**脊椎動物適用及禁用之麻醉及安樂死方法**

**一、前言**

動物安樂死的目的是以人道的方式使動物死亡，它以最低程度的疼痛、最短的時間使動物失去知覺和痛覺。在2000 Report of the AVMA Panel on Euthanasia 中詳細介紹了動物安樂死的各種方法和優缺點，本文僅對脊椎動物於科學、教學及試驗應用範圍內提供建議方法。

**（一）以安樂死作為解除疼痛的選擇**

如無法以其他方式解除動物的疼痛(pain)或窘迫(distress)時，建議施予安樂死。在科學研究中，如動物的死亡是可預期或必然的實驗結果，則研究者應依據病理、生理或行為面詳加敘述動物實驗的終點(end points)，除非安樂死確實影響實驗結果，否則應在動物呈現垂死、死後組織自體溶解、或死後被籠內其他同類相食前以人道的方式解決。安樂死不但可以解決動物遭受嚴重疼痛，並可透過完整的屍體解剖更近一步了解動物的狀態，有助於實驗之進行。

**（二）執行安樂死的時機**

一般而言選擇安樂死的考量因素有：動物體重下降、消瘦、成長期動物未增重、無法有效控制的疼痛、過度的腫瘤增長或腹水產生、持續性的自殘行為、疾病造成的全身性脫毛、因實驗因素無法治療的長期下痢、嚴重呼吸道感染、持續性的倦怠伴隨粗造的皮毛、拱背、腹圍擴大、四肢無法行走、嚴重貧血、黃疸、異常的中樞神經反應(抽蓄、顫抖、癱瘓、歪頭等)、無法控制的出血現象、排尿異常(無尿、多尿等)、影響進食飲水的病症、傳染性疾病末期、嚴重低溫、明顯的功能損傷、動物遭受長期窘迫時的行為及生理現象等。

各機構的動物實驗管理委員(IACUCs)、研究人員、獸醫師、研究部門主管應對實驗動物的終點(end points)、以及何時執行動物安樂死等方面共同擬定該機構之政策。

**（三）安樂死：技術以及對執行者的衝擊**

由於動物失去知覺與死亡的時間點不盡相同，且有些如靜脈注射或斷頭等方法需較高的技巧，難以由未接受訓練的人員立刻操作、或者決定動物是否遭受疼痛或失去知覺。各機構的動物實驗管理委員(IACUCs)與獸醫師應建立人員訓練計畫，使人員學習正確的安樂死技術、了解動物安樂死的目的，並安排人員間的相互討論，以舒解可能的心理緊迫。

**（四）避免造成其他動物的恐懼感**

窘迫的叫聲、恐懼的行為、驚嚇動物的費洛蒙氣味等，皆引起其他動物的焦慮和不安，這些因素會影響存活動物的身心平衡與福祉，干擾實驗結果。因此，動物安樂死時，最好選擇遠離同種動物的非公開場所來執行。

**（五）輔助執行安樂死**

動物安樂死首要考量為解除動物的疼痛與窘迫，因此面對神經質或難以駕御的動物，可先給予鎮定劑或止痛劑等藥物，以便降低動物的緊迫與恐懼。

**（六）確認死亡**

確認動物是否死亡是非常重要的事項。執行安樂死後人員需檢查動物的心跳是否完全停止。停止呼吸不能作為判斷死亡的依據，動物往往先停止呼吸，數分鐘之後才停止心跳，尤其是使用二氧化碳進行安樂死時，需特別注意。

**二、選擇安樂死的藥物與方法**

動物安樂死的方法取決於品種，大小，溫馴度，興奮度，對疼痛、窘迫、疾病的感受性，保定方法，實驗是否需組織採樣及其他因素。適當的物理性保定不僅可減低動物的恐懼、焦慮及疼痛，並可保障操作人員的安全。另外，人員的技術、動物的數量亦為安樂死程序是否順利完成的重要因素。

選擇安樂死藥物與方法的準則：

* 使動物無疼痛、窘迫、焦慮、不安的失去知覺至死亡的能力
* 失去知覺至死亡花費的時間
* 可靠性
* 對操作人員的安全性
* 不可逆性
* 對操作和觀察人員的情緒影響
* 對其後的評估、檢驗、組織應用的適合性
* 對品種、年齡、健康狀況的適合性
* 價格與可利用性
* 效能與操作方便性
* 對環境的衝擊
* 人濫用藥物的潛在性

安樂死的藥物與方法有三類：吸入性藥劑、非吸入性(化學性)藥劑、物理性方法。安樂死時最好先抑制動物的中樞神經而使其失去知覺，解除疼痛感。因此，首選為使用過量的化學性麻醉藥劑。動物一旦被施予深度麻醉，之後使用的安樂死方法選擇性較多，也較人道。如因科學研究所需無法使用麻醉劑，則使用物理性安樂死方法。

**（一）吸入性藥劑**

常見藥物如乙醚、halothane、methoxyflurane、isoflurane、enflurane、氮氣、一氧化碳、二氧化碳等麻醉藥劑。通常藉由氣麻機或可透視的密閉容器執行體重低於7公斤的小型哺乳動物與鳥類安樂死，由於仔獸對缺氧狀態耐受性高，吸入藥劑的時間需延長3-5倍，亦可配合其他方法共同進行。

大部分的吸入性藥劑對人體有害，因此需在通風良好場所執行。乙醚具有易燃、易爆的性質，通常不建議使用。如因特殊需求而使用乙醚進行動物安樂死，則全程需在抽氣櫃內操作，動物屍體需置於防爆冰櫃內。氯仿對人具有肝毒性和致癌性，一氧化碳對人員有害，因此不建議使用。

二氧化碳是實驗動物常用的吸入性安樂死藥劑，吸入40％二氧化碳時很快達到麻醉效果，而長時間持續吸入時可導致動物死亡。它容易使用、價格便宜、無易燃易爆性、無異味，在通風良好的場所使用時較其他藥劑更安全。利用高壓桶裝的二氧化碳，使用時先將適量二氧化碳灌入安樂死箱底部，再放入動物，之後再緩慢持續加入二氧化碳，可減低動物死亡前的焦慮。動物停止呼吸後至少在箱內停留5-6分鐘，檢查動物確實死亡，之後再移除動物。每次操作時注意安樂死箱內勿過度擁擠，並且使用透視性佳的箱子，以便易於確認動物死亡。

**（二）非吸入性藥劑**

多數為注射性藥物，此類藥劑有多種投與方法，但是靜脈注射是最佳選擇。如需給予心臟注射，需先學習相關技術，否則如因操作不當而使藥物洩漏至胸腔或肺臟時，會導致動物痛苦、並延長死亡時間，因此只有在動物已呈現垂死、休克、或深度麻醉中才給予心臟注射。腹腔注射需使用較高劑量的藥物，而且可能使動物死亡時間延長及死前掙扎。

巴比妥鹽及其衍生物是動物安樂死的首選藥物。它人道、安全、正確投藥時效果迅速，靜脈注射時可使動物安詳的沉睡至死。巴比妥鹽及其衍生物中sodium pentobarbital 的效果最佳，目前廣泛使用於大部分動物的安樂死。使用此類藥劑的缺點為必需每隻動物個別保定後投予，且操作人員須具有動物靜脈注射技術，由於可能造成人類濫用，此類藥劑需經管制藥品管理局申請核准後取得及使用。對於難以駕御或過度神經質的動物，須先給予適當的鎮定後注射。經藥物鎮定後的動物由於循環及心跳變慢，對於pentobarbital藥物注射後的反應時間比直接投藥來的慢，需特別注意。

深度麻醉中的動物可利用快速靜脈注射KCl（2mmol/ kg）來完成安樂死，但未麻醉動物禁止直接注射KCl。

其他如KetamineHCl、xylazine、opiods等注射性藥物，雖然高劑量注射時亦可使動物死亡，但由於死亡前動物常呈現疼痛及抽蓄現象，因此建議僅使用於動物的一般性保定、鎮定、止痛及麻醉，勿做為動物安樂死用藥劑。

**（三）物理性方法**

包括頸椎脫臼、斷頭、放血、槍擊、電擊等。物理性安樂死法在下列三種情形下評估使用：其解剖性狀適合使用此法的小型脊椎動物；大型農場動物；其他安樂死方法會影響實驗結果時。有些人抗拒並排斥物理性方法，但是只要在良好的技巧與適當的工具配合下，它能迅速使動物解除疼痛並死亡。如未受過訓練的人冒然實施物理性方法，不僅易造成人員受傷，更可能使動物未完全死亡而導致極大的痛苦。有些物理性方法，如電擊等，則需配合使用第二種方法(如放血)或重複電擊來完成安樂死。所有操作人員需接受完整的技術訓練，並以屍體多次練習後才正式執行。

頸椎脫臼法常使用於體重低於200公克的囓齒類動物、禽類、以及體重低於1公斤的仔兔。透過正確的訓練技巧，人員可迅速將動物的頸椎與脊椎脫離，使動物死亡。除非有特殊實驗需求，執行頸椎脫臼前動物應先給予鎮定或吸入二氧化碳，以減低動物的窘迫。對於小型囓齒類動物，利用桿子或拇指食指壓住頭頸部，用另一隻手抓住尾巴，迅速用力向後拉扯後驅，使頸椎脫離頭顱；對於禽類，雙手抓取脖子扭斷；對於仔兔，一手抓頭，另一手抓後肢，將身體迅速拉長，使頸椎脫離頭顱。

因實驗需求無法使用化學性藥劑或二氧化碳實施安樂死時，可利用斷頭台（guillotine）砍斷小型囓齒類動物或仔兔的頭頸部。實施此法易造成人員的不適，亦較具危險性，因此需接受完整的技術訓練。人員需溫柔穩固的保定動物，快速地利用斷頭台將頭頸連接處砍斷。注意需隨時保持斷頭台刀片的銳利度，並在每次使用後徹底清洗殘留的血跡和氣味。

如因實驗所需採集動物的全身血液或放血，動物需先麻醉或失去知覺後執行。

**三、適用之安樂死方法**

**（一）一般常用脊椎動物**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **安樂死法** | 小於 125 g囓齒動物 | 125 g~ 1 kg囓齒動物/兔 | 1 kg~ 5 kg囓齒動物/兔 | 狗 | 貓 | 非人類 靈長類 | 反芻動物.馬.豬. |
| **二氧化碳** | ○ | ○ | ○ | × | × | × | × |
| **Barbiturate注射液, 靜脈注射 （麻醉劑量的3倍劑量）** | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| **Barbiturate注射液, 腹腔注射（麻醉劑量的3倍劑量）** | ○ | ○ | ○ | × | ○ | × | ○ |
| **先麻醉，之後採血(放血)致死** | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| **先麻醉，之後靜脈注射KCl****(1-2 meq/kg)** | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| **先麻醉，之後斷頭** | ○ | ○ | △ | × | × | × | × |
| **先麻醉，之後頸椎脫臼** | ○ | ○ | × | × | × | × | × |
| **動物清醒中直接斷頭** | △ | △ | △ | × | × | × | × |
| **動物清醒中直接頸椎脫臼** | △ | × | × | × | × | × | × |
| **乙醚** | △ | × | × | × | × | × | × |
| **電昏後放血致死** | × | × | × | × | × | × | ○ |

說明：

1. ○：建議使用的方法； ×：不得使用的方法； △：一般情況不推薦使用，除非實驗需要（需說明於動物實驗申請表，由IACUC審核通過後使用）。

2. Barbiturate 巴比妥鹽類注射劑屬管制藥品，需事先洽行政院管制藥品管理局申請核可後購買使用。 Ketamine不得作為Barbiturate巴比妥鹽的替代品注射於動物安樂死。

3. 出生仔鼠對二氧化碳（缺氧）耐受性高，建議安樂死方法為將仔鼠裝入塑膠袋，灌滿二氧化碳，綁緊塑膠袋，置入-15℃冰櫃內。

**（二）其他脊椎動物：**

|  |  |
| --- | --- |
| 魚 類 | Barbiturate注射液，靜脈注射**（**麻醉劑量的3倍劑量**）**吸入性麻醉藥二氧化碳TMSMS222(肉用魚類不得使用TMS和MS222)Benzocaine HCl脊髓穿刺砍頭冷凍法（1隻1公斤以下者得採用冷凍法） |
| 兩 棲 類 | Barbiturate注射液，靜脈注射**（**麻醉劑量的3倍劑量**）**Barbiturate注射液，腹腔注射**（**麻醉劑量的3倍劑量**）**吸入性麻醉藥(部分兩棲類會憋氣，須注意)二氧化碳TMSMS222(肉用兩棲類不得使用TMS和MS222)Benzocaine HCl脊髓穿刺砍頭 |
| 爬 蟲 類 | Barbiturate注射液，靜脈注射**（**麻醉劑量的3倍劑量**）**Barbiturate注射液，腹腔注射**（**麻醉劑量的3倍劑量**）** 吸入性麻醉藥(部分爬蟲類會憋氣，須注意)二氧化碳腦部近距離射擊砍頭 |
| 鳥 類 | Barbiturate注射液，靜脈注射**（**麻醉劑量的3倍劑量**）**Barbiturate注射液，腹腔注射**（**麻醉劑量的3倍劑量**）** 吸入性麻醉藥二氧化碳麻醉後頸椎脫臼腦部近距離射擊 |
| 野生動物 | Barbiturate注射液，靜脈注射**（**麻醉劑量的3倍劑量**）**Barbiturate注射液，腹腔注射**（**麻醉劑量的3倍劑量**）** 吸入性麻醉藥二氧化碳麻醉後靜脈注射KCl腦部近距離射擊 |

**（三）巴比妥鹽類(Barbiturate)之安樂死劑量(mg/kg):**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Species 種別 | 靜脈注射(mg/kg) | 腹腔注射(mg/kg) |
| 小鼠(Mouse)  | 150 | 150 |
| 大鼠(Rat) | 150 | 150 |
| 兔(Rabbit) | 100 | 150 |
| 天竺鼠(Guinea Pig) | 120 | 150 |
| 倉鼠(Hamster) | 150 | 150 |
| 綿羊(Sheep) | 90 |  |
| 山羊(Goat) | 90 |  |
| 家禽(Chicken) | 150 | 150 |
| 貓(Cat) | 80 | 80 |
| 狗(Dog) | 80 | 80 |
| 豬(Swine) | 90 |  |
| 貂類(Ferret) | 120 | 120 |
| 小型袋鼠(Opossum) |  |  |
| 靈長類(Primate) | 80 |  |

註1：一般動物以麻醉劑量的3倍劑量為安樂死劑量

註2：資料取材自

（1）2000 Report of the AVMV Panel on Euthanasia。

（2）<http://www.ahc.umn.edu>。

（3）http://research.uiowa.edu/animal/?get=euthanasia

**附錄1 二氧化碳動物安樂死法：**

（1）放入動物前，先灌注CO2 於壓克力箱（或PC盒）內20-30秒.關閉CO2 .放入動物。

（2）再灌注CO2 於箱內約1-5 分鐘(兔子需較久時間)，確定動物不動、不呼吸、瞳孔放大.關閉CO2 .再觀察2分鐘，確定死亡。

（3）動物屍體以不透明感染性物質專用塑膠袋包裝、儲藏至冷凍櫃後依法焚燒處理。

  

**附錄2 乙醚動物安樂死法:**

（1）乙醚為易揮發,易燃,易爆炸, 具致癌性,有眼鼻刺激性之危險物品, 其保存及使用皆應有適當之場所設備及標準操作程序或指示方法 (如防燃之安全抽風櫃, 密閉容器等) 。

（2）施行於少量,小型實驗動物 (如大鼠,小鼠等) 為可以接受之安樂死方法 。

（3）動物屍體之處理仍有安全顧慮,置放於冰箱冰櫃焚化器中皆應特別注意 (動物屍體應於安全抽風櫃中暴露至少30分鐘,確認死亡後再置於密封之塑膠袋中;動物屍體應儘快清除,不宜置放過久) 。

（4）乙醚易溶於血中,其引發之安樂死較為耗時。

**四、脊椎動物禁止使用之死亡方法**

|  |  |
| --- | --- |
| 方 法 | 說 明 |
| 空氣注射 | 此法導致動物痙攣、角弓反張和哀叫 |
| 打爛頭部 | 大多數動物皆不被接受 |
| 燒死 | 化學式或加熱燒死大多數動物皆不被接受 |
| Chloral hydrate | 狗、貓以及小型哺乳動物皆不得使用 |
| 氯仿Chloroform | 具有肝毒性且可能有致癌性，有害於人 |
| 氰化物Cyanide | 極有害於人 |
| 減壓法Decompression | (1) 導致動物痛苦、垂死時間拉長(2) 年幼動物耐缺氧狀態，因此需較長時間才能達呼吸停止(3) 偶發動物甦醒的意外狀況(4) 會導致動物出血、嘔吐、痙攣、排尿或排便等現象 |
| 溺斃 | 溺斃不是安樂死的方法，亦不人道 |
| 放血(採血)致死 | 大量失血導致動物焦慮及暴躁，放血(採血)致死僅適用於動物已鎮靜、暈倒或麻醉 |
| 福馬林 | 直接將動物浸泡於福馬林，是非常不人道的方法 |
| 家庭用產品或溶劑 | 丙酮類(如去光水), 四級元素(如CCl4 )、瀉劑、丁香油、四級胺類產品、胃藥、、等，皆不得使用 |
| 低溫致死 | 此法不適用於動物安樂死 |
| 神經肌肉阻斷劑 | 如尼古丁、硫酸鎂、KCl、以及其他curariform類南美箭毒製劑。此類藥物單獨使用時，皆造成動物呼吸抑制(暫停)後才失去意識，因此動物在無法動彈後亦遭受一段時間的痛苦和壓迫。 |
| 快速冷凍 | 此法不人道，如因實驗所需選用此法，動物需先深度麻醉 |
| 馬錢子素(番木虌鹼)Strychnine | 此藥劑造成動物的劇烈痙攣和痛苦的肌肉抽續 |
| 打暈 | 此法不是動物安樂死法 |
| Tricaine | methane sulfonate (TMS, MS 222)，食用動物勿用此藥劑 |

資料來源：669 Report of the AVMA Panel on Euthanasia JAVMA, Vol 218, No. 5, March 1, 2001