



实验动物镇静、麻醉、止痛指南

- 1 目的：**规范实验动物镇静剂、麻醉剂和止痛剂的使用，确保实验动物福利及动物实验顺利合理开展。
- 2 适用范围：**在动物实验中心开展实验的所有实验动物。
- 3 设备与材料：**配带盖和各种动物品种大小的麻醉诱导箱、麻醉机、注射剂或吸入剂、适当规格的注射器和针、个人防护装备至少包括防护服、手套、帽子和口罩等。

4. 步骤：

4.1 麻醉规程

麻醉时应认真检查所用的麻醉/止痛剂的有效期，不可以使用过期的药物。

从开始麻醉到动物清醒必须对动物进行实时监护。麻醉的动物会反应迟钝、无方向感，所以麻醉时应采取适当的措施防止动物造成损伤。动物完全麻醉（完全失去意识）方可开始手术。

麻醉过程中及术后需对动物进行适当的护理以减轻其痛苦。

4.2 对麻醉程度的检测



判断麻醉深度主要以动物的呼吸频率、眼球、瞳孔、足和脚趾的刺激反应、肌肉紧张度等的变化，将动物麻醉分为诱导期、浅外科期、深外科期和脱离深外科期。

4.2.1 诱导期：动物存在主动动作，呼吸和心率增加，步态不稳，躯干后部摇晃，后肢麻痹无力。

4.2.2 浅外科期：动物停止运动，呈侧卧或角弓反张状态，翻转反应消失，对疼痛刺激以外的刺激无反应或反应不敏感，以胸式呼吸为主，出现中等程度的肌肉松弛，眼睑和角膜反射存在。

4.2.3 深外科期：呼吸频率下降，呼吸方式以腹式呼吸为主，肌肉完全松弛，眼睑反应消失、角膜反射微弱，钳夹脚趾或指间无反应。外科手术需进入深外科期方可进行。

4.2.4 脱离深外科期：动物四肢震颤、抽搐，而后全身肌肉开始收缩，翻转反应恢复。

4.3 麻醉前准备

在动物房或手术室实施麻醉。但麻醉时应尽量不要在其它动物听到、看见和闻到的区域进行。

犬、猫、灵长类、猪一般术前禁食 8-12 小时；小型啮齿类动物（大小鼠）、豚鼠及兔特殊的生理结构，出现呕吐的症状极其罕见，除非检测某些生理指标时需要禁食，否则没有必要麻醉前禁食。由于啮齿类动物代谢速率快，禁食时间应该尽可能缩短，在任何时候都不应该禁水。



在动物麻醉过程中有可能出现呼吸停止、心跳停止等现象，在术中对动物的麻醉深度和机体情况进行密切监视，视情况准备阿托品（Atropine）、10% CaCl₂、地塞米松（Dexamethasone）、多巴胺（Dopamine）、肾上腺素（Epinephrine）、碳酸氢钠（Sodium Bicarbonate）等急救药物。

4.4 局部麻醉

局麻是在小的非创伤性手术时，减轻动物痛苦而采取的措施。局麻的选择将取决于手术所需时间的长短、场所和动物品种。常用的局麻药有盐酸利多卡因和盐酸普鲁卡因。

4.5 根据动物品种选择麻醉药物、剂量和给药途径

吸入性麻醉剂对所有品种的动物均适用。根据动物的体重，计算麻醉药合适的给药剂量。例如，用氯胺酮+安定麻醉 300 g 的大鼠，氯胺酮的剂量是 75 mg/kg，安定是 5 mg/kg。因此，氯胺酮使用量为 0.300 kg×75 mg/kg=22.5 mg；安定使用量为 0.300 kg×5 mg/kg=1.5 mg。

4.6 常用的镇静、麻醉、止痛推荐药物和方法

4.6.1 常用的镇静剂、全身麻醉药及其使用方法

实验动物常用镇静剂				
动物种类	镇静剂	剂量	给药方式	功能
小鼠	阿托品	0.04 mg/kg	sc or ip	抗胆碱能作用；减少唾液，呼吸道分泌物，阻止血管迷走神经反射



中国药科大学动物实验中心
The Animal Experimental Center of China Pharmaceutical University

	安定	5 mg/kg	<i>ip</i>	轻微镇静作用；不能止痛
大鼠	阿托品	0.05 mg/kg	<i>sc</i> or <i>ip</i>	抗胆碱能作用；减少唾液，呼吸道分泌物，阻止血管迷走神经反射
	安定	2.5-5 mg/kg	<i>ip</i> or <i>im</i>	轻微镇静作用；不能止痛
豚鼠	阿托品	0.05 mg/kg	<i>sc</i>	抗胆碱能作用；减少唾液，呼吸道分泌物，阻止血管迷走神经反射
	安定	5 mg/kg	<i>ip</i> or <i>im</i>	深度镇静作用
兔	阿托品	0.05 mg/kg	<i>im</i>	抗胆碱能作用；减少唾液，呼吸道分泌物，阻止血管迷走神经反射
	安定	0.5-2 mg/kg	<i>ip</i> or <i>im</i> or <i>iv</i>	由轻到重度镇静；不能止痛
猪	阿托品	0.05 mg/kg	<i>sc</i> or <i>im</i>	抗胆碱能作用；
	安定	1-2 mg/kg	<i>im</i>	轻到中度镇静作用；
犬	阿托品	0.05 mg/kg	<i>sc</i> or <i>im</i>	抗胆碱能作用；
	乙酰丙嗪	0.1-0.25 mg/kg	<i>im</i>	轻到中度镇静作用
猴	阿托品	0.05 mg/kg	<i>sc</i> or <i>im</i>	抗胆碱能作用；减少唾液，呼吸道分泌物，阻止血管迷走神经反射
	安定	1 mg/kg	<i>im</i>	轻到中度镇静

注：*po*: 口服；*sc*: 皮下注射；*iv*: 静脉注射；*ip*: 腹腔注射；*im*: 肌肉注射；



常用麻醉剂使用方法					
全身麻醉药	动物种类	浓度	剂量(mg/kg)	给药途径	麻醉效果 (麻醉时间 min/睡眠时间 min)
戊巴比妥	小鼠	6mg/ml	40-50	<i>ip</i>	制动、麻醉 20-40/120-180
	大鼠	30mg/ml	40-50	<i>ip</i>	浅麻醉 15-60/120-240
	豚鼠	1%~3%	37	<i>ip</i>	外科麻醉，易致死 60-90/240-300
	地鼠	1%~3%	50-90	<i>ip</i>	制动、麻醉 30-60/120-180
	兔	30mg/ml	30-45	<i>iv</i>	浅麻醉 20-30/60-120
	犬	1%~3%	20-30	<i>iv</i>	外科麻醉 30-40/60-240
	猪	1%~3%	20-30	<i>iv</i>	外科麻醉 20-30/60-120
	猴	1%~3%	25-35	<i>iv</i>	外科麻醉 30-60/60-120
氯胺酮	小鼠	1%	80-100	<i>ip</i>	外科麻醉，需配合塞拉嗪使用 20-30/60-120
	大鼠	3.75%	75-100	<i>ip</i>	外科麻醉，需配合塞拉嗪使用 20-30/120-240
	豚鼠	2%	40	<i>ip</i>	外科麻醉，需配合塞拉嗪使用 30/90-120



中国药科大学动物实验中心
The Animal Experimental Center of China Pharmaceutical University

	小鼠	5%~10%	200	<i>ip</i>	外科麻醉，需配合塞拉嗪使用 30-60/90-150
	兔	1%	10	<i>iv</i>	外科麻醉，需配合塞拉嗪使用 20-30/60-90
	犬	1%	5	<i>iv</i>	外科麻醉，需配合塞拉嗪使用 30-60/60-120
	猴	5%~10%	10	<i>im</i>	外科麻醉，需配合塞拉嗪使用 30-40/60-120
异氟烷	小鼠	诱导浓度 2%-2.5% 维持浓度 1%-2%		吸入	<p>具体使用剂量应根据动物麻醉状态及实验要求进行相应调整。</p> <p>注意事项：对呼吸系统的抑制强于氟烷，可影响通气量，其刺激性异味可引起兔诱导时屏气，但在多数其他动物未见此现象。</p>
	大鼠	诱导浓度 3%-3.5% 维持浓度 1-2.5%		吸入	
	豚鼠	0.41ml/min at 4L/min Fresh gas flow (使用浓度 2%)		吸入	
	小鼠	0.41ml/min at 4L/min Fresh gas flow (使用浓度 2%)		吸入	
	兔	0.41ml/min at 4L/min Fresh gas flow (使用浓度 2%)		吸入	
	犬	0.41ml/min at 4L/min Fresh gas flow (使用浓度 2%)		吸入	
	猪	0.41ml/min at 4L/min Fresh gas flow (使用浓度 2%)		吸入	
	猴	0.41ml/min at 4L/min Fresh gas flow (使用浓度 2%)		吸入	
乌拉坦	大鼠	20%	1000-1500	<i>ip</i>	外科麻醉 (360-480/持续)



中国药科大学动物实验中心
The Animal Experimental Center of China Pharmaceutical University

麻醉后恢复期较长，故多用于无需动物存活的研究。全程使用乌拉坦麻醉应注意给动物保温。由于具有致癌性，应避免长期接触，并可能影响肿瘤相关研究。	豚鼠	20%	1500	<i>ip</i>	外科麻醉（300-480/持续）
	地鼠	20%	1000-2000	<i>ip</i>	外科麻醉（360-480/持续）
	兔	20%	1000-2000	<i>iv</i>	外科麻醉（360-480/持续）
	犬	20%	1000	<i>iv</i>	外科麻醉（360-480/持续）
三溴乙醇（阿佛丁）	小鼠	1.2%-2.5%	125-250	<i>ip</i>	外科麻醉 10-40/60-240
	大鼠	1.2%-2.5%	125-300	<i>ip</i>	外科麻醉 10-40/60-240
MS222	鱼		25-300 mg/l	沉浸	2 分钟诱导，撤销后 5 分钟恢复

几种常用麻醉药的优缺点比较

麻醉药名称	优点	缺点
戊巴比妥钠	使用方便，价格便宜，易于储存；麻醉起效快，麻醉持续时间较长	管制药物，购买困难；注射部位刺激；镇痛效果微弱；心肺系统抑制明显，安全范围窄
氯胺酮	价格便宜，使用方便；安全范围广；镇痛效果好；对心肺系统抑制不明显	管制药物；购买困难；分离麻醉，腺体分泌增加；注射部位有一定刺激性
舒泰-50	非管制药物；使用方便；有一定的镇痛效果；对心肺系统的抑制不明显	价格较高；适用的种属范围小；麻醉时间短
阿佛丁	非管制药物；使用方便；麻醉时间短，麻醉起效快	非药品级药物，配制需要有明确规范要求（pH 值、无菌、热源控制、均一性等）；不耐储存，现配现用；心肺抑制明显；注射



中国药科大学动物实验中心
The Animal Experimental Center of China Pharmaceutical University

		部位刺激严重；安全范围窄
丙泊酚	非管制药物；体内代谢速率快	只能静脉缓慢滴注；维持麻醉的时间短；镇痛效果微弱
乌拉坦	非管制药物	非药品级药物，配制需要有明确规范要求（pH 值、无菌、热源控制、均一性等）；强致癌物；心肺系统抑制明显；麻醉剂量下，对组织器官有明显毒性，多用于实验终点麻醉
右旋美托咪啶	非管制药物，麻醉起效快；有镇痛效果；心肺系统抑制不明显	价格较高，适用的种属范围小，对大鼠可以产生良好的麻醉效果，但是对小鼠和兔的效果不明显
异氟烷	非管制药物；安全范围广；麻醉起效快，苏醒快；种属适用范围广；麻醉剂量下，肝肾毒性小；麻醉效果一致性好	需要特制的挥发罐

麻醉注意事项：

- (1) 注意保温：动物在麻醉期间体温易下降，可将动物置于加热垫或循环水恒温垫上进行保温。
- (2) 注意观察：使用麻醉剂过程中随时检查动物的反应情况，如随时观察动物的肌张力、角膜反射、呼吸频率、夹痛反射等指标，避免动物死亡。
- (3) 注意给药剂量：配制药液的浓度要适中，不可过高，以免麻醉过急造成动物死亡；也不能过低，减少注入溶液的体积。除参照推荐标准外，还应考虑个体对药物的耐受性，体重与所需剂量的关系并非绝对成正比，衰弱和过胖的动物，其单位体重所需剂量往往偏小。



(4) 动物可与正处于恢复期的同一品系动物放在一个笼具中，也可单独放在一个饲养笼内，但不要与未麻醉的动物放在一起，防止恢复期动物受伤。动物恢复期必须保温。当动物恢复正常活动时，可以与其它动物放回同一笼或一个动物房间。随后几天必须定时对动物进行观察保证不出现并发症。

吸入麻醉方式，常用麻醉药安全性高、副作用低、安全可控；相比之下非吸入麻醉如注射麻醉对呼吸、心率及血氧饱和度等指标影响较大，安全性相对较低。在实践中如果条件允许，吸入麻醉是较为理想的动物麻醉方式。

4.6.2 局部麻醉药物

局部麻醉药直接作用于局部神经组织，通过阻碍神经冲动的传导达到局部麻醉的效果。根据麻醉的部位和药物特性，可采用注射（区域阻滞麻醉、神经干/丛阻滞麻醉、局部浸润麻醉、椎管内注射麻醉）、点滴（眼）、涂抹（鼻腔）、喷雾（气管、咽喉）、灌注（尿道）等方式给药。

4.6.2.1 普鲁卡因

普鲁卡因（procaine）是无刺激的快速局部麻醉剂。毒性小，麻醉起效快，但对皮肤和黏膜穿透力较弱，需经注射给药，常用于区域阻滞麻醉、局部浸润麻醉，椎管内麻醉。注射后 1~3 分钟产生麻醉作用并维持 30~45 分钟。普鲁卡因容易从局部被吸收入血致药效丧失，故常在每 100ml 溶液中加入 0.2~0.5ml 浓度为 0.1% 的肾上腺素以延长麻醉时间（1~2 小时）。当大量普鲁卡因被吸收入机体后，表现出中枢神经系统先兴奋后抑制，这种作用可用巴比妥类药物预防。

4.6.2.2 利多卡因



穿透力和麻醉效力约比普鲁卡因强 2 倍，作用时间也相应更长，常用于表面、浸润、传导麻醉和硬膜外麻醉，多用 1%~2% 溶液作为大动物神经干阻滞麻醉，也可用 0.25%~0.5% 溶液作局部浸润麻醉。

4.6.2.3. 丁卡因

化学结构和普鲁卡因相似，但能穿透黏膜，作用迅速，局部麻醉作用比普鲁卡因强 10 倍，经机体吸收后毒性也相应增强。给药后 1~3 分钟起效，可维持 60~90 分钟。

4.7 实验动物常用止痛剂及使用方法

实验动物常用止痛剂					
止痛剂	动物种类	剂量	给药方式	效果	效果持续时间
阿司匹林	小鼠	120 mg/kg	<i>po</i>	轻微止痛	——
	大鼠	100 mg/kg	<i>po</i>	中等止痛	——
	豚鼠	87 mg/kg	<i>po</i>	轻微止痛	——
	兔	100 mg/kg	<i>po</i>	轻微止痛	不清晰
丁丙诺啡 (阿片类药物)	小鼠	0.05-0.1mg/kg	<i>sc</i>	中等止痛	8-12 H (术前半小时和术后 8 小时给予)



中国药科大学动物实验中心
The Animal Experimental Center of China Pharmaceutical University

	大鼠	0.01-0.05mg/kg	<i>sc or iv</i>	中等止痛	8-12 H (术前 1 小时和术后 20-24 小时给予)
	豚鼠	0.01-0.05 mg/kg	<i>sc or ip</i>	中等止痛	8-12 H
	兔	0.05-0.1mg/kg	<i>sc or ip</i>	中等止痛	8-12 H
	犬	0.005-0.02 mg/kg	<i>sc or ip</i>	中等止痛	8-12 H
	猪	0.01-0.05mg/kg	<i>sc or ip</i>	中等止痛	8-12 H
	猴	0.005-0.01 mg/kg	<i>im or iv</i>	中等止痛	8-12 H
卡洛芬 (非甾体抗炎药 (NSAIDs))	小鼠	5 mg/kg	<i>sc</i>	中等止痛	24 H
	大鼠	5 mg/kg	<i>sc</i>	中等止痛	24 H
	豚鼠	4 mg/kg	<i>sc</i>	中等止痛	24 H
	兔	4 mg/kg	<i>sc</i>	中等止痛	24 H
	犬	4 mg/kg	<i>sc</i>	中等止痛	24 H
	猪	2-4 mg/kg	<i>sc</i>	中等止痛	24 H
	猴	3-4 mg/kg	<i>sc</i>	中等止痛	24 H



美洛昔康 (非甾体抗炎药 (NSAIDs))	小鼠	5 mg/kg	sc	中等止痛	24 H
	大鼠	5 mg/kg	sc	中等止痛	24 H
	犬	0.2 mg/kg	sc	中等止痛	24 H
	猴	0.1-0.2 mg/kg	sc	中等止痛	24 H

注: *po*:口服; *sc*: 皮下注射; *iv*:静脉注射; *ip*:腹腔注射; *im*:肌肉注射;

使用建议:

1. 啮齿动物疼痛的手术分类示例及推荐镇痛方案

①轻度、短暂的疼痛或不适: (经皮血管导管植入术、耳槽、浅表肿瘤接种(皮下(SQ)或类似接种)、多次注射、剪尾巴(新生啮齿动物)、胚胎移植(经阴道)) 根据动物情况决定需不需要镇痛。

②轻度、持续的疼痛或不适: (剪尾(成年啮齿类动物)、皮下泵或颗粒植入术)

- 推荐动物镇痛方案
- 使用三种类型的镇痛药中的任何一种: 局部麻醉(镇痛)、阿片类药物或NSAID(卡洛芬、美洛昔康)。
- 在手术当天给予单剂量的注射镇痛药。



- 初次注射后，可以在水中给予镇痛剂。
- 根据疼痛评估根据需要提供额外的剂量。

③**中度疼痛：**（胚胎移植（手术）、卵巢切除术/睾丸切除术、尾部截肢术、颅骨切开术、小切口剖腹手术，最小器官操作）

- **推荐动物镇痛方案**
- 使用三种镇痛药中的至少两种的组合。例如，NSAID+阿片类药物或 NSAID +局部。
- 在手术当天给予单剂量的注射镇痛药。
- 手术后至少 1-2 天通过注射或镇痛在饮水中提供额外的剂量。
- 根据临床疼痛评估，根据需要提供额外或挽救性镇痛剂量。

④**剧烈疼痛：**（骨科手术、开胸术、器官移植、大剖腹手术联合器官操作、烧伤、创伤模型）

- **推荐动物镇痛方案**
- 使用所有三种类型的镇痛药。
- 在可能的情况下，通过提前开始使用 NSAID 和/或阿片类药物来预防疼痛事件。
- 提供至少 3-5 天的注射镇痛。

2.水合氯醛（Chloral Hydrate），为白色或无色透明的结晶，有刺激性气味，具有镇静、催眠和抗惊厥作用，大剂量可引起昏迷



和麻醉，麻醉过量会导致延髓呼吸中枢抑制，引起死亡。水合氯醛对心血管系统影响大，可引起严重的心律失常。目前普遍认为水合氯醛适合于催眠而非麻醉，动物手术所需麻醉剂量的水合氯醛不能提供足够的镇痛作用，还会导致显著的呼吸抑制。20%的水合氯醛具有很强的刺激性，可能会造成大鼠肠梗阻、腹膜炎以及胃溃疡等，水合氯醛对实验动物还具有致突变和致癌作用，因此不推荐存活动物实验使用水合氯醛腹腔麻醉。为保障实验动物的福利，根据我国和江苏省实验动物有关法规和标准，以及参考美国兽医学会（American Veterinary Medical Association）“动物安乐死指南”（AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals 2020 Edition）的要求，鉴于水合氯醛严重的副反应，水合氯醛也不是合适的安乐死药物。综上，动物实验中心不接受以水合氯醛作为麻醉剂的动物实验项目的动物实验审查申请。

3.由于乙醚可引起实验动物上呼吸道粘膜液体分泌增多，再通过神经反射可影响呼吸、血压和心跳活动，并且容易引起窒息，为防止乙醚挥发到环境中，对实验人员健康造成严重的影响，麻醉对容器密闭性要求较高，需要在通风的地方进行。综上，动物实验中心不接受以乙醚作为麻醉剂的动物实验项目的动物实验审查申请。