



多普勒效应

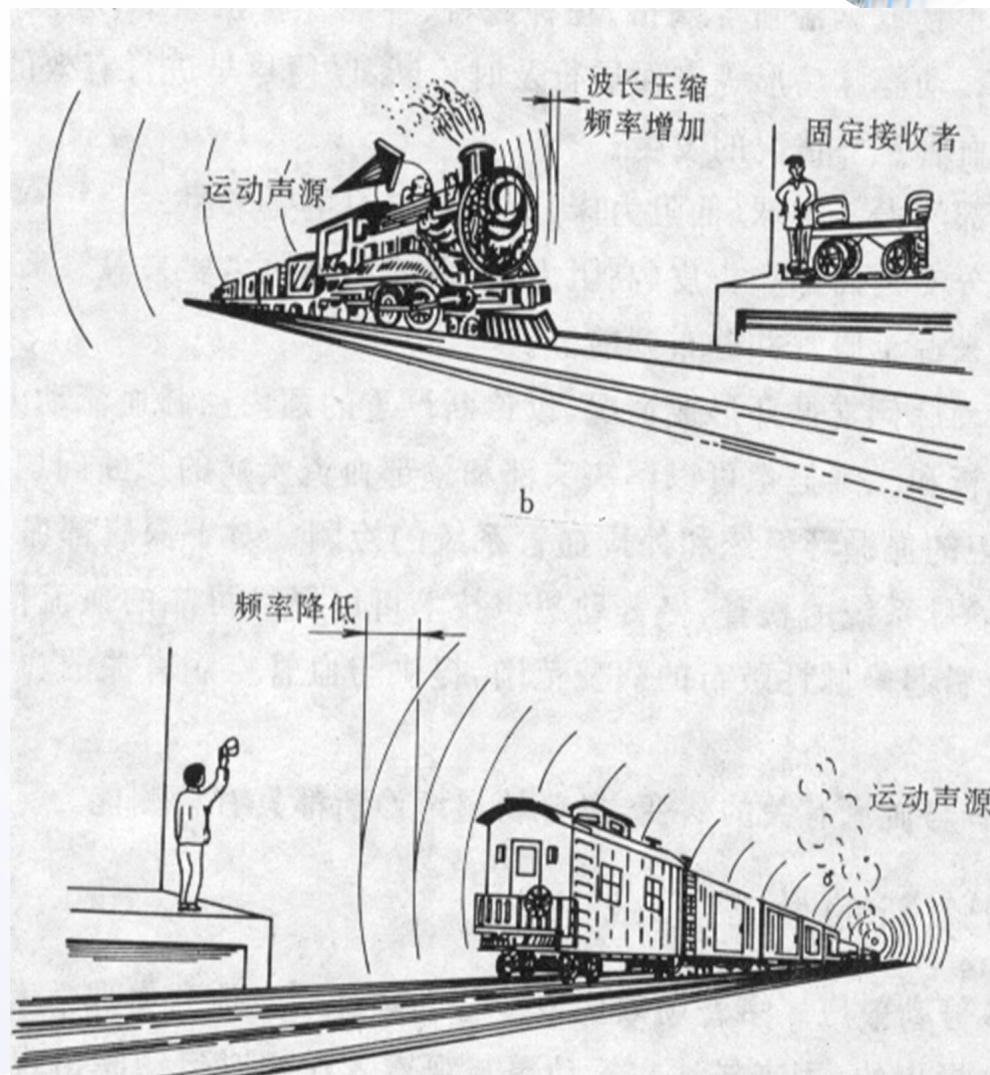


定义:

当声源与接受器作相对运动时，接受器接受的声波频率与声源发出的频率**不一致**，这一现象称为**多普勒效应**。

❖ 入射超声遇到活动的小界面或大界面后，散射或反射回声的频率发生变化，名**多普勒频移**。

即：散射的运动子对入射超声的回声产生**频移**。





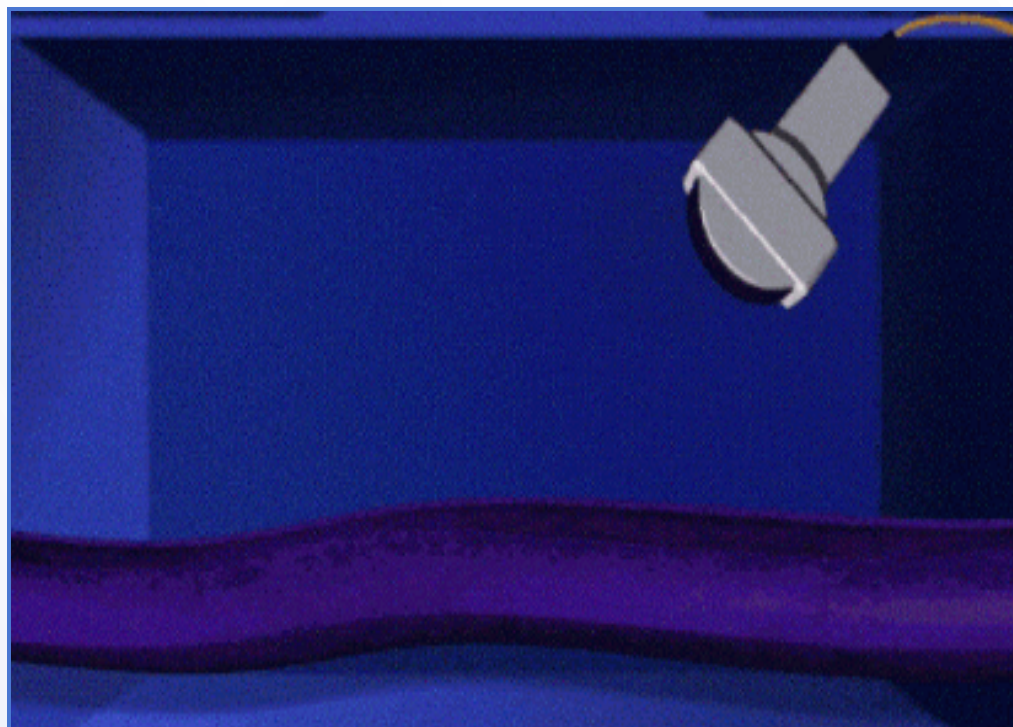
多普勒效应

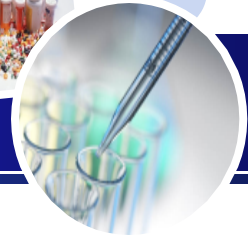
探头工作时，换能器发出超声波，由**运动着的红细胞**发出散射回波，再由接受换能器接受此回波。

若界面是静止的，回声信号的频率不变的；

若界面是**运动**的，则回声信号的**频率发生变化**；

运动越剧烈，频率变化越大。





多普勒效应

数学表达

声源运动速度为 μ ，接受器运动速度为 v ，
声速为 c ，声源发出频率为 f_0 的声波，接受频率为 f

相向运动时：

$$f = (c + v) / \lambda = (c + v) / (c - \mu) f_0$$

背离运动时：

$$f = (c - v) / \lambda = (c - v) / (c + \mu) f_0$$



多普勒效应



多普勒超声诊疗应用

临床上利用多普勒效应能够检测组织器官（心脏、血液、胎儿等）的运动情况。

设目的运动方向与超声声束方向夹角为 θ ，探头发出的频率 f_0 的超声，反射超声频率为 f_r ，接受频率差为 f_d 的信号，被检目的运动速度为 v ，超声声速为 c 。

➤ 多普勒效应的数学表达：

$$f_d = f_r - f_0 = \pm (2v \cos \theta) / c \times f_0$$

➤ 目的运动速度：

$$V = \pm (f_d \times c) / (2f_0 \cos \theta)$$

所以：测量速度的精确性受目的运动方向与声束夹角影响



讨论:

- 利用多普勒效应能够取得运动目的的速度及运动方向
- 多普勒效应的应用要考虑夹角的影响
- 多普勒超声显像方式有两种：
 - ✓ 频谱多普勒 (PW、CW、HPRF)
 - ✓ 彩色编码多普勒



频谱显示



1、血流方向显示:

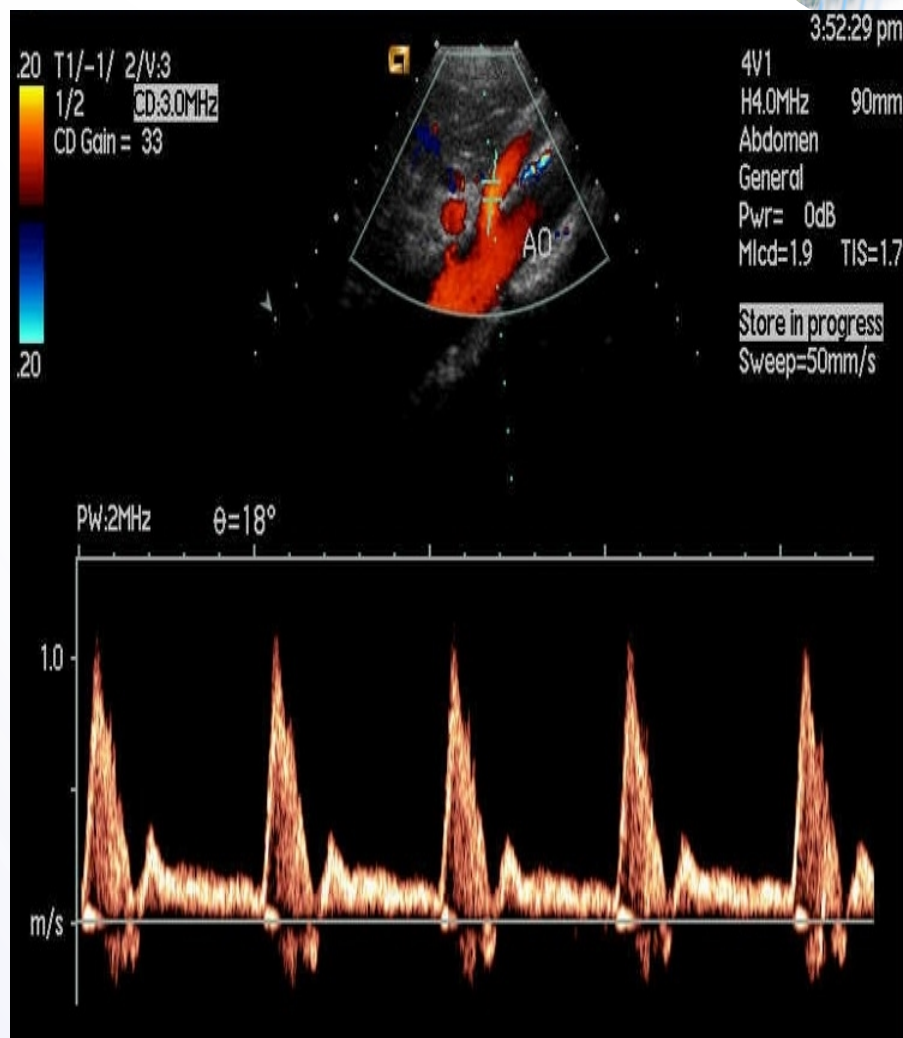
血流朝向探头，正频移，
零线上方。

血流背离探头，负频移，
零线下方。

2、血流时间:

即血流连续时间，频谱图
的横轴 (s)

3、血流速度: 纵轴代表
速度即频移大小 (cm/s)





频谱显示



4、频带宽度：

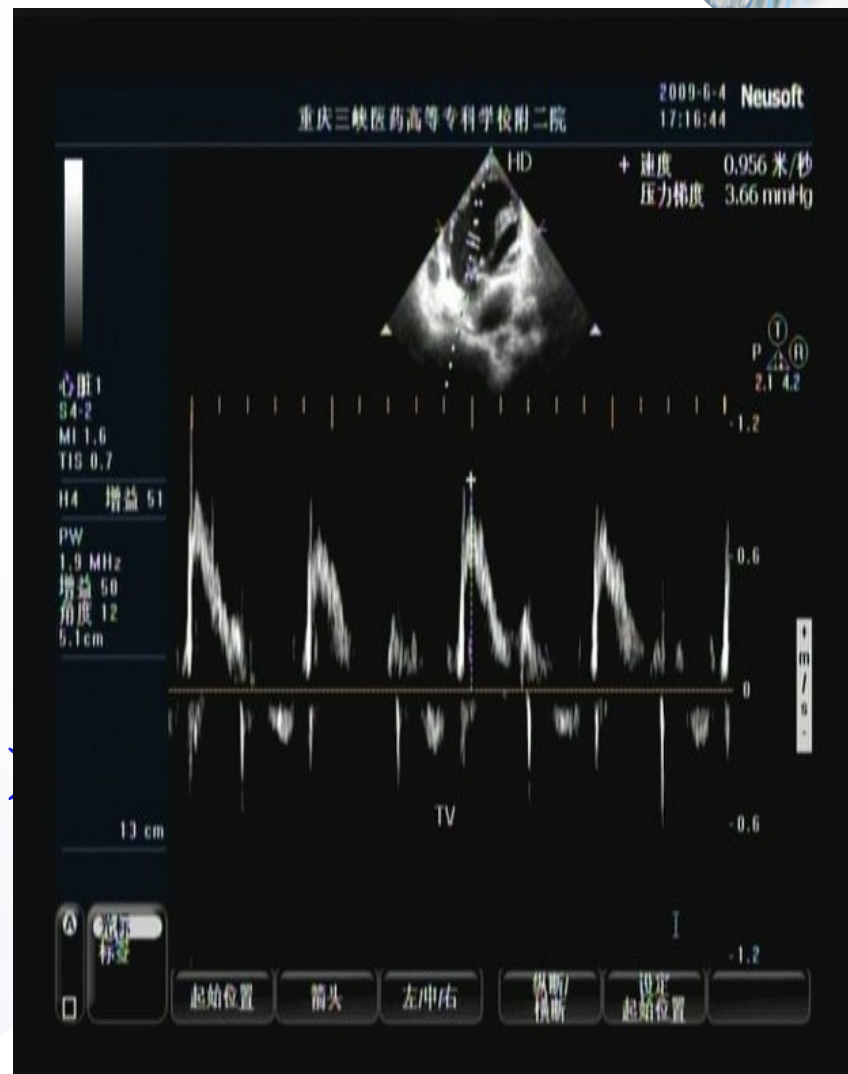
频移在垂直方向上的宽度，即某一瞬间采样血流中血细胞速度分布范围的大小。如速度分布范围大，频带则宽。

5、频谱灰阶：

即信号强度，某时刻采样容积内血流速度相同的血细胞数目的多少
(血细胞多-回声强-灰阶亮-图像亮)

6、血流状态：

层流-窄带型 (血流速度差别小)，
湍流-填充型 (血流速度差别大)





第二节 脉冲多普勒

1. 脉冲频谱多普勒PW

- 单晶片探头、单方向检验
- 显示一维频谱信号
- 不足：检验目的运动速度不能太快
- 优点：采用距离选通
能够选择不同的检验深度
- 用于多种目的的检验



脉冲频谱多普勒

一、工作原理

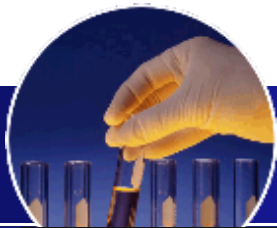
发射短脉冲超声，接受发射差频信号，处理得到检验目的的运动情况，显示差频声像图。

二、显示

单方向频谱声像图

三、特点

1. 距离选通：可进行多目的检验
2. 取样门：选定的检验区域，取样门大小受脉冲超声发射时间间隔和声束聚焦方式限制
3. 奈奎斯特频率极限：受脉冲超声信号的脉冲频率限制，对目的运动速度的检验局限于一定的范围。



脉冲频谱多普勒PW

重庆三峡医药高等专科学校附二院

2009-6-4 Neusoft
17:10:33

+ 速度 1.34 米/秒
压力梯度 7.23 mmHg

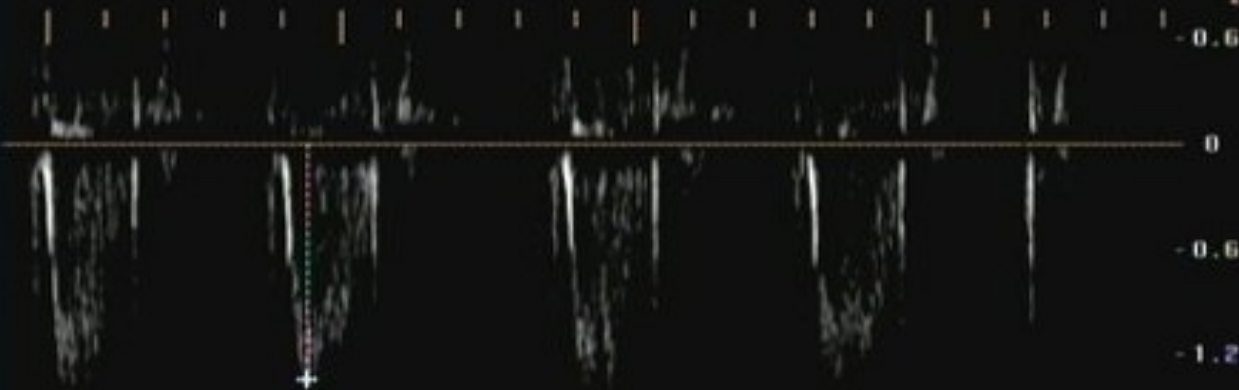


T
P 2.1 4.2

心脏1
S4-2
MI 1.6
TIS 0.7

H4 增益 51

PW
1.9 MHz
增益 50
角度 11
5.4cm



13 cm

AV

Control panel with a '显示' (Display) button and a '标志' (Marker) button.

Navigation buttons: 起始位置 (Start Position), 箭头 (Arrow), 左/中/右 (Left/Middle/Right), 慢速/快进 (Slow/Play/Pause), 设定 (Set), 起始位置 (Start Position).



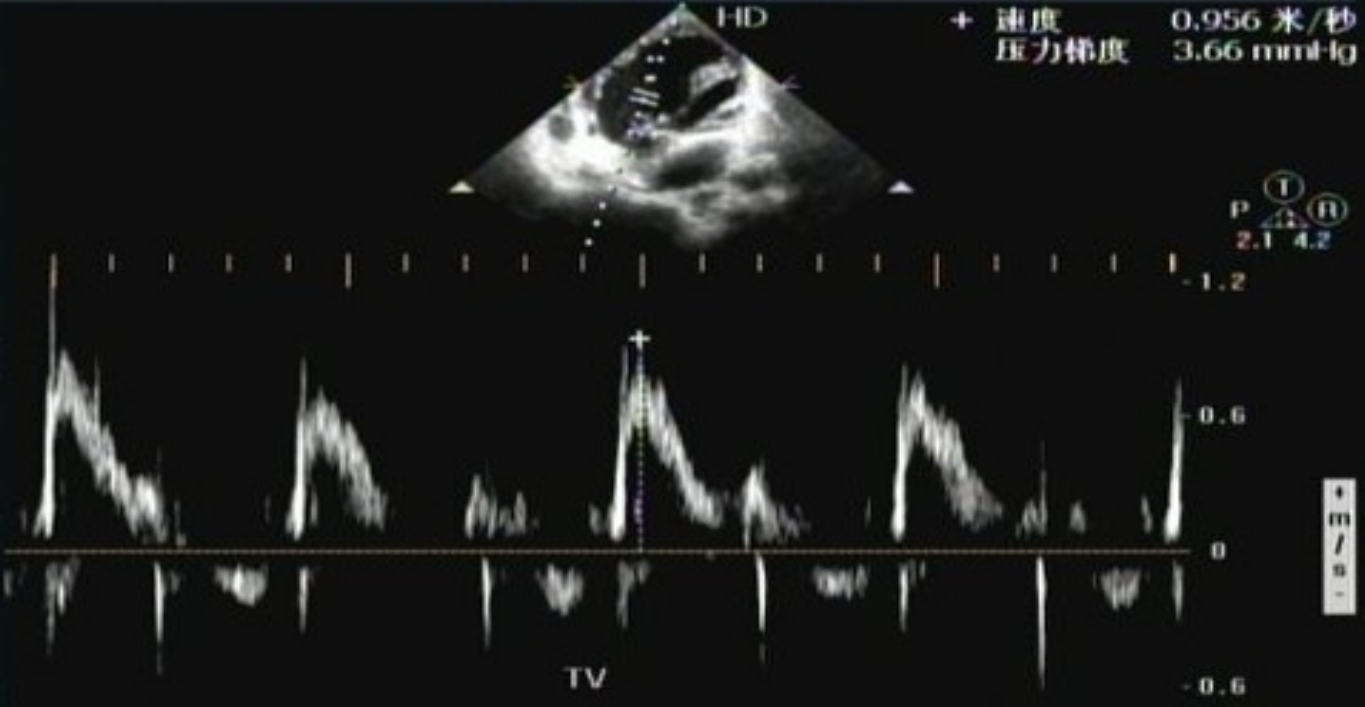
脉冲频谱多普勒PW

重庆三峡医药高等专科学校附二院

2009-6-4 Neusoft
17:16:44

+ 速度 0.956 米/秒
压力梯度 3.66 mmHg

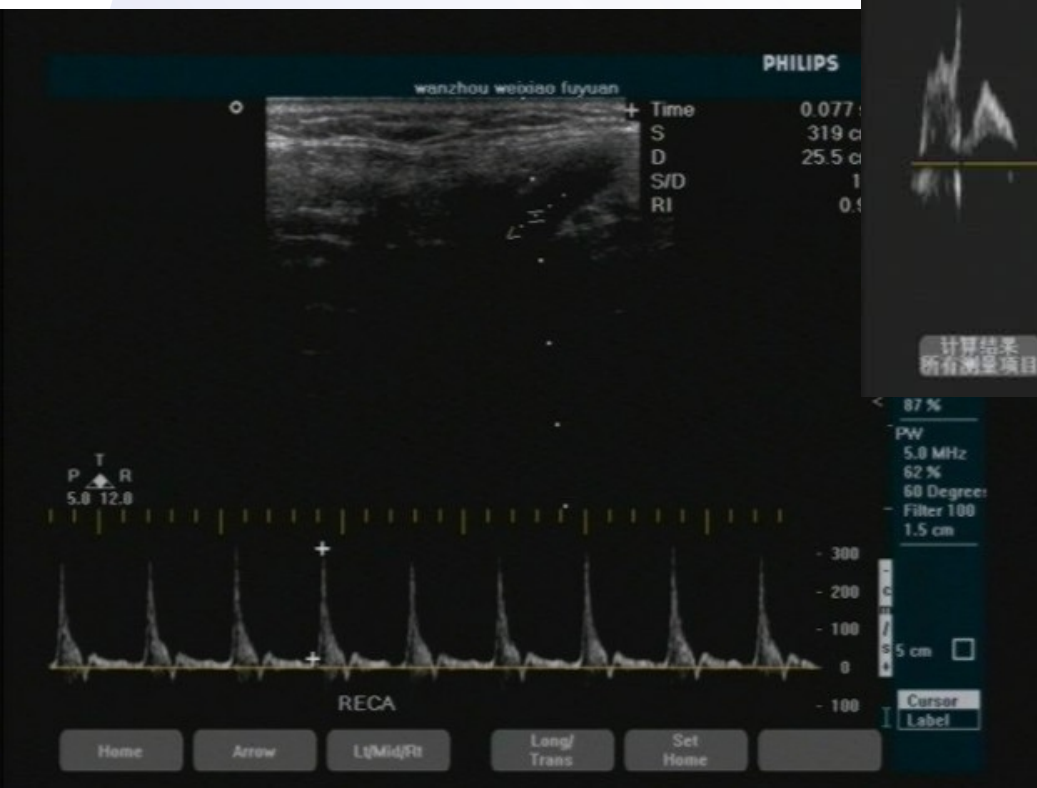
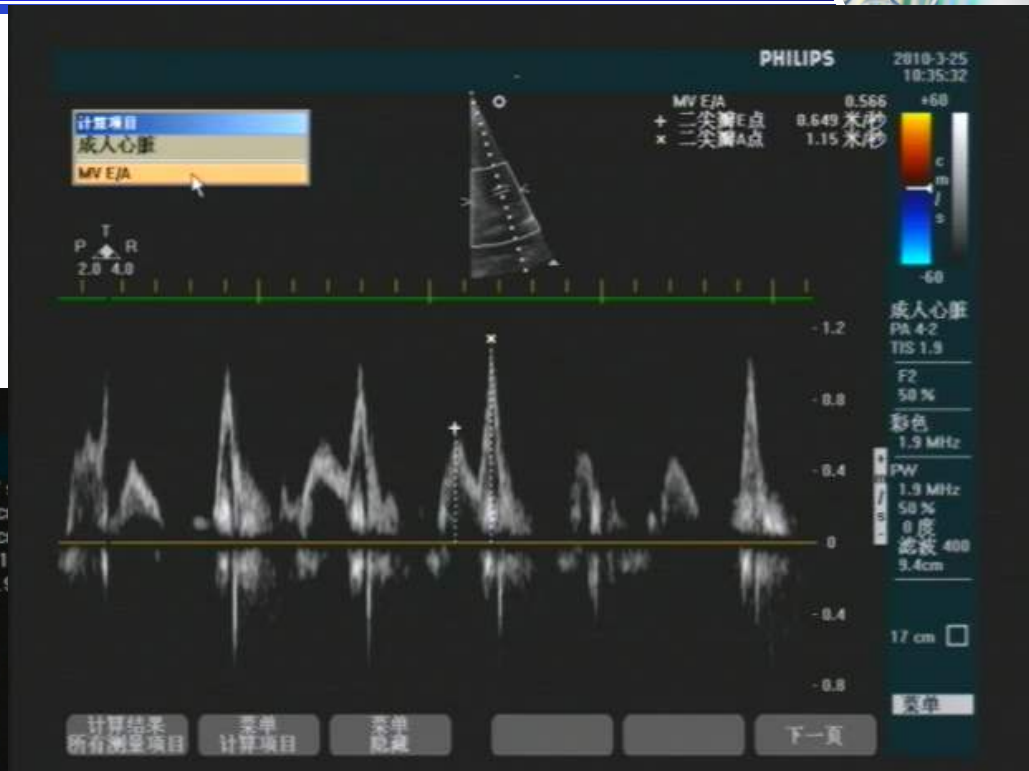
心脏1
S4-2
MI 1.6
TIS 0.7
H4 增益 51
PW
1.9 MHz
增益 50
角度 12
5.1cm



起始位置 箭头 左冲右 纵断/横断 设定起始位置



脉冲频谱多普勒PW





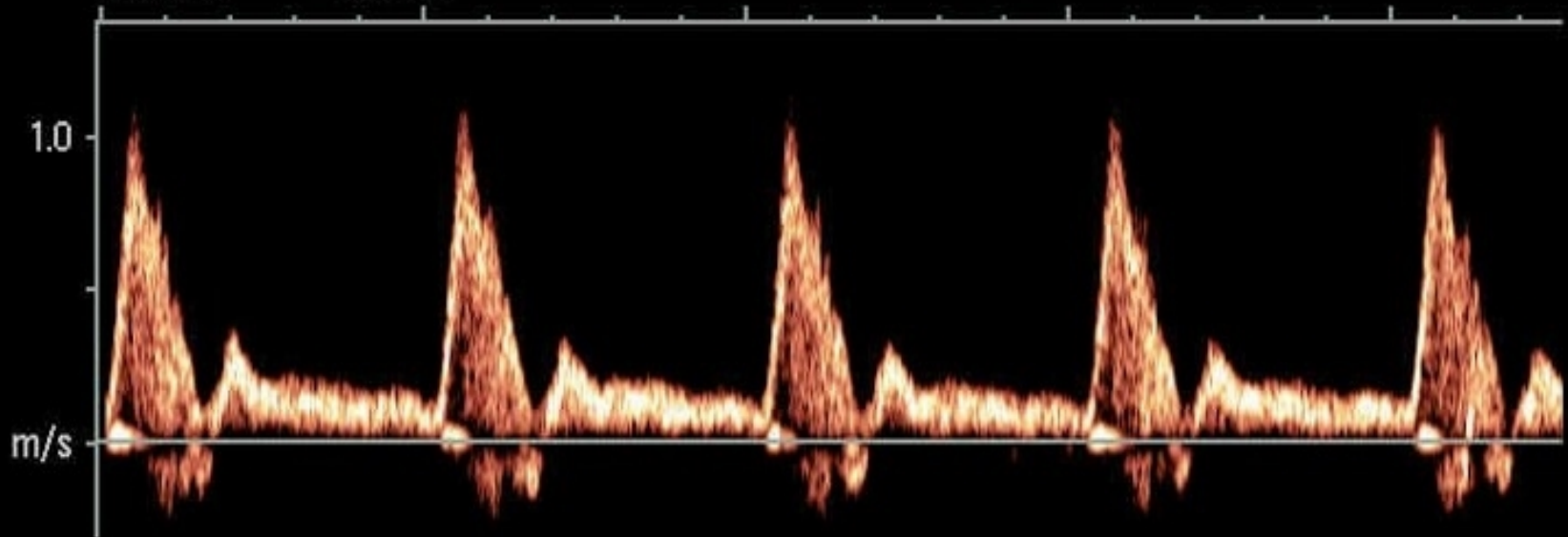
.20 T1/-1/ 2/V:3
 1/2 CD:3.0MHz
 CD Gain = 33

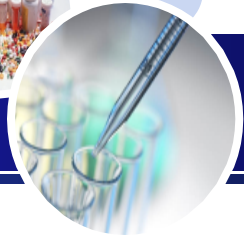


3:52:29 pm
 4V1
 H4.0MHz 90mm
 Abdomen
 General
 Pwr= 0dB
 Mlcd=1.9 TIS=1.7
 Store in progress
 Sweep=50mm/s

脉冲频谱多普勒PW

PW:2MHz $\theta=18^\circ$

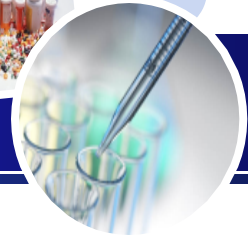




第三节 连续多普勒

2. 连续频谱多普勒CW

- 双晶片探头、单方向检验
- 显示一维频谱信号
- 优点：检验目的运动速度没有限制
- 不足：不具有距离选通
不能选择检验深度
- 用于单个目的检验



连续频谱多普勒CW

一、工作原理

双晶片探头连续发射超声，接受发射差频信号，处理得到检验目的的运动情况，显示差频声像图。

二、显示

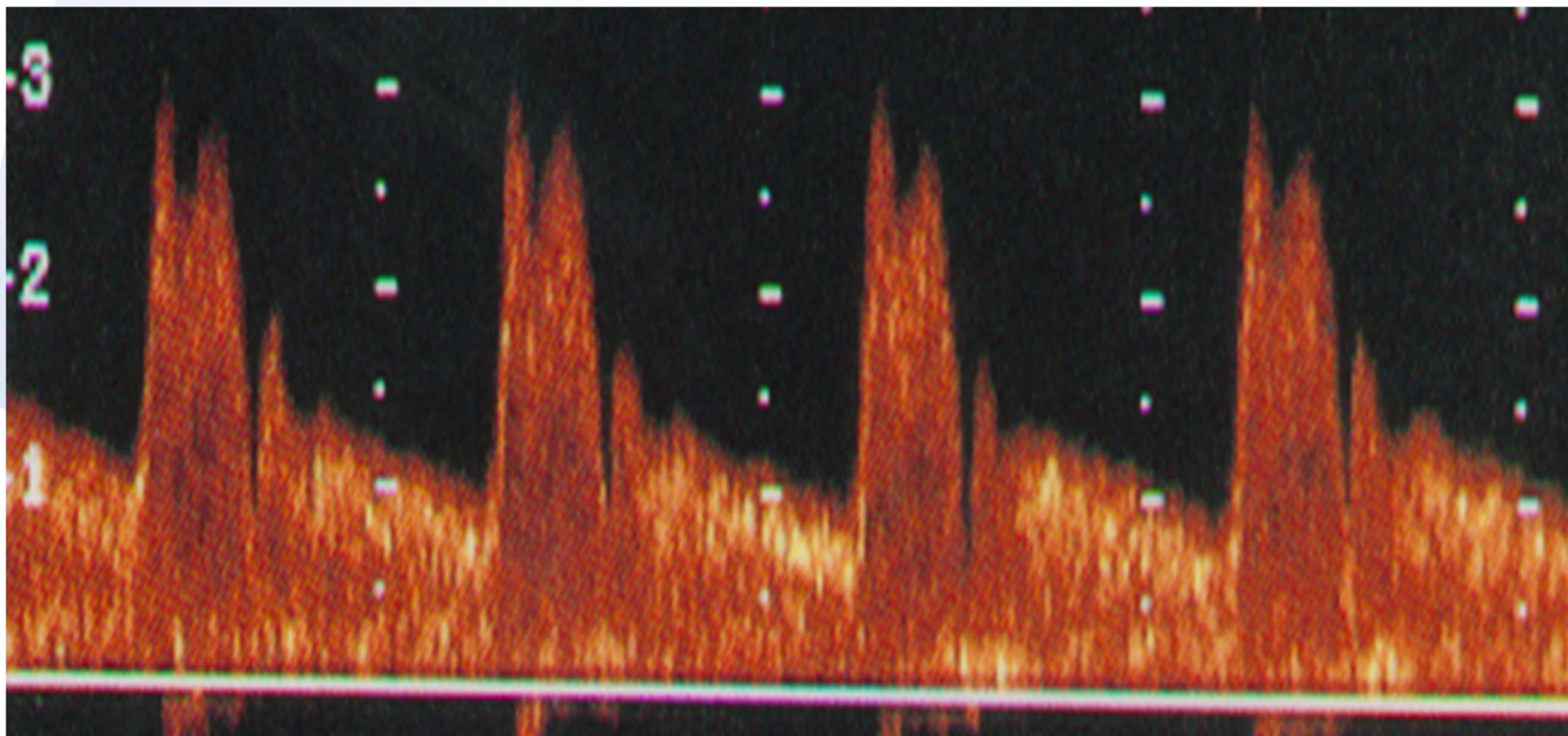
单方向频谱声像图

三、特点

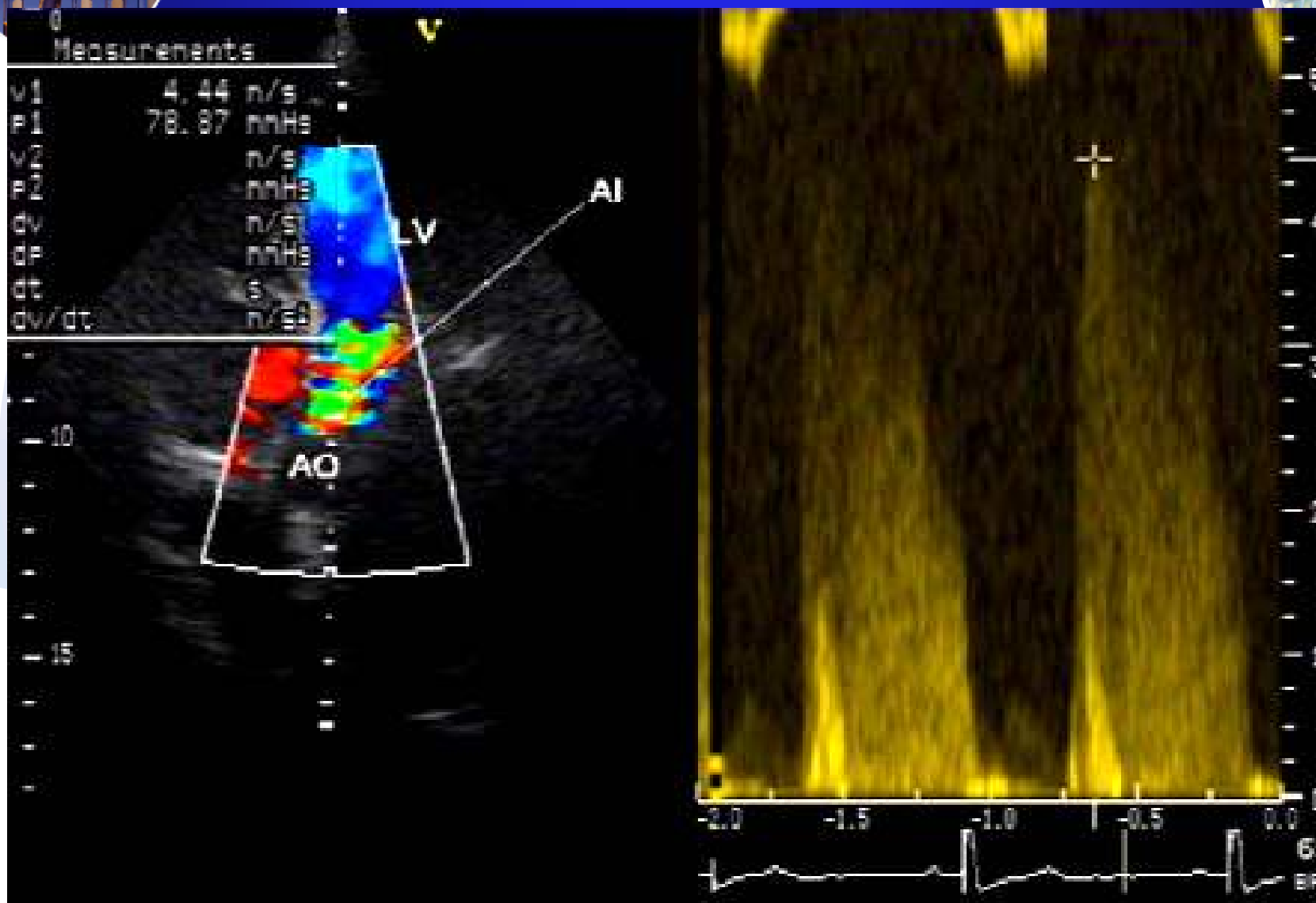
1. 统计全部差频信号，但没有距离选通, 用于单个运动目的检验。
2. 目的的运动速度检验没有不足。
3. 测量速度的精确性受目的运动方向与声束夹角的影响。

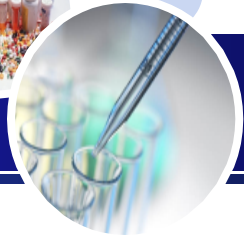


连续频谱多普勒CW



连续频谱多普勒CW





第四节 高脉冲反复频率多普勒HPRF

一、工作原理

单晶片探头发射短脉冲超声，在回声信号到达探头之前再次发射超声脉冲，接受发射差频信号，处理得到检验目的的运动情况，显示差频信号声像图。

二、显示

单方向频谱声像图

三、特点

1. 高脉冲反复频率多普勒与脉冲频谱多普勒的技术特点基本相同
2. 实际上介于CW和PW之间的一种技术，虽能测量较高速血流，但最大可测血流速度仍不及CW，定位诊疗又不及PW.

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/687024042011006163>