左侧阴囊、睾丸外伤(踢伤)——睾丸破裂	(231)
病例 33	右侧阴囊间歇性肿大——交通性睾丸鞘膜积液	(232)
病例 34	双侧肾上腺肿块——肾上腺转移癌	(234)
病例 35	阵发性冷性血红蛋白尿所致急性肾衰竭	(236)
病例 36	低血糖昏迷——先天性肾性糖尿	(238)
病例 37	超声显像诊断桥本病相关肾脏病变 1 例报告	(240)
病例 38	肾外伤及输尿管损伤超声表现	(245)

第一篇

超声诊断基础



目前临床广泛应用的各种类型超声显像诊断装置(ECHO CAMERA)。包括二维超声显像和彩色多普勒血流显像以及三维超声显像都是以人体组织声学界面对入射超声波的反射或散射作为显像原理而设计制造的。因此,学习一些超声学、电子学等有关学科的基础知识,熟悉超声成像原理和特点,有助于了解二维超声显像和彩色多普勒血流显像超声诊断仪的工作原理、仪器性能和操作技术,有助于日常超声诊断工作的开展,同时对于理解和分析超声诊断图像,也会有很大帮助。

一、超声波的物理学特性

超声波是频率超过人耳听觉上限(20kHz)的一种振动波,是人耳听不见的声波。超声波和声波本质是一致的,即都是一种机械振动,属机械能,其可在弹性介质中以固有的速度传播。超声波在固体中的振动状态有纵波、横波和表面波3种。在液体和气体中只有纵波。医学诊断应用的是超声波的纵波。

超声波有3种物理量,即波长(λ)、频率(f)、声速(c)。下式可表达这三者之间的关系:

$$\lambda = c/f$$

超声波在弹性介质中传播时,在机械能量的作用下,介质产生压缩、稀疏的过程,压缩区加稀疏区的长度就是波长,即超声波在传播过程中介质的两个相邻和振动周期相同的质点间的距离。其物理量在医学诊断上以 mm 表达。超声波在介质中的传播速度就是声速,声速的快慢与介质的弹性成正比,与介质的密度成反比。其物理量以 m/s 表达,在医学诊断中,超声波在人体组织中的平均传播速度按 1 500m/s 或 1 540m/s 计算。频率是超声波在单位时间内的振动次数,其物理量以 Hz 表达。

超声波在不同的介质中传播时,波长、声速会发生不同变化:相同频率的超声波,在不同的介质中传播时,因传播速度不同,其波长也不同。相同频率的超声波,在不同介质中传播时,因介质的弹性和密度不同,声速也不同。

超声波和声波在弹性介质中传播是一种能量的传播性质,而所不同的是超声波频率高,波长短,接近于理想的直线传播,具有良好的束射性和方向性。超声波在介质中传播时介质有一

定的声阻抗(Z),介质的声阻抗等于其密度(ρ)与声速(c)的乘积($Z=\rho \cdot c$)。如果两种介质的声阻抗(Z_1, Z_2)相同,超声波可以全部透射过两种介质的分界面。如果两种介质的声阻抗不同,一部分超声波在两种介质的分界面上产生反射,反射声能的大小取决于两种介质声阻抗的差别,声阻抗差别越大,反射的声能越大。一般可用声强反射系数 I_R 表达。其公式为:

$$I_R = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{Z_2 + Z_1}$$

当反射角和入射角相同,超声波垂直入射时,在介质声阻抗差别相同的情况下,用同一超声探头能接收到最大的反射声强。两种介质的声阻抗不同,即超声波传播的声速不同,因传播速度有差别,在分界面上还可以产生折射,即超声波从第一种介质传播到第二中介质时,超声波入射角度发生了改变。这种改变了的角度称为折射角,折射角的大小决定于声速的比值,其公式为:

$$\frac{\text{入射角 } \sin\theta}{\text{折射角 } \sin\theta} = \frac{C_1}{C_2}$$

人体各种组织及空气、水的声阻抗值从大到小顺序为:骨骼>肌肉>肝、脾>血液、肾>乳腺>水(20℃)>脂肪>肺>空气。人体软组织的平均声阻抗值比肝略小,比肾略大。

超声波在弹性介质中传播时,弹性介质中充满超声能量的空间区域,称为超声场。超声场可分为两部分,即近场和远场。近探头处的超声束呈狭窄圆柱形,其直径略小于探头压电晶片的直径,此区域称近场。在距探头的远区,超声波束扩散变宽为远场。超声探头发射的超声束呈狭窄的圆柱形,其横向分辨力高,但近场的声强分布不均,远场的超声波束扩散,横向分辨力下降,声强逐渐减小但比较集中。近场还存在旁瓣问题可造成伪差。但只要探头的设计使半扩散角足够小,当探头的压电晶片的半径 $\geq 8\lambda$ 时,指向性最好。因为近场指向性和横向分辨力好,超声显像诊断主要利用近场区域。

当超声波传播经过声阻抗不同的介质时,若其声阻抗差 $>0.1\%$,就可发生反射。当人体组织器官反射的超声波(界面反射)经过超声仪处理形成图像,这就是超声成像的物理学原理。人体内不同组织具有不同的声阻抗,即人体自体表至体内深层组织为一连续的众多界面,这样便产生了众多的界面反射,当声束扫描时便可获得一幅幅超声断层图像。界面反射的强弱即回声的强弱与介质之间的声阻抗差大小有关,阻抗差越大,反射越强。例如胆囊结石,结石与胆汁声阻抗差较大,结石则为强回声。气体和软组织,骨和软组织之间阻抗差更大,因而体内含气的器官,如肺和胃肠以及骨骼则呈现很强的反射,其深方结构不能显示,所以超声显像不能检查肺和骨骼等器官。

超声波在介质中传播时,其能量随传播距离增加而减弱的现象称衰减。人体内不同组织和物质的衰减特性不同,超声波经过液体时,几乎不衰减,经过胃、结石和气体时则有明显的衰减。病灶的衰减特性也不相同,一些含纤维结缔组织较多的病灶或某些恶性肿瘤组织衰减较为明显。衰减最为明显的可显示为“声影”,如胆囊结石后方的声影。

二、声源、声束和分辨力

(一)声源(sound source)

能产生超声波的物体称声源。超声波换能器即为超声声源,也就是一般所说的探头,其通

常采用压电陶瓷(钛酸钡、锆钛酸钡及钛酸铅等)、压电有机材料(PVDF、PVDF2)或混合压电材料(压电陶瓷和压电有机材料的混合物)组成。发射电脉冲后即可转发超声脉冲。

(二)声束(sound beam)

声束是指从声源发出的超声波、通常在一定的立体角内作近似直线传播。声束的中心轴线名声轴(Soundaxis),它代表超声波传播的主方向。沿声轴做切面,声束两侧边缘之间距离即为束宽,在邻近探头的一段距离内,束宽几乎相等,称为近场区 Fresnel zone(near field),远方为远场区 Fraanhoffer zone(far field),声束逐渐扩散。近场区和远场区随探头频率和发射时的有效面积变化而改变。就超声显像而言,超声波在传播过程中,波束一般较宽,故而常影响图像质量,因此需加用声束聚焦技术。

(三)分辨力(resolution power)

分辨力是超声显像中极为重要的技术指标,尤其是横向分辨力对图像质量影响最大。分辨力一般分为基本分辨力和图像分辨力两类。

1. 基本分辨力 指在单一声束线上所测出的两个细小目标的能力。基本分辨力又分为3种。

(1)轴向分辨力(axisresolution):指沿声束轴线方向分辨两个细小目标的能力。分辨力佳则为轴向图像点细小、清晰。若用3~3.5MHz探头时,轴向分辨力在1mm左右。

(2)侧向分辨力(lateralresolution):指在与声束轴垂直的平面上,在探头长轴方向的分辨力。声束越细则侧向分辨力越好,其分辨力优劣受晶体形状、发射频率、聚焦效果及距离换能器远近等因素影响。在声束聚焦区内,3~3.5MHz探头的侧向分辨力一般为1.5~2mm。

(3)横向分辨力(transverseresolution):指在与声束轴垂直的平面上,在探头短轴方向的分辨力(又称厚度分辨力)。不管何种类型,超声探头均有一定厚度。超声切面显像是一个较厚的切面上信息的叠加图像。横向分辨力是探头在横向方向上声束的宽度,其与探头的曲面聚焦及与探头的距离有关。横向分辨力越好(小),图像上反映组织器官的微细结构越清晰而真实。

2. 图像分辨力 为构成整幅图像的目标分辨力。

(1)细微分辨力:用以显示散射点的大小。细微分辨力与接受放大器通道数成正比。故先进的数字化超声诊断仪均采用128独立通道的发射-接受放大器,获得-20dB的细小光点细微声像图。

(2)对比分辨力:用以显示回声信号间的微细差别。一般为-40~-60dB。在采用数字扫描变换技术(DSC)后,可获得良好的对比分辨力。

3. 多普勒超声分辨力 系指在多普勒超声技术中测定流向、流速等的分辨力。

(1)多普勒侧向分辨力:是在与声束轴线垂直的平面上,在探头长轴方向上的分辨力。在聚焦区内,3MHz探讨应为1.5~2mm,5MHz探讨应为1~1.5mm。

(2)多普勒流速分布分辨力:指在声束轴线上,于距离选通门的取样区内,在瞬时内能对不同流速的同时处理能力。

(3)多普勒流向分辨力:指在声束轴线的距离取样区内,能敏感地显示血流方向的能力。有时在一瞬间,可同时存在两种相反方向的流向。则应在声谱图曲线上表现为同一时间零基线上下同时呈现的流速曲线。

(4)多普勒最低流速分辨力:指在脉冲式多普勒系统中能检测出最低流速的能力。在双功

能超声仪中,这种低流速分辨力更为重要。一般4~5MHz多普勒超声低流速分辨力应为3~10mm/s。

4. 彩色多普勒分辨力 彩色多普勒血流显像(CDFI)是将心脏管腔内血流状态用彩色编码并完全叠加在实时灰阶声像图上。彩色多普勒分辨力分为两类。

(1)空间分辨力:指彩色血流的边缘光滑程度,以及这种彩色血流能正确在人体血管管腔内显示的能力,还包括能同时正确地在空间清晰显示多条血管中的血流,以及流向、流速和血流状态的能力。

(2)时间分辨力:指彩色多普勒血流显像能迅速地反映实时成像中不同彩色及彩色谱的能力。时间分辨力即反映心动周期中血流的不同位相的能力。

三、人体组织的声学参数

1. 密度(ρ) 各种组织器官的密度是重要声学参数中声特性阻抗的重要组成之一。密度的测定应在活体组织保持正常血液供应的情况下进行。密度的单位为 g/cm^3 。

2. 声速(C) 指超声波在介质中的传播速度。单位为 m/s 或 $\text{mm}/\mu\text{s}$ 。各种不同组织内声速不同:含固体成分多者声速最高;含纤维(主要为胶原纤维)成分多者声速次之;含水量较高的软组织声速较低;液体中的声速更低;气体中则声速最低。

3. 声阻抗(acoustic impedance)(Z) 为密度与声速的乘积。单位为 $\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$,其为超声诊断中最基本的物理量。超声显像图中各种回声均由声阻抗差产生。

4. 界面(boundary) 两种声阻抗不同物体相接在一起时,形成一个界面,界面小于超声波长时,称小界面;界面大于超声波长时,称大界面。成分复杂的病变经常有不同大小界面混杂,在声像图上表现为强回声。均质体和无界面区:在一个器官、组织中如由分布均匀的小界面组成,名均质体。液体区内则为无界面区。其内各小点的声阻抗完全一致。人体内无界面区在生理情况下见于血管内血液、胆囊内胆汁、膀胱内尿液、眼球玻璃体。在病变情况下可见于胸腔积液、腹水、心包积液、各脏器囊肿及肾盂积水等。

四、人体组织对入射超声波的作用

人体组织器官对入射超声波可产生以下多种物理现象。

散射(scattering):系指小界面对入射超声波产生散射现象。散射使入射超声波的能量中的一部分向各个空间方向分散辐射、散射,无方向性。如果散射回声是来自组织器官内部的小结构,则有重要的临床意义。

反射(reflection):指大界面对入射超声波产生的反射现象。反射使入射超声能量中有较大部分在与入射超声波同一平面向一个方向发生折返,且反射角与入射角相等。如入射角过大之声束入射到光滑大平面上,则使反射声束偏离换能器,则回声失落而在声像图上不予显示。

折射(refraction):超声波声束经过不同的组织器官大界面时,因其声速不同而发生声束前进方向的改变,称为折射。折射可使测量及超声导向产生误差。

全反射(total reflection):如第二介质声速大于第一介质,则折射角大于入射角。当入射

角大于 90° 折射角(称临界角)时,折射声束完全返回至第一介质,名“全反射”。全反射发生时,超声波不能进入第二介质,该区可出现折射声影。

绕射(diffraction)又名衍射。当超声声束边缘临近大界面 $1\sim 2$ 个波长时,声束传播方向发生改变,趋向这一界面,称为绕射现象。声束绕过大界面后又以原来的方向传播。

衰减(attenuation):超声波在介质中传播时因反射、散射、扩散以及人体软组织对超声能量的吸收,造成超声衰减。由于衰减现象的存在,故需在仪器上使用“深度增益补偿”(DGC)调节,以使声像图近、远场均匀一致。

会聚(convergence):声束经过圆形低声速区后,可致声束会聚。囊肿后方可见声束会聚后逐渐收缩变细,呈蝌蚪尾征。

发散(divergence):声束经过圆形高声速区,可致声束发散。实质性含纤维成分多的圆形肿块后方可见声束发散现象,呈“八”字形。某些肿瘤内含纤维较多,其后方常有发散现象。

多普勒效应(Doppler effect):入射超声波遇到活动的界面(血管内流动的红细胞)后散射或反射回声频率发生改变,称为多普勒频移。界面活动(流动的红细胞)朝向探头时,回声频率升高呈正频移。界面活动(流动的红细胞)背离探头则回声频移降低,呈负频移。频移大小与界面活动速度(流动的红细胞)成正比。利用多普勒效应可测算出血流方向和血流速度,彩色多普勒血流显像正是利用这一原理。

五、超声波对人体组织的作用

超声波携带能量,入射人体组织会产生生物学作用。超声显像技术应用的是医用脉冲式超声,通常有4种超声声强(acoustic intensity),分别为:①空间平均时间平均声强(SATAI);②空间平均时间峰值声强(SATPI);③空间峰值时间平均声强(SPTAI);④空间峰值时间峰值声强(SPTPI)。以上4种超声声强均可对人体产生生物学效应,其中SPTAI在生物学效应中特别重要。1978年美国医用超声学会(AIUM)生物效应委员会根据W. Nyborg提出的声强与时间关系的安全剂量曲线,建议各类型超声诊断仪使用的超声波的SPTAI不得大于 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ 即超声显像技术安全阈值。但近年研究发现,当 $\text{SPTAI} \leq 100\text{mW}/\text{cm}^2$ 时,仍可使细胞分裂时姊妹染色体互换率增加,使活体血小板计数增加并长出伪足,使红细胞膜抗原松解及氧结合力下降。在妇产科超声显像检查时,可促使妇女提早排卵,胎儿出生体重降低及儿童诵读困难等。在人体组织中对超声波敏感的组织器官有神经系统、视网膜、生殖腺、早孕期胚芽及孕3个月内胎儿等。因此,为了超声显像检查的安全,应对以上脏器超声检查在每一切面上观察时间不应超过1min,可做切面往返检查,使进入超声波能量平均下降。隔 $2\sim 3\text{min}$ 后可再扫查先前感兴趣的切面。时间仍以不超过1min为宜。需注意的是彩色多普勒显像比二维黑白超声所产生的SPTAI要大许多。例如二维超声显像探头发射SPTAI在 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ 时,在做彩色多普勒显像时SPTAI可达到 $600\sim 800\text{mW}/\text{cm}^2$,而做频谱多普勒检查时SPTAI可超过 $1000\text{mW}/\text{cm}^2$ 。因此做超声检查时要求超声医师应熟悉仪器操作技术、缩短扫查时间、选用低度探头输出能量尤其是对超声敏感的部位。

自1994年开始,国际规定在各类型超声诊断仪应用新的参数即热指数(TI)和机械指数(MI)。TI为探头输出的声功率与从计算所得使受检组织升温 1°C 所需声功率之间的比值,又可分为以下3种。