



VINNO 小动物超声成像 使用手册

-血管篇-





目 录

摘要	1
血管的基本结构	2
1.血管扫查需要使用的功能模式	4
1.1 二维超声	4
1.2 M 模式	4
1.3 彩色多普勒模式	5
1.4 能量多普勒模式	5
1.5 脉冲多普勒模式	6
2.左心室流出道切面	7
3.肺动脉流出道切面	8
4.主动脉弓切面	10
5.胸骨上主动脉瓣切面	13
6.其余常用血流切面	15
6.1 肺静脉切面	15
6.2 冠状动脉切面	16
6.3 腹主动脉切面	17
6.4 下腔静脉切面	20
6.5 颈动脉切面	22



摘要

(血管篇)

VINNO 小动物超声成像手册血管篇主要指引操作者掌握超声下血管的成像，识别血管结构，获取血流动力学参数，了解并掌握血管测量和计算方法。

血管系统的解剖学和研究领域概述：

血管系统由血管组成，血管是生物运送血液的管道，依运输方向可分为动脉、静脉与毛细血管。动脉从心脏将血液带至身体组织，静脉将血液自组织间带回心脏，微血管则连接动脉与静脉，是血液与组织间物质交换的主要场所。血管负责向全身各个器官输送氧气和营养物质，并且带走二氧化碳和代谢废物。

血管系统在许多疾病和病理的发展中起重要作用，血管研究旨在揭示血管与器官疾病相关的潜在机制,例如血管生成、微循环/灌注、炎症等方面。

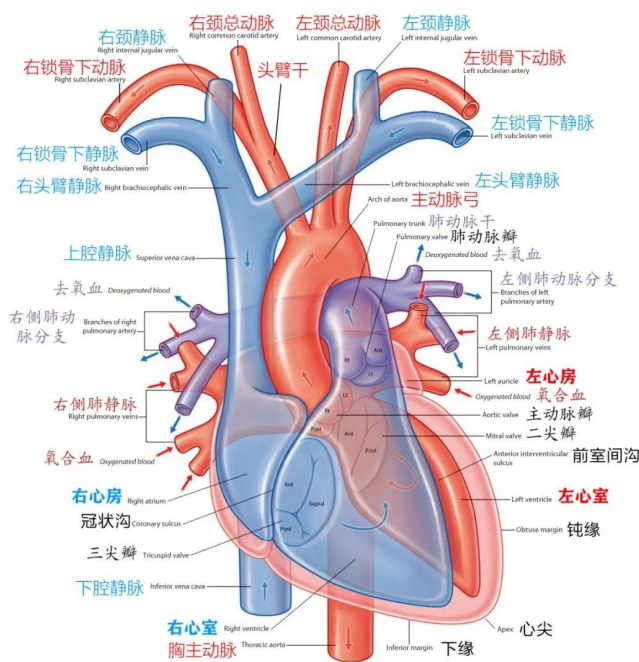
超声成像是非侵入性的，可以用来显示血管机构和评估血流动力学功能。

血管结构变化包括

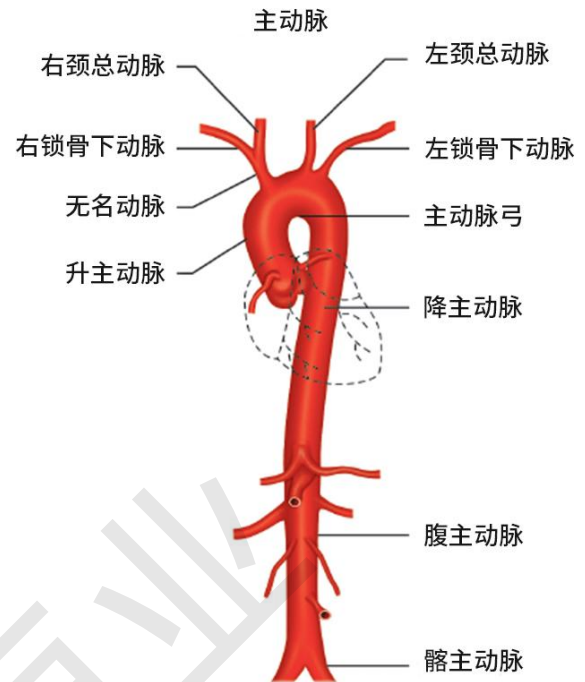
- 内中膜厚度
- 动脉粥样硬化斑块识别
- 动脉壁运动
- 收缩&舒张直径
- 静脉血栓识别
- 血流动力学功能测定
- 血流速度
- 收缩末期速度&舒张末期速度
- 血流加速时间
- 血流减速时间
- 射血时间
- 阻力指数
- 搏动指数
- 血流量测定
- 脉搏波传导速度（PWV）评估动脉硬化
- 时间速度积分



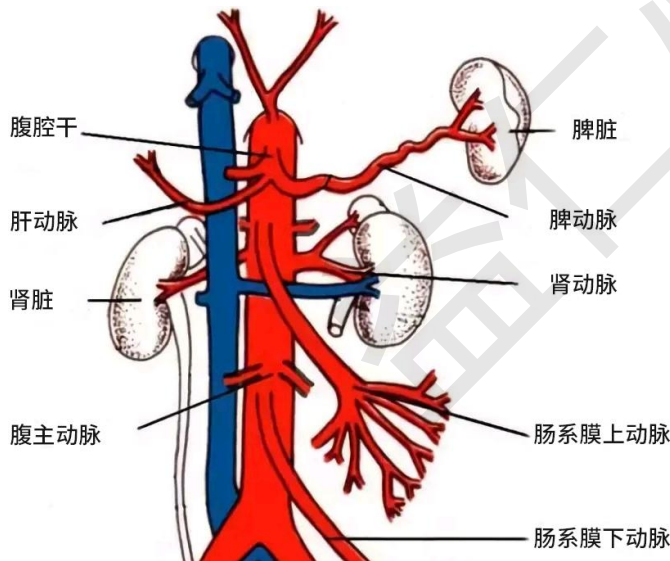
血管的基本结构



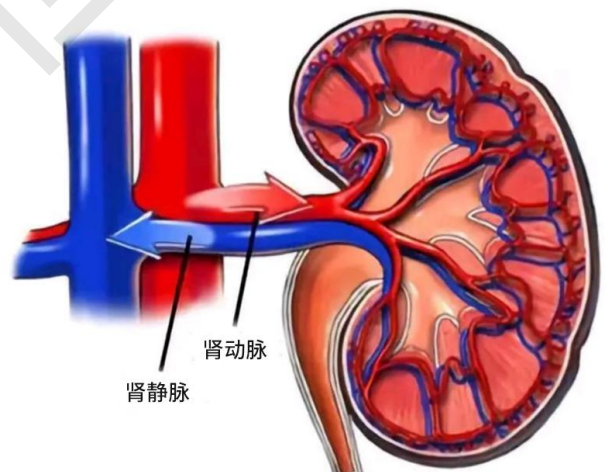
心腔及其血流方向▲



主动脉及其分支▲



腹部动静脉▲



肾脏血管▲



探头的选择:

针对动物种类设计的探头大小以及探头频率:

- 小鼠: X10-23L 型号探头
- 大鼠: X6-16L 型号探头

如果做一些浅表的血管,也可使用 X10-23L 的探头,可以获得更高的分辨率。

高频探头提供高分辨率,但穿透力、成像深度和宽度有限。低频探头可提供更好的多普勒灵敏度。同时在做一些高速血流模型,例如 TAC 模型时,选用低频探头可以获得更高的血流频率。

益仁恒业

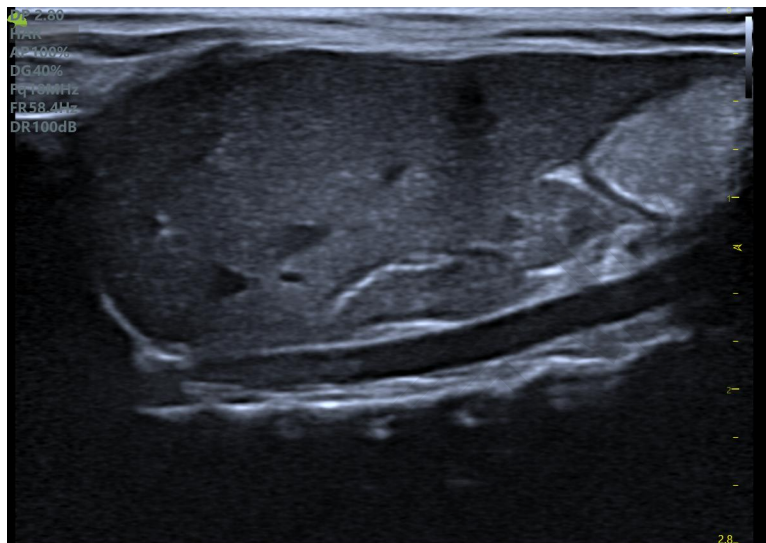


1.血管扫查需要使用的功能模式

1.1 二维超声

B 模式和谐波模式:

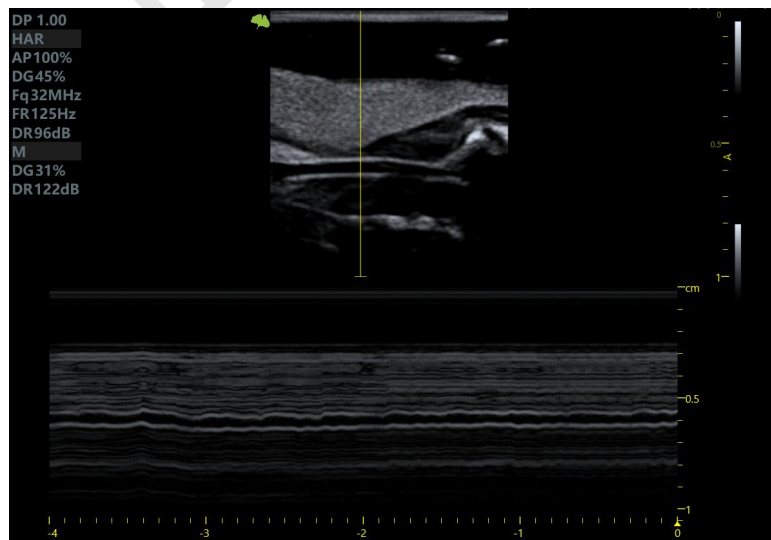
成像用于获取感兴趣区域的二维图像。通过灰度图像可以识别解剖结构。血管通过二维模式可以进行识别和成像，动脉血管和分支可以通过横断面或矢状面进行连续追踪。例如，在肝脏部位可以用横断面找到腹主动脉，将腹主动脉放置在视野中间，探头旋转九十度切换为矢状面，可以沿着矢状面往上连接胸主动脉，往下连接髂总动脉。



1.2 M 模式

M 模式或运动模式:

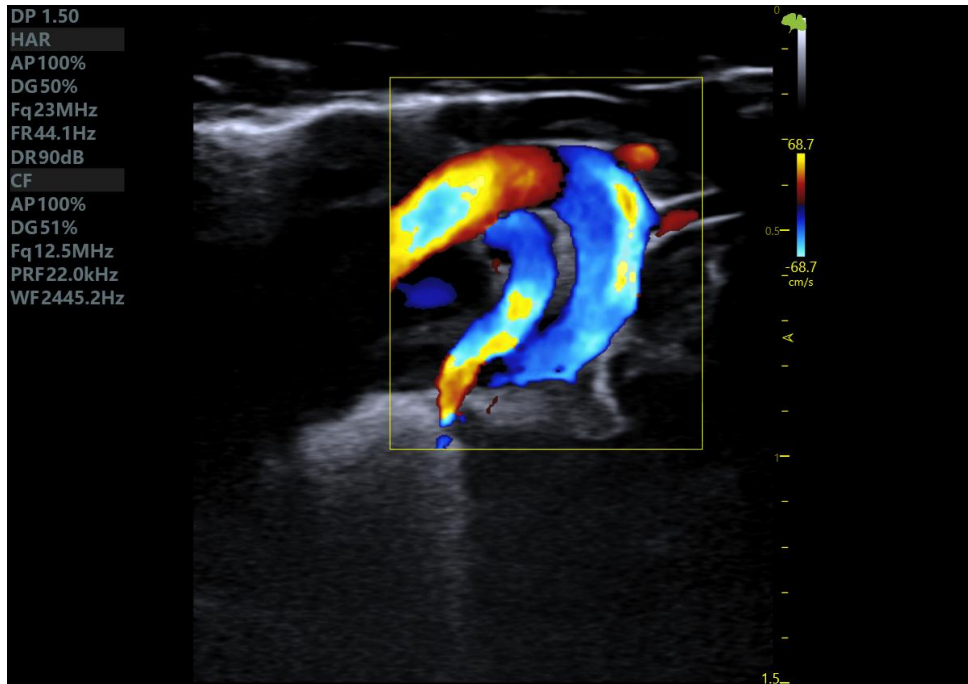
成像用来获取感兴趣区域组织运动随时间变化的图像。血管 M 可用于分析血管壁厚度以及血管壁随时间的运动。可以通过血管壁从收缩到舒张的直径变化，提供有关动脉弹性的有价值信息。





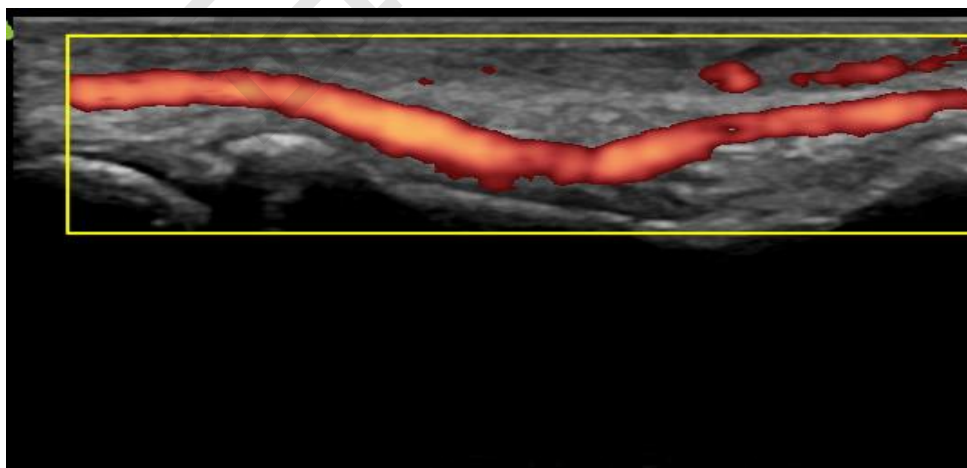
1.3 彩色多普勒模式

在二维超声的基础上，用彩色图像实时显示血流的方向和相对的速度，称彩色多普勒成像法。用彩色明暗度表示血流平均速度的快慢，颜色代表流向。红色表示迎向探头，蓝色表示远离探头。



1.4 能量多普勒模式

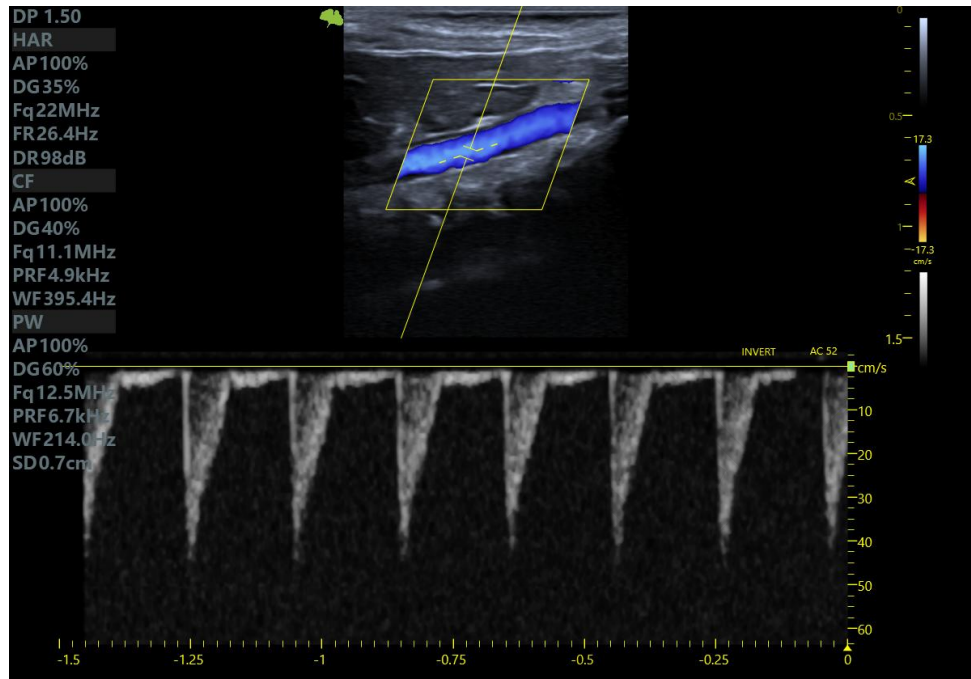
通过显示某一区域内的红细胞的范围来描绘该区域的灌注图像，能量大小与红细胞的多少有关。可用于肿瘤血管的检测，实质性脏器血流灌注的检测，血管病变的观察等方面。





1.5 脉冲多普勒模式

脉冲波(PW)多普勒模式成像用于分析感兴趣血管内的血流。取样容积被放置在血管内，调整角度校正线，使其与血流方向一致，但不要超过 60 度。0 度是理想的 PW 多普勒角度，但由于解剖结构限制，很难实现 0 度。可得到血流脉冲波多普勒曲线，从而获取血流速度、加速度和时间测量等信息。



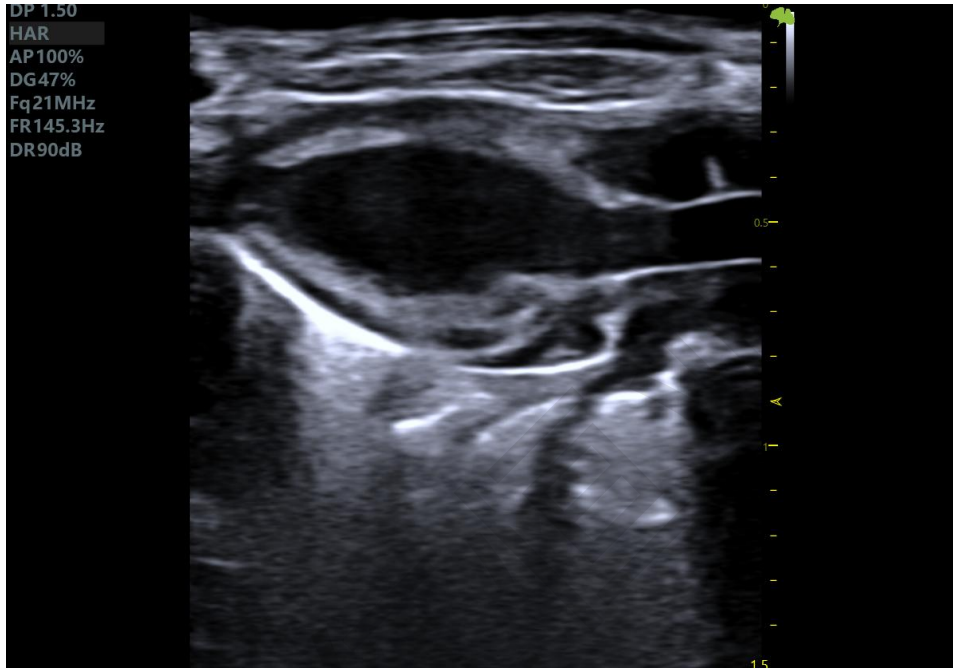


2.左心室流出道切面

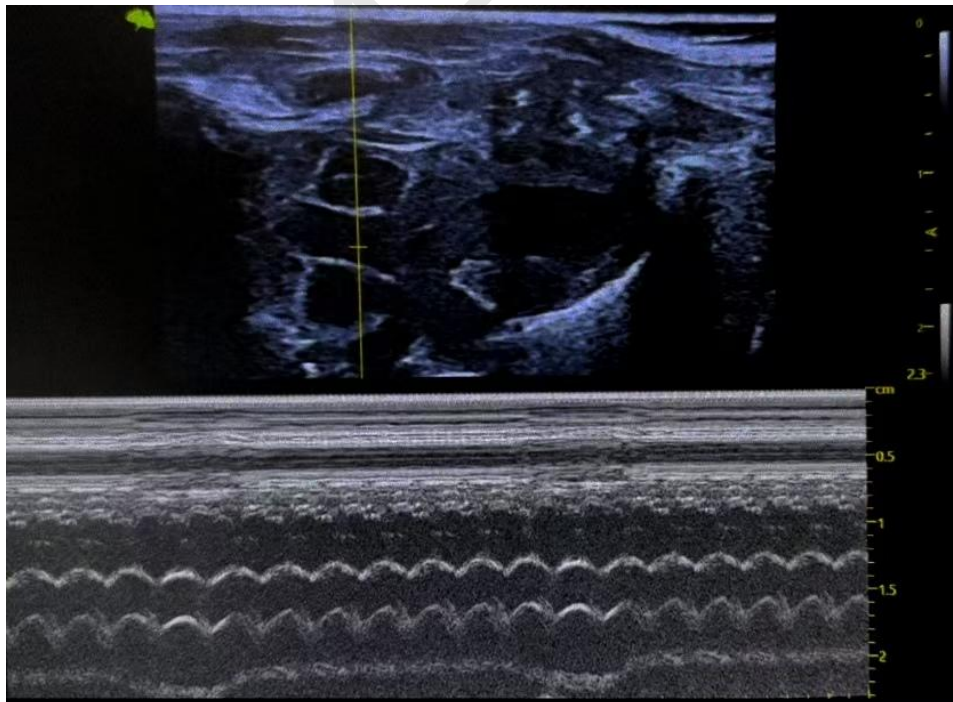
左心室流出道测量是在主动脉瓣到升主动脉一段血管，通过胸骨旁长轴切面扫查。可以在此位置采集主动脉流出道 M 型图像测量管径变化。

探头位置同胸骨旁长轴切面。

左心室流出道二维标准图像：



左心室流出道 M 型图像：



注意：探头要与血管纵切面尽量平行，探头轻压皮肤，避免压迫血管导致变形或血流受阻。

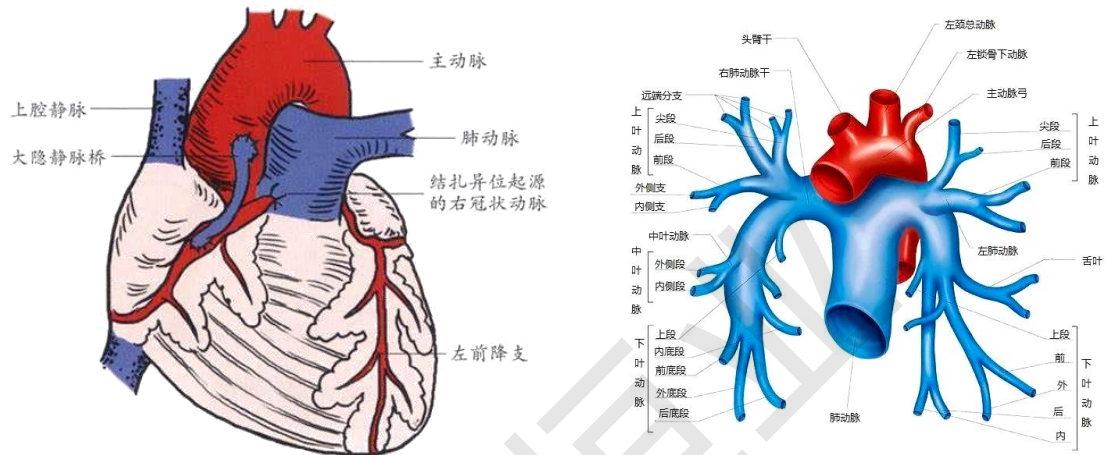


可得到的测量和计算数据:

- 舒张末期左心室流出道直径
- 收缩末期左心室流出道直径
- 左心室流出道长度

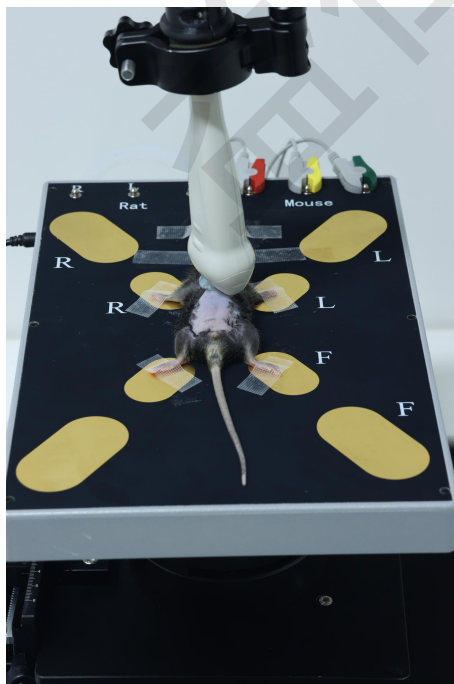
3.肺动脉流出道切面

主要运用于肺动脉高压模型, 利用脉冲多普勒测量肺动脉流出道血流, 在波形峰端测量肺动脉最大血流速度, 描记整个波形测量肺动脉速度时间积分。

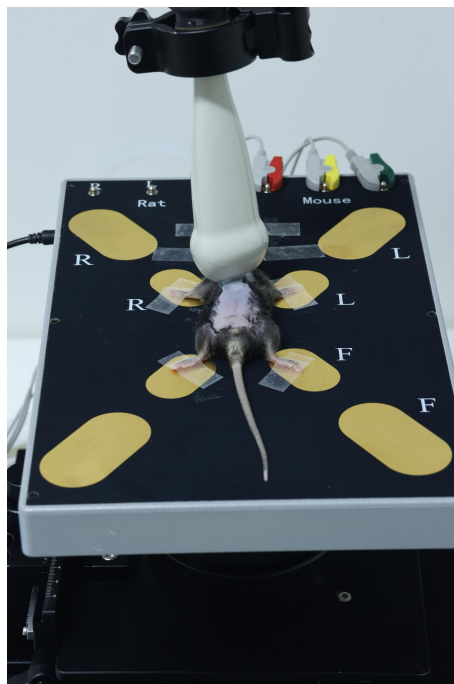


动物与探头的位置:

- 1、在胸骨旁长轴切面, 将探头稍微转向动物左肩, 将看到肺动脉。
- 2、在胸骨旁短轴的基础上, 将探头朝向大小鼠头侧移动, 将会看到左室流出道出口, 呈环形, 围绕在出口外的血管即肺动脉, 同时可以看到左右两个肺动脉分支。



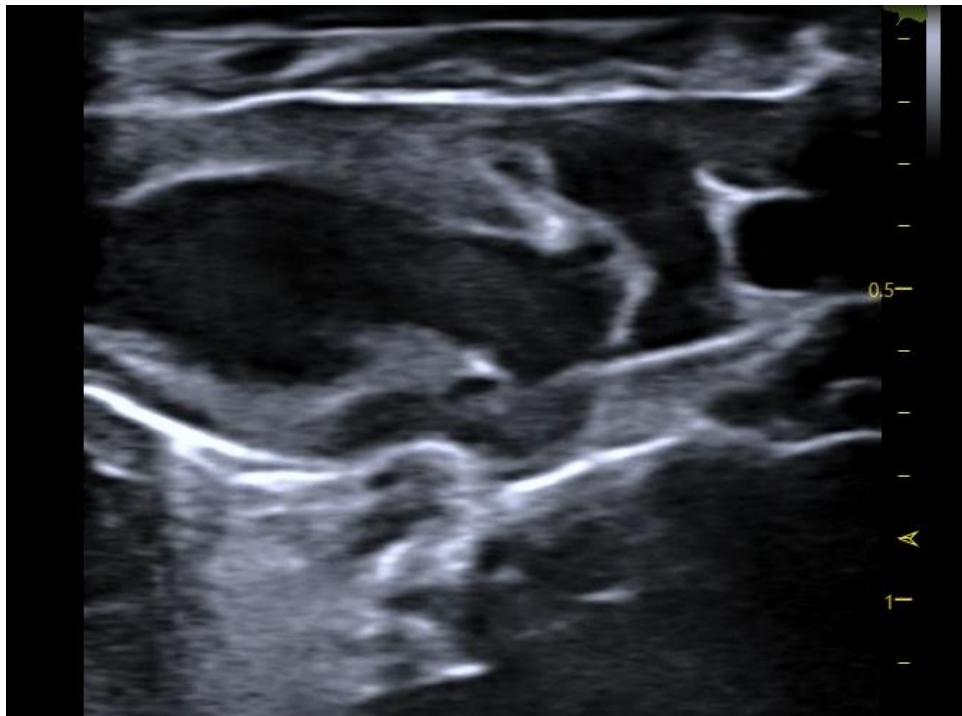
胸骨旁长轴切面



胸骨旁短轴切面



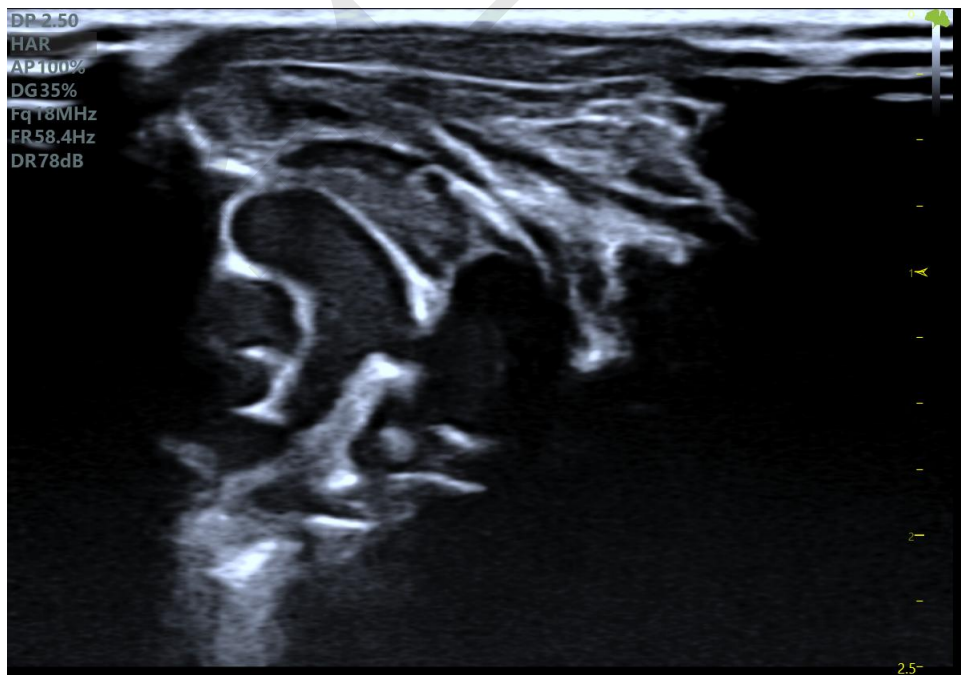
肺动脉流出道胸骨旁长轴切面二维标准图像:



注意:

- 1、可见右室流出道（RVOT）、肺动脉瓣（PV）及其启闭运动。
- 2、主动脉短轴切面位于图像中央，与肺动脉长轴垂直。

肺动脉流出道胸骨旁短轴切面二维标准图像:

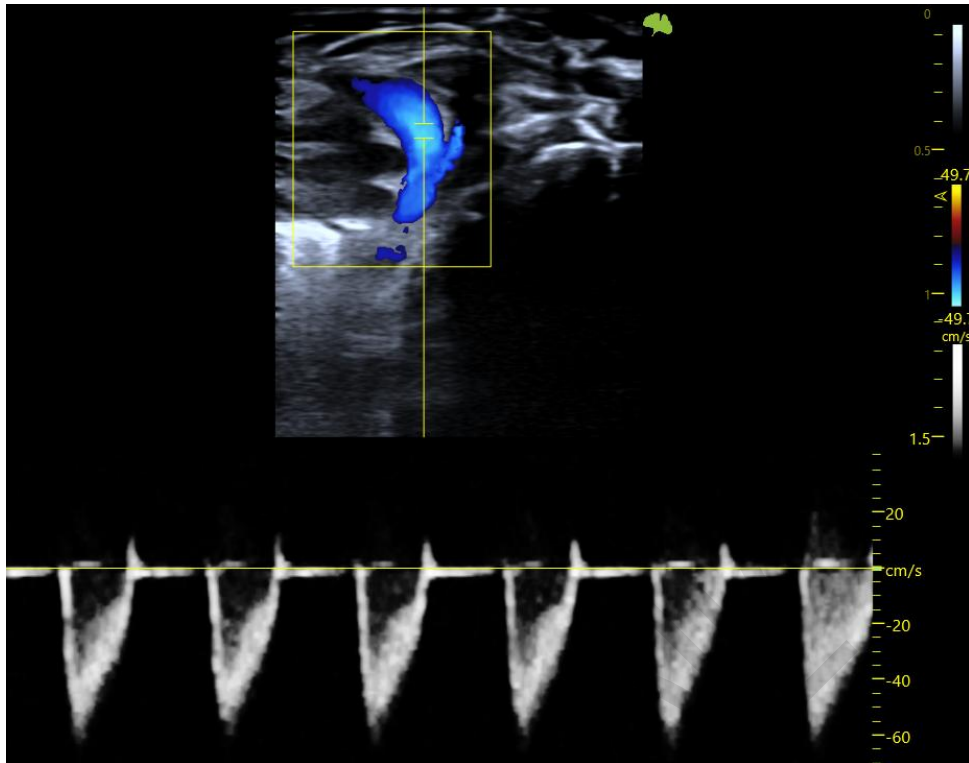


注意:

- 1、清晰显示肺动脉主干（PA）分叉部（左、右肺动脉）及右室流出道（RVOT）。
- 2、可见肺动脉瓣（PV）启闭运动，主动脉短轴切面位于图像中央。



肺动脉脉冲多普勒图像:

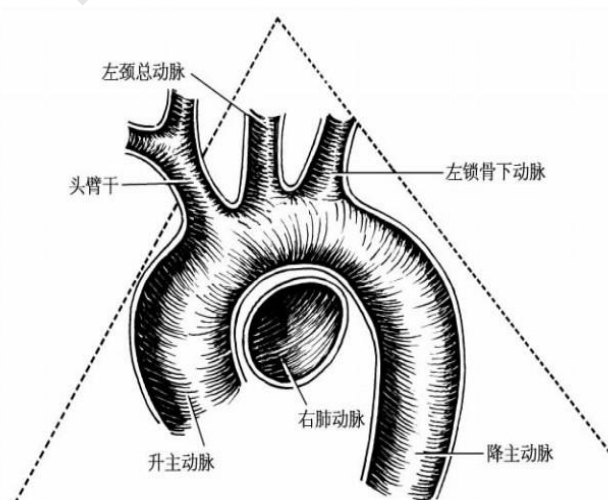


可获得的测量和计算值:

- 肺动脉速度时间积分 (PVVTI)
- 血流峰值 (PVpeakV)
- 加速时间 (PAT)
- 射血时间 (PET)
- 右室心输出量 (RVCO)

4. 主动脉弓切面

在此切面可见主动脉弓、升主动脉、头臂干、左颈总动脉和左锁骨下动脉等结构。

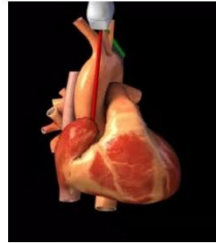




动物与探头的位置

使用手持探头:

探头放置于鼠右胸侧，Mark 点朝向鼠头部，探头尾端向鼠右侧倾斜，倾斜角度约 45 度。

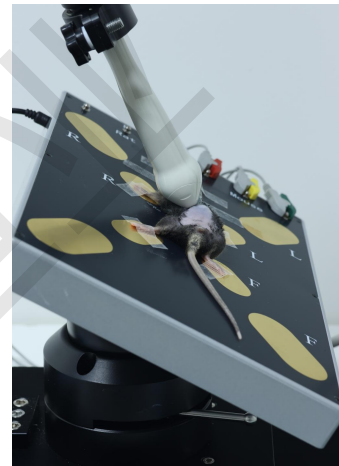


探头解剖位置扫查示意图

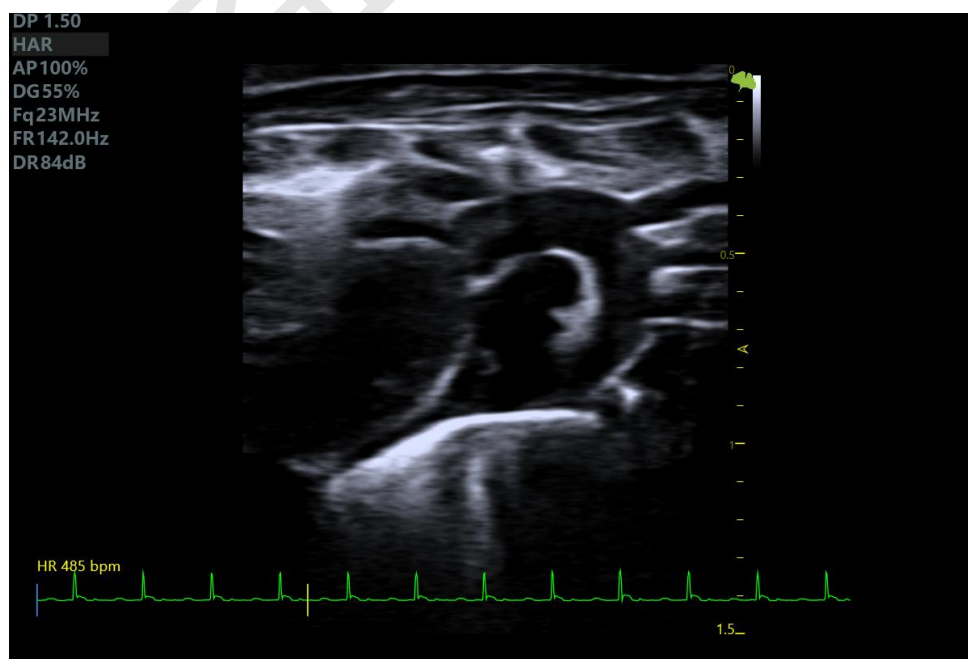


使用探头支架:

主动脉弓切面是经调整的胸骨旁右侧切面。在胸骨旁长轴切面，将探头臂向动物右侧倾斜约 45 度。同时可能需要将动物心电平台稍微向动物左侧倾斜，探头切迹朝向动物下颌；稍微顺时针旋转探头可有助于优化图像。



主动脉弓切面二维标准图像:

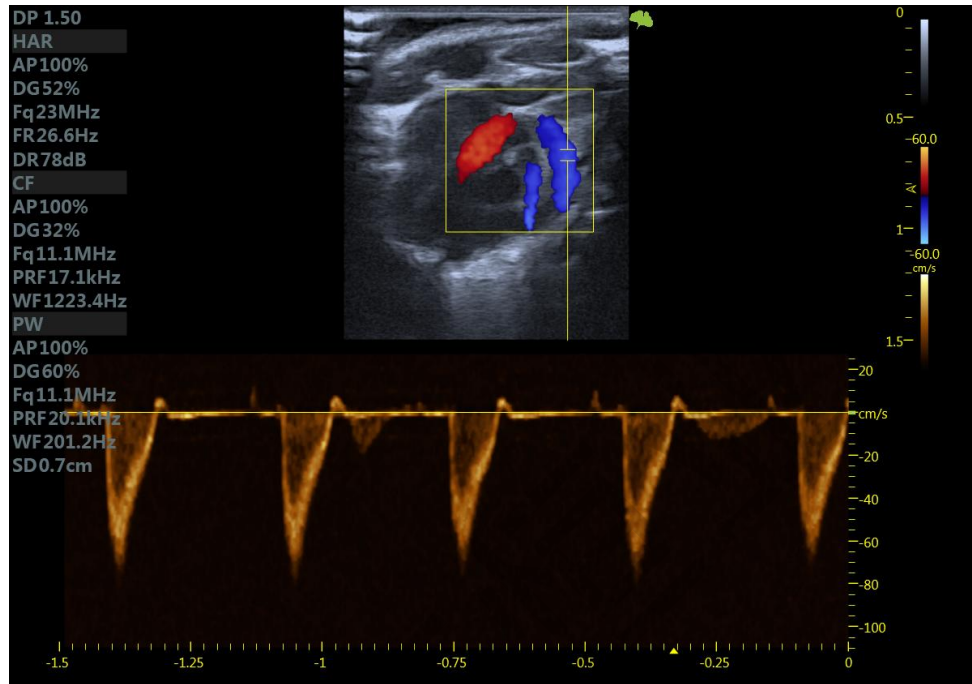




注意:

- 1、清晰显示主动脉弓切面，包括升主动脉、主动脉弓部及降主动脉起始段。
- 2、可见主动脉弓三大分支（头臂干、左颈总动脉、左锁骨下动脉）。
- 3、主动脉壁内膜光滑，管腔无狭窄或扩张，血流方向正常。

主动脉弓脉冲多普勒图像:



可得到的测量和计算数据:

- 血管内径
- 分支开口位置
- 血管壁厚度
- 评估狭窄或扩张
- 峰值流速 (PSV)
- 平均流速 (MFV)
- 舒张末期流速 (EDV)
- 加速时间 (AT)
- 射血时间 (ET)
- 减速时间 (DT)
- 阻力指数 (RI)
- 搏动指数 (PI)



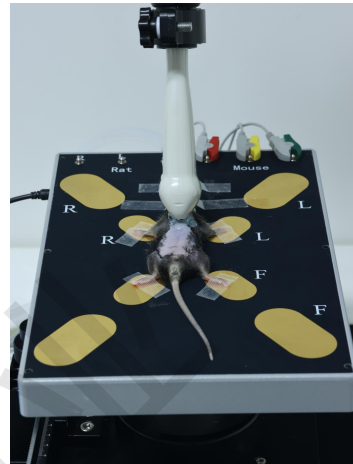
5.胸骨上主动脉瓣切面

在胸骨上主动脉瓣切面清晰可见主动脉、主动脉瓣、左心室等解剖结构。探头方向不和主动脉垂直才能获得更为准确的血流多普勒信息，此切面可以准确获取升主动脉和主动脉瓣的血流速度。

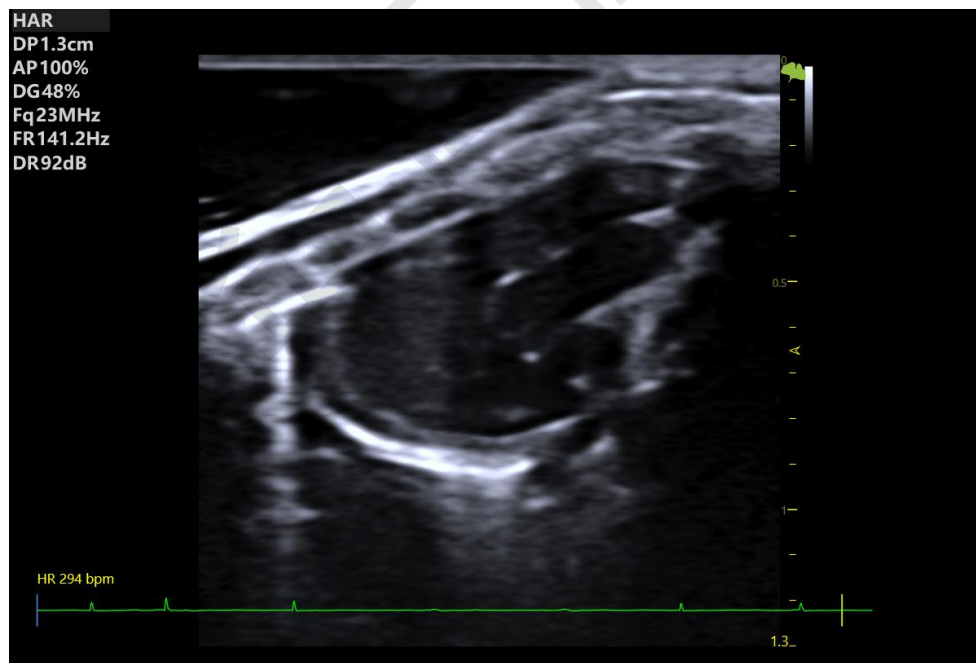
动物与探头的位置

将探头放在胸廓开头正中线。将探头尾端向动物头部倾斜约 50 度，类似长轴切面，将多普勒取样容积放在主动脉瓣上方，可获得主动脉瓣脉冲多普勒血流。

正常情况下，脉冲多普勒血流速度范围是 100-120cm/s。



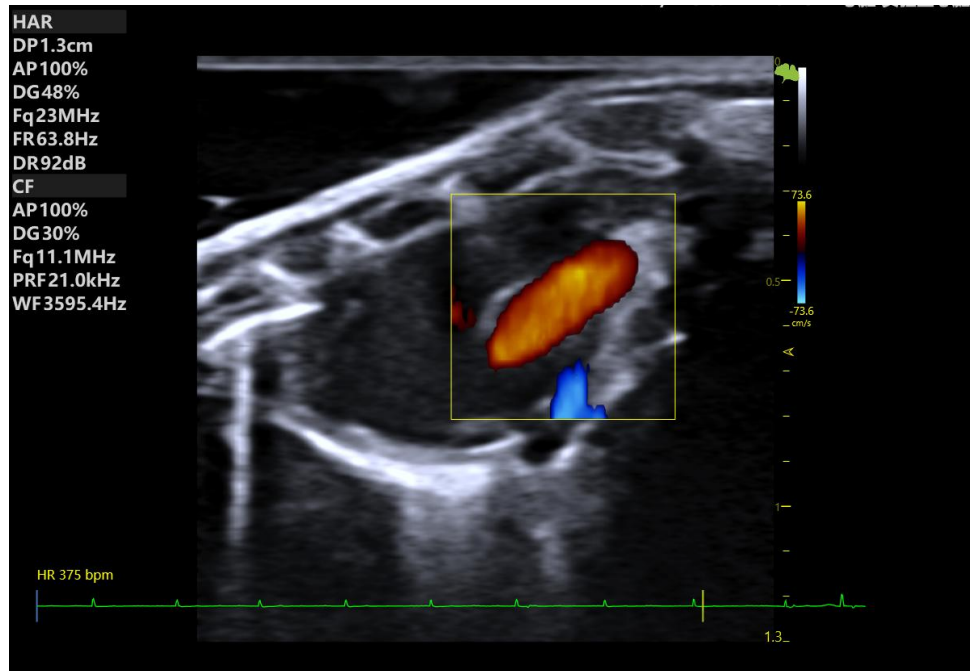
胸骨上主动脉瓣切面二维标准图像：



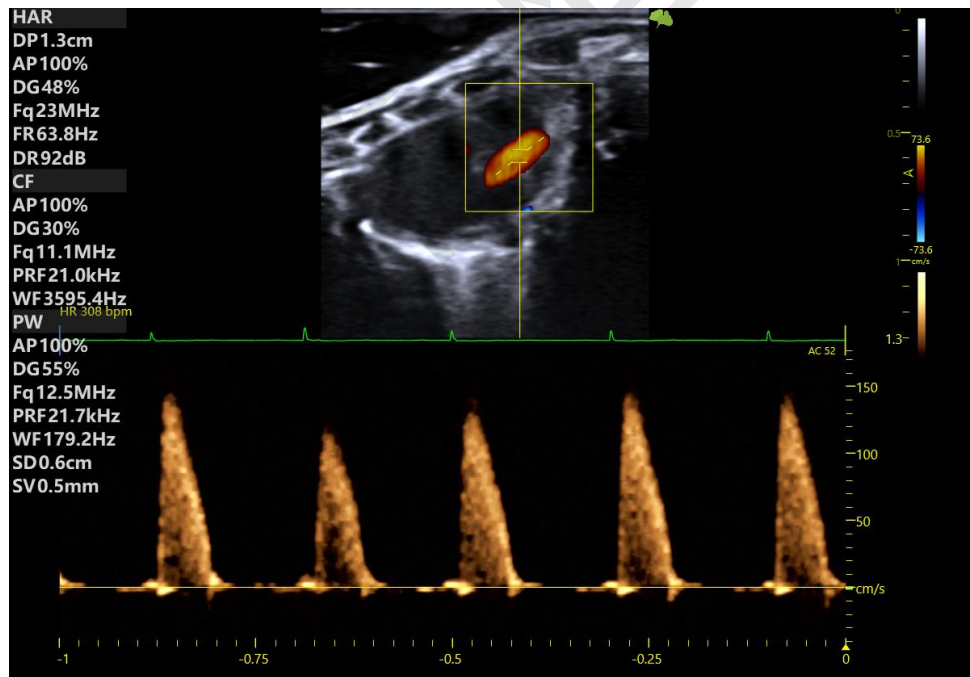
注意：微调探头避开胸骨或肋骨，必要时调整动物头部位置减少肺气干扰。



胸骨上主动脉瓣切面彩色多普勒图像:



胸骨上主动脉瓣切面脉冲多普勒图像:



可获得的测量和计算值:

- 升主动脉内径 (AAD)
- 主动脉瓣环内径 (AAD)
- 收缩期峰值流速 (PSV)
- 舒张末期流速 (EDV)
- 平均流速

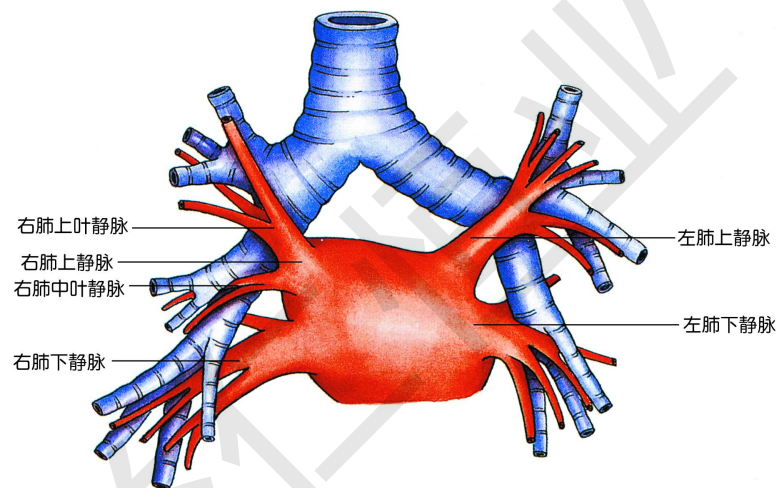


- 加速时间 (AT)
- 射血时间 (ET)
- 减速时间 (DT)
- 阻力指数 (RI) = $(PSV - EDV)/PSV$
- 搏动指数 (PI) = $(PSV - EDV)/MFV$
- 主动脉瓣血流量
- 压力差 $\Delta P = 4 \times (PSV)^2$ (单位: mmHg)

6. 其余常用血流切面

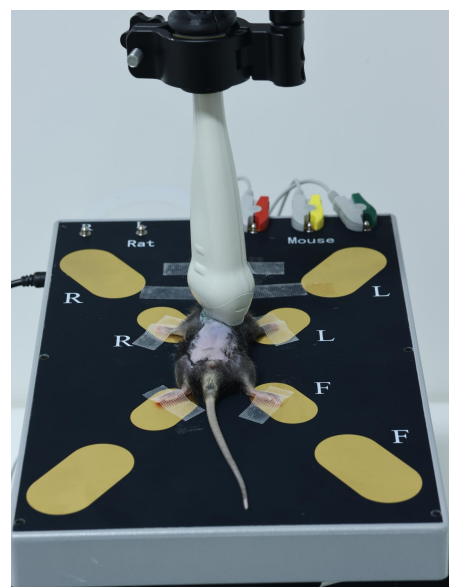
6.1 肺静脉切面

肺静脉是流入左心房的血管；在标准的胸骨旁长轴切面可以获得肺静脉图像并测量血流。常用于评估左心房压力、左心功能及肺循环状态。



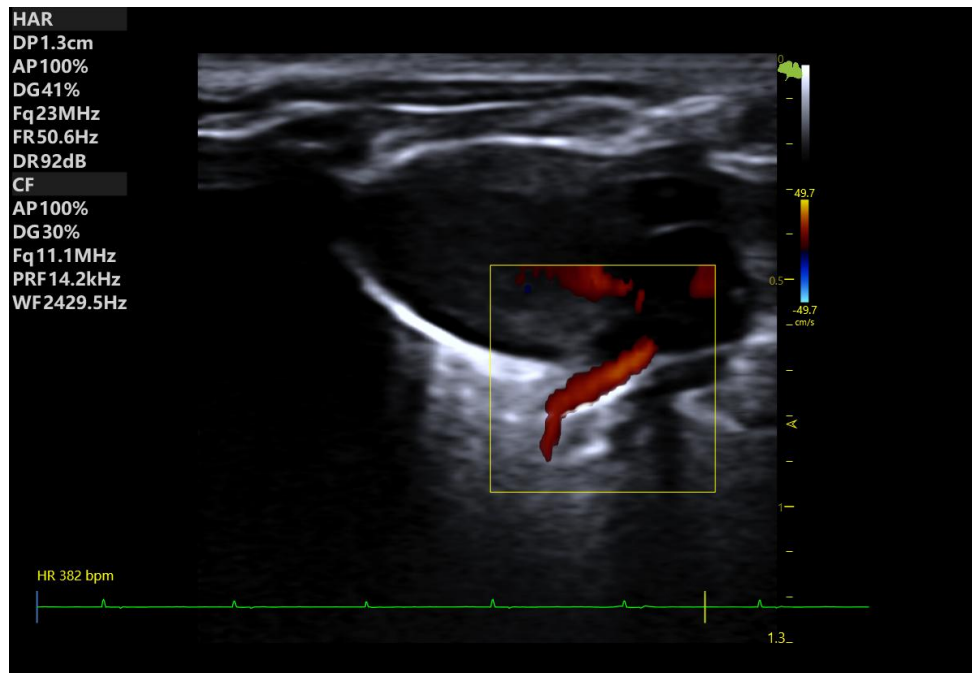
动物与探头的位置:

在胸骨旁长轴切面，调节 X 轴位移，直到左心房和肺静脉进入视野。





肺静脉切面彩色多普勒图像:



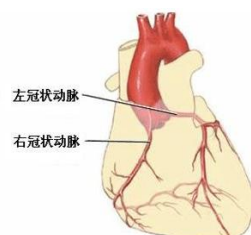
可获得的测量和计算值:

- 肺静脉直径
- 肺静脉血流速度:
- 收缩期峰值流速 (S 波): 左心室收缩时肺静脉血流进入左心房的速度。
- 舒张期峰值流速 (D 波): 左心室舒张早期肺静脉血流进入左心房的速度。
- 心房收缩期反向流速 (AR 波): 左心房收缩时逆流回肺静脉的血流速度。
- 血流时间积分 (VTI)
- 平均血流速度
- 肺静脉血流量 (Q)
- 肺静脉血流指数 (PVFI): $PVFI = (S \text{ 波速度} \times S\text{-VTI}) / (D \text{ 波速度} \times D\text{-VTI})$ 。反映左心室充盈模式, 辅助判断舒张功能障碍。

6.2 冠状动脉切面

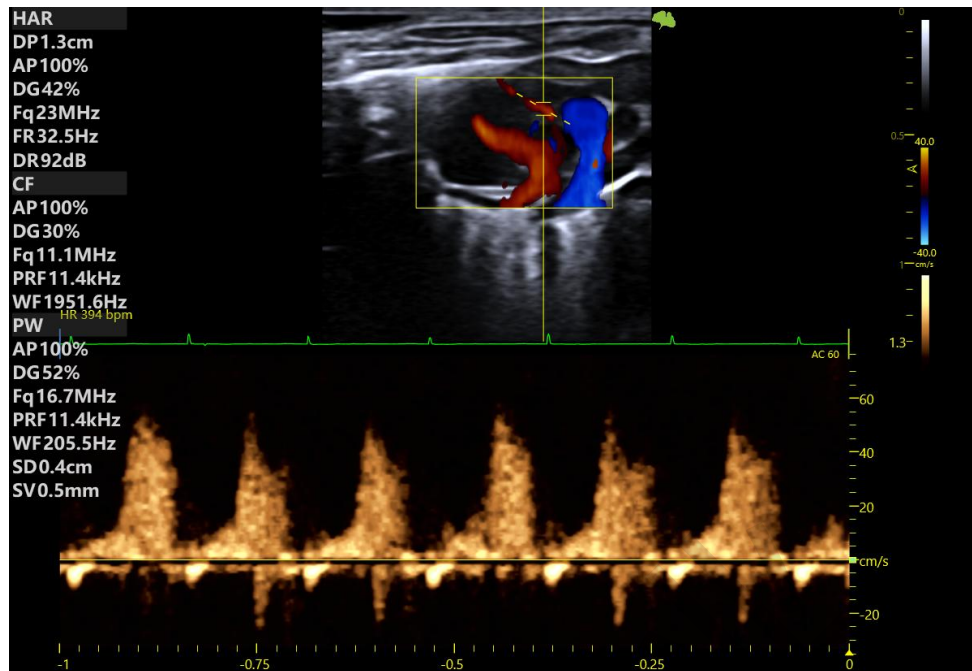
冠状动脉从主动脉根部发出, 分左右两支, 负责为心脏供血, 维持心脏正常运作, 其病变可引发多种严重心脏疾病。由于大小鼠冠脉的内径过小以及大小鼠心率过快的原因很难使用超声观测到其解剖信息, 但可以通过脉冲多普勒测量其部分血流动力学信息。

探头位置同胸骨旁长轴切面。将脉冲重复频率减小, 看到一股始于主动脉根部斜向上的红色细小血流极为冠状动脉血流。





冠状动脉脉冲多普勒图像:

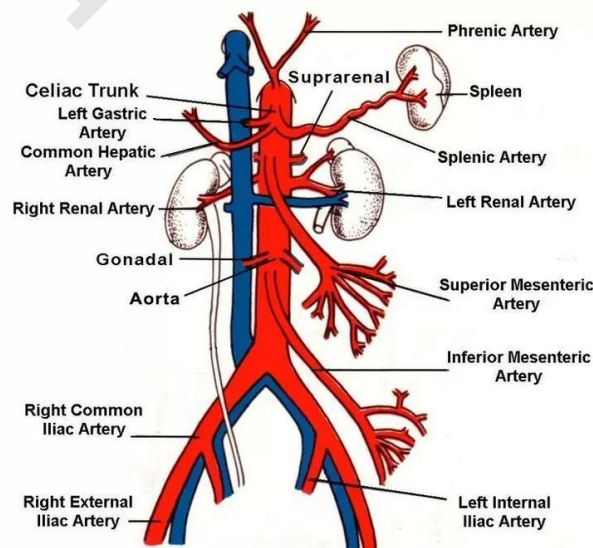


可获得的测量和计算值:

- 收缩期峰值流速 (PSV)
- 舒张期峰值流速 (EDV)
- 平均血流速度 (MFV)
- 阻力指数 (RI)
- 搏动指数 (PI)

6.3 腹主动脉切面

腹主动脉是生物体腹部的重要动脉血管，由胸主动脉延续而来，沿脊柱前方下行，分支众多，为腹部脏器和下肢供血，对维持生命活动至关重要。

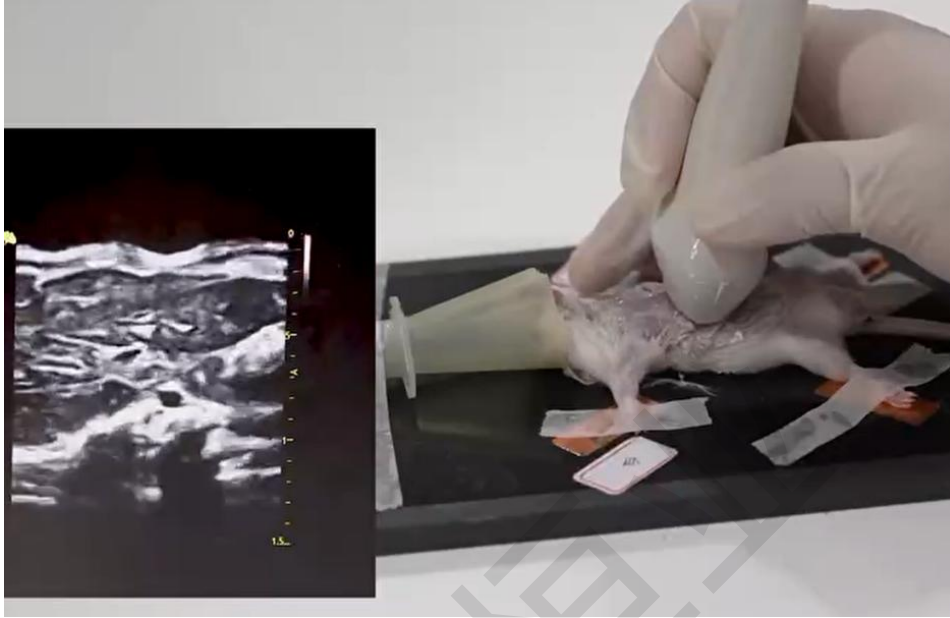




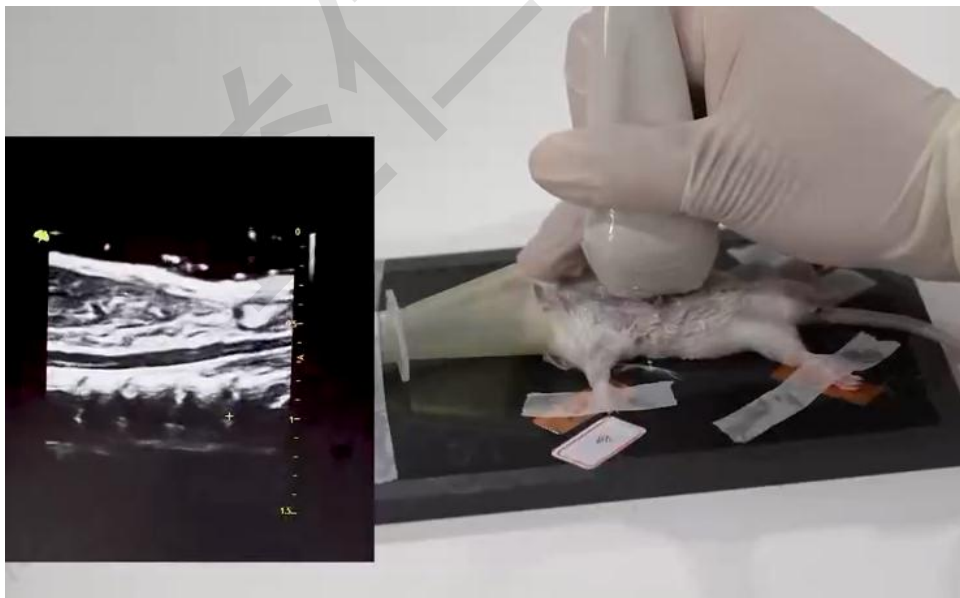
动物与探头的位置

使用手持探头:

mark 点朝向九点钟方向, 探头垂直小鼠身体长轴, 打到腹部超声图像, 直至观察到一个搏动的小黑点。



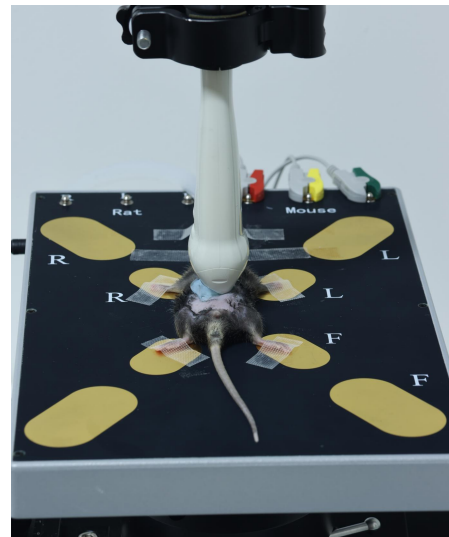
将小黑点通过移动探头放到视野中央, 探头旋转 90°, mark 点朝十二点钟方向即可打出腹主动脉切面。



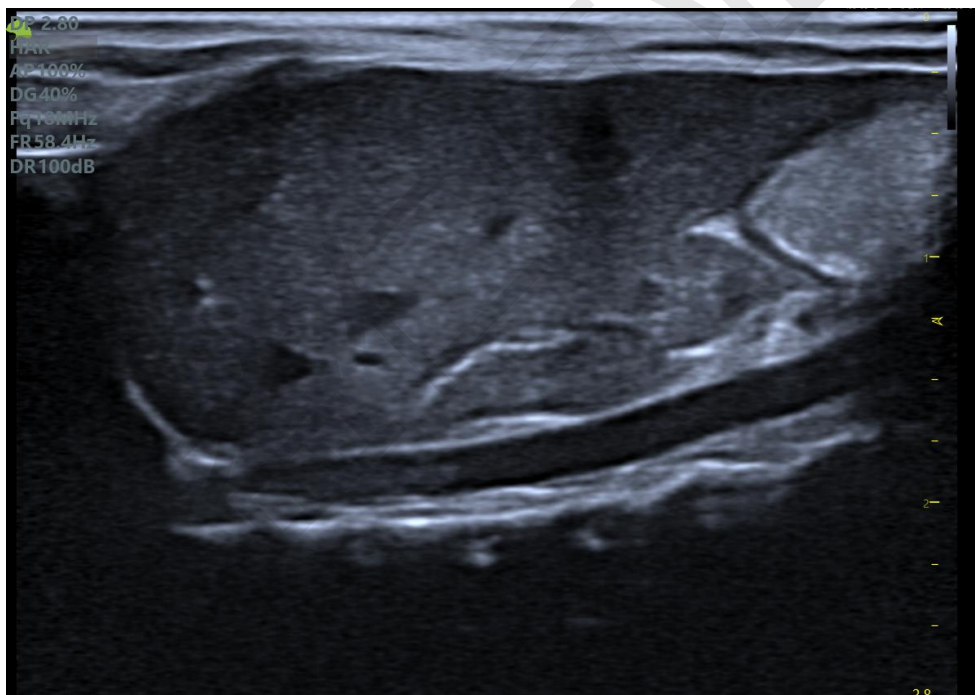


使用探头支架:

将探头放在腹部体轴正中线上, 探头 mark 点略微上抬 (防止探头与血管垂直), 取样容积放在腹主动脉倾斜处即可测得腹主动脉血流。



腹主动脉切面二维标准图像

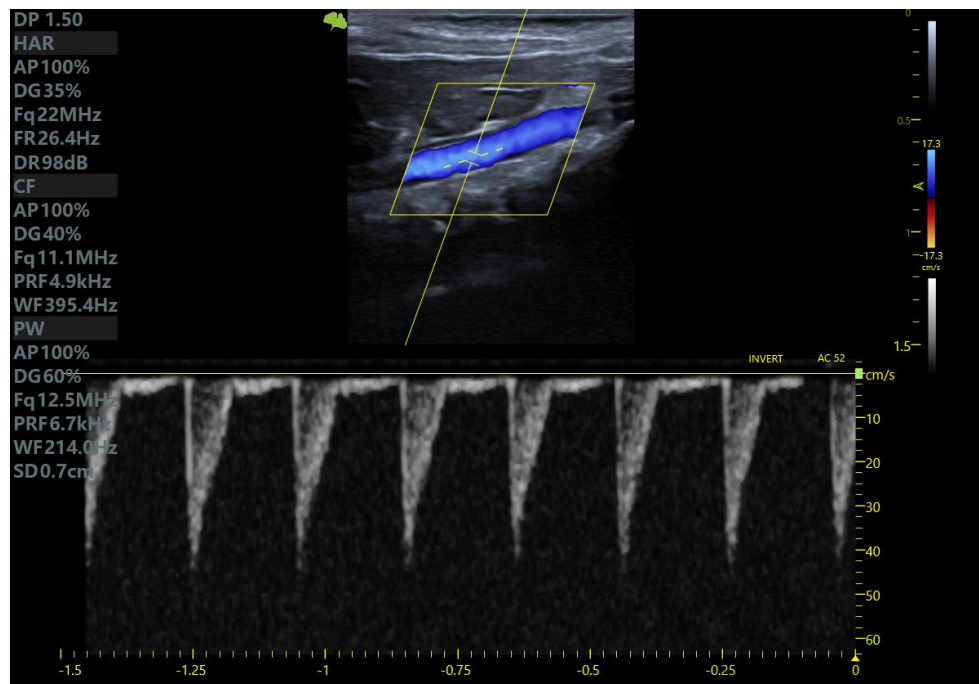


注意:

- 1、检查前 6-12 小时禁食, 减少肠内容物。
- 2、必要时使用加热垫维持体温 ($37\pm0.5^{\circ}\text{C}$), 减少血管痉挛。
- 3、腹部朝上, 四肢固定, 充分暴露剑突至耻骨联合区域。
- 4、轻压腹部驱赶肠管, 必要时使用耦合剂填充间隙。
- 5、腹主动脉呈管状结构, 管壁光滑, 内膜回声清晰。
- 6、可见搏动性血流 (彩色多普勒显示连续红色或蓝色血流信号)。
- 7、取样容积置于血管中央, 确保声束与血流方向夹角 $<60^{\circ}$ 。



腹主动脉切面脉冲多普勒图像



可获得的测量和计算值:

- 血管内径
- 管壁厚度
- 内中膜厚度
- 血管弹性 (PWV)
- 收缩期峰值流速 (PSV)
- 舒张期峰值流速 (EDV)
- 平均血流速度 (MFV)
- 阻力指数 (RI)
- 搏动指数 (PI)

6.4 下腔静脉切面

下腔静脉是生物体最大的静脉之一，由左、右髂总静脉汇合而成，沿腹主动脉右侧上行，收集下肢、盆部和腹部的静脉血回心。

动物与探头的位置

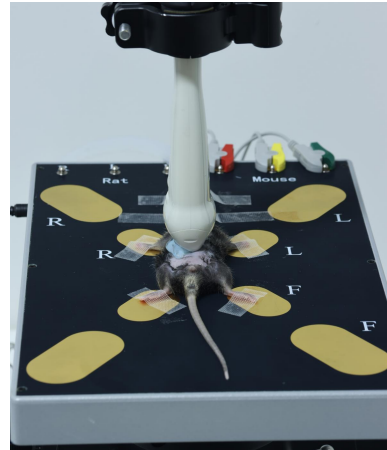
使用手持探头:

与腹主动脉切面平行，探头往左平移。



使用探头支架:

腹主动脉切面探头沿着 X 轴往左平移



下腔静脉切面二维标准图像



注意:

- 1、检查前 6-12 小时禁食，减少肠道气体遮挡。
- 2、取样容积置于血管中央，声束夹角 $<60^\circ$ ，记录呼吸周期内血流频谱。
- 3、下腔静脉呈管状结构，管壁菲薄，内膜光滑。
- 4、可见随呼吸波动的血流（彩色多普勒显示连续蓝色或红色血流信号）。
- 5、在肝静脉水平或肾静脉水平获取横断面。
- 6、打图时注意不要压迫动物，容易将肺静脉压扁。

可得到的测量和计算数据

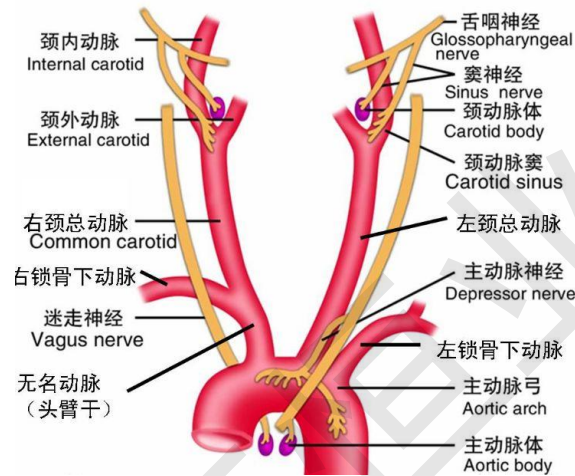
- 近心端（肝静脉汇入处）内径
- 远心端（髂总静脉分叉前）内径



- 管壁厚度
- 管腔塌陷指数：短轴切面测量：吸气末内径 / 呼气末内径 × 100%
- 平均流速
- 峰值流速
- 血流频谱形态：正常为连续性低速波动频谱，吸气时加速，呼气时减速。

6.5 颈动脉切面

颈动脉是存在于颈部的重要血管，分为颈内动脉和颈外动脉。颈内动脉主要为大脑供血，颈外动脉为头面部等供血，对维持脑和头面部功能意义重大。



动物与探头的位置

使用手持探头：

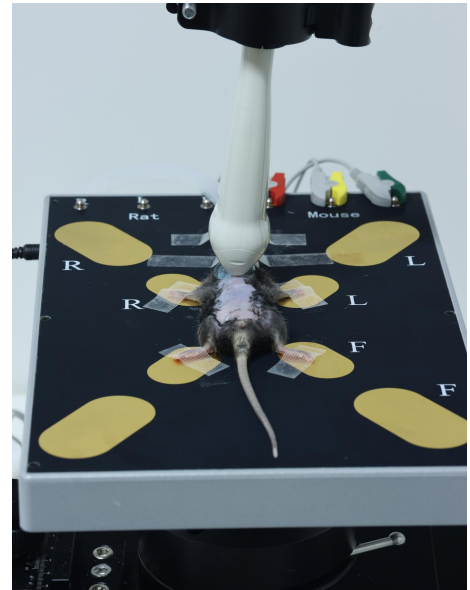
使用胶带或定制夹具固定头部，减少呼吸运动伪影。颈部皮肤脱毛并涂耦合剂，减少毛发伪影。将探头沿颈动脉血管方向放置，mark 点朝一点钟方向



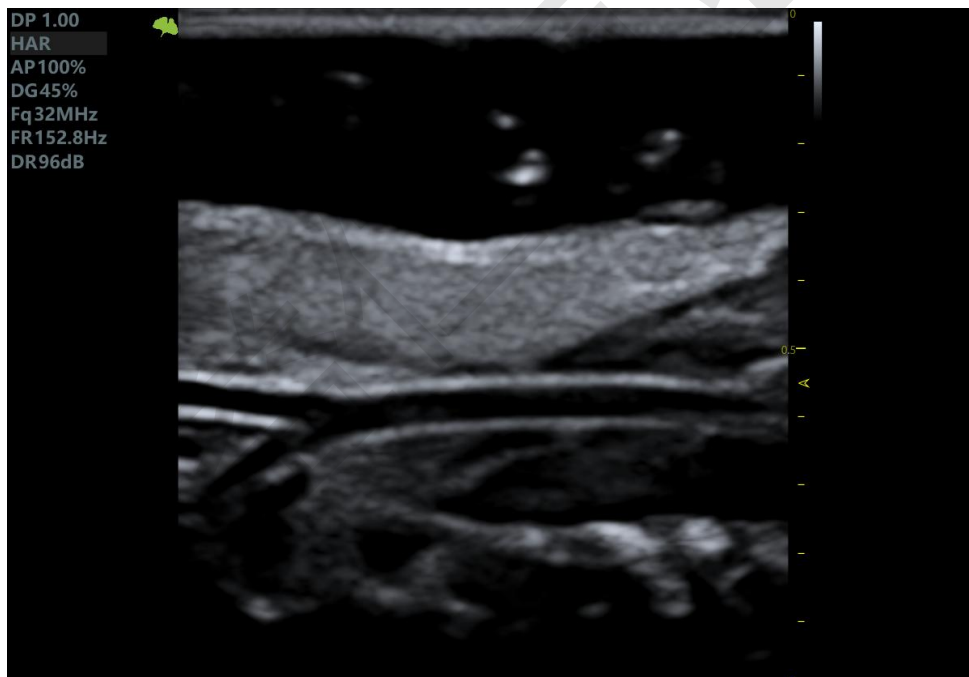


使用探头支架:

将动物平台水平放置，动物仰卧固定，探头 mark 点转向 1 点钟方向，探头 mark 点略微上抬（防止探头角度与血管垂直），出现分叉型颈动脉血管，取样容积放在颈动脉处即可测得颈动脉血流。



颈动脉切面二维标准图像

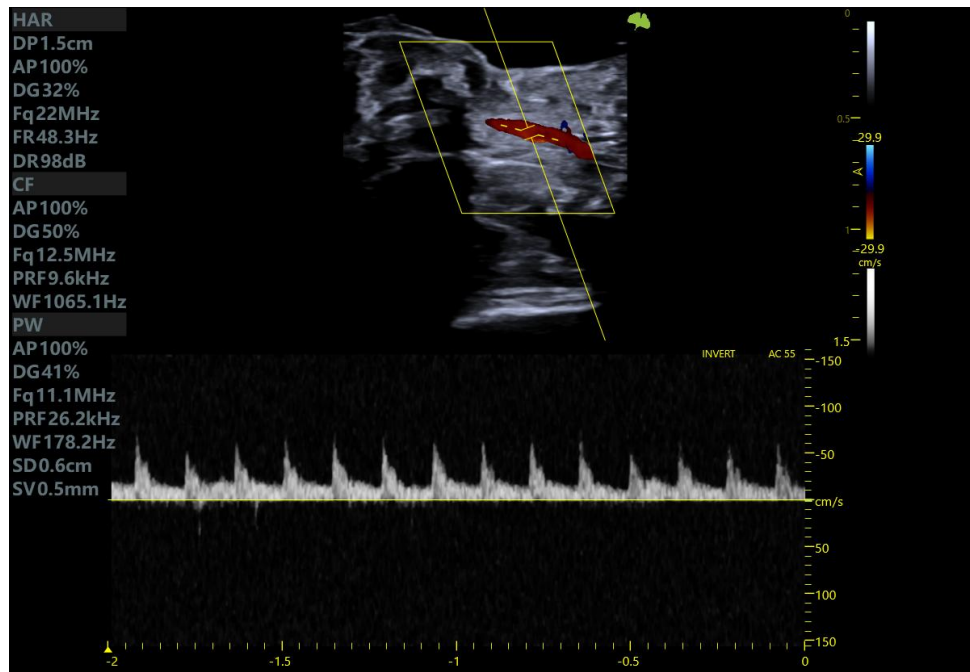


注意:

- 1、避开气管或甲状腺遮挡，侧动探头寻找最佳声窗。
- 2、取样容积置于血管中央，避免贴近血管壁，声束夹角 $<60^\circ$ 。
- 3、调整探头方向，减少血管与周围组织界面反射。
- 4、降低近场增益，避免皮肤表面强回声干扰。



颈动脉切面二维标准图像



可得到的测量和计算数据

- 颈总动脉（CCA）远段（分叉下方 1-2 mm 处）内径
- 颈内动脉（ICA）起始段内径
- 颈外动脉（ECA）起始段内径
- 颈动脉分叉部（BIF）横断面内径
- 内中膜厚度（IMT）
- 颈总动脉后壁 IMT（测量从内膜内表面至中膜外表面的垂直距离，正常 < 0.1 mm）
- 斑块面积
- 斑块回声特征（低回声、等回声、强回声）
- 收缩期峰值流速（PSV）
- 舒张末期流速（EDV）
- 平均流速（MFV）
- 血流阻力指数（RI）：颈内动脉、颈外动脉
- 血管反应性：药物刺激后（如硝酸甘油）血管扩张程度、冷刺激或机械刺激后血管收缩反应
- 血流储备分数（CFR）：反应性充血试验中血流速度变化比值

联系我们

网址: www.yeeranchina.com

北京益仁恒业科技有限公司

北京总部: 010-69549099/98/95/92

公司地址: 北京市通州区世界侨商中心 3 号楼电梯 12 层 1208 室

上海地区: 021-60130289

公司地址: 上海市徐汇区裕德路 128 号氩空间 2092 房间

广州地区: 020-34368247/34329291

公司地址: 广州天河区体育西路 57 号红盾大厦 15 楼 C15

合肥地区: 0551-62843560

公司地址: 安徽省合肥市包河区绿地中心 A 座 415

重庆地区: daisypeng@yeeranchina.net

公司地址: 重庆市南岸区南坪西路 2 号浪高凯悦大厦 B 座 12 楼 D1 室

