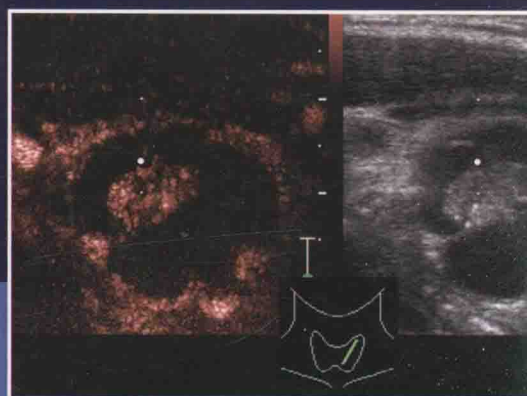
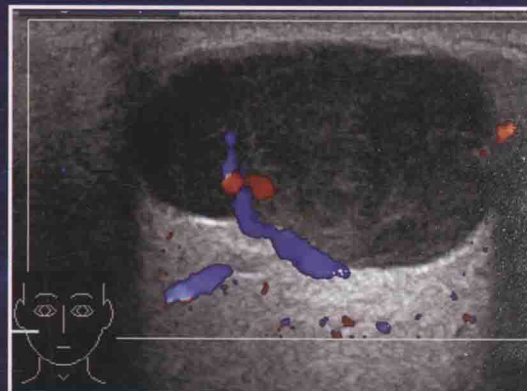


随书附赠
“在线视频”

ATLAS OF HEAD AND NECK ULTRASOUND

头颈部超声影像学 实用教程

HEINRICH IRO • ALESSANDRO BOZZATO • JOHANNES ZENK



主 编 [德] 海因里希·艾洛
亚历山大·巴泽图
约翰尼斯·岑克

主 译 朱 强
副主译 荣雪余

天津出版传媒集团
天津科技翻译出版有限公司

Heinrich Iro, Alessandro Bozzato, Johannes Zenk

with contributions by

Gert Hetzel, Werner Lang, Deike Strobel

Atlas of Head and Neck Ultrasound

头颈部超声影像学 实用教程

海因里希·艾洛

主 编 [德] 亚历山大·巴泽图

约翰尼斯·岑克

哥特·黑泽尔

编 者 [德] 沃纳·朗

杰伊克·斯特罗贝尔

主 译 朱 强

副 主 译 荣雪余

天津出版传媒集团



天津科技翻译出版有限公司

图书在版编目(CIP)数据

头颈部超声影像学实用教程 / (德) 海因里希·艾洛(Heinrich Iro), (德) 亚历山大·巴泽图(Alessandro Bozzato), (德) 约翰尼斯·岑克(Johannes Zenk) 主编; 朱强等译. —天津: 天津科技翻译出版有限公司, 2016. 7

书名原文: Atlas of Head and Neck Ultrasound

ISBN 978-7-5433-3604-9

I. ①头… II. ①海… ②亚… ③约… ④朱… III. ①头部—疾病—超声波诊断—教材
②颈—疾病—超声波诊断—教材 IV. ①R651.04 ②R653.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 107975 号

Copyright © 2013 of the original English language edition 2013 by Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, Germany.

Original title:

Atlas of Head and Neck Ultrasound by Heinrich Iro, Alessandro Bozzato and Johannes Zenk.

Contributors: Gert Hetzel, Werner Lang, Deike Strobel.

Cover design was inspired by Thieme Publishing Group.

For more information on Siemens ultrasound systems, visit: www.siemens.com/ultrasound

中文简体字版权属天津科技翻译出版有限公司。

授权单位: Georg Thieme Verlag KG.

出版: 天津科技翻译出版有限公司

出版人: 刘庆

地址: 天津市南开区白堤路 244 号

邮政编码: 300192

电话: (022) 87894896

传真: (022) 87895650

网址: www.tsttpc.com

印刷: 山东鸿君杰文化发展有限公司

发行: 全国新华书店

版本记录: 889 × 1194 16 开本 15.5 印张 380 千字 配图 523 幅

2016 年 7 月第 1 版 2016 年 7 月第 1 次印刷

定价: 168.00 元

(如发现印装问题, 可与出版社调换)

译者名单

主 译 朱 强

副主译 荣雪余

译 者 (按姓氏笔画顺序排序)

马 腾	王丽梅	王曦曦	方亚琦	石文媛
刘 娟	李江萍	范秀萍	周 帅	周亚静
荣雪余	胡敏霞	夏春霞	郭 宁	冀鸿涛

编者名单

Heinrich Iro, MD
Professor
Medical Director
Department of Otolaryngology—Head and Neck Surgery
Friedrich-Alexander University Hospital Erlangen—Nuremberg
Germany

Alessandro Bozzato, MD
Attending Physician
Department of Otolaryngology—Head and Neck Surgery
Friedrich-Alexander University Hospital Erlangen—Nuremberg
Germany

Johannes Zenk, MD
Professor
Deputy Medical Director
Department of Otolaryngology—Head and Neck Surgery
Friedrich-Alexander University Hospital Erlangen—Nuremberg
Germany

Dipl. Ing. Gert Hetzel
Siemens AG Healthcare Sector
Siemens Germany

Werner Lang, MD
Professor
Department of Vascular Surgery
Friedrich-Alexander University Hospital Erlangen—Nuremberg
Germany

Deike Strobel, MD
Professor, Attending Physician
Department of Internal Medicine
Friedrich-Alexander University Hospital Erlangen—Nuremberg
Germany

中文版前言

头颈部超声影像学检查已是临床上一种不可或缺的影像诊断方法,随着超声设备和技术不断发展,仪器性能不断改善,图像质量明显提高,尤其是近远场显示俱佳、中心频率可达 15MHz 甚至 20MHz 的高频探头的应用,使得此区域的声像图更清晰、更细腻,浅深侧均匀度更优。这一方面使得很多细微结构或病灶得以清晰显示,如甲状腺内微小至 2mm 的病灶也能被检出,再如锁骨上窝淋巴结的显示率也明显提高;另一方面对于病变内部的观察也更加细微,如对微钙化形态也可进行分析,病变内部小型的坏死区、纤细的分隔等均可得以很好的显示。这些进一步促进了超声影像检查在头颈部的应用。然而,有关头颈部超声诊断的专著与教材不多,特别是在国内较为欠缺。值此,译者认为这本由德国的 Iro 等三位医师以丰富的临床经验和大量的病例为素材、领衔撰写的头颈部超声图谱式教材不失为一本可读之物。

本书内容甚为全面,总论与各论并举。总论部分涵盖了灰阶超声的基本原理、多普勒和彩色多普勒的基本原理、超声检查的操作技巧,还规范了超声报告术语、报告书写的要点及注意事项等。各论部分简练又不失细致地介绍了甲状腺、颈部淋巴结、颅外神经、口底、涎腺、面部软组织、鼻旁窦和面中部、喉下咽、颅外血管等器官与结构的超声诊断要点与误区。该书的另一个可圈之处是无论是示意图还是声像图均具优良品质,图解和图标简明易懂、与正文密切呼应,能很好地帮助读者加深理解,准确掌握核心要点。

由于著书在时间上不可避免有滞后,本书尚未对当前在某些领域已经逐渐成熟应用的超声影像新技术,即超声造影和超声弹性成像进行详细的描述,这确实是有些缺憾。然而,鉴于其全面而又精练,具有较强的实用性,译者愿将其翻译出版,目的是让更多的超声同仁及相关专业的医师能更好地掌握和了解超声影像诊断在头颈部领域中的应用,提高诊断率,促进诊疗的规范化。

在翻译过程中,译者力求做到准确与流畅,但限于水平,难免会有疏漏之处,敬请广大读者谅解并指正。

2015 年 10 月 25 日于北京

前 言

自 20 世纪下半叶超声首次应用于头颈部诊断检查以来,其设备与技术已经得到了飞速发展,同时也促进了对头颈部解剖和疾病诊断的深入了解和把握。时至今日,数字图像处理技术和新型超声探头工艺使超声图像分辨率可达亚毫米水平,能检测出微小的组织学变化。在某些部位或条件下,其图像质量可以优于 CT 和 MR 成像。许多新的成像技术不断出现,如组织谐波成像、复合成像、弹性成像、宽景成像、超声造影等,与灰阶超声和彩色多普勒技术融合于同一系统,不仅能够显示器官的形态解剖结构,还能进一步提供功能等方面的信息。

CT 和 MR 成像可以全面评价头颈部病变,然而与超声相比,这些检查方法也有一些明显的缺点:难以较广泛的普及,同时检查操作不够简便快速,可能会导致疾病诊治的延误。此外,超声检查操作的同时,可以详细了解患者的其他重要信息,如现病史、既往史、体格检查、实验室检查等,使做出的超声诊断更加客观和全面。

随着技术的提高与进展,其应用范围会越加宽广,同时也会变得越加复杂,从而设备系统参数的调整和分析诊断就越显难度。这就需要有扎实的设备仪器知识和解剖学基础,全面掌握典型的超声影像学表现。

鉴于以上所述,超声诊断检查的质量取决于具体操作的个人专业水准,即“操作者依赖性”较强,这是根本的不利因素。克服这一常受诟病的缺陷,以达到或超越 CT 和 MR 诊断的程度,唯一的途径是不断实践、不断学习。为此,基于编者 20 多年的临床经验,试图编写一本与日常实践工作内容十分贴近、实用性较强、简明扼要的继续教育教材,力图为大家解决临床实际难题。

本书虽是图谱式的简明教程,但在为初学者系统地介绍头颈部超声的基本知识的同时,也是较高年资医师学习提高的可读之物。在编排上,采用了符合日常临床工作需要尽快解决问题的书写风格。第 1 部分的超声基础内容分 4 个章节予以逐一的介绍。为了对头颈部超声影像学有全面的了解,本书纳入了多学科交叉较明显的器官结构内容,如甲状腺和血管。为保证图片的高质量,尽可能选用了在最新的超声仪器上所采集的图像。并且除了书中所呈现的静态图像外,为使读者更容易地辨认解剖学知识、更清晰地阅读疾病影像、加深理解典型征象,网络在线内容还配备有更清晰的动态视频。

超声诊断无创、信息量大,在头颈部疾病诊断和治疗中必不可少。作者所在单位每年达 3500 多人次的有关检查量便是最佳的印证。

海因里希·艾洛
亚历山大·巴泽图
约翰尼斯·岑克
2012 年 11 月

致 谢

如果没有科室内外同事的精诚合作和鼎力支持,本书是无法得以完成和出版的。故特此感谢 Markus Grunewald 博士在互联网平台方面所做的准备工作,感谢 Nils Klintworth 和 Konstantinos Mantsopoulos 两位博士在图像资料方面所做的工作。另外,感谢西门子公司 (Healthcare Sector of Siemens AG) 有关超声部门的大力协助,感谢 Thieme Verlag 出版社的 S. Konnry 先生为本书的出版给予的大力支持。

缩 略 语

AACE	美国临床内分泌医师协会	ICA	颈内动脉
ARFI	声辐射力脉冲	IJV	颈内静脉
ATA	美国甲状腺协会	IMT	内-中膜厚度
BCC	基底细胞癌	MALT	黏膜相关性淋巴组织
bTSH	基础 TSH	MEN2	多发性内分泌瘤病
CCA	颈总动脉	MI	机械指数
CCDS	彩色编码双功能超声	MIP	最大密度投影
CEA	癌胚抗原	MRI	磁共振成像
CHD	冠状动脉性心脏病	NASCET	北美症状性颈动脉内膜切除试验
CI	复合成像	NTM	非结核分枝杆菌
CPS	对比脉冲序列	PEIT	经皮乙醇注射治疗
CRP	C-反应蛋白	PET-CT	正电子发射计算机断层显像
CT	计算机断层成像	PI	相位反转(第 14 章)
CW	连续波	PI	搏动指数(第 2 章)
DGC	深度增益补偿	PRF	脉冲重复频率
ECA	颈外动脉	PSV	收缩期峰值流速
ECST	欧洲颈动脉内膜切除试验	PW	脉冲波
ENT	耳鼻喉	RI	阻力指数
ESR	红细胞沉降率	TB	结核
FFT	快速傅里叶变换	TGC	时间增益补偿
FNAB	细针穿刺活检	THI	组织谐波成像
FNAC	细针抽吸细胞学检查	TPO Ab	抗甲状腺过氧化物酶抗体
GSM	灰阶介质	VA	椎动脉

目 录

第1部分 总论 1

第1章 超声成像基本原理 3

B型超声的物理原理 3

超声频率 3

超声的产生 4

压电效应 4

脉冲回波技术 4

声传播的物理定律 4

空间分辨率 5

发射聚焦 5

B型图像采集:2D成像 5

后处理 6

伪像 6

第2章 多普勒和彩色多普勒超声成像的

物理原理 10

多普勒效应 10

多普勒技术 10

频谱多普勒方法:脉冲多普勒 10

混叠和尼奎斯特频率 11

频谱多普勒的角度校正及其准确性 11

多普勒取样位置 12

彩色编码双功能超声,彩色多普勒超声 12

能量多普勒 12

壁滤波 12

彩色多普勒混叠 13

角度对彩色多普勒的影响 13

频谱多普勒的参数设置及图像优化 14

脉冲重复频率(PRF) 14

D-增益(频谱多普勒增益) 14

壁滤波 14

彩色血流和能量多普勒参数设置 14

PRF优化设置 14

彩色取样框角度偏转 14

彩色增益 14

壁滤波 14

时间平均值 14

彩色血流线密度 14

小结:多普勒参数设置指南 16

小结:超声图像阅读指南 16

第3章 超声检查的操作技巧 17

分辨率和穿透力 17

声场特性 17

增益和时间增益补偿 19

颈部分区的临床检查 20

I A区:颈下区 22

I B区:颌下区 22

II A区和II B区:上颈部 22

III区:中颈部 24

IV区:下颈部 26

VA和VB区:颈后三角区 26

VI区:颈前区 27

检查顺序 27

第4章 超声报告与术语 29

规范化的超声用语 29

位置 29

结构(回声性状) 29

形状 29

轮廓 29

边缘 29

后方表现 30

探头加压扫查 30

第2部分 超声解剖和病理 39

第5章 甲状腺 41

局部解剖 41

超声检查 41

正常超声表现 42

弥漫性甲状腺疾病的超声表现与病理	43	扫术	87
先天性畸形	43	原发肿瘤切除术及淋巴结清扫术后,兼行	
甲状腺肿(弥漫性与结节性)	43	或未行放射治疗	87
甲状腺炎	44	初期放射治疗后,行或未行淋巴结清扫	
甲状腺术后	47	术	87
甲状腺结节	48	超声引导穿刺活检	92
囊肿	48	超声引导注射	92
甲状腺结节	49	第7章 颅外神经	94
小结:甲状腺	56	解剖	94
甲状腺旁腺	57	炎性病变	94
第6章 颈部淋巴结	60	良性肿瘤	94
解剖	60	副神经节瘤	94
颈部淋巴结特征	60	神经源性肿瘤	97
大小及三维比例	60	恶性肿瘤	97
淋巴结门回声(“门征”)与灌注模式	60	第8章 口底与口咽	102
淋巴结形态	62	解剖	102
淋巴结边界	65	炎性病变	102
结内回声均匀性	65	良性肿瘤	103
淋巴结分布	67	鳃裂囊肿	103
炎性病变	69	感染性鳃裂囊肿	103
急性与慢性淋巴结炎	69	甲状舌管囊肿和甲状舌管瘘	103
EB病毒与单核细胞增多症	69	其他良性肿瘤	103
淋巴结脓肿形成	70	恶性肿瘤	103
颈部脓肿	70	第9章 涎腺	122
非结核分枝杆菌病(MOTT)	74	解剖	122
结核	74	腮腺	122
放线菌病	74	颌下腺	122
淋巴结肿大的鉴别诊断	75	舌下腺	122
良性肿瘤	75	炎性病变	126
脂肪瘤	75	急性涎腺炎	126
淋巴管瘤或囊状水瘤	78	腮腺脓肿	126
恶性肿瘤和淋巴结转移	81	慢性涎腺炎	126
恶性淋巴瘤	81	淋巴结肿大	127
肉瘤	82	涎腺囊肿	127
转移	82	涎石症和阻塞性疾病	127
黑色素瘤转移	84	涎腺病	143
原发灶不明肿瘤(CUP)综合征	84	良性肿瘤	143
肿瘤的超声随访	86	恶性肿瘤	143
区域随访	86	第10章 面部软组织	156
原发肿瘤切除术后,未行颈部淋巴结清		解剖	156

炎性病变	156	斑块图像	190
疖和脓肿	156	狭窄程度分级	198
乳突炎	156	颈动脉闭塞	199
耳前窦道	156	颈动脉瘤	202
良性肿瘤	156	椎动脉	202
恶性肿瘤	157	检查方法	202
第 11 章 鼻窦和面中部	171	动脉粥样硬化性疾病	202
解剖	171	锁骨下动脉窃血综合征	202
炎性病变	171	颈内静脉	202
鼻窦炎	171	检查方法	202
良性肿瘤	171	血栓	206
恶性肿瘤	171	第 3 部分 超声新技术及展望 ...	209
创伤	172	第 14 章 图像处理方法	211
第 12 章 喉和下咽	178	宽景成像	211
解剖	178	谐波成像;组织谐波成像	211
炎性病变	178	宽频谐波成像,相位反转技术	211
良性肿瘤	178	空间复合成像	211
恶性肿瘤	179	三维超声成像:3D 成像,4D 成像	212
第 13 章 颅外血管	187	超声造影	212
引言	187	弹性成像	212
解剖	187	超声组织特征分析	221
颈动脉	187	展望	222
检查方法	187	推荐阅读	226
正常图像	189	索引	231
内-中膜厚度	189		
动脉粥样硬化性疾病	190		

视频目录

- 3.1 颈部V区至IB区扫查方法
- 3.2 颈部IV区和III区扫查方法
- 3.3 颈部IB区扫查方法
- 3.4 颈部IA区、V区和VI区扫查方法
- 4.1 超声探头的触诊
- 4.2 超声探头的触诊
- 4.3 超声探头对囊肿的触诊
- 6.1 淋巴结“门征”和淋巴结血流灌注
- 6.2 反应性肿大淋巴结的血流灌注,颈部III区, CCDS
- 6.3 转移性淋巴结的血流灌注,颈部IV区, CCDS
- 6.4 淋巴结边界,颈部III区, CCDS
- 6.5 淋巴结活动性,颈部III区, CCDS
- 6.6 颈部脓肿周边丰富血流, CCDS
- 6.7 左侧颈部脓肿周边丰富血流, CCDS
- 6.8 颈部脓肿, CCDS
- 6.9 血管浸润的评估
- 6.10 颈动脉血管浸润的评估
- 6.11 血管浸润的评估
- 6.12 超声引导穿刺活检
- 6.13 超声引导穿刺活检
- 6.14 超声引导穿刺活检
- 6.15 超声引导肉毒杆菌毒素注射
- 7.1 喉切除术后,颈中线处显示椎体
- 7.2 右侧颈部副神经节瘤, CCDS
- 7.3 右侧颈部副神经节瘤, CCDS
- 7.4 右侧颈部副神经节瘤, CCDS
- 7.5 左侧颈部神经纤维瘤
- 7.6 左侧颈部神经纤维瘤
- 8.1 口底解剖,横切面
- 8.2 口底与舌动脉解剖,横切面
- 8.3 左侧扁桃体周围脓肿
- 8.4 右侧扁桃体周围脓肿
- 8.5 右侧扁桃体周围脓肿
- 8.6 咽旁脓肿,颈部V区
- 8.7 右侧鳃裂囊肿
- 8.8 右侧鳃裂囊肿
- 8.9 右侧鳃裂瘻
- 8.10 右侧鳃裂瘻
- 8.11 右侧鳃裂瘻伴感染
- 8.12 右侧鳃裂瘻伴感染
- 8.13 甲舌囊肿与舌骨
- 8.14 舌下囊肿与表皮样囊肿的鉴别诊断
- 9.1 腮腺解剖
- 9.2 腮腺解剖
- 9.3 颌下腺解剖
- 9.4 面动脉解剖
- 9.5a 口底、舌下腺
- 9.5b 口底、舌下腺
- 9.6 急性涎腺炎
- 9.7 涎腺脓肿
- 9.8 慢性复发性青少年性腮腺炎
- 9.9 原发性舍格林综合征
- 9.10 MALT淋巴瘤
- 9.11 涎腺、淋巴结
- 9.12 涎腺、淋巴结
- 9.13 涎腺、淋巴结
- 9.14 腮腺囊肿
- 9.15 口服抗坏血酸的作用
- 9.16 涎腺阻塞性疾病
- 9.17 涎腺阻塞性疾病
- 9.18 涎腺体外冲击波碎石(ESWL)

- 9.19 涎腺体外冲击波碎石(ESWL)
- 9.20 涎腺阻塞性疾病
- 9.21 涎腺阻塞性疾病
- 9.22 腮腺血管瘤
- 9.23 右侧腮腺多形性腺瘤
- 9.24 右侧腮腺多形性腺瘤
- 9.25 Warthin 瘤(腺淋巴瘤)
- 9.26 Warthin 瘤(腺淋巴瘤)
- 9.27 右侧腮腺恶性肿瘤
- 9.28 右侧腮腺黏液表皮样癌
- 10.1 颞下颌关节
- 10.2 人工耳蜗
- 10.3 耳后骨瘤
- 10.4 面颊部腺瘤
- 11.1 右侧眼球横切面
- 11.2 左侧上颌窦恶性肿瘤
- 11.3 术后额窦
- 11.4 术后额窦
- 11.5 鼻骨骨折
- 11.6 眼眶骨折
- 11.7 眼眶骨折
- 12.1 声门上区解剖
- 12.2 喉部解剖
- 12.3 喉部解剖
- 12.4 T3 期声门型喉癌
- 12.5 喉部解剖
- 12.6 食管解剖
- 12.7 食管 Zenker 憩室
- 12.8 食管 Zenker 憩室
- 12.9 小喉癌
- 12.10 大喉癌
- 12.11 先天性声带麻痹
- 12.12 喉术后解剖结构紊乱
- 12.13 下咽癌
- 12.14 下咽癌
- 12.15 下咽癌
- 12.16 下咽癌
- 13.1 颈内静脉解剖
- 13.2 颈内静脉成像
- 13.3 颈内静脉和颈动脉成像(彩色多普勒)
- 13.4 颈动脉分叉部彩色多普勒成像
- 13.5 颈外动脉分支
- 13.6 颈动脉分支
- 13.7 颈总动脉管壁的评估
- 13.8 颈总动脉血流的测量
- 13.9 颈内动脉斑块
- 13.10 颈内动脉狭窄的彩色多普勒血流
- 13.11 颈总动脉闭塞
- 13.12 颈总动脉瘤
- 13.13 椎动脉 V1 段
- 13.14 椎动脉 V2 段
- 13.15 椎动脉 V2 段
- 14.1 左侧颈部的三维超声成像
- 14.2 胎儿面部的三维超声成像
- 14.3 成人心脏的实时三维超声成像
- 14.4 甲状腺的多维成像
- 14.5 超声造影剂的使用
- 14.6 腮腺肿瘤超声造影成像的造影剂动力学
- 14.7 超声弹性成像原理
- 14.8 淋巴结超声弹性成像
- 14.9 囊肿超声弹性成像
- 14.10 腮腺恶性肿瘤超声弹性成像
- 14.11 腮腺恶性肿瘤超声弹性成像

第 1 部分

总论

第 1 章	超声成像基本原理	3
第 2 章	多普勒和彩色多普勒超声成像的物理原理	10
第 3 章	超声检查的操作技巧	17
第 4 章	超声报告与术语	29

第 1 章 超声成像基本原理

Gert Hetzel

掌握超声的物理特性和技术原理是理解超声图像及其意义的关键,同时也有助于了解超声的优缺点。

B 型超声的物理原理

声波是一种纯净的机械波。发射超声至组织内部而产生的反射波是超声成像的基础,经过后处理,形成与人体断层结构一致的切面图像。

超声频率

人耳可听到的声波频率范围是 16~20kHz,高于此范围上限并且不能为人耳听到的声音即为“超声”。医学诊断使用的超声频率一般为 2~30MHz(图 1-1)。

目前在大部分耳鼻喉(ENT)学科领域,超声中心频率一般为 5~18MHz,常用的频率是 7.5MHz。这一频率区间可同时兼顾穿透力和较高空间分辨率的需求。

声波的传播速度取决于传播介质。假定声波在人体不同组织内的平均传播速度为: $c=1540\text{m/s}$ (为不同软组织中的均值,与声波在水中的传播速度相近,是公认的国际标准值)。如果测得声波信号的传播时间,就可以根据已知的声波传播速度准确定位

反射源。

声波频率(f)和声速(c)决定波长(λ):

$$\lambda=c/f$$

例如: $f=7.5\text{MHz}$,则 $\lambda=0.2\text{mm}$ 。

波长 λ 是理论上分辨率的极限,事实上不可能获得。一般而言,波长越短,频率越高;因此,为获得较高的分辨率,就需采用较高的频率。

频率是影响图像质量的一个重要因素。

声波穿越介质时会产生衰减,也就是通过吸收过程转化成热量,发生声能损耗。随着声波在介质中传播距离的增加,损耗亦随之增加。衰减取决于组织的吸收常数和声波频率(图 1-2)。

基于声能衰减的频率依赖性,穿透深度不仅取决于介质,在很大程度上也取决于频率。

在一定限度内,超声仪器内与深度相关的回波放大控制器(DGC,深度增益补偿;或 TGC,时间增益补偿),可以补偿吸收所致的声损耗。

穿透深度是指超声探头(表面)与人体内能被清晰显示、不为噪声干扰的组织结构深侧之间的最大距离。如前所述,频率对穿透力有着显著影响,穿透深度与频率成反比。因此,根据不同的部位,采取不同的探头频率(范围),高频率适用于近体表结构成像,而低频率则适用于深部结构成像。

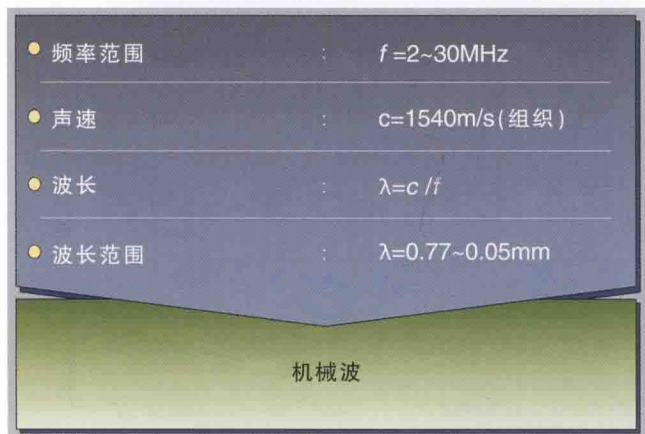


图 1-1 频率与波长的关系。(Courtesy of Siemens AG.)

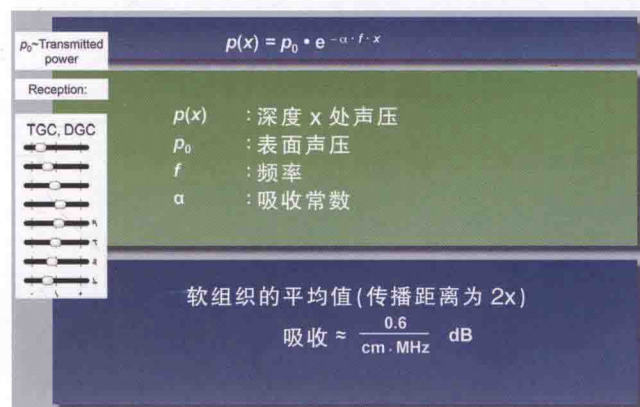


图 1-2 基于吸收定律的超声频率依赖性衰减。DGC,深度增益补偿;TGC,时间增益补偿。(Courtesy of Siemens AG.)