# 國立臺灣海洋大學

National Taiwan Ocean University

# 實驗動物照護及使用委員會
# 獸醫照護計畫
# Institutional Animal Care and Use Committee Veterinary Care Plan

第五版

5th version

獸醫照護小組編審

Edited and Reviewed by

Veterinary Care Team

公布日期：115 年 10 月 05 日

Presented on October 05, 2026

# 目錄

頁碼

前言 ……1

第一章　獸醫照護小組職責；獸醫照護培訓和教育計畫；獸醫照護通報程序……2

第二章　疾病偵測、監控、預防、診斷、治療與解決方案……5

第三章　動物操控及保定；麻醉、止痛及鎮定劑；安樂死方法……11

第四章　手術及術後照護……25

附錄

附錄 1、常用實驗動物的疼痛程度評估……27

附錄 2、疼痛程度評估及止痛計畫表……30

附錄 3、實驗動物鎮靜麻醉及止痛藥物參考劑量表……32

# Content

頁碼

Introduction……3

Chapter 1 Responsibilities of Veterinary Care Team; Training and Education Program; and Veterinary care reporting ……4

Chapter 2 Disease Detection and Surveillance, Prevention, Diagnosis, Treatment and Resolution 8

Chapter 3 Handling and Restraint; Anesthetics, Analgesics and Tranquilizer Drugs; and Methods of Euthanasia……14

Chapter 4 Surgical and Postsurgical Care ……28

Appendix

Appendix 1 Pain Assessment Tools for Laboratory Animals……30

Appendix 2 The Table of Pain Assessment and Analgesic Plan ……33

Appendix 3 The Table of Labotary Animals Sedatives, Anesthetics and Analgesics Formulary ……35

# 前言（Introduction）

國立臺灣海洋大學（簡稱本校）設置 5 座動物飼養及實驗設施（陸生動物實驗中心、水生動物實驗中心、養殖系溫室、生科系魚房、海洋生物培育館），飼養嚙齒類動物與水生動物等，以供應校內研究人員進行動物試驗。陸生動物實驗中心由資深囓齒類相關經驗管理人員及獸醫師負責監控動物疾病照護工作；其餘水生生物試驗場所由資深水產相關經驗技術人員、水產養殖技師及獸醫師負責監控動物疾病照護工作。本計畫書描述說明本校對嚙齒類動物及水生動物之獸醫照護政策、標準作業程序及監視管控方式等，且作為動物飼養管理人員及獸醫照護人員之行為準則，以期符合實驗動物福祉及動物醫療等相關之國內外法規。

本計畫書修正沿革簡述如下：

1. 第一版經 112 年 3 月 21 日本校實驗動物照及使用委員會議同意定稿，112 年 4 月 1 日公佈實施。
2. 因應法規及現實環境的不同，修正後之第二版經 114 年 3 月 21 日本校實驗動物照及使用委員會議同意定稿，114 年 3 月 28 日公佈實施。
3. 依農業部 114 年 3 月 21 日至本校動物科學應用機構實地查核建議，將本委員會「實驗動物疼痛評估、人道終止點、麻醉及安樂死方法」整合至本計畫書，並經 114 年 10 月 7 日本校實驗動物照及使用委員會議修正部份內容後定稿，114 年 10 月 9 日公佈實施。
4. 因應本校實驗動物照及使用委員會升格為校級委員會，本校實驗動物照及使用委員會 115 年 3 月 23 日會議修正本計畫書名稱，115 年 3 月 26 日公佈實施。
5. 依農業部 115 年 6 月 23 日至本校動物科學應用機構實地復查建議，增加水生動物人道終點及安樂死方法至本計畫書，並經 115 年 10 月 2 日本校實驗動物照及使用委員會議修正部份內容後定稿，115 年 10 月 5 日公佈實施。

# 第一章（Chapter 1）
# 獸醫照護小組職責；獸醫照護培訓和教育計畫；獸醫照護通報程序
# （Responsibilities of Veterinary Care Team; Training and Education Program; and Veterinary care reporting）

一、獸醫照護小組成員（Members）與職責（Responsibilities）

（一）本校實驗動物照護及使用委員會成立案業於 90 年 10 月報請農業部同意備查，現有成員之中職司管理及查核的人員有：

1. 黃崇雄教授：獸醫照護小組獸醫師，負責制定及督導獸醫照護計畫之政策方針、監視囓齒類及水生動物醫療照護和使用過程、疾病診斷及治療。工時比例 25%。
2. 郭裔培助理教授：獸醫照護小組水產養殖技師，負責督導獸醫照護計畫之政策方針、協助獸醫師監視水生動物醫療照護和使用過程、疾病診斷及治療。工時比例 25%。
3. 王敦正技士：陸生動物實驗中心管理人員，負責執行此實驗場域軟硬體設施、人員之管理及動物健康狀況監控與通報。工時比例 25%。
4. 涂智欽技正：水生動物實驗中心及養殖系溫室管理人員，負責執行此實驗場域軟硬體設施、人員之管理及動物健康狀況監控與通報。工時比例 25%。
5. 盧正偉助理教授：生科系魚房管理人員，負責執行此實驗場域軟硬體設施、人員之管理及動物健康狀況監控與通報。工時比例 25%。
6. 張睿昇助理研究員：海洋生物培育館管理人及查核委員，負責執行此實驗場域軟硬體設施、人員之管理及動物健康狀況監控與通報。工時比例 25%。

表一、職責分工（List of responsibilities）

P: planning; I: implementation; C: clinical service; M: monitoring

| Responsibilities | 黃崇雄 | 郭裔培 | 王敦正 | 涂智欽 | 盧正偉 | 張睿昇 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Disease surveillance, prevention, diagnosis, and treatment | IC | IC | IM | IM | IM | IM |
| Animal handling and restraint | IC | IC | IM | IM | IM | IM |
| Anesthesia, Analgesia and Sedation | IC | IC | IM | IM | IM | IM |
| Euthanasia | IC | IC | IM | IM | IM | IM |
| Surgery and postoperative care | IC | IC | IM | IM | IM | IM |
| Animal physical and psychological well-being | IC | IC | IM | IM | IM | IM |
| Assist in protocol review & monitoring | PI | PI | IM | IM | IM | IM |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Education and training | IM | IM | - | - | - | - |
| Assist in employee and animal safety | IC | IC | IM | IM | IM | IM |
| Zoonosis control | IC | IC | IM | IM | IM | IM |
| Assist in biosecurity and animal care | IC | IC | IM | IM | IM | IM |

(五) 實驗動物計畫申請案件如涉及特殊用藥、鎮靜麻醉、手術及術後照護等獸醫專業項目時，由 IACUC 執行秘書轉交給 IACUC 召集人轉交給獸醫師審查，如為需改善則退回計畫主持人修正，審查通過後再由 IACUC 全體委員依原程序進行審查。

(六) 獸醫照護小組獸醫師須接受動物實驗研究人員徵詢特定動物模式中人道終點判定標準替代方案。

(七) 動物實驗計畫執行過程中發生非預期結果，獸醫師在接獲通報後須進行調查，並與實驗主持人共同判定計畫停止或提出申請變更。

(八) 當有動物重複使用或轉讓需求者，獸醫師須評估動物狀況，並審視相關證明文件。

(九) 獸醫照護小組接獲實驗動物受到災害意外影響通報時（含假日），須前往發生場所處理緊急狀況。

二、培訓（Training）和教育（Education）

(一) 獸醫照護成員訓練紀錄

1. 黃崇雄：
   (1) 獸醫師證書 [台獸師字第 5859 號]
   (2) 中華實驗動物學會會員
   (3) 危害通識教育訓練 [危訓字第 096147 號、危訓字第 1000709 號]
   (4) 實驗室安全衛生講習 [實訓字第 1000709 號]
   (5) 實驗動物使用者訓練課程 [台實動訓字第 33 號]
   (6) 藥事人員繼續教育 [臨藥繼字第 1030614 號、臨藥繼字第 1040904 號]
   (7) 醫學研究倫理講習會 [醫倫字第 104070071 號、醫倫字第 107010042 號]
   (8) 細胞培養品管與生物安全研習會 [國家衛生研究院 106 年 9 月 12 日]
2. 郭裔培：
   (1) 水產養殖技師證書 [技證字第 011252 號]
3. 王敦正：
   (2) 實驗動物人道管理訓練-實驗動物行政管理班 [103 農科產實動字第 0446 號]
   (3) IACUC 委員會或小組成員繼續教育訓練班 [104 農科實動字第 0347 號]
   (4) 中華實驗動物學會第十五屆第一次會員大會暨學術研討會 [實動字第 10611-101 號]
   (5) IACUC 委員會或小組成員繼續教育訓練班 [109 農科實動字第 0250 號]
   (6) IACUC 委員會或小組成員繼續教育訓練班 [112 農科實動字第 0260 號]
4. 涂智欽：
   (1) 加強動物保護計畫-實驗動物行政管理班 [103 農科產實動字第 0069 號]

(2) IACUC 委員會或小組成員基礎訓練班 [106 農科實動字第 0017 號]
(3) IACUC 委員會或小組成員繼續教育訓練班 [107 農科實動字第 0313 號]
(4) IACUC 委員會或小組成員繼續教育訓練班 [110 農科實動字第 0408 號]
(5) IACUC 委員會或小組成員繼續教育訓練班 [113 優農實動字第 0220 號]

5. 盧正偉：
(1) IACUC 委員會或小組成員基礎訓練班 [114 優農實動字第 0042 號]

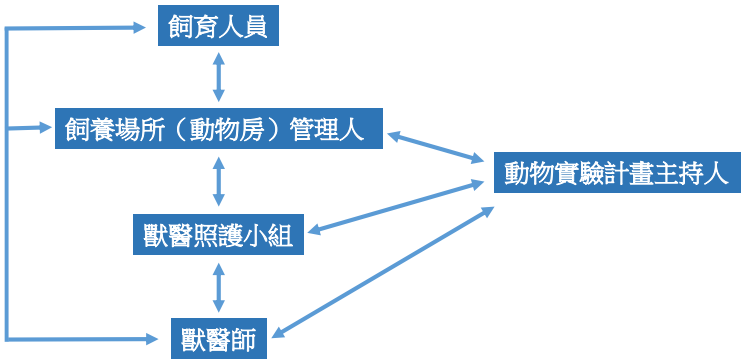
6. 張睿昇：
(1) IACUC 委員會或小組成員基礎訓練班 [110 農科實動字第 0237 號]

(二) 教育訓練計畫

1. 動物照護與使用相關教育訓練計畫內容須經 IACUC 審查同意後實施，並由 IACUC 負責監控評估計畫成效。
2. 獸醫照護小組或 IACUC 成員，每年至少一人參與動物實驗相關教育訓練課程。
3. 所有欲進行動物實驗相關之操作人員均需參與校內外舉辦之實驗動物飼養管理及操作技術實體或線上課程至少 12 小時，並取得合格證明後，方得操作。

三、獸醫照護通報（Veterinary care reporting）

1. 飼育人員：負責適當照護實驗動物，若發現動物健康狀態異常，須即時通報飼養場所（動物房）管理人。接受飼養場所（動物房）管理人之指示執行動物照護動作，並回報處置情形。
2. 飼養場所（動物房）管理人：為飼養場所（動物房）之內外主要聯繫人員，負責監督飼育人員照護動物健康。若接獲動物異常訊息，須即時通報執行動物實驗之計畫主持人及獸醫照護小組，並依據獸醫照護小組之指示向飼育人員傳達動物照護處置方式，及向獸醫照護小組及動物實驗計畫主持人回覆處置結果。
3. 動物實驗計畫主持人：負責監控動物實驗計畫所屬動物之健康狀態，若自行發現非試驗預期之異常狀況，須即時通報飼養場所（動物房）管理人，且通報獸醫照護小組討論動物照護處置方式。
4. 獸醫照護小組：獸醫師接獲飼養場所（動物房）管理人或動物實驗計畫主持人通報動物異常訊息後，須即時指示動物照護處置方式，並監督動物照護實施情形，及向獸醫師通報處置結果。
5. 獸醫師（或水產養殖技師）：監督獸醫照護小組提供動物照護的執行情形，要求飼育人員、飼養場（動物房）管理人及動物實驗計畫主持人遵照獸醫照護小組之指示實施動物照護。




圖一、通報關係圖。

# 第二章（Chapter 2）
# 疾病偵測、監控、預防、診斷、治療與解決方案
# （Disease Detection and Surveillance, Prevention, Diagnosis, Treatment and Resolution）

## 一、 動物的生物安全（Animal Biosecurity）

獸醫照護小組為確保各個動物飼養設施之動物健康安全狀態，實施下列生物安全措施，並由獸醫師或水產養殖技師監視管控作業流程：

1. 傳染病原監控方法

(1) 陸生動物實驗中心

A. 若飼育室之使用預計達 8 週或以上時，即需於該環境內放置衛兵鼠（得為同批實驗中未處理組別之動物）進行環境監控，監測期至少 8 週以上。若發現動物異常，經獸醫師採檢後診斷。

B. 以放置衛兵鼠及臨床症狀觀察進行疾病監測。衛兵鼠可採髒墊料接觸法進行環境監測；每日進行動物臨床症狀觀察巡檢。

(2) 水生動物試驗場域

A. 例行監控

a. 每日觀察魚隻攝食情形、精神狀態及其他行為等並記錄。

b. 每月由水產養殖技師或經水產養殖技師授權之技術人員進場巡查魚隻健康狀況並記錄。

B. 異常監控

場內人員觀察發現飼育魚隻散發性疾病感染症狀或行為異常，須立即通知計畫主持人及通報獸醫師進行診斷處理。

2. 傳染病原控制、抑制或消除方法

(1) 陸生動物實驗中心

A. 人員需依規範進行著裝才可進入管制區內，且動物、物品及人員皆需依動線規範進出，並定期進行清潔消毒。

B. 若於衛兵鼠監控檢測時有察覺兩隻以上之動物有疑似中毒、感染或不明原因死亡，獸醫師在調查診斷後，得於一週內將該飼育室內動物全部進行安樂死，淨空後以濃度 0.1%的稀釋漂白水及福馬林煙薰進行環境消毒，後續以衛兵鼠進行動物房監測 8 週後，方得開放實驗動物進入。

(2) 水生動物試驗場域

A. 疾病清除與治療

經確診為列管之疾病項目，先洽詢計畫主持人，由獸醫師開立治療藥物或水產養殖技師建立清除方法，經動物房（舍）負責人核准後，開始執行疾病清除工作。該清除工作結束後進行魚隻疾病檢測、魚隻健康情形觀察與評估。

B. 清場與清潔

經確診為列管之疾病項目且爆發至無法控制時，經動物房（舍）負責人核准後，方能啟動清場程序。該飼育水槽內動物全部進行安樂死，淨空後以

濃度 0.1%的稀釋漂白水溶液進行飼育網具、器械、槽體浸泡消毒 24 小時，後更換為自來水再浸泡 24 小時，排去廢水並以自來水潤洗 2 次以上之後才可再行使用。

二、 隔離檢疫和安定（Quarantine and Stabilization）

1. 隔離檢疫政策

(1) 進入陸生動物實驗中心之動物均須為 AAALAC 認證供應商提供之 SPF 等級以上之動物。

(2) 水生動物試驗場域

除了具有可提供動物健康證明文件的實驗動物以外，對所有新引進水生實驗動物，視為帶有感染性病原的狀態，暫時隔離於檢疫區或不同層架（且不相鄰）的飼育槽進行短期養殖，確保由外引進動物無任何病毒、內外寄生蟲、細菌性及其他疾病或感染徵狀爆發，以確保本房舍飼養動物健康與品質及未來進入實驗不影響結果的評估。

2. 隔離措施和相關設施

(1) 陸生動物實驗中心：分房（室）隔離飼養動物。

(2) 水生動物試驗場域

將欲隔離之水生實驗動物，進行短期隔離養殖，使用隔離的水槽或是飼育桶，於檢疫區或不同層架（且不相鄰）的狀態下隔離飼育。

3. 動物入舍及安定程序

(1) 初步評估

A. 齧齒類動物

動物皆 SPF 來源，動物供應端與接收端為同等飼育環境故不需進行檢疫，僅於動物接收時進行外觀、行為觀察及適應期。

B. 水生動物

水生動物引進進入隔離的區域養殖時，若有動物異常死亡或有臨床症狀呈臨死狀態，應做病理解剖及懷疑的微生物病原檢查並拍照存證與聯繫獸醫師或水產養殖技師；其他續觀察行為與魚類不適的症狀紀錄。

(2) 適應安定時間

A. 嚙齒類動物：至少 3 至 7 天。

B. 水生動物：至少 5 至 7 天。

(3) 動物健康狀況異常的處置

A. 陸生動物實驗中心

若於接收時發現動物出現異常，即退回原供應商；若於適應期間發現動物異常症狀，飼育人員即須通報飼養場所（動物房）管理人及動物實驗計畫主持人，並由動物實驗計畫主持人與獸醫師討論動物處置方式。

B. 水生動物試驗場域

若於適應期間發生健康異常，則飼育人員先行通報引進負責人、動物實驗計畫主持人與相關主管開會研究進一步處理。未有決定之前不可移動進入養殖循環系統或進入試驗；並由動物實驗計畫主持人與獸醫師

或水產養殖技師討論動物處置方式。

三、 疾病監測、診斷、治療與控制（Surveillance, Diagnosis, Treatment and Control of Disease）

獸醫照護小組為防治各個動物飼養設施之動物疾病，實施下列措施，並由獸醫師監視管控作業流程：

1. 陸生動物實驗中心

(1) 疾病監測與診斷

以放置衛兵鼠（得為同批實驗中未處理組別之動物）及臨床症狀觀察進行疾病監測。衛兵鼠可採髒墊料接觸法進行環境監測。臨床症狀觀察需檢視動物有無死亡，若有需進行死亡觀察；若無則觀察動物精神、行為動作、外觀（例如眼、鼻、皮毛、四肢等）是否異常。衛兵鼠檢體委由國家實驗動物中心進行診斷。

表二、嚙齒類動物臨床症狀觀察項目

| 項目 | 症狀 | 說明 |
|---|---|---|
| 精神狀態 | 昏眩 | 頭部轉動呈茫然狀態。 |
| | 過度敏感 | 易受驚嚇，對外來刺激如碰觸、聲音的反應劇烈。 |
| | 遲鈍 | 對外來刺激如碰觸、聲音的反應變慢。 |
| | 俯臥 | 不活動並以腹部著地躺著呈休息狀。 |
| | 側臥 | 不活動並以身體側躺著呈休息狀。 |
| | 疲軟 | 全身疲乏無力狀，隨意放置皆不會改變其位置。 |
| 動物行為 | 僵直 | 全身肌肉攣縮僵硬。 |
| | 抽搐 | 四肢或全部身體呈現震動或戰慄狀。 |
| | 後弓反張 | 背部拱起，頭部向背部仰。 |
| | 跛行 | 行走異常，肢體活動困難。 |
| | 麻痺 | 喪失正常反射及痛覺反應。 |
| | 肺水泡音 | 呼吸有雜音。 |
| | 呼吸困難 | 呼吸費力或喘息，呼吸速率變慢。 |
| | 咳血 | 血液自氣管或肺臟流出。 |
| | 鼻分泌物 | 鼻腔有水性或黏性分泌物流出。 |
| | 流涎 | 唾液分泌過度：嘴邊周圍毛髮潮濕。 |
| | 痙攣 | 肌肉收縮及放鬆運動改變，肌肉呈現不自主性或連串性收縮。 |
| 眼睛 | 突眼 | 眼球不正常突出眼窩。 |
| | 淚眼 | 淚液過度分泌呈透明或有顏色狀。 |

| | | |
|---|---|---|
| 毛髮 | 皮毛粗剛 | 皮膚喪失原有之光澤且毛髮變硬。 |
| | 禿、掉毛 | 毛髮大量掉落，以致皮膚露出。 |
| | 豎毛 | 毛髮豎立狀。 |
| 皮膚 | 外傷 | 體表皮膚受傷紅腫流血。 |
| | 潰瘍 | 體表皮膚潰爛、流膿。 |
| | 結痂 | 體表皮膚傷口癒合產生痂塊。 |
| | 腫瘤 | 四肢、軀體產生異常硬塊。 |
| | 發紺 | 身體尾部、口、腳底呈現藍色狀。 |
| | 蒼白 | 表皮黏膜顏色變白。 |
| | 紅斑 | 皮膚變紅。 |
| 代謝 | 下痢 | 排出之糞便呈軟而不成型或呈液體狀。 |
| | 水腫 | 皮下組織腫脹充滿液體。 |
| | 脫水 | 喪失體液，皮膚呈鬆軟狀態。 |
| | 排尿失禁 | 尿液不自主的從尿道口流出。 |

(2) 疾病治療與控制

動物若檢出 SPF 規範項目疾病，該飼育室內之動物皆須安樂死。若動物出現非試驗誘導之異常症狀，飼育人員須通報飼養場（動物房）管理人及動物實驗計畫主持人，並由動物實驗計畫主持人與獸醫師討論動物處置方式。如不進行治療，該動物排除於試驗外，移出管制區，並進行安樂死。

2. 水生動物試驗場域

(1) 例行監控

A. 每日觀察攝餌情形、精神狀態、體表及其他行為等觀察並紀錄。

B. 每月由水產養殖技師或經水產養殖技師授權之技術人員進場巡查魚隻健康狀況並記錄。

(2) 疾病治療與控制

臨床症狀觀察需檢視動物有無死亡，若有需進行死亡觀察；若無則觀察動物精神、行為動作、外觀是否發生異常；參考魚類動物疼痛常見症狀，設定臨床症狀觀察項目下:

表三、水生動物臨床症狀觀察項目

| | 症狀 | 適用魚種參考 |
|---|---|---|
| 1 | 異常迴圈、游動、活動減慢。 | 鱒魚、斑馬魚、鯉魚、鮭魚等大多數的魚類。 |
| 2 | 拒食。 | 鱒魚、斑馬魚、鯉魚、鮭魚等大多數的魚類。 |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | 鰓的通氣量上升許多、鰓蓋加速活動。 | 鱒魚、斑馬魚等。 |
| 4 | 血液中cortisol量增加。 | 斑馬魚等。 |
| 5 | 尾部異常擺動（tail beating）。 | 鯉魚、虹鱒等。 |
| 6 | 在底部來回滾動。 | 鯉魚、虹鱒等。 |
| 7 | 摩擦疼痛部位。 | 金魚、虹鱒等。 |
| 8 | 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、鮭魚等大多數的魚類。 |
| 9 | 眼睛混濁 | 鱒魚、斑馬魚、鯉魚、鮭魚等大多數的魚類。 |
| 10 | 魚鰭破損或鱗片脫落 | 鱒魚、斑馬魚、鯉魚、鮭魚等大多數的魚類。 |
| 11 | 腹部腫大 | 鱒魚、斑馬魚、鯉魚、鮭魚等大多數的魚類。 |
| 12 | 體色蒼白或變黑 | 鱒魚、斑馬魚、鯉魚、鮭魚等大多數的魚類。 |

四、 緊急照護（Emergency Care）

各個動物飼養設施之動物發生緊急意外事件時，為確保動物可獲得適當照護處置，動物飼養管理人員須向獸醫師通報動物健康異常狀況，並在接獲獸醫師及獸醫照護小組獸醫師指示之緊急處置方法後，須確實執行照護動作並回報後續效果。實施程序如下：

1. 陸生動物實驗中心

動物飼養期間每天進行巡檢（包含假日）並進行書面紀錄，若發現動物死亡或有異常症狀即進行通報程序，針對該現象進行討論相對應之處置方法，若為打架受傷則分別隔離飼養。

2. 水生動物試驗場域

水生動物飼育及試驗期間每天進行巡檢（包含假日）並進行書面紀錄，若發現動物死亡或有異常症狀即進行通報程序，針對該現象進行討論相對應之處置方法，若為打架受傷則分別隔離飼養。

五、 臨床記錄保存（Clinical Record Keeping）

1. 陸生動物實驗中心

環境管控相關之紀錄表單、動物進入及進出彙整紀錄等資料皆放置於資料室，並由專人管理。

2. 水生動物試驗場域

環境管控相關之紀錄表單、動物進入及進出彙整紀錄、每日動物臨床症狀觀察等資料皆放置於水生動物試驗場域之管制區，並由專人管理。

六、 診斷資源（Diagnostic Resources）

1. 陸生動物實驗中心

若有死亡之動物需移出管制區外，無提供屍檢設備。若疑似為感染所致，得委由國家實驗動物中心進行疾病項目診斷

2. 水生動物試驗場域

由於水生動物飼育條件的特殊性，疾病監測實施頻率依每次試驗動物進入前，飼養準備的水體環境進行事先監測並記錄，必要時得由單位主管決定增加實施次數。所監測之疾病項目，由校內之魚病診斷實驗室或水產關鍵技術實驗室進行測試。

七、 藥物存放和控制（Drug Storage and Control）

1. 藥品的購買

皆須透過校內採購系統購買，相關採購規範依校方公告執行。

2. 藥品存放

(1) 陸生動物實驗中心

區域內不存放藥品，試驗所需之藥品由試驗人員自行準備。

(2) 水生動物試驗場域

區域內不存放藥品，試驗所需之藥品由試驗人員自行準備。

# 第三章（Chapter 3）
# 動物操控及保定；麻醉、止痛及鎮定劑；安樂死方法
# （Handling and Restraint; Anesthetics, Analgesics and Tranquilizer Drugs; and Methods of Euthanasia）

一、 動物取得（Animal Procurement）

由校外合格商業供應商供應之每批動物（囓齒類動物或水生動物），接收動物時發現異常則立刻退回原供應來源。

1. 陸生動物實驗中心

動物來源為 AAALAC 認證供應商提供之 SPF 等級以上之動物。若於接收時觀察到動物有異常之行為、外傷等現象，即移出管制區外並退回原供應商。

2. 水生動物試驗場域

動物來源為校外合格商業供應商或市售商業應用之水生動物，若於接收時觀察到動物有異常之行為、外傷等現象，即移出管制區外並退回原供應商。

二、 動物運輸（Transportation of Animals）

1. 陸生動物實驗中心

囓齒類動物均由合格商業供應商的動物運輸車運送至陸生動物實驗中心接收室再移入管制區內。

4. 水生動物試驗場域

水生動物運送至水生動物實驗場所接收區域再移入管制區內。水生動物被運送時，除活魚運送車類型（意即具有運送途中可提供完整水槽、曝氣供氧、避免光照等環境條件之特殊車輛）外，另一類具有完整袋裝、充氧裝填、降低溫並置入保溫紙箱或保麗龍箱中形式運送。於動物房內以放置水槽的工作台車或推車運送。

三、 物理保定（Physical Restraint）

1. 嚙齒類動物

保定方法：一手輕抓動物尾巴，另一手捏住動物兩耳後頸部的皮及背部皮膚，尾巴可視情況需要將其向後拉至動物背部，以手指固定，完成保定。若動物因體型過大而難以保定時，可由 2 人共同執行，其中 1 人為主要保定者，另 1 人則輔助。

2. 水生動物

使用人力保定為可行的，例如錦鯉種魚（大型魚）的運送，可以一手掌托住胸鰭下方，另一手握住尾部，這樣緊迫最小，也適於養殖區域內池間搬運；大魚可握住其頭和尾，較小魚則可以濕海綿或濕布輕輕包被，因魚沒有眼瞼，故特別畏光（photophobic），所以離水的魚應小心保護其眼，通常若將其眼給蒙蔽（blinkered），於檢查時光（light）和振動（vibrational）的刺激（包括聲音）應儘量降低，可將緊迫降至最低。必要時，搭配麻醉劑鎮靜或降溫處理，但注意降溫速度及降溫幅度不可過高，將引起水生動物產生筋攣甚至致命。

四、 疼痛和痛苦（Pain and Distress）

1. 分類和評估

動物進行實驗過程中產生之疼痛和痛苦，由獸醫師、水產養殖技師或受訓合格的動物飼養照護人員進行分類及評估。試驗操作人員於術後需至少連續 7 天進行該動

物之疼痛評估，其觀察需包含外觀、行為、刺激反應等，依據疼痛指數及評估項目予以計分，分數越高代表疼痛程度越強，並需一併進行臨床症狀觀察，依觀察結果給予相對應之舒緩方式，若連續 7 天內疼痛指數未減緩即通報動物實驗計畫主持人與獸醫師，由動物實驗計畫主持人與獸醫師或水產養殖技師共同評估動物是否需要終止試驗，將該隻動物進行安樂死。

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。

(1)動物疼痛症狀通則：

A. 嚙齒類動物疼痛常見症狀：

- 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）。

B. 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)。

(2)各種實驗可能造成的動物疼痛、緊迫及臨床症狀分類：

常用實驗動物的疼痛程度評估請見附錄 1，進行疼痛程度評估及止痛計畫請見附錄 2。

表四、嚙齒類動物實驗可能造成的動物疼痛、緊迫及臨床症狀分類表

| 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，不需用藥緩解 | 1.注射（靜脈.皮下.肌肉.腹腔）、口服<br>2.採血（不包含眼窩採血等動物需鎮靜之方法）<br>3.短時間禁食或禁水<br>4.完整的麻醉<br>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<br>2.全身麻醉下進行次要存活性手術<br>3.全身麻醉下進行非存活性手術<br>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<br>2.長時間的物理性保定<br>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<br>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<br>5.藥物或化學物損害動物體的生理系統 | 1.行為異常<br>2.不整理皮毛<br>3.脫水<br>4.不正常的喊叫<br>5.長時間的食慾不振<br>6.循環系統之瓦解<br>7.極度倦怠或不願移動<br>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（這些實驗需經 IACUC 及獸醫人員謹慎監督） | 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<br>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<br>3.未麻醉情形下使用麻痺或肌肉鬆弛劑<br>4.燒燙傷或大規模皮膚創傷<br>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 | 1.自我孤立<br>2.社會化行為嚴重退縮<br>3.休息或睡眠增加<br>4.嚴重的食慾不振<br>5.動物外表的顯著改變<br>6.極度倦怠<br>7.垂死 |

| | | |
|---|---|---|
| | 驗…等）<br>6.未經 IACUC 核准的安樂死方法 | |

表五、水生動物實驗可能造成的動物疼痛、緊迫及臨床症狀分類表

| 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<br>2.尾鰭植入標示用的 chip、tag、elastomer 或上色<br>3.人工取出魚卵/精子<br>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）<br>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）<br>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 |

2. 人道終止時機

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：小型嚙齒類動物24小時完全不進食，中大型動物5天完全不進食；小型嚙齒類動物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。水生動物因物種間代謝速率及耐受飢餓能力差異較大，故不以單純拒食作為安樂死判定標準。

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。水生動物失去正常游泳能力，長時間側躺、翻肚或無法維持平衡。
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 $cm^3$ = 1 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。

表六、不同試驗種類之人道終止時機表

| 實驗終止時機 | 特徵 | 試驗種類 |
|---|---|---|
| 腫瘤產生或其引發之狀況 | 腫瘤重量超過個體體重 10%；或有壞死、感染、潰瘍等狀況出現，而影響正常活動與進食行為者 | 皮下或腹腔接種腫瘤細胞或融合細胞 |
| 長期食慾不振或精神萎頓之狀況 | 體重減重過劇（超過正常體重 20%）的情況 | 代謝性疾病；長期性之感染性疾病試驗 |
| 無能力進行活動 | 長期坐臥靜止不動<br>水生動物失去正常游泳能力 | 許多種類之試驗 |
| 健康狀況變差是因為體內器官或系統造成的 | 呼吸系統：出現急促或呼吸困難症狀、咳嗽、囉音<br>心臟血管系統：休克、出血、過敏反應<br>胃腸系統：嚴重下痢及嘔吐症狀<br>週圍神經系統系統：弛緩型或痙攣型之癱瘓<br>中樞神經系統症狀：旋轉、失明、瘋狂、抽慉 | 毒性測試或系統性之疾病 |
| 持續出現體溫狀過低之狀態 | 就嚙齒類動物而言體溫降低 4-6°C | 感染性疾病試驗；疫苗效力試驗 |
| 瀕臨死亡或接近瀕臨死亡之狀態 | 依照特殊之臨床徵狀將瀕臨死亡之狀態予以定義，當達到此狀況時即將動物安樂死 | 許多種類之試驗 |

五、 麻醉和鎮痛（Anesthesia and Analgesia）

由獸醫照護小組安排教育訓練課程，指導和建議研究人員遵循麻醉劑、鎮痛劑之使用與選擇或其他疼痛緩解方法等。

1. 麻醉程序

(1) 囓齒類動物

A. 以異氟醚（Isoflurane）進行麻醉：將動物放入壓克力箱中或抓取動物使口鼻靠近面罩，使用氣體麻醉機將氣化器旋鈕轉至 4-5%釋出 Isoflurane，待動物動作緩慢、失去反應時，可將動物移至面罩，若為維持動物於麻醉狀態，則將汽化器旋鈕轉至 1.5-3.5%，可視動物麻醉狀況以 0.5%刻度進行調整。麻醉期間需供給動物氣體，以防止意外死亡。

B. 大鼠使用 Zoletil 50 以腹腔注射給予 50 mg/kg 進行麻醉；小鼠則以 Avertin 腹腔注射 250 mg/kg 進行麻醉。

C. 於術後需連續觀察至少 3 天，依手術類型選擇是否需給予 30 mg/kg Gentamicin 或廣效型抗生素（依仿單建議使用量及方法投予）及止痛藥（3 mg/kg Ketoprofen）。

(2) 水生動物

魚類麻醉的方法眾多，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。也有利用物理，如電流或低溫的方法，亦有利用注射藥物方法，其中最方便最常用的還是以藥物溶液來浸泡，使藥物經由鰓部吸收進入血液而達到麻醉或鎮靜的目的。但由於魚的種類繁多，其生理機能反應不一，對藥物的感受性亦差異很大，在使用麻醉藥物之前，應先對其麻醉過程的行為表現有所了解，判定被麻醉水生動物的行為表現（表七），才可以依據麻醉後的實驗目的進行麻醉操作。

表七、魚類麻醉的分期表。

| 期 | 級 | 分類 | 魚的行為反應 |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 正常（Normal） | 1. 活躍的游動。<br>2. 對外來刺激敏感。<br>3. 平衡感正常。<br>4. 肌肉彈性（tone）正常。 |
| I | 2 | 輕度鎮定（Light sedation） | 1. 自發的持續游動。<br>2. 視覺及觸覺輕度喪失。<br>3. 呼吸速率正常。<br>4. 平衡感正常。<br>5. 肌肉彈性（tone）正常。 |
| II | 1 | 深度鎮定（Deep sedation） | 1. 停止自發性游動。 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | 2. 視覺及觸覺對刺激完全失去反應。<br>3. 呼吸速率稍見降低。<br>4. 平衡感正常。<br>5. 肌肉彈性（tone）稍降。 |
| II | 1 | 輕度麻醉（Light nacrosis） | 1. 興奮期首見呼吸速率增加。<br>2. 平衡感降低。<br>3. 努力的修正自己的位置。<br>4. 肌肉彈性（tone）降低。<br>5. 對位置改變的反應減弱。 |
| II | 2 | 深度麻醉（Deep nacrosis） | 1. 對位置改變反應消失。<br>2. 呼吸速率減低到近乎正常。<br>3. 平衡感消失。<br>4. 肌肉彈性（tone）稍降。<br>5. 對強烈的牽拉及振動有反應。<br>*適於體表採樣與鰭和鰓的活體檢查 |
| III | 1 | 輕度麻木（Light anesthesia） | 1. 肌肉緊張度（tone）完全消失。<br>2. 對重度壓力有反應。<br>3. 呼吸速率進一步減低。<br>*適於簡單外科操作 |
| III | 1 | 深度麻木（Deep anesthesia） | 1. 反應全消失。<br>2. 呼吸速率非常低。<br>3. 心跳速率低。 |
| IV | | 延髓麻木期（Medullary anesthesia） | 1. 鰓的運動消失。<br>2. 數分鐘後心跳停止。 |

2. 麻醉鎮痛效果監視方法

由負責麻醉之人員依下述方式監視動物麻醉和鎮痛效果：

(1) 囓齒類動物

A. 觀察呼吸頻率：一般而言胸式呼吸為輕度麻醉，麻醉越深，越接近腹式呼吸。而不規則的呼吸表示動物快要甦醒或麻醉過深。

B. 黏膜顏色：正常麻醉狀態下黏膜（口腔、肛門）為粉紅色，表示氧氣足夠；如呈現紫色，則為發疳（cyanosis）現象，表示缺氧。

C. 反射：趾間痛覺反射皆可做為麻醉深度指標，口咽反射亦可做為使用氣體麻醉時恢復的指標。

(2) 水生動物

以肉眼觀察被麻醉動物游動的速率、呼吸速率；以玻棒輕觸被麻醉動物，觀察其以及對於視覺及觸覺的反應程度，以及撥動後生物體可否繼續維持平衡、肌肉彈性是否正常。

3. 神經肌肉阻斷劑的使用評估

本校目前不使用神經肌肉阻斷劑。

4. 維護及確保麻醉設備功能之政策和實務方法

(1) 陸生動物實驗中心

氣體麻醉機之使用需依循該設備之使用規範及操作程序,每次使用完後需將氣化器關閉，再將調節表轉至 0。須確實記錄並更換活性碳濾瓶。確認活性碳濾瓶的重量是否正常（當濾瓶重量比初始值大於 50 公克即需更換濾瓶)。此外，若長時間不會再使用 Isoflurane 時，需將麻醉機中的 Isoflurane 回收至避光容器或原空瓶，需加註標示名稱標示、回收日期，並交回管理者保管。

(2) 水生動物試驗場域

依據水生動物使用之麻醉方式，進行相關的麻醉設備功能維護，以確保麻醉品質。由於魚類麻醉的方法眾多，有利用物理，如電流或低溫的方法，亦有利用注射藥物方法，其中最方便最常用的還是以藥物溶液來浸泡。若以電流進行麻醉，須確保設備能穩定功率；若以低溫進行麻醉，須確保設備溫度能穩定達到麻醉低溫之效果；若以藥物進行浸泡麻醉，須注意藥物保存設備是否溫濕度依規定進行校正，藥物是否在保存期限內。

5. 各種實驗動物鎮靜麻醉及止痛藥物參考劑量請見附錄 3。

六、 安樂死（Euthanasia）

1. 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，如嚙齒類使用原飼養籠具，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。

A.使用 isoflurane

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。isoflurane 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（$N_2O$）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 isoflurane 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（$N_2O$）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。

B.二氧化碳（$CO_2$）

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、新生嚙齒類動物，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 30-70%氣體置換率為必須之基本要求（AVMA 2020 年指引）。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。

(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。

A. Tricaine methanesulfonate（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。

B. 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＞250mg/L。

(3) 物理性方法

A.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：使用於小鼠、體重低於 200 公克的大鼠，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。

操作：將動物放置於網架上，一手（或以器具）放置於動物頸部，另一手抓取尾部，快速往後拉扯。

B.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刃的銳利度，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。

C.放血

建議：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。

操作：進行本方法時須將動物深度麻醉後，再使用手術剪將動物腹壁剪開，由腹主動脈抽血犧牲。

2. 適用之安樂死方法

(1) 嚙齒動物

| **安樂死方法** | **小於 200 g** | **200 g~ 1 kg** | **1 kg~ 5 kg** |
|---|---|---|---|
| 一、化學性方法 | | | |
| 二氧化碳 | ○ | ○ | × |
| 鎮定後二氧化碳 | ○ | ○ | ○ |
| 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：○：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) 水生動物-魚類安樂死

A.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。

B. 藥劑浸泡操作方法：

先施予動物麻醉，操作如於魚隻麻醉（anesthetized）之前環境中的致緊迫因子（stressors）應先除去。麻醉前 24 小時應禁食，並不被驚擾。行浸浴麻醉前即應先備妥麻醉桶和恢復桶。麻醉劑應有適當的緩衝劑，且麻醉劑用量應仔細計算。依上述為達到安樂死的目的時，將麻醉時的藥物濃度改為 3 倍進行過度麻醉。麻醉藥劑 Tricaine（又稱 3-amino benzoic acid ethyl ester, Tricaine Methane Sulfonate, TMS, ethyl m-aminobenzoate, MS-222, Finquel, methane sulfonate）配方為 400 mg tricaine，粉末溶在 97.9 mL 二次水中，再加入 2.1 mL 1 M Tris（pH 9），最後校正至 pH 7，儲存在冰箱內備用。麻醉使用濃度為 25 -300 ppm( mg/L )，麻醉時浸泡時間為 3-5 分鐘，麻醉時間約有 5 分鐘以上。

C.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 $CO_2$ 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。 |
| Tricaine methanesulfonate（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、物理性方法 | |
| 斷頭 | |
| 脊髓穿刺 | |
| captive bolt （捕捉栓） | 用於大型魚。 |
| 冰浴冷凍法（1 隻 1 公斤以下或 3.8 公分以下者得採用此法） | 2℃~4℃ ice chilled water。<br>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，不適用於中大型魚 |

D.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

E.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 hypeochlorite） | 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℃冷凍 |

3. 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<br>Air embolism | 此法導致動物痙攣、角弓反張和哀叫 |
| 燒死<br>Buring | 化學式或加熱燒死大多數動物皆不被接受 |
| 水合氯醛<br>Chloral hydrate | 所有動物不得使用。 |
| 氯仿<br>Chloroform | 具有肝毒性且可能有致癌性，有害於人 |
| 氰化物<br>Cyanide | 極有害於人 |
| 減壓法<br>Decompression | （1）導致動物痛苦、垂死時間拉長<br>（2）年幼動物耐缺氧狀態，因此需較長時間才能達呼吸停止<br>（3）偶發動物甦醒的意外狀況<br>（4）會導致動物出血、嘔吐、痙攣、排尿或排便等現象 |
| 乙醚<br>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<br>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<br>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<br>Household products and solvents | 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<br>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<br>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）<br>Neuromuscular blocking agents（ nicotime, magnesium sulfate, | 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。 |

| | |
|---|---|
| potassium chloride, and all curariform agents） | |
| 快速冷凍<br>Raoud 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）<br>Smothering | 將小雞或幼禽裝在袋或容器中窒息不被接受 |
| 馬錢子素（番木鼈鹼）<br>Strychnine | 此藥劑造成動物的劇烈痙攣和痛苦的肌肉抽續 |
| Tricaine methane sulfonate<br>（TMS，MS 222） | 食用動物勿用此藥劑 |
| 手動對頭部鈍擊造成創傷<br>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<br>Nonpenetrating captive bolt | 不能接受的方式，除非是為了特殊目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<br>Thoracic compression | 不接受使用於清醒動物 |

4. 維護及確保安樂死設備功能之政策和實務方法

(1) 囓齒類動物

二氧化碳鋼瓶定期檢測壓力值及裝置流量表顯示容量。

(2) 水生動物

解剖刀使用完畢後，務必將殘留之血液清洗乾淨，待晾乾後使用磨刀器將之磨利，放置於規定之櫥櫃中。

5. 確認動物死亡的方法

(1) 囓齒類動物

檢查動物以失去行為反應且不再有掙扎動作、對外界刺激無反應，並以手觸摸心臟處確認動物已無心跳,如為白化大小鼠,則檢查其眼睛是否以呈現透明狀。

(2) 水生動物

檢查水生動物已經失去行為反應且不再有掙扎動作、對外界刺激無反應，鰓蓋也無起伏動作。

# 第四章（Chapter 4）
# 手術及術後照護
# （Surgical and Postsurgical Care）

一、 術前計畫（Pre-Surgical Planning）

參與人員召開手術前會議，討論術前規劃的過程、儀器、手術用品、選擇之麻醉及鎮痛的藥劑和設備，並確認手術計畫及術前/術後的護理程序。試驗進行之手術須依本校 IACUC 審核通過之內容為操作依據。

二、 手術設施（Surgical Facilities）

1. 陸生動物實驗中心
   (1) 手術場所：手術操作室。
   (2) 手術的物種：嚙齒類動物。
   (3) 手術的性質：存活性手術。
   (4) 大型手術支援設備：氣體麻醉機、氧氣鋼瓶、保溫毯、保溫燈等。

三、 外科操作（Surgical Procedures）

依下列標準區分外科手術種類，並依循本校 IACUC 審核通過之要求執行：

1. 小型存活性手術，指不侵入體腔或對身體機能、且不會造成永久性之損傷的手術。例如傷口之縫合，體表血管插管等，以及一些在獸醫臨床上可以用門診方式來處理的經常性操作。相較於大型存活性手術，小型存活性手術的操作條件較不嚴苛，但仍須符合無菌操作標準，並給予適當的麻醉。
2. 大型存活性手術，指的是侵入頭顱、腹腔或胸腔的手術或對身體機能會造成永久性之損傷的手術。例如剖腹手術、胸腔手術、頭顱手術、關節更換及肢體切除等手術。執行大型存活性手術，除了必須無菌操作，同時也需盡可能降低術後感染的機會。
3. 腹腔鏡手術與一些神經科學手術（如神經切除術及顱切開術等），可視其對動物實際影響的程度，依個案由獸醫師及 IACUC 決定應歸類為大型手術或小型手術。
4. 非存活性外科手術，指手術後動物不讓其從麻醉中恢復而直接以安樂死處理。

四、 無菌技術（Aseptic Technique）

1. 陸生動物實驗中心
   (1) 人員進入動物房內皆依規範穿著無塵衣、鞋、手套。
   (2) 手術操作：動物需進行麻醉，手術部位以優碘、無菌水、75%酒精塗抹欲開創部位再進行操作。
   (3) 無塵衣、鞋及手術之器械均需進行滅菌處理，滅菌設備需定期進行確效。

五、 術中監視（Intraoperative Monitoring）

1. 陸生動物實驗中心
   (1) 術間動物應維持在適合手術的麻醉狀態，並隨時監控麻醉深度，例如可定期觀察呼吸及捏動物腳趾反射。
   (2) 選擇適合的方法與材料縫合創口並妥善包紮，以降低術後感染的風險。

六、 術後照護（Postoperative Care）

1. 陸生動物實驗中心

(1) 試驗執行人員可視動物狀態給予保溫燈或電熱毯照護。

(2) 試驗執行人員於手術後需連續觀察至少 3 天，檢查傷口情形是否有發炎、化膿等症狀，必要時需再以手術開創清理創口，另可依手術類型選擇是否需注射抗生素及止痛藥物。

(3) 若於術後或試驗過程中發現動物非試驗誘導之病態症狀則需與獸醫師聯繫或進行安樂死程序。

七、 水生動物（Aquatic Animal）

本校目前未進行水生脊椎動物活體手術。未來若有需求，將增訂相關程序及守則。

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，輕微出現沉鬱/興奮反應，仍有警覺性 | *受刺激時會有較少的反應(如:被人捉拿)，或明顯出現沉鬱/興奮反應，仍有警覺性 | *對刺激或外部行為無任何的反應 |

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 |

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<br>（對應疼痛等級 D1） | 中度疼痛或緊迫<br>（對應疼痛等級 D1、D2） | 重度疼痛或緊迫<br>（對應疼痛等級 D2、E） |
|---|---|---|
| 局部麻醉劑<br>Lidocaine | 局部麻醉劑<br>Lidocaine / Bupivacaine<br>（與全身性止痛合併使用） | 局部麻醉劑<br>Lidocaine / Bupivacaine<br>（與全身性止痛合併使用） |
| Butorphanol 1–2 mg/kg, SC, once | Buprenorphine<br>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<br>（對應疼痛等級 D1） | 中度疼痛或緊迫<br>（對應疼痛等級 D1、D2） | 重度疼痛或緊迫<br>（對應疼痛等級 D2、E） |
|---|---|---|
| 局部麻醉劑<br>Lidocaine/ | 局部麻醉劑<br>Lidocaine / Bupivacaine<br>（與全身性止痛合併使用） | 局部麻醉劑<br>Lidocaine / Bupivacaine<br>（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 | Ketoprofen | Ketoprofen# |
| ≦3 mg/kg, SC, once | ≦3 mg/kg, SC, q 24 h | ≦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<br>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.倉鼠與天竺鼠最常用的止痛藥 Buprenorphine 0.01-0.05mg/kg, SC, q 8 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

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。<br>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 | 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。 |
| 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 | Oxymorphine | 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。

## 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。<br>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 | 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。 |
| 2 | 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。 |
| 止痛藥 | | | | |
| 1 | Morphin | 1.5-6mg/kg, q2-4h | SC | |
| 2 | Butorphanol tartrate (Torbugesic™) | 1-2mg/kg, q4h<br>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<br>1 mg/kg, q12-24h | PO<br>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。

## 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 | 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。<br>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麻醉響藥物的吸收及效應。

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.

## 四、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)<br>$C_{10}H_{15}NO_5S$ | 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。<br>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) | 5~150 mg/L | 1. 水產動物用藥品使用規範准許用於石斑魚之鎮靜與麻醉劑。<br>2. 鎮靜或麻醉程度常受魚之體重、水溫或水質的影響，應視實際情形在規定濃度範圍作適當調整。<br>3. Clove oil為油狀，濃縮液應用95% 的 ethanol 依 1:10 (v:v)預先溶解，使用前再稀釋至所需濃度。 |
| 2-phenoxyethanol<br>$C_6C_5OCH_2CH_2OH$ | 0.1~0.9 ml/ L | 1. 安全範圍較窄，麻醉期間需持續監測魚隻狀態，包含鰓蓋運動頻率、平衡能力和對刺激反應。<br>2. 魚隻在達到目標麻醉階段後，應立即移出麻醉液，避免長時間浸泡。 |
| Benzocaine hydrochloride<br>$C_9H_{11}NO_2 \cdot HCl$ | 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。<br>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. 中華實驗動物學會 2020 年實驗動物科學（技術篇）

2. 動物用藥品使用準則，附件一水產動物用藥品使用規範 (114年01月08日修正)。

3. Hyun Woo Gil, Min Gyun Ko, Tae Ho Lee, In-Seok Par2, Dong Soo Kim*. 2016. Anesthetic effect and physiological response in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) to clove oil in a simulated transport experiment. Dev Reprod, 20(3): 255–266. (DOI: 10.12717/DR.2016.20.3.255)

4. Jasmin C. Martino*, Iain M. Suthers, Jessica Nguyen, Daniel E. Hewitt, Suzanna M. Evans & Hayden T. Schilling. 2026. Anaesthetic performance of AQUI-S and 2-phenoxyethanol in fish for field applications. Reviews in Fish Biology and Fisheries 36(45): 1-19. (DOI: 10.1007/s11160-026-10049-0)

5. 農業部現行的《動物用藥品使用準則》之「水產動物用藥品使用規範」，丁香酚（Eugenol，又名丁香油 Clove oil）是台灣合法允許使用的水產動物用藥品，其公告作用即為「鎮靜及麻醉」。但依2018年版農業部「實驗動物照護及使用指引」規定，丁香油不可做為安樂死的主要方式。