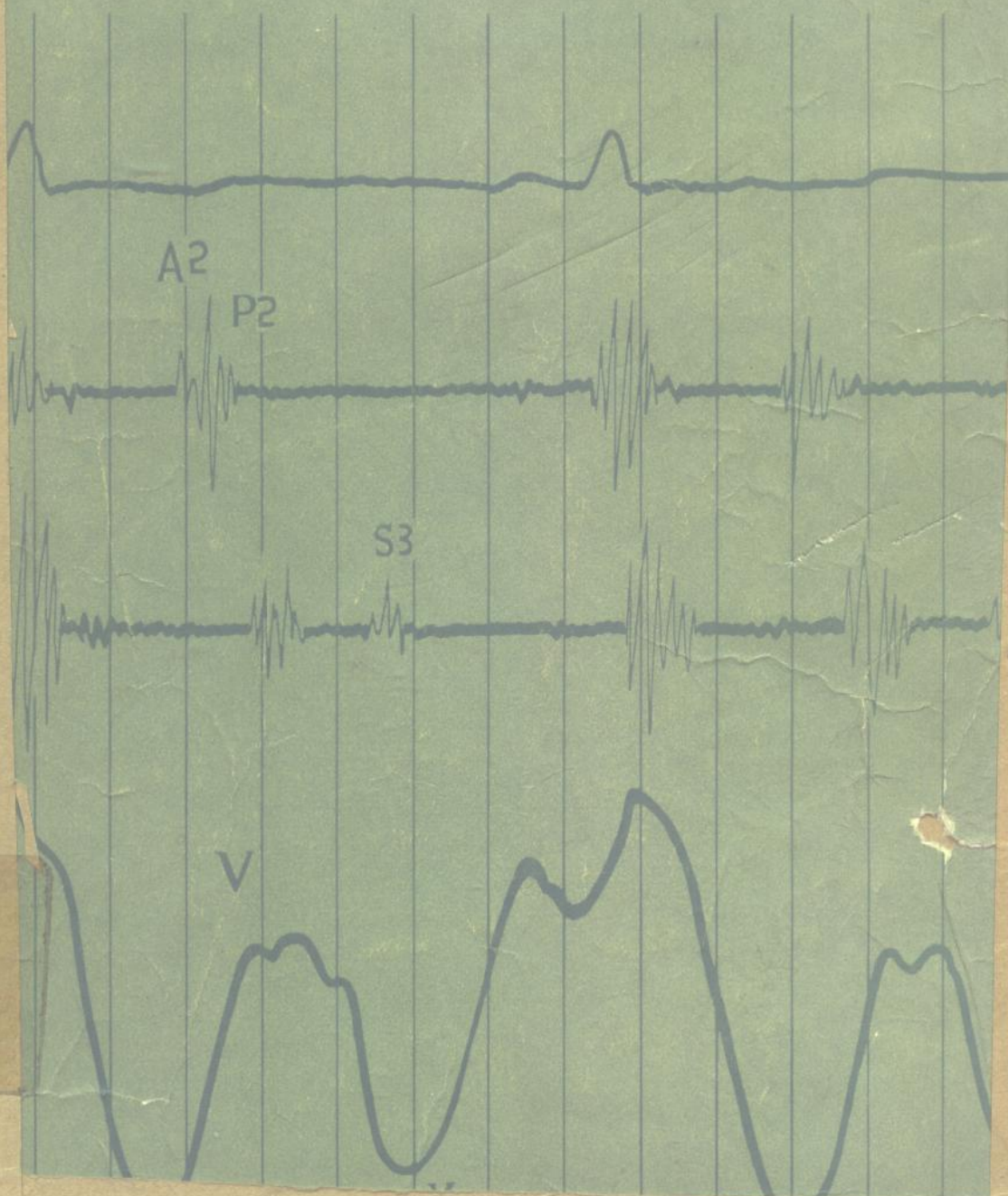


心音图学

斌 编 著



心 音 图 学

徐成斌 编著

科 学 出 版 社

1982

内 容 简 介

本书分四部分，全面系统地介绍心音图学的基础知识和临床应用。

第一部分总论，介绍心音图应用价值、心音和脉搏记录等的原理和方法，以及心动周期与心音产生的基础知识。第二、三部分系统心音图学，共十二章，分别讨论第一心音、第二心音、舒张期心音、收缩期心音、舒张期杂音、收缩期杂音、连续性杂音、摩擦音等的发生机理、辨认、鉴别及临床意义。专章阐述了药物功能试验。第四部分临床心音图学，讨论各种心血管常见疾病及有关问题的心音图表现。

本书选择典型图例及模式图 297 幅，紧密配合正文，以帮助理解正文和辨认图形。

本书可供一般医务人员、心血管专业医师、心音图或心电图工作者及科研人员、医学院师生参考。

心 音 图 学

徐 成 斌 编 著

责任编辑 姜朋逊

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年11月第 一 版 开本：787×1092 1/16

1982年11月第一次印刷 印张：18 1/2

印数：0001—10,350 字数：427,000

统一书号：14031·39

本社书号：2776·14

定 价：2.90 元

前 言

近二、三十年来,体表心音描记法随着心血管生理学、心脏病学的发展,心导管术及近代无线电技术的采用,进展也很迅速。

它的进展是不仅仅用以客观地证实心脏听诊所见或弥补听诊不足,而是已发展为一门新的独立的科学——心音图学,有它本身的特点和广泛的应用范围。它是一整套心脏无创伤性检查技术的重要组成部分。现在,体表心音图与心电图、颈动脉搏动图、心尖搏动图、超声心动图等同时描记,能够较为精确地反映心血管系统电-机械及血液动力学的改变,为无创伤地研究心血管病理生理、诊断、治疗提供有相当价值的资料,初步展示了发展心脏无创伤检查的广阔前景,促进了心血管病学科的发展。似乎可以说,正当心电图学一样,心音图学也必将逐渐成为临床医学中不可缺少的一门诊断科学。

这些年来,由于心音图学的发展,在国外关于心音图学的专著也很多,有体表心音图也有心腔内心音图,有静态的心音描记也有动态的心音描记;在国内将心音图学作为一门独立科学的专著则很少。因此,为了国内的迫切需要,笔者不揣冒昧主要参考国外 Luisada, Leatham, Tavel, Delman等心音图学专著,结合国内外的近期文献和个人的有限体会,在作者近年来历次讲稿的基础上编著此书。

本书编著的主要目的是普及兼提高,侧重于临床实际工作的需要,又期望大体上反映近年来心音图学的进展概况,以便对教学和研究工作亦有所裨益。书中避免过多地涉及一些艰深复杂的理论和争论不休的学说,而从心音图学的基础知识谈起、作稍为系统与深入的讨论。

不论对理论的阐述或实际图形的辨认,尽可能选择较为典型的图例或模式图来配合正文,希望有助于读者掌握和加深理解基本的内容。

为了便于查阅,又将书中主要内容按汉语拼音编制索引于书末。

在本书的编写过程中,得到了北京医学院附属人民医院党委的支持,又特别受到内科主任马万森老教授的积极指导和热情鼓励。马老师在百忙中,认真地审校了全文。北京电子学会赵柏岩同志对本书第二章提了很多宝贵的意见。北医人民医院内科田雅文医师,心电图室陈穗金、袁玉娥,照相室门凤江、朱志生同志等亦给予很多的帮助。谨在此一并致以深切的谢意。

限于作者的水平,书中的错误和缺点一定不少,敬希读者不吝批评指正。

徐成斌

1979年3月初稿

1981年3月定稿

于北京

目 录

前言	V
----------	---

第一部分 总 论

第一章 心音图学绪论	1
第一节 心音图定义	1
第二节 历史	1
第三节 心音图的应用价值	1
第二章 心音和脉搏记录的基本原理	4
第一节 声波形成的概念	4
第二节 声波的物理特性	4
第三节 心脏活动产生的声波特性	6
第四节 人听觉系统的特点	7
第五节 声波的记录原理	8
第六节 心音图机的基本构造和原理	9
第三章 心音图记录技术、分析和报告	13
第一节 心音图记录技术应注意的问题	13
第二节 心音图记录的一般步骤	18
第三节 心音图的分析 and 报告	20
第四章 心音图辅助记录的原理、方法和应用价值	22
第一节 颈动脉搏动图 (Carot.)	22
第二节 颈静脉波记录 (Jug.)	26
第三节 心尖搏动图 (ACG)	28
第四节 心电图 (ECG)	32
第五节 超声心动图 (UCG)	33
第六节 其他辅助记录	33
第五章 心腔内心音图及其他特殊心音图	34
第一节 心腔内心音图描记	34
第二节 胎儿心音图	37
第三节 食道内心音图描记	38
第四节 气管内心音图描记	39
第五节 心包外心音图	39
第六章 心动周期及心音图各间期的测定方法和意义	40
第一节 心动周期	40
第二节 心音图各间期测量方法及意义	44

第二部分 系统心音图学——心音

第七章 第一心音及其变异	53
第一节 正常第一心音 (S_1) 的发生机理及其辨认	53
第二节 影响第一心音振幅及时限的因素	56
第三节 第一心音分裂	58
第四节 第一心音反常分裂	61
第五节 第一心音延迟	61
第八章 第二心音及其变异	62
第一节 正常第二心音的发生机理及其辨认	62
第二节 影响第二心音振幅的因素及第二心音振幅变化的意义	63
第三节 第二心音生理性分裂	65
第四节 第二心音异常分裂	67
第五节 单一第二心音	77
第六节 第二心音多个成分	78
第七节 第二心音过早 Q-T 延长综合征	79
第九章 舒张期心音	80
第一节 第三心音 (S_3)	80
第二节 室性奔马律 (舒张早期奔马律或病理性第三心音)	82
第三节 第四心音 (S_4)	84
第四节 房性舒张期奔马律 (舒张晚期奔马律, 或病理性第四心音、收缩期前奔马律或 S_4 奔马律)	86
第五节 舒张中期或重叠型奔马律	90
第六节 开瓣音	92
第七节 舒张期心包叩击音	96
第八节 肿瘤扑落音及其他	97
第十章 收缩期心音	99
第一节 收缩喷射音 (亦称半月瓣喷射音、收缩早期额外音或爆裂音)	99
第二节 收缩期喀喇音 (亦称收缩中晚期喀喇音或爆裂音)	105
第三节 收缩期心房音	111
第十一章 心音总结	112
第一节 心音发生机理与出现时间	112
第二节 心音辨认总结	113
第三节 呼吸、体位等对心音的影响	115

第三部分 系统心音图学——杂音

第十二章 心脏杂音概论	116
第一节 心脏杂音产生的机理	116
第二节 心音图上心脏杂音的特征	119
第三节 呼吸、体位、乏氏动作等对心脏杂音的影响	124
第十三章 收缩期杂音	129

第一节	收缩期杂音的分类	129
第二节	功能性收缩期杂音	129
第三节	器质性收缩期杂音	130
第四节	收缩期一些罕见的杂音	147
第十四章	舒张期杂音	149
第一节	舒张期杂音的分类	149
第二节	经半月瓣的返流性杂音	149
第三节	房室瓣阻塞性杂音	152
第四节	经房室瓣血流增加性杂音(房室瓣功能性舒张期杂音或流量性舒张期杂音)	158
第十五章	连续性杂音	161
第一节	连续性杂音的发生机理	161
第二节	高压系统与低压系统之间的异常交通	162
第三节	血液流经局部狭窄的血管	166
第四节	血液流经正常或扩张血管的速度增快	166
第五节	连续性杂音的鉴别诊断	168
第十六章	心包摩擦音	170
第十七章	心脏杂音的心音图鉴别诊断	172
第一节	心尖区杂音	172
第二节	三尖瓣区杂音	172
第三节	心底部杂音	176
第四节	心前区(胸骨左缘三、四肋间)收缩期杂音	178
第十八章	药物性功能试验——药物对心脏杂音的影响	180
第一节	亚硝酸异戊酯试验	180
第二节	升压药物(血管收缩药物)试验	185
第三节	异丙基肾上腺素试验	188
第四节	药物对杂音的效应总结	189
第五节	药物试验在心脏杂音鉴别诊断上的主要效应	190

第四部分 临床心音图学

第十九章	瓣膜及瓣口病变	192
第一节	主动脉口狭窄	192
第二节	主动脉瓣关闭不全	197
第三节	肺动脉口狭窄	200
第四节	肺动脉瓣关闭不全	203
第五节	二尖瓣狭窄	204
第六节	二尖瓣关闭不全	210
第七节	三尖瓣狭窄	214
第八节	三尖瓣关闭不全	215
第九节	三尖瓣闭锁	217
第十节	三尖瓣下移畸形(亦称艾勃司坦综合征, Ebstein's Anomaly)	217

第二十章 心脏及大血管异常通道	219
第一节 房间隔缺损	219
第二节 肺静脉畸形引流	222
第三节 室间隔缺损	224
第四节 动脉导管未闭	230
第五节 主动脉-肺动脉间隔缺损	232
第六节 主动脉窦(乏氏窦)动脉瘤破裂	232
第七节 冠状动脉瘘(畸形冠状动脉与冠状静脉)	233
第八节 总动脉干(永存共同动脉干)	233
第九节 大血管易位(大血管错位)	234
第十节 纠正性大血管易位(纠正性大血管错位)	235
第二十一章 瓣膜及异常通路的复合性病变	236
第一节 紫绀四联症	236
第二节 肺动脉口阻塞并房间隔缺损	237
第三节 艾森门格综合征(Eisenmenger's Syndrome)	237
第四节 鲁登巴赫综合征(Lutembacher's Syndrome)	239
第二十二章 血管疾病	240
第一节 主动脉病变	240
第二节 肺动脉病变	243
第三节 高血压病	245
第二十三章 冠心病、心肌疾病、及心包疾病	247
第一节 冠心病	247
第二节 心肌疾病	249
第三节 心包疾病	252
第二十四章 心律失常	255
第一节 心律失常时心音变化的血液动力学基础	255
第二节 几种常见心律失常时的心音或杂音改变	256
第二十五章 心力衰竭、心内膜炎、心房粘液瘤等	266
第一节 心力衰竭	266
第二节 心内膜炎	266
第三节 心房粘液瘤	266
第四节 胸廓畸形	268
第五节 妊娠期心脏	268
第二十六章 人造瓣膜及心脏起搏器的声音	271
第一节 人造瓣膜	271
第二节 心脏起搏器	276
主要参考文献	279
本书简化符号	281
索引	283

第一部分 总 论

第一章 心音图学绪论

第一节 心音图定义

心脏活动过程中,由于心脏和大血管产生的振动,藉介质的传导到达胸壁,通过特制的电子仪器(即心音图机)将振动转变为线条图形而记录下来,就是体表心音图,简称心音图。

正常人都可录到第一心音(S_1)、第二心音(S_2),有时可录到第三心音(S_3)及第四心音(S_4),如图1-1。

将微音器(或称拾音器)通过心导管,直接放入心腔及大血管内所记录到的图形,谓之心腔内心音图。这只在特殊研究工作及疑难病例的诊断中应用,且有一定的创伤性;在一般研究、教学和临床实用上无此必要。本书主要讨论从体表记录的心音图。

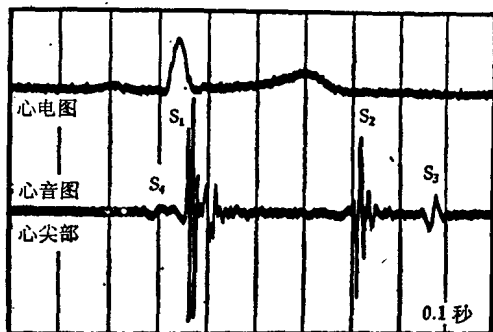


图1-1 一例正常人的第三及第四心音

第三心音频率约20—25周/秒,出现在第二心音后约0.15秒。也可见到第四心音,但频率低,振幅比第三心音为小,听不见,出现在心电图QRS波群起始之前,与第一心音的起始低频部分相混。

两垂直线之间隔为0.1秒。

第二节 历史

约在一百年前即开始了心音的记录。T. Lewis 应用弦线电流计开创了临床心音图的记录。早在1909年, O. Weiss 即写下了第一部心音图学著作。

此后,随着真空管及晶体管的发明,心血管生理学的进展、心脏导管术的开展以及近代无线电技术的应用、电子计算机的出现等等,使心音图学的发展突飞猛进。近二十年来,其著作和研究文献浩瀚如海,极大地丰富了对心脏血管生理病理的认识,开阔了人们的视野。

第三节 心音图的应用价值

心脏听诊是诊断心脏血管病的一种重要方法,而心音图检查将心脏听诊形象化,在心血管疾病诊断方面的价值与心脏听诊相仿,并有其特殊价值。

近年来,心音图检查结合心电图、颈动脉搏动图、心尖搏动图、超声心动图等联合应用进一步提高了心血管疾病的诊断和鉴别诊断水平,对于了解心血管功能、选择治疗、判断病理生理以及研究某些疾病的机理都提供了很有价值的资料,因而其应用亦日益广泛。与心脏听诊相比较,其临床应用价值和优点如下:

心音图检查可将心脏活动过程中产生的瞬间即逝的声音，变为可以长期保存、可供详细分析的图形；有利于长期随访心音和心脏杂音的改变，和对比观察手术前后、用药前后的疗效。

心音图可以补充心脏听诊的不足，如听诊最为敏感的声音频率范围为1,000—5,000赫兹(周/秒)，超过这个范围的需借助于心音图。对有些超过听觉敏感度所能辨别的心音和杂音，听诊易于混淆或难以肯定而作心音图检查有助于确定心音或杂音的时期和性质，从而可以诊断和鉴别。例如，心音图可以辨别第三心音、第四心音、收缩喷射音及收缩期附加音(图1-2)；可鉴别开瓣音、第三心音、第二心音宽分裂及收缩晚期喀喇音(图1-3)；亦可辨别第二心音后不纯是第三心音还是较短的舒张期低音调杂音。对于二个听诊相似的杂音，心音图结合药物或运动负荷试验可以鉴别，如主动脉瓣关闭不全的

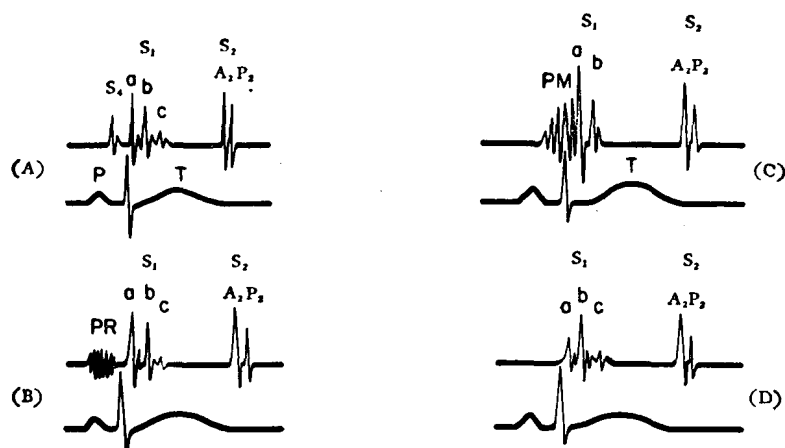


图1-2 听诊可能混淆的心音

(A) 振幅高的 S_4 与(B)收缩期前摩擦音(PR)、(C)收缩期前杂音(PM)及(D)递增型 S_1 (S_{1abc})
在听诊时容易混淆。

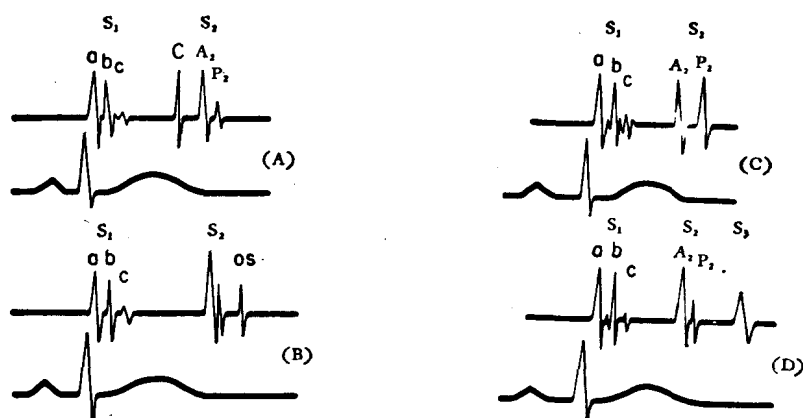


图1-3 听诊可能混淆的心音

(A) 收缩晚期喀喇音 C_1 、(B)舒张早期开瓣音(OS)、(C)第二心音宽分裂、(D)高大的第三心音(S_3)，在听诊时容易混淆。

杂音和肺动脉瓣关闭不全的杂音。

此外,心音图还可以发现被响亮杂音所掩盖或出现在响亮杂音之后,心脏听诊不易听到的心音或杂音。在心动过速时,听诊难以辨别的心音用心音图亦可以澄清。

心音图检查可以作为疾病严重性及病程演变的指标,如测定 $Q-S_1$ (从心电图上QRS波群开始到心音图上第一心音第二部分之时距或间期), S_2-OS (或 A_2-OS)(第二心音之主动脉瓣成分 A_2 至开瓣音(OS)开始之时距或间期)可以粗略地了解二尖瓣狭窄的轻重,测定肺动脉瓣狭窄时收缩喷射音(PE)与第一心音之时距(S_1-PE)可以判断肺动脉瓣狭窄的严重程度。因此 $Q-S_1$ 及 S_2-OS 间期(时距)的改变可作为选择二尖瓣分离术的指标,也可作为手术后疗效的观察指标。

心音图检查有助于某些先天性心脏病的分型。心音图结合心导管检查资料对紫绀三联症(法鲁氏三联症)可按杂音的形态、时间来确定肺动脉口狭窄的部位。心音图上杂音的图形也可估计室间隔缺损大小和相应的血液动力学改变,因而有助于分型。

心音图可以作为冠心病的心功能试验。在中年以上的人,运动试验后的心音图如心尖部出现第三心音(S_3)或第四心音(S_4),或者 S_3 或 S_4 的振幅有所增加,均提示左室舒张末期压力增加和其顺应性下降,有助于冠心病的诊断及了解其心功能的情况。

心音图检查可以作为左心室功能的研究。心音图结合心电图、心尖搏动图或颈动脉搏动图可测定收缩间期时间,简称STI(Systolic time interval),其中包括射血前期时间(Preejection period,即PEP),左室射血时间(Left ventricular ejection time,即LVET)等,从而研究左心室的功能,并可作为治疗前后心功能改变更为精细的指标。

心音图检查可以研究心音、杂音的机理及疾病的病理生理,如心音图结合心电图、心尖搏动图和超声心动图可以准确推算心音和杂音出现的时间;在研究收缩期喀喇音时,发现它恰恰出现在超声心动图上收缩期二尖瓣瓣叶分离之际,从而有助于明确其产生的机理以及二尖瓣脱垂的病理生理。

心音图在教学上应用亦极为广泛,心音图结合心脏听诊,可帮助学生掌握听诊和丰富听诊内容。通过看图与听诊之间的反复实践联系,还可促进临床听诊的发展。

此外,心音图检查的优点亦属无创性,可以重复。

由此可见,心音图检查提高了心音和心脏杂音的识别能力,丰富了听诊内容,对心脏血管病的诊断、鉴别、治疗、功能研究、机理探讨、血液动力学改变等多方面提供了相当有用的资料,也是心脏病教学中重要教学工具。

然而心音图检查并不能完全取代心脏听诊,它既没有听诊那样方便易行,而且也有其缺点,例如:①心音图不能区别声音来源于心脏抑或心外组织,所以骨骼肌收缩的声音或其他非心脏声音的干扰在图形上分不清楚,而听诊却容易区分;②有些心脏声音,在听诊上容易区分,如第三心音与开瓣音,而在心音图上不那么容易区别。又如有些主动脉瓣或肺动脉瓣返流性高频递减型舒张期杂音,虽然很轻,而听诊确能清楚听到,但心音图则常录不到;③心音图还可能由于心音图机的振动的阻尼不足在第二心音之后录到短促而类似舒张期杂音的伪差。

综上所述,可见心音图的应用有其许多特殊价值,而在一般医疗、教学和研究的实用上,心音图检查应与心脏听诊相结合,互相取长补短,提高诊断水平,并需结合临床全面情况来考虑诊断、鉴别、功能研究或机理探讨等等。

第二章 心音和脉搏记录的基本原理

要弄清心音和脉搏记录的基本原理,需对声波形成、声波物理特性、心脏活动的声波、听觉系统的特点、声波记录原理、心音图机的基本构造原理等有个基本知识。

第一节 声波形成的概念

(一) 声波含义

声音的来源是物体的振动,所以能发出声音的物体称为声源。在音频范围内(约20—20,000赫兹)的振动叫声振动,声振动在介质中激起纵波叫声波。声波的振动在一定介质中传播,造成介质分子时而稠密(或压缩),时而稀疏(或膨胀)的传递过程,称为波动。此种波动传到耳中使鼓膜同样发生振动,通过听神经使我们感觉到了声音。所以,声音的本质就是一种波动,因此声音也叫声波。

(二) 声波传导

许多介质可传导这些波动,而介质的性质影响声波的传播速度。物体的传声能力大小,与该物质吸收声能大小成反比,吸收声能少,传导好,反之则传导差。一般地说,声波的传导速度与介质的弹性成正比,而与介质的密度成反比。声波从一个介质传导到另一个介质,由于吸收或界面反射常伴有声能的丧失,如空气或水中产生的声音在同一介质中长距离还可听到,但如水中声音在空气中听时则声音小得多。可能由于同样理由,心肌组织如贴近胸壁,二者形成相对均匀物质,心音的传导较好。反之,心脏和胸壁之间夹有含气肺组织,使声波传导必须多经过一个界面才到胸壁,因而到达体表时波强即相当地减弱。

第二节 声波的物理特性

物体振动的三个物理特性为:①频率,②振幅及③波形。声音的性质也就由①频率高低,②强度大小,及③音品(即波形,单一频率抑或不同频率的混合体为纯谐或噪音)所决定。

(一) 声波的频率

每秒钟来回波动的次数称为频率[即 $f_{\text{频率}} = \frac{1}{T_{\text{周期(秒)}}}$],单位叫赫兹(Hz)。每秒钟

来回波动一次,频率为1赫兹。声音按波动的频率大致分为三个频带:①人耳能感到的声波频率为20—20,000赫兹,叫做可听声。②人耳感觉不到的较低频率的声波叫次声,可

触到的心尖搏动即为次声。③频率大于20,000赫兹的声波叫超声波。

研究声音时,为便于对频率作相对比较,所取用的单位称为倍频程。二个频率之间相差1倍,即称为相差1个倍频程。相差2倍就是2个倍频程,这时实际的频率数之比为1:4。例如100赫兹与200赫兹之间频率相差1倍,是1个倍频程,100赫兹与400赫兹之间是2个倍频程,而频率之比为1:4。由此可见,相差 n 个倍频程表示二个频率之比为 2^n ,即

$$\frac{\text{频率}(f)_2}{\text{频率}(f)_1} = 2^n$$

所以,以倍频程均匀划分频率区间时,对于频率则是对数关系。

(二) 声波的强度(声强)

描述声音强弱的物理量叫声强,通常用 I 来表示。某点的声强,是指在该点垂直于声波传播方向的单位面积上,在单位时间内通过的声能多少(即能流密度)。物理学上用每秒钟通过单位横截面的声能来测定声强,单位为瓦/厘米²或尔格/厘米²·秒。

声强级是指声强的等级。凡引起人耳产生听觉的声强的最低限叫“可听阈”,该声强约为 10^{-16} 瓦/厘米²,人耳能忍受的最大声强约为 10^{-4} 瓦/厘米²。超过这一数值,将使人耳痛疼,这一极限也称“痛阈”。可听阈与痛阈之间的声强差别为 10^{12} 倍。尽管人耳灵敏,也难分辨 10^{12} 个等级。况且声音强弱只有相对意义,所以技术上采用对数来表示声音强度的等级,叫声强级。通常以一个最低可听的声强 $I_0 = 10^{-16}$ 瓦/厘米²作为基准值来量度任何一个声强 I ,取常用对数,则得声强级 L :

$$L = \log_{10} \frac{I}{I_0} \text{ 贝尔(Bel)}$$

因实用上贝尔这样单位太大,而以贝尔十分之一作为声强级单位叫分贝尔(decibel,即dB)。用分贝尔时,上述公式应为:

$$L = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \text{ dB}$$

这样,如以最轻声强(10^{-16} 瓦/厘米²)为0dB,则震耳炮声($I = 10^{-2}$ 瓦/厘米²)的相应声强级约为140dB,一般安静房间内耳语声的声强级($I = 10^{-14}$ 瓦/厘米²)约为20dB。心前区心音的声强级一般在40dB以上。

(三) 声波的波形

纯音,如由普通音叉发生振动而产生的声波,在记录上为频率和振幅都很规则的正弦形波动。

乐音为若干个频率和振幅都不同的纯音所组成,听起来悦耳,波形图线为规则的周期性曲线。

噪音的特点是听起来使人烦躁、感到杂乱无章,波形图线复杂为不规则的非周期性曲线。但不论噪音和乐音都是频率和振幅不同的正弦波组成。心脏和血管活动中产生的声音主要是噪音。

第三节 心脏活动产生的声波特性

心脏活动中,在每个心动周期,由于瓣膜的开关、肌腱和肌肉的舒缩、血流的冲击及心血管壁的振动,产生心音。此种振动的特性为无数频率不同、振幅不同的正弦波的综合,就是一种噪音。尽管波形很复杂,但用声学分析方法(Fourier氏分析法)可分为许多含有谐音及泛音的正弦波形。心脏的杂音,则主要由血液在心脏和大血管内流动引起湍流与涡流所产生。心脏声波的物理特性如下:

(一) 强度和响度

在声波记录中以强度或振幅来表示,为物理学量度。

声音的响度,即心音的轻重,与振动的强度有关,亦与振动的频率有关,即与声波振幅的平方成正比,亦与声波频率的平方成正比。因此,声音响度受声波频率和振幅二种因素的影响,为生理学的量度。响度也与声波的传导有关。

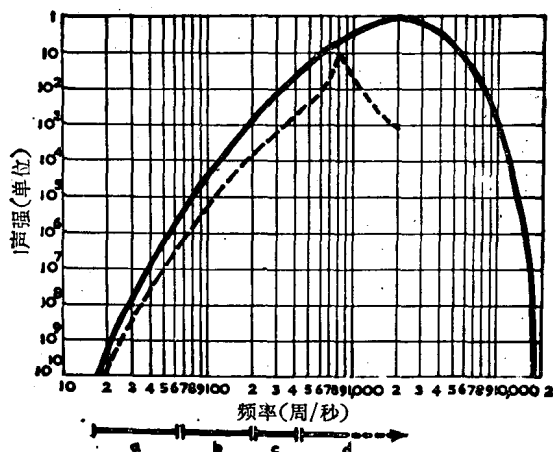


图2-1 人听觉图——曲线示不同频率的听觉阈

图示人耳能听到各种不同频率的声音时所需要的声强。以耳朵最敏感的频率 2000 周/秒时能听到的最低强度为 1 单位,则能听到 20 周/秒的声音时,需声强为 10^0 单位。虚线……为图 2-8 的高频(HF)曲线,代表高频滤波时心音图的频率响应。

(a) 心音、(b) 二尖瓣狭窄舒张中期杂音、(c) 收缩期杂音及 (d) 主动脉瓣舒张早期杂音之近似频率,但可有许多变异及互相交叉。

据研究,心音和杂音产生的频率(参见图 2-1):

第一心音(S_1)与第二心音(S_2)约为 50—100 赫兹。

第三心音(S_3)与第四心音(S_4)约为 10—50 赫兹。

舒张期隆隆样杂音约为 50—80 赫兹,亦可达 140—400 赫兹。

高频杂音(收缩期及舒张期)约为 120—660 赫兹,亦可达 1,000 赫兹。

心包摩擦音约为 100—400 赫兹,亦可达 660 赫兹。

在心音图检查中,一般将 120 赫兹以上划为高频,60—120 赫兹为中频,30—60 赫兹为低频。

心音从心脏传导到胸壁表面,经过的组织以骨传导最好,血液和肌肉次之,肺和脂肪组织最差。故肺气肿及肥胖患者,从胸壁听到的心音较一般人为轻。此外,听到声音的响度也与人耳的敏感性有关系,同样强度的二个声音,频率高的较低的为响,人听觉图参见图 2-1。

(二) 音频

心音的频率反映音调的高低。正常心脏活动产生的振动,由心脏传导到胸壁表面,其频率范围从 1—800 赫兹;而在有病心脏产生的吹风样杂音,频率可到 1500 赫兹以上。从 1—800 赫兹之间的心脏振动称为心音频谱,见图 2-2。

60)赫兹为低频(也有以200—500赫兹为高频, 100—200赫兹为中频的)。

(三) 时限

时限是指心音占据时间的长短。从心音图记录中, 心音的时限与记录仪的性能有关。按 Luisada 报告, 正常人心尖部 S_1 以速度性记录为 0.122 秒, 最长为 0.16 秒; 在心前区中部以低频位移性记录 S_1 为 0.115 秒。 S_2 的时限取决于 A_2-P_2 间期的宽度, 后者可长至 0.06 秒(心底部, 吸气, 速度性记录 0—100 赫兹) S_2 甚至最长可达 0.12 秒。 S_3 一般为 0.04—0.05 秒, 其限度在 0.03—0.10 秒之间, 超过 0.10 秒要考虑为舒张中期杂音。

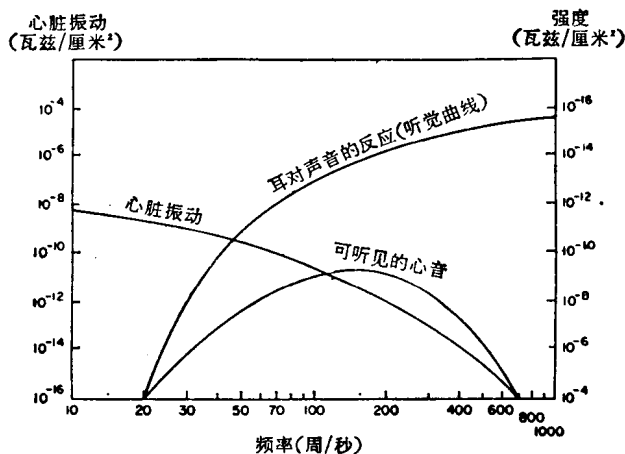


图2-2 一般听觉曲线与心音频率的比较, 以及听觉的感受
心音频率范围从1—800赫兹, 可听到的心音为20—800赫兹。

(四) 性质或音色

由几种音调或谐音所混合产生声音的特殊性质。

第四节 人听觉系统的特点

物体的振动, 经介质传到耳中, 使鼓膜同样发生振动, 通过人们的听觉神经传到大脑而感觉到声音。由于听觉系统的限制, 并非物体的所有振动都能被听到。心脏产生的振动频率从1—800赫兹的心音频谱中, 人耳能听到的只是一部分(图2-3, 图2-4)。

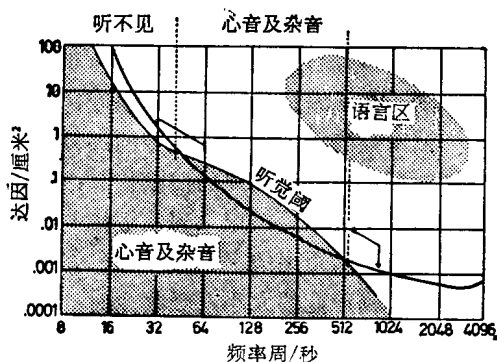


图2-3 心音、杂音及可听阈

心音频谱特点。一般心音频谱可细分为可听频带及不可听频带。一般以约为20赫兹的听觉下限作为区分可听频带(即声音)及不可听频带(次声)的界限。20赫兹以下不可听到。

据 Zalter 等研究, 心脏声音频率在20—40赫兹, 包括一部分振幅大的振动, 其能量水平不高, 可因检查者的听觉阈不同, 或者听不见, 或能听到但不可靠。此段称为第一频带或低限阈下频带(lower subliminal band)。

频率在40—400 赫兹, 称为第二频带, 人耳对之较为敏感。它为心音频谱可听频带中最重要的部分。频率在400赫兹以上, 人耳仍能感到其振动, 但此种振动当传导到体表时, 其振幅

下降较多,所以也常常听不好或听不见;此段称为高限阈下频带(upper subliminal band)。因此,心音频谱中,只有40—400赫兹的频带被人耳听得稍好(图2-2)。

从听觉特点,可听到的振动的范围在20—20,000赫兹之间,而听觉最敏感的范围为1,000—5,000赫兹(图2-1,图2-3),所以心音频谱1—800赫兹,并不在听觉最敏感的范围。这点可以解释心音描记对于阐明低频心音为何特别有用。听觉另一个特点为高频区域内的听觉阈较低频区低,故高频音易于听到。在年老听力减退时,先从对高频的振动开始,所以不易听到250赫兹以上的声音。

此外,人的听觉对于声波的频率较为锐敏而对于其振幅(强度)则不那么锐敏。而且,在较响的声音之后,听觉的敏感性减低而难以听到心动周期中较轻的声音。听觉对心音分裂间距的改变亦不敏感。所有这些情况,在心音图上则都能清楚地显示出来。

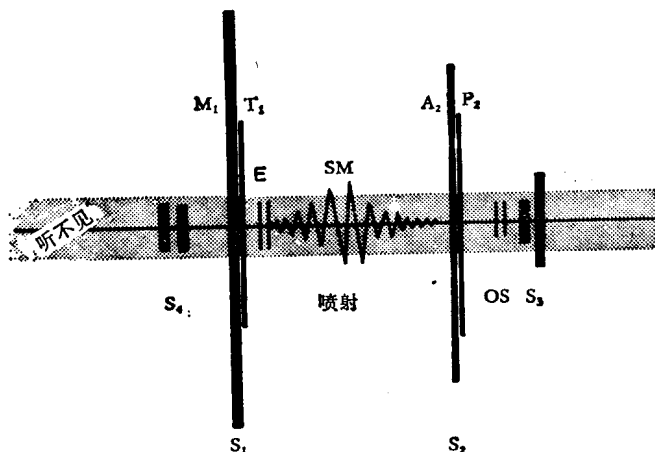


图2-4 正常心音模式图

图示心脏活动产生的振动,凡在浅影区内的振动听不见,振幅超过浅影区的振动可以听到。

第五节 声波的记录原理

在声波的多数记录仪器中,记录到的波形为在基线上下波动的图形,大多数场合向上的振动表示压力较高,向下的振动表示压力较低。振幅或强度由正弦波的幅度来决定,频率由单位时间内波动的周期数目(C. P. S. 或赫兹Hz)所决定(图2-5)。

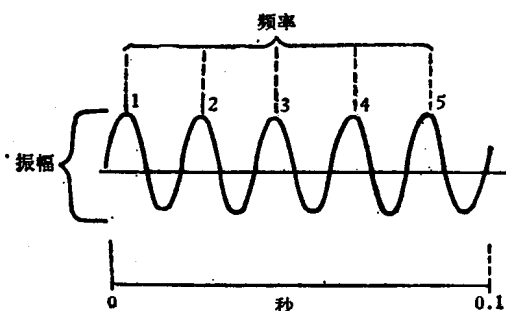


图2-5 声波波形

模式图记录到的声波波形。强度与波动的高度(振幅)成正比例。频率为单位时间内波动周期数目。图中0.1秒有5个周期,频率为50周/秒,即50赫兹。

到胸壁时,据Maass及Weber等发现,当声音的频率增加时,其强度趋向于减弱。机理

心音和杂音为不同频率及振幅之正弦波所综合组成的噪音,经组织传到胸壁。在胸壁记录到的波动强度,也就是记录幅度取决于①振动源的振幅,振源的振幅大,记录到的波幅就高;②振源到胸壁的距离,记录到的振幅与振源和记录器的距离的平方成反比;③传导组织吸收声能的大小,吸收少时,传出振动的振幅高。

心脏活动中产生的许多振动,其频率范围很宽,如上述,从1—800赫兹,其振幅亦各有很大不同。这些振动传导

为在一定压力下，正弦波形振幅的降低与频率平方的倒数成比例，所谓平方定律 (Law of square)，即按每一倍频程下降6分贝。所以心脏活动产生的低频振动传导至体表时较高频振动的波幅为大。体表记录到的波形较实际听到的声音具有较大振幅的次声成分(0-20赫兹)。如果为了记录振幅较大的低频振动而降低仪器的敏感性，则振幅较小频率较高的可听振动即有可能记录不到。由于心音频谱如此宽广，如果对低频振动波做稍为敏感的线性记录，则对高频振动的记录便难以辨认。所以，要用滤波器消除次声、并增加仪器的敏感性即可记录到频率较高的可听的振动(图2-6)。

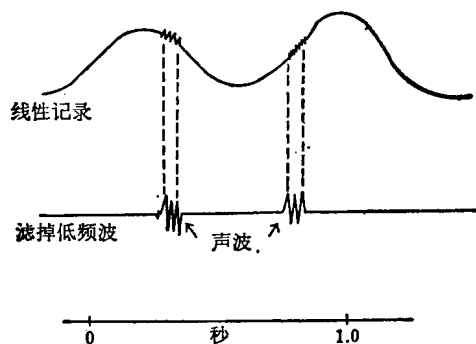


图2-6 模式图，示滤波器滤掉低频振动后的记录

上方为线性记录，忠实地显示心脏活动时产生并传到体表的所有振动波，无选择地全部增幅。因低频波的强度大，当增幅很高时，高频波还很难辨认，实际上等于滤掉高频振动波，只能记录低频振动。下方为经滤波器去掉低频信号后，才能有选择地增幅放大高频振动，以供详细研究。

一般心音图机都有滤波器，用以滤除某种频率。各种常用滤波器的性能在下面心音图机的基本构造和原理中再叙述。

第六节 心音图机的基本构造和原理

现代心音图检查技术与无线电技术的发展是相联系的。心音图机的设计不仅弥补听诊不足、放大人耳不能听到的微弱振动，而且整个心音频谱都可以记录下来，也可以随意选择加强或者削弱心音频谱中某些频率以便考察某些频率的变化。从技术角度，要求心音图机灵敏度好、保真度高、性能稳定、可靠。

心音图机构造示意

心音图机的构造一般包括四个部分，即①微音器亦叫传感器或拾音器，②放大器，③滤波器，④记录系统，其关系如图2-7所示。

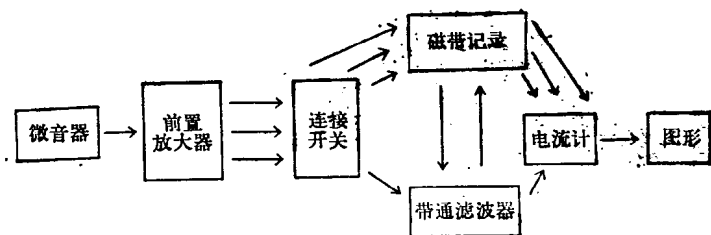


图2-7 心音图机构造的示意图

(一) 微音器

微音器为记录声音用的传感器亦称声音传感器 (sound transducer)，其作用是将声波转变为电能。心音图上应用的微音器种类有炭精式、动圈式、压电式和电容式等等，在频率响应、输出电压等方面各有不同特点。理想的微音器之电输出应保持输入声能波形的真实性。常用的微音器有：

此页为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com