



家兔急性高钾血症

Hyperpotassemia

田映红 徐小元 张秀萍

实验教学中心



一、理论基础

(一) 钾的生理功能

1. 调节细胞内外的渗透压和酸碱平衡
2. 维持细胞新陈代谢
3. 维持神经肌肉的兴奋性

(二) 钾的正常值

细胞内液：约98%，140-160mmol/L

细胞外液：约2%，4.2mmol/L

血清钾：3.5-5.5mmol/L



(三) 钾平衡的调节

1. 钾的跨细胞转移：泵-漏机制

促进钾移入细胞：

$[K^+]_o \uparrow$ ，碱，胰岛素， β -肾上腺素能受体兴奋

促进钾移出细胞：

渗透压 \uparrow ，酸，运动， α -肾上腺素能受体兴奋

2. 对钾排泄的调节：

1) 肾对钾排泄的调节：摄入钾的90%

滤过、重吸收、分泌

2) 结肠的排钾功能：摄入钾的10%





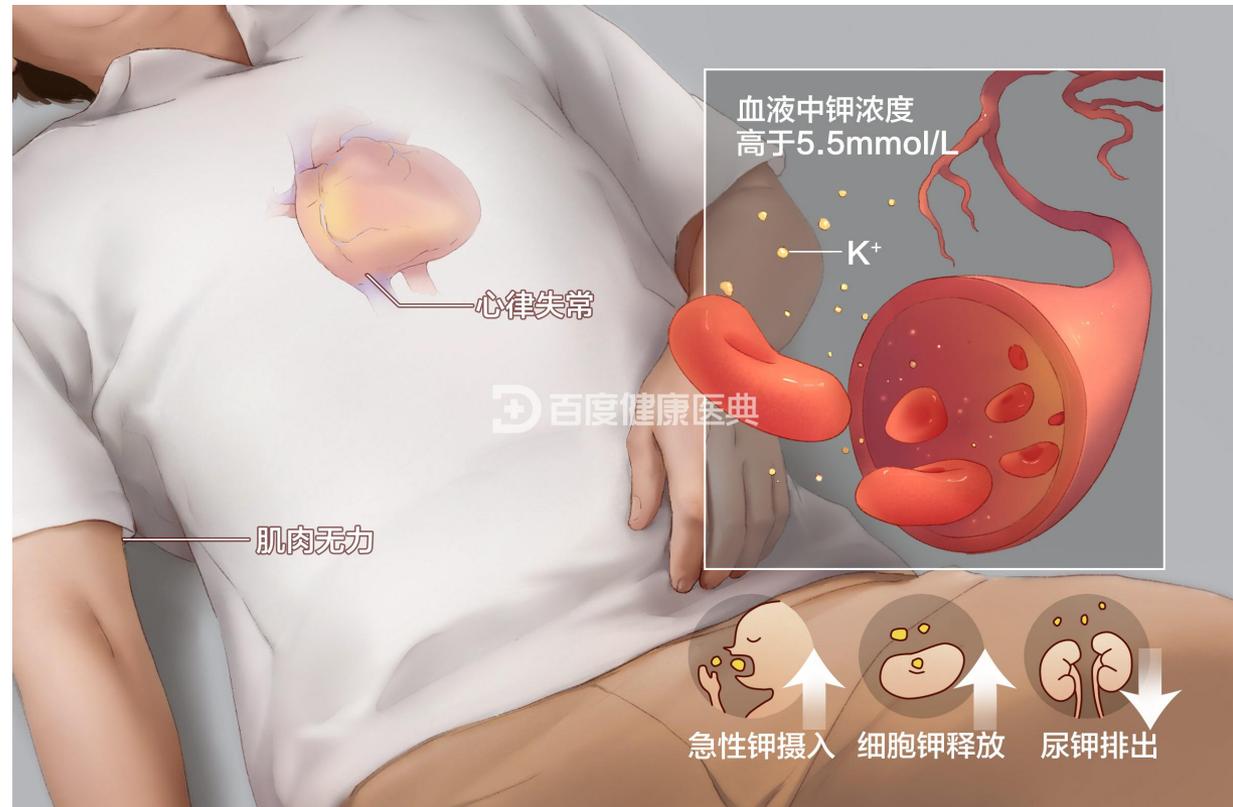
（四）高钾血症（Hyperpotassemia）

1. 概念

由于肾脏功能受损、钾过量摄入或应用某些药物导致血清钾浓度高于 5.5mmol/L 的病理状态。

主要表现：

肌肉无力，心律失常





(四) 高钾血症 (Hyperpotassemia)

2. 产生的原因

(1) 钾摄入过多:

静脉途径补钾速度过快或浓度过高;

(2) 细胞钾释放过多: 溶血

(3) 肾钾排出过少:

肾小球滤过率降低; 盐皮质激素缺乏;
长期使用潴钾类利尿剂

(4) 细胞内钾转移到细胞外:

代谢性酸中毒、组织缺氧



(四) 高钾血症 (Hyperpotassemia)

3. 对机体的影响

(1) 对心肌的影响

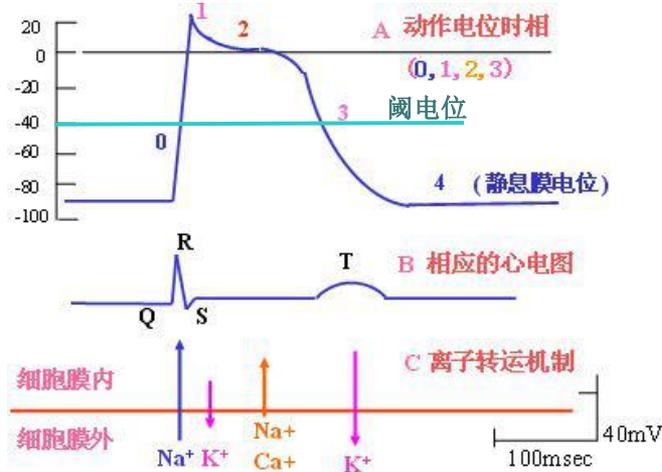
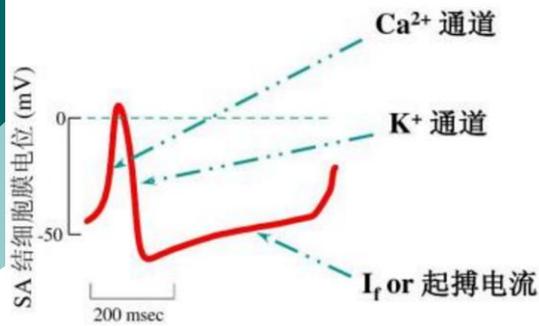
1) 对心肌生理特性的影响

兴奋性先↑后↓：静息电位绝对值↓

传导性↓：0期去极化幅度和速度↓

自律性↓：膜对K⁺通透性↑，4期变慢

收缩性↓：复极化2期Ca²⁺内流减缓





(四) 高钾血症 (Hyperpotassemia)

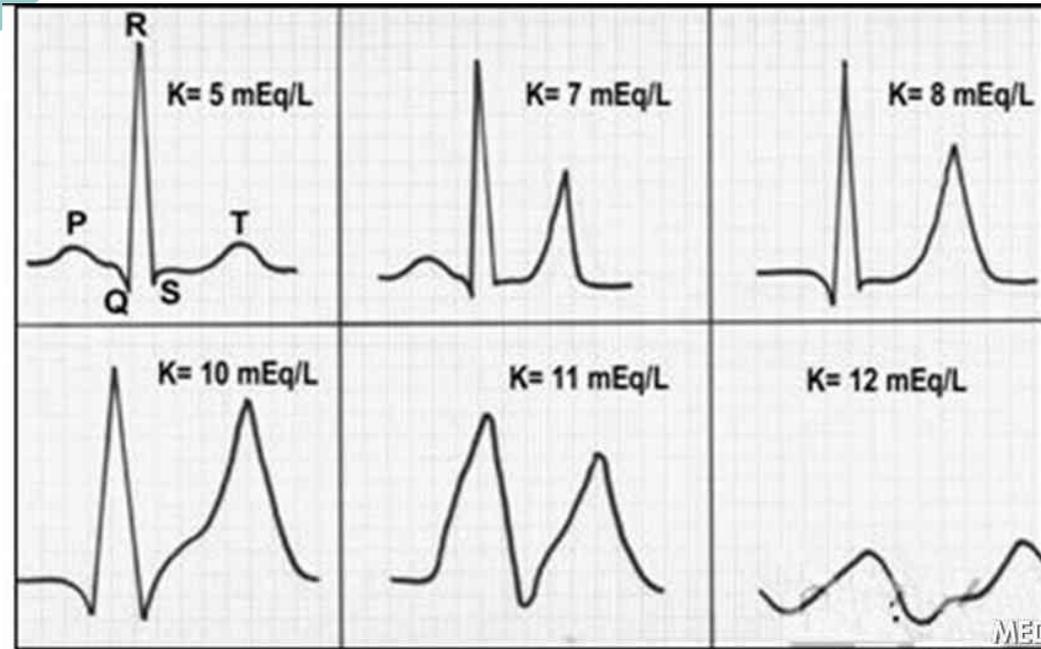
2) 心电图的改变

特征:

T波高尖;
P波、QRS波幅度减小;
QRS波增宽、PR间期延长

原因:

3期钾通透性 \uparrow ;
兴奋性 \downarrow ;
传导性 \downarrow





(四) 高钾血症 (Hyperpotassemia)

3. 对机体的影响

(1) 对心机的影响

(2) 对骨骼肌的影响

血钾轻度↑：肌肉刺痛，感觉异常 兴奋性↑

血钾重度↑：肌无力 兴奋性、收缩性↓

(3) 对酸碱平衡的影响：

诱发代谢性酸中毒 H^+-K^+ 交换↑



(四) 高钾血症 (Hyperpotassemia)

4. 高血钾症的治疗

(1) 防治原发病

(2) 控制钾摄入，停用升高血钾的药物

(3) 对抗高K⁺的心肌毒性：Na⁺，Ca²⁺

(4) 促进K⁺移入细胞：碱，胰岛素，葡萄糖

(5) 加速K⁺排出：

肾（利尿剂，呋塞米）、结肠（阳离子交换剂，聚磺苯乙烯）





二、实验目的

- 掌握家兔高钾血症的复制方法：
怎么做？观察指标？程度？
- 观察家兔高钾血症时的心电图变化特点：
哪些变化？原因？
- 救治家兔高钾血症：
哪些方法？原理？
- 理解高钾血症对心电的影响



三、实验步骤

(一) 实验动物

新西兰大耳兔，雌雄不拘，2~3 kg。

(二) 药品和器材

1. 药品：20%乌拉坦；

2.5%、5%、10% KCl生理盐水；

10% CaCl_2 ；4% NaHCO_3 ；1% 呋塞米

葡萄糖胰岛素液

(4ml 20%葡萄糖/1unit胰岛素)

2. 器材：PcLab-530，家兔手术器械，心电导联线，

注射器（5，10，20ml），输液装置。



(三) 实验步骤

1. 麻醉与固定

- 捉拿与称重
- 20% 乌拉坦腹腔推注 (5 ml/kg)
- 固定动物于手术台上



捉拿、称重 (catching & weighing)





麻醉(Anesthesia)

- **20% 乌拉坦 (Urethane) 5ml/kg**

麻药用多少抽多少，需要补麻药时再抽。麻醉好后冲洗针头。

- 排空气



注射器的使用
(专管专用):

1ml: 药物

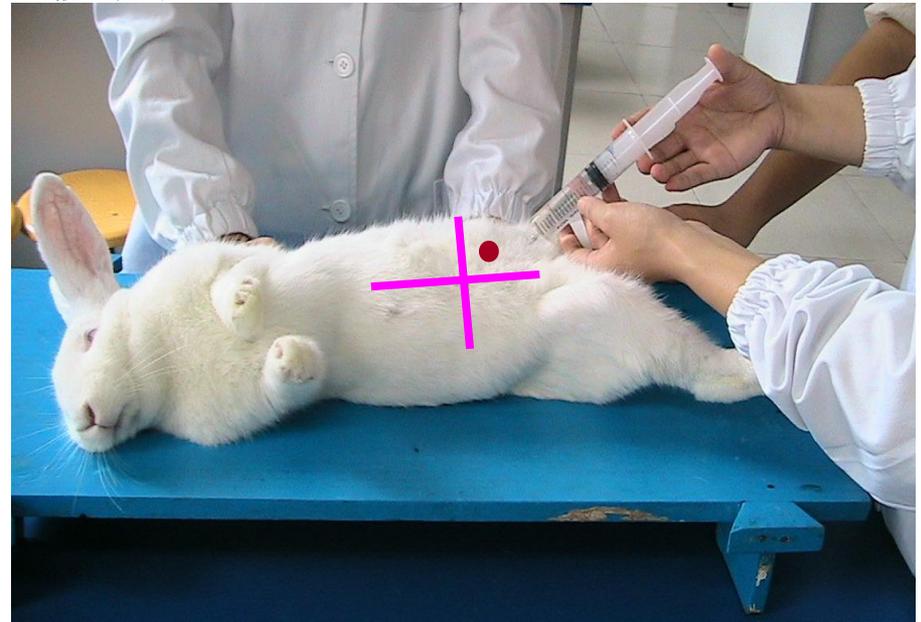
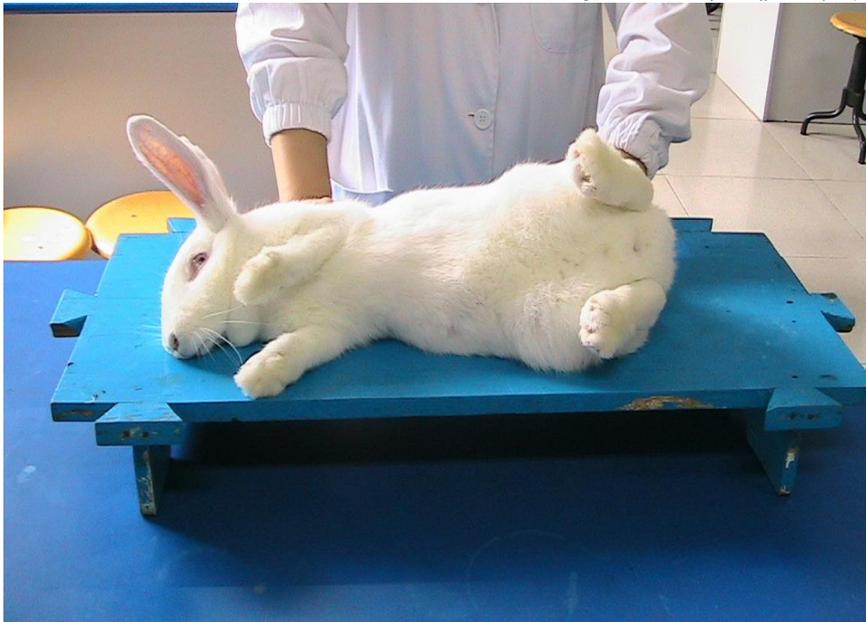
5/10ml: 肝素

20ml: 乌拉坦、
生理盐水

50ml: 生理盐水、GS



- 部位：左下腹部 (intraperitoneal)
- 步骤：
 1. 提起皮肤，垂直进针穿透皮肤；
 2. 抹平皮肤， 45° 进针，穿透腹壁；
回抽无血无液再快速推药液
- 注意：避免药液打入皮下



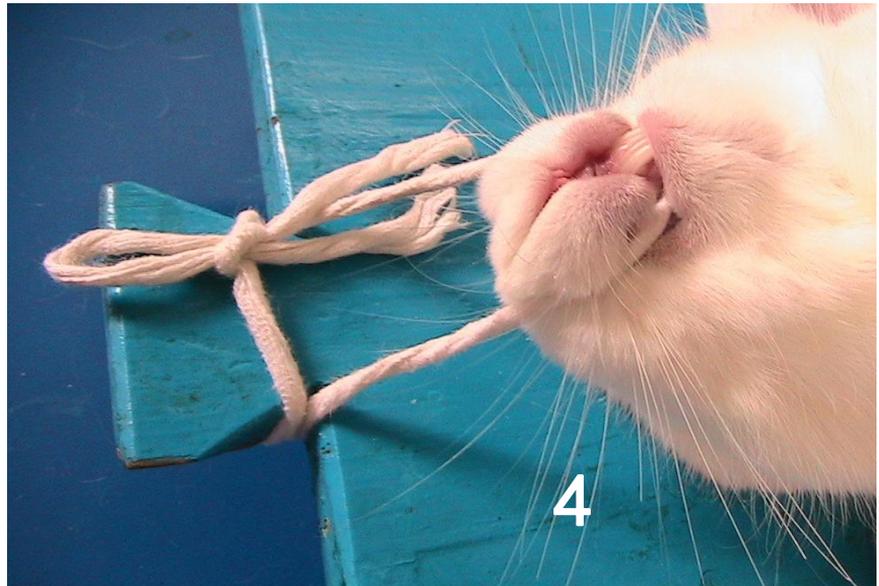
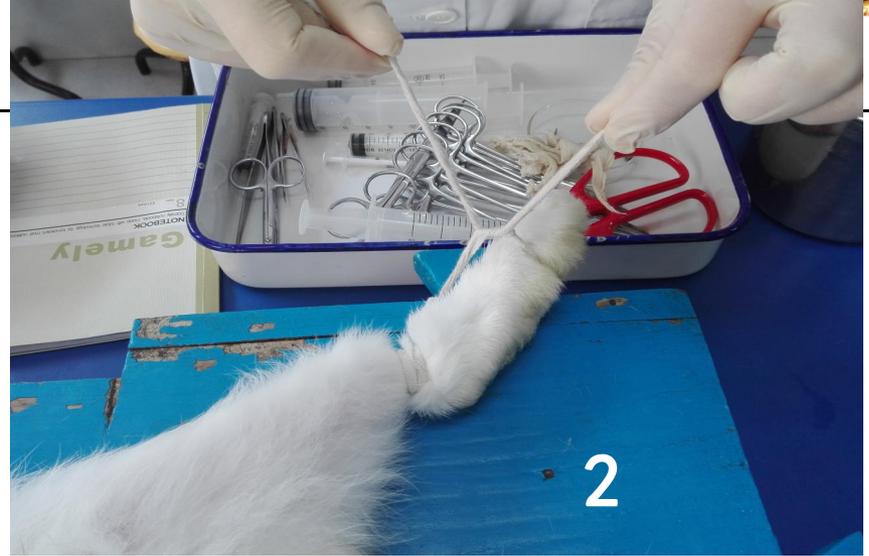
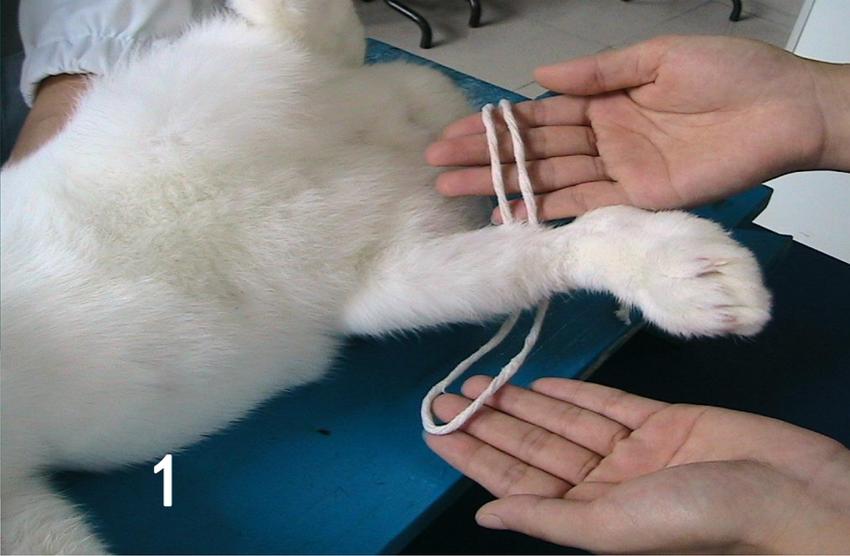


(Observing animal respiratory frequency, muscle tension, pain and corneal reflex)





固定 (Fasten) 仰卧位





2. 记录心电图

- 肢体导联的连接

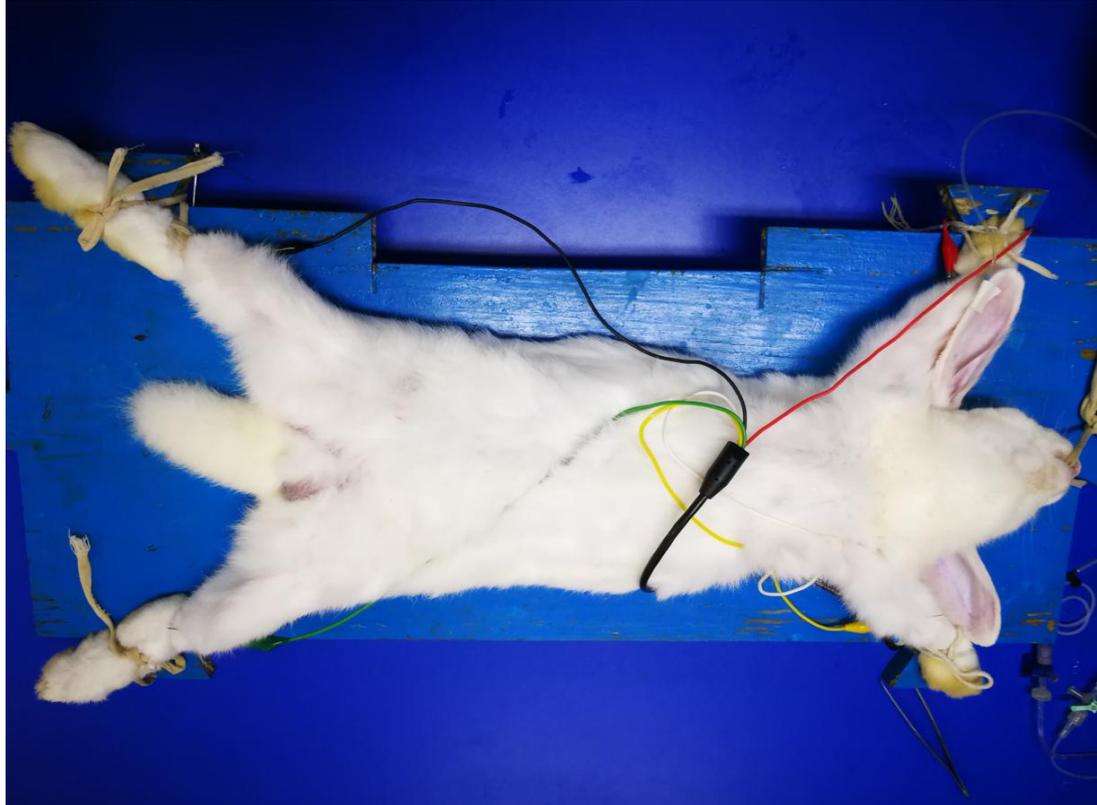
针形电极插入四肢及左胸皮下，连接导联线
(左下肢绿，左上肢黄，右上肢红，右下肢黑)

- 记录正常心电图 (II 或 V5导联，通道3)

3. 记录呼吸频率和幅度



心电图描记



1. 绿：左下肢；黄：左上肢；红：右上肢；黑：右下肢，接地；白：**V5**
2. 注射针尽量靠近肢体远端，穿过皮肤，连接心电导联线。不要穿过肌肉，以免肌电干扰



4. 建立静脉通道

左耳缘静脉（marginal ear vein）插头皮针

- 剪掉或者拔掉耳缘静脉处的毛
- 弹或捏耳缘静脉根部使之充盈



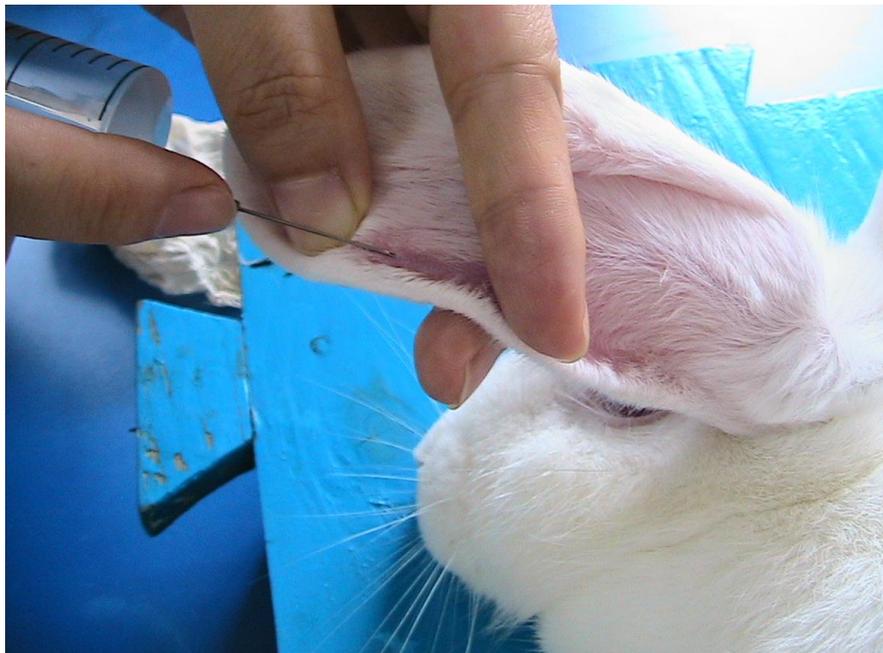


➤ 从远心端进针



➤ 注射针头近乎**平行**刺入血管，打开三通管，药液正常滴注

➤ 胶布固定针头

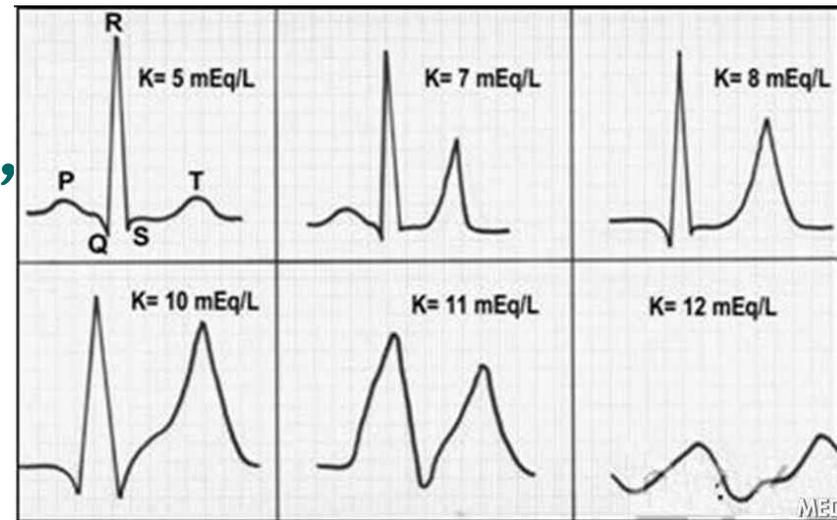




5. 复制高钾血症动物模型

血清钾离子的测定和心电图检查是高钾血症诊断和治疗的重要检测指标

- 耳缘静脉缓慢滴注 **5% KCl 溶液**：**15-18滴/分钟** 观察心电图的变化
- T波明显增高时停止输液，观察2分钟，换成**2.5% KCl 溶液**，**6滴/分钟**继续滴注(出现M样波暂停输液)，维持10-20分钟左右
- 记录异常心电图，观察呼吸变化





6. 救治

- 事先准备好救治药物，从三通管处**推注**。
 - 10% CaCl_2 2ml/Kg (**慢**，2-2.5分钟推注完)
 - 4% NaHCO_3 5ml/Kg (快推)
 - 葡萄糖胰岛素7ml/Kg (快推)
 - 1% 呋塞米 1ml/Kg (快推)
 - 若心电图没有恢复正常，自行选择其他药物，每种药物间隔5min，直到心电图恢复正常
- 观察心电图变化和呼吸变化



7. 拓展

- 待心电图恢复正常后，可再次复制高钾血症：
可适当加快滴速
- 再次救治：自行设计药物、时间窗

8. 处死家兔

10%KCl溶液从耳缘静脉快速推注，
并观察心电图变化



四、注意事项

1. 动物麻醉深浅要适度，麻醉过深易抑制呼吸，过浅时动物疼痛则易引起肌肉颤动，对心电图记录造成干扰。
2. 保持耳缘静脉输液管通畅，确保液体能及时、准确地输入。
3. 滴注KCl溶液时速度一定要慢。
4. 记录并保存心电图：
正常；高钾血症；各种药物抢救后



思考题

- 高血钾症时心电图出现什么变化？为什么？
- 高钾血症时呼吸出现什么变化？为什么？
- 各种药物抢救的原理是什么？