

实验9 家兔心血管活动的神经体液调节

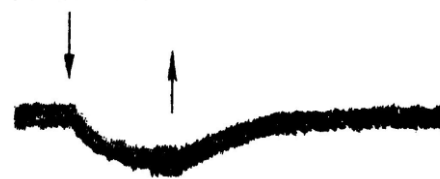
I 基本实验原理

- ▶ 动脉血压是指血液对动脉血管壁的侧压强，是心血管系统整体功能的综合体现。一般指主动脉压。
- ▶ 在正常生理情况下，人和高等动物的动脉血压是相对稳定的。这种相对稳定性通过神经、体液等因素的调节来实现。
- ▶ 参与支配心血管活动的神经主要有心交感神经和副交感神经，体液因素主要为肾上腺素和去甲肾上腺素。
- ▶ 他们的作用主要是通过对心脏收缩力、心率、房室传导速度、心输出量、外周阻力等的调节来实现的。

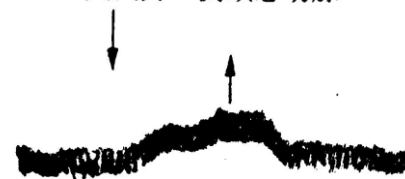
几种因素对家兔动脉血压的影响：

- ▶ **牵拉/夹闭颈总动脉**：颈动脉窦上的压力感受器神经末梢兴奋
- ▶ **电刺激迷走神经**：先降低后升高，至正常水平，迷走逃逸（心室恢复起搏、心搏前负荷增加、减压反射减弱）
- ▶ **静脉注射肾上腺素**：先升高后降低，至正常水平。心肌细胞膜 β 受体，血管 α 受体、 β 受体

牵拉颈总动脉



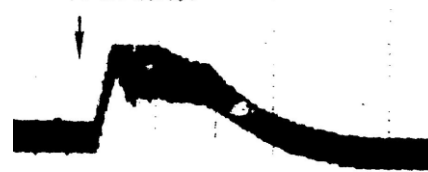
夹闭另一侧颈总动脉



刺激迷走神经



肾上腺素



II 实验目的

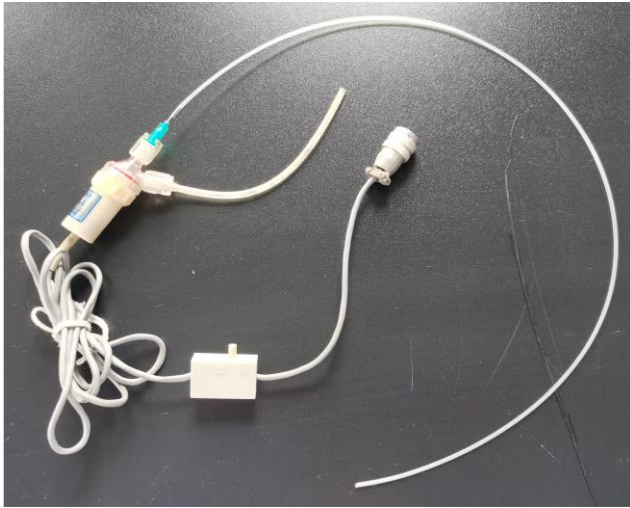
- 学习哺乳动物气管插管、动脉插管技术
- 观察记录心血管活动的神经体液性调节
- 学习哺乳动物动脉血压的**直接测定**方法

III 实验对象与器材



- ▶ 家兔，学名 *Oryctolagus cuniculus f. domesticus*，属于哺乳纲、兔形目、兔科、真兔属。
- ▶ 生理特性与人类接近，性格温顺，耳部血管明显，主动脉神经（减压神经）在颈部自成一束，方便操作，多用于循环、神经实验，如减压神经放电。
- ▶ 0.9% 生理盐水，20% 乌拉坦（氨基甲酸乙酯），125 U/mL 肝素，台氏液（蒂罗德液），1:10000 肾上腺素，过饱和KCl

- ▶ 动物体重秤，兔手术台，兔保定器，哺乳动物手术器械，RM6240E型多道生理信号采集处理系统，铁支架，双凹夹，动脉插管，注射器，棉线，纱布，棉花，防抓咬手套
- ▶ 压力换能器，动脉夹，止血钳，气管插管，保护电极，刺激线



压力换能器



压力换能器固定夹

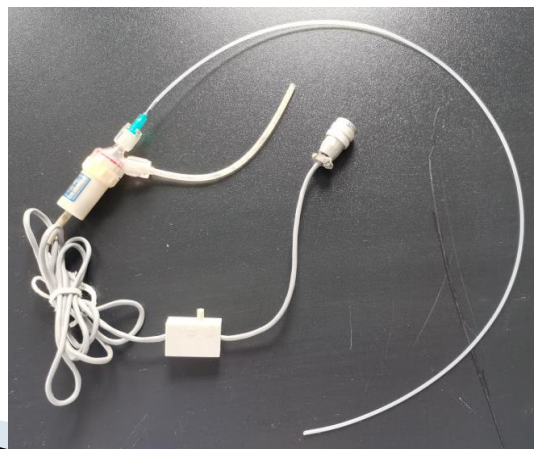


动脉夹

IV 实验过程

▶ 连通液导系统

- 将压力换能器的一侧支管，通过输液管连接动脉插管。将换能器固定于铁支架上，用装有20 mL 125 U/mL肝素的注射器向另一侧支管内推注，使整个液导系统充满液体后，用止血钳夹住推注肝素端的侧支管。数据线与记录系统1通道相连。
- **注意：**液导系统内不可有气泡。



压力换能器

▶ 动物的麻醉与固定

- 取一只家兔，称重。将20%乌拉坦（氨基甲酸乙酯）以5 mL/kg（1g/kg）体重的剂量由耳缘静脉远端缓慢注入，观察动物肌张力、呼吸与角膜反射的变化。动物麻醉后背位固定于兔手术台上。

▶ 颈部手术

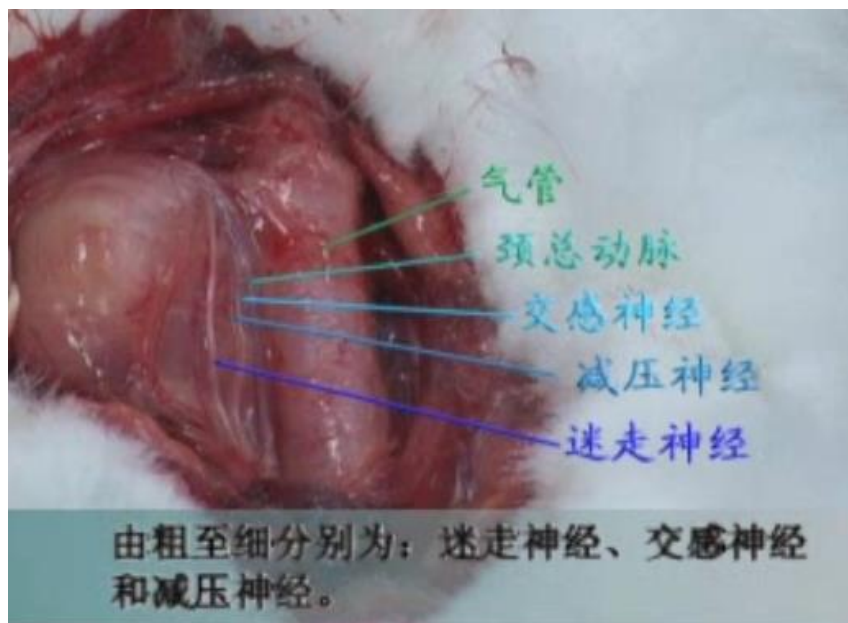
- 将动物头部固定，充分暴露颈部手术野。剪除颈部被毛。沿颈部正中中线在喉头（甲状软骨）上一指至锁骨（胸骨角）上一指的地方作一个5~7cm的皮肤切口。钝性分离皮下组织及肌肉，暴露、分离气管。

▶ 气管插管

- 在气管下方穿一根粗结扎线，于甲状软骨下方第三与第四软骨环之间作“⊥”形切口，切口约占气管管径的1/3~1/2，沿向心方向插入气管插管，结扎固定。
- 注意及时清理呼吸道中的粘液或血块。

▶ 颈总动脉、迷走神经、交感神经、减压神经分离

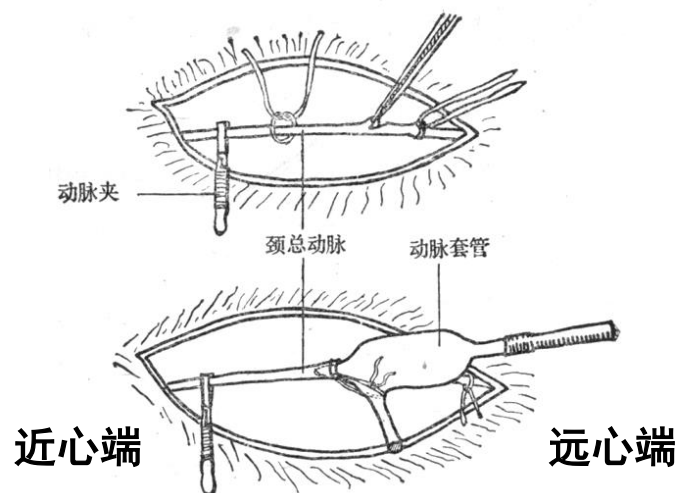
- 在气管两侧辨别并分离颈总动脉、迷走神经、交感神经、减压神经，在右侧迷走神经、减压神经和颈总动脉下方穿湿润棉线备用。分离时特别注意不要过渡牵拉，并随时用生理盐水润湿。左侧颈总动脉下方穿两条线备用。



家兔颈部主要神经

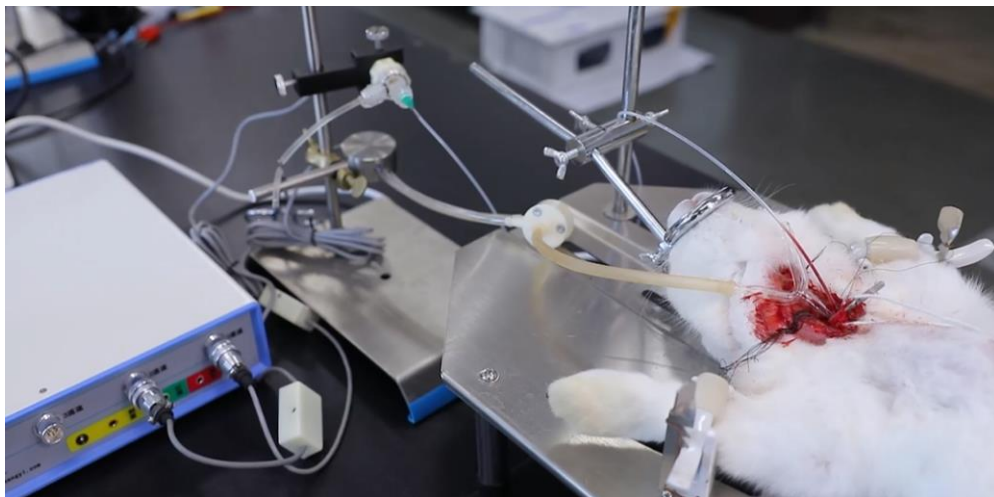
▶ 动脉插管

- 在左侧颈总动脉的近心端夹一个动脉夹，并在动脉夹远心端距动脉夹约3cm处结扎。用眼科剪在结扎线与动脉夹之间沿向心方向剪一个楔形切口（约占管径的 $1/3 \sim 1/2$ ），向心脏方向插入与压力换能器相连的动脉插管，由备用的线结扎固定。小心松开动脉夹，即可见血液冲进动脉插管。

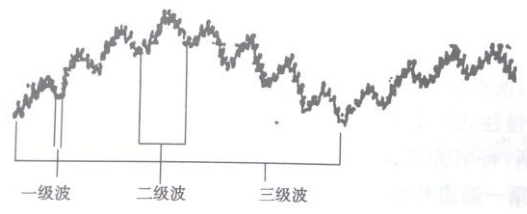


▶ 正常血压记录

- 将压力换能器固定在铁支架上，高度与心脏在同一水平面上，换能器信号输出端与记录系统1通道相连。
- 打开记录系统软件，选择“兔动脉血压调节”实验，记录正常血压曲线。辨认血压波的一级波（随心跳）和二级波（随呼吸），有时可见三级波（额外刺激）。



家兔动脉血压连接装置



家兔动脉血压曲线

▶ 各种因素对血压影响的观察与描记：

- **牵拉颈总动脉**：向下（向心方向）**脉冲式牵拉**插管侧（**左侧**）颈总动脉结扎线，观察记录血压变化。
- **夹闭颈总动脉**：用动脉夹夹闭**右侧**颈总动脉几分钟，观察血压的变化。出现变化后立即取下动脉夹，观察记录血压的恢复过程。
- **电刺激减压神经**：以中等强度连续刺激（**约3~6 V，20 Hz**）通过保护电极刺激右侧减压神经约15 s，观察记录血压变化。出现变化后立即停止刺激，观察记录血压的恢复过程。然后双线截扎，中间剪断，以中等强度分别连续刺激其中枢端和外周端**约15 s**，观察记录血压的变化。

▶ 各种因素对血压影响的观察与描记：

- **电刺激迷走神经**：将**右侧迷走神经**进行双线截扎，中间剪断，分别用中等强度的连续刺激通过保护电极刺激迷走神经的**中枢端**和**外周端**各**约15 s**，观察记录血压的变化。
- 取0.01%**肾上腺素** 0.3 mL（或取0.1%**肾上腺素** 0.1 mL），用生理盐水补足至 1 mL，经耳缘静脉注入动物体内，观察记录血压的变化。血压出现变化立即停止注射，记录实际注射剂量。

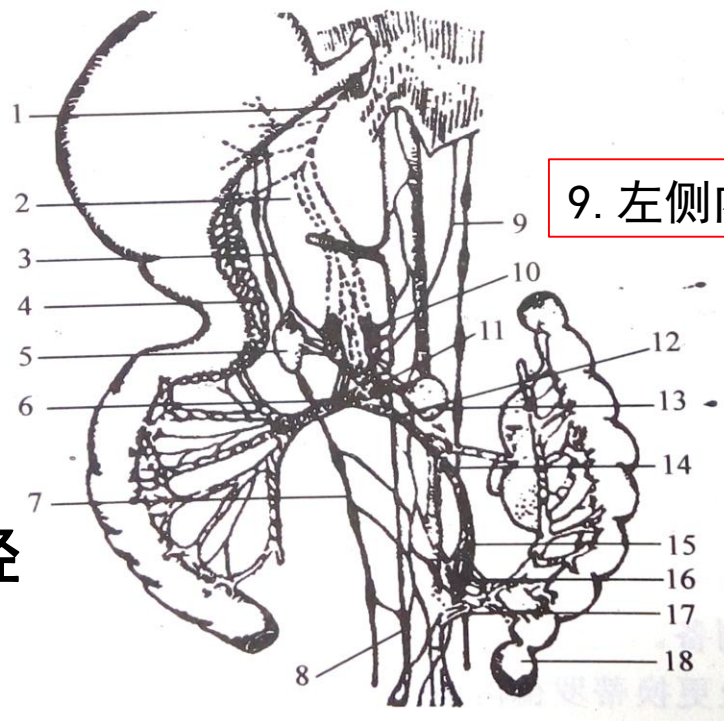
▶ **注意：**

- 每一个处理因素前后都要有正常血压曲线作对照。

▶ 各种因素对血压影响的观察与描记：

◦ 刺激内脏大神经：

- 打开腹腔，在左侧肾脏的上方找到肾上腺。肾上腺上方较细的神经即为内脏大神经，分离时应特别小心，因稍有不慎便会将其拉断。穿线备用。用保护电极钩住内脏大神经及部分血管和肌肉组织，用中等强度的连续脉冲对其进行刺激，观察记录血压的变化。



3. 右侧内脏大神经

5. 右侧肾上腺

9. 左侧内脏大神经

13. 左侧肾上腺

兔腹腔内交感神经

▶ 利尿药对血压和尿量的影响

◦ 膀胱插管技术：

- 剪除或剃除家兔腹部的被毛，在耻骨联合前做一个长约5 cm的皮肤切口，在腹白线附近剪开腹部肌肉，至刚能将膀胱拉出体外。用止血钳将膀胱轻轻拉出并翻转，可见位于膀胱前方两侧的输尿管及其入口。
- 在膀胱顶部血管较少处剪开膀胱壁，插入膀胱插管，用粗结扎线将插管进行固定。



膀胱插管

选作内容

- ▶ **记录尿滴**：将膀胱插管内注满生理盐水后，将另一端与记滴装置连接，使尿滴能够同时接触两个电极丝，记滴装置与记录系统“记滴”或2通道相连，在“示波”菜单下找到“记滴器”并点开，点击“开始记滴”，记录一段正常情况下动物尿量。
- ▶ 取**速尿（呋塞米）** 0.3mL，用生理盐水补足1mL，经耳缘静脉注射动物体内，稍等片刻，观察血压和尿量的变化。
- ▶ 取**抗利尿激素（垂体后叶素）** 0.3mL，用生理盐水补足1mL，经耳缘静脉注射动物体内，观察血压和尿量变化。



膀胱插管

▶ 动物处死：可选择其中一种方法

◦ 空气栓塞法

- 用25 mL注射器吸满一管空气，通过家兔耳缘静脉快速注入，同时密切注意动物状态变化，直至动物呼吸、心跳均消失。

◦ 静脉注射KCl法

- 经家兔耳缘静脉快速注射过饱和KCl溶液1~2 mL，同时密切注意动物状态变化，直至动物呼吸、心跳均消失。

各种因素对血压影响的观察与描记

- ▶ (液导系统)
- ▶ 动物麻醉与固定
- ↓
- ▶ 气管插管
- ↓
- ▶ 右侧神经血管分离
- ↓
- ▶ 左侧动脉插管
- ↓
- ▶ 实验项目
- ↓
- ▶ (内脏大神经、利尿药)
- ↓
- ▶ 动物处死

- ▶ 牵拉左侧颈总动脉
- ↓
- ▶ 夹闭右侧颈总动脉
- ↓
- ▶ 电刺激右侧减压神经 (整体、中枢段、外周段)
- ↓
- ▶ 电刺激右侧迷走神经 (中枢段、外周段)
- ↓
- ▶ 静脉注射肾上腺素
- ↓
- ▶ 电刺激内脏大神经

V 注意事项

- ▶ 麻醉剂注射量要准，速度要慢，同时注意动物的变化，以免过量引起动物死亡。如果实验时间过长，动物苏醒挣扎，可适量补充麻醉剂。
- ▶ 注意保护神经不要过渡牵拉，并经常保持湿润。
- ▶ 压力换能器的位置应大致与动物心脏在同一水平面上。
- ▶ 在整个实验过程中，要保持动脉插管与动脉方向一致，防止刺破血管或引起压力传递障碍。
- ▶ 每项实验前要有观察对照，施加条件时要按“标记”。
- ▶ 实验中，注射药物较多，注意保护耳缘静脉。
- ▶ 注射每种试剂的注射器要专用，不可混用。

VI 本实验需掌握的实验技术

- 家兔的抓取、麻醉与固定
- 家兔耳缘静脉注射技术
- 气管插管技术
- 动脉插管技术
- 颈部主要神经的辨认与分离

VII 关键技术

- ▶ 动物的麻醉
- ▶ 耳缘静脉注射技术

VIII 思考与探索

- ▶ 试设计其他测量血压的方法
- ▶ 试想本次实验有何应用价值