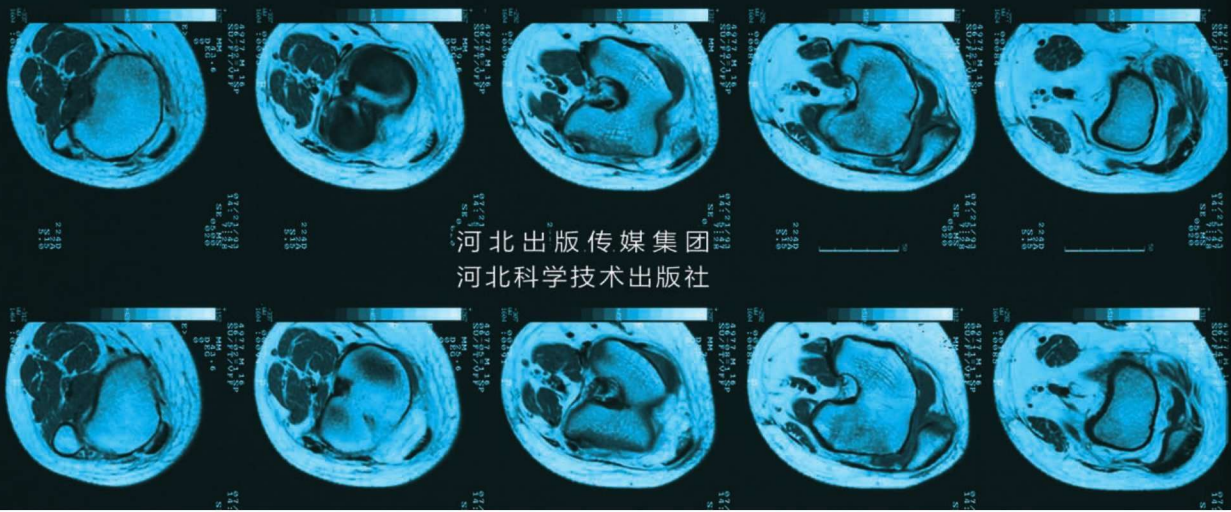


SHIYONG

YIXUE YINGXIANGXUE

实用医学影像学

主 编 赵建设 栗河舟 张 勇 等



SHIYONG

YIXUE YINGXIANGXUE

实用医学影像学

主 编 赵建设 栗河舟 张 勇 等

河北出版传媒集团
河北科学技术出版社

主 编	赵建设	栗河舟	张 勇	王昭强	孙彩明	张海燕
副 主 编	张仁喜	骆 瑾	纪建新	关建中		
	贾建鸣	岳新建	李麦福	陈玉莉		

图书在版编目 (C I P) 数据

实用医学影像学 / 赵建设等主编. -- 石家庄 : 河北科学技术出版社, 2013.6

ISBN 978-7-5375-6044-3

I . ①实… II . ①赵… III . ①医学摄影 IV .
①R445

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第143086号

实用医学影像学

出版发行	河北出版传媒集团 河北科学技术出版社
地 址	石家庄市友谊北大街330号
邮 编	050061
印 刷	济南华林彩印有限公司
经 销	新华书店
开 本	787 × 1092 1/16
印 张	35
字 数	880千字
版 次	2013年6月第1版
印 次	2013年6月第1次印刷

定 价	88.00元
-----	--------

前 言

在知识爆炸的今天，医学取得了突飞猛进的发展，特别是在医学影像方面的进展更是日新月异，医学影像在现代临床诊断、治疗中发挥着举足轻重的作用。随着科学技术的发展，医学影像技术不仅为显示病变发生、发展的蛛丝马迹提供丰富信息，在治疗方面也日益显现出它的优势。

《实用医学影像学》一书主要介绍医学影像学各种检查技术，包括超声多普勒检查、X线检查、CT检查、磁共振检查。全书按人体常用的受检内容分为颅脑影像，心脏影像，胸部影像，腹部影像，泌尿系统影像，运动系统影像和妇产科影像七部分，系统介绍了各部位的影像学检查方法、影像学征象及常见病变的诊断与鉴别诊断等。

《实用医学影像学》一书在编写内容上，力求与实际工作思维、特点接近，简明实用，图文并茂，便于广大读者掌握。因限于水平，书中难免会有缺点和不妥之处，期望读者多提供宝贵意见，以便今后改进和修订。

编 者
2013年5月

目 录

第一篇 影像学概述

第一章 超声波成像技术·····	1
第一节 概述·····	1
第二节 三维超声波成像技术·····	7
第二章 X线普通摄影技术·····	12
第一节 概述·····	12
第二节 X线普通摄影常用体位·····	15
第三章 CT检查技术·····	39
第一节 螺旋CT扫描原理与应用·····	39
第二节 多排探测器CT扫描机原理与结构·····	41
第四章 磁共振成像技术·····	44
第一节 磁共振成像特点与质量控制·····	44
第二节 磁共振成像系统的操作方法·····	54

第二篇 颅脑影像

第五章 经颅超声多普勒检查·····	57
第一节 检查方法与正常声像图·····	57
第二节 颅内动脉硬化·····	63
第三节 椎—基底动脉缺血性病变·····	67
第六章 颅脑CT检查·····	69
第一节 检查方法和正常影像·····	69
第二节 脑缺血、出血和脑血管病变·····	80
第三节 颅脑外伤·····	96
第七章 颅脑磁共振检查·····	109
第一节 检查方法与正常影像·····	109
第二节 颅脑损伤·····	110
第三节 脑梗死·····	114
第四节 颅内肿瘤·····	119

第三篇 心脏影像

第八章 心脏超声检查..... 122

 第一节 检查方法与正常声像图..... 122

 第二节 超声心功能评价..... 147

 第三节 心脏瓣膜病..... 151

 第四节 冠状动脉粥样硬化性心脏病..... 158

第九章 心脏 X 线检查 164

 第一节 检查方法与正常影像..... 164

 第二节 冠状动脉粥样硬化性心脏病..... 165

 第三节 风湿性心脏病..... 166

 第四节 心包炎及心包积液..... 167

 第五节 先天性心脏病..... 168

第十章 心脏 CT 检查 173

 第一节 检查方法与正常影像..... 173

 第二节 心脏及大血管损伤..... 177

 第三节 心脏病变..... 178

第十一章 心脏磁共振检查..... 186

 第一节 检查方法与正常影像..... 186

 第二节 冠状动脉粥样硬化性心脏病..... 189

 第三节 先天性心脏疾病..... 192

第四篇 胸部影像

第十二章 胸部超声检查..... 199

 第一节 检查方法与正常声像图..... 199

 第二节 胸膜病变..... 200

 第三节 肺部病变..... 203

第十三章 胸部 X 线检查 209

 第一节 检查方法与正常影像..... 209

 第二节 肺部炎症..... 213

 第三节 肺结核..... 220

 第四节 胸膜炎..... 223

 第五节 纵隔肿瘤..... 223

第十四章 胸部 CT 检查 229

 第一节 检查方法与正常影像..... 229

 第二节 肺炎..... 236

 第三节 肺结核..... 241

第四节	肺不张	250
第五节	肺癌	253
第六节	食管癌	257
第七节	食管静脉曲张	258
第八节	胸腔积液	260
第十五章	胸部磁共振检查	263
第一节	检查方法与正常影像	263
第二节	原发性支气管肺癌	265
第三节	纵隔肿瘤	268

第五篇 腹部影像

第十六章	腹部超声	273
第一节	肝脏检查方法与正常声像图	273
第二节	胆道检查方法与正常声像图	284
第三节	胰腺检查方法与正常声像图	288
第四节	脾脏检查方法与正常声像图	291
第五节	胃肠检查方法与正常声像图	293
第六节	腹部血管检查方法与正常声像图	297
第七节	肝脏良性肿物	299
第八节	肝脏恶性肿瘤	301
第九节	胆石症	304
第十节	胆囊炎	307
第十一节	胆管癌	308
第十二节	胰腺炎	310
第十三节	胰腺癌	312
第十七章	腹部 X 线检查	315
第一节	检查方法与正常影像	315
第二节	胆囊结石	317
第三节	肝脓肿	318
第四节	原发性肝癌	319
第五节	肝破裂	319
第十八章	腹部 CT 检查	320
第一节	肝脏检查方法与正常影像	320
第二节	胆道检查方法与正常影像	326
第三节	胰腺检查方法与正常影像	331
第四节	脾脏检查方法与正常影像	333
第五节	胃肠检查方法与正常影像	336
第六节	原发性肝细胞癌	339

第七节 胆系结石、炎症 348

第八节 胰腺肿瘤 352

第九节 胃肠道恶性肿瘤 363

第十节 腹部实质性脏器损伤 367

第十一节 腹部空腔性脏器损伤 371

第十九章 腹部磁共振检查 373

第一节 检查方法与正常影像 373

第二节 肝硬化 374

第三节 原发性肝癌 375

第四节 胆管癌 377

第五节 胰腺癌 379

第六篇 泌尿系统影像

第二十章 泌尿系统超声检查 381

第一节 肾脏检查方法与正常声像图 381

第二节 输尿管、膀胱检查方法与正常声像图 383

第三节 前列腺检查方法与正常声像图 386

第四节 多囊肾 390

第五节 肾肿瘤 391

第六节 肾外伤 395

第七节 良性前列腺增生 397

第八节 前列腺癌 398

第二十一章 泌尿系统 X 线检查 402

第一节 检查方法与正常影像 402

第二节 泌尿系统结石 402

第三节 肾结核 405

第四节 肾肿瘤 406

第二十二章 泌尿系统 CT 检查 409

第一节 检查方法与正常影像 409

第二节 泌尿系统结石、积水 413

第三节 泌尿系统肿瘤 418

第二十三章 泌尿系统磁共振检查 436

第一节 检查方法与正常影像 436

第二节 肾癌 438

第三节 膀胱癌 441

第七篇 运动系统影像

第二十四章	运动系统超声检查·····	442
第一节	检查方法与正常声像图·····	442
第二节	软组织性病变·····	446
第三节	关节疾病·····	448
第二十五章	运动系统 X 线检查 ·····	450
第一节	检查方法与正常影像·····	450
第二节	骨折·····	451
第三节	关节创伤·····	457
第四节	创伤性关节炎·····	460
第五节	骨结核·····	461
第二十六章	运动系统 CT 检查 ·····	463
第一节	检查方法与正常影像·····	463
第二节	骨与关节创伤·····	468
第二十七章	运动系统磁共振检查·····	475
第一节	检查方法与正常影像·····	475
第二节	半月板损伤·····	476
第三节	化脓性骨髓炎·····	477

第八篇 妇产科影像

第二十八章	妇产科超声检查·····	479
第一节	妇科检查方法与正常声像图·····	479
第二节	产科检查方法·····	484
第三节	胎儿母体结构超声检查·····	485
第四节	早孕期超声检查·····	496
第五节	中晚期妊娠超声检查·····	503
第六节	胎儿测量与生长·····	528
第七节	胎儿畸形的超声筛查·····	533
第八节	新生儿超声波检查·····	534
第九节	产科超声介入治疗学·····	537
第十节	妇科超声介入治疗学·····	546
第二十九章	妇科 CT 检查 ·····	556
第一节	检查方法与正常影像·····	556
第二节	子宫肌瘤·····	558
第三节	卵巢癌·····	560
第四节	子宫癌·····	561
参考文献	·····	565

第一篇 影像学概述

第一章 超声波成像技术

第一节 概述

一、超声波的成像原理

(一) 超声波成像系统的基本概念

1. **超声** 超声是一种人耳听不到的声音。

2. **超声波** 超声波是一种人耳听不到的波。它由高频声源产生，并通过传播介质进行传播。

3. **超声波的声强** 超声波的声强被用于了解超声波在介质中传播的强度。超声波在介质中传导时，它的能量从一个较小的单元传导到另一个较小的单元，并且向远处播散与传导。人们将单位时间内通过垂直于超声波传导方向单位面积的能量称为声强。

4. **超声波的声压** 超声波的声压是指传播介质中有超声波传播时的压强与没有超声波传播时的静压强之差。

5. **超声波的传播速度** 超声波在各种介质中的传播速度依次为：固体、液体、气体。超声波的传播速度还与温度有关，即当温度升高时，其传播速度加快；当温度降低时，其传播速度减慢。超声波在软组织中的传播速度为 15 000 m/s。

6. **超声波的频率** 频率是指单位时间内质点振动的次数，单位为赫兹（Hz）。

7. **超声波的波长** 在波动的同一方向上，相邻的两个相位差 2π 的质点，其振动的步调是完全一致的，它们两者之间的距离被称为波长，这一距离正好是一个完整波的长度。

8. **超声波的周期** 波动传过一个波长距离所需的时间。即一个完整波经过某一质点所需的时间，被称为波的周期。

9. **超声波的阻抗** 超声波的阻抗可被定义为：介质的密度与声波的传导速度的乘积。它可以帮助人们了解介质的密度与弹性。人体软组织超声波的阻抗平均为 $1.63 \times 10^5 \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ ；人体骨组织超声波阻抗为 $5.57 \times 10^5 \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 。

10. **超声波的反射折射** 患者在进行超声波检查时，当超声波从一种特性阻抗的介质传

播到另外一种特性阻抗的介质时,其中的一部分能量被界面反射回来,而另一部分能量被传送到界面的另一侧介质中。

(1) 超声波垂直入射时的反射与折射。垂直入射的超声波在到达界面时,因界面两侧的介质特性阻抗不同,其超声波的反射情况也各不相同。①不发生反射,即没有回波。当界面两侧的介质特性阻抗相同或接近时发生此种现象,超声波从第一种介质全部进入第2种介质,即超声波全部透射。②全反射,即没有透射。例如当超声波从空气传播到软组织中时,或从软组织传播到骨骼、结石等时,即超声波从较小特性阻抗介质传播到较大特性阻抗介质时,超声波几乎全部被反射。反之,当超声波从较大特性阻抗介质传播到较小特性阻抗介质时,超声波也几乎全部被反射。③第3种情况是介于上面两种情况之间,即部分反射、部分透射。

(2) 超声波斜入射时的反射与折射。当患者进行超声波检查时,超声波斜入射进入人体时,超声波的反射系数、折射系数不但与界面两侧介质的特性阻抗相关,而且与超声波的入射角度也有很大的关系。当超声波的入射角度过大时,使透射的超声能量大为减少,从而造成影像质量下降。

11. **超声波的衰减** 衰减是指超声波在介质中传播时,它的强度随着传播距离的增大而减小的现象。超声波衰减原因:①机体软组织对超声波的吸收造成超声波的衰减,机体软组织在吸收了超声波以后,将其转化为热能。②不均匀的介质引起超声波的反射与折射造成超声波的衰减。③由于超声波在传播过程中,其波阵面积不断扩大造成超声波的衰减。

12. **超声波的散射** 超声波在传播时,如果与小于其波长的微粒子相遇,这些直径大大小于波长的微粒子就会吸收超声波的能量。这些微粒子吸收了超声波的能量后,向各个方向散射超声波,形成球面波。该现象被称为超声波的散射。例如,红细胞就是一种微粒子,其反射超声波的散射强度与超声波频率的4次方成正比,而与距离的平方成反比。

13. **多普勒效应** 多普勒先生发现:当声源或接受声波的听者与传播声波的介质相对运动时,或两者都相对于介质运动时,听者听到的声音频率与声源发出的声音频率存在差异。其差质的大小与声源、听者与声音的传播介质之间的运动速度有关。

临床上利用这一现象制造了超声波多普勒扫描仪,用于检查人体内的运动器官,如心脏、血管、胎儿、横膈等。

14. **动态频域成像技术** 在一般情况下,超声波频率越高图像分辨率越好,但其穿透力越差;超声波频率越低图像分辨率越差,但其穿透力越好。如果使用动态频域成像技术可在不同深度范围内消除这种想象,将两者完美地结合在一起,使超声波扫描检查得到的二维图像的质量大为提高。

15. **加倍接收处理技术** 通常的超声波发射与接收信息是相同的。使用了加倍接收处理技术以后,探头所接收到的超声波信息是其发射信息的两倍,这使时间分辨率和线密度得到了提高。

16. **动态线密度控制技术** 采用动态线密度控制技术对图像进行局部放大,图像的线密度将增加三倍,被放大过的图像能做到不失真。

17. **快速三维立体成像技术** 快速三维立体成像技术的优点:①能做到实时快速自由旋转。②操作方便。③各种探头都可应用该技术。④可进行全方位立体旋转,还可进行任意角度的选择做6个切面,并且一次可显示4幅图像。⑤图像真实感较强。⑥既可以对组织进行

三维重建,也可以对血管进行三维重建。

18. **噪声消除技术** 在彩色模式情况下,利用一种噪声消除装置检测并消除随机噪声。

19. **最大分辨率技术** 采用以下方法可提高灰度成像的空间分辨率与对比度分辨率:①采用超宽频带超高频成像,改善纵向分辨率。②采用宽孔径与低 F 值,可改善横向分辨率。③采用超宽动态范围,可提高正常组织与异常组织之间的对比度分辨率。

20. **超高频成像技术** 采用较高频率的电子线阵探头,二维超声波成像探头的频率最高可达 15 MHz。

21. **自动化技术** 选择此按钮,即可自动选择感兴趣的编码信息,将需要观察的组织与结构自动调节至最佳状态。

22. **有源面阵探头** 与传统的单排探头不同,它的晶片数可达到 1024 阵元。这种探头改善了图像的对比与细节分辨率,其图像不管是近场还是远场,都比较清晰。

(二) 超声波的成像原理

以 B 型超声波为例,简单介绍一下超声波的工作原理。用 B 型超声波进行人体扫描时,由超声波发射装置发出高频电脉冲信号,该高频电脉冲信号控制换能器产生超声波束。当超声波进入人体后,如果遇到声特性有差异的界面就会发生反射形成回波。

换能器将该回波接收,被接收的回波经高频放大器、检波器和视频放大器等处理后,被显示在显示器上,或储存在磁盘上。

1. **超声波的产生与发送** 如果将交变电场加在压电材料上,它就会不停地进行压缩与拉伸,从而引起振动,其频率与电场频率相同。当振动在介质中传播时,就形成了超声波。

2. **超声波的信号采集** 当超声波进入人体后,如果遇到声特性有差异的界面就会发生反射形成回波。探头将回波接收,并将其送到处理器中进行处理。

3. **超声波信号的处理** 为使接收放大器有比较大的动态范围和信号的频带问题,一般情况下用宽带对数放大器对采集到的信号进行放大。与此同时,为了弥补超声波信号在组织中不断衰减的情况,将放大器的放大倍数以超声波的传播距离为函数。即超声波的传播距离越远,其放大倍数越大;超声波的传播距离越近,其放大倍数越小。

4. **超声波影像的储存与输出** 将采集到的模拟信号经模拟/数字转换器转换成数字信号,并对图像进行预处理、储存和后处理等。再将数字信号经数字/模拟转换器转换成模拟信号,最后将该模拟信号显示在显示器上,或用打印机打印出来。

二、超声波成像系统的主要设备

(一) 探头

1. **探头的种类** 探头的种类有:①凹晶片单片聚焦探头。②声透镜单片聚焦探头。③阵列式聚焦探头。④直聚焦探头。⑤斜聚焦探头。⑥纵波聚焦探头。⑦横波聚焦探头。⑧平面聚焦探头。⑨曲面聚焦探头等。

2. **探头的基本结构** 下面以压电探头为例,简单介绍一下探头的基本结构。探头由晶片、吸收块、外壳与基座等部分组成(图 1-1)。

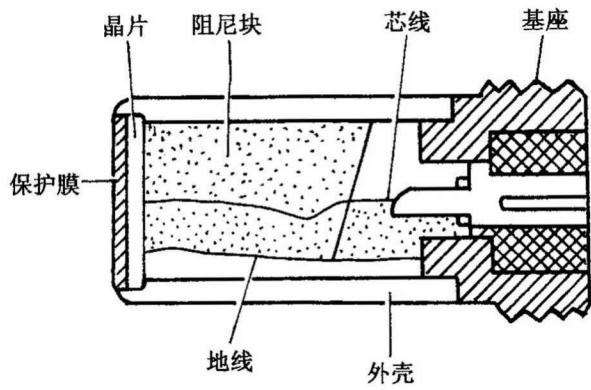


图 1-1 B 超探头的基本结构

(1) 晶片。由压电陶瓷片组成，并在陶瓷片上镀一层金属银，该银层起着电极的作用。用导线将这两个电极分别与基座和外壳连接。压电陶瓷片由锆钛酸盐、石英晶体、酒石酸钠晶体、钛酸钡陶瓷、压电薄膜等组成。

(2) 吸收块。又称阻尼块，由钨粉、石墨粉和树脂黏结而成。

(3) 外壳。包在探头四周，对探头起保护作用。

(4) 基座。起固定探头和接地的作用。

3. 一体化探头 又被称为三维容积探头。它由一个二维探头与摆动装置组合在一起形成。在给患者进行扫描检查时，把该种探头指向所要检查的部位，它就会自动采集三维图像信息。现在生产的三维超声波探头，不移动探头即可获得三维容积数据，并可实时的成像与显像。

(二) 聚焦器

聚焦器的作用为在聚焦区得到较高能量的超声。聚焦技术有：机械聚焦、电子聚焦、二维聚焦。

1. 机械聚焦

(1) 声透镜聚焦，将凹面声透镜安装在压电元件的表面，使压电元件产生的超声波发射折射，如果声透镜材料的声速比人体软组织的声速大时，就产生了声束聚焦作用。

(2) 声反射镜聚焦。当平行的超声波束射到声反射镜上时，声反射镜将超声波束反射到抛物面上，再经过抛物面将其聚焦到焦点上。

(3) 曲面发射直接聚焦。凹面压电材料产生的超声波具有聚焦作用。

2. 电子聚焦

(1) 单个焦点聚焦技术。用一定的延迟状态控制每一个换能器的工作顺序，使产生的超声波束在某一地方最窄。如果将每一个延迟线的状态保持不变，那么所产生的超声波束将只有一个焦点。

(2) 变化孔径的聚焦技术。该技术的原理为：孔径较小的换能器对近距离容易聚焦，而对较远距离的超声波束则容易发散；孔径较大的换能器对近距离难以聚焦，而对较远距离的超声波束则容易聚焦。采用组合发射超声波可以增大有效孔径，并使超声波束在远场的扩

散角变小。但是,孔径越大,超声波束越宽,造成图像清晰度下降。根据这一原理,对超声波束进行分段聚焦。当距离较近时,只使少数的阵元进行接收,使超声波束收敛并抑制较强回波;当距离较远时,用较多的阵元进行接收。这种改变有效孔径,即减少或增加接收阵元数进行聚焦的方法被称为变化孔径聚焦技术。

(3) 动态聚焦技术。在进行超声波成像时,由于多元换能器存在着衍射作用,使超声波束的扩散度增大。克服这一现象的方法是:固定超声波的发射焦点,在接收回波时快速改变焦距,即每个距离段工作的换能器数目相同,用改变每个阵元延迟电路的延迟时间,达到使超声波聚焦的目的。

3. 二维聚焦 二维聚焦的方法有两种:①用8个左右的同心环晶片组成环状换能器,环之间的电子延时实现聚焦。②二维阵列换能器,使长、短轴都实行电子聚焦,即二维聚焦。

(三) 打印机

激光打印机又称激光型多幅照相机或称数字摄影机。激光打印机是将影像信息传递给胶片,并使其成像的设备(请参阅CT章节的有关内容)。

(四) 控制台

超声波扫描仪控制台的主要作用是控制产生超声波、处理对患者进行扫描检查后返回的超声波信息。同时还兼有输入扫描参数、显示和储存图像。下面简单介绍三个主要部分的构成。

1. 视频显示系统 由字符显示器、调节器、视频控制器、视频接口和键盘等组成。该系统具有人机对话、控制图像操作、输入和修改患者数据;产生和输送至视频系统的视频信号;传送视频系统和显示系统处理器之间的数据和指令等功能。

2. 电视组件系统 由存储器及其控制、输入输出、模/数转换、模拟显示、字符产生和选择、窗口处理和控制等组成。该系统具有以下功能:①储存和显示图像。②窗口技术处理等。

3. 软盘系统 该系统被安装在操作台上,用以储存和提取图像信息。

三、超声波成像的检查方式

(一) 手工扫描检查

超声波探头被固定在机械臂上,在给患者进行超声波扫描检查时,检查人员将扫描探头用手抓住。该机械臂可沿X、Y轴自由运动,并且可在垂直方向上进行自由旋转,同时还可以打成任意角度。

(二) 机械扫描检查

在给患者进行超声波扫描检查时,用机械扫描代替手工扫描。机械扫描与手工扫描相比有如下的优点:①自动扫描。②操作方便。③成像速度快。④实时成像。⑤便于动态器官的观察。

1. 摆动式 用电动机带动并控制超声波换能器按设定的角度来回摆动。

2. 转子式 将3个或4个性能相同的换能器同时安装在一个转子上,用电动机带动其旋转,并对其进行控制。在转子旋转的过程中,这些换能器只有一个工作,但它们进行轮流

工作。

（三）电子扫描检查

电子扫描检查是通过电子手段控制换能器产生扫描的超声波束，以实现自动扫描的目的。

1. **直线电子扫描** 用数十个超声波换能器组成线形换能器阵列，而每一个换能器都与一个电子开关连接。当电子开关导通时，相应的换能器就工作。在接收回波时，它与接收放大器的输入端连接；在发射超声波时，它与发射电路的输出端连接。当电子开关打开时，相应的换能器停止工作。按照电子开关的工作方式将直线电子扫描分为：顺序扫描、交错扫描、飞跃扫描。

2. **扇形电子扫描** 利用不同的时间延迟，控制每一个换能器发射超声波的时间，并将每一个换能器发射的超声波在空间上进行叠加后，就形成了有一定角度偏转的超声波束。用不同的时间延迟组合，可产生不同角度偏转的超声波束。

3. **凸形电子扫描** 将几十个换能器均匀分布在一个凸形表面，而每一个换能器都与一个电子开关连接。当电子开关导通时，相应的换能器就工作。在接收回波时，它与接收放大器的输入端连接；在发射超声波时，它与发射电路的输出端连接。当电子开关打开时，相应的换能器停止工作。

四、超声波对人体的损伤

当在人体内传播的超声波辐射功率超过一定的阈值时，就会对人体产生一定的损伤。大多数情况下，是以热能的形式对机体组织产生危害。

软组织在吸收了超声波以后，使软组织内的分子发生无规则的运动，并产生热能。由于软组织散热性能较差，造成热能在局部积聚，并使局部组织温度升高。研究表明：当温度超过42℃时，就有可能导致组织细胞死亡，它还与该温度的持续时间有关。因此，应尽量缩短超声波扫描检查的时间。当温度升高时，还可导致人体内部环境的改变，这一改变可造成化学变化紊乱，即正常的化学反应消失；原来没有的化学反应产生了。

超声波在人体组织中传播时，由于其超声波的震荡、压力，以及机体组织对超声波的直接吸收，可改变分子的内部结构，而这些改变是不可恢复的。

另外，在超声波声场为负压时，液体内会产生大量的气泡，并且这些气泡会迅速膨胀。当超声波声场的压力由负压变正时，这些气泡迅速收缩，部分气泡发生破裂，并伴有光、电、冲击波、高速微射流等对周围的组织细胞造成严重损害。

五、超声波成像的质量控制

（一）伪影

超声波的伪影是通过扫描获得的图像与组织的解剖断面不完全符合。形成伪影的原因有：超声波声特性阻抗的不连续性形成的伪影、组织超声波声速的差异形成的伪影、超声波电扫描局限形成的伪影等。

（二）图像的分辨率

分辨率是指分辨物体细节的能力。分辨物体细节的能力既有空间的属性又有时间的属

性。因此，分辨率又被分为空间分辨率和时间分辨率。

超声波扫描检查的是一个立体空间，沿超声波声束轴线方向的分辨率称纵向分辨率；在超声波声速扫描平面内与超声波声轴垂直的分辨率称侧向分辨率。例如线阵换能器的长轴（长度）方向。

影响空间分辨率的因素有声学和电学两个因素，而分辨率的高低由声学系统决定。脉冲超声波在人体组织中传播时，在声特性阻抗不同的界面上会产生反射回波。将分辨声波传播方向的两个界面的最小距离称为轴向分辨率。提高超声波的发射频率和减少发射脉冲的持续时间，可提高轴相分辨率。

侧向分辨率和横向分辨率由声场特征决定，提高侧向分辨率的方法是：提高工作频率，增大孔径。

时间分辨率指获得信息的时间间隔的长短。超声波成像时间分辨率常常由人体的生理变化速度、人的响应速度所决定。当超声波成像速度大于生理变化速度时，超声波成像系统可以将生理现象的非平稳过程当做平稳过程来处理。当超声波成像速度大于人的响应速度时，超声波成像系统可以对生理现象进行实时观察。

目前，为消除时间分辨率的限制，在数字超声波束形成中采用多波束发射，接受则采用并行处理，这样可将时间分辨率提高 1 倍。

（三）信号的放大

由于超声波在界面发生的反射作用、超声波束在传播过程中的衰减、机体组织超声回波幅度差异的存在、发射窄束超声波束（有利于改善图像的纵向分辨率）等原因，采集到的图像信息一般较弱，必须对获取的图像信息进行放大。通常情况下多采用宽带对数放大器对获取的信息进行放大。

（四）增益补偿

由于超声波的强度与其传播的距离成反比，因此，超声波在机体组织中的传播距离越远，其强度越弱，获得的信息也就越弱。为了消除这种影响，将放大器的放大倍数设计为超声波传播距离的函数，即超声波传播的距离越远，其信号被放大的倍数越大；反之，超声波传播的距离越近，其信号被放大的倍数越小。

（栗河舟）

第二节 三维超声波成像技术

一、静态结构三维超声波成像技术

（一）信息采集

1. 机械驱动扫描检查 超声波扫描检查探头被固定在超声波扫描仪的机械臂末端上，由计算机内特定的扫描程序控制步进电动机带动探头做平行扫描检查、扇形扫描检查和旋转扫描检查。扫描检查时的运动轨迹是预先设计好的。

（1）机械驱动扫描检查方法的优点。①计算机容易对所获取的二维图像进行空间定位。②信息处理与三维图像重建速度快。③重建的三维图像准确性较高。

(2) 机械驱动扫描检查方法的缺点。①机械装置体积较大、较重,且不易于探头匹配。②扫描检查时噪声较大。③扫描检查方式单一,信息采集部位难以确定,且扫描检查时间受到限制。

2. 自由扫描检查

(1) 声学定位扫描检查。将一个声发射装置安装在超声波探头上,并在检查床的上方安装多个声音接收装置,通过测量声传播中不同的时间延迟来估算出探头所处的空间位置。扫描检查不受限制,但空间定位的精确度较差。

(2) 磁场空间定位扫描检查。用磁场空间定位系统进行定位。电磁场发生器由计算机控制产生电磁波,并向空间发射形成电磁场。再在探头上安装一套空间位置感测器。在给患者进行超声波扫描检查时,计算机即可感测到探头的运动轨迹,再由探头的运动轨迹确定图像的空间位置。磁场空间定位扫描检查的优点在于:体积较小、重量较轻、操作灵活、采集信息方便等。

(二) 定量测量

直接利用三维超声波图像进行各种数据测量。

(三) 图像处理技术

1. 未知数值的推测 未知数值的推测是信息采集的逆过程,数字图像是离散场,只有少数位置的数值是已知的,而原始的场是连续的。在进行三维图像重建时,常常需要用已知任意一点位置的值来推测未知的值。

推测未知数值的方法很多,运算量和效果差异也比较大。最简单的方法是用最近邻的数值来推测未知数值,任意一点就用最近的一个采样点的值来替代。最常用的是线性(liner)推测法,假设相邻采样点之间的变化全是线性的,这种方法计算快、效果好。高次的多项式推测法,计算量较大,但效果不一定比线性好。

2. 高通滤波与低通滤波 三维图像的滤波与二维图像滤波是基本一致的,滤波又分为高通滤波和低通滤波。滤波器的种类也比较多,其中的非线性滤波器可以满足某些特殊要求,例如去除噪声、保持边缘细节等。

(1) 低通滤波。低通滤波被用于去除图像中的噪声;也被用于获取更大的图像,以便进行图像分析。

(2) 高通滤波。高通滤波被用于锐化图像或提取物体边缘。

3. 图像分割 在进行图像处理与分析时,常常需要将人体体素数据进行区域分割,把医师与技术员感兴趣的区域挑出来。在对人体体素数据进行区域分割时要求采用自动化分割的方法进行分割,并保证对图像进行正确分割。由于人体解剖结构的变化差异较大,因此,在进行图像分割时同时满足以上两项要求难度较大。为了同时满足以上两项要求,并保持图像分割的正确性,有时还需进行手工分割。但手工分割的速度太慢,影响了图像的处理速度。为了提高图像处理速度,在保证图像正确分割的情况下,应尽量进行自动分割操作。

图像分割的方法有:①阈值分割法,适用于同一物体内部灰度较一致,或不同物体间灰度明显的情况。②种子限域生长分割法,适用于软组织的图像分割,因为软组织的密度差别不明显。③自动边缘检测分割法,用户只需提供曲线的起点和终点,计算机就可自动沿着检测到的物体边缘划分。④多参数分割法,用两种或两种以上的图像,在两个或两个以上参数构