

10

超声医师培训丛书

总主编 周永昌 郭万学
主 编 王志刚

超 声 治 疗



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

超声医师培训丛书

第十分册

超 声 治 疗

CHAOSHENG ZHILIAO

总 主 编 周永昌 郭万学

 人民军 出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

超声治疗/王志刚主编. —北京:人民军医出版社,2009.6

(超声医师培训丛书)

ISBN 978-7-5091-2721-6

I. 超… II. 王… III. 超声波疗法 IV. R454.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 076888 号

策划编辑:郭威 文字编辑:海湘珍 责任审读:吴铁双

出版人:齐学进

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)51927300-8037

网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

印、装:北京市蓝迪彩色印务有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:12.5 字数:283千字

版、印次:2009年6月第1版第1次印刷

印数:0001~2700

定价:36.00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

这是一本全面介绍超声治疗技术的临床应用的实用型读物。全书共分为 14 章,除概论一章为定义等基础知识外,书中用较大篇幅讲述了临床应用知识,其中包含:超声-电疗法、超声药物透入疗法、超声雾化吸入疗法、超声碎石疗法、超声美容与减肥疗法、眼科超声疗法、耳鼻咽喉科超声疗法、口腔科超声疗法、颅脑超声疗法,以及高强度聚焦超声治疗肿瘤的基础和应用、超声微泡造影剂在疾病治疗中的应用研究、腹部介入性超声疗法,每种疗法对其原理、设备、适应证、禁忌证、操作方法、注意事项都做了具体描述。本书适合超声医师阅读,适合相关专业临床医师和医学院校相关研究人员阅读参考。

总主编 周永昌 郭万学

副主编 (按分册顺序排列)

陈思平 深圳大学 副校长 教授

华 扬 首都医科大学北京宣武医院 主任医师 教授

王宁利 首都医科大学北京同仁医院 副院长 教授

杨浣宜 中国医学科学院阜外心血管病医院 主任医师 教授

刘明瑜 河北医科大学第四医院 主任医师 教授

张 晶 解放军总医院第一附属医院 主任医师 教授

郭瑞军 首都医科大学北京朝阳医院 主任医师 教授

李泉水 深圳大学第一附属医院 主任医师 教授

王 燕 上海市第六人民医院 主任医师 教授

王志刚 重庆医科大学 教授

主 编 王志刚

编著者 (以姓氏笔画为序)

- | | | |
|-----|--------|-----|
| 王志刚 | 重庆医科大学 | 教授 |
| 王智彪 | 重庆医科大学 | 教授 |
| 冉海涛 | 重庆医科大学 | 教授 |
| 成 涓 | 重庆医科大学 | 医师 |
| 朱 辉 | 重庆医科大学 | 副教授 |
| 朱叶锋 | 重庆医科大学 | 医师 |
| 任建丽 | 重庆医科大学 | 医师 |
| 李 攀 | 重庆医科大学 | 医师 |
| 李兴升 | 重庆医科大学 | 医师 |
| 邹建中 | 重庆医科大学 | 教授 |
| 汪朝霞 | 重庆医科大学 | 医师 |
| 张 劲 | 重庆医科大学 | 教授 |
| 周希瑗 | 重庆医科大学 | 教授 |
| 骆文龙 | 重庆医科大学 | 教授 |
| 高 志 | 重庆医科大学 | 教授 |
| 黄伟光 | 重庆医科大学 | 副教授 |
| 程 远 | 重庆医科大学 | 教授 |
| 虞乐华 | 重庆医科大学 | 教授 |

超声医学包括超声诊断学和超声治疗学，在我国开展已半个世纪。根据文献记载，超声波疗法于1953年7月在北京军区总医院开始应用，当时应用的是西门子 Santor.B 治疗机。后逐渐在北京、东北和上海等地医院推广，1955年编有超声波疗法讲义，1957年有超声波疗法的文章发表。超声诊断是1958年12月在上海第六人民医院首先应用于临床，使用的是A型超声工业探伤仪，1959年开始有A、BP型超声诊断仪，上海超声医学应用研究小组于1960年7月内部出版超声诊断文集。1961年7月出版我国首部超声诊断专著《超声诊断学》。

随着科学技术的进步，超声医学随之迅速发展，超声生物学和剂量学研究更加深入，根据超声剂量不同对人体的作用截然不同的原理，微量超声组织细胞无反应，利用反射、折射或透射，可开展各种诊断和治疗。超声剂量加大，则可引起组织细胞的功能性以至可逆性器质性反应，属于非创伤性超声波疗法；剂量再加大，则组织细胞发生非可逆性器质性的改变，例如粉碎细胞、裂断生物大分子、DNA链的断裂等；剂量再大可将组织细胞灼毁，例如高强度超声聚焦疗法，3~5s甚至瞬间将肿瘤细胞从形态上改变，成为凝固蛋白。治疗最初应用的超声功率为 $0.7 \sim 3.0 \text{ W/cm}^2$ ，是非损伤性疗法，现在高强度聚焦超声的研究有突破性进展，它可产生高温烧毁肿瘤细胞，被称为“超声刀”。

超声诊断更是发展迅速，在图像上从一维发展到二维、三维，更由静态三维、动态三维而到实时三维。超声影像从黑白发展到彩色。从宏观到超声显微镜，可诊断的疾病空前广泛，超声工作者队伍不断扩大，分工越发细致。

我们曾主编的《超声医学》一书，1989年问世以来已出了五版，每版均经数次印刷，第三版曾定为“全国超声医师上岗培训指定教材”，全书篇幅大，内容系统全面，可作为常备书使用。

但对于年轻超声医师而言，部头过大，内容过深，阅读和携带起来均有不便。他们急切需要的是内容精练，文字简练，观点明确，且方便随身携带的适合初学者学习、实用性强的专题性质的权威读物。在读者的鼓励和要求下，经我们二人协商，并与有关专家共同讨论，决定编写一套《超声医师培训丛书》。它以目前超声专业分工为依据，分为10个分册，其中6个分册是按照解剖部位分别撰写的，有《颅脑及外周血管超声》、《眼科超声》、《心血管超声》、《腹部超声》、《肌肉骨骼超声》和《浅表器官超声》，两个分册是按分科编写的，分别为《妇产科超声》和《儿科超声》，而由深圳大学副校长陈思平主编的《超声医学基础》是国内第一部系统阐述超声医学基础的读物，它的出版不仅为超声技师的临床工作提供帮助，而且为超声医学科研工作提供设备和技术层面的基础理论依据；而由重庆医科大学王志刚教授主编的《超声治疗》，囊括了所有超声治疗的新技术，并对每项技术做了详尽的阐述，在近几年国内超声治疗迅速发展的今天意义深远。

以上丛书各分册主编，均为国内一流专家，但由于《丛书》为初版，难免有不足，请广大读者不吝赐教。

周永昌 郭万学

2009年4月

第 1 章 概论	1
第一节 超声治疗的定义及分类	1
第二节 超声的物理特性及超声的发生	2
一、超声的传播	2
二、超声波的声场	3
三、超声波的发生	4
第三节 超声治疗原理	4
一、超声波的生物物理特性及作用机制	4
二、超声对组织器官的影响	8
第四节 超声治疗技术	14
一、超声理疗的治疗技术	14
二、HIFU 的治疗技术	22
三、超声造影剂的治疗技术	23
第五节 适应证与禁忌证	24
一、超声理疗的适应证与禁忌证	24
二、HIFU 的适应证与禁忌证	25
第 2 章 超声-电疗法	28
第一节 超声-低频电疗法	28
一、治疗设备	28
二、治疗作用	28
三、治疗方法	28
四、适应证与禁忌证	28
第二节 超声-中频电疗法	29
一、治疗设备	29
二、治疗作用	29
三、治疗方法	29
四、适应证与禁忌证	29
五、注意事项	29

第3章 超声药物透入疗法	30
第一节 概述	30
一、作用基础	30
二、疗法特点	31
三、仪器设备	31
四、药物制备	31
五、操作常规	31
六、注意事项	31
第二节 临床应用	32
一、防治瘢痕	32
二、局部皮肤病变	32
三、肌肉骨骼系统疾病	32
四、皮肤美容	32
五、其他领域	32
第4章 超声雾化吸入疗法	33
一、基本原理	33
二、雾化吸入常用药物	33
三、药物选择原则	33
四、适应证	34
五、操作方法	34
六、注意事项	34
第5章 超声碎石疗法	36
第一节 体内接触式超声碎石	36
一、原理	36
二、设备	36
三、操作	36
四、适应证与禁忌证	37
第二节 体外非接触式超声碎石	37
一、原理	37
二、设备	37
三、操作	37
四、适应证与禁忌证	37
第6章 超声美容与超声减肥疗法	38
第一节 超声美容	38

一、超声促渗	38
二、超声除皱	38
第二节 超声减肥	39
一、超声辅助吸脂	39
二、非侵袭性超声脂肪雕塑	43
第7章 眼科超声疗法	46
第一节 概述	46
第二节 临床运用	46
一、眼科疾病的超声理疗	46
二、眼科疾病的超声药浴	47
三、眼科疾病的超声透入治疗	48
四、超声乳化白内障	49
五、高强度聚焦超声治疗眼科疾病	57
六、超声微泡在眼科的治疗学研究	58
第8章 耳鼻咽喉科超声疗法	60
第一节 超声在耳部的治疗应用	60
一、突发性耳聋	60
二、慢性化脓性中耳炎	61
第二节 超声在鼻部的治疗应用	61
一、鼻炎	61
二、变应性鼻炎	61
三、鼻窦炎	62
第三节 超声在喉部的治疗应用	63
第9章 口腔科超声疗法	64
第一节 概述	64
第二节 临床应用	64
一、超声波洁齿术	64
二、超声根管治疗术	67
三、超声骨刀的应用	74
四、超声介导治疗	77
第10章 颅脑超声疗法	80
第一节 概述	80
第二节 临床应用	81
一、超声吸引(刀)	81

二、超声溶栓	83
三、超声开放血脑屏障	87
第 11 章 高强度聚焦超声治疗肿瘤的基础	98
第一节 概况	98
第二节 基础研究	99
一、强度的界定	99
二、声波剂量	99
三、离体组织研究	100
四、体内实验研究	104
第三节 生物学焦域概念及 HIFU 治疗剂量	112
一、HIFU 技术热切除肿瘤的必要条件	112
二、HIFU 生物学焦域的研究	114
三、HIFU 热切除治疗肿瘤的剂量学研究	122
第四节 HIFU 治疗的超声定位、实时监控及疗效评价	126
一、概述	126
二、选择病例	127
三、HIFU 治疗前超声波检查	128
四、HIFU 治疗前定位	130
五、治疗前开窗定位	131
六、HIFU 治疗中的定位	131
七、实时监控	132
八、治疗后的随访	135
九、乳腺癌经 HIFU 治疗后的超声疗效评价与随访	135
十、肝癌经 HIFU 治疗后的超声疗效评价与随访	136
十一、骨肉瘤经 HIFU 治疗后的超声疗效评价与随访	136
第五节 HIFU 治疗方案和制订原则	137
一、恶性肿瘤的治疗方案和制订原则	137
二、良性肿瘤的治疗方案和制订原则	138
三、HIFU 治疗的原则	138
第六节 疗效评价的原则和方法	139
一、临床评估	140
二、影像学评估	140
第七节 HIFU 治疗关键技术的完善	142
一、HIFU 治疗中的实时无创测温技术	142
二、HIFU 治疗剂量学原理和声环境	145
三、用于 HIFU 研究的超声仿组织体模	147

第 12 章 高强度聚焦超声治疗肿瘤的应用	152
第一节 HIFU 治疗恶性肿瘤	152
一、原发性肝癌的 HIFU 治疗	152
二、HIFU 治疗乳腺癌	154
三、HIFU 治疗原发性恶性骨肿瘤	155
四、HIFU 治疗胰腺癌	156
五、HIFU 治疗其他恶性肿瘤	157
第二节 HIFU 治疗良性疾病	158
一、HIFU 治疗子宫肌瘤	158
二、HIFU 治疗良性前列腺增生	160
三、HIFU 治疗外阴上皮内非瘤样病变	162
第 13 章 超声微泡造影剂在疾病治疗中的应用研究	168
第一节 超声微泡造影剂用于疾病治疗的机制	168
一、超声微泡造影剂用于治疗疾病的机制	168
二、微泡与有治疗作用的生物活性物质的结合方式	169
三、超声破坏微泡直接的治疗作用	169
第二节 超声微泡造影剂在疾病治疗中的应用研究	170
一、超声微泡造影剂携带基因治疗	171
二、超声微泡造影剂携带药物治疗	172
三、溶栓治疗	173
四、抗肿瘤治疗	173
五、声像图和超声组织定征监控	174
六、相关仪器	174
七、存在的问题	174
第 14 章 腹部介入性超声疗法	176
第一节 超声引导下的穿刺技术	176
一、超声引导下穿刺的优点	176
二、仪器与操作技术	177
三、穿刺适应证与禁忌证	180
四、穿刺操作程序	181
第二节 腹部脏器囊性病变介入性超声治疗	182
一、适应证	182
二、禁忌证	182
三、操作方法	182
四、注意事项	182
第三节 脓肿的穿刺抽吸与置管引流	183

一、适应证	183
二、操作方法	183
三、注意事项	183
第四节 超声引导微波消融治疗肝癌	183
一、基本原理	183
二、适应证与禁忌证	184
三、注意事项	184
第五节 超声引导射频消融治疗肿瘤	184
一、基本原理	184
二、适应证与禁忌证	185
三、注意事项	185

第一节 超声治疗的定义及分类

超声治疗是指应用超声能量作用于人体产生的刺激,改变机体的功能与组织状态,以达到治疗疾病目的的一种方法。随着科学技术的发展,当前的超声治疗种类与方法很多,从投用的剂量与对人体作用的结果看,可分为:小剂量——不致构成人体组织不可逆损害、大剂量——不等程度破坏组织或病变的超声治疗方法。

理疗范畴的超声疗法是指应用安全剂量进行无损伤的治疗方法,是一种应用历史较长、涉及治疗范围较广的理疗方法。

自超声技术发展以来,超声界的前人便致力于应用到医学中,一方面是诊断,一方面是治疗。初期治疗应用发展较快、较广泛。1880年 Golton 的报道中即涉及用声波震荡治疗疾病。超声对生物效应的研究,可见于1927年 RW Wood、AL Loomis 所发表的文献。此后 Harvey 等相继作了大量的超声波生物学作用的研究。1928年 Mulwert 试用超声波治疗慢性耳聋,可以说是最早的临床试验。至1933年 R Pohlman 便提出超声波可以用于多种疾病的治疗。同年 Mulwert 等采用超声波治疗耳硬化症,此时超声波治疗在欧、美应用日渐广泛。但是早期的超声治疗缺少严格的科学规范,方法不一、剂量不一、条件不一,疗效也大相径庭,因此长时间

对此疗法存有争议。尤其是早年对超声波性能不够了解,应用剂量过大或治疗部位不当,可致人体损害,故有人认为超声疗法有危害。直至大量的生物学与医学上的实验研究,以及大量的临床实践取得了可靠依据,此种情况才得以改变。1933年 Pohlman 指出超声具有良好的刺激代谢作用,其损害作用可由减小剂量避免。这一理论对此后的理疗超声应用起了很大的推进作用。同年又有超声治疗对坐骨神经痛、神经丛痛的有效治疗报道相继发表,此后超声疗法的应用日益广泛,至1949年第一次国际超声会议召开,仅由大会发表的材料统计病例已达101 629例,病种包括腰痛、肌痛、挫伤、扭伤、炎症、坐骨神经痛、关节周围炎、带状疱疹、腱鞘炎、冻疮、胃溃疡、关节炎、雷诺现象、上髌炎、Sudeck 综合征、小腿溃疡、神经丛痛、Burger 病、变形性关节炎、臂痛、残肢神经痛、脊柱关节病、疣、前列腺炎、硬皮病、强直性脊柱炎、胆囊炎、哮喘等数十种疾病。至1956年第二次国际超声医学会议时,超声治疗在临床应用上已是技术成熟、经验丰富、使用广泛。近数十年科学技术的进步,使超声治疗的应用更为发展,复合超声治疗、超声透药、超声雾化,以及治疗肿瘤、眼科、口腔科、泌尿科等的微创和消融等高强度超声治疗大有发展。

目前超声治疗方法可粗略分类如下：

1. 无损伤治疗 理疗超声治疗、小功率复合超声治疗、超声针灸、超声雾化、超声降脂、超声溶栓、超声洁齿、超声药物

透入。

2. 有损伤或微损伤治疗 ①接触式：超声切割、超声乳化、超声碎石；②非接触式：聚焦超声治疗肿瘤等疾病。

第二节 超声的物理特性及超声的发生

超声波与声波的本质相同，都是物体的机械振动在弹性介质中传播所形成的机械振动波。

约大 1 000 倍。介质的吸收系数又与超声波频率的平方成正比，因而高频超声在空气中衰减异常剧烈，所以在治疗中探头下虽是极小的空气泡，也应避免。

一、超声的传播

1. 传播必须依赖介质 因声波是物质传播能的一种形式，所以其传播必须依赖介质，而在真空中则不能传播，此与光波、电磁波不同。

2. 传播形式 超声波向周围介质传播时，产生一种疏密的波形。这种连续的压缩层和稀疏层交替形成的弹性波和声源振荡的方向一致，是一种弹性纵波(图 1-1)。由于超声波具有非常短的波长，可以聚集成狭小的发射线束而呈束状直线传播(图 1-2)。

3. 传播速度 声波的传播速度与介质的特性有关。声波在空气中的传播速度为 340m/s，在液体中为 1 500m/s，在固体中为 5 000m/s，人类软组织与液体相似，平均约为 1 540m/s，人类骨组织约为 3 380m/s。声波的传播速度随介质温度的上升而加快，气温增高 1℃，声速增加 0.6m/s。

4. 超声的吸收与穿透 超声在介质中传播时，强度随其传播距离而减弱，这说明超声能量被吸收，超声的吸收与介质的密度、黏滞性、导热性及超声的频率等有关。超声在气体中被吸收最大，液体中被吸收较小，固体中吸收最小，在空气中的吸收系数比在水中

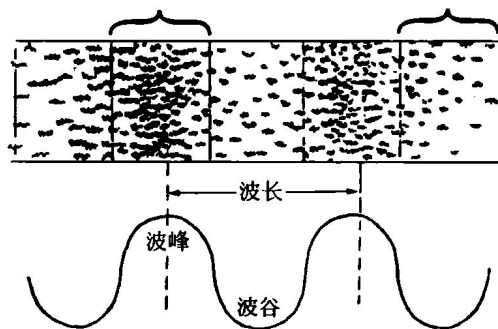


图 1-1 超声波示意图

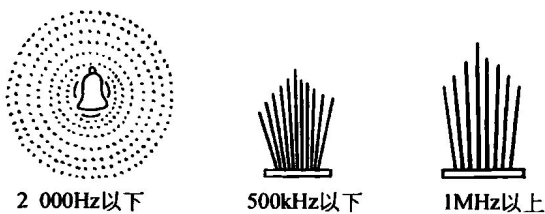


图 1-2 不同频率声波的传播形式

在实际工作中，常用半吸收层来表明一种介质对超声波的吸收能力。半吸收层是指超声波在某种介质中衰减至原来能量的一半时的厚度。半吸收层厚度大，表示吸收能力弱，不同组织对同一频率的超声波其半吸收层值不同，如频率 300kHz 的超声波，肌肉半吸收层值为 3.6cm，脂肪为

6.8cm,肌肉加脂肪为 4.9cm。同一组织对不同频率的超声波吸收也不同,超声频率愈高吸收愈多,穿透愈浅,如 90kHz 的超声能穿透软组织 10cm,1MHz 的超声将穿透 5cm,而 4MHz 的超声只穿透 1cm 深度。因此,目前常用于理疗的超声波选用 800kHz,穿透深度为 5cm 左右。

5. 折射、反射与聚焦 超声波由一种介质传播至另一种介质时,将在界面处一部分反射回第一种介质(反射),其余透过界面进入第二种介质,但会发生传播方向的偏转(折射)。声波在界面被反射的程度决定于两种介质的声阻差,声阻差越大,反射程度也越大,(介质的密度和声速的乘积为介质的声阻)。表 1-1 可见脂肪、肌肉之间反射很少,但在骨的表面则反射很多。探头与空气间反射近于 100%,所以超声治疗时需用液状石蜡等作接触剂,以减少反射。实验证明,由探头进入组织的超声能量只有 35%~40%,而 60%~65%被反射。由于空气与组织间的反射,使大量超声能量丧失,所以超声波难以通过肺和充气的胃肠。

基于超声传播的反射、折射原理,采用透镜及弧面反射将声束聚焦于焦点上,以产生强大的能量而治疗某些疾病,如用聚焦超声治疗肝癌、集束超声波破坏脑部肿瘤等(图 1-3)。

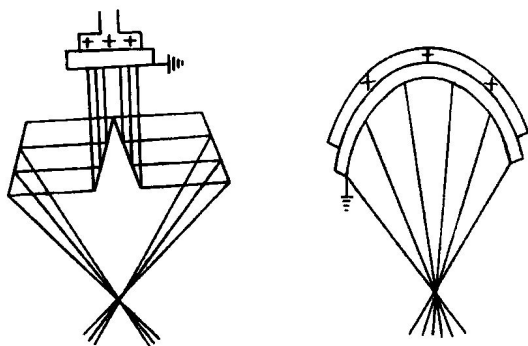


图 1-3 超声集束的方法

二、超声波的声场

超声波在介质中传播的空间范围,即介质受到超声振动能作用的区域称为超声声场。超声因其频率高,具有类似光线的束射特性,在接近探头的一段为几乎平行的射束称为近场区,其后射束开始扩散称为远场区(图 1-4)。由于超声场的这种特性,为克服能量分布的不均,在治疗时探头应在治疗部位缓慢地移动。

描写超声声场的主要物理量有声压和声强。

1. 声压 即声能的压力,代表超声波的强度。超声传播时在稠密区产生正压,在稀疏区产生负压。

表 1-1 几种物质的声速、密度和声阻

名称	声速 (m/s)	密度 (g/cm ³)	声阻 [g ^{10⁵} / (cm ² · s)]
空气	340	0.001 29	0.000 439
水	1 500	1.000	1.500
钛酸钡	5 000	5.4	27.000
液状石蜡	1 420	0.835	1.186
铝	6 400	2.7	17.28
人体软组织	1 500	1.06	1.59
肌肉	1 400	1.07	1.498
脂肪	1 580	0.95	1.501
骨骼	3 380	1.80	6.184