

声学译丛之五

超声诊断

上海市物理学会声学工作委员会
上海市超声医学研究组 編

第三部分

超声对心肺的探查

上海市科学技术編譯館

出版說明

“声学譯丛之五——超声診斷”共分五个部分：1. 超声对顛脑的探查；2. 超声对眼部的探查；3. 超声对心肺的探查；4. 超声对腹部的探查；5. 超声診斷的其他应用及綜合性文献。为了适应不同的需要，这一譯丛除了整本出版之外，同时还按以上各个部分分册出版，以备选购。

这一譯丛中部分文献是全譯的，部分是摘譯的。图表并未全部采用，有些是由于原文印刷較差难以复制；也有些是从超声診斷的角度來說，参考价值較小而删节的。但所有图表的编号仍与原文一致，以便利查考原文。

上海市物理学会声学工作委員会
上海市超声医学研究組
上海市科学技术編譯館

声学譯丛之五

超 声 診 断

第 三 部 分

上海市物理学会声学工作委員会 編
上海市超声医学研究組

*

上海市科学技术編譯館出版

(上海南昌路59号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

商务印书館上海厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 3 3/4 字数 110,000

1963年4月第1版 1963年4月第1次印刷

印数 1—2,500

編 号：5008·87

定 价：0.60 元

前 言

超声对心脏疾患的診斷在国外是一个研究方法比較多的項目，多数是将超声信号与心电图和心音图等同时記錄，来分析心脏瓣膜运动的发生時間，計測心脏的大小，描記心脏容积的曲綫以及檢取血流音的音强与頻率等。此外，由于电子技术的发展和录音技术的改进，国外对心音等頻譜分析的应用範圍日益广泛，并能录取低于听觉的次声，为临床、教学与生理等研究提供了精密的心音定量記錄。

本分輯共选擇文献 11 篇，包括三个方面，第 1~6 篇是超声对心疾患診斷的文献，第 7~10 篇是心内心音与頻譜分析，第 11 篇是超声診斷肺疾患的应用。第 1~3 篇是日本吉田等所著。第 1 篇报告他們数年来 (1957~1961 年) 应用超声多普勒法研究心脏运动的資料，并介紹其原理、方法与仪器設备等。第 2 篇是文献綜述，摘譯了 Edler 等的超声心动图法的曲綫角度与二尖瓣口面积和肺动脉压等关系的临床应用。第 3 篇是利用超声多普勒信号来探討心音发生的机序。第 4 篇是日本里村应用 5 兆赫超声来檢查人体血管內血液流速与反射强度的报告，理論与实验均有其独到之处，論文曾于 1961 年获得日本音响学会佐藤奖金第 1 名。第 5~6 篇是美国 Wild 等对超声穿透人体胸腔与超声对离体心脏显象的实验，目前虽尚无实际应用价值，但也提供了一些观点和方法。第 7 篇是日本北村等綜述了应用心插管尖端附加拾音器来录取心內各部分的心音，并探討了其正常与异常的特征以及其发生的机制。第 8~10 篇譯自美国对頻譜分析的論著，介紹了方法、应用与价值等。第 10 篇并叙述了立体声譜图的原理。第 11 篇是日本应用超声对肺疾患診斷的研究，指出了一些超声探查肺部的必要条件及其局限性。

限于譯者的水平，譯文中錯誤之处尚祈讀者指正。

編 者
1963 年 2 月

目 录

第三部分 超声对心肺的探查

1. 超声多普勒法对心脏运动的分析及其临床应用 117(1)
2. 超声诊断在心脏的应用 127(11)
3. 利用超声分析心机能及心音 129(13)
4. 超声周围循环检查法 135(19)
5. 超声通过人体胸腔的传输 141(25)
6. 反射式超声(超声图法)对人离体心脏的显象(初步报告) 143(27)
7. 心内心音 145(29)
8. 心声谱图——初步报告 151(35)
9. 肺心血管音 153(37)
10. 感觉的装置:声的描画 168(52)
11. 应用超声诊断肺部疾患(第1报) 171(55)

1. 超声多普勒法对心脏运动的分析及其临床应用

吉田 常雄, 森 正义, 仁村 泰治, 疋田 源石
高岸 慎八, 中西 克己, 里村 茂夫

《Amer. Heart J.》61 (1): 61, 1961

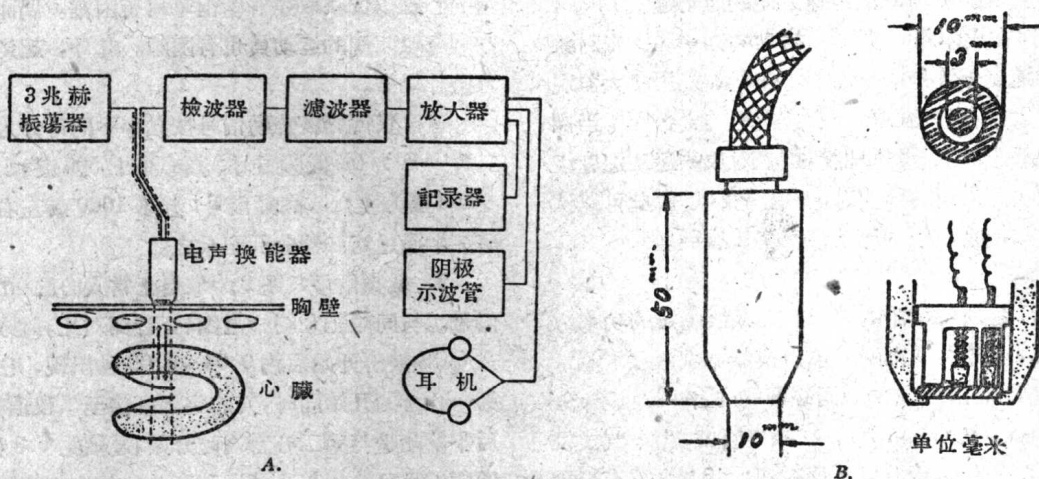
超声在工业金属探伤和海洋测深的应用上, 表明其良好的穿透性和尖锐的方向性是可以利用的, 因而也可用于研究人体内部, 在这方面首先是探查肿瘤和胆石^[1~7], Keidel^[8], Edler 和 Hertz^[9~11], Wild^[12]等氏则用之于心脏。

本研究采用的超声多普勒(Doppler)法, 是一种以检查对象的运动为特征的方法, 能测出心脏瓣膜运动的发生时间。

方 法

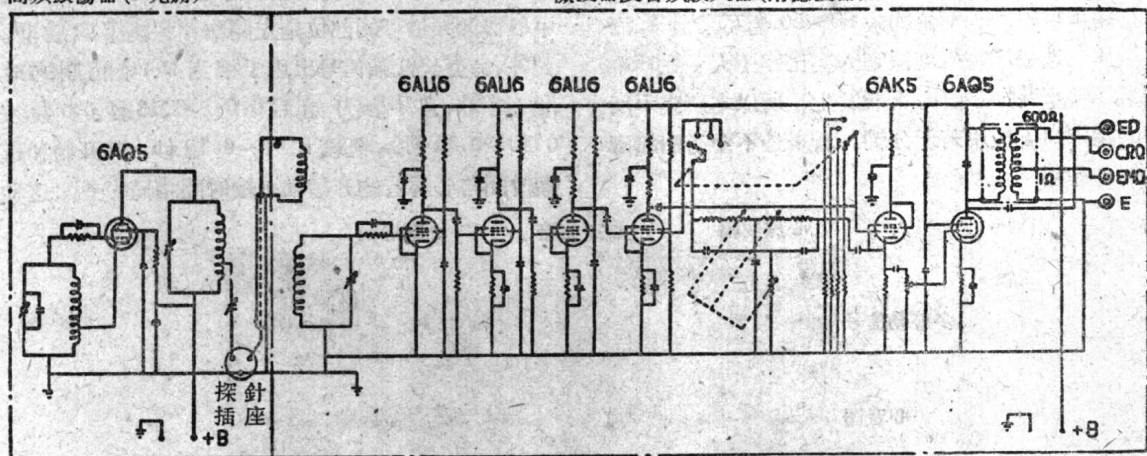
原理

1. 超声在人体内的透射、方向和反射: 超声是一种超过听觉范围(平均16~16000赫)的声波, 超声的传播和可听声一样是符合 Huygens 原理的。波长 λ 的超声, 从直径为 d 的圆平面的声源, 向一定方向发射时, 其90%的能量均集中在发射超声的 θ 角



高频振荡器(3兆赫)

检波器及音频放大器(附滤波器)



C.

图1 仪器。

A—方框图 B—电声换能器及把手(探头) C—线路图

內, θ 角的大小决定于下列公式^[13~14]:

$$\sin \theta = 1.22 \lambda / d$$

式中超声的波长 λ 短則 θ 角亦小, 此时超声能量集中向一个方向发射而很少发散, 因此超声具有尖锐的方向性。它和 X 綫一样, 在机体内呈直綫进行, 因此可用于检查其穿透过程中所遇到的对象。超声由体表射入体内, 在遇到两种不同声阻抗的組織界面时, 有一部分被反射回来。在心脏方面, 这种反射可来自心壁的内、外面, 瓣膜, 中隔的二面等, 因此, 应用超声可获得 X 綫等其他方法所不能得到的心脏内部資料(例如: 瓣膜的活动)。

2. 超声多普勒(Doppler)法的原理: 当連續波由胸壁射向心脏, 并从心壁和瓣膜反射回来时, 由于心脏的活动而产生多普勒效应^[15~16]。反射波和直接波同时被檢时, 出現一个差拍, 其频率为:

$$f_d = 2\mu/\lambda$$

这里 μ 代表探查对象沿声速方向的运动速度分量, λ 为超声在人体內的波长。搏动的频率和探查对象的运动速度分量是成正比的。作者等应用放大器观察这个差拍, 以图获取心壁、瓣膜等的資料^[17]。当探查对象静止时, 或严格地说, 探查对象的运动速度沒有和超声速相同的分量时, 則无差拍。因此可以认为本法与探查对象的运动情况密切相关。

仪器

图 1 为所用仪器的簡图, 高频振荡器的功率为 1~2 瓦, 频率为 3 兆赫, 电声换能器由直径 1 厘米的鈦酸鋇圓片制成, 分为同心圓的内、外二部分, 分别发射和接收(图 1, B)。在探查区域, 用电气或机械的方法檢出直接波以及反射波: 两者之間有一差拍。

超声功率的計算值約为 20~50 毫瓦/厘米², 而在活体上造成严重生理損害的空化作用大多在功率超过 300 毫瓦/厘米² 时才能发生, 所以本研究中所用的超声强度应用若干分钟, 看来是不会有引起麻煩的副作用。

θ 角約 4°。用普通的五极管柵极解調器为檢波器。低频放大器的放大級为 60~80 分貝。滤波器則应用低通滤波器(截除频率为 200 赫的频率)及 500~1000 赫的带通滤波器各一。

在探查者操纵下, 电磁示波器通过耳机及(或)示波管记录多普勒信号。记录紙的速度为 20~30 厘米/秒, 通常和心电图、心音图同时记录, 以便对照研究。图 1, C 为所用仪器的綫路图。

結果及討論

心脏运动所产生的多普勒信号的种类

1. 人体心脏多普勒信号的种类: 本法在人体应用时, 探头紧密接触心前区。用液体石腊为耦合剂以排除空气并保持良好接触。多普勒信号可在胸壁心脏区的任何一处取得。但超声通过肺时可为肺内空气所吸收, 故本研究所用的超声强度在有肺遮盖的心脏部位获取多普勒信号尚有困难。偶而在一些胸部短而闊的运动员也有困难。此外, 超声不能穿透骨組織。

这样获得的多普勒信号按频率不同可分为下列二种^[18,19]: (a) 低频信号: 频率小于 500 赫, 以 100~200 赫为主; (b) 高频信号: 频率 1000 赫左右。本研究中通过滤波器分别记录之。

2. 低频信号: 图 2 为取自正常人心脏的低频信号。与同时记录的心电图、心音图对比, 低频信号在 QRS 波群开始后約 0.04~0.09 秒出現, 几乎与第一心音的开始同时, 其前半部延續至 T 波頂峰处, 后半部几乎与第二心音同时开始, 延續約 0.3 秒。故低频信号可认为与心壁运动有关, 前半部为收缩期的心壁运动, 后半部为舒张期的心壁运动。本研究中取得低频信号的部位是左侧胸骨旁綫第四肋間。此外, 另有一低频信号出現于相当 P~Q 間期的時間(图 2), 即 P 波开始后 0.08~0.13 秒(多数为 0.10~0.11 秒), 延續 0.07~0.12 秒, 其开始和延續時間与心房音的开始和延續時間相同^[19,20]。这种

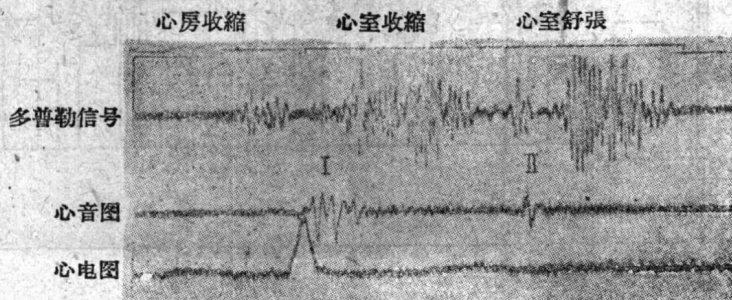


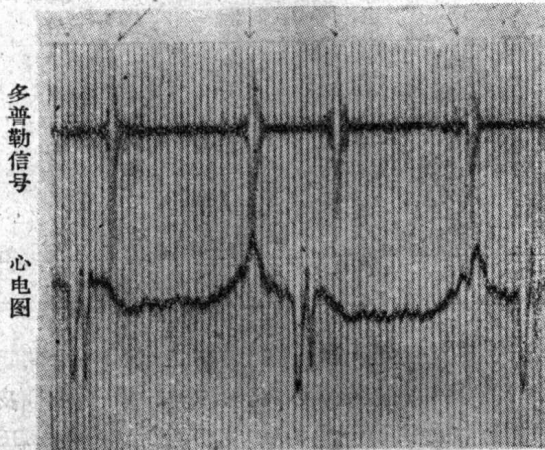
图 2 与心壁运动有关的低频超声多普勒信号(左胸骨旁綫第四肋間)。

信号可认为是指示心房收缩时的心壁运动。

3. 高频信号: 高频信号出现于 QRS 波群之后及接近 T 波终了时, 持续时间短 (图 4 和图 6)。从频率可知这个心部位的运动速度比上述低频信号部位快几倍。考虑这种高速度和出现的时间可知这一部位必然是瓣膜 (也可考虑为腱索、乳头肌等)。心底部和心尖部高频信号出现的时间稍有不同, 这是半月瓣与房室瓣的运动时间不同之故。

4. 狗的开胸心脏实验: 实验目的为证实高频信号与瓣膜运动的关系。先将狗的心脏暴露出来, 把电声换能器置于心脏的表面进行探查, 高频信号可在: (1) 三尖瓣、(2) 二尖瓣、(3) 肺动脉瓣区获得^[21]。三尖瓣区之高频信号, 在 QRS 波群开始后 0.04~0.05 秒 T 波终了后 0.05 秒出现 (图 3 上)。二尖瓣区高频信号出现的时间大致相同, 肺动脉瓣区的高频信号出现于 QRS 波群开始后 0.09 秒接近 T

高频多普勒信号



高频多普勒信号

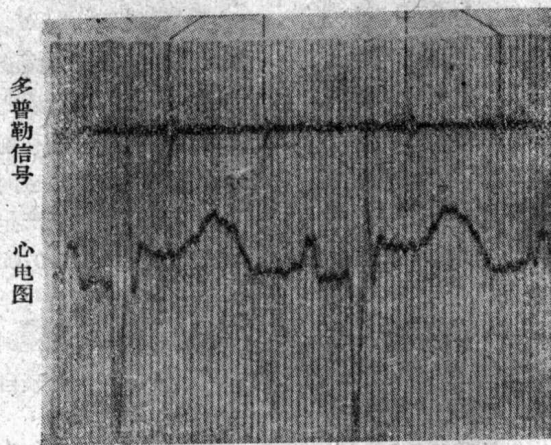


图 3 与瓣膜运动有关的高频多普勒信号 (开胸的狗的心脏)。

上——三尖瓣, 下——肺动脉瓣

波终了时 (图 3 下)。故出现于三尖瓣区的高频信号比肺动脉瓣区出现的信号早 0.04 秒。而在 T 波终了处, 则肺动脉瓣区的高频信号比三尖瓣区的信号早出现 0.05 秒。从信号出现的位置和时间来看, 高频信号似与相应的瓣膜运动有关, 包括腱索和乳头肌的运动, 并指示其运动的时间。在收缩早期, 肺动脉瓣和三尖瓣的高频信号的时间间隔表示等长收缩期的时限, 而二者接近 T 波终了的高频信号的时间间隔表示等长舒张期的时限。

人体胸壁上所得的高频多普勒信号, 其频率和发生的时间与上述狗的情况相符, 似可证明人体的高频信号亦指示瓣膜运动的时间。

人体心脏瓣膜运动所产生之高频信号及其临床应用

1. 瓣膜运动所产生之高频多普勒信号: 由于半月瓣运动而产生的高频信号^[19,20]最清晰的部位为胸骨左缘第三肋间, 有时在第二或第四肋间 (图 4)。根据在束枝传导阻滞或心底部第二心音重复病例的发现, 主动脉瓣的多普勒信号可在胸骨左缘第三、四肋间取得, 肺动脉瓣的多普勒信号可在胸骨左缘第二、三肋间取得。由于半月瓣很小, 故电声换能器的位置和超声发射方向必须加以限制。

正常人半月瓣开放所产生的多普勒信号出现于 QRS 波群开始后 0.09~0.14 秒, 半月瓣关闭的信号出现于紧接第二心音开始之前, 终止于第二心音开始时。根据这一发现, 第二心音的发生几乎与瓣膜关闭的完成为同时, 第二心音似非瓣膜本身的运动所造成, 而是由于有关瓣膜及邻近组织在紧接瓣膜关闭之后发生的冲动所致的张力或振动。

严格地说, 在人体半月瓣所产生的多普勒信号, 常难以区别其究竟来自肺动脉瓣, 抑或主动脉瓣。多数情况下两个瓣膜几乎同时运动。但在某些病例中这两种信号可以根据时间和部位予以区别之。主动脉瓣开放信号 (A_0) 开始于 QRS 波群开始后 0.09~0.14 秒 (7 例平均为 0.107 秒), 肺动脉瓣开放信号 (P_0) 开始于 QRS 波群开始后 0.09~0.13 秒 (25 例平均 0.106 秒) (表 1)。

但在这二个瓣膜同时记录时, P_0 可比 A_0 早出现约 0.02 秒。此外, 在束枝传导阻滞及第二心音重复或分裂的病例, 可以根据主动脉瓣或肺动脉瓣的关闭信号 (A_c 或 P_c) 终了之后第二心音开始的不同部分来区别信号来自那一瓣膜 (图 5)。

与房室瓣有关的多普勒信号, 特别是来自二尖瓣者, 最可能在左胸骨旁线第四肋间探得。正常人

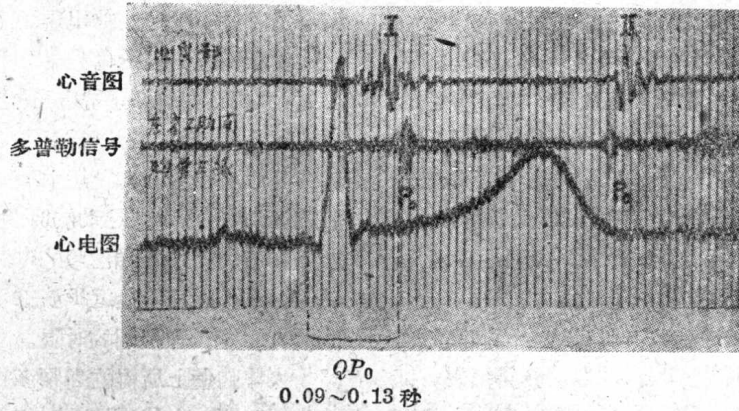


图4 与肺动脉瓣有关的高频超声多普勒信号, P_0 为肺动脉瓣开放, P_c 为肺动脉瓣关闭, P_c 的終了与第二心音的开始相一致(30岁正常人)。

表1 半月瓣开放的时间

秒	QA_0 (例数)	QP_0 (例数)
0.09	2	5
0.10	2	7
0.11	1	8
0.12	1	4
0.13	0	1
0.14	1	0
	7	25

关闭后 0.05~0.10 秒即第二心音 (II) 开始时, 81 例平均 0.069 秒, 多数为 0.06~0.08 秒(表 3)。关闭或开放信号的延续时间约 0.02~0.04 秒。

表2 房室瓣关闭的时间

秒	QM_c (例数)	QT_b (例数)
0.03	1	0
0.04	14	6
0.05	28	3
0.06	20	0
0.07	10	0
0.08	3	0
	76	9

另一高频信号 (M_{ps}) 出现在相当于 P~Q 间期的时间, 开始时间与低频信号相似, 与 P~Q 间期及心房音时间相同^[19,20], 即在 P 波开始后 0.10~0.13 秒。在完全性房室传导阻滞的病例, M_{ps} 伴随 P 波出现而与 QRS 波群无关。在心房纤维颤动时, M_{ps} 缺如。在研究这些发现时, 假定是心房收缩时血液流入心室所致的瓣膜运动所引起的。三尖瓣所致的多普勒信号是在胸骨下端左缘探获的, 在时间和部位上与二尖瓣的信号难于区分。这两个瓣膜几乎同时开放。但在某些病例中有可确定为三尖瓣所产生的信号 (T_c), 出现于 QRS 波群开始后 0.04~0.05 秒(9 例平均 0.043 秒)(表 2), 比二尖瓣开放信号早 0.01~0.02 秒。在左、右心室收缩有较大时间差距的病例, 如在束支传导阻滞, 则可区分此种信号来自那一瓣膜。

检出的瓣膜开放和关闭的时间即可据此确定等长收缩期和等长舒张期的时限。在肺动脉瓣的开放和关闭信号 (P_0, P_c)、三尖瓣的开放和关闭信号

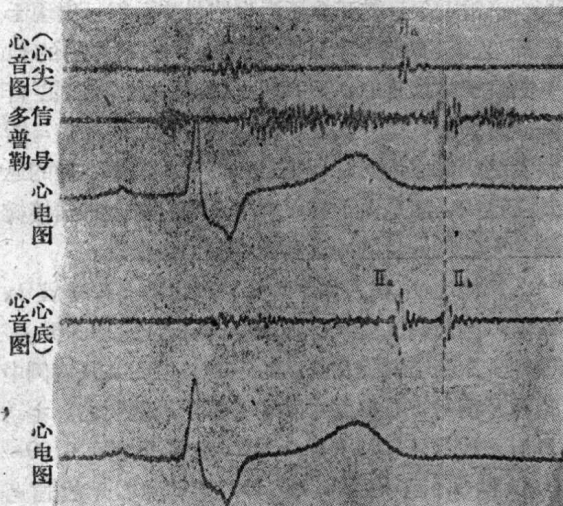


图5 右束支传导阻滞时, 肺动脉瓣关闭延迟, 心底部第二心音重复, II_a 为主动脉瓣关闭所致, II_b 为肺动脉瓣关闭所致, 后者在心尖部不能见到。多普勒信号 P_c 取自胸骨左缘第二肋间, 其終了与 II_b 的开始相一致(30岁, 男)。

二尖瓣关闭的信号 (M_c) 开始于 QRS 波群开始后 0.03~0.08 秒(76 例平均 0.054 秒)(表 2), 其时限因不同病理而异(图 6)。

正常人二尖瓣开放的信号 (M_0), 开始在半月瓣

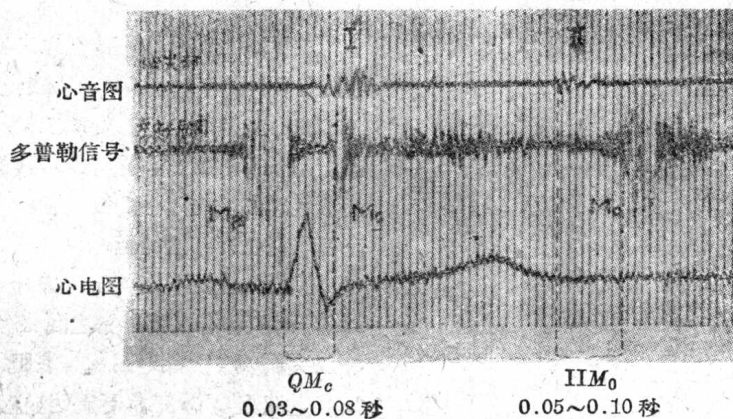


图6 与二尖瓣有关的高频超声多普勒信号, M_c 为二尖瓣关闭, M_0 为二尖瓣开放(35岁,男)。

表3 等长舒张期(II M_0)的时限

秒	II M_0 (例数)
0.05	10
0.06	23
0.07	28
0.08	9
0.09	9
0.10	2
	81

(T_0 , T_c) 能与主动脉瓣的开放和关闭信号 (A_0 , A_c) 和二尖瓣的开放和关闭信号 (M_0 , M_c) 区别的情况下,可分别测量左、右侧的等长舒张期。半月瓣的关闭的终止和第二心音同时,为便利记录起见,从第二心音(II)起至 M_0 (T_0) 开始这一时限可视为舒张期,以代替半月瓣关闭开始至 M_0 开始这一时限。

正常人的等长收缩期时限为 0.03~0.08 秒,等长舒张期(II M_0) 多数为 0.06~0.08 秒(表3)。心动过缓时多数等长舒张期稍有延长。

2. 病例所见: 在不同病情下检出的瓣膜运动时间亦不同,二尖瓣开放时间 (M_0) 变化尤著,且造

成等长舒张期的显著变化。

a. 心肌疾患(冠状动脉硬化和高血压性心脏病): 患者左心前导联有 ST~T 变化者(少数例外)示有明显的二尖瓣开放延迟,超过 T 波終了(图7)。等长舒张期超过 0.10 秒,多数为 0.12~0.14 秒,偶而可达 0.18 秒。延迟的机制不明,但提示心肌的收缩和舒张机械运动为一定的因素所影响;心电图上心肌的复极延迟(特别是心肌外层),为 ST~T 变化机制的主要基础。这些提示了心电的延迟和心肌机械运动的延迟之间存在着关系问题,尚待今后解决。

b. 高血压: 一般高血压时示有 M_0 延迟,但延迟时限与高血压的程度无密切关系;心电图正常者大多较有 ST~T 变化者延迟较少。我们用心电向量图将左室劳损的程度分为五种类型^[22,23]。ST~T 变化较重的类型,等长舒张期之时限亦较长(图8)。然而心电图正常者偶而也有 M_0 延迟,有时颇显著,这提示了早期检出心肌损害的可能性。

c. 二尖瓣疾患: 二尖瓣狭窄及二尖瓣狭窄合并关闭不全而无心房纤维颤动者,一般在 P 波出现时 M_{ps} 缺如(图9)。在 29 例二尖瓣狭窄中 M_{ps} 均消失,二尖瓣狭窄合并关闭不全的 18 例中也仅 3 例

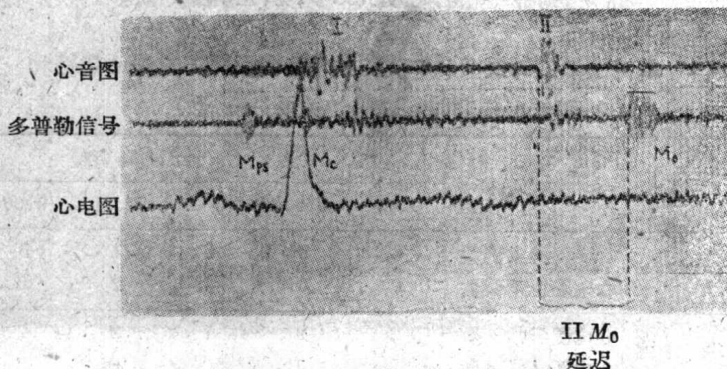


图7 心肌疾患时,二尖瓣开放时间延迟(52岁,女,高血压)。

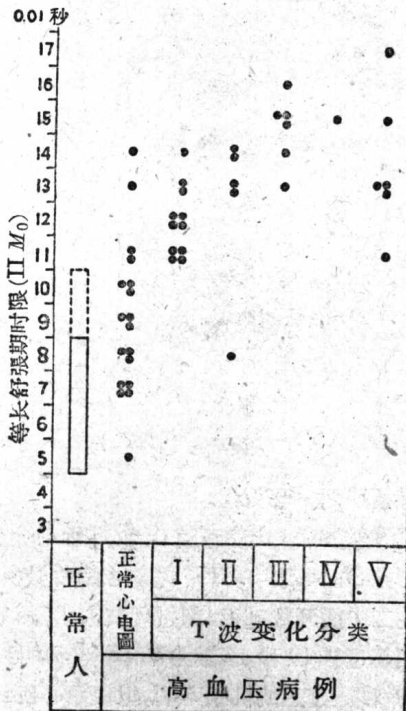


图8 高血压病左室劳损型的等长舒张期时限和T波变化之间的关系。

例外。这一结果有助于诊断。 M_{ps} 消失的机制不詳，可能的解释是二尖瓣的运动可能受到瓣膜硬化

的限制。

二尖瓣疾患的其它特征为二尖瓣关闭延迟及开放提早，即 QM_c 延长及 $II M_0$ 缩短 (图9)。

和心音图比较时，发现二尖瓣疾患的病例中 QM_c 延长者，第一心音延迟，其机制可能是心室充盈不足、左房内压增高及关闭不全所引起的回流使左室内压上升延缓所致。

左室内压的增高使二尖瓣开放提早。研究了 $II M_0$ 时限和心电图异常之间的关系 (表4)，发现在二尖瓣狭窄而心电图示右室肥大的病例，其 $II M_0$ 比心电图上QRS正常者更明显缩短。以上二种异常似与左房内压显著增高有关。另一方面，二尖瓣狭窄合并关闭不全者，即使心电图正常，均示有 $II M_0$ 显著缩短，原因可能为关闭不全而收缩后期左房内压特别增高，或由于左、右心室均有肥大，故在心电图上相互抵消而显示正常。

二尖瓣的开放和开放拍击声的比较，显示了开放拍击声的发生似在二尖瓣开放 (M_0) 的中期 (图9)。一例狭窄症患者的 $II M_0$ 为0.04秒，在瓣膜分离术后为0.06秒。其他病原因所致之充血性心力衰竭有 $II M_0$ 缩短的趋向。

还有一例二尖瓣狭窄伴有右室肥大者见有三尖

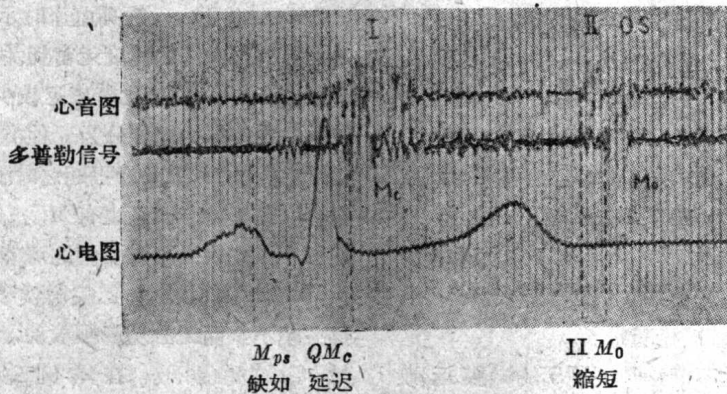


图9 二尖瓣狭窄时的二尖瓣运动， M_{ps} 缺如， M_c 稍延迟， $II M_0$ 缩短， M_0 发生时开放拍击声开始 (38岁，男，二尖瓣狭窄)。

表4 单纯性二尖瓣狭窄和二尖瓣狭窄合并关闭不全的心电图和等长舒张期时限之间的关系 (病例数)

		$II M_0$ (秒)						
		0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
单纯性二尖瓣狭窄 (29例)	心电图异常例数	3	9	4	1	5	0	0
	心电图正常例数	0	0	3	2	2	0	0
二尖瓣狭窄合并关闭不全 (18例)	心电图异常例数	2	2	1	2	2	0	0
	心电图正常例数	2	0	2	0	3	1	1

瓣开放延迟, II T_0 为 0.10 秒。

心房纤维颤动时^[21,24], 一般是 R~R 间期愈短时则 QM_0 愈长。Eliakim 等氏^[29]的心插管研究也发现如此。心房纤维颤动时 II M_0 缩短不多, 与 R~R 间期缩短的关系不明显, 但 R~R 间期显著缩短者, II M_0 多少有所提早。

d. 肾脏疾患: 肾炎时可有二尖瓣开放延迟和等长舒张期延长, 这种异常一般在肾功能有损害者是显著的。如图 10 所示, 甚至心电图正常者亦示有

等长舒张期延长, 这对早期诊断心肌受累似有价值。在少数病例, 这种延长的原因为第二心音提早。

e. 甲状腺机能紊乱: 甲状腺机能亢进而心电图上没有心肌病变的 10 例示二尖瓣开放时间并无显著变化(图 10)。5 例甲状腺机能减退的 II M_0 分别为 0.16, 0.13, 0.11, 0.10 及 0.18 秒(图 10), 其中第 4 例(0.14 秒)示有 Q~T 延长。其他 4 例有 ST~T 变化, 第 3 例在应用甲状腺素后水肿消失, 心电图转为正常, II M_0 亦转为 0.06 秒。

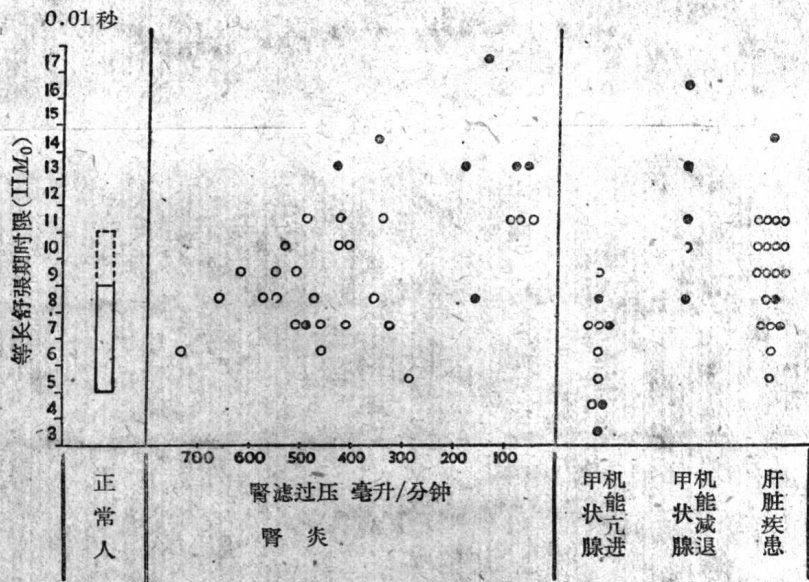


图 10 在不同的情况下的等长舒张时期限。图中白点为心电图正常者, 黑点为心电图见有心肌病变者。

f. 肝脏疾患: 肝硬化、慢性肝炎共 20 例, 其中 11 例 II M_0 为 0.05~0.09 秒, 9 例为 0.10~0.14 秒(图 10), 约半数见有 II M_0 明显延迟; 后者 9 例中 4 例 II M_0 为 0.10 秒者第二心音出现于 T 波終了前 0.04~0.08 秒, 表明其等长舒张期延长是由于半月瓣关闭提早, 而不是二尖瓣开放延迟(对 T 波終了而言), 其他 5 例 II M_0 为 0.11~0.14 秒, 表明主要是二尖瓣开放延迟。

g. Q~T 显著延长的病例: 心电显著延迟病例的心肌机械运动变化是值得注意的, 图 11 为一例坏死性心绞痛后期患者, Q~T 为 0.81 秒, 其代表心室收缩的低频多普勒信号开始于 QRS 开始后 0.07 秒, 而终止于 QRS 后 0.34 秒(图 11 上), 舒张期的终止接近 T 波顶峰, 表明在这种患者心肌若干部分由于明显损害而使复极化局部延迟, 故大部分心肌舒张几乎已完毕时, 由于复极化的延迟, 使大的异常 T 波继续存在。上述病例见图 11 下, 所示二尖瓣的开放明显早于 T 波終了。

在 U 波与 T 波終了重迭的低血钾症, 二尖瓣开放和第二心音一样提早发生。

二尖瓣开放、半月瓣关闭和心电变化的时间相互关系很复杂, 详述如下(图 12):

(1) 二尖瓣开放延迟: 如冠状动脉硬化, 高血压性心脏病等; (2) 二尖瓣开放提早: 如二尖瓣狭窄及充血性心力衰竭; (3) 半月瓣关闭提早: 如 Hegglin 综合症^[30]; (4) 第二心音提早及二尖瓣开放延迟; (5) 二尖瓣开放明显提早的重度 Hegglin 综合症。

心室收缩至舒张的转化期决定于: (1) 第二心音开始的时间, 及 (2) 等长舒张期的长短。等长舒张期的长短决定于心肌本身的状态, 如心肌损害, 以及二尖瓣狭窄病例的房室压力差增高。

h. 束支传导阻滞时瓣膜运动时间: 应用超声多普勒法检测了若干例束支传导阻滞的各瓣膜运动的时间, 结果见表 5。

心室收缩 心室舒张

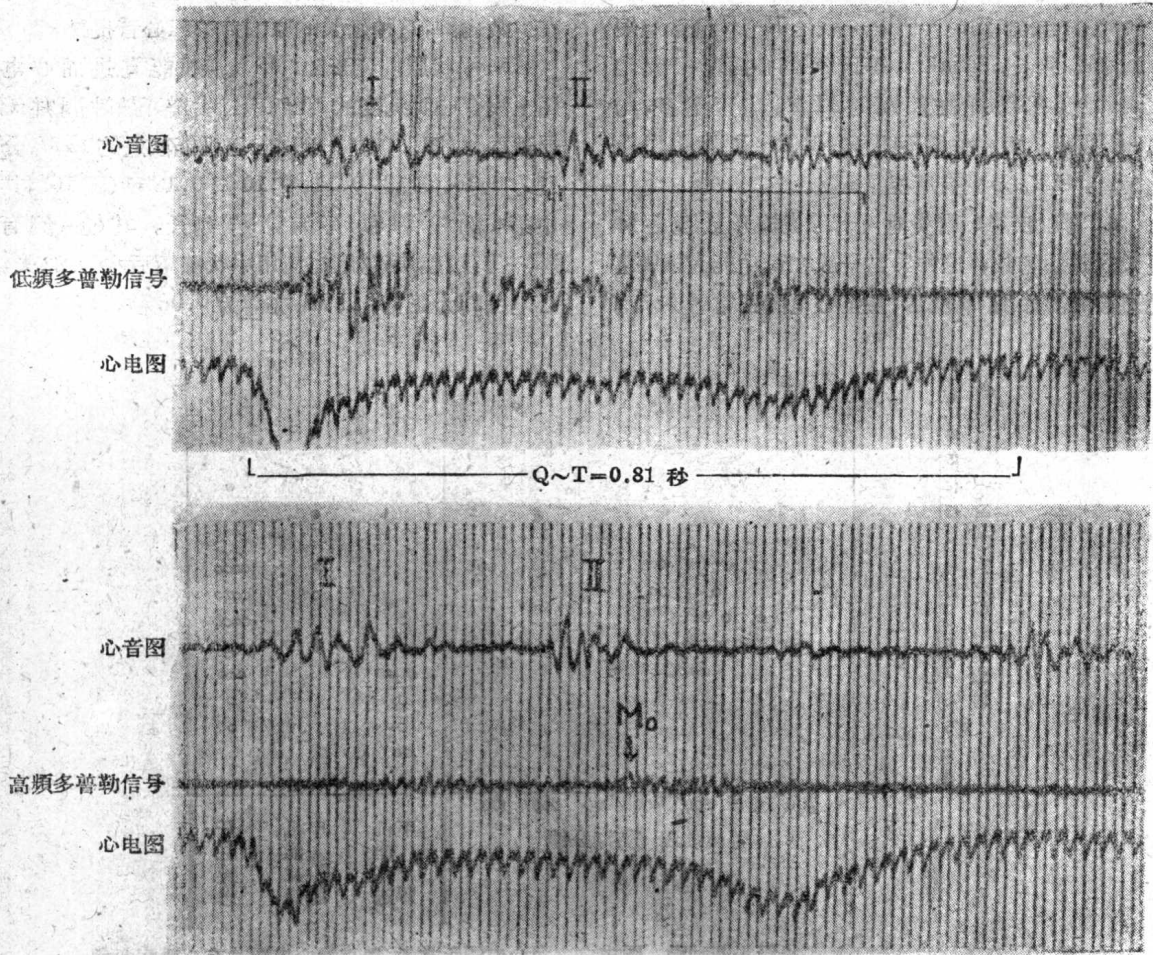


图11 在一例Q~T显著延长患者的所见 上: 低频信号; 下: 高频信号 (二尖瓣) (80岁, 男, 坏死性心绞痛)。

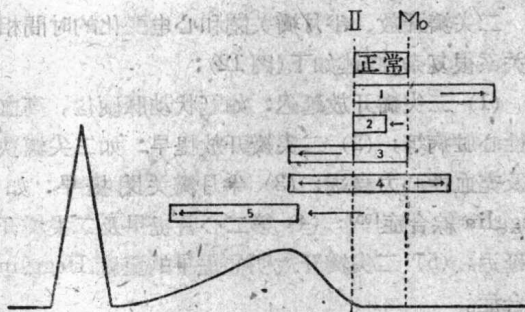


图12 二尖瓣开放、第二心音和T波終了之間的时间关系形式。

- 1—二尖瓣开放延迟; 2—二尖瓣开放提早;
- 3—第二心音提早; 4—1和3并存;
- 5—重度 Hegglin 綜合症。

摘 要

1. 超声多普勒法可用以获得心脏运动的資料。
2. 瓣膜运动发生的时间在不同的病情下有很

大变化。

3. 在冠状动脉硬化、高血压等病例, 二尖瓣开放延迟, 等长舒张期延长, 在心电图显示心肌病变之前即可見此等异常。

4. 二尖瓣狭窄时, 二尖瓣关闭延迟、开放提早, 等长舒张期縮短。

5. 在二尖瓣疾患合并心房纤维颤动病例, R~R 間期愈短, 則二尖瓣关闭愈延迟。

6. 在肾炎、甲状腺机能减退、肝脏疾患等症, 等长舒张期延长。

7. 二尖瓣开放、半月瓣关闭和T波終了之間的时间关系有下列几种形式:

- (a) 二尖瓣开放延迟; (b) 二尖瓣开放提早;
- (c) 半月瓣关闭提早 (Hegglin 綜合症); (d) (a) 和 (e) 并存; (e) 在重度 Hegglin 綜合症, 继半月瓣关闭提早之后二尖瓣开放提早。

表5 左、右束枝传导阻滞的瓣膜运动时间

	右束枝传导阻滞		左束枝传导阻滞	
	病 例 数	平均值(范围, 单位秒)	病 例 数	平均值(范围, 单位秒)
QM_c	15	0.058 (0.04~0.09)	5	0.086 (0.07~0.11)
QT_c	9	0.083 (0.07~0.10)	5	0.062 (0.05~0.08)
QA_0	14	0.122 (0.10~0.14)	5	0.174 (0.16~0.20)
QP_0	11	0.160 (0.14~0.17)	4	0.135 (0.12~0.16)
McA_0	14	0.066 (0.04~0.09)	5	0.090 (0.05~0.12)
TcP_0	5	0.082 (0.07~0.09)	4	0.070 (0.06~0.10)
II_aM_0	15	0.113 (0.06~0.13)	3	0.137 (0.13~0.14)
II_pT_0	4	0.103 (0.08~0.12)	4	0.115 (0.10~0.13)

参 考 文 献

- [1] Wild, J. J., and Reid, J. M.: Ultrasonic ranging speeds Cancer diagnosis, Electronics 28: No. 3, 174, 1955.
- [2] Wild, J. J., and Reid, J. M.: The effects of biological tissues on 15 MC pulsed ultrasound, J. Acoust. Soc. Am. 25: 270, 1953.
- [3] Ludwig G. D., and Struthers, F. W.: Detecting gallstones with ultrasonic echoes, Electronics 23: No. 2, 172, 1950.
- [4] Kikuchi, Y., Uchida, K., Tanaka, R. and Wagai, T.: Early cancer diagnosis through ultrasonics, J. Acoust. Soc. Am. 29: 824, 1957.
- [5] Tanaka, R., Wagai T., Kikuchi, T. and Uchida, K.: Choonpa ni Yoru zugai-nai-shikkan no Kenshutsu ni tsuite: I (On detecting intracranial disease with ultrasonics: I) J. Jap. Surg. Soc. 54: 242, 1952.
- [6] Fukuda, T., Tanaka, R. and Wagai, T.: Choonpa no Shindan e no Oyo (ultrasonics applied in clinical diagnosis), J. Jap. Acoust. Soc. 13: 37, 1957.
- [7] Yamakawa, K.: Fukkoyo ni Yoru Fukkonai-zoki-satsuei no Kenkyu (A study on photographing intra-abdominal organ with laparoscope), Lecture at the 44th Annual Meeting of the Gastroent. Soc. Jap. 13: 37, 1957.
- [8] Keidel, W. D.: Über eine neue Methode zur Registrierung der Volumveränderungen des Herzens am Menschen, Ztschr. Kreislaufforsch. 39: 257, 1950.
- [9] Edler, I. and Hertz, C. H.: The use of ultrasonic reflectoscope for the movement of heart walls, Kung'l. Fysiografiska Sällskapet i Lund Förhandlingar. 24: Nr. 5, 1, 1954.
- [10] Edler, I. and Gustafson, A.: Ultrasonic Cardiogram in mitral stenosis, Acta Med. Scandinav. 159: 85, 1957.
- [11] Hertz, C. H. and Edler, I.: Die Registrierung von Herzwandbewegungen mit Hilfe des Ultraschallimpulsverfahren, Acustica 6: 1, 1956.
- [12] Wild, J. J., Crawford, H. D. and Reid, J. M.: Visualization of the excised human heart by means of reflected ultrasound or echography, Am. Heart J. 54: 903, 1957.
- [13] Biquard, P.: Les ultrasons, Paris, 1948, Pressers Universitaires de France.
- [14] Hueter, T. F. and Bolt, R. H.: Sonics, New York, 1955, John Wiley & Sons, Inc.
- [15] Satomura, S.: Ultrasonic Doppler method for the inspection of cardiac function, J. Acoust. Soc. Am. 29: 181, 1957.
- [16] Satomura, S.: Choonpa Doppler-ho ni Yoru Shinzo-Kino-Kensa no Kenkyu: I. Genri; II. Sochi (A study on examining the heart with ultrasonics: I. Principle; II. Instrument), Jap. Circul. J. 20: 227, 1956.
- [17] Yoshida, T., Mori, M., Nimura, Y., Okimura, M., Hikita, G., Nakanishi, K., and Satomura, S.: Choonpa Doppler-ho ni Yoru Shinzokino-Kensa no Kenkyu: III. Doppler-ho no shurui; IV. Rinsho-teki-oyo (A study on examining

- the heart with ultrasonics; III. Kinds of Doppler beats; IV. Clinical application), J. Circul. J. 20: 228, 1956.
- [18] Yoshida, T., Mori, M., Nimura, Y., Takagishi, S. and Nakanishi, K.: Shizo ni Okeru Choonpa-Shindan-ho no Oyo (Ultrasonics clinically applied in examining the heart), Sogorinsho 8: 591, 1959.
- [19] Takagishi, S.: Valvular movements in the cardiac cycle defined by the ultrasonic Doppler method, Med. J. Osaka Univ. (Japanese edition), 11: 5317, 1959.
- [20] Yoshida, T., Mori, M., Nimura, Y., Takagishi, S. and Nakanishi, K.: Choonpa ni Yoru Shin-Kino-Kaiseki to Shin-no (An analysis of cardiac function with ultrasonics in reference to heart sound), Nippon rinsho 17: 143, 1959.
- [21] Hikita, G., Nakanishi, K., Okimura, M., Takagishi, S., Nimura, Y., Mori, M., Yosida T., Yoshioka, M., Matsubara, S. and Satomura, S.: Choonpa Doppler-ho ni Yoru Shinzo-Kinokensa no Kenkyu : V. Ben no Doppler-on ni Tsuite (A Study on examining the heart with ultrasoncis : V. Doppler beats due to Valves), Jap. Circul. J. 20: 625, 1956.
- [22] Nimura, Y.: A Vectorcardiographic analysis of left ventricular strain pattern comparatively studied with ST-T change of left bundle branch block and ventricular premature beat of right ventricular origin, Am. Heart J. 57: 552, 1959.
- [23] Yoshida, T., Nimura, Y., Mori, M., Nakamura, K., Okimura, M. and Shirai, J.: On Vectorcardiogram: VII. Clinical study on types of ST-T change, Jap. Circul. J. 19: 198, 1955.
- [24] Nakanishi, K.: Study on the valvular movement in mitral valvular disease by the ultrasonic Doppler method, Med. J. Osaka Univ. (Japanese edition) 11: 4549, 1959.
- [25] Wells, B.: The assessment of mitral stenosis by phonocardiography, Brit. Heart J. 16: 261, 1954.
- [26] Kelley, J. J.: Diagnostic value of phonocardiography in mitral stensis. Mode of production of first heart sound, Am. J. Med. 19: 862, 1955.
- [27] Yamakawa, K., Yamamoto, T., Ohta, S. and Kitamura, K.: Problem of delayed start of the first sound in mitral stenosis, Jap. Circul. J. 18: 127, 1954.
- [28] Ueda, H., Yoshimura, S., Kaito, G., Sugai, J., Yamadera, T., Hara, Y., Hashimoto, H., Sato, Y. and Sato, F.: Genesis of the first heart sound. Viewed from hemodynamics and its clinical significance, Jap. circul. J. 21: 170, 1957.
- [29] Rosenberg, S. Z., Eliakim, M. and Braun, K.: Relationships between electrical and mechanical events in atrial fibrillation. A study of direct atrial pressure tracings, Am. Heart J. 53: 18, 1957.
- [30] Hegglin, R.: Die Energetisch-dynamische Herzinsuffizienz. Eine besondere form der Myokardschwäche, Schweiz. med. Wchnschr. 74: 1104, 1944.

(燕山譯 俞国瑞校)

2. 超声诊断在心脏的应用

吉田 常雄 森 正义 仁村 泰治 高岸 慎八 中西 克巳

《综合临床》8(4): 47, 1959

超声诊断在心脏方面的应用, 最先是 Keidel 用以取得心脏容积曲线, 其后 Edler 用脉冲式超声分析心脏的形态和运动。本文介绍 Edler 等的工作并报告超声多普勒法在心脏的应用。

脉冲式超声的应用 (Edler 等)

心脏大小的测定

超声在前胸壁向心脏发射时, 和摘出心脏一样, 也产生反射波信号, 各信号间的距离与实际反射面间的距离成正比, 所以可能从体外测定心脏的大小和心壁的厚度。

Edler 等采用直径 1.2 厘米的石英片制成的换能器, 频率以 2.5 兆赫为主, 脉冲频率 200 赫, 持续时间 2~5 微秒, 输出功率 2 瓦/厘米²。探查部位取胸骨左缘第四肋间, 图 3 示其一例, 图中 O 是始波信号, E 是反射波信号, 根据 O 和 E 的距离, 可测知心脏的大小和心壁的厚度。正常人心脏后壁信号与前

壁信号的距离相当于 9~11 厘米, 在心脏扩大的病例则有延长。

表 1 列示此法与 X 线测定的比较, 超声值有小于 X 线值的倾向, 这主要是超声反射来自心内瓣(血液-组织界面), 后壁信号相当于心脏的内面; 与 X 线值的差, 或许就是心壁的厚度。Edler 曾指出: 从超声信号可以推断心包积液和心房血栓等。

超声心动图

心脏搏动时, 心脏各壁与前胸壁的距离随之变动, 超声信号也在示波屏的 X 轴上左右移动。纪录这个移动, 可测得心壁运动的曲线。

应用如图 4 的装置。示波屏上的信号, 通过镜头 'O'、水平裂隙 'S', 把光点集结在胶片 'F' 上。信号移动时, 光点在胶片上也随之移动。此时胶片连续地按箭头方向转动, 结果得到了如图 5 的曲线。这条曲线是示波屏上的信号移动曲线, 也即探查处的心壁偏位曲线。Edler 等称之为“超声心动图”(Ultrasonic Cardiogram), 与心电图同时记录后加

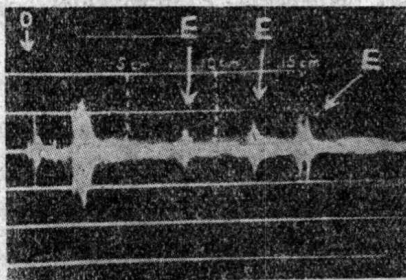


图 3 O 为前胸壁, E 为各反射面, 即示波屏所示心脏各壁的反射信号。

表 1

病 例	前胸壁-心脏后壁间距离(厘米)	
	脉冲式超声	X 线
1	16.0	17.0
2	9.7	10.5
3	8.8	9.5
4	12.0	13.0
5	11.3	13.0
6	12.2	13.5

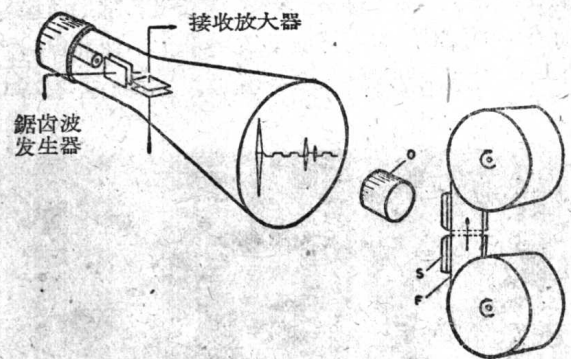


图 4 超声心动图的装置简图。



图 5 正常人的超声心动图(后壁)。

以分析。

图5是一例正常人心脏后壁的偏位曲线。图上方表示前胸壁方向。A—B相当于等长收缩期，B—C相当于最大喷射期，C—D相当于减量喷射期。图的线条太粗，这是由于反射面并非严格的平面，同时超声也不是正确地以直角入射之故。

面，同时超声也不是正确地以直角入射之故。

图6是一例主动脉瓣关闭不全的心脏后壁超声心动图，喷射期的振幅大增，同时舒张初期也急速地移向背侧，后者在时间上相当于回流强盛时期。

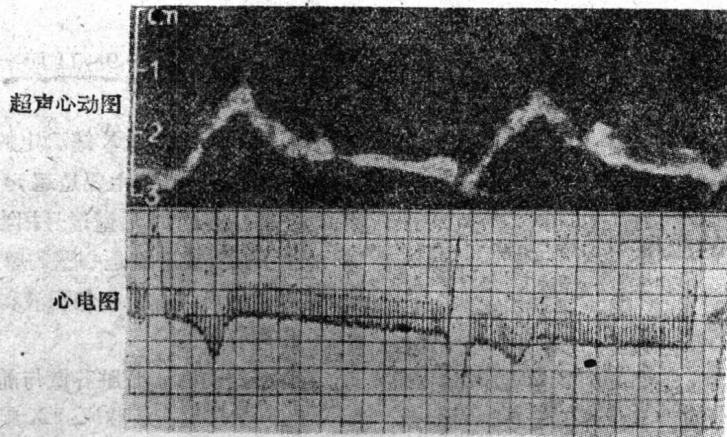


图6 主动脉瓣关闭不全的超声心动图(后壁)。

在胸骨左侧1~4厘米的第三肋间、相当于胸壁内5~7厘米的深处，可以获得如图7的曲线。曲线上除a、E两个波峰外，比较平坦的部分也有两处。a在P波开始后0.08~0.12秒出现。这种关系在P~Q间期延长和完全性房室传导阻滞病例中是相同的，而在心房纤维颤动病例则不出现；由此可见，与心房收缩有关。此后，在心室收缩初期，反射面急速地倾向背侧(曲线下降，B—C)，接着渐渐向前运动(C—D)，C为离开前胸壁的最远点。如将B—C—D与心房压曲线加以分析比较，它和收缩塌陷

的时期可以说是一致的。紧接心室收缩之后出现了'E'波峰，并紧接房室瓣开放之后，相当于心房压急激下降时，曲线也急速向下(E—F)，接着再缓缓上升到a(F—a)。

Edler将此超声心动图作为左房前面深处的左房前面运动纪录了下来。主动脉瓣障碍和各种先天性心脏病等30例都显示了与正常例相同的图象，但在二尖瓣狭窄病例中出现了特殊图象。

二尖瓣狭窄的超声心动图

二尖瓣狭窄的胸骨左侧第三肋间1~4厘米处的特异超声心动图如图8。紧接房室瓣开放后的E—F，在正常人是急激下降，而这里却是渐渐下降，延至舒张期的全程，表示心房血液是渐渐外流的。E—F和水平线所成的角(图中 α)，在正常人是65~75°，而在二尖瓣狭窄病例是特异的，都在50°以下。

Edler等发现： α 和手术时所见瓣口面积(表2)，甚至和肺动脉压(表3)都有平行的关系，在二尖瓣分离术后， α 获得了预期的扩大(表4)。

一般 α 在26°以下时，瓣口最大可以通过一个

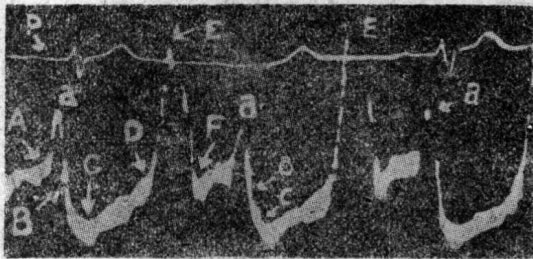


图7 正常人的超声心动图(左侧第三肋间)。

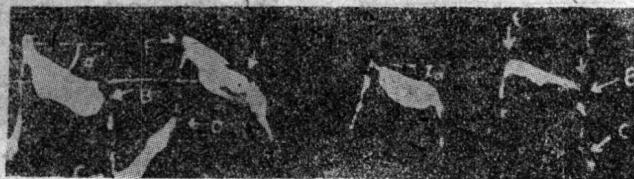


图8 二尖瓣狭窄的超声心动图(左侧第三肋间)。

指头,回流也少;如在 26° 以上,即属于轻症,或有回流。

表 2

	二尖瓣口的大小	例数	α 角的大小	α 角平均值
单纯性二尖瓣狭窄或二尖瓣狭窄伴轻度回流	1/2 指头大 <指头大 指头大 1 指	7 8 13 8	$5.6\sim 11.3^\circ$ $10\sim 18^\circ$ $13\sim 23^\circ$ $13.9\sim 27.8^\circ$	8.7° 13.0° 17.8° 22.7°
二尖瓣关闭不全	1~2 指	4	$26.7\sim 44^\circ$	37.5°

表 3

病 例	平均压(毫米汞柱)				α 角
	肺静脉毛细血管压		肺 动 脉 压		
	静止时	运动后	静止时	运动后	
I	12	15	16	16	27°
II	28	42	43	60	18°

表 4

分 离 术	平均压(毫米汞柱)		α 角
	肺静脉毛细血管压	肺动脉压	
术 前	35	44	14°
术 后	14	21	49°

3. 利用超声分析心机能及心音

吉田 常雄 森 正义 仁村 泰治 高岸 慎八 中西 克巳

《日本临床》17 (8): 143, 1959 .

结 语

心音与心电图、X 线摄影等都是心脏疾患诊断的基本方法,就是在心插管、心血管造影术、心脏 X 线片等各种诊断方法发达的今天,作为一种过滤试验,其重要性仍与日俱增,所以有关心音的基础知识是不应忽略的。

心音发生的机序在今天来讲,虽尚有讨论的余地,但第一心音和心肌有关的瓣膜成分较大,第二心音可完全视为瓣膜性音,瓣膜运动对心音的发生是有很大的关系。

关于心脏瓣膜运动的时期,向来主要是依靠压

Edler 等曾进一步应用此法分析了各种心律不齐的 a 波; Effert 等曾试用偏位速度代替 α 所表现的现象。

超声多普勒法的应用

超声多普勒法与上述的不同,是应用超声连续波,利用反射时出现的多普勒效应,可以见到 Edler 法所不能探获的瓣膜运动情况。

(编者按:吉田等继此文之后在《Amer. Heart J.》61 (1):61, 1961, 发表了专论“超声多普勒法对心脏运动的分析及其临床应用”,此文与本文阐述的原理和方法是一致的,且有包括病例较多的优点。鉴于本译丛已发表此文,故本文的相同部分从略。)

参 考 文 献

- [10] W. D. Keidel: Z. Kreislaufforsch. 39:257 (1950)
- [11] I. Edler & C. H. Hertz: Kungl. Fysiografiska Sällskapet i Lund Förhandlingar. 24: Nr. 5, 1(1954)
- [12] I. Edler & A. Gustafson: Acta Med. Scandinav. CLIX: 85 (1957)
- [13] C. H. Hertz & I. Edler: Acustica. 6:1 (1956)
- [25] S. Effert, H. Erkens & Grose-Brockhoff: D. M. W. 82: 1253 (1957)

(安 适译)

力曲线和脉波曲线来分析的,但这个方法是比较间接的,由于其中途有弹性体的存在,所见的与对象的实际运动相比,难免有时期上的延迟。

我们在讨论超声多普勒 (Doppler) 法应用于心脏诊断时,曾认为多普勒法在临床上可以简单地了解瓣膜运动的时期。从这个观点,将心音所见与超声多普勒法所见加以比较与讨论是有意义的,兹将迄今所见叙述如下。

超声多普勒法和用本法测得的瓣膜运动时期

关于超声多普勒法分析心脏运动,我们已有过