实验动物常用的麻醉剂

* **注射性麻醉剂**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 药物 | 小鼠 | 大鼠 | 豚鼠 | 兔 |
| 氯胺酮Ketamine | — | — | — | 20-60 mg/kg; IM |
| 氯胺酮 (K) +  甲苯噻嗪(X) Xylazine | 90-150mg/kg (K) +  7.5-16mg/kg (X); IP | 40-75mg/kg (K) +  5-10mg/kg (X); IP, IM | 40-75mg/kg (K) +  5-10mg/kg (X); IP | 22-50mg/kg (K) +  2.5-10 mg/kg (X); IM |
| 氯胺酮 (K) +  地西泮(D) Diazepam | — | — | — | 60-80mg/kg (K) +  5-10mg/kg (D); IM |
| 氯胺酮(K) +甲苯噻嗪(X) +乙酰丙嗪(A) Acepromazine | 60-100mg/kg (K) +  7-20mg/kg (X) +  0.6-3 mg/kg (A); IP | 30-40mg/kg (K) +  5-6mg/kg (X) +  1-2mg/kg (A); IP, IM | 61 mg/kg (K) +  7 mg/kg (X) +  0.6 mg/kg (A); IP | — |
| 戊巴比妥钠  Pentobarbital Sodium | 30-90mg/kg; IP  乳鼠: 5mg/kg | 15-40mg/kg; IP, IV | 30-60mg/kg; IP | 20-60mg/kg; IV |
| 戊硫代巴比妥Thiopental | — | — | 20-40mg/kg; IV | — |
| 异丙酚Propofol | — | — | 7.5-10 mg/kg; IV | — |
| 乌拉坦  Urethane | — | 1500mg/kg; IP, IV | 1000-1500mg/kg; IP, SQ | — |
| 三溴乙醇（阿佛丁）Tribromoethanol | 125-250mg/kg; IP | — | — | — |

注：IM：肌肉注射；IP：腹腔内注射；IV：静脉注射；SQ：皮下注射；PO

注射用麻醉剂指的是经静脉、皮下、肌肉、腹腔等途径注入产生全麻作用的药物。常用的注射用麻醉剂有戊巴比妥钠、硫喷妥钠、地西泮、氯胺酮等。

1. 氯胺酮(Ketamine)

氯胺酮广泛应用于所有动物物种的麻醉，还具有镇痛作用。然而**氯胺酮不适合单独作为手术麻醉药物**，常与其 它麻醉剂联合使用。氯胺酮与 α⁃2⁃肾上腺素能激动剂（甲苯噻嗪）联合使用，可增加镇静和镇痛作用。 与苯二氮平类药物（地西泮）联用可缓解肌肉僵硬症状。使用阿托品可以预防使用氯胺酮导致的唾液分泌物增加和心律失常。

1. 戊巴比妥钠（Pentobarbital Sodium）

属于中效巴比妥类镇静催眠药（3-6小时），随用量的增加逐渐产生镇静、催眠和抗惊厥作用，大剂量使用时可产生麻醉作用。对呼吸中枢有较强的抑制作用，安全范围较小，麻醉过量易导致动物死亡。

以戊巴比妥钠（50 mg / kg, IP）麻醉小鼠时，有足够的镇静作用，但是镇痛效果差。而如果增加麻醉剂量（70 mg / kg, IP）虽可以提供足够的镇痛作用，但是与之相关的死亡率风险和血流动力学不稳定性增加。 因此，巴比妥类药物通常只适合终末阶段大剂量使用并且不准用于疼痛控制，除非和阿片类或非甾体类抗炎药共同使用。

1. 水合氯醛(Chloral Hydrate)

水合氯醛是一种催眠药、抗惊厥药，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。 较大剂量有抗惊厥作用，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，**因此不推荐存活动物实验使用水合氯醛腹腔麻醉**。 水合氯醛对实验动物还具有致突变和致癌作用。根据美国兽医学会“ 动物安乐死 指南” ( AVMA Guidelines for the Euthanasia of Ani⁃ mals: 2013 Edition)，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。 麻醉学杂志 (Anesthesiology)在 2009 年就明确表示将竭力关注 动物保护问题，并且不再发表使用水合氯醛进行麻醉或安乐死的文章。

1. 乌拉坦（Urethane / Ethyl Carbamate）

乌拉坦即氨基甲酸乙酯，通过抑制乙酰胆碱酶的活性，造成乙酰胆碱累积干扰正常神经传导而发挥麻醉作用。 乌拉坦作用持久，麻醉平稳，对实验动物生理变化影响较小，但副作用包括具有致癌、骨髓抑制作用等，仅可用于非存活实验中，而且实验人员使用时需注意：处理乌拉坦的结晶或粉末时，需戴口罩、防护眼镜和手套，防止吸入和接触皮肤，并且应戴手套处理乌拉坦麻醉动物的血液或血清。

* **吸入性麻醉剂**

吸入性麻醉剂作用迅速、恢复快。对大多数动物的麻醉深度的可控性和麻醉作用稳定是其优点。该类麻醉剂需要专门的设备，并持续监测动物状态。常用的吸入性麻醉剂包括氟烷（halothane）, 异氟烷（isoflurane）, 七氟烷（sevoflurane）等。

1. 乙醚(Diethyl ether)

乙醚具有易燃易爆性，曾是广泛使用的麻醉剂和动物安乐死药物，被吸收后会广泛抑制中枢神经系统，为高度易挥发性液体，对呼吸系统有刺激性，可增加呼吸道分泌物。 乙醚麻醉过深，可抑制呼吸中枢导致动物死亡。 由于其对实验动物的造成有害作用及可能造成的人员操作危险等原因，**目前已不推荐使用**。

1. 七氟烷(Sevoflurane)

七氟烷为无色透明、芳香无刺激的液体，对呼吸系统刺激小，不易燃易爆，也不与金属发生反应。七氟烷血气分配系数低，诱导期短，麻醉维持期平稳，苏醒快，是一种较为理想的吸入麻醉剂。 七氟烷对心血管影响小，且未见明显的肝损伤，有良好的肌松作用，随着麻醉的加深会加重呼吸抑制。

1. 异氟烷(isoflurane)

异氟烷是目前广泛使用的吸入麻醉药，是无色透明的液体，不易燃烧，化学性质稳定，诱导、恢复和麻醉快速，吸入后 80% 以上以原形随呼气排出， 体内代谢少，因此，对药物代谢和毒理学实验的干扰小。 麻醉时有一定的肌松作用，不影响心肌收缩力，对肝、肾、脑也无不良影响。 深麻醉时，能引起呼吸抑制。

* **局部麻醉药**

局部麻醉药能局部阻断神经传导，而不破坏神经组织。实验中使用的局部麻醉药有酯类和酰胺类。酯类局麻药包括普鲁卡因、氯普鲁卡因等，酯类局麻药在血浆中水解，其代谢产物对氨基苯甲酸可引起过敏反应；酰胺类局麻药有利多卡因、布比卡因等，酰胺类局麻药在肝脏内水解。

1)  普鲁卡因（Procaine）：短效局麻药，起效时间1-3分钟，时效约50分钟

2)  利多卡因（Lidocaine）：中效局麻药，推荐浸润浓度为0.5% - 2%，小鼠最大剂量为17.5mg/kg。起效时间1-5分钟，时效1-1.5小时。扩散和穿透力较强。

更多有关实验动物麻醉剂使用的知识请参阅：

李丹，郭玉莹，邓昊，高珊，徐士欣. 实验动物麻醉剂使用的福利伦理问题研究进展[J]. 中国比较医学杂志, 2017, 27(9):87-91. (https://www.lascn.com/UploadFiles/2017/9/201709270714008661.pdf)