

國立臺灣海洋大學生命科學院實驗動物照護及使用委員會 實驗動物疼痛評估標準、人道終止點、麻醉及安樂死方法

中華民國109年3月26日實驗動物照護及使用委員會通過

一、目的

為了使實驗動物產生最少痛苦及傷害，國立臺灣海洋大學生命科學院實驗動物照護及使用委員會特依據動物保護法第三章第十五條及農業委員會107年6月22日「實驗動物照護及使用指引」訂定相關規範，以便研究人員在操作時盡可能避免或減輕相關操作對動物造成的疼痛與痛苦。

二、疼痛評估標準

在1985年，由 Moron & Griffiths 建立了一套可作為依據的評估方法，此種方法用了5種資料來評估動物於實驗中所可能遭受的疼痛狀況，包含有：體重、外觀、臨床症狀、先天性的行為及對刺激的反應等。

（一）動物疼痛症狀通則：

1. 陸生動物疼痛常見症狀：

- 不清理皮毛（皮毛粗糙無光澤）。
- 食物及水分攝取量下降、尿液及糞便量減少。
- 對人類觸碰的物理性反應異常（退縮、跛行、異常攻擊性、尖叫、夾緊腹部、脈搏和呼吸次數上升）。
- 體重下降（原體重之 20-25%）、生長停滯（增重遲緩）、或體質改變（惡病質 achexia）。
- 脫水。
- 體溫異常（上升或下降）。
- 脈搏和呼吸異常（上升或下降）。
- 磨牙（常見於兔子及大型經濟動物）、流汗（馬）。
- 自我攻擊、自我傷害疼痛部位。
- 疼痛部位之炎症反應。
- 懼光。
- 嘔吐或下痢。
- 器官衰竭之具體證據（血液生化、超音波、生檢、肉眼病變等）。

2. 魚類疼痛時常見之症狀：

魚類的疼痛可以由觀察牠們的行動改變及生理的反應來察覺，不同種的魚類對相同的疼痛刺激之反應也可能不同，以下的敘述主要根據斑馬魚、鱒魚、鯉魚及鮭魚等的研究。

- 游動/活動減慢（鱒魚、斑馬魚、鯉魚、鮭魚等大多數的魚類）。
- 拒食（鱒魚、鮭魚）。
- 鰓的通氣量上升許多、鰓蓋加速活動（鱒魚、斑馬魚）。
- 血液中 cortisol 量增加（鱒魚、斑馬魚）。
- 尾部異常擺動（tail beating）（斑馬魚）。
- 在底部來回滾動（鯉魚、彩虹鱒魚）。
- 摩擦疼痛部位（彩虹鱒魚、金魚）。
- 游動時出現各種保護性的動作如防禦、照護、摩擦或用嘴輕觸傷部等（鱒魚、斑馬魚、鯉魚、鮭魚、金魚等大多數的魚類）。

(二) 各種實驗可能造成的動物疼痛、緊迫及臨床症狀分類：

1. 陸生動物：

疼痛及緊迫分類	動物操作	臨床症狀
B.不引起不適或緊迫	僅單純養於人為的飼育環境，無實驗進行	無不良反應
C.極小的不適或緊迫，不需藥緩解	1.注射（靜脈.皮下.肌肉.腹腔）、口服 2.採血（不包含眼窩採血等動物需鎮靜之方法） 3.短時間禁食或禁水 4.完整的麻醉 5.被核准的安樂死方法	無不良反應
D1.短時間的輕微緊迫或疼痛，需給予適當的藥物緩解	1.麻醉中插管 2.全身麻醉下進行次要存活性手術 3.全身麻醉下進行非存活性手術 4.暴露於不致命性的藥物或化學物下，未對動物造成顯著的物理性變化	動物應無自殘、食慾不振、脫水及過動現象，但休息或睡眠時間增加，喊叫次數增加，攻擊性/防禦性行為增加，或社會化行為退縮及自我孤立
D2.中等至嚴重程度的緊迫或疼痛，需給予適當的藥物緩解	1.在全身麻醉下進行主要存活性手術 2.長時間的物理性保定 3.誘導行為上的緊迫，如：剝奪母親照顧、侵略性行為、掠奪者/誘餌之相互作用 4.誘導解剖學或物理學異常造成的疼痛或緊迫輻射性病痛 5.藥物或化學物損害動物體的生理系統	1.行為異常 2.不整理皮毛 3.脫水 4.不正常的喊叫 5.長時間的食慾不振 6.循環系統之瓦解 7.極度倦怠或不願移動 8.中等至嚴重程度的局部或全身性感染
E.對神智清醒、未麻醉的動物,造成劇烈疼痛且接近或超過疼痛極限，無法以藥物或其他方式緩解（這些	1.毒性試驗、微生物試驗或腫瘤試驗於不做治療下導致動物重病或瀕死 2.使用藥物或化學物嚴重損害動物生理系統而造成動物死亡、劇烈疼痛或極度緊迫	1.自我孤立 2.社會化行為嚴重退縮 3.休息或睡眠增加 4.嚴重的食慾不振 5.動物外表的顯著改變

實驗需經 IACUC 及獸醫人員謹慎監督)	3.未麻醉情形下使用麻痺或肌肉鬆弛劑 4.燒燙傷或大規模皮膚創傷 5.任何會造成接近疼痛閾值且無法以止痛劑解除該疼痛的操作步驟(如:關節炎模式、眼睛/皮膚刺激性試驗、強烈炎症反應模式、視覺剝奪、電擊/加熱試驗...等) 6.未經 IACUC 核准的安樂死方法	6.極度倦怠 7.垂死
-----------------------	--	----------------

2.水生動物-魚類：

疼痛及緊迫分類	動物操作	臨床症狀
B.不引起不適或緊迫	僅單純養於人為的飼育環境，無實驗進行	無不良反應
C.不引起不適或緊迫	僅單純撈取及放回、飼育、交配、產蛋等及早期的胚胎研究(<7dpf)	無不良反應
D.極小的不適或緊迫，需事先用藥麻醉或緩解措施	1.剪魚鰭 2.尾鰭植入標示用的 chip、tag、elastomer 或上色 3.人工取出魚卵/精子 4.各種手術包括(眼窩注射注射、腹腔注射、括取鱗片、皮膚及鰓做病理檢查等) 5.其他需要手術後恢復及暫時特殊照料的實驗步驟	可能導致輕微出血，但無不良反應、半天內就能恢復的手術
E.中等至嚴重程度的緊迫或疼痛，需事先麻醉並給予適當的後續處理	1.化學性誘變處理(如 ENU 處理) 2.切除/凍傷小部分心臟	需要較長時間的恢復的手術並可能導致魚隻不適甚至死亡

參考資料：附錄1 列出常用實驗動物的疼痛程度評估、附錄2 進行疼痛程度評估及止痛計畫。

三、人道終止點評估

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止點(end points)，在動物呈現痛苦、垂死、死後組織自體溶解、或死後被籠內其他同類啃食前，以人道的方式解決。

除了實驗動物照護及使用委員會(IACUC)已審查同意之情形(如：實驗引起之預期症狀且能使動物痛苦程度減至最低)所有實驗中或未實驗的動物只要符合下列任一項情況時，即需將動物安樂死。

1. 體重下降：失去原體重的25% (包括成長期動物停止增重)，或呈現惡病質(cachexia)或消耗性症候時。非生長期動物體重減輕可依據動物剛進動物房之體重或平均年齡體重為依據；生長期之動物體重或許不會下降，但若無法正常增重，仍應判為體重減輕。
2. 食慾不振：小型齧齒類動物24小時完全不進食，中大型動物5天完全不進食；小型齧齒類動物3天食慾減退(攝取量低於正常量的50%)，中大型動物7天食慾減退。
3. 虛弱/垂死狀態：動物在沒有麻醉或鎮靜的狀態下明顯虛弱，長達24小時無法站立或極度勉強才可站立時，或對外界刺激幾乎沒有反應，體溫下降。

4. 感染：無論是明顯可知或因體溫升高白血球數目增加而判斷為感染所致，且在抗生素治療無效並伴隨動物全身性不適症候出現時。
5. 出現器官嚴重喪失功能的臨床症候且治療無效或經獸醫師判斷預後不佳時：
 - (1) 呼吸系統：呼吸困難、發紺。
 - (2) 心血管系統：大失血、已給予一次輸液治療後仍貧血（PCV 低於 20%）。
 - (3) 消化系統：嚴重嘔吐或下痢，消化道阻塞，套疊，腹膜炎，內臟摘除手術。
 - (4) 泌尿道系統：腎衰竭（BUN, creatinine, uroperitoneum 的提升）。
 - (5) 神經系統：中樞神經抑制、震顫、癱瘓（其中任一四肢）、對止痛劑治療無效之疼痛。
 - (6) 肌肉骨骼系統：肌肉受損或骨折使肢體喪失功能（實驗預期發生並通過 IACUC 審核除外）。
 - (7) 皮膚：無法治癒之傷口、重複性自殘或二級以上之保溫墊燙傷。
6. 腫瘤：生長超過動物原體重的10%平均腫瘤直徑在小鼠超過20 mm；在大鼠超過40 mm 或者腫瘤轉移或快速增長致潰爛造成感染或壞死時。齧齒類動物固著之腫瘤超過10%體重($1\text{ cm}^3 = 1\text{ gm}$)，或腫瘤生長阻礙動物的攝食、飲水與四處走動等基本生理與行為能力。
7. 無法控制之疼痛與痛苦：動物呈現出疼痛與痛苦並對止痛劑無反應，或經獸醫師評估不適合繼續進行實驗。

四、麻醉方法

麻醉是使動物全身或部分軀體喪失感受性的作用，良好的麻醉應當給予動物足夠的鎮痛效果。在正常的全身麻醉時，動物肌肉完全鬆弛，並且失去意識及麻醉時的記憶。

麻醉所需的劑量會受許多因素影響，例如體格、年齡、健康狀態、肥胖程度、術前禁食、環境溫度等。一般來說，體型小的物種能更快地代謝和排泄藥劑，因此，與體型較大的物種相比，他們往往需要使用較高劑量來誘導及維持麻醉。另一方面，患病、幼齡及老年動物，代謝麻醉劑的速度可能較慢，因此通常需要給予較低劑量。肥胖動物代謝率較低，代謝麻醉劑的速度也較慢，然而麻醉劑會累積在脂肪中，造成麻醉所需的總劑量增加，同時也拉長了麻醉的恢復期。麻醉前如有進食，會增加代謝率，導致需要較高麻醉劑量，同時也會增加嘔吐和併發症的風險。至於環境溫度，高溫會促進代謝，低溫會降低代謝，因此影響了所需的劑量。除上述之外，其他影響麻醉劑量的因素尚包括物種、品系、性別、生物節律、懷孕、哺乳和其他藥物的同時使用等。

魚類麻醉的進行一般以浸泡式為主，將魚隻浸泡於適當濃度之麻醉溶液中，靜置約5-10分鐘後，用塑膠夾子夾一下魚尾鰭，看魚隻是否仍有反應，以確定達到完全麻醉。

各種實驗動物鎮靜麻醉及止痛藥物參考劑量請見附錄3。

五、安樂死方法

(一) 安樂死的藥物與方法

動選擇動物安樂死的方法，應考慮動物品種、大小、溫馴度、對疼痛與緊迫的感受性、保定方法、實驗是否需組織採樣等。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。

1. 吸入性藥劑：

基本原則事及注意事項：

- 失去意識時間：考量氣體替換率，容器大小及氣體濃度。
- 雖然高濃度氣體可縮短失去意識時間，但是也造成動物厭惡感及緊迫。
- 逐漸增加氣體暴露濃度較為人道。
- 吸入性氣體必須品質純正，不能摻有污染物或添加物。
- 給予並維持吸入性氣體濃度之設備必須依相關規定保養維持在良好工作狀態。
- 幾乎所有吸入性氣體對人員是有害的，應注意操作環境之通風。
- 生病或抑鬱動物因呼吸量降低，導致肺泡氣體濃度延遲上升，容易於誘導期出現激動反應。
- 仔獸對低氧耐受性較高，因此要比成年動物死亡耗時更久。吸入性氣體可以單獨使用於未離乳動物使其進入缺氧狀態，但是需比一般動物要更長時間或搭配輔助方法來達成動物之安樂死。
- 兔、爬蟲類、禽類及水生動物易憋氣，也能進行無氧代謝。需要鎮定後再用吸入性氣體誘導。
- 氣體流速過快會產生噪音及冷氣流，易使動物緊迫，故應在適當之氣體置換率下注意進氣孔徑。
- 吸入性安樂死應在動物舒適狀態下進行，如齧齒類使用原飼養籠具，豬隻則分為小群組，避免擁擠撞擊。
- 應考慮吸入性氣體比重，避免在底層或上層形成氣體層流或流失氣體，
- 導致誘導效果不佳務必確認動物死亡。

(1) 常用藥劑如 halothane、isoflurane、enflurane、sevoflurane 等。

優點：對於體重小於七公斤或難以施打針劑的動物具有高度價值。halothane、isoflurane、enflurane、sevoflurane，在一般環境條件下無易燃性且無易爆性。可以單獨作為安樂死藥劑或者作為兩階段安樂死中第一階段使動物失去知覺，再以輔助之第二種方法達成安樂死。

缺點：吸入性麻醉藥劑需用氣體驅動揮發器，因此動物死亡所需時間較久。笑氣（N₂O）不可單獨使用，因為會在動物失去意識前先造成缺氧的狀態。由於乙醚具有易燃、易爆的性質，不建議使用。

建議：使用 halothane、isoflurane、enflurane、sevoflurane 等藥劑於體重小於七公斤的動物為有條件接受之安樂死方法，且必須符合下列條件。以低濃度至高濃度逐步誘導麻醉，使動物失去意識。吸入性麻醉藥可單獨當作安樂死藥物，或是作為兩階段安樂死中第一階段使動物失去意識。笑氣（N₂O）不應單獨使用，大型動物不建議使用吸入性氣體麻醉藥物進行安樂死，主要因為所需藥量大而昂貴及不容易施行麻醉及造成死亡。

(2) 二氧化碳

優點：快速鎮靜、止痛、麻醉效果明確。高壓桶裝二氧化碳易於取得，容易使用，價格便宜，無易燃易爆性，無異味，在通風良好的場所配合適當的設備使用時，較其他藥劑安全，以二氧化碳安樂死食用動物時，組織內無二氧化碳囤積。在老鼠，使用二氧化碳安樂死不會改變 cholinergic marker 或 corticosterone 濃度。

缺點：由於二氧化碳較空氣重，容器內未灌滿時動物往往將頭部抬高而難以迅速死亡。有些品種的動物，如穴居的魚類、水中哺乳類、新生齧齒類動物，對二氧化碳的耐受性非常高，而兩棲類和爬蟲類動物的呼吸頻率較低，往往無法有效吸入足量的二氧化碳，導致長時間操作才能完成安樂死。以低於 80% 的二氧化碳誘導動物失去知覺時，可能產生呼吸道的病灶，但是過高濃度的二氧化碳可能對部分動物造成緊迫。

建議：對於適當可降低厭惡及緊迫的動物品種，可使用二氧化碳進行安樂死。高壓桶裝二氧化碳為唯一建議使用的設備，不推薦使用乾冰或其他化學方法製造的二氧化碳。高壓桶應配備有減壓閥及流量控制器，或者有相關機械式或電子式控制流量裝置。動物裝入容器內時，勿過度擁擠，且勿同時混入不同品系的動物。使用時應計算容器容量及氣體流量，以達到每分鐘 10-30% 氣體置換率為必須之基本要求。當動物呈現死亡狀態後再持續灌注氣體至少一分鐘，未成年幼子必須延長氣體暴露時間，並且避免以二氧化碳混合純氧氣使用。不可將動物直接放入預灌注高濃度二氧化碳的容器中，但是在兩階段安樂死方式中可以將失去意識的動物直接放入預灌注 100% 二氧化碳的容器中。將動物從安樂死容器取出前務必確認動物的死亡，如不確定動物死亡，則應立刻使用其他輔助方法（如開胸）完成安樂死。

(3) 氮氣及氫氣

優點：對禽類及豬隻不易造成不愉悅或緊迫感。不易燃、不爆炸，有現成壓縮氣體，對操作人員傷害小，比空氣重較易沉浸於動物籠具中。

缺點：所造成缺氧狀態對齧齒類及貂類有厭惡不悅感，就算使用逐漸換氣率法還是會讓這些動物在失去意識之前產生缺氧的行為反應。在齧齒類使用氫氣會造成肺泡出血而窒息死亡。在豬隻使用必須大於7分鐘才能讓動物死亡。氫氣比氮氣昂貴三倍。

2.非吸入性藥劑多數為注射性藥物，此法能使動物迅速死亡，是非常可靠的動物安樂死方法，唯須注意的是操作中避免使動物遭受緊迫與恐懼，而人員亦須學習各種注射技術。

(1) 巴比妥鹽及其衍生物 (Barbiturates)

優點：效果迅速為最主要的優點，唯其效果依劑量、濃度、投藥方式而不同。此藥劑平穩地誘導並麻醉動物，也使動物的不適反應降到最低程度。

缺點：為達到最佳效果，須給予靜脈注射，操作人員須具備不同品種動物的靜脈投藥技術，且須每隻動物個別保定後投予。此藥亦可能造成人類濫用，因此需經管制藥品管理局申請核准後取得及使用。失去知覺的動物可能會出現喘氣反應，在中樞抑制出現前有可能出現短暫興奮現象，對於難以駕馭或過度神經質的動物，須先給予適當的藥物鎮定，但是經鎮定後的動物由於循環及心跳變慢，對於藥劑注射後的死亡時間比未鎮定動物來的慢，需特別注意。藥物會殘留在動物屍體內，也會引起動物之脾臟腫大。

建議：對於狗、貓、其他小型動物及馬，須靜脈注射投藥，當靜脈注射對動物造成緊迫或危險時採用腹腔注射，心臟注射僅適用於深度麻醉或失去意識的動物。各物種使用 pentobarbital 進行靜脈注射及腹腔注射之安樂死劑量，請參閱附錄4。

(2) Chloral hydrate

建議：有致癌性，腹腔注射會造成動物胃潰瘍、腹膜炎而死亡。不建議作為安樂死之藥物。

(3) Tricaine methane sulfonate (TMS, MS 222)

商品化產品，粉末狀，溶於水中用來麻醉或安樂死兩棲類與魚類。它是 benzoic acid 衍生物，使用碳酸氫鈉緩衝液製作酸鹼值7.0-7.5溶液，原液 (stock solution) 存於暗咖啡色容器冷凍保存。以濃度250~500mg/L 浸泡至少10分鐘的稀釋溶液進行安樂死。魚類安樂死須待魚鰓靜止不動後，再繼續浸泡十分鐘。

(4) Benzocaine HCl

類似 TMS 的成分，加入水中用來安樂死兩棲類與魚類。Benzocaine 不溶於水，使用丙酮或乙醇製作原液（stock solution），而 Benzocaine HCl 溶於水，可直接使用於麻醉或安樂死，安樂死的濃度為 $>250\text{mg/L}$ 。

3.物理性方法

(1) 頸椎脫臼法

優點：能使動物快速失去意識，無化學藥劑污染體組織，迅速執行完畢。

缺點：可能造成執行者的不愉快感，如操作技術不佳，恐無法使動物迅速死亡，而導致動物的極大痛苦。

建議：使用於禽類、小鳥、小鼠、體重低於200公克的大鼠、體重低於1公斤的兔子，且由技術精湛的人員完成，執行前動物得先給予鎮定或麻醉，以減低動物的緊迫。如需對體重較重的動物、或者未經鎮定或麻醉直接採取本法進行安樂死時，則需由動物實驗管理小組評估，僅能在具備科學研究之必要性並確認無其他替代方案可使用時，再經委員會核准後執行。

(2) 斷頭

優點：能使動物快速失去意識，無化學藥劑污染體組織，執行完成度高。

缺點：抓取及保定動物至斷頭台前可能導致動物緊迫，動物斷頭後存留的腦部活性尚無法確實定論，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。

建議：配合正確的操作技術，有條件的使用。使用本方法進行動物安樂死時，須具備科學研究的必要性，並經機構的實驗動物照護及使用委員會核准後執行。需注意隨時保持斷頭台刀刀的銳利度，並在每次使用後徹底清洗殘留的血跡和氣味。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。使用錐形塑膠保定袋（decapicone）保定動物後斷頭有助於降低動物的緊迫，並減少人員在操作中受傷的機會。執行本方法前操作人員須接受完整的技術訓練。

(3) 放血

已經失去意識或致昏後的動物，再配合放血方法，可確保動物的死亡。由於大量失血時動物呈現焦慮，因此放血不得作為安樂死的單一方法。如因研究所須採放血取得動物血液，則必須先致昏或麻醉動物後執行，並避免不完整放血，以免動物甦醒。

(二) 適用之安樂死方法

1.陸生動物-齧齒類、兔、狗、貓、猿猴

安樂死方法	小於 200 g	200 g~	1 kg~ 5 kg	狗	貓	猿猴
-------	----------	--------	------------	---	---	----

	啮齒動物	kg 啮齒動物/ 兔	啮齒動物/ 兔			
一、化學性方法						
二氧化碳	○	○	×	×	×	×
鎮定後二氧化碳	○	○	○	×	×	×
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)	○	○	○	×	○	×
深度麻醉後採血 (放血) 致死	○	○	○	○	○	○
深度麻醉後靜脈注射 KCl (1-2 meq/kg) 或神經肌肉阻斷劑	○	○	○	○	○	○
二、物理性方法						
深度麻醉後斷頭	○	○	×	×	×	×
深度麻醉後頸椎脫臼	○	○	×	×	×	×
動物清醒中直接斷頭	★	★	×	×	×	×
動物清醒中直接頸椎脫臼	★	×	×	×	×	×
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 審核通過並現場確認操作人員之技能）。

2. Barbiturate 巴比妥鹽類最常使用藥劑為 pentobarbital 注射劑，屬管制藥品，需事先洽行政院衛生福利部食品藥物管理署申請核可後購買使用。

2. 陸生動物-中大型 (牛、羊、鹿、馬、豬等)

基於動物福祉及人員操作安全之考量，建議優先使用化學性方法。

安樂死方法	適用動物及建議之操作方法	備註
一、化學性方法		
惰性氣體 (氫氣、氮氣)	○ (豬)	
Barbiturate 注射液/靜脈注射 (100mg/kg)	○	
Barbiturate 注射液/腹腔注射 (100mg/kg)	△ (豬或極年幼或老弱動物可用)	濃度不可大於 60mg/ml，以免過度刺激。
深度麻醉後採血 (放血) 致死	○	
深度麻醉後靜脈注射 KCl (1-2 meq/kg) 或神經肌肉阻斷劑	○	
二、物理性方法		
電昏後放血致死	○ (豬、羊、鹿) 1. 以電擊器置於動物頭部左右側，施以至少 220V 之電壓電擊至少 3 秒，以利有效致昏。 2. 於致昏後 15 秒內切斷主要動脈	1. 可應用於犧牲或病理解剖生病之實驗用經濟動物。 2. 須於動物致昏後配合放血致死，避免動物甦醒。 3. 操作人員要進行動物致昏或死亡之徵兆觀察。

	放血致死。	察。家畜有效致昏之判定基準：無眼瞼反應、無節律性呼吸、對擰耳刺鼻無反應、無平衡反應、無發出聲音或四肢先僵直後產生之無意識踢動。
電昏後電擊致死	○（豬、羊、鹿） 1.以電擊器置於動物頭部左右兩側，施以至少 220V 電壓電擊至少 3 秒，以利有效致昏。 2.於致昏後 15 秒內，再將電擊器分置頭及胸 2 部位，施以至少 220V 之電壓電擊至少 3-15 秒致死。	1.家畜有效致昏之判定基準：無眼瞼反應、無節律性呼吸、對擰耳刺鼻無反應、無平衡反應、無發出聲音或四肢先僵直後產生無意識踢動。 2.心臟電擊之通電時間，商用操作至少 3 秒，實驗室操作建議至少 15 秒。電擊心臟之頻率建議為 50~60Hz（一般電源即符合）才能有效停止心臟跳動。 3.電擊致死後須確認動物已為死亡狀態。
一次電擊致死	○（豬、羊、鹿） 以電擊器分置動物頭部及胸 2 部位，施以至少 220V 之電壓電擊至少 3-15 秒致死。	1.施以頭-胸同時電擊，須確保電流同時通過腦部及心臟，以確保動物在無意識下有效致死。 2.頭-胸同時電擊之通電時間，商用操作至少 3 秒，實驗室操作建議至少 15 秒。 3.電擊心臟之頻率建議為 50~60Hz（一般電源即符合）才能有效停止心臟跳動。 4.電擊致死後須確認動物已為死亡狀態。
人道擊昏槍+放血或腦破壞致死	○（豬、羊、鹿、牛、馬） 1.依動物種類選擇適當擊昏槍及撞擊部位進行擊昏作業。 2.擊昏動物後，應於 15 秒內切斷主要動脈，放血致死。 3.採用穿刺型擊昏槍撞擊致昏後，若不放血，可搭配腦組織穿刺破壞操作（pithing）致死。	1.家畜有效擊昏之判定基準：無眼瞼反應、無節律性呼吸、對擰耳刺鼻無反應、無平衡反應、無發出聲音或四肢先僵直後產生無意識踢動。 2.人員須經過操作訓練後方可執行。 3.擊昏槍可分為穿刺類及非穿刺 2 類。應注意撞擊力道與配合動物種類選擇撞擊部位。 4.擊昏得搭配保定設備以利瞄準，對於不易瞄準之動物，建議優先使用注射藥物法或電擊法。 5.不得以人力使用棍、棒等原始工具進行敲擊。 6.操作人員須確認動物為已死亡狀態。

說明：1. ○：建議使用的方法；△（豬或極年幼或老弱動物可用）。

2. Barbiturate 巴比妥鹽類最常使用藥劑為 pentobarbital 注射劑，屬管制藥品，需事先洽行政院衛生福利部食品藥物管理署申請核可後購買使用。

3.水生動物-魚類安樂死

(1) 準備進行安樂死時前注意事項：

- 魚隻在進行安樂死之前應有12~24小時的禁食以減少魚便及含胺廢物的產生。
- 儘量在安靜、燈光溫和的環境中進行。
- 水質、水溫、水中溶氧量及魚隻數量要適中。
- 確定魚死亡後，魚屍體應收集並依生物廢棄物處理原則進行處置。
- 要進行大規量魚隻安樂死之前應先有執行少量安樂死的經驗。
- 依據以下幾點確定魚隻死亡：
 - ✓ 停止游動/活動。
 - ✓ 對任何刺激均無反應。

- ✓ 無腮動及心跳。
- ✓ 至少10分鐘無呼吸現象並且無眼珠轉動。

(2) 常用的魚類安樂死方法：

安樂死方法	操作方法注意事項
一、非吸入性藥劑浸泡法	
Benzocaine 或 benzocaine hydrochloride	buffered solution >250mg/l 浸泡致少10分鐘。
飽和的 CO2 溶液	需要於通風處進行。
Ethanol	95% ethanol (不可使用70%之 ethanol)。
Eugenol, isoeugenol clover oil	濃度 ≥ 17mg/L, 浸泡至少10分鐘, Isoeuge 為可能的致癌物使用時要小心。
Isoflurane, sevoflurane	微溶於水, 濃度 >5mg/L~20mg/L, 需要於通風處進行。
Quinaldine sulfate	buffered solution, 濃度 ≥ 100mg/L。
Tricainemethanesulfonate (MS-222, TMS)	buffered solution, 濃度 250~500mg/L 浸泡至少10分鐘。
2-phenoxyethanol	濃度 ≥ 0.3~0.4mg/L。
二、非吸入性藥劑注射法	
Barbiturate 注射液	靜脈注射 60~100 mg/kg (麻醉劑量的3倍劑量)。
三、物理性方法	
斷頭	
脊髓穿刺	
captive bolt (捕捉栓)	用於大型魚。
急凍法 (1隻1公斤以下者得採用冷凍法)	2°C ~4°C ice chilled water。 斑馬魚成魚浸泡至少10分鐘, 4~7天大斑馬魚仔魚需至少20分鐘, 應確實控制水溫, 魚體絕不可碰觸冰塊, 較適用於斑馬魚及其他小型熱帶魚, 不適用殆中大型魚

(3) 絕對禁止使用的方法

直接沖下水道、直接放入冰箱慢慢冷凍致死

(4) 斑馬魚、鯖江魚魚胚的安樂死：

通則：目前美國 NIH 及歐盟將斑馬魚、鯖江魚自孵化後（並開始接受餵食）才視為活體動物，故斑馬魚5 dpf (days post fertilization)、鯖江魚3 dpf 之前的胚胎並不納入規範，而之後的仔魚已有疼痛知覺就需要使用以上敘述之人道安樂死方法。≤5dpf 之斑馬魚胚及≤3dpf 之鯖江魚胚，常用安樂死方法如下：

安樂死方法	操作方法注意事項
一、非吸入性藥劑浸泡法	
漂白水 (sodium hypochlorite)	浸泡6.15%稀釋6倍後之漂白水
Paraformaldehyde	≤4%
二、物理性方法	
斷頭	
急凍法	快速置於-70°C 冷凍

4. 其他-陸生動物 (禽類、野生動物)、水生動物 (兩棲類)、爬蟲類：

安樂死方法	操作方法注意事項	禽類	野生動物	兩棲類	爬蟲類
一、化學性					
麻醉性藥品	部分兩棲類會憋氣, 須注意	○	○	○	○
二氧化碳	需要於通風處進行。	適合陸禽	○	○	○

Benzocaine 或 benzocaine hydrochloride	buffered solution >250mg/l 浸泡致少10分鐘。			○	
Tricainemethanesulfonate (MS-222, TMS)	buffered solution, 濃度 250~500mg/L 浸泡至少 10 分鐘。			○	
氮氣泡沫		○			
Barbiturate 靜脈注射	60~100 mg/kg (麻醉劑量的 3 倍劑量)。	○	○	○	○
Barbiturate 腹腔注射	60~100 mg/kg (麻醉劑量的 3 倍劑量)。	○	○	○	○
深度麻醉後靜脈注射 KCl (1-2 meq/kg) 或神經肌肉阻斷劑			○		
二、物理性方法					
斷頭				○	○
脊髓穿刺				○	
深度麻醉後頸椎脫臼		○			
動物清醒中直接頸椎脫臼	由 IACUC 審核通過並現場確認操作人員之技能	○			
腦部近距離射擊或使用撞擊槍破壞腦部	1.依動物種類選擇適當擊昏槍及撞擊部位進行擊昏作業。 2.擊昏動物後，應於 15 秒內切斷主要動脈，放血致死。 3.採用穿刺型擊昏槍撞擊致昏後，若不放血，可搭配腦組織穿刺破壞操作 (pithing) 致死。	○	○		○
電昏後放血	1.以電擊器置於動物頭部左右 2 側，施以至少 220V 之電壓電擊至少 3 秒，以利有效致昏。 2.於致昏後15秒內切斷主要動脈放血致死。	○			
一次電擊致死	以電擊器分置動物頭部及胸 2 部位，施以至少 220V 之電壓電擊至少 3-15 秒致死。	○			

(三)、不可做為安樂死之主要方式的物質與方法

方法	說明
空氣注射 Air embolism	此法導致動物痙攣、角弓反張和哀叫
燒死 Buring	化學式或加熱燒死大多數動物皆不被接受
水合氯醛 Chloral hydrate	所有動物不得使用。
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
乙醚 Diethyl ether	乙醚具有刺激性、易燃性與爆炸性物質。若用於動物安樂死時、動物屍體裝袋冷藏冷凍沒有儲存於防爆冰箱中或是屍體焚化時均有燃燒爆炸的危險。
溺斃 Drowning	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
Exsanguination	物已鎮靜、暈倒或麻醉
福馬林 Formaldehyde	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 Household products and solvents	丙酮類（如去光水），四級元素（如 CCl ₄ ）、瀉劑、丁香油、四級胺類產品、胃藥、等，皆不得使用
低溫致死 Hypothermia	此法不適用於動物安樂死
硫酸鎂，氯化鉀和神經肌肉阻斷劑 Magnesium, sulfate, potassium chloride, and neuromuscular blocking agents	不被接受用於清醒脊椎動物，非安樂死物質
神經肌肉阻斷劑（如尼古丁、硫酸鎂、氯化鉀、以及其他類南美箭毒製劑） Neuromuscular blocking agents (nicotine, magnesium sulfate, potassium chloride, and all curariform agents)	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 Rapid freezing	除了爬蟲類與兩棲類及五日齡以下的嚙齒類；其他動物都應確認死亡或昏迷才能冷凍。（魚類快速降溫不視為快速冷凍）
窒息（悶死） Smothering	將小雞或幼禽裝在袋或容器中窒息不被接受
馬錢子素（番木鱉鹼） Strychnine	此藥劑造成動物的劇烈痙攣和痛苦的肌肉抽續
Tricaine methane sulfonate (TMS, MS 222)	食用動物勿用此藥劑
手動對頭部鈍擊造成創傷 manually applied blunt force trauma to the head	一般不接受此種動物安樂死法，除了仔豬與小型實驗動物，儘可能使用其他方式取代。
非穿透型撞擊致昏器 Nonpenetrating captive bolt	不能接受的方式，除非是為了特殊目的地設計的氣動型非穿透式撞擊致昏器，特別用於離乳小豬、新生反芻獸或火雞。
胸椎壓迫 Thoracic compression	不接受使用於清醒動物

四、參考文獻：

1. 行政院農業委員會 (2018) 實驗動物照護及使用指引，107年6月22日。pp.123。
2. 國立臺灣大學研究發展處 (2019) 國立臺灣大學實驗動物照護及使用委員會標準程序與規

範，108年9月4日。pp. 89。

3. 中華實驗動物學會 (2019) 實驗動物科學(技術篇)。pp.317。

附錄1、常用實驗動物的疼痛程度評估

一、大鼠疼痛程度評估表

	評估項目	輕微疼痛	中度疼痛	嚴重疼痛
體重 (不包含暫時性體重減輕)	*體重	*體重減少原體重的10%以下	*體重減少原體重的10-25%	*體重減少原體重的25%以上
	*食物/飲水消耗	*72小時內僅攝食正常量的40-75%	*72小時內攝食低於正常量的40%以下	*7天內攝食低於正常量的40%，或食慾不振超過72小時
外觀	*身體姿勢	*短暫的拱背，特別是在投藥後	*間歇性拱背	*持續性的拱背
	*毛髮豎起情形	*部分毛髮豎起	*明顯皮毛粗糙	*明顯皮毛粗糙，並伴隨其他症狀如拱背、遲鈍反應及行為
臨床症狀	*呼吸	*正常	*間歇性的呼吸異常	*持續性的呼吸困難
	*流涎	*短暫的	*間歇性的弄濕下顎附近的皮毛	*持續性弄濕下顎附近的皮毛
	*震顫	*短暫的	*間歇性的	*持續性的
	*痙攣	*無	*間歇性的(每次10分鐘以下)	*持續性的(若每次超過10分鐘以上，則建議安樂死)
	*沉鬱、臥倒	*無	*短暫的(1小時以下)	*持續超過1小時以上(若每次超過3小時以上，則建議安樂死)
無刺激時一般行為	*社會化行為	*與群體有對等的互動	*與群體的互動較少	*沒有任何的互動
對刺激的反應	*受刺激時行為反應	*變化不大	*受刺激時會有較少的反應(如：被人捉拿)	*對刺激或外部行為無任何的反應

二、小鼠疼痛程度評估表

	評估項目	輕微疼痛	中度疼痛	嚴重疼痛
體重	*體重	*體重減少原體重的10%以下	*體重減少原體重的10-25%	*體重減少原體重的25%以上
外觀	*身體姿勢	*短暫的拱背，特別是在投藥後	*間歇性拱背	*持續性的拱背
	*毛髮豎起情形	*部分毛髮豎起	*明顯皮毛粗糙	*明顯皮毛粗糙，並伴隨其他症狀如拱背、遲鈍反應及行為
臨床症	*呼吸	*正常	*間歇性的呼吸異常	*持續性的呼吸困難
	*流涎	*短暫的	*間歇性的弄濕下顎附近的皮毛	*持續性弄濕下顎附近的皮毛
	*震顫	*短暫的	*間歇性的	*持續性的
	*痙攣	*無	*間歇性的(每次10分鐘以下)	*持續性的(若每次超過10分鐘以上，則建議安樂死)
	*沉鬱、臥倒	*無	*短暫的(1小時以下)	*持續超過1小時以上(若每次超過3小時以上，則建議安樂死)
無刺激時一般行為	*活力	*活力輕微下降	*活力明顯下降	*持續睡眠，或無法行動
	*社會化行為	*與群體有對等的互動	*與群體的互動較少	*沒有任何的互動
對刺激的反應	*受刺激時行為反應	*變化不大，輕微出現	*受刺激時會有較少的	*對刺激或外部行為無

		沉鬱/興奮反應，仍有警覺性	反應（如：被人捉拿），或明顯出現沉鬱/興奮反應，仍有警覺性	任何的反應
--	--	---------------	-------------------------------	-------

三、天竺鼠疼痛程度評估表

	評估項目	輕微疼痛	中度疼痛	嚴重疼痛
體重	*體重	*體重減少原體重的10%以下	*體重減少原體重的10-25%	*體重減少原體重的25%以上
	*食物/飲水消耗	*72小時內攝食正常量的45-75%	*72小時內攝食低於正常量的40%以下	*7天內攝食低於正常量的40%以下，或食慾不振超過72小時
外觀	*皮毛狀況	*局部掉毛	*明顯皮毛粗糙，脫毛	*明顯皮毛粗糙，並伴隨其他症狀如拱背、遲鈍反應及行為
	*身體姿勢	*短暫的拱背，特別是在投藥後	*間歇性的拱背	*持續性的拱背
臨床症狀	*呼吸	*正常	*間歇性的呼吸異常	*持續性的呼吸困難
	*流涎	*短暫的	*間歇性的弄濕下顎附近的皮毛	*持續性的弄濕下顎附近的皮毛
	*震顫	*短暫的（特別是在處理動物的時候）	*間歇性	*持續性的
	*痙攣	*無	*間歇性（每次10分鐘以下）	*持續性的（若每次痙攣超過10分鐘以上，則建議安樂死）
	*沉鬱、臥倒	*無	*短暫的（1小時以下）	*持續1小時以上（若每次超過3小時，則建議安樂死）
無刺激時一般行為	*社會化行為	*與群體有對等的互動	*與群體的互動較少	*沒有任何的互動行為
	*發聲狀況	*發出正常音頻的叫聲	*受刺激的時候發出間歇性的、悲傷的、沉鬱的叫聲	*發出悲傷的、沉鬱的叫聲，亦可能完全不叫
對刺激的反應	*受刺激時行為反應	*壓抑，但受刺激時還有正常行為反應	*受刺激時亦壓抑行為反應	*對刺激或外部行為為無任何反應

四、倉鼠疼痛程度評估表

	評估項目	輕微疼痛	中度疼痛	嚴重疼痛
體重	*體重	*體重減少原體重的10%以下	*體重減少原體重的10-25%	*體重減少原體重的25%以上
	*食物/飲水消耗	*72小時內攝食正常量的40-75%	*72小時內攝食低於正常量的40%以下	*7天內攝食低於正常量40%或食慾不振超過72小時
外觀	*皮毛狀況	*正常	*皮毛無光澤，較少整理皮毛	*嚴重皮毛粗糙，完全不整理毛髮，並伴隨其他症狀如拱背、遲鈍反應及行為
	*身體姿勢	*短暫的拱背，特別是在投藥後	*間歇性拱背	*持續性拱背
臨床症狀	*震顫	*短暫的	*間歇性	*持續性

	*痙攣	*無	*間歇性（每次 10 分鐘以下）	*持續性（若每次超過 10 分鐘以上，則建議安樂死）
	*沉鬱、臥倒	*無	*短暫的（1 小時以下）	*持續超過 1 小時（若每次超過 3 小時，則建議安樂死）
無刺激時一般行為	*發聲狀況	*發出正常音頻的聲音	*間歇性的發出悲傷的、沉鬱的叫聲	*發出悲傷的、沉鬱的叫聲，亦可能完全不叫
對刺激的反應	*受刺激時行為反應	*變化不大	*受刺激時有較小且溫和的反應	*對刺激或外部行為無任何反應

五、兔子疼痛程度評估表

	評估項目	輕微程度	中等程度	嚴重程度
體重	*體重	*體重減少原體重的 10% 以下	*體重減少原體重的 10-25%	*體重減少原體重的 25% 以上
	*食物/飲水消耗	*72 小時內攝食正常量的 40-75%	*72 小時內攝食低於正常量的 40% 以下，或食慾不振超過 48 小時	*7 天內攝食低於正常量的 40% 以下，或食慾不振超過 72 小時
外觀	*皮毛狀況	*正常	*皮毛無光澤，較少整理毛髮	*明顯皮毛粗糙，完全不整理毛髮，並伴隨其他症狀如拱背、遲鈍反應及行為
	*身體姿勢	*短暫的拱背，特別是在投藥後	*間歇性的拱背	*持續性的拱背
臨床症狀	*呼吸	*正常	*間歇性的呼吸異常	*持續性呼吸困難
	*流	*短暫的	*間歇性的弄濕下顎附近的皮毛	*持續性的弄濕下顎附近的皮毛
	*震顫	*短暫的	*間歇性	*持續性
	*痙攣	*無	*間歇性（每次 10 分鐘以下）	*持續性（若每次超過 10 分鐘以上，則建議安樂死）
	*沉鬱、臥倒	*無	*短暫的（30 分鐘以下）	*持續 30 分鐘以上（若每次超過 1 小時以上，則建議安樂死）
無刺激時一般行為	*社會化行為	*與群體有對等的互動	*與群體的互動較少	*沒有任何的互動行為
	*發聲狀況			*發出類似悲傷痛苦的叫聲
對刺激的反應	*受刺激時行為反應	*正常反應	*受刺激時亦壓抑行為	*對刺激或外部行為無任何反應

六、米格魯犬疼痛程度評估表

	評估項目	輕微疼痛	中度疼痛	嚴重疼痛
體重	*體重	*7 天間減少原體重的 10% 以下	*7 天間減少原體重的 10-25%	*7 天間減少原體重的 25% 以上
	*食物/飲水消耗	*72 小時內攝食正常量的 40-75%	*72 小時內攝食低於正常量的 40% 以下	*7 天間攝食低於正常量的 40% 以下或食慾不振超過 72 小時
外觀	*皮毛狀況	*正常	*皮毛無光澤，較少整理皮毛	*皮毛狀況非常差，不整理皮毛，並伴隨有其他如 'hang dog' 症

	*身體姿勢	*正常	*間歇性有'hang dog'姿勢	狀、遲鈍反應及行為 *持續性有'hang dog'姿勢
臨床症狀	*呼吸	*正常	*間歇性呼吸異常	*持續性呼吸困難
	*震顫	*短暫的	*間歇性	*持續性
	*痙攣	*無	*間歇性（每次10分鐘以下）	*持續性（若每次痙攣超過10分鐘以上，則建議安樂死）
	*沉鬱、臥倒	*無	*短暫的（1小時以下）	*持續1小時以上（若持續超過2小時以上，則建議安樂死）
無刺激時一般行為	*社會化行為	*與群體有對等的互動	*與群體的互動較少	*沒有任何的互動行為
對刺激的反應	*受刺激時行為反應	*受刺激時有溫和且正常反應	*受刺激時有較少的反應	*對刺激或外來行為無任何反應

七、牛疼痛程度評估表

疼痛評分	0	1	2
對周遭環境的注意力	有活力，對周遭變化會注意或想探究，正常表現採食、反芻、理毛等行為。	沒有活力，心情低落，不跟觀察人員有眼睛對看動作，走避遠離觀察人員。不表現採食、反芻、理毛等行為。	沒有活力，不表現採食、反芻、理毛等行為。起身站立沒多久又躺下。
頭部位置	高於肩部或與肩部保持水平	與肩部保持水平	低於肩部
耳朵位置	兩隻耳朵都向前，或者有其中一隻耳朵前後轉動尋找聲音來源。	兩隻耳朵緊張並往後倒，兩隻耳朵不對視轉動。	兩隻耳朵向下垂，耳翼稍為面向下。
臉部表情	專注平靜進行採食、反芻，或安穩睡覺。	緊張，皺臉，眼睛上方有皺紋，鼻子上方皮膚有皺紋	
對人員靠近的反應	注視觀察人員，頭抬高，兩隻耳朵向前，或者專心的理毛或反芻。	注視觀察人員，但是耳朵沒有轉向向前，觀察人員靠近時會避開。	可能會也可能不會注視觀察人員，耳朵沒有轉向向前，緩慢走離開。
背部姿勢	平直	些微拱背	拱背

參考文獻：Gleerup *et al.*(2015) Pain evaluation in dairy cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 171: 25–32.

八、馬疼痛程度評估表



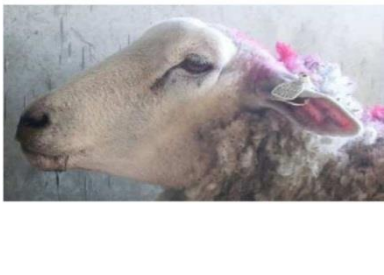









疼痛評分	0	1	2	3
行為徵兆				
姿勢	動作正常，安靜站立將重量平均分配到四隻腳，或休息站立將重量放在三隻腳。	偶爾移動身體重心，臨時擺出要排尿或排糞的姿勢，有一些肌肉顫抖。	任何一隻腳站立不敢施力，不正常的體重心分布。	解除疼痛的姿勢（試圖排尿），虛脫，肌肉顫抖。
排汗	沒有明顯出汗	觸摸有感覺濕	有汗滴出現在體側	汗水直流
踢腹部	安靜站立，不會踢腹部。	偶爾踢腹部（5分鐘內踢1-2次）	經常踢腹部（5分鐘內踢3-4次）	頻繁踢腹部（5分鐘內踢>5次），動作之間會想躺下。
使用腳蹄耙地	安靜站立，不會使用腳蹄耙地。	偶爾耙地（5分鐘內1-2次）	經常耙地（5分鐘內3-4次）	頻繁耙地（5分鐘內>5次）。
移動	輕鬆站立或安靜移動	減少移動或輕微激動	不想移動或中度激動	拒絕移動或無法控制的向前移動

頭部動作	正常頭部動作，頭保持直立向前。	頭間歇性往側面擺動或垂直擺動，回頭看體側（5分鐘內1-2次），嘴唇捲起（5分鐘內1-2次）。	頭間歇性往側面擺動或垂直擺動，經常回頭看體側（5分鐘內3-4次），嘴唇捲起（5分鐘內3-4次）。	頻繁回頭看體側（5分鐘內>5次），嘴唇捲起（5分鐘內>5次）。
食慾	隨時會吃乾草	猶豫要不要吃乾草	沒興趣吃乾草，吃很少乾草或乾草咬在嘴裡但不咀嚼或吞嚥。	沒興趣，也不吃乾草。
聽覺刺激	會注意人與噪音	對噪音有過大反應	對噪音有過度反應或暴力反應	麻木，虛脫，對噪音沒有反應，
觸摸反應	會主動碰觸，對觸摸沒有防衛性反應	對觸摸有中度防衛性反應	不願被觸摸	對觸摸有暴力反應
生理徵兆				
心跳	每分鐘24-44次	每分鐘45-52次	每分鐘53-60次	每分鐘>60次
呼吸	每分鐘8-13次	每分鐘14-16次	每分鐘17-18次	每分鐘>18次
消化道聽診	正常	蠕動減少	沒有蠕動	過度蠕動
肛溫	36.9-38.5°C	36.4-36.9°C 或 38.5-39.0°C	35.9-36.4°C 或 39.0-39.5°C	35.4-35.9°C 或 39.5-40.0°C

參考文獻：Costa *et al.* (2014) Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a Pain Assessment Tool in Horses Undergoing Routine Castration. PLoS ONE 9(3): e92281. doi:10.1371/journal.pone.0092281.

九、綿羊臉疼痛程度評估表

疼痛評分	0	1	2
眼眶	 眼皮沒有緊縮	 眼皮緊縮遮住部分眼孔	 眼皮緊縮遮住超過一半眼孔
臉頰	 臉頰肌肉放鬆	 臉頰肌肉部分緊縮	 臉頰肌肉緊縮
耳朵			

			
			
	耳翼張開的部位朝向前方	耳翼張開的部位部分轉朝下方，耳朵稍微往下垂。	耳翼張開的部位朝下，耳朵往後縮
嘴唇與下顎			
	嘴唇與下顎放鬆	下嘴唇往後縮，下巴與下顎的線條拉直或凹進去	下巴與下顎緊縮並且線條拉成直線，唇線靠近臉頰的位置往垂直上方拉提
鼻孔與人中			
	鼻孔與人中放鬆	人中縮緊造成上嘴唇中間凹陷，鼻孔中間連接處呈現 V 字形	人中完全縮緊，造成兩邊鼻孔開口拉緊與人中形成尖 V 字形

參考文獻：McLennan *et al.* (2016) Development of a facial expression scale using footrot and mastitis as models of pain in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 176: 19–26.

附錄2、疼痛程度評估及止痛計畫表

一、實驗鼠與兔止痛計畫：依據附錄1之5種評估項目進行疼痛程度給分

項目	正常	輕微疼痛	中度疼痛
疼痛程度給分	0分	1分	2分
分數加總	0-4	5-9	10-14
止痛計畫	無	提供止痛藥品，每24小時重新評估動物狀態	提供止痛藥品，每8-12小時重新評估動物狀態。連續3次此區分數，考慮給予安樂死。

註：若單一項目達4分，應立即啟動止痛計畫。

二、止痛藥品使用（對應更新的疼痛分類表）

1. 小鼠

輕度疼痛或緊迫 (對應疼痛等級 D1)	中度疼痛或緊迫 (對應疼痛等級 D1、D2)	重度疼痛或緊迫 (對應疼痛等級 D2、E)
局部麻醉劑 Lidocaine	局部麻醉劑 Lidocaine / Bupivacaine (與全身性止痛合併使用)	局部麻醉劑 Lidocaine / Bupivacaine (與全身性止痛合併使用)
Butorphanol 1–2 mg/kg, SC, once	Buprenorphine 0.05–0.1 mg/kg, SC, q 8–12 h	Buprenorphine* 0.05–0.1 mg/kg, SC, q 8–12 h
Ketoprofen 2–5 mg/kg, SC, once	Ketoprofen 2–5 mg/kg, SC, q 24 h	Ketoprofen# 2–5 mg/kg, SC, q 24 h
		Morphine 2–5 mg/kg, SC, q 2–4 h

2. 大鼠

輕度疼痛或緊迫 (對應疼痛等級 D1)	中度疼痛或緊迫 (對應疼痛等級 D1、D2)	重度疼痛或緊迫 (對應疼痛等級 D2、E)
局部麻醉劑 Lidocaine/	局部麻醉劑 Lidocaine / Bupivacaine (與全身性止痛合併使用)	局部麻醉劑 Lidocaine / Bupivacaine (與全身性止痛合併使用)
Butorphanol 2 mg/kg, SC, once	Buprenorphine 0.05 mg/kg, SC, q 6–12 h	Buprenorphine* 0.05 mg/kg, SC, q 6–8 h
Ketoprofen ≤3 mg/kg, SC, once	Ketoprofen ≤3 mg/kg, SC, q 24 h	Ketoprofen# ≤3 mg/kg, SC, q 24 h
Meloxicam 1 mg/kg, SC, once	Meloxicam 1–2 mg/kg, SC, q 24 h	Meloxicam# 1–2 mg/kg, SC, q 24 h
		Morphine 2.5–10 mg/kg, SC, q 2–4 h

嚴重疼痛或緊迫時，合併不同種類止痛藥比只用單一藥物效果更佳，例如合併使用鴉片類藥物與非類固醇類消炎藥：Buprenorphine* + Ketoprofen #或 Buprenorphine* + Meloxicam#。

3. 倉鼠、沙鼠與天竺鼠最常用的止痛藥 Buprenorphine 0.01-0.05mg/kg, SC, q 8 h。

4. 兔子

輕度疼痛或緊迫 (對應疼痛等級 D1)	中度疼痛或緊迫 (對應疼痛等級 D1、D2)	重度疼痛或緊迫 (對應疼痛等級 D2、E)
局部麻醉劑 Lidocaine / Bupivacaine	局部麻醉劑 Bupivacaine (與全身性止痛合併使用)	局部麻醉劑 Bupivacaine (與全身性止痛合併使用)
Ketoprofen 3 mg/kg, SC, once	Buprenorphine 0.01-0.05 mg/kg, SC,IM,IV, q 6–	Buprenorphine 0.05 mg/kg, SC,IM,IV, q 6–12 h

	12 h	
Butorphanol 0.1-0.5 mg/kg, IM,IV, q 4 h	Butorphanol 0.1-0.5 mg/kg, IM,IV, q 4 h	Morphine 2–5 mg/kg, SC, q 2–4 h
Carprofen 4.0 mg/kg, SC, 1.5 mg/kg, PO, once	Carprofen 4.0 mg/kg, SC, q 24 h 1.5 mg/kg, PO, q 12 h	Fentanyl patch 25µg/h Transdermal q 72 h
Meloxicam 0.2-0.3 mg/kg, SC, PO, once	Meloxicam 0.3–1.5 mg/kg, PO, q 24 h	

參考文獻：Dennis F Kohn *et al.* (2007) Guidelines for the Assessment and Management of Pain in Rodents and Rabbits. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* Vol 46, No 2, 97–108.

附錄3、實驗動物鎮靜麻醉及止痛藥物參考劑量表

表一、小鼠 (MOUSE) 鎮靜、麻醉及止痛藥物參考劑量表

藥劑	劑量	投藥方式	備註	
動物保定/鎮靜/麻醉前給藥：進行注射、投藥、引起動物焦慮、低疼痛的實驗步驟或短時間保定時使用。				
1	Atropine	0.02-0.05mg/kg	IM,SC	
2	Diazepam (Valium™)	5mg/kg	IP	
3	Acepromazine	0.75mg/kg	IP	
4	Ketamine	20-44mg/kg	IM	
5	Terazol™, Zoletil™	80-160mg/kg	IM,IP	
6	CO ₂ + 10-50% O ₂ 混合氣體	To effect	IH	1. 作用時間短。 2. CO ₂ + 10-50% O ₂ 混合氣體其作用時間較短，且因兩種氣體密度不同，易造成O ₂ 在鋼瓶上層、CO ₂ 在底部，導致氣體混合不均，需注意。
動物麻醉：進行侵略性實驗、外科手術、或其他引起動物疼痛的步驟時使用。如需進行外科手術，動物必須進入手術期麻醉之深度，研究人員需確認動物已進入適當的麻醉深度（眼瞼反射、喉頭反射、腳趾反射），再進行手術。				
1	Pentobarbital	50-90mg/kg	IP	1. 品系差異性大，需注意。 2. 建議稀釋後使用。
2	Thiopental	30-50mg/kg	IP	
3	Ketamine	50-200mg/kg 40-60mg/kg	IP IM	建議使用於minor surgery。
4	Ketamine/Acepromazine	100mg/kg K+ 5mg/kg A	IP	
5	Ketamine/Xylazine	40-85mg/kg K + 5-21mg/kg X 90-120mg/kg K+5-10mg/kg X	IM,IP IM,IP	1. Yohimbine (1-2mg/kg IP)、Tolazoline (20mg/kg IP)、Atipamezol (1mg/kgSC) 為Xylazine結抗劑。 2. 如需追加劑量，使用 1/3 ketamine 劑量。
6	Ketamine/Xylazine	1.0ml K (100mg/kg) + 0.5ml X (20mg/ml) + 8.5ml注射用水混合，0.1ml/10g	IP	同上
7	Ketamine/Medetomidine	0.38ml K (100mg/kg)+0.5ml M(1mg/ml) + 4.12ml注射用水混合，0.1ml/10g	IP	Atipamezol (1mg/kgSC)為Medetomidine結抗劑。
8	Fentanyl/Fluanisone(Hypnorm™)/Midazolam	Fentanyl/Fluanisone : 1 注射用水: 2 Midazolam : 1 混合，0.1ml/10g	IP	Buprenorphine、Butorphanol tartrate為結抗劑。
9	Tribromoethanol (Avertin) - 等量混合Tribromyl ethyl alcohol 和 Tertiary amyl alcohol (1.2% dilution)	250mg/kg (0.2ml/10g) ICR mice建議使用2.5% 400mg/kg	IP	1. 建議經動物實驗管理委員會審查同意，確定有其科學研究之需求與依據，才得以使用本藥劑。 2. 此藥劑對腹腔刺激性強，重複使用於同一隻動物時易造成腹膜炎。
10	Halothane、Isoflurane	誘導4-5%，維持麻醉1-3%	IH	於抽氣櫃內或通風良好處使用。
11	Sevoflurane	誘導5-8%，維持麻醉2.5-4%	IH	於抽氣櫃內或通風良好處使用。
止痛藥：品系差異性大，需注意。				
1	Butorphanol tartrate (Torbugesic™)	0.1-0.3mg/kg, q4-6h	IM	
2	Meperidine	2-10mg/kg, q4h	IM	
3	Buprenorphine (Buprenex™)	0.05-0.1mg/kg, q8-12h	IM	
4	Oxymorphone	0.15mg/kg, q4h	IM	
5	Aspirin	10mg/kg, q4-6h	PO	
6	Carprofen	2-4mg/kg, q24h	IV,SC	
7	Ketoprofen	3mg/kg, q24h	IM	

IV:靜脈注射, IM:肌肉注射, SC:皮下注射, IP:腹腔注射, PO:口服, IH:吸入性, qXh:每X小時投藥。

表二、大鼠 (RAT) 鎮靜、麻醉及止痛藥物參考劑量表

藥劑	劑量	投藥方式	備註
動物保定/鎮靜/麻醉前給藥：進行注射、投藥、引起動物焦慮、低疼痛的實驗步驟或短時間保定時使用。			
1	Atropine	0.04-0.1mg/kg	IM,SC
2	Diazepam (Valium™)	0.5-15mg/kg	IP
3	Ketamine	22-50mg/kg	IM
4	CO ₂ + 10-50% O ₂	To effect	IH
1. 作用時間短。 2. CO ₂ + 10-50% O ₂ 混合氣體其作用時間較短，且因兩種氣體密度不同，易造成O ₂ 在鋼瓶上層、CO ₂ 在底部，導致氣體混合不均，需注意。			
動物麻醉：進行侵略性實驗、外科手術、或其他引起動物疼痛的步驟時使用。			
1	Pentobarbital	30-40mg/kg 30-60mg/kg	IV IP
1. 以低卡路里飼料飼養的公鼠需使用較高劑量。 2. 重複注射時，會產生抗藥性。			
2	Thiopental (2.5%)	30-100mg/kg 30mg/kg	IP IV
3	Ketamine	100-200mg/kg 50-100mg/kg	IP IM
建議使用於minor surgery			
4	Ketamine/Xylazine	50-100mg/kgK+10mg/kgX	IM,IP
1. Yohimbine (1-2mg/kgIP)、Tolazoline (20mg/kgIP)、Atipamezol (1mg/kgSC) 為Xylazine結抗劑。 2. 如需追加劑量，使用1/3 ketamine劑量。			
5	Terazol™, Zoletil™	40mg/kg 20mg/kg	IP IM
測量麻醉深度之檢查如眼瞼反應、腳趾、喉頭反射等，在使用此藥劑時不適用。			
6	Zoletil/Xylazine	20-40mg/kgZ+5-10mg/kgX	IP
測量麻醉深度之檢查如腳趾反射，在使用此劑量時不適用，需注意。			
7	Ketamine/Medetomidine	60-75mg/kgK +0.25-0.5mg/kgM	IP
8	Fentanyl/Fluanisone (Hypnorm™)/ Midazolam	Fentanyl/Fluanisone :1 注射用水:2 Midazolam:1 混合，2.7-4.0ml/kg	IP
Buprenorphine、Butorphanol tartrate為結抗劑。			
9	Chloral hydrate (5%)	300-500mg/kg	IP
1. 建議經動物實驗管理委員會審查同意，確定有其科學研究之需求與依據，才得以使用本藥劑 2. 此藥劑對腹腔刺激性強，易造成腹膜炎及胃腸道異常蠕動，需注意。			
10	Halothane、Isoflurane	誘導4-5%，維持麻醉1-3%	IH
於抽氣櫃內或通風良好處使用。			
11	Sevoflurane	誘導5-8%，維持麻醉2.5-4%	IH
於抽氣櫃內或通風良好處使用。			
12	初生仔鼠 (尚未長毛者) 麻醉： ▪ Pentobarbital 5mg/kg, IP ▪ Halothane, isoflurane ▪ 低溫麻醉		
止痛藥			
1	Morphin	1.5-6mg/kg, q2-4h	SC
2	Butorphanol tartrate (Torbugesic™)	1-2mg/kg, q4h 2.5-5mg/kg, q2h	SC
3	Buprenorphine(Buprenex™)	0.01-0.05mg/kg	SC,IP
注射劑不得作為口服藥劑使用。			
4	Ketorolac	3-5mg/kg, q12-24h 1 mg/kg, q12-24h	PO IM
5	Carprofen	5mg/kg, q12h	SC
6	Meloxicam	1 mg/kg,q24h	SC,PO

IV:靜脈注射, IM:肌肉注射, SC:皮下注射, IP:腹腔注射, PO:口服, IH:吸入性, qXh:每X小時投藥。

表三、天竺鼠 (GUINEA PIG) 鎮靜、麻醉及止痛藥物參考劑量表

藥劑	劑量	投藥方式	備註	
動物保定/鎮靜/麻醉前給藥：進行注射、投藥、引起動物焦慮、低疼痛的實驗步驟或短時間保定時使用。				
1	Atropine	0.05mg/kg	SC	
2	Ketamine	22-30mg/kg	IM	肌肉注射後易出現自殘行為及肌肉潰爛，需注意。
3	Diazepam	2.5-5.0mg/kg	IM,SC,IV	
4	Acetylpromazine	5-10mg/kg	IM	
5	Terazol™, Zoletil™	10-80mg/kg	IM,IP	鎮靜時間長
動物麻醉：進行侵略性實驗、外科手術、或其他引起動物疼痛的步驟時使用。				
1	Pentobarbital	15-40mg/kg	IP	
2	Thiopental	20mg/kg	IV	
3	Ketamine/Xylazine	44mg/kg K+5-13mg/kgX 27mg/kgK+0.6mg/kgX， 配合局部投予 0.5ml 1% lidocaine +1:200,000 epi- nephrine	IM IM	1. Yohimbine (1-2mg/kgIP)、Tolazoline 20mg/kgIP)為Xylazine結抗劑。 2. 如需追加劑量，使用 1/3 ketamine劑 量。
4	Fentanyl/Fluanisone (Hypnorm™)/ Midazolam	Fentanyl/Fluanisone :1 注 射用水:2 Midazolam:1混 合，8ml/kg	IP	Buprenorphine、Butorphanol tartrate為結 抗劑。
5	Terazol™, Zoletil™	60mg/kg, 配合局部投予 0.5ml 1% lidocaine + 1:200,000 epinephrine	IM,IP	建議使用於minor surgery
6	Halothane、Isoflurane	誘導4-5%，維持麻醉1- 3%	IH	1. 剛吸入藥劑時天竺鼠易憋氣，需注 意。 2. 於抽氣櫃內或通風良好處使用。
7	Sevoflurane	誘導5-8%，維持麻醉2.5- 4%	IH	1. 剛吸入藥劑時天竺鼠易憋氣，需注 意。 2. 於抽氣櫃內或通風良好處使用。
止痛藥				
1	Butorphanol tartrate (Torbugesic™)	0.25-0.4mg/kg	SC,IV	
2	Morphine	2-10mg/kg, q4h	SC,IM	
3	Buprenorphine (Buprenex™)	0.05mg/kg, q8-12h	SC	
4	Aspirin	86mg/kg	PO	
5	Carprofen	2.5mg/kg, q24h	PO	

IV:靜脈注射，IM:肌肉注射，SC:皮下注射，IP:腹腔注射，PO:口服，IH:吸入性，qXh:每X小時投藥。

註:天竺鼠的盲腸可能影響麻醉藥物的吸收及效應。

表四、兔子 (RABBIT) 鎮靜、麻醉及止痛藥物參考劑量表

藥劑	劑量	投藥方式	備註	
動物保定/鎮靜/麻醉前給藥：進行注射、投藥、引起動物焦慮、低疼痛的實驗步驟或短時間保定時使用。				
1	Glycopyrrolate	0.1mg/kg	IM	兔子有 atropine 水解酶，因此替代使用另一種 anticholinergics。
2	Ketamine	15-50mg/kg	IM	肌肉注射後易出現自殘行為及肌肉潰爛。
3	Ketamine/Acetylpromazine (10:1)	15-50mg/kg	IM	以 Ketamine 劑量計算之。
4	Diazepam	5-10mg/kg	IM,IV	
5	Acetylpromazine	1.0-10mg/kg	IM,SC,IV	
6	Xylazine	5-10mg/kg	IM	
7	Butorphanol/ Acetylpromazine	1mg/kg B 1mg/kg A	SC SC	
動物麻醉：進行侵略性實驗、外科手術、或其他引起動物疼痛的步驟時使用。				
1	Thiopental (2.5%)	15-30mg/kg	IV	需緩慢注射。
2	Pentobarbital (3%)	15-40mg/kg	IV	需緩慢注射。
3	Pentobarbital/Chlorpromazine	先注射 2mg/kg C, 5-10分鐘後注射 20-30mg/kg P	IM IV	
4	Pentobarbital/Xylazine	先注射 5mg/kg X, 5-10分鐘後注射 11.8-28.4mg/kg P	SC,IM IV	
5	Ketamine/Xylazine	35-50mg/kg K+5-10mg/kg X 10mg/kg K+3mg/kg X	IM IV	1. Yohimbine (0.2mg/kg IV) 為 Xylazine 結抗劑。 2. 如需追加劑量，使用 1/3 ketamine/Xylazine 劑量。
6	Ketamine/Xylazine/Acetylpromazine	先注射 5-10mg/kg X, 0.75mg/kg A, 5-10分鐘後注射 35-50mg/kg K	IM	
7	Ketamine/Midazolam	先注射 1mg/kg M, 5-10分鐘後注射 25mg/kg K	IM	
8	Ketamine/Diazepam	先注射 5-10mg/kg D, 5-10分鐘後注射 15-50mg/kg K	IM	
9	Ketamine/ Butorphanol/ Acetylpromazine	先注射 0.75mg/kg A, 0.1mg/kg B, 5-10分鐘後注射 35mg/kg K	IM	
10	Fentanyl/Fluanisone(Hypnorm™)/ Midazolam	先注射 0.3mg/kg Fentanyl/Fluanisone, 再注射 0.5-2mg/kg M	IM	Naloxone (0.005,0.01,0.1mg/kg IV), Doxapram (5mg/kg) 皆可刺激呼吸反應
11	Halothane、Isoflurane	誘導 4-5%，維持麻醉 1-3%	IH	1. 剛吸入藥劑時兔子易憋氣，需注意。 2. 抽氣櫃內或通風良好處使用。
12	Ketamine/Xylazine/Isoflurane	先肌肉注射 35mg/kg K +5mg/kg X, 再以 Isoflurane 維持麻醉	IM IH	
止痛藥				
1	Morphine	2-5mg/kg, q2-4h	SC,IM	
2	Butorphanol tartrate (Torbugesic™)	0.1-0.5mg/kg, q4h 1.0-7.5mg/kg, q4h	IV SC,IM	
3	Buprenorphine (Buprenex™)	0.01-0.1mg/kg, q8-12h	SC,IM	
4	Flunixin meglumine (Banamine™)	1.1mg/kg, q12h	SC,IM	
5	Ketoprofen	3mg/kg, q12h	SC,IM	
6	Carprofen	1.5mg/kg, q12h 4mg/kg, q24h	PO SC	
7	Aspirin	100-500mg/kg	PO	
8	Meloxicam	0.2mg/kg, q24h	SC	

IV:靜脈注射, IM:肌肉注射, SC:皮下注射, IP:腹腔注射, PO:口服, IH:吸入性, qXh:每X小時投藥。

註:1.兔子的盲腸可能影響麻醉藥物的吸收及效應。

2.兔子在恐懼或緊張時會停止動彈,呈現假死現象,需與藥物反應區別之。

表五、狗 (DOG) 鎮靜、麻醉及止痛藥物參考劑量表

藥劑	劑量	投藥方式	備註	
動物保定/鎮靜/麻醉前給藥：進行注射、投藥、引起動物焦慮、低疼痛的實驗步驟或短時間保定時使用。				
1	Atropine	0.02-0.05mg/kg	SC,IM	
2	Diazepam (Valium™)	1-5mg/kg 0.2-0.6mg/kg	IM IV	
3	Acetylpromazine	0.055-0.11mg/kg	IM,SC,IV	
4	Xylazine	1-2mg/kg	IM	
5	Medetomidine	0.1-0.8mg/kg	SC,IM,IV	
6	Terazol™, Zoletil™	6-12mg/kg	IM	
動物麻醉：進行侵略性實驗、外科手術、或其他引起動物疼痛的步驟時使用。				
1	Thiopental	10-35mg/kg	IV	前1/2劑量迅速注射，後1/2劑量緩慢注射。
2	Pentobarbital	20-30mg/kg	IV	前1/2劑量迅速注射，後1/2劑量緩慢注射。
3	Ketamine/Xylazine	先注射1-2mg/kg X，5-10分鐘後注射10-25mg/kg K	IM	1. Yohimbine (0.2mg/kg IV) 為 Xylazine 拮抗劑。 2. 如需追加劑量，使用1-2mg/kg ketamine IV，或1/3-1/4原劑量 Ketamine IM。
4	Ketamine/Midazolam	先注射0.5mg/kg M，5-10分鐘後注射10mg/kg K	IV	短時間麻醉。
5	Ketamine/Diazepam	先注射0.5mg/kg D，5-10分鐘後注射10mg/kg K	IV	短時間麻醉。
6	Ketamine/ Acetylpromazine	先注射0.1mg/kg A，5-10分鐘後注射2-4mg/kg K	IV	短時間麻醉。
7	Terazol™, Zoletil™/Xylazine	8mg/kg Zoletil+0.5mg/kg X	IM	
8	Terazol™, Zoletil™	6-10mg/kg 3-7mg/kg	IM IV	2-3mg/kg IV 追加麻醉。
9	Propofol/ Isoflurane	先靜脈注射6mg/kg P，再以 Isoflurane 維持麻醉	IV IH	可長時間麻醉。
10	Thiopental 或 Thiamylal/ Isoflurane	先靜脈注射8-12mg/kg T，再以 Isoflurane 維持麻醉	IV IH	可長時間麻醉。
11	Halothane、Isoflurane	誘導4-5%，維持麻醉1-3%	IH	1. 可長時間麻醉。 2. 於通風良好處使用。
12	Halothane / Nitrous Oxide (50% O ₂ +50% N ₂ O)	誘導4-5%，維持麻醉1-3%	IH	1. 可長時間麻醉。 2. 於通風良好處使用。
止痛藥				
1	Morphine	0.1-1mg/kg, q4h	SC,IM	
2	Butorphanol tartrate (Torbugesic™)	0.2-0.4mg/kg, q4h	SC,IM	
3	Buprenorphine (Buprenex™)	0.005-0.02mg/kg, q8h	SC,IM	
4	Flunixin meglumine (Banamine™)	0.5-2.2mg/kg,	IM,IV	
5	Carprofen (Rimadyl™)	4mg/kg, 之後維持 1-2mg/kg, q24h	IV,SC, SC,PO	
6	Aspirin	10-20mg/kg, q8h	PO	
7	Meloxicam	0.2mg/kg, 之後維持 0.1mg/kg, q24h	IV,SC,PO PO	
8	Paracetamol (Acetaminophen)	15mg/kg, q6-8h	PO	
9	Fentanyl	0.001-0.005mg/kg, q0.5h, 0.003-0.01mg/kg/hr, 3-10kg: 25 g/hr; 10- 20kg: 50 g/hr; 20-30kg: 75 g/hr; 30kg: 100 g/hr;	IV bolus, 持續輸液 皮下貼片	

IV:靜脈注射, IM:肌肉注射, SC:皮下注射, IP:腹腔注射, PO:口服, IH:吸入性, qXh:每X小時投藥。

表六、豬 (SWINE) 鎮靜、麻醉及止痛藥物參考劑量表

藥劑	劑量	投藥方式	備註
動物保定/鎮靜/麻醉前給藥：進行注射、投藥、引起動物焦慮、低疼痛的實驗步驟或短時間保定時使用。			
1	Atropine	0.05mg/kg	SC,IM
2	Diazepam (Valium™)	0.5-10mg/kg 0.44-2mg/kg	IM IV
3	Acetylpromazine	1.1-2.2mg/kg	IM
4	Xylazine	2mg/kg	IM
5	Midazolam	0.1-0.5mg/kg	IM,IV
6	Terazol™, Zoletil™	2-4mg/kg	IM
動物麻醉：進行侵略性實驗、外科手術、或其他引起動物疼痛的步驟時使用。			
1	Thiopental	6.6-30mg/kg	IV 前1/2劑量迅速注射,後1/2劑量緩慢注射
2	Pentobarbital	20-40mg/kg	IV 前1/2劑量迅速注射,後1/2劑量緩慢注射
3	Ketamine/Xylazine	先注射2mg/kg X, 5-10分鐘後注射20mg/kg K	IV IM 1. Yohimbine (1mg/kgIV)為Xylazine結抗劑。 2. 如需追加劑量,使用1-2mg/kg ketamine IV或1/3-1/4原劑量Ketamine IM。
4	Ketamine/Medetomidine	先注射0.2mg/kg M, 5-10分鐘後注射10mg/kg K	IM Atipamezole (1mg/kgIV)為Medetomidine結抗劑。
5	Ketamine/Diazepam	先注射2mg/kg D, 5-10分鐘後注射15mg/kg K	IV
6	Ketamine/ Midazolam	先注射0.5mg/kg M, 5-10分鐘後注射33mg/kg K	IM
7	Ketamine/ Acetylpromazine	先注射11mg/kg A, 5-10分鐘後注射33mg/kg K	IM
8	Terazol™, Zoletil™	6-8.8mg/kg	IM 1-2mg/kg IV 追加麻醉。
9	Terazol™, Zoletil™/Xylazine	先注射2mg/kg X, 5-10分鐘後注射4.4mg/kg Zoletil	適合吸入性麻醉前之誘導麻醉。
10	Halothane、Isoflurane	誘導4-5%, 維持麻醉1-3%	IH 1. 誘導麻醉後使用。 2. 可長時間麻醉。
11	Halothane、Isoflurane / Nitrous Oxide (50%O2+50%N2O)	誘導4-5%, 維持麻醉1-3%	IH 1. 誘導麻醉後使用。 2. 可長時間麻醉。
12	非存活手術用組合	麻醉前給藥：Atropine0.5mg/kg IM、Ketamine 33mg/kg IM、Acepromazine 1.1mg/kg IM 誘導：Pentobarbital 20-40mg/kg IV或Thiopental 6.6-25mg/kg IV 麻醉維持：Pentobarbital 5-15mg/kg/hr IV或Thiopental 3.0-6.0mg/kg/hr IV	
13	存活手術用組合	麻醉前給藥：Atropine0.05mg/kg IM、Ketamine 33mg/kg IM、Acepromazine 1.1mg/kg IM 誘導：Isoflurane (4-5%)面罩 麻醉維持：Isoflurane (0.5-20%)/ Nitrous Oxide (50%O2+50%N2O)	
14	Cardiopulmonary Bypass用組合	麻醉前給藥：Fentanyl 30-50µg/kg IV或Sufentanyl 7-15µg/kg IV 誘導：Fentanyl 50-100µg/kg/hr IV或Sufentanyl 10-30µg/kg/hr IV 麻醉維持：Isoflurane (0.25-0.5%)	
止痛藥			
1	Butorphanol tartrate (Torbugesic™)	0.1-0.3mg/kg, q4-6h	IM
2	Meperidine	2-10mg/kg, q4h	IM
3	Buprenorphine (Buprenex™)	0.05-0.1mg/kg, q8-12h	IM
4	Oxymorphone	0.15mg/kg, q4h	IM
5	Aspirin	10mg/kg, q4-6h	PO
6	Carprofen	2-4mg/kg, q24h	IV,SC
7	Ketoprofen	3mg/kg, q24h	IM

IV:靜脈注射, IM:肌肉注射, SC:皮下注射, IP:腹腔注射, PO:口服, IH:吸入性, qXh:每X小時投藥。

表七、魚類經常使用的麻醉藥劑及濃度參考劑量表

常用實驗魚類麻醉劑	劑量	注意事項
MS-222 (tricaine, methanesulfonate) C ₁₀ H ₁₅ NO ₅ S	25~200mg/L (依不同魚種及大小而定)	1. 配製時利用碳酸氫鈉(sodium bicarbonate)調整pH至中性並避光保存。 2. 為目前美國 FDA 唯一准許用於魚類的麻醉藥劑。
Clove oil (丁香油), 2-phenoxyethanol C ₆ C ₅ OCH ₂ CH ₂ OH	<0.5ml/ L (依不同魚種及大小而定)	Clove oil為油狀，濃縮液應用95%的ethanol來配製，在使用前再稀釋至所需濃度。
Benzocaine hydrochloride C ₉ H ₁₁ NO ₂ · HCl	25-100 mg/ L	1. 配製時利用碳酸氫鈉(sodium bicarbonate)調整pH至中性並避光保存。 2. 劑量使用時要很小心，容易因過度麻醉而致死。

參考資料:

1. BVAAWF/FRAME/RSPCA/UFAW Joint Working Group on Refinement. 2003. Lab Animals. 37 (Suppl.1)
2. C. Terrance Hawk et. al., 2005. Formulary for Laboratory Animals. 3rd edition. Blackwell Publishing.
3. Dennis F. Kohn. et.al., 1997. Anesthesia and Analgesia in Laboratory Animals. Academic Press.
4. National Health and Medical Research Council. Australian Government. 2008. Guidelines to Promote the Wellbeing of Animals Used for Scientific Purposes. Assessment and Alleviation of Pain and Distress in Research Animals. Available at: www.nhmrc.gov.au.
5. NIH Anesthesia and Analgesia Formulary. 2005. NIH.

附錄4、pentobarbital 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)	100	150
大鼠 (Rat)	100	150
兔 (Rabbit)	100	150
天竺鼠 (Guinea Pig)	100	150
倉鼠 (Hamster)	100	150
綿羊 (Sheep)	100	
山羊 (Goat)	100	
家禽 (Chicken)	150	150
貓 (Cat)	100	100
狗 (Dog)	100	100
豬 (Swine)	100	
貂類 (Ferret)	120	120
靈長類 (Primate)	100	

註 1：一般動物以麻醉劑量的3-5倍劑量為安樂死劑量，並依各別動物狀況做後續增加。