

# 啮齿类动物二氧化碳安乐死指南（NIH 2020）

## Guidelines for Euthanasia of Rodents Using Carbon Dioxide (NIH 2020)

刘晓宇 翻译 卢选成 审校

原文链接:

[https://oacu.oir.nih.gov/system/files/media/file/2021-06/b5\\_euthanasia\\_of\\_rodents\\_using\\_carbon\\_dioxide.pdf](https://oacu.oir.nih.gov/system/files/media/file/2021-06/b5_euthanasia_of_rodents_using_carbon_dioxide.pdf)

在美国国立卫生研究院（National Institutes of Health, NIH）指南中，二氧化碳安乐死方法是安乐死小型动物（包括小鼠、大鼠、豚鼠及仓鼠）的主要方法。虽然使用二氧化碳安乐死通常是可接受的，但前提是必须符合美国兽医协会（AVMA）《动物安乐死指南》（以下简称指南）中的要求。动物安乐死方法必须符合实验研究的目的，且动物的种属、日龄及相关福利要求必须符合最新的指南要求，除非其科学合理性已通过 IACUC 的批准。

二氧化碳安乐死应尽可能保证动物迅速并无痛苦的死亡，以下方面需要考虑：

1. 啮齿类动物安乐死操作须由专业人员经过培训后进行，且使用专业设备和药剂。
2. 不同种属的动物禁止同时实施安乐死。
3. 应尽可能在原笼实施安乐死。另一种可接受的通常做法是将动物放入同一笼盒后进行安乐死。此时，须避免动物过度的拥挤。放入同一笼盒的动物在立即实施安乐死之前，应保证每只动物在笼中都有空间完成正常姿势调整。
4. 实施安乐死不应在动物原饲养间进行。
5. 安乐死时所使用的笼盒应能易于操作者观察动物。
6. 瓶装压缩二氧化碳气体为唯一推荐使用的气体来源，并且其气体流量必须可以控制。禁止使用干冰作为 CO<sub>2</sub> 来源或预填充 CO<sub>2</sub> 安乐死容器。USP A 级（医用）或 B 级（工业）的钢瓶都是可接受的，其二氧化碳纯度可达到 99 % 以上。
7. 动物放置于安乐死笼盒前，笼盒不允许预先填充气体。而应按照 30%~70% 容器体积/分钟的 CO<sub>2</sub> 置换率，以均衡的速度充入 CO<sub>2</sub>，从而使动物快速的失去意识，将其痛苦程度尽可能降至最低。

- a. 如：对于 10 升体积的安乐死笼盒来说，流速应控制在 3~7 升/分钟。
- b. 本文附件 1 所附公式可用于计算基于笼盒尺寸的适合的流速。
8. 安乐死进行期间，动物应在 2~3 分钟之内失去意识。应持续观察每只动物的呼吸状况及眼睛的颜色。所有动物停止呼吸后需至少再通入 1 分钟 CO<sub>2</sub>。同时观察到动物呼吸停止、眼睛失去颜色，才可取出动物；否则应将动物继续暴露在 CO<sub>2</sub> 环境中。如安乐死实施时，开始充 CO<sub>2</sub> 气体 2~3 分钟后动物还未失去意识，则应检查流速，并对安乐死笼盒及整个管路进行检查，查看 CO<sub>2</sub> 气体是否正常供给或是否有泄露。适当的 CO<sub>2</sub> 浓度及暴露时间可以防止动物恢复意识。
9. 安乐死操作完成后，必须通过另一种适当的方法确认动物死亡，如心跳停止、呼吸停止、动物僵硬以及瞳孔散大等，该步骤在二氧化碳安乐死操作中非常重要。如动物没有死亡，必须使用另一种方法对其进行安乐死，如断头、打开胸腔造成两侧气胸或脱颈。
10. 如不能在原笼中安乐死，应保证二氧化碳安乐死笼盒是洁净的，即再次使用之前应彻底转移已死亡动物，并清除杂物及安乐死过程中动物释放的信息素。针对每批安乐死的动物，更换新笼盒也是可行的方法。
11. 新生动物（10 日龄以内）对 CO<sub>2</sub> 形成的缺氧环境具有一定程度的抵抗力，其安乐死参考《美国兽医协会（AVMA）实验动物安乐死指南》（2020 版）。
12. 早熟性动物中的年轻动物，如豚鼠，应按照成年动物执行。

#### 附件 1 啮齿类动物二氧化碳安乐死：气体流速计算

NIH ARAC 啮齿类动物二氧化碳安乐死指南规定，啮齿动物实施安乐死时要将 CO<sub>2</sub> 流速控制在保障笼盒 CO<sub>2</sub> 置换率为 30%~70% 容器体积/分钟。下面举例说明如何计算笼盒体积、最大和最小置换率下的气体流速。

#### 公式：

$$\frac{\text{安乐死笼盒高} \times \text{宽} \times \text{长（英寸）}}{61 \text{ 平方英寸/升}} = \text{笼盒体积（升）}$$

笼盒体积（升）×置换率=流速（升/分）

**举例：**

**第一步：计算笼盒体积**

$$\frac{8\text{''高} \times 10.5\text{''宽} \times 10\text{''长}}{61 \text{ 平方英寸/升}} = 13.77 \text{ 升}$$

**第二步：计算 30% 置换率时 CO<sub>2</sub> 流速**

$$13.77 \text{ 升} \times 0.3 = 4.13 \text{ 升/分钟}$$

**第三步：计算 70% 置换率时 CO<sub>2</sub> 流速**

$$13.77 \text{ 升} \times 0.7 = 9.63 \text{ 升/分钟}$$