實驗動物管理與使用指南

中華實驗動物學會 出版

實驗動物管理與使用指南編輯委員會 主編

主任委員

蔡倉吾

編輯委員

王 明 升	余 玉 林	余 俊 強	宋 永 義
李 碧 珍	林 宗 德	林 宗 毅	周 京 玉
洪 昭 竹	翁 仲 男	秦 咸 靜	梁 善 居
許 桂 森	陳 保 基	張 維 正	黃 英 豪
葉 力 森	廖 欽 峰	蔡 倉 吾	蘇 怡 欣

（以姓氏筆劃為序）

三 版 擴 充 版 自 序

中華實驗動物學會受行政院農業委員會委託編輯與出版“實驗動物管理與使用指南”初版於九十年一月發行，第二版增加“豬實驗動物”及“班馬魚與牛蛙實驗動物”二章節，於九十二年十二月發行。第三版再增加“犬實驗動物”、“貓實驗動物”及“靈長目實驗動物”三章節，於九十四年十一月發行，並在九十六年三月二刷。本指南之出版，對於國內生命科學研發機構在使用、管理實驗動物與設施水準之提升助益甚多。

第三版發行之後，全世界對於實驗動物福祉的重視與要求更勝以往，在美國即將出版之第八版『實驗動物照護與使用指引』中亦有增加諸多實驗動物福祉相關的敘述，為使國內實驗動物使用及管理人員更進充分了解與執行動物福祉措施，本書規劃增加“動物實驗計畫管理”、“疼痛評估”、“安樂死”等章節。另外，為因應長久以來水生動物做為實驗動物之規範闕如，增列“水生動物之環境與飼養管理”一章。在章節安排方面，為方便讀者使用，本書依各章屬性分緒論、動物照護及使用計畫、環境飼育管理、獸醫照護、硬體設備、專章等六大部分編排。

本擴充版編輯與付梓，感謝行政院農業委員會主任委員陳武雄，畜牧處處長許桂森，動物保護科科長林宗毅及蘇怡欣技正積極鼓勵與督促，編輯委員會委員及各章節撰寫人的辛勞與協助。期望本擴充版的出版，對於實驗動物福祉及相關實驗動物之管理與使用，有進一步的提升與助益。本書不免有遺漏及錯誤之處，尚祈前輩及先進不吝指正。

編輯委員會 主任委員

中華民國九十九年十二月

三 版 自 序

中華實驗動物學會受行政院農業委員會委託編輯與出版“實驗動物管理與使用指南”初版於九十年一月發行、第二版增加“猪實驗動物”及“班馬魚與牛蛙實驗動物”二章節、於九十二年十二月發行。該指南出版以來，甚受歡迎，對促進國內實驗動物科學及動物福祉與保護之提升，有莫大助益與貢獻。

第二版之內容主要以囓齒目、兔、斑馬魚及牛蛙實驗動物為主。鑑於目前實際需要，在第三版增加“犬、猫及靈長目實驗動物”三章節。該三章節，同時以單行本出版。

在第三版編輯與出版期間，承行政院農業委員會主任委員李金龍，畜牧處前任處長陳幸浩，現任處長黃英豪，科長許桂森及陳美玲技士之鼓勵與支持；感謝編輯委員會委員及各章節撰寫人的貢獻，辛勞與協助。期望第三版的出版，對相關實驗動物之管理與使用，有進一步的提升與助益。遺漏及錯誤之處，尚請各界指正。

編輯委員會 主任委員

余玉林

中華民國九十四年十一月

「實驗動物管理與使用指南」二版序

百年以來，生命科學研究成果造就人類文明之長足進步，不可諱言的，這些豐碩成果是犧牲了無數實驗動物的生命所換來的。為了人類的福祉，我們不得不使用實驗動物，但是對於默默貢獻的動物們，我們更應尊重其生命及其福利，儘量以人道方式對待與管理。我國「動物保護法」於民國八十七年十一月四日公布實施，涵蓋寵物、經濟動物及實驗動物三大類，其中訂有「動物之科學應用」專章，內容係規範利用脊椎動物進行科學應用時應遵循之各種事宜。

為落實「動物保護法」中實驗動物之人道管理精神，農委會於九十年七月發布「動物實驗管理小組設置辦法」，規定所有使用脊椎動物進行科學應用之機構，包括大專院校、醫院、藥廠和試驗機構等，均應成立「動物實驗管理小組」，且成員中必須有一位獸醫師或經訓練合格之專業人員。截至本（九十二）年十二月底止，全國共成立一九０個動物實驗管理小組，並依相關法規運作中。農委會並研擬多項配套措施來推動這項工作，首先，規定自九十二年度起研究人員向政府機關申請涉及脊椎動物之研究計畫時，必須檢附所屬機構動物實驗管理小組審議核可文件；其次，規定研究人員向國內二一五種科技類學術期刊投稿時，亦須檢附該研究計畫之審議核可文件。同時，為強化從業人員水準，自八十九年十一月起，農委會委託國家實驗動物中心定期舉辦實驗動物飼養管理專業訓練，並委託中華實驗動物學會於九十年一月編印出版「實驗動物管理與使用指南」一書，作為審議研究計畫之重要參考依據。自九十二年度起，各動物實驗管理小組依規定應向農委會報送上一年度之管理小組監督報告，內容包括其所使用之實驗動物種類和數量、死亡方式及屍體處理方式等，應送繳單位計一七九個，繳交比例達到百分之百。此外，本年並依據「動物科學應用機構查核輔導要點」，順利完成實地查核輔導動物科學應用機構四十場，對提昇各機構之實驗動物飼養環境及管理水準裨益良多。短短兩、三年間，在各界努力下，我國實驗動物人道管理制度已臻齊備並領先亞洲，同時提高實驗動物品質，奠定我國生物科技發展的良好基礎。

在實驗動物的研究應用方面，特別借重中華實驗動物學會相關學者的專長，協助修訂完成「實驗動物管理與使用指南」二版內容，增加實驗用豬、斑馬魚和牛蛙之準則，使所有研究人員在研究和教學之餘，能依據本書各項管理與使用標準，落實實驗動物的三 R 原則--取代（Replacement）、減量（Reduction）、精緻化（Refinement），共同為提昇實驗動物之福祉而努力，特撰文共勉之。

行政院農業委員會 主任委員

李金龍

中華民國九十三年元月

二 版 自 序

中華實驗動物學會受行政院農委會委託編輯出版『實驗動物管理與使用指南』初版於九十年一月發行，同年八月及九月修訂版一刷及二刷。該指南出版三年來，提供國內實驗動物生產、研究及使用機構與人員作為規範與指南。對我國實驗動物科學及動物福祉與保護水準之提昇，有極大助益與貢獻。

初版之內容主要以最常使用之囓齒類及兔實驗動物為主。鑑於目前實際需要，在第二版增加”豬實驗動物”及”斑馬魚與牛蛙實驗動物”二章節。同時，初版之各章節亦稍有修訂。另外在附錄中增加”動物科學應用機構與查核輔導要點”。

在第二版編輯期間，承行政院農委會主任委員李金龍、畜牧處前任處長程中江、現任處長陳幸浩、科長許桂森及技正王忠恕的鼓勵與支持；感謝編輯委員會委員及各章節撰寫人的辛勞與協助。承簡榮村先生全力協助編輯，一併誌謝。希望第二版之發行，對國內實驗動物之生產、研發、使用及福祉能有進一步的助益與提昇。遺漏及錯誤之處，尚請各界指正。

編輯委員會 主任委員

余玉林

中華民國九十二年十二月

初 版 序

自十九世紀起，由於人類致力於生命科學的研究，造就了醫學、藥學、農業等科學領域的長足進步，也改善人類的營養及飲食需求，進而延長人類的壽命，然而吾人在享受人類文明成果的同時，除了要感謝默默耕耘的科學家外，也應瞭解在研究成果的背後，是由犧牲無數實驗動物生命所換來的，早期國際上尚未興起尊重動物權的風氣，因此，有關實驗動物的管理，僅限於實驗室的一般管理實務，至於實驗動物的照顧、和人道應用行為則未有任何規範，直至一九七〇年代，國際上保護動物風氣將動物保護的範疇擴及到實驗動物，實驗動物的管理才成為一項新興的應用科學，其適用範圍也擴及到所有應用動物實驗的生命科學領域，舉凡應用動物的教學、研究、商業生產乃至於繁殖供應等機構，均應遵守國際所認同的實驗動物管理規範，此一尊重生命的先進科學倡議，大幅提昇了人類的物質與精神文明層次，也奠定了人與動物間相互尊重和平相處的典範。

我國於八十八年十一月四日公布施行「動物保護法」，於該法第三章訂定有「動物之科學應用」專章，即是順應國際間推動實驗動物福利的重要法令依據，也彰顯我國對保護實驗動物的重視；該法第十五條第二項規定，中央主管機關得依動物之種類訂定實驗動物之來源、適用範圍及管理辦法，制定「實驗動物管理辦法」是農委會未來推動動物保護工作的重要施政，然而此一辦法屬於技術層次行政規章，須符合現行國際間所認同的管理規範，制定過程必須十分審慎嚴謹，農委會委請中華民國實驗動物學會具實驗動物管理專長的學者們，協助蒐集國內外相關資訊，供未來訂定該辦法之參考，感謝老友余玉林博士以及學會裡許多學者專家們，一年多來對本項工作的積極投入，完成了國內第一部最完整有關實驗動物管理規範的工具書，本書的出版，為我國實驗動物管理科技邁向新紀元。

實驗動物的保護工作應充分體現人道應用與管理之精神，因此國際間近年來大力推對於實驗動物的「三 R」運動，即儘量使用替代實驗動物的實驗方式（Replacement）、降低實驗動物數量（Reduction）、改進動物實驗方式減少動物痛苦（Refinement），值此本書即將付梓之際，希煌期勉國內各應用實驗動物機構及參與動物實驗的研究人員們，除從本書學習實驗動物的管理智識外，亦能秉持「三 R」的精神，善待這些提供生命供研究的人類好朋友，真正落實動物保護工作。

行政院農業委員會主任委員

陳希煌

中華民國九十年元月

初 版 自 序

實驗動物在生物學、醫學、藥學、農學等生命科學，無論是基礎或應用方面都扮演日益重要的角色。環顧歐美、日本諸國多年來極力研發實驗動物科學，作為發展廣泛醫藥、生物技術、遺傳、免疫等生命科學之橋樑、工具與礎石，也因為實驗動物科學的充份研發，才有醫藥、生物技術等生命科學的卓越進步。我們國內生命科學界有鑑於此，二十年來一直重視與發展實驗動物科學，各大學及研究機構除了擴充實驗動物中心的規模與提升動物品質之外，國科會尚於十年前建立國家實驗動物繁殖與研究中心，供應嚙齒類實驗動物，以提升生命科學研究水準。

而中華民國實驗動物學會亦於七十八年成立，促進有關實驗動物生產、研究及應用等相關領域之機構與人員之交流，共同提昇實驗動物及相關科學與技術之研究、發展與推廣。鑑於國內實驗動物的生產、使用與研發仍在起步與發展階段，目前尚無一致性或標單化的實驗動物管理與使用指南。中華民國實驗動物學會多年來也一直籌劃出版適合於國內使用的實驗動物管理與指南。

八十七年十月十三日立法院審查通過「動物保護法」，十一月四日由總統公佈實施以來，行政院農業委員會(農委會，為中央主管機關) 多次召開會議，邀請全國各有關機構指派代表及專家、學者，共同制定「實驗動物倫理委員會」及「動物管理小組組成暨管理辦法」之規章及內容。

中華民國實驗動物學會受農委會委託，編定一套適合國內的實驗動物管理與使用指南，提供國內實驗動物生產、研究及使用單位作為指南與規範。玉林本人在民國八十六年十二月至八十九年二月期間，擔任中華民國實驗動物學會第五屆理事長，因此，義不容辭籌劃組成編輯委員會，主持編輯工作。感謝編輯委員會諸位委員的辛勞與貢獻，共同撰寫本書；感謝農委會畜牧處前任處長陳保基博士、程中江處長、許桂森科長及王忠恕技正在編輯期間的鼓勵與關心；承簡榮村先生及黃國祐先生全力協助編輯，一併誌謝。希望本書的出版對提升國內實驗動物的生產、研發、使用等觀念與作業的整齊性與一致性，有幫助與貢獻。編輯倉促，尚請各界指正。

編輯委員會 主任委員

余玉林

中華民國八十九年九月

撰 寫 作 者

（以姓氏筆劃順序排列）

王 明 升	慈濟大學實驗動物中心主任
方 美 佐	國防醫學院實驗動物中心主任
余 玉 林	中央研究院細胞與個體生物學研究所研究員
余 俊 強	國立成功大學醫學院微生物學科暨微免所教授
宋 永 義	國立台灣大學動物科學技術學系名譽教授
李 碧 珍	國立台灣大學醫學院實驗動物中心組長
李 衛 民	國立中興大學獸醫學系副教授
吳 明 哲	農委會畜產試驗所遺傳育種組組長
林 荀 龍	國立中興大學獸醫學系副教授
周 京 玉	國家衛生研究院實驗動物中心獸醫師/主任
金 仕 謙	台北市立動物園副園長
洪 昭 竹	進階生物科技股份有限公司總經理
梁 善 居	國家實驗動物中心主任
陳 憲 全	玉樹生技病理顧問公司首席毒性病理師/總經理
張 維 正	國家實驗動物中心研究員
張 仕 杰	國立中興大學獸醫學系副教授
黃 鴻 堅	國立中興大學獸醫學系教授
葉 力 森	國立台灣大學獸醫學系教授
董 光 中	國立中興大學獸醫學系教授
廖 有 地	中央研究院生物醫學科學研究所研究員
廖 欽 峰	中央研究院細胞與個體生物學研究所副研究員
蔡 倉 吾	國立台灣大學醫學院實驗動物中心組長
鄭 豐 邦	國立中興大學獸醫學系教授
劉 文 彬	生物技術開發中心動物房主任
劉 邦 成	國立中興大學獸醫學系講師

目　　錄

圖 表 目 錄

章節附表目錄

第一章　實驗動物科學之發展與遠景

實驗動物應用於試驗研究，可溯自十九世紀末，二十世紀初。百年來經由使用實驗動物從事生命科學研究，促進當今生物、醫學、農業等領域的進步與發展，造福人類與動物的健康與福祉，是有目共睹的。迄至 2008 為止，經使用實驗動物從事科學研究而榮獲諾貝爾醫學生理獎的科學家有 70 位，其中使用小鼠近親品系 DBA (1909 年由美國哈佛大學 C.C. Little 育成)從事研究，就有 17 位榮獲諾貝爾獎。藉此統計事實，足以窺視實驗動物在人類了解生命現象與發展基礎與應用醫學、藥學、農學等生命科學與技術所扮演的角色、重要性及貢獻。

一、實驗動物的定義及動物種類

實驗動物的定義及涵蓋的動物種類，隨著時間及研究環境的變遷，有所差異。早期使用 experimental animals 一詞是指所有應用於試驗、研究或教學的動物之泛稱。而 laboratory animals 是指人為飼養，具特殊遺傳特性，動物品系分類明確，提供作為研究應用的動物。現在普遍使用 laboratory animals 一詞代替 experimental animal。

實驗動物的種類甚多。狹義或傳統的實驗動物是指囓齒類(例如小鼠、大鼠、倉鼠、天竺鼠等)、兔、犬、貓及猿猴類哺乳類動物。而廣義或現代的實驗動物，尚包括大型哺乳類(例如豬、牛、羊、馬等)及非哺乳類之脊椎動物(例如鳥類：雞；爬行類：蛇；兩棲類：蛙；魚類)，甚至包括無脊椎動物(例如昆蟲)。換句話說，經由人為飼養，具特殊遺傳特性，品系分類明確的動物，供作人類或其他動物作為實驗或研究之用，即是實驗動物。

實驗動物依其形態結構及生理功能分為脊椎動物(哺乳類、鳥類、爬行類、兩棲類、魚類)及無脊椎動物(甲殼類、昆蟲類等)。同一類別之動物其器官、組織、細胞、基因結構及分子，與生理代謝機能之相似度，遠大於非同一類別動物之相似度(例如小鼠(哺乳類)與雞(鳥類)對比)；同一類別之動物其類緣關係與演化程度，比較接近。因此小型哺乳類動物就成為人類及其他大型哺乳類動物最普通使用的實驗動物，尤其小鼠與大鼠，其體體型小、繁殖能力強、壽命短，便於育種探討基因遺傳特性及操作方便與經濟考量等，多年來成為使用最多的實驗動物。

人類與動物的親緣與演化關係：人類的學名為 *Homo sapiens*，屬哺乳綱的靈長目(primates)，與猿猴類動物同屬一目。猿猴類動物也稱為靈長類動物或非人類靈長目(non-human primates)。其親緣與演化關係與人類最近；其基因結構與人類的相似度達 98%以上。因此靈長類動物，常被作為人類特殊研究的動物模式(例如行為、生殖、疾病等研究)。值得提醒的是，不同種別的動物，縱然其親緣演化相近，但是種別與種別之間其結構、生理、代謝仍有差異，不盡相同。因此，利用動物從事動物實驗的設計與所獲得的實驗結果，在推論與結論上，必需謹慎為之。

二、實驗動物科學(Laboratory animal science)

實驗動物科學是指研發實驗動物的生物學、飼養管理、育種與繁殖、疾病與防治、遺傳與攜含微生物規格、探討動物實驗步驟與技術、動物房舍之設施、改善動物之麻醉、止痛與安樂死，也包括動物實驗道德與倫理之探討，或開發可以取代動物實驗之替代方法。實驗動物科學的主要目的是提昇動物實驗的品質及提昇實驗動物的福祉。動物實驗(animal experiment 或 animal experimentation)是指應用動物從事科學研究之過程與步驟。生物學、人類醫學、動物醫學及農學領域中從事與應用最多動物實驗。經由實驗動物科學家的研究與開發，再由動物中心繁殖與生產實驗動物，最後提供給各研究單位從事生物學、醫學、農學等生命科學領域的研究與發展。

三、實驗動物的品系、類型與應用領域

在應用實驗動物之前，應對實驗動物之種類、品系、品質先有正確的認識與概念。依實驗研究的目的，選擇適當的動物種別與品系且品質良好的實驗動物，才能得到預期及可信度的實驗與研究結果。

(一) 實驗動物的應用領域與範圍

利用實驗動物從事生命、環境及其他相關領域科學的研究與發展、應用實驗動物的領域與範圍廣泛，包括：教學與訓練、生物學研究、醫學與農學之研究、疫苗及血清製備與開發、藥物安全與毒性測試、環境測試與監控、基因工程及相關生物科技研發及其他。

(二) 實驗動物的品系

目前實驗動物尤其是小鼠與大鼠，依其遺傳特性及基因操縱可分為(1)近親系或純品系(inbred strain)：其中又分為一般近親系、同基因型系、基因重組近親系；(2)遠親雜交品系(outbred strain)；(3)雜交群(hybrid)；(4)突變系(mutation strain)及閉鎖群及(5)轉殖基因及基因踢除動物等。而各種動物模式的品系也開發出來，例如 AKR/N 小鼠可以研究白血病，C3H/HeN 小鼠研究乳癌。

(三) 實驗動物類型-依所含微生物規格

依據實驗動物是否含帶微生物，可分為至少七類型：無菌動物、含特定菌動物、無病原動物、無特定病原動物、無病毒抗體動物、清潔傳統式動物及傳統式動物。每一類型實驗動物的飼養、管理、環境的方式都不同。

1. 無菌動物(germfree animals; axenic animals)

   動物不含可測知之病毒、細菌、黴菌、原生蟲及其他腐物寄生，或寄生蟲。由剖腹生產，飼養於無菌隔離箱。

2. 含特定菌動物(gnotobiotic animals)

   由剖腹生產，飼養於無菌隔離箱，但該動物含帶一種或以上已知非病原菌。也可以稱為 defined flora animals。

3. 無病原動物(pathogen-free animals)

   該動物不含帶已確認的病原微生物。實際上，必需列出檢查的病原微生物項目。因此，此類型與無特定病原菌動物很類似。

4. 無特定病原動物(specific pathogen-free animals, SPF animals)

該動物不含帶特定的病原微生物。必需列出特定病原微生物的項目。開始時由剖腹生產，然後自然配種，飼養於無特定病原環境。

5. 無病毒抗體動物(virus antibody-free animals)

 該動物不含帶病毒性病原(viral pathogen)之抗體，必需列出血清檢查的特定病原。

6. 傳統式清潔動物(clean conventional animals; monitored animals)

 動物飼養在較低度衛生與安全的環境，但仍有監控或檢查主要的病原微生物。

7. 傳統式動物(conventional animals)

 動物在一般傳統開放式環境下飼養。沒有監控與檢查病原微生物。沒有管制人員進出與規格。

目前世界各國，包括國內，所生產的嚙齒類實驗動物多以繁殖與生產 SPF 品質動物為主。但是仍有部分動物中心生產清潔傳統式動物供作研究使用。一般來說，從事疫苗生物活性檢測、藥物毒性與安全測試、老化研究、腫瘤研究、免疫學研究及至目前盛行的基因轉殖動物之研究，必須使用 SPF 品質之動物從事研究所獲得實驗結果其再現性及可信度高。

至於”含特定菌動物”類型，主要應用於病毒疫苗、腸道生態學及免疫學之研究使用。而”無菌動物”之解剖與生理特性，與一般傳統式動物、清潔傳統式動物或無特定病原動物差異甚大。例如在無菌動物之小鼠與大鼠其盲腸顯著肥大，其腸內容物呈液化狀態，腸膜亦較薄，糞便亦較稀薄。因為攜含病原菌之有無而影響其消化系統之解剖與生理變化。

四、實驗動物之保護與福祉

動物的生命必須獲得人類的尊重與愛護。實驗動物為人類探討生命現象及醫藥科學而犧牲。因此無論在飼養、管理、環境、實驗過程之步驟，都應以人道精神、觀念與處理方式對待，使實驗動物能獲得最適當的待遇。

近年來提倡 3R 觀念作為研究人員在擬定研究計畫及實驗動物操作及使用之指引。3R 即是替代(Replacement)、減量(Reduction)及精緻化(Refinement)。「替代」是指在使用動物時(研究或教學)，研究人員或使用者應構思是否可以其他試驗方式以替代活體動物，例如以細胞或錄影、影片或電腦模擬。如有可能及方便即儘量少使用實驗動物。「減量」是指減少實驗動物的數目與頻度。可藉由細心的實驗設計與程序，一致性與標準化動物群及控制環境因子以減少實驗結果的歧異度或誤差。「精緻化」是指在實驗過程中儘量減少動物病痛，例如運輸的環境、手術與麻醉等。因此多了解 3R 的精神與確實執行，除增進動物福祉，更可得到更準確的動物實驗結果。

在 1960 年，全世界所使用的脊椎動物類實驗動物數量估計有三千萬。在 1970 年急遽增加至一至二億；此數量在 1970 年代，維持穩定。但 1980 年代以後，實驗動物使用的數量有逐年減少的趨勢。1990 年後，因遺傳工程發展，基因改造動物廣泛應用於生命科學研究，小鼠之使用數量劇增。

五、實驗動物學會

為了提昇實驗動物的品質，促進相關生命科學研究與發展，許多國家紛紛設立實驗動物學會。中華實驗動物學會於民國七十八年十月成立，每年都舉辦會員大會及學術研討會。有關國際間或是世界性的實驗動物學會組織，最重要的組織是"國際實驗動物科學總會"(International Council for Laboratory Animal Science, 簡稱 ICLAS)，目前有四十多個國家會員、二十多個科學會員。中華實驗動物學會是以科學會員加入 ICLAS。

ICLAS 的宗旨是：

(一)促進與協調世界實驗動物學界的發展。

(二)促進實驗動物學界的國際合作。

(三)提昇實驗動物的品質確認與監控。

(四)收集與傳播實驗動物資訊。

(五)促進人類注重倫理道德觀念與科學責任，慎重與善用動物作研究。

ICLAS 在日本川崎的中央實驗動物研究所設有監測中心(ICLAS Monitoring Center)，而在韓國與泰國設有監測副中心(ICLAS Monitoring Subcenter)，推廣與提昇實驗動物之品質。

參考文獻

1.實驗動物技術人員訓練手冊（二版）(1996) *國家實驗動物繁殖及研究中心編印* (民國八十五年)。

2. 實驗動物管理及使用守則，總編審：林榮耀、洪昭竹，行政院國家科學委員會，1996, 11 月再版(民國八十五年)。

3. 國內大學及研究機構實驗動物中心及單位簡介(1997) 總編審：余玉林 中華民國實驗動物學會出版(民國八十六年)。

4. 余玉林 國際實驗動物科學總會簡介 中華民國實驗動物學會會訊 第十期 中華民國實驗動物學會出版 (1998)(民國八十七年)。

5. Laboratory Animals(1995). A.A. Tuffery (Eds), Second Edition, John Wiley & Son Ltd., West Sussex, England.

6. Principles of Laboratory Animal Science(1993). L.F.M. Zutphen, V.Baumans, A.C.Beynen (Eds.), Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands.

第二章　總則

一、宗旨

本實驗動物管理與使用指南，主要在協助各機構以人道之原則、配合科學與專業知識，以使用與飼育實驗動物。

二、實驗動物照護及使用委員會或小組之組成

依據「動物保護法、第十六條「進行動物科學應用之機構，應設置實驗動物照護及使用委員會或小組，以督導該機構進行實驗動物之科學應用」。中央主管機關應遴聘學者、專家、相關機關及立案之民間動物保護團體代表定期監督及管理動物之科學應用。行政院農業委員會已訂定『實驗動物照護及使用委員會或小組設置辦法』，規定動物實驗動物照護及使用委員會或小組之成員為三至十五人，且成員應包括獸醫師或經中央主管機關指定動物實驗管理訓練合格之專業人員，且應將小組成員名冊報中央主管機關備查。

三、實驗動物照護及使用委員會或小組之任務

(一)審核該機構動物實驗之科學應用計劃。
(二)提供該機構有關動物實驗設計之科學應用諮詢意見。
(三)提供該機構有關實驗動物飼養設施改善之建議。
(四)監督該機構實驗動物之取得、飼養、管理及應用等行為。
(五)提供該機構年度執行實驗動物科學應用之監督報告。
(六)每半年應依查核表實施內部查核一次，並填報查核總表列為監督報告之附件。
(七)進行動物科學應用之機構如使用猿猴、犬、貓進行科學應用時，該機構之照護委員會或小組應提供審核通過之該等動物實驗申請表影本，並列為監督報告之附件

前項年度執行報告應於年度結束後三個月內報中央主管機關備查。有關實驗動物之飼養管理及進行動物實驗之注意事項與規定，依照行政院農業委員會出版之「實驗動物管理與使用指南」。

四、實驗動物設施之專業人員

動物設施應配置專業人員，包括動物管理專家、行政專才、動物臨床醫學或疾病診斷方面的專家。這些專家們仍需不斷地參加與其計劃相關的各種教育訓練，以便更能勝任工作。

五、研究人員

每個機構在從事實驗動物麻醉手術及其他實驗時，應採取人道與科學的態度，同時提供全體研究人員、技術員、大學研究所學生及博士後研究人員有關使用實驗動物之特別訓練課程。

六、獸醫師

每個機構須有獸醫師(專任或兼任)。若該機構僅聘獸醫師支援時，獸醫師必

需定期查訪該機構之動物設施與動物健康。至於獸醫師的其他職責請參考第十五及第十六章。

七、危險物品使用人員之資格

研究人員所主持的研究計畫倘包含具有危險性的生物、化學或物品時，該員應有評估該計畫危險性的能力，並需選擇合適的防護設備並提出書面報告，經該機構安全委員會認可後，才能進行該實驗。實驗動物管理人員也應瞭解其危險性，並能熟悉防護配備。

八、實驗動物管理人員之衛生與人員安全措施

隨時保持個人的清潔衛生是實驗動物管理人員之首要任務，而動物設施應在設備及物品供應上儘量予以配合，供給動物房內穿著的工作服及清洗的服務。動物設施之工作服若由商業洗衣店負責清洗，則應具備去污設備，以防接觸或感染微生物或有毒物質的危險。動物設施亦可使用丟棄式的手套、口罩、頭罩、外套、工作服、鞋套以防感染，這些材料並應經適當處理後才能丟棄。此外也應具備洗衣間及浴室。工作人員進出動物房均應更換衣服以保持清潔。

動物房內絕對禁止飲食、抽煙或其他妨害衛生之行為，故得設專區供工作人員使用。

動物設施人員及與實驗動物接觸的人均需接受疾病防治措施，包括職前健康檢查、完整的個人病歷、詳細的經歷及配合工作性質之定期健康檢查，執行某些特殊工作的人員依勞工健康管理規則更需定期接受健康檢查，並教導工作人員留意有關的人畜共通傳染病及個人衛生，同時認識工作中的危險性，包括被實驗動物咬傷或對動物產生過敏，並學習如何去防範與治療。

為了防止工作上的疾病感染，動物設施人員應接受預防注射；其中又以破傷風預防注射最重要。至於專門照顧感染性疾病(如狂犬病及 B 型肝炎)實驗動物之人員及從事流行病學研究的工作人員，亦得事先接種疫苗。

對於人畜共通傳染病的追蹤檢查也是本措施的一部份，此追蹤計畫包括每個工作人員的工作分配記錄，遭實驗動物咬傷和生病記錄，教導工作人員在生病或遭受健康危害時報告其主管，同時保留就職前及工作後的血清，以備進一步診斷之需。

靈長類動物疾病可直接傳染給人，故常被視為高危險群動物。因工作關係必須接觸靈長類動物的人員(包括實驗動物技術人員、臨床醫師、研究人員、學生、保養人員及安全人員)需用防護衣，如長外罩衫、手套、口罩、面罩等，且於飼養動物之前先進行結核菌素試驗。

九、使用具危險性物品的動物實驗

各機構對使用危險物品的動物實驗應制定管理規則，由對該危險物品具專業知識的專家組成安全委員會，行使對安全事宜的評估。在這種研究上之實驗動物使用法，必須加以特別的考量，其實驗步驟及設備也得由生物安全及實驗動物照護及使用小組共同審查。此外也應建立正規的安全防護計劃以評估研究計畫的危險度，以決定該計畫執行中須配備那些安全設備、工作人員能否勝任(如同"

危險物品使用人員的資格"所討論)及設備是否充足。然後給予技術上的支援並監視該研究是否符合生物安全政策，管理人員則應施予基本認識教育及必要之防護訓練。

危險物品的使用及處理須遵守國內有關法令規定，並參考國外相關之規則或指導手冊。

動物室內進行危險物品實驗時，應於明顯處標示警告標誌，告知其他工作人員注意。

十、其他注意事項

無論一般檢查、樣品採集、或診斷上及實驗上的觸診，對實驗動物短時間的保定，可直接用手或使用各種工具如夾子或動物籠來進行。重要的是這些用具不僅要適合各種不同體型的實驗動物，同時要避免對實驗動物造成傷害，以期能對實驗動物所造成的壓力減到最低程度。

除非研究上需要，得避免長時間保定動物，如長期將靈長類動物保定在椅子上等。但給予較輕微的限制方式，如繫項、項圈或木棒保定，則可依研究需要而採用。

使用保定器的重要原則如下 :

(一)實驗進行前需先訓練動物，便其能適應該保定器後才開始進行實驗。

(二)應儘量縮短保定時間。

(三)不可視因特殊研究的需要，而將動物保定於保定椅或類似的設備為正常的飼養方式。

(四)須小心防範因保定而造成的動物傷害或疾病，如挫傷、潰瘍、局部水腫或失重等。倘一但發生上述現象，獸醫師應加以治療，必要時甚至將動物自保定器移開。

十一、實驗動物管理與使用指南之修訂

編輯委員會將依需要，不定期舉行會議，對本規範作合適之修訂。

參考文獻

1. 動物保護法(2010), 華總一義字第 09900020011 號令增訂第 27 條之 1 條文；並修正第 5 條、第 12 條、第 14 條、第 21 條、第 22 條之 2 及第 28 條條文。
2. 野生動物保育法規(1989), 民國七十八年公布(民國七十八年)。

第三章　動物實驗計畫管理

有關動物實驗計畫管理，可分三大項來討論

一、法源依據:

瞭解「實驗動物照護及使用委員會或小組(IACUC)」成立和功能及填寫「動物實驗計畫申請表」之法源依據。

二、動物實驗計畫申請表:

「動物實驗計畫申請表」須填寫之項目及填寫注意事項。

三、實驗動物照護及使用委員會或小組:

「實驗動物照護及使用委員會或小組」如何審查「動物實驗計畫申請表」及審查時須留意之事項。

一、法源依據

為因應國際趨勢及提升國人對保護動物之意識，行政院農委會於 87 年 1 月 4 日頒佈了動物保護法(099. 01.27 修正)，其中和動物實驗人員較相關的條文有 第三條第三項、第四項及第十六 條，原文如下:

第三條定義

第三項、實驗動物：指為科學應用目的而飼養或管領之動物。

第四項、科學應用：指為教學訓練、科學試驗、製造生物製劑、試驗商品、藥物、毒物及移植器官等目的所進行之應用行為。

第十六條

進行動物科學應用之機構，應設置實驗動物照護及使用委員會或小組，以督導該機構進行實驗動物之科學應用。實驗動物照護及使用委員會或小組之組成、任務及管理之辦法由中央主管機關定之。並於『實驗動物照護及使用委員會或小組設置辦法』(099.06.03 修正) 中述明，法源依據(第一條)、規定組成之必要成員(第二條)及其任務(第三條)及

第四條:『利用動物進行科學實驗者，其需採用之實驗動物種類、品種、數量及實驗設計應先申請，經管理小組審議核可，使得進行，變更時，亦同。』

第五條:『本管理小組發現該機構行實驗動物之科學應用，違反本辦法相關規定時，經限期改善，屆期仍未改善者，得終止其實驗動物之使用，情節重大者應通報所屬直轄市或縣（市）政府核轉中央主管機關。』其內容條文細節詳見『實驗動物照護及使用委員會或小組設置辦法』(099.06.03 修正)全文。所以，若不事先填寫動物實驗申請表送審就進行動物實驗，不僅觸犯法規，IACUC 也有權停止其動物實驗。目前申請國科會計畫中，若有進行動物實驗者，申請時須一併將 IACUC 核可編號一併附上，否則不予審查，所以動物實驗計畫書撰寫之詳實與否，不但對 IACUC 委員之審查及對研究人員執行後續之實驗計

畫，都有重大之影響。

二、動物實驗計畫申請表

一般動物實驗計畫申請表格式，由各單位之 IACUC 依需求製作，農委會網站有提供「動物實驗申請表」範本可供參考下載。

(一)填寫原則

應詳細填寫申請表之各項內容，並對其填寫內容負責。

1.一項動物實驗計畫應填寫一份申請表。

2.動物實驗主計畫書下掛子項目。

但很多 CRO 公司(藥物及臨床前測試、健康食品測試、醫材測試…等)及生技製藥公司(生產醫材、葡萄糖、生理食鹽水、維他命針劑…等)，其所涉及之動物實驗均有相關之法規規定可依循，如:CRO 公司進行之測試試驗(急毒、亞急毒、慢性毒性試驗…等)及生技製藥公司進行之測試試驗(熱原、安全性試驗…等)。故相同性質之動物實驗，唯一不同的是測試物質、投藥途徑、投藥劑量…等，故建議其常用之試驗項目可寫一個基本範本，經 IACUC 核可通過後，以後相同性質之試驗經些微修改後，快速核可通過(只經 IACUC 主任委員核可即可通過，並以主計畫書下掛子項目，作為區隔各次之申請案) ，以節省大家的時間。但此範本一般 2~3 年需重新送審核可以，確保其時效性

3.核可後若其中內容有修正如下需再填寫 「動物實驗申請表修正單」

(1)進行動物實驗之執行期限變更。

(2)實驗中所需動物變更（請說明所需更改之品種、數量及理由）。

(3)研究計畫所進行之動物實驗之內容、方法、劑量與步驟之變更（含動物固定、注射麻醉、手術及術後照顧等）。

(4)但如計畫主持人或計畫名稱變更，須重新填寫一份動物實驗申請表

(二)填寫注意事項

因填寫申請表主要之目的，是方便 IACUC 委員審查動物實驗，是否符合動物福祉及 3R(Replace, Refine, Reduction)精神及後續之監督，故填寫時要逐一詳實，且須特別留意某些項目(如限制食物及飲水、限制動物活動、手術、疼痛評估、安樂死…等) ，且此亦為委員審查時之重點。

(三)填寫內容及須知

1.基本資料

(1)實驗名稱。

(2)實驗期間。

(3)實驗負責人(職稱/職等、單位/研究室地址、聯絡電話、經費來源) 。

(4)單位主管簽名認可以示負責。

2.實驗使用動物之理論基礎

(1)簡述選擇使用活體動物做實驗之理論基礎。

(2)敘述選擇使用這些品種品系活體動物之理論基礎。

(3)是否有充分考慮無其他替代方案(如利用 1.較不具侵害性之步驟 2.其他物種 3.使用已分離之器官 4.細胞或組織培養 5.電腦模擬) ，後才決定選擇使用活體動物做實驗。

3.參與實驗人員之基本資料

因為參與動物實驗之人員，其動物實驗技術之熟練度，不但影響實驗之成敗，對實驗動物受痛苦的程度也有絕對之影響，故不可不重視。被認可之技術訓練方式可為:

(1)正式實習之演討會(workshop)。

(2)委請專業人士至機構教學。

(3)研究人員相互教學。

(4)操作人員收看實驗動物技術教育光碟

但是於授完課後一定要經過考核，確定實驗技術沒問題，並留有授與之証照或教育訓練紀錄備查。

若資料填寫為「待聘中」，一般而言應擱置此申請書待期聘到合格人員後再審，但有些申請書有時效之問題(如申請國科會計畫) ，可先給予有條件之通過審查，但一定要等到合格人員聘到，通知 IACUC(可利用「動物實驗申請表修正單」) ，核可後才可進行實驗。

(四)使用動物條件及非標準之動物房環境及照護要求

1.若使用 GM(Genetically modified)動物，必須有機構之生物安全委員會核可(基因重組申請書)之案號，方可使用此 GM 動物做實驗，以確保其生物安全性，此外 GM 動物大部分均有遺傳缺陷，故需詳述於實驗期間，其將可能發生之症狀疾病變，也須特別留意評估其人道終點。

2.飼養動物是否有特殊需求

A.溫、濕度、光照週期之特別要求。

B.限水、限飼料期限。

於特殊飼養條件飼養動物時，需考慮到動物福祉。

(五)詳述所使用動物之詳細資料

包括:品種、品系、年齡、體重、數量、性別、來源、飼養及實驗位置。

(六)動物保定

1.動物若進行長時間之保定必須詳述

(1)動物保定之形式。

(2)保定之持續時間。

(3)動物保定前之狀況。

2.保定之重要指導原則

(1)保定器械不可視為常態之飼養方法，並須於申請書中說明使用之正當性。

(2)保定器械不可輕易做為動物操作或管理之用。

(3)必須考慮可替代之物理保定方法。

(4)以最短之保定時間完成實驗目的。

(5)動物必須經過訓練(正面鼓勵之方式)後，才可使用保定設備，以適應執行人員及設備。

(6)若動物無法適應，則必須從此實驗中移除。

(7)依 IACUC 所決定之適當期間，必須設定動物觀察規範。

(8)保定期間若發現動物有受傷或病痛，必須給予獸醫治療；若發生受傷、病痛或明顯之行為改變時，則必須暫時性或永久將動物從保定設備移走。

(9)必須將保定之目的及所持續之時間，明確解說給參與實驗之人員瞭解。

(七)動物進行手術操作

1.手術操作可分為

(1)重大手術操作(Major Surgical Procedure):穿透或暴露體腔之操作程序，或所執行之步驟最終會導致身體或生理功能遭受損害者。

(2)輕微手術操作(Minor Surgical Procedure):所實施之操作步驟不會暴露體腔，且對身體功能不會產生損傷或僅造成些微地損害者。

(3)非存活性手術操作(Non-Survival Surgical Procedure):動物在麻醉狀態復原前即被處以安樂死。

(4)存活性手術操作(Survival Surgical Procedure):動物會自手術麻醉狀態中甦醒。

2.手術操作，為 IACUC 審查時須特別留意之事項之一，其所關注之議題包括:

(1)手術操作程序的細節內容(例如:實際操作項目、手術前後動物之管理、無菌操作技術、操作步驟執行之先後順序)。

(2)執行該項技術操作所選用之動物品種是否恰當。

(3)執行手術操作程序的人員資格是否符合要求。

(4)是否具備針對動物種類或特定手術程序所應有的設施。

(5)在手術期間及手術後對動物監督照顧之措施。

(6)有關人員職業健康與安全之注意事項。

3.對於計劃書中採用複合性重大手術操作(Multiple Major Surgical Procedure)需注意

(1)IACUC 及獸醫師必須逐案評估。

(2)不建議於不同之計畫書中，對單一動物進行此性質之手術操作。

(3)必須評估了解此操作對單一動物其福祉之影響。

(4)於一件申請案中，必須載明所有手術之步驟，且為此案之基本部分。

(5)研究人員經過科學之驗證確定其執行之必須性。

(6)有臨床上需求之理由。

(7)核可後，IACUC 委員需特留意此案件，並經由持續評估瞭解突發狀況對動物福祉之影響。

(8)只單為省錢，不可成為須做複合性主要存活性手術操作之理由。

(9)術後照顧及觀察包含建立處理後及術後之動物狀況評估表。

(八)麻醉劑、止痛劑、鎮定劑之使用

1.若有使用，則需詳細填寫

(1)動物之品種、品系。

(2)使用之藥劑、劑量及投與途徑。

(3)操作人員。

(4)使用藥物時，必須考慮不會影響實驗之科學目的。

(九)有生物安全危害疑慮之物質(感染性、放射性、具毒性/致癌性之物質) 之使用

1.使用感染性物質

需向機構生物安全委會申請核可書(如:感染性生物材料輸出(入)使用同意申請書，或第二等級(含)以上染性生物材料易動(核備)單)之影本當附件。

2.使用放射性物質

(1)須向原委會申請「放射線物質許可單」才可進口放射性物質。

(2)人員須有操作核可證(如:原能會輻射防護人員認可證書，原能會放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員輻射安全證書，考試院醫事放射師高考及格證書， 財團法人中華民國輻射防護協會操作人員輻射安全訓練班結訓證書…等) 才可操作相關之儀器設備。

3.使用具毒性/致癌性之物質

須提供學術性數據物質安全資料表(MSDS) ，及/或文獻載明使用物質經體內代謝及/或分泌出動物體外後已不具毒性/致癌性之證明文件。

4.使用非醫療等級之化學物質及其他物質

(1)必須確保毒性及不想要之副作用，不會因為處理實驗動物而導入實驗中。

(2)必須考慮物質之等級、純度、無菌程度、PH 值、熱原反應性、滲透壓、穩定性、導入之位置及途徑、成份結構、相容性、導入之化學品或物質之藥物動力性、動物福祉及和使用物品相關之科學發表文章。

(十)疼痛或焦慮

亦為 IACUC 審查時須特別留意之事項之一

1.如何確認。

2.監測及減輕之評量標準。

3.使用降低疼痛或焦慮之措施，必須考慮不會影響實驗之科學效率性。

4.可參考農委會網站之「實驗動物疼痛程度之評估方法」。

(十一)動物提前中止實驗之標準(Criterion a for early removal)，即人道終點

1.一般均會要求研究人員提供於實驗過程中，對身體孱弱動物提前中止實驗之具體標準(如: 動物體重減輕%後、行動緩慢或沒有正常性之反射動作、無法進食或飲水…等) 。

2.若以瀕臨死亡狀態作為動物實驗中止時機，則有許多臨床徵候是可以作為瀕臨死亡動物之判斷指標。這些典型徵候包含下列幾種現象:

(1)行動能力出現障礙，致使動物無法獲取食物及飲水。

(2)體重失重過多或消瘦。

(3)身體或精神感官反應遲頓。

(4)呼吸因難。

(5)無法保持站立姿態。

(十二)動物數量(Number of animals)

1.詳述實驗設計中各種實驗動物品種、品系及所需之隻數。

2.可提供計算表格，包括實驗組別、實驗物質劑量及各組所需之動物隻數…等計算欄位方便審查委員瞭解實驗設計及動物使用量之合理性。

(十三)實驗步驟敘述(Protocol description)

採間單扼要方式敘述實驗設計重點，如:使用活體動物做實驗/處理之方法，其中包括:實驗步驟、手術程序、術後照護、採血量、投藥劑量及導入途徑資料、任何產生疼痛或焦慮之步驟、毒性物質…等資料。

(十四)計畫摘要(Abstract)

簡潔明瞭的敘述實驗中使用動物之步驟，使所有委員能輕易理解實驗目的。

(十五)實驗結束後動物之處置方式

1.復原處置

(1)復原後，若動物重複使用，需經獸醫師評估認可後才可執行。

(2)實驗結束後，照護生命週期較長之物種之計畫書。

(3)動物資源珍貴，若需將剩餘動物轉讓給其他實驗使用時，機構應建立轉讓機制(如:填寫動物轉讓申請書) ，並於申請新實驗計畫書時當附件。

2.執行安樂死

(1)不同品種動物，建議及禁止使用之安樂死方法，可參考農委會網站之「脊椎動物適用及禁用之麻醉及安樂死方式」

(2)基於 American Veterinary Medicine Association(AVMA)委員會之建議內容，可被接受之安樂死方式，其認定標準包含

A. 引發最少疼痛、焦慮、不安或恐懼之感受。

B.在喪失知覺前所需之時間最短。

C.具有可靠性及非為可逆性之作用機制。

D.操作人員之安全性，人員情緒上之影響。

E.採用之方式對實驗之要求及目的不衝突，其中包括未來動物身體組織之利用性。

F.採用方式與動物種類、年齡及健康狀況不相衝突。

G.需考慮藥物若使用取得之方便性，為淪為人類濫用之可能性。

(3)若有執行安樂死，則需詳細填寫

A.動物之品種。

B.執行安樂死之方式。

C.若使用藥物執行安樂死需再填寫:藥物之藥劑、劑量及投與途徑。

3.屍體處理方法

(1)可自行處理:掩埋、化製、焚化…等。

(2)委外處理:找合格處理廠商，以感染性廢棄物方式處理，其單據須留底存檔。

(3)但均必須符合法令之規定。

三、實驗動物照護及使用委員會或小組

組成成員可包括

(一)獸醫師/或有受過實驗動物科學及醫學訓練資歷/或有實務經驗/或於單位使用過相同品種動物之人員。

IACUC 獸醫師所擔任的角色依每個單位而異，有下列幾種模式:

1.動物實驗計畫書的第一個把關者:有些機構的 IACUC 委員並不一定有相關動物實驗的經驗，因此所有動物實驗計畫申請書，都先經獸醫師

初審或提供意見(如:手術麻醉、操作、疼痛評估、實驗技術、安樂死…等)後，才送 IACUC 委員審查。，可請機構獸醫師先行初審。

2.PAM 執行監督者: 在計畫執行的過程，碰到關於實驗操作的人道考量(如保定、採血、投藥與腫瘤接種…等)、手術、麻醉與安樂死都需獸醫師提供諮詢及進行監督。

3.與 IACUC 其他委員一樣，獸醫師也可以是計畫審查委員。

4.機構的監督報告最後的審閱者。尤其在動物安樂死的部份。

(二)有動物實驗實務經驗之研究人員。

(三)非科學背景之內聘或外經驗人員。

(四)能代表對動物照護及使用有興趣，但非實驗動物使用者之公眾人物。

農委會之『實驗動物照護及使用委員會或小組設置辦法』(099.06.03 修正)中述明，IACUC 組成之必要成員(第二條) ，應包括獸醫師或經中央主管機關指定動物實驗管理訓練合格之專業人員。

IACUC成立的主要目的之一，就是「審核該機構進行實驗動物之科學應用。」(第三條、第一項) ，而審查動物實驗申請書須留意以下之事項

(一)審查動物實驗申請書基本原則:

1.審查方式可依機構的組織架構做調整。

2.計畫審查應在透明、公開化的方式下運作。

3.因單位之 IACUC 成員可能為無給職，成員對 IACUC 之任務，應以不影響其在單位內之正常運作為主要考量。

4.IACUC 須設有執行秘書，接受申請案，匯整委員審查後之意見交給申請人，最後意見之總整理…等，文件之往返及彙總。

5.只有一份正式文件。

6.審查時最好採匿名方式。

7.審查案件時採利益迴避，即委員有參予之案件不可當審查委員。

(二)動物實驗申請書依屬性，審查方式可分為:

於行政院農業委員會,「實驗動物照護及使用委員會或小組」疑義釋(99 年 7 月版) 「二、為建立各機構照護委員會或小組之審查及年度監督報告提報機制：」中提及:

1.各機構之計畫若為單一計畫,由計畫提送機構照護委員會或小組負責審核申請表、發給審查同意書及提報年度監督報告。

2.若為統籌計畫，所有計畫執行及協辦（合作）機構，均須檢附申請人所屬機構照護委員會或小組審查同意書,其中至少 1 件應為實質審查者,其餘形式審查即可。監督報告自行協商由執行機構或 1 所實質審查機構提報，惟應避免重複或遺漏。

3.前項所謂實質審查係指對動物實驗申請表逐項審查者；形式審查則係指其他機構照護委員會或小組已作實質審查,且貴機構參考動物飼養

及應用地點判斷無須再作實質審查者，即可出具形式審查同意書；惟形式審查者不可填寫同意書英文部分或發 給英文審查同意書，亦不可作為刊登國內科學學術期刊時證明之用。

案例:

1. 實質審查:動物實驗在機構內之動物房進行，則機構之 IACUC 需審查申請書。
2. 形式審查: 動物實驗以動物飼養地點作為實質審查之機構，若動物實驗在 A 機構外之動物房進行，但 A 機構之研究人員有參與此計劃,可要求 A 機構研究人員將進行此計劃動物實驗之 B 機構的 IACUC 審查核可文件，提供給 A 機構之 IACUC 進行形式審查，但 A 機構之 IACUC 成員亦可到 B 機構的動物房,瞭解此計劃動物實驗進行之狀況或動物房飼養管理之軟硬體狀況。
3. 不審查: 動物實驗完全委外(與 CRO 公司簽合約)，則單位之 IACUC 不需審查申請書，但一般為確保實驗品質，則會派員(包括品保(QA)人員)至接受委託之機構的實驗室及動物實驗場所，進行相關之軟硬體稽核，並可要求該機構將此委託之動物實驗 IACUC 審查核可文件作為附件。年終送農委會之監督報告由接受委託之機構呈報即可。

(三)動物實驗申請書依參與審查人員形式，可分為:

1.IACUC 全員參予審查

2.指定 IACUC 成員審查(最好是 2 人以上) ，但其他成員亦可提供意見，若有重大狀況(如: 複合重大手術，或動物使用量偏大的計畫) ，可加開臨時會討論或改由全員參予審查。

3.外聘專任審查委員審查，(如:國家衛生研究院(1)採付費方式(2)只參與案件審查，但不參與單位 IACUC 之其他任務) 。

4.外聘兼任審查委員審查，(一般 IACUC 之外聘委員，除參與案件審查也參與機構 IACUC 之其他任務) 。

(四)動物實驗申請書依寄送方式，可分為:

1.書面審查。

2.e-mail 審查。

3.兩者並行審查。

(五)動物實驗申請書依時間順序，可分為:

1.事前審查:

為一般原則即進行動物實驗前，須先向機構 IACUC 提出申請書，經核可後，才可訂購動物並進行實驗。

2.實驗期中查核: (Postal Approval Management；PAM)

IACUC 成員或獸醫師於計劃申請書核可後，至實驗場所或動物房實地了解，研究人員是否有依計畫書執行動物實驗，尤其是關於動物福祉(手術、麻醉、安樂死…等)及人道早期終點部份。所以 IACUC 委員、獸醫師、動物照護者及符合規定之工作人員均可參與 PAM 此過程也可被用作為一種教育方式

(1)PAM 執行之方法有:

A.申請書之持續複閱

B.實驗區域之稽核(可視同規範要求之稽核或獨立執行稽核)

C.獸醫或 IACUC 委員檢視選出之實驗步驟

D.由動物照護人員、獸醫師及 IACUC 委員進行動物觀察

(2)有效之監督策略包括

A.檢查手術執行區域，包括麻醉設備使用、適當的無菌技術及管制物質之處理和使用

B.審查和計畫書相關的健康和安全問題

C.審查麻醉和手術記錄

D.定期檢討影響動物的不利或意外的實驗結果

E.審查實驗室之執行及程序和核可之計畫書內容是否一致

3.年底審查:

於每年年底時，填寫「動物實驗管理小組監督報告」，將單位今年度之實驗相關內容提報農委會，須特別留意預實驗前預估和實際使用動物隻數之差異。

由以上之敘述可知實驗計畫書之填寫詳實與否及 IACUC 審查實驗計畫申請書之效率及方式，都將影響到進行動物實驗之研究計畫，故不可不小心處理。

第四章　動物感染實驗使用規範

由於國內非常缺乏實驗動物感染實驗之使用規範，故本規範主要以美國疾病管制及預防中心(Center for Disease Control and Prevention, CDC)與國家衛生研究院(National Institute of Health, NIH)2007 年第 5 版的"微生物及生物醫學實驗室生物安全規範"(Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories)為依據，再加以部份修改而成。原規範包括實驗室及動物設施之生物安全規範，本文則僅擷取動物設施部份。

實驗動物的感染實驗可分為四種生物安全等級(Animal biosafety level 1 to 4)，其分類主要依據 1.病源之病原性；2.病源之傳播方式及宿主範圍；3.是否具備有效預防措施（如疫苗）；4.是否具備有效治療方式（如抗生素）及其他因素決定之。對人類健康威脅愈大，所需生物安全等級愈高。

每一感染實驗生物安全等級皆包含四項配合措施，包括一、標準微生物作業；二、特別作業；三、安全裝備（初級屏障與個人防護裝備）；四、實驗室設施（次級屏障）。根據不同等級有不同處理方式；等級愈高，其所需作業程序、措施、裝備及設施則愈嚴謹。

以下則按生物安全等級一至四級之順序，逐一介紹各個使用規範。

動物感染實驗生物安全等級標準及規範

一、一級動物生物安全 (Animal biosafety level 1)

當作業涉及的物質，其特性已充分明瞭，已知不會在免疫健全的成年人身上造成疾病，對工作人員和環境產生的潛在危害也最低，則適用於**一級動物生物安全**。建築設計上應將屬於一級動物生物安全的設施，與一般性的動線分開，並於適當處限制進出。在經過適當的風險評估後，也可能需要特殊的阻隔裝備或建物設計。人員必須接受動物設施內各種特定操作程序的訓練，並由一位充分熟悉潛在危害和動物實驗操作程序的主管監督。

下列將敘述適用於一級動物生物安全的標準作業、安全裝備、以及設施要求：

(一) 標準微生物作業

1. 動物設施的首長要建立並施行有關中心政策與緊急狀況的各種政策、操作程序、和步驟，任何一個機構都必須確保在審查動物實驗時，能考量到工作人員的安全和健康議題。每項研究在開始之前，實驗計畫都必須經過實驗動物照護及使用委員會(IACUC)和生物安全委員會(Institutional Biosafety Committee)的審查並核准。
2. 會同諮詢動物設施首長和適當的安全專家，以製作或改編一份專屬於該動物設施的安全手冊。這份安全手冊必須隨時且隨處可得，所有被認定受潛在危害影響的工作人員，都要閱讀並遵守作業程序的指示。
3. 主管必須確保動物照顧、實驗、以及支援的工作人員，都針對他們的責任範圍，接受過適當的訓練，內容包括動物飼育操作程序、潛在危害、感染物質的操作、避免危害和曝露的預防措施、以及危害或曝露的評估

程序（關於物理危害、噴濺、塵霧等）。當操作程序或政策改變時，人員必須每年獲知更新或接受額外訓練。所有危害評估結果、人員訓練課程和參與情況，都要加以記錄。

4. 在經過風險評估後，要決定出適當的醫療監測方案，也應考慮對動物過敏的預防方案的需求。設施主管應確保醫療人員知道動物設施內具有哪些潛在職業危害，也要讓他們知道在研究工作、動物飼育、以及動物照顧和操作過程中相關的潛在職業危害。人員的健康狀況將會影響該員對於感染的易受程度，和對於免疫接種或預防劑介入的接受能力。因此應該讓所有工作人員，尤其是在生育年齡內的女性，知道自身免疫功能的健康狀況，以及可能使他們易受感染的免疫功能問題。對於具有這類免疫問題的人員，應鼓勵他們向機構內負責健康維護的單位，尋求適當的諮詢和指引。對於使用呼吸器的工作人員，必須將他們加入合適的呼吸防護方案。

5. 停留或操作感染物質和/或動物的區域，入口處必須張貼標誌，並註明安全資訊，其中包括動物生物安全等級、一般職業健康條件、個人防護裝備要求、主管姓名（或其他負責成員）、電話、以及進出動物區域所需的操作程序。若同一動物房內使用超過一種感染物質，建議標示出各別名稱。具有保全顧慮的物質，則應依據中心政策來張貼相關資訊。為因應可能的人為或天然災難，應預先考慮制定緊急與災難復原計畫。

6. 動物房的進出須設限，只有計畫必需或支援現場的人員才得以授權進入設施。包含工作人員、維修工人、和訪客等所有人，都要被告知潛在危害（天然或研究的病原、過敏原等等），並指導他們合適的安全防護措施。

7. 要求穿著防護的實驗衣、罩袍、或制服，以避免污染個人衣物。要求戴手套以避免皮膚接觸污染、感染、和危害的物質，而動物操作時也要戴手套。從感染物質和/或動物停留或操作的區域離開時，應卸除手套和個人防護裝備，以儘可能降低感染物質移轉至外界的程度。從感染物質和/或動物停留或操作的區域離開時，脫去手套後必須洗手。若經過風險評估後認定有必要，則在容納感染動物的房內應使用眼睛、臉部、和呼吸的防護裝備。

8. 只有在指定區域才可飲食、吸菸、操作隱形眼鏡、化妝、以及儲存人員食物，在動物房或操作室則禁止所有上述行為。

9. 所有操作程序都要謹慎執行，以儘可能減少感染物質與廢棄物產生的塵霧或噴濺。

10. 禁止以口吸取液體，必須使用機械吸取器具。

11. 必須制定且落實尖銳物的安全操作政策，包括針頭、刀片、吸管、和碎玻璃。若情況允許時，實驗室主管應採行更完善的工程設施和作業控制，來降低尖銳物受傷的風險，操作尖銳物時必定要遵守下列預防措施：

    (1) 針頭和針筒或其他尖銳儀器只能在缺乏替代方法，並僅限於動物設施內使用，這類操作程序例如像非口服的注射、採集血液、從實驗動物

或膜片瓶內吸取液體。

(2) 不得將拋棄式針頭彎曲、剪斷、破壞、套回蓋子、從拋棄式針筒取下、或拋棄前的其他徒手操作，使用過的拋棄式針頭必須謹慎置於廢棄尖銳物專用的防穿刺容器。而尖銳物容器應儘可能位於工作場所的最近地點。

(3) 非拋棄式尖銳物必須置於硬壁容器中，以利於運送至處理場所去污，最好是利用高溫高壓滅菌。

(4) 破碎玻璃不得直接徒手處理，必須利用掃帚和畚斗、鉗子、或鑷子來清除，儘可能以塑膠器具取代玻璃器具。

(5) 設備應避免出現尖銳的邊和角。

12. 感染物質的例行工作後，或是每當溢漏、噴濺、或明顯污染發生時，以適當的消毒劑將設備和工作檯面去污。
13. 與工作無關的動物和植物，不得進入感染物質和/或動物停留或操作的區域。
14. 建立有效的整合性蟲獸管制方案。
15. 所有動物房的廢棄物（包括動物組織、屍體、和墊料）都要以防漏加蓋容器運送，並以符合機構、地區、和政府要求的方式作適當廢棄處理。運用有效方法將所有可能的感染物質在廢棄前去污。

(二) 特殊作業

無

(三) 安全裝備（初級屏障與個人防護裝備）

1. 經過適當的風險評估後，可能不必要特殊的阻隔器材或裝備。
2. 應進行風險評估來確定適當的個人防護裝備的種類。建議穿著防護的實驗衣、罩袍、或制服，以避免污染個人衣物。在感染物質和/或動物停留或操作的區域外，不得穿著防護外衣，而在設施外不得穿著罩袍和制服。
3. 若進行的操作程序可能造成微生物或其他危害物質的噴濺，則要戴上護目鏡。配戴隱形眼鏡的人員，在進入可能含有高濃度空氣懸浮粒子的區域，也應戴上護目鏡。需要接觸非人類靈長類的人員，應評估黏膜曝露的風險，必要時配戴適當的防護裝備（例如口罩、護目鏡、面罩等等）。
4. 應戴上手套以避免手部曝露於危害物質中。應進行風險評估來確定適合任務的手套，也應提供乳膠手套的替代品。手套若是污染、完整性不足、或任何必要時，都要更換。動物房外不得戴手套，在防止感染物質移轉的時機，也應卸除手套和個人防護裝備。不得清洗或重覆使用拋棄式手套，手套使用過後以污染廢棄物的方式處置。動物操作後，並在離開感染物質和/或動物停留或操作的區域之前，人員必須洗手，洗手應於脫下手套後進行。

(四) 實驗室設施（次級屏障）

1. 建築物內的動物設施，要與無限制的工作人員活動空間分開。設施的外門要能自動關閉同時自動上鎖，而動物設施的進出須設限。感染物質和/或動物停留或操作的區域，門應要向內開並會自動關閉。只要有實驗動物在，門就應保持關閉，不得將門撐著打開。動物房內的隔間門則能向外開，也可水平或垂直滑動。
2. 動物設施必須設置水槽以供洗手，水槽的存水彎要注滿水和/或適當液體，以避免小動物和氣體進入。
3. 動物設施應以有利於清潔、運作、管理的方式來設計、建造、和維護，其內部表面（牆壁、地面、和天花板）要防水。地面、牆壁、和天花板表面的穿孔處，包括管道、門、和門框周圍的開口處，都建議施工密封，以利於蟲獸控制和進行清潔。地面必須防滑、防滲、抗化學物質。
4. 操作櫃(cabinet)和實驗桌面必須防滲並能抵抗熱、有機溶劑、酸、鹼、和其他化學物質，實驗桌、操作櫃、和設備之間的空間應易於清潔。動物房內的椅子必須以無孔材質包覆，使清潔和去污容易。家具必須足以支撐預期的負重和使用，並應避免尖銳的邊和角。
5. 不建議裝設戶外窗戶，如果已有窗戶，則必須能抗破裂，可能的話，應密封窗戶。若動物設施的窗戶可打開，則要加裝紗窗。窗戶會影響設施安全，因此應經過警衛工作人員的評估。
6. 應依據*實驗動物照護與使用指南*(*Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*)的規範來提供換氣，排氣不應發生回流，並建議使氣流向內吸入動物房。換氣系統的設計，應顧及動物房在清潔和洗籠時，所產生的熱量和高溼度。
7. 設施內的附屬物，像是燈具、風管、和水電管路，佈設時要儘可能縮小水平表面積，不僅利於清潔，更能減少碎屑或傳染媒介的累積。
8. 地面若設置排水管，存水彎要注滿水和/或適當的消毒劑，以避免小動物和氣體進入。
9. 籠具可手洗，或最好以洗籠機清洗。洗籠機在最後的沖洗階段，溫度應至少超過 180°F (82.2°C)。
10. 照明應足以進行各項工作，並避免妨礙視覺的反射和強光。
11. 緊急洗眼和沖淋設備要隨時可用，並依風險評估來決定裝設的位置。

二、二級動物生物安全(Animal biosafety level 2)

二級動物生物安全是以一級動物生物安全的作業、操作程序、阻隔裝備、和設施要求為基礎，適用於作業所涉及的實驗動物，感染了與人類疾病相關的物質，並對工作人員和環境造成中度危害。這裡也將闡述經由攝取，以及皮膚和黏膜曝露所造成的危害。二級動物生物安全要求(一)動物設施的進出限制；(二)工作人員必須接受動物設施操作程序、感染動物操作、以及病原物質操作的特定訓練； (三)熟悉潛在危害、微生物、動物操作、和飼育程序的人員，必須負責監督其他工作人員；並且(四)涉及感染物質操作或可能產生塵霧或噴濺的操作程序，

應於生物安全操作櫃內進行，或利用其他物理阻隔裝備。必須運用適當的個人防護裝備，以降低感染物質、動物、和污染設備的曝露。另外也應考慮實施工作人員的職業健康方案。

下列將敘述適用於二級動物生物安全的標準和特殊作業、安全裝備、以及設施要求：

1.標準微生物作業

(1)動物設施的首長要建立並施行有關中心政策與緊急狀況的各種政策、操作程序、和步驟，任何一個機構都必須確保在審查動物實驗時，能考量到工作人員的安全和健康議題。每項研究在開始之前，實驗計畫都必須經過實驗動物照護及使用委員會和生物安全委員會的審查並核准。

(2)會同諮詢動物設施首長和適當的安全專家，以製作或改編一份專屬於該動物設施的安全手冊。這份安全手冊必須隨時且隨處可得，所有被認定受潛在危害影響的工作人員，都要閱讀並遵守作業程序的指示。應注意專屬於正在進行的動物品系和操作程序的特定生物危害。

(3)主管必須確保動物照顧、實驗、以及支援的工作人員，都針對他們的責任範圍，接受過適當的訓練，內容包括動物飼育程序、潛在危害、感染物質的操作、避免危害和曝露的預防措施、以及危害或曝露的評估程序（關於物理危害、噴濺、塵霧等)。當操作程序或政策改變時，人員必須每年獲知更新或接受額外訓練。所有危害評估結果、人員訓練課程和參與情況，都要加以記錄。

(4) 在經過風險評估後，要決定出適當的醫療監測方案，也應考慮對動物過敏的預防方案的需求。設施主管應確保醫療人員知道動物設施內具有哪些潛在職業危害，也要讓他們知道在研究工作、動物飼育、以及動物照顧和操作過程中相關的潛在職業危害。人員的健康狀況將會影響該員對於感染的易受程度，和對於免疫接種或預防劑介入的接受能力。因此應該讓所有工作人員，尤其是在生育年齡內的女性，知道自身免疫功能的健康狀況，以及可能使他們易受感染的免疫功能問題。對於具有這類免疫問題的人員，應鼓勵他們向機構內負責健康維護的單位，尋求適當的諮詢和指引。對於使用呼吸器的工作人員，必須將他們加入合適的呼吸防護方案。

(5) 停留或操作感染物質和/或動物的區域，入口處必須張貼國際通用的生物危害標誌，並註明安全資訊，其中包括動物生物安全等級、一般職業健康條件、個人防護裝備要求、主管姓名（或其他負責成員)、電話、以及進出動物區域所需的操作程序。若同一動物房內使用超過一種感染物質，建議標示出各別名稱。具有保全顧慮的物質，則應依據中心政策來張貼相關資訊。為因應可能的人為或天然災難，應預先考慮制定緊急與災難復原計畫。

(6) 動物房的進出須設限，只有計畫必需或支援現場的人員才得以授權進入設施，以及感染物質和/或動物停留或操作的區域。包含工作人員、維修工人、和訪客等所有人，都要被告知潛在危害（天然或研究的病原、

過敏原等等)，並指導他們合適的安全防護措施。

(7)要求穿著防護的實驗衣、罩袍、或制服，以避免污染個人衣物。要求戴手套以避免皮膚接觸污染、感染、和危害的物質，而動物操作時也要戴手套。從感染物質和/或動物停留或操作的區域離開時，應卸除手套和個人防護裝備，以儘可能降低感染物質移轉至外界的程度。從感染物質和/或動物停留或操作的區域離開時，脫去手套後必須洗手。若經過風險評估後認定有必要，則在容納感染動物的房內應使用眼睛、臉部、和呼吸的防護裝備。

(8) 只有在指定區域才可飲食、吸菸、操作隱形眼鏡、化妝、以及儲存人員食物，在動物房或操作室則禁止所有上述行為。

(9) 所有操作程序都要謹慎執行，以儘可能減少感染物質與廢棄物產生的塵霧或噴濺。

(10)禁止以口吸取液體，必須使用機械吸取器具。

(11)必須制定且落實尖銳物的安全操作政策，包括針頭、刀片、吸管、和碎玻璃。若情況允許時，實驗室主管應採行更完善的工程設施和作業控制，來降低尖銳物受傷的風險，操作尖銳物時必定要遵守下列預防措施：

A. 針頭和針筒或其他尖銳儀器只能在缺乏替代方法，並僅限於動物設施內使用，這類操作程序例如像非口服的注射、採集血液、從實驗動物或膜片瓶內吸取液體。

B. 不得將拋棄式針頭彎曲、剪斷、破壞、套回蓋子、從拋棄式針筒取下、或拋棄前的其他徒手操作，使用過的拋棄式針頭必須謹慎置於廢棄尖銳物專用的防穿刺容器。而尖銳物容器應儘可能位於工作場所的最近地點。

C. 非拋棄式尖銳物必須置於硬壁容器中，以利於運送至處理場所去污，最好是利用高溫高壓滅菌。

D. 破碎玻璃不得直接徒手處理，必須利用掃帚和畚斗、鉗子、或鑷子來清除，儘可能以塑膠器具取代玻璃器具。

E. 設備應避免出現尖銳的邊和角。

(12)感染物質的例行工作後，或是每當溢漏、噴濺、或明顯污染發生時，以適當的消毒劑將設備和工作檯面去污。

(13)與工作無關的動物和植物，不得進入感染物質和/或動物停留或操作的區域。

(14)建立有效的整合性蟲獸管制方案。

(15)所有動物房的廢棄物（包括動物組織、屍體、和墊料）都要以防漏加蓋容器運送，並以符合機構、地區、和政府要求的方式作適當廢棄處理。運用有效方法將所有可能的感染物質在廢棄前去污。

2.特殊作業

(1) 依據風險評估的結果，必須為動物照顧人員、實驗室和例行支援的工作

人員，提供醫療監測方案，並在進入動物房之前，針對現有操作或可能出現的物質，接受適當的免疫接種。若情況允許，應留存基準血清樣本。

(2) 涉及高度可能產生塵霧的操作程序，應於生物安全操作櫃或其他物理阻隔器材內進行，當操作程序無法於生物安全操作櫃內進行，則必須使用個人防護裝備，搭配其他阻隔器材。動物操作時，應考慮使用保定器材和降低曝露風險的作業方法（例如身體保定器材、化學保定藥品等等）。

(3) 所有的潛在感染物質和動物廢棄物，要從感染物質和/或動物停留或操作的區域運送出去之前，建議以適當方法去污（例如高溫高壓滅菌、化學消毒、或其他許可的去污方法），對象包括潛在感染動物組織、屍體、污染墊料、剩餘飼料、尖銳物、和其他廢棄物。應考量如何為例行的飼育裝備、敏感的電子和醫療設備，進行去污的方式。要送出感染物質和/或動物停留或操作的區域之外去污的物品，必須置於結實、防漏、加蓋的容器，並確保運輸安全，運輸容器必須附有國際通用的生物危害標誌。製作並實行一套符合機構、地區、和政府要求的廢棄物處置方案，建議物品焚化前先高溫高壓滅菌。

(4) 操作設備、籠具、和籠架時，必須儘可能減少對於其他區域的污染。設備若要維修、維護、或搬離，在移出感染物質和/或動物停留或操作的區域之前，必須去污。感染物質溢漏時，必須由具備適當感染物質訓練和裝備的人員，進行阻隔、去污、和清潔。

(5) 發生感染物質的曝露事件時，必須依據安全手冊指示的操作程序立即檢查和處理。所有這類事件都必須回報至動物設施主管或機構內指派的人員，並應提供適當的醫療評估、監測、和治療，其中的過程應記錄保存。

3.安全裝備（初級屏障與個人防護裝備）

(1) 平時適當維護生物安全操作櫃、個人防護裝備（例如手套、實驗衣、面罩、呼吸器等等）、和/或其他物理阻隔器材或設備，那麼無論何時需進行可能產生塵霧或噴濺的操作程序時就能使用，這類操作程序包括感染動物剖檢，自感染動物或蛋收集組織或液體、和動物鼻內接種。若依風險評估後認定必要，動物則可能要飼養在適合該物種的初級生物安全阻隔設備裡，像齧齒動物是實面實底而頂部覆蓋濾網的籠子，較大的籠子則是置於氣流向內吸入的換氣籠架中，或其他等效的初級阻隔系統，以適用於更大的動物籠。

(2)應進行風險評估來確定適當的個人防護裝備的種類。離開動物設施前要脫除刷手服和制服，重覆使用的衣物在送洗前要適當地阻隔和去污，實驗和防護服裝不得帶回家。在感染物質和/或動物停留或操作的區域中，穿著罩袍、制服、實驗衣、和個人防護裝備，而在離開前卸除。拋棄式個人防護裝備和其他污染廢棄物在處置前要適當阻隔和去污。

(3) 當動物或微生物必須在生物安全操作櫃或阻隔裝置外操作，並且預期感染或其他危害物質將產生噴濺或氣霧時，則使用眼睛和臉部護具（口罩、護目鏡、面罩、或其他噴濺防護）。眼睛和臉部護具必須以污染實驗

廢棄物處置，或經去污後重覆使用。配戴隱形眼鏡的人員，在進入可能含有高濃度空氣懸浮粒子的區域，也應戴上護目鏡。需要接觸非人類靈長類的人員，應評估黏膜曝露的風險，必要時配戴適當的防護裝備（例如口罩、護目鏡、面罩等等)。若經由風險評估後認定必要，則應戴上呼吸防護。

(4) 應戴上手套以避免手部曝露於危害物質中。應進行風險評估來確定適合任務的手套，也應提供乳膠手套的替代品。手套若是污染、完整性不足、或任何必要時，都要更換。動物房外不得戴手套，在防止感染物質移轉的時機，也應卸除手套和個人防護裝備。不得清洗或重覆使用拋棄式手套，手套使用過後以污染廢棄物的方式處置。動物操作後，並在離開感染物質和/或動物停留或操作的區域之前，人員必須洗手，洗手應於脫下手套後進行。

4.實驗室設施（次級屏障）

(1) 建築物內的動物設施，要與無限制的工作人員活動空間分開。設施的外門要能自動關閉同時自動上鎖，而動物設施的進出須設限。感染物質和/或動物停留或操作的區域，門應要向內開並會自動關閉。只要有實驗動物在，門就應保持關閉，不得將門撐著打開。動物房內的隔間門則能向外開，也可水平或垂直滑動。

(2) 感染物質和/或動物停留或操作的區域出口處，應設置洗水水槽，動物設施內其他適當的地點也應增設水槽。若動物設施內含有數個隔離的感染物質和/或動物停留或操作的區域，那麼每個區域的出口處都各要有水槽可洗手。水槽的存水彎要注滿水和/或適當液體，以避免小動物和氣體進入。

(3) 動物設施應以有利於清潔、運作、管理的方式來設計、建造、和維護，其內部表面（牆壁、地面、和天花板）要防水。地面、牆壁、和天花板表面的穿孔處，包括管道、門、和門框周圍的開口處，都建議施工密封，以利於蟲獸控制和進行清潔。地面必須防滑、防滲、抗化學物質。

(4) 操作櫃和實驗桌面必須防滲並能抵抗熱、有機溶劑、酸、鹼、和其他化學物質，實驗桌、操作櫃、和設備之間的空間應易於清潔。儘可能減少家具數量，動物房內的椅子必須以無孔材質包覆，使清潔和去污容易。家具必須足以支撐預期的負重和使用，並應避免尖銳的邊和角。

(5) 不建議裝設戶外窗戶，如果已有窗戶則應密封，且必須能抗破裂。窗戶會影響設施安全，因此應經過警衛工作人員的評估。

(6) 應依據*實驗動物照護使用指南*的規範來提供換氣。動物設施的氣流方向是向內吸入，而動物房相較於鄰近的走廊，也應維持向內吸入的氣流方向。應裝設具備風管排氣的換氣系統，確保排出的氣體是流至外界，而非再循環進入其他房內。換氣系統的設計，應顧及動物房在清潔和洗籠時，所產生的熱量和高溼度。

(7) 設施內的附屬物，像是燈具、風管、和水電管路，佈設時要儘可能縮小

水平表面積，不僅利於清潔，更能減少碎屑或傳染媒介的累積。

(8) 地面若設置排水管，存水彎要注滿水和/或適當的消毒劑，以避免小動物和氣體進入。

(9) 籠具在清洗前應先高溫高壓滅菌，或以其他方式去污。洗籠機在最後的沖洗階段，溫度應至少超過 180°F (82.2°C)。洗籠區域應設計成可容許使用高壓水柱噴灑系統，並可耐高溼度，強力化學消毒劑、和 180°F (82.2°C) 的水溫，以利籠具和設備的清潔過程。

(10)照明應足以進行各項工作，並避免妨礙視覺的反射和強光。

(11)裝設生物安全操作櫃時，必須避免讓室內進排氣的波動情況，影響操作櫃的正常運作。生物安全操作櫃應遠離門、經常人來人往的實驗室區域、和其他可能的氣流干擾。二級生物安全操作櫃的排氣若經過高效率空氣過濾(HEPA) ，並且至少每年進行檢查和認證，那麼在依照製造商建議的操作情況下，排氣便能安全循環回實驗室內。生物安全操作櫃亦可連接至實驗室的排氣系統，只要能確保安全操作櫃的正常性能，而且原有空氣系統也通過檢驗無虞。至少每年應認證一次生物安全操作櫃的性能。所有生物安全操作櫃都應依照製造商的建議進行操作，以保護工作人員，且避免讓揮發性化學物質和氣體產生環境危害。

(12)如果使用真空抽氣（中央配管或個別設備），每條連接管應安裝內含消毒液的集液瓶和線上的高效率空氣過濾器，同時位置應儘可能靠近每個使用端或龍頭開關。過濾器的安裝方式，應易於後續的現場去污和更換。

(13)動物設施內應考慮裝設高溫高壓滅菌鍋，以利於感染物質和廢棄物的去污。

(14)緊急洗眼和沖淋設備要隨時可用，並依風險評估來決定裝設的位置。

三、三級動物生物安全 (Animal biosafety level 3)

三級動物生物安全適用的作業，涉及感染本土或境外物質的實驗動物，這些感染物質可能藉由塵霧傳播，並將造成嚴重或致命危險的疾病。三級動物生物安全是以二級動物生物安全的作業、操作程序、阻隔裝備、和設施要求為基礎。三級動物生物安全的實驗室，具備特殊的工程和設計構造。三級動物生物安全要求 (一)動物設施的進出限制；(二)工作人員必須接受動物設施操作程序、感染動物操作、以及致命危險物質操作的特定訓練；(三)熟悉潛在危害、微生物、動物操作、和飼育程序的人員，必須負責監督其他工作人員；並且(四)涉及感染物質操作或可能產生塵霧或噴濺的操作程序，應於生物安全操作櫃內進行，或利用其他物理阻隔裝備。必須運用適當的個人防護裝備，以降低感染物質、動物、和污染設備的曝露。另外也必須實施工作人員的職業健康方案。

下列將敘述適用於三級動物生物安全的標準和特殊安全作業、安全裝備、以及設施要求：

1. 標準微生物作業

(1) 動物設施的首長要建立並施行有關中心政策與緊急狀況的各種政策、操作程序、和步驟，任何一個機構都必須確保在審查動物實驗時，能考量

到工作人員的安全和健康議題。每項研究在開始之前，實驗計畫都必須經過實驗動物照護及使用委員會和生物安全委員會的審查並核准。

(2) 會同諮詢動物設施首長和適當的安全專家，以製作或改編一份專屬於該動物設施的安全手冊。這份安全手冊必須隨時且隨處可得，所有被認定受潛在危害影響的工作人員，都要閱讀並遵守作業程序的指示。應注意專屬於正在進行的動物品系和操作程序的特定生物危害。

(3) 主管必須確保動物照顧、實驗、以及支援的工作人員，都針對他們的責任範圍，接受過適當的訓練，內容包括動物飼育程序、潛在危害、感染物質的操作、避免危害和曝露的預防措施、以及危害或曝露的評估程序（關於物理危害、噴濺、塵霧等)。當操作程序或政策改變時，人員必須每年獲知更新或接受額外訓練。所有危害評估結果、人員訓練課程和參與情況，都要加以記錄。

(4) 在經過風險評估後，要決定出適當的醫療監測方案，也應考慮對動物過敏的預防方案的需求。設施主管應確保醫療人員知道動物設施內具有哪些潛在職業危害，也要讓他們知道在研究工作、動物飼育、以及動物照顧和操作過程中相關的潛在職業危害。人員的健康狀況將會影響該員對於感染的易受程度，和對於免疫接種或預防劑介入的接受能力。因此應該讓所有工作人員，尤其是在生育年齡內的女性，知道自身免疫功能的健康狀況，以及可能使他們易受感染的免疫功能問題。對於具有這類免疫問題的人員，應鼓勵他們向機構內負責健康維護的單位，尋求適當的諮詢和指引。對於使用呼吸器的工作人員，必須將他們加入合適的呼吸防護方案。

(5) 停留或操作感染物質和/或動物的區域,入口處必須張貼國際通用的生物危害標誌，並註明安全資訊，其中包括動物生物安全等級、一般職業健康條件、個人防護裝備要求、主管姓名(或其他負責成員)、電話、以及進出動物區域所需的操作程序。若同一動物房內使用超過一種感染物質，建議標示出各別名稱。具有保全顧慮的物質，則應依據中心政策來張貼相關資訊。為因應可能的人為或天然災難，應預先考慮制定緊急與災難復原計畫。

(6) 動物房須儘可能限制最少人員進出，只有計畫必需或支援現場的人員才得以授權進入設施，以及感染物質和/或動物停留或操作的區域。包含工作人員、維修工人、和訪客等所有人，都要被告知潛在危害（天然或研究的病原、過敏原等等)，並指導他們合適的安全防護措施。

(7) 要求穿著防護的實驗衣、罩袍、或制服，以避免污染個人衣物。要求戴手套以避免皮膚接觸污染、感染、和危害的物質，而動物操作時也要戴手套。若風險評估認定有必要時，應戴雙層手套。從感染物質和/或動物停留或操作的區域離開時，應卸除手套和個人防護裝備，以儘可能降低感染物質移轉至外界的程度。從感染物質和/或動物停留或操作的區域離開時，脫去手套後必須洗手。若經過風險評估後認定有必要，則在容納感染動物的房內應使用眼睛、臉部、和呼吸的防護裝備。

(8) 只有在指定區域才可飲食、吸菸、操作隱形眼鏡、化妝、以及儲存人員食物，在動物房或操作室則禁止所有上述行為。

(9) 所有操作程序都要謹慎執行，以儘可能減少感染物質與廢棄物產生的塵霧或噴濺。

(10)禁止以口吸取液體，必須使用機械吸取器具。

(11)必須制定且落實尖銳物的安全操作政策，包括針頭、刀片、吸管、和碎玻璃。若情況允許時，實驗室主管應採行更完善的工程設施和作業控制，來降低尖銳物受傷的風險，操作尖銳物時必定要遵守下列預防措施：

A. 針頭和針筒或其他尖銳儀器只能在缺乏替代方法，並僅限於動物設施內使用，這類操作程序例如像非口服的注射、採集血液、從實驗動物或膜片瓶內吸取液體。

B. 不得將拋棄式針頭彎曲、剪斷、破壞、套回蓋子、從拋棄式針筒取下、或拋棄前的其他徒手操作，使用過的拋棄式針頭必須謹慎置於廢棄尖銳物專用的防穿刺容器。而尖銳物容器應儘可能位於工作場所的最近地點。

C. 非拋棄式尖銳物必須置於硬壁容器中，以利於運送至處理場所去污，最好是利用高溫高壓滅菌。

D. 破碎玻璃不得直接徒手處理，必須利用掃帚和畚斗、鉗子、或鑷子來清除，儘可能以塑膠器具取代玻璃器具。

E. 設備應避免出現尖銳的邊和角。

(12)感染物質的例行工作後，或是每當溢漏、噴濺、或明顯污染發生時，以適當的消毒劑將設備和工作檯面去污。

(13)與工作無關的動物和植物，不得進入感染物質和/或動物停留或操作的區域。

(14)建立有效的整合性蟲獸管制方案。

(15)所有動物房的廢棄物（包括動物組織、屍體、和墊料）都要以防漏加蓋容器運送，並以符合機構、地區、和政府要求的方式作適當廢棄處理。運用有效方法將所有可能的感染物質在廢棄前去污。

2. 特殊作業

(1) 依據風險評估的結果，必須為動物照顧人員、實驗室和例行支援的工作人員，提供醫療監測方案，並在進入動物房之前，針對現有操作或可能出現的物質，接受適當的免疫接種。若情況允許，應留存基準血清樣本。

(2) 所有涉及感染物質操作、感染動物操作、或產生塵霧的操作程序，都必須於生物安全操作櫃內進行，或在可行時利用其他物理阻隔器材，當操作程序無法於生物安全操作櫃內進行，則必須使用個人防護裝備，搭配其他阻隔器材。動物操作時，應考慮使用保定器材和降低曝露風險的作業方法（例如身體保定器材、化學保定藥品等等）。

(3) 若將動物飼養於阻隔籠具系統，將能降低從感染動物或墊料產生感染性

塵霧的風險（例如實面實底而頂部覆蓋濾網的籠子、將開放籠置於氣流向內吸入的換氣籠架、高效率空氣過濾的隔絕箱和籠具系統、或其他等效的初級阻隔系統）。

(4) 主動換氣籠具系統必須設計成避免籠內微生物逸出，這類系統的排氣空間(plenum) 應密封，以防止微生物在換氣系統停止時逸出，並且排氣必須經過高效率空氣過濾。安全裝置應到位，使排氣風扇即便故障，也可避免籠子和排氣空間相較於周圍形成正壓。當運作異常發生時，系統應能發出警報。

(5) 設施內必須提供一項能針對所有感染物質的去污方法，最好是在感染物質和/或動物停留或操作的區域內即可進行（例如高溫高壓滅菌、化學消毒、或其他許可的去污方法）。應考量如何為例行的飼育裝備、敏感的電子和醫療設備，進行去污的方式。所有的潛在感染物質和動物廢棄物（包括動物組織、屍體、污染墊料、剩餘飼料、尖銳物、和其他廢棄物），要從感染物質和/或動物停留或操作的區域運送出去之前，都要以適當方法去污。動物墊料和廢棄物在進一步操作之前，並在移出感染物質和/或動物停留或操作的區域之前，建議先行去污，最好能在籠具系統內完成。製作並實行一套符合機構、地區、和政府要求的廢棄物處置方案，建議物品焚化前先高溫高壓滅菌。

(6) 操作設備、籠具、和籠架時，必須儘可能減少對於其他區域的污染。設備若要維修、維護、或搬離，在移出感染物質和/或動物停留或操作的區域之前，必須去污。感染物質溢漏時，必須由具備適當感染物質訓練和裝備的人員，進行阻隔、去污、和清潔。

(7) 發生感染物質的曝露事件時，必須依據安全手冊指示的程序立即檢查和處理。所有這類事件都必須回報至動物設施主管或機構內指派的人員，並應提供適當的醫療評估、監測、和治療，其中的過程應記錄保存。

3. 安全裝備（初級屏障與個人防護裝備）

(1) 所有感染物質和動物的操作，都應使用平時就適當維護的生物安全操作櫃和其他物理阻隔器材或設備，這類操作程序包括感染動物剖檢，自感染動物或蛋收集組織或液體、和動物鼻內接種。利用初級屏障系統，能降低感染動物或墊料產生感染性塵霧的風險，這類系統包括實面實底而頂部覆蓋濾網的籠子，置於換氣籠架系統；較大的籠子則是置於氣流向內吸入的換氣籠架中；或其他等效的初級阻隔系統。

(2) 應進行風險評估來確定適當的個人防護裝備的種類。工作人員在動物設施內，要穿著像是制服或刷手服等防護服裝。重覆使用的衣物在送洗前要適當地阻隔和去污，實驗和防護服裝不得帶回家。在進入感染物質和/或動物停留或操作的區域之前，除了上述防護服裝外應再穿著拋棄式個人防護裝備，例如烯烴不織布連身服、正面包覆背後綁帶的罩袍。正面開扣的實驗衣則不適合。在離開感染物質和/或動物停留或操作的區域之前，拋棄式個人防護裝備必須脫除，而刷手服和制服則在離開動物設施

之前脫除。拋棄式個人防護裝備和其他污染廢棄物在處置前要適當阻隔和去污。

(3) 所有工作人員進入感染物質和/或動物停留或操作的區域時,要配戴適當的眼睛、臉部、和呼吸護具。為避免鞋子的交互污染,必要時使用鞋套或其他防護鞋。眼睛和臉部護具必須以污染實驗廢棄物處置,或經去污後重覆使用。配戴隱形眼鏡的人員,在進入可能含有高濃度空氣懸浮粒子的區域,也應戴上護目鏡。

(4) 應戴上手套以避免手部曝露於危害物質中。應進行風險評估來確定適合任務的手套,也應提供乳膠手套的替代品。某些操作程序可能會要求戴雙層手套。手套若是污染、完整性不足、或任何必要時,都要更換。動物房外不得戴手套,在防止感染物質移轉的時機,也應卸除手套和個人防護裝備。不得清洗或重覆使用拋棄式手套,手套使用過後以污染廢棄物的方式處置。動物操作後,並在離開感染物質和/或動物停留或操作的區域之前,人員必須洗手,洗手應於脫下手套後進行。

4.實驗室設施(次級屏障)

(1) 建築物內的動物設施,要與無限制的工作人員活動空間分開。設施的外門要能自動關閉同時自動上鎖,而動物設施的進出須設限。感染物質和/或動物停留或操作的區域,門應向內開並會自動關閉。只要有實驗動物在,門就應保持關閉,不得將門撐著打開。動物房內的隔間門則能向外開,也可水平或垂直滑動。污染區域須建置雙重門入口,其中包含一間前室與氣閘,加上一間更衣室。淋浴室可依風險評估結果考慮建置,另外也可於前室再增建一組雙重門入口,或雙重門的高溫高壓滅菌鍋,以利於補給品和廢棄物進出設施的動線。

(2) 感染物質和/或動物停留或操作的區域出口處,應設置洗手水槽,動物設施內其他適當的地點也應增設水槽。水槽應具備不經手裝置或自動給水。若動物設施內含有數個隔離的感染物質和/或動物停留或操作的區域,那麼每個區域的出口處都各要有水槽可洗手。水槽的存水彎要注滿水和/或適當液體,以避免小動物和氣體進入。

(3) 動物設施應以有利於清潔、去污、運作的方式來設計、建造、和維護,其內部表面(牆壁、地面、和天花板)要防水。地面、牆壁、和天花板表面的穿孔處,包括管道、門、和門框周圍的開口處,都建議施工密封,以利於蟲獸控制、進行清潔、和去污。牆壁、地面、和天花板應形成一片完整密封且可消毒的表面。地面必須防滑、防滲、抗化學物質、無縫隙、且與牆壁交界形成彎圓弧。當空間出現嚴重污染、用途明顯改變、經歷重大翻新、或房舍關閉停用時,應考慮將整間動物房去污。動物房去污的適當材料與方法,必須以風險評估為基礎。

(4) 操作櫃和實驗桌面必須防滲並能抵抗熱、有機溶劑、酸、鹼、和其他化學物質,實驗桌、操作櫃、和設備之間的空間應易於清潔。儘可能減少家具數量,動物房內的椅子必須以無孔材質包覆,使清潔和去污容易。

家具必須足以支撐預期的負重和使用，並應避免尖銳的邊和角。

(5) 不建議裝設戶外窗戶，如果已有窗戶則必須密封，且必須能抗破裂。窗戶會影響設施安全，因此應經過警衛工作人員的評估。

(6) 應依據*實驗動物照護使用指南*的規範來提供設施的換氣。動物設施的氣流方向是向內吸入，而動物房相較於鄰近的走廊，也應維持向內吸入的氣流方向。應裝設具備風管排氣的換氣系統，確保排出的氣體是流至外界，而非再循環進入其他房內。系統所產生的氣流方向，是將空氣從乾淨區域吸進動物房，再流往污染區域。換氣系統的設計，應顧及動物房在清潔和洗籠時，所產生的熱量和高溼度。排氣並不一定必須過濾和其他處理，但應考量所在地的要求、操作的特定物質、和使用條件而定，排氣必須散布於遠離居民和進氣口的區域，否則排氣就必須經過高效率空氣過濾。工作人員必須檢查氣流方向是否適當（吸進動物區域），建議於動物房入口裝設目視監測器材來指示並確認氣流向內吸入。應考慮裝設暖通空調(HVAC)控制系統，以避免動物空間持續承受正加壓。應考慮使換氣和暖通空調系統在出現異常時產生音響警報。

(7) 設施內的附屬物，像是燈具、風管、和水電管路，佈設時要儘可能縮小水平表面積，不僅利於清潔，更能減少碎屑或傳染媒介的累積。

(8) 地面排水管必須維護，存水彎要注滿水和/或適當的消毒劑，以避免小動物和氣體進入。

(9) 以洗籠機清洗籠具。洗籠機在最後的沖洗階段，溫度應至少超過 180°F (82.2°C)。籠具在移出三級動物生物安全的區域之前，應先高溫高壓滅菌，或以其他方法去污。洗籠區域應設計成可容許使用高壓水柱噴灑系統，並可耐高溼度，強力化學消毒劑、和 180°F (82.2°C) 的水溫，以利於籠具的清潔過程。

(10)照明應足以進行各項工作，並避免妨礙視覺的反射和強光。

(11)裝設生物安全操作櫃（二級、三級）時，必須避免讓室內進排氣的波動情況，影響操作櫃的正常運作。二級生物安全操作櫃應遠離門、經常人來人往的實驗室區域、和其他可能的氣流干擾。二級生物安全操作櫃的排氣若經過高效率空氣過濾，並且至少每年進行檢查和認證，那麼在依照製造商建議的操作情況下，排氣便能安全循環回實驗室內。生物安全操作櫃亦可連接至實驗室的排氣系統，只要能確保安全操作櫃的正常性能，而且原有空氣系統也通過檢驗無虞。至少每年應驗證一次生物安全操作櫃的性能。三級生物安全操作櫃必須供氣以避免操作櫃或實驗室承受正加壓。所有生物安全操作櫃都應依照製造商的建議進行操作。若條件允許，針對可能會產生感染性塵霧的設備，必須置於阻隔器材內，而排氣在經過高效率空氣過濾或其他等效技術過濾之後，才排放入動物設施中。這些過濾器至少每年應檢查和/或更換。

(12)內含生物危害的動物房若裝設高溫高壓滅菌鍋，可使作業更為便利。感染物質和廢棄物在移至設施的其他區域前，可運用高溫高壓滅菌進行去污。如果感染物質和/或動物停留或操作的區域沒那麼方便，則應建立特

殊作業方法，以將感染物質運送至設施內的指定地點。

(13)緊急洗眼和沖淋設備要隨時可用，並依風險評估來決定裝設的位置。

(14)三級動物生物安全的設施設計和運作程序必須記錄存查，使用前必須檢查，以驗證設計和運作參數符合預期。至少每年應重新進行設施驗證，以因應操作程序由於運作經驗的累積而修改。

(15)若物質資料的聲明提出建議、現場條件的風險評估認定必要、或其他的地區或政府法規要求，則應考慮額外的環境保護措施。例如工作人員淋浴、高效率空氣過濾排氣、管路加上阻隔、和排放水去污。

四、四級動物生物安全 (Animal biosafety level 4)

四級動物生物安全規範的作業，將涉及感染危險和境外物質的動物，這些感染物質會對人員造成致命疾病的高風險，或是傳播風險不明的相關物質。若某物質與已知為四級動物生物安全的物質，呈現相近或相同的抗原關係，也必須視同本級方式操作，直到獲取足夠資料，以確認須繼續維持本級作業，或是重新指定分級。動物照顧人員必須對於極度危害感染物質和感染動物的操作，接受過特定且徹底的訓練。動物照顧人員必須了解各種標準和特殊作業、阻隔裝備、以及實驗室設計特徵中所具有的初級和次級阻隔功能。所有的動物照顧人員和主管，都必須勝任動物與物質操作，和四級動物生物安全所要求的操作程序。四級動物生物安全實驗室內的動物設施，其進出限制是依據中心政策的指示，由動物設施首長和/或實驗室主管進行管制。

四級動物生物安全實驗室分為二種模式：

(一) 操作櫃(cabinet)實驗室：所有物質和感染動物的操作，以及感染動物的飼養，都必須在三級生物安全操作櫃內執行。

(二) 套裝(suit)實驗室：工作人員必須穿著正壓防護裝，感染動物必須飼養於氣流向內吸入的換氣籠架，排氣經過高效率空氣過濾，感染動物應於初級屏障系統內操作，例如二級生物安全操作櫃或其他等效阻隔系統。

四級動物生物安全是以三級動物生物安全的作業、操作程序、阻隔裝備、和設施要求為基礎。然而四級動物生物安全的操作櫃和套裝實驗室，具備了特殊的工程和設計構造，以防止微生物散佈至環境和工作人員。四級動物生物安全的操作櫃實驗室還因為包含了三級生物安全操作櫃，而與三級動物生物安全的實驗室明顯不同。

下列將敘述適用於四級動物生物安全的標準和特殊安全作業、裝備、以及設施要求：

1. 標準微生物作業

(1) 動物設施的首長要建立並施行在四級動物生物安全實驗室內，有關生物安全、生物保全、和緊急情況的各種政策、操作程序、和步驟。

動物設施的首長和/或機構內指派的主管，須負責施行四級動物生物安全設施的進出管制政策。實驗室工作人員和支援人員必須獲得適當的職業醫療服務，包括醫療監測，並針對實驗室內現有操作或可能出現的物質，提供免疫接種。必須建立一套回報和記錄系統，內容包括實驗室意外、

曝露、員工曠職、以及對於可能是實驗室相關的病症所作的醫療監測。職業醫療服務系統的一項重要功能，是為設施內工作人員在受到實驗室的已知或可能感染時，提供隔離和醫療照顧。設施主管應確保醫療人員知道動物設施內具有哪些潛在職業危害，也要讓他們知道在研究工作、動物飼育責任、以及動物照顧和操作過程中相關的潛在職業危害。

製作四級動物生物安全實驗室特定的生物安全手冊，必須會同諮詢動物設施首長、實驗室主管、和生物安全顧問。這份安全手冊必須隨時且隨處可得，所有被認定受潛在危害影響的工作人員，都要閱讀並遵守作業程序的指示。研究在開始之前，必須制訂實驗期間內動物福祉的適當政策和操作程序，並經過實驗動物照護及使用委員會的核准，生物安全主管和/或其他適用的委員會則負責審議，以避免操作和照顧動物的工作人員發生危害曝露。

(2) 四級動物生物安全操作要求更換所有衣物，動物設施內工作人員要穿著防護服裝，像是制服或刷手服。所有離開四級生物安全或四級動物生物安全的人員，都必須經過淋浴。

(3) 實驗區域內不得飲食、吸菸、操作隱形眼鏡、化妝、和儲存人員食物。食物必須存放至實驗室區域外的食物專用操作櫃或冰箱。

(4) 必須使用機械吸取器具。

(5) 必須制定且落實尖銳物的安全操作政策，包括針頭、刀片、吸管、和碎玻璃。若情況允許時，實驗室主管應採行更完善的工程設施和作業控制，來降低尖銳物受傷的風險，操作尖銳物時必定要遵守下列預防措施：

A. 針頭和針筒或其他尖銳儀器只能在缺乏替代方法，並僅限於動物設施內使用，這類操作程序例如像非口服的注射、採集血液、從實驗動物或膜片瓶內吸取液體。

B. 不得將拋棄式針頭彎曲、剪斷、破壞、套回蓋子、從拋棄式針筒取下、或拋棄前的其他徒手操作，使用過的拋棄式針頭必須謹慎置於廢棄尖銳物專用的防穿刺容器。而尖銳物容器應儘可能位於工作場所的最近地點。

C. 非拋棄式尖銳物必須置於硬壁容器中，以利於運送至處理場所去污，最好是利用高溫高壓滅菌。

D. 破碎玻璃不得直接徒手處理，必須利用掃帚和畚斗、鉗子、或鑷子來清除來清除，儘可能以塑膠器具取代玻璃器具。

E. 設備應避免出現尖銳的邊和角。

(6) 執行所有操作程序時，都要儘可能減少產生噴濺和/或塵霧。涉及感染物質操作的操作程序，都必須於生物安全操作櫃內進行，或利用其他物理阻隔器材，當操作程序無法於生物安全操作櫃內進行，則應使用替代阻隔裝備。

(7) 作業完成後，或每當潛在感染物發生溢漏或噴濺時，以適當的消毒劑將工作檯面去污。發生感染物質的曝露事件時，必須依據實驗室生物安全

手册所指示的程序立即檢查和處理。所有這類事件都必須回報至動物設施首長、實驗室主管、機構管理部門、和適當的設施安全人員，並應提供適當的醫療評估、監測、和治療，其中的過程應記錄保存。

(8) 所有廢棄物（包括動物組織、屍體、和污染墊料）在移出四級動物生物安全實驗室之前，要先以有效且驗證過的方法去污。實驗室衣物在送洗前也應去污。設施需要的補給和材料必須經由雙重門的高溫高壓滅菌鍋、燻蒸室、或氣閘進入設施；若補給和材料不經過更衣室進入四級動物生物安全實驗室，則必須經由事先去污過的雙重門高溫高壓滅菌鍋、燻蒸室、或氣閘進入實驗室。當外門閉鎖後，感染物質和/或動物停留或操作的區域內的工作人員，便打開高溫高壓滅菌鍋、燻蒸室、或氣閘的內門來取回物品。物品進入設施後，這些門就必須上鎖。

唯有必要設備和物品才應進入四級動物生物安全實驗室，所有已進入實驗室的設備和物品，必須先去污才能移出。應考量如何為例行的飼育裝備、敏感的電子和醫療設備，進行去污的方式。滅菌鍋和燻蒸室的門應設置成交聯鎖模式，也就是說，除非高溫高壓去污完成或燻蒸室去污完成，否則外門將無法開啟。

(9) 感染物質出現的實驗室和動物房，入口處必須張貼國際通用的生物危害標誌，並註明安全資訊，其中包括動物生物安全等級、一般職業健康條件、個人防護裝備要求、主管姓名（或其他負責成員）、電話、以及進出動物區域所需的操作程序。若同一動物房內使用超過一種感染物質，建議標示出各別名稱。具有保全顧慮的物質，則應依據中心政策來張貼相關資訊。為因應可能的人為或天然災難，應預先考慮制定緊急與災難復原計畫。

(10)建立有效的整合性蟲獸管制方案。

(11)實驗室主管必須確保實驗室工作人員，已針對他們的責任範圍、避免曝露的必要預防措施、以及曝露評估程序，接受過適當的訓練。當操作程序或政策改變時，工作人員必須每年獲知更新或接受額外訓練。人員的健康狀況將會影響該員對於感染的易受程度，和對於免疫接種或預防劑介入的接受能力。因此應該讓所有實驗室工作人員，尤其是在生育年齡內的女性，知道自身免疫功能的健康狀況，以及可能使他們易受感染的免疫功能問題。對於具有這類免疫問題的人員，應鼓勵他們向機構內負責健康維護的單位，尋求適當的諮詢和指引。

(12)與工作無關的動物和植物，不得進入感染物質和/或動物停留或操作的區域。

2. 特殊作業

(1) 所有進入四級動物生物安全實驗室的人員，都必須被告知潛在危害，並須符合特定進出要求。只有為了科學或支援目的而必須出現於實驗室內的人員，才應取得授權進入。設施入口必須牢固深鎖，所有進出四級動

物生物安全實驗室的人員、日期、和時間，都必須以記錄本或其他方式記錄留存。當實驗室在運作中時，除非發生緊急狀況，工作人員都必須經由更衣和淋浴室進出。所有個人衣物都必須在外更衣室脫除，換穿實驗室服裝，包括內衣、褲子、襯衫、連身服、鞋子、和手套。所有離開四級動物生物安全實驗室的人員，都必須身體淋浴，實驗室服裝在使用過後，不得經由淋浴從內更衣室移出，這些衣物必須視為污染物質，並於送洗或廢棄前去污。實驗室在經過確效方法徹底去污後，必要的工作人員才得以不經過上述的更衣和淋浴程序而進出實驗室。

人員的健康狀況將會影響該員對於感染的易受程度，和對於免疫接種或預防劑介入的接受能力。因此應該讓所有實驗室工作人員，尤其是在生育年齡內的女性，知道自身免疫功能的健康狀況，以及可能使他們易受感染的免疫功能問題。對於具有這類免疫問題的人員，應鼓勵他們向機構內負責健康維護的單位，尋求適當的諮詢和指引。

(2) 實驗室工作人員和支援人員必須獲得適當的職業醫療服務，包括醫療監測，並針對實驗室內現有操作或可能出現的物質，提供免疫接種。必須建立一套回報和記錄系統，內容包括實驗室意外、曝露、員工曠職、以及對於可能是實驗室相關的病症所作的醫療監測。職業醫療服務系統的一項重要功能，是為設施內工作人員在受到實驗室已知或可能的感染時，提供隔離和醫療照顧。

(3) 每個機構都必須制定政策和操作程序，為承受風險的工作人員，採集和儲存血清樣本。

(4) 動物設施主管須負責確保動物作業人員：

A. 對於動物設施內特定的作業和操作程序，接受過適當訓練，其內容包括動物飼育程序、存在的潛在危害、感染物質的操作、以及避免可能曝露的必要預防措施。

B. 在進入四級動物生物安全設施之前，或操作需四級動物生物安全阻隔的物質之前，先展示本身已經非常熟練標準和特殊的微生物作業和技術。

C. 當操作程序或政策改變時，必須每年獲知更新或接受額外訓練。所有危害評估結果和人員訓練課程，都要加以記錄。

(5) 從四級動物生物安全實驗室取出仍具活性或完整狀態的生物物質時，必須存放至不易碎的密封初級容器，再裝進不易碎的密封次級容器，然後經過消毒池、燻蒸室、或去污沖浴。包裝完成的活性物質一旦出關，便不得在四級動物生物安全的阻隔之外打開,除非經過確效方法去除活性。

(6) 實驗室設備必須例行去污，發生溢漏、噴濺、或其他可能污染時也必須去污。操作設備、籠具、和籠架時，應儘可能減少對於其他區域的污染。籠具在清理和洗滌前要高溫高壓滅菌或徹底去污。

A. 所有設備和污染物質必須在搬離動物設施之前先去污。設備若要維修、維護、或搬離，在移出動物設施之前，必須以有效且驗證過的方

法去污。

B. 可能因高溫或蒸氣受損的設備或物質，必須以有效且驗證過的操作程序去污，像是在氣閘或特定室內利用氣體或煙霧方法。

C. 感染物質溢漏時，必須由具備適當感染物質訓練和裝備的人員，進行阻隔、去污、和清潔。溢漏處理程序必須制定並張貼於實驗室內，發生溢漏和感染物質意外時，必須立即回報動物設施和實驗室主管或機構內指派的人員。

(7) 高溫高壓滅菌鍋和燻蒸室的門應設置成交聯鎖模式，也就是說，除非高溫高壓去污完成或燻蒸室去污完成，否則外門將無法開啟。

(8) 每日實驗室工作開始之前，必須先完成主要阻隔和維生系統的檢查，以確保實驗室和動物設施是以已確立的參數運作。

(9) 必須針對緊急狀況建立實際且有效的協定，內容包括醫療急救、設施異常、火災、四級動物生物安全實驗室的動物逃脫，以及其他可能緊急事件的計畫。緊急應變人員必須依據中心政策接受緊急應變程序的訓練。

(10)依據現場特定風險評估的結果，可能有必要使感染動物作業的工作人員兩兩互助。必須制訂可降低人員可能曝露機會的操作程序，像是利用窄籠、動物麻醉後才操作、或其他作業方式。

3.安全裝備（初級屏障與個人防護裝備）

操作櫃實驗室

(1) 實驗室中所有感染動物或物質的操作都必須於三級生物安全操作櫃內執行。三級生物安全操作櫃必須具備雙重門穿越型消毒池、燻蒸室、或等效去污方法，才可將無法高溫高壓滅菌去污的物質和設備，從操作櫃裡安全移出。必須隨時維持阻隔的運作。三級操作櫃的進氣口必須裝設一組高效率空氣過濾器，而排氣口必須裝設連續兩組高效率空氣過濾器。操作櫃的進排氣管必須具備氣密閘板，以便於將操作櫃進行氣體或煙霧去污。所有高效率空氣過濾器的裝設處，都必須具備測試培養基的注射接口。三級操作櫃的內部必須修整光滑，以利於清潔和去污，操作櫃的所有鋒利邊緣都必須磨除，以降低割破和撕裂手套的可能。三級操作櫃內的設備也應避免鋒利邊緣，或其他可能損壞或刺穿操作櫃手套的尖銳表面。三級操作櫃手套必須定期檢查洩漏，必要時更換。操作櫃每年進行認證時也應更換手套。操作櫃的設計應儘可能允許從操作櫃外面維護和維修操作櫃內部的機械系統（冰箱、培養箱、離心機等等）。在三級操作櫃內操作高濃度或大量感染物質時，應於情況允許時，在操作櫃內使用物理阻隔器材。這類物質於三級操作櫃內離心時，應使用密封轉子或安全離心杯。三級操作櫃的內部、空間、風扇、和濾網，必須使用確效的氣體或煙霧方法去污。三級操作櫃必須至少每年認證一次。操作動物時若情況允許，應採用保定器材和降低曝露風險的作業方式（例如身體保定器材、化學保定藥品、

網子、克維拉(Kevlar)手套等等）。

(2) 在實驗室內工作的人員，必須穿著防護實驗服裝，像是正面包覆背後綁帶的罩袍、刷手服、或連身服。除了眼鏡之外，任何個人衣物、珠寶、或其他物品都不得帶進個人淋浴區。所有防護服裝必須在淋浴前於更衣室的污側脫除，重覆使用的衣物必須在送洗前高溫高壓滅菌。

(3) 風險評估後認定必要時，在留有感染動物的房間內應配戴眼睛、臉部、和呼吸防護裝備。度數眼鏡從個人淋浴區帶出去之前必須先去污。

(4) 必須戴手套以避免操作櫃手套破洞或撕裂。實驗室外不得戴手套，應提供乳膠手套的替代品。不得清洗或重覆使用拋棄式手套，手套使用後與其他污染廢棄物一同處理。

套裝實驗室

(1) 感染動物應飼養於初級阻隔系統內（例如將開放籠置於換氣籠架中、實面實底而頂部覆蓋濾網的籠子並置於層流氣櫃(laminar flow hood)中、或其他的等效初級阻隔系統)。工作人員必須穿著以維生系統換氣的單件式正壓服，所有可能的感染物質必須於二級生物安全操作櫃或其他初級屏障系統之內操作，感染動物也應於初級屏障系統內操作，像是二級生物安全操作櫃或其他等效阻隔系統。可能產生塵霧的設備必須置於阻隔器材內，它的排氣先經過高效率空氣過濾後，才放流至實驗室中。這些高效率空氣過濾器應至少每年檢查，必要時進行更換。二級生物安全操作櫃的排氣若經過高效率空氣過濾，並且至少每年進行檢查和認證，那麼在依照製造商建議的操作情況下，排氣便能安全循環回實驗室內。

(2) 工作人員在進入正壓服的更衣室之前，必須先換穿防護實驗服裝，像是刷手服。所有防護服裝必須在淋浴前於更衣室的污側脫除，重覆使用的衣物必須在送洗前高溫高壓滅菌。

(3) 必須戴上內部手套以避免外部正壓服手套破洞或撕裂。實驗室外不得戴手套，應提供乳膠手套的替代品。不得清洗或重覆使用拋棄式手套，內部手套必須在淋浴前於內更衣室脫除且廢棄，手套使用後與其他污染廢棄物一同處理。

(4) 為去除明顯污染並儘可能降低實驗室污染，實驗操作中要進行外部正壓服手套的去污。

4. 實驗室設施（次級屏障）

操作櫃實驗室

(1) 四級動物生物安全的操作櫃實驗室，不是本身即為一棟獨立建物，就是一個在建物內清楚標界且隔離的區域。實驗室門必須依據中心政策上鎖。四級動物生物安全設施的房間安排方式，是當人員要離開含有三級生物安全操作櫃的房間時，必須依序從內（污）更衣室、經過個人淋浴室、再到外（淨）更衣室。必須裝設自動開啟的緊急電源系統，至少要能支持實驗室排氣系統、維生系統、警報、燈光、進出管制、生物安全

操作櫃、以及門封的運作。進氣、排氣、維生、警報、進出、和保全系統的監測和控制系統，都應連接不斷電供應。必須裝設雙重門的高溫高壓滅菌鍋、消毒池、燻蒸室、換氣前室或氣閘，作為運送物質、補給、或設備的阻隔屏障

(2) 操作櫃室和內更衣室的門附近，必須設置不經手操作水槽，而外更衣室內也必須設置水槽。含有三級生物安全操作櫃的房間和內（污）更衣室中的所有水槽，都必須連接廢水去污系統。

(3) 實驗室的牆壁、地面、和天花板必須建造成一個密封的殼型結構，以利於燻蒸並避免昆蟲入侵。這個殼的內部表面必須防滲，能抵抗區域清潔和去污所使用的化學物質，地面必須單面、密封、與牆壁交界形成彎圓弧。實驗室內殼和內更衣室的穿孔處必須密封，通往操作櫃室和內更衣室的門，周圍開口必須儘可能縮小且能密封，以利於去污。四級動物生物安全實驗室地面的所有排水道，都必須直接連至廢水去污系統。穿透牆壁、地面、和天花板的水電或其他管路，必須確保不會回流至實驗室。配管必須密封並額外加裝逆流防止裝置，對於這些位於阻隔之外的裝置應加以注意。排氣系統必須裝設連續兩組高效率空氣過濾器，直到第兩組過濾器之前都必須密封。當操作櫃用途明顯改變、重大翻新或關閉停用之前、或經風險評估後認定必要的其他時機，都必須將整個操作櫃去污。必須以現有生物物質的風險評估為基礎，選擇去污的適當材料與方法。

(4) 實驗室家具必須結構簡單，足以支撐預期的負重和使用，實驗桌、操作櫃、和設備之間的空間應易於清潔和去污。儘可能減少家具數量，椅子和其他家具應採無孔材質包覆，以利於去污。

(5) 窗戶必須抗破裂且密封。

(6) 若操作櫃實驗室需要安裝二級生物安全操作櫃，則必須避免讓室內進排氣的波動情況，影響操作櫃的正常運作。二級生物安全操作櫃應遠離門、經常人來人往的實驗室區域、和其他可能的氣流干擾。

(7) 不建議裝設中央配管的真空系統，若已經有中央真空系統，則不得供應操作櫃實驗室之外的區域使用，每個使用端點都必須設置兩組線上高效率空氣過濾器，位置應儘可能靠近使用端。過濾器的安裝方式，應易於後續的現場去污和更換。

(8) 實驗室內必須裝設隨時可用的緊急洗眼站。

(9) 要提供非循環的專用換氣系統，除非其他實驗室的暖通空調要求相同（例如其他四級生物安全實驗室、四級動物生物安全實驗室），並且各個實驗室系統以氣密閘板和高效率空氣過濾器互相隔離，才可共用換氣系統。換氣系統的進排氣元件，必須設計成讓四級動物生物安全實驗室相較於周圍區域維持負壓，同時在實驗室內的鄰近區域產生不同壓力和氣流方向。建議增設多餘的進氣風扇，但必須強制增設多餘的排氣風扇，進氣風扇和排氣風扇必須設置成交聯鎖模式，以防止實驗室出現正壓。換氣系統必須具備監測和警報功能，以得知功能異常或偏離設定參數的

情況。淨更衣室附近必須裝設目視監測器材，來確認實驗室內的壓力差是否適當。操作櫃室、內更衣室、和燻蒸或去污室的進氣和排氣都必須經過高效率空氣過濾，排氣必須散布於遠離居民和建物進氣口的區域。所有高效率空氣過濾器應儘可能靠近操作櫃實驗室，以儘量縮短管道受到可能污染的長度。所有高效率空氣過濾器每年都必須檢查和認證。高效率空氣過濾器的安裝，應設計成允許在拆撤之前，現場進行去污和確效。高效率空氣過濾器的安裝方式，必須具備氣密隔離閘、去污接口、和逐個篩檢過濾器洩漏的設計。

(10)二級生物安全操作櫃的排氣若經過高效率空氣過濾，並且至少每年進行檢查和認證，那麼在依照製造商建議的操作情況下，排氣便能安全循環回實驗室內。生物安全操作櫃亦可連接至實驗室的排氣系統，只要能確保安全操作櫃的正常性能，而且原有空氣系統也通過檢驗無虞。三級生物安全操作櫃則必須直接且獨立排氣，並經過兩組高效率空氣過濾器。而進氣則必須防止操作櫃出現正壓。

(11)操作櫃室必須具備穿越型消毒池、燻蒸室、或等效去污方法，才可將無法高溫高壓滅菌去污的物質和設備從操作櫃室安全移出。穿越空間的出口端應設限,唯有四級動物生物安全實驗室內得到授權的人員才可打開。

(12)操作櫃室的水槽、地面排水道、高溫高壓滅菌鍋艙、或其他來源的排放液體，必須在流放至環衛下水道之前，以確效方法去污，最好是經過熱處理。來自淋浴和廁所的排放液體，則可未經處理流放至環衛下水道。

(13)來自於操作櫃室的廢棄物或其他物質，必須經過雙重門的高溫高壓滅菌鍋進行去污。可對實驗室外開啟的滅菌鍋必須與牆壁密封，這種生物密封必須堅固、氣密、並與牆壁密合。建議安排生物密封的位置，以使設備能從實驗室外就近維護。滅菌鍋的門必須設置成交聯鎖模式，如此在任何時間裏，僅能允許其中一道門開啟，同時具備自動控制，只有當高溫高壓去污程序完成後，對外的門才能開啟。滅菌鍋艙排放的氣體和液體必須去污，若可行時，滅菌鍋的去污程序應設計成即使壓力過高，也不會將接觸過感染物質且未過濾的空氣或蒸氣釋放至環境中。

(14)四級動物生物安全的設施設計參數和運作程序必須記錄存查，使用前必須檢查，以驗證設計和運作參數符合預期。每年必須重覆進行設施驗證，並依運作經驗的需求修改驗證條件。

(15)必須提供四級動物生物安全實驗室與外界之間的適當通訊系統（例如聲音、傳真、和電腦），至少必須顧及緊急的通訊和出入方式。

套裝實驗室

(1) 四級動物生物安全的套裝實驗室，不是本身即為一棟獨立建物，就是一個在建物內清楚標界且隔離的區域。實驗室門必須依據中心政策上鎖。四級動物生物安全設施的房間安排方式，必須確保人員的離開順序，是從化學淋浴、內（污）更衣室、個人淋浴室、最後到外（淨）更衣室。進入本區必須經由裝設氣密門的氣閘，進入本區的工作人員必須穿著正壓服，內部從維生系統提供換氣，呼吸的空氣經過高效率空氣過濾。供

應呼吸的空氣系統必須具備多餘壓縮機、故障警報、和緊急備援系統。必須裝設化學淋浴，使工作人員在離開四級動物生物安全實驗室之前，進行正壓服的表面去污。如遇緊急逃生事件或化學淋浴故障時，則需要另一種正壓服的去污方法，例如重力施放化學消毒劑。必須裝設自動開啟的緊急電源系統，至少要能支持實驗室排氣系統、維生系統、警報、燈光、進出管制、生物安全操作櫃、以及門封的運作。進氣、排氣、維生、警報、進出、和保全系統的監測和控制系統，都應連接不斷電供應。必須裝設雙重門的高溫高壓滅菌鍋、消毒池、或燻蒸室，以作為運送物質、補給、或設備的阻隔屏障。

(2) 四級動物生物安全實驗室內的水槽必須裝設於靠近操作程序的區域，具備存水彎，並連接至廢水去污系統。

(3) 實驗室的牆壁、地面、和天花板必須建造成一個密封的殼型結構，以利於燻蒸並避免動物和昆蟲入侵。這個殼的內部表面必須防滲，能抵抗區域清潔和去污所使用的化學物質，地面必須單面、密封、與牆壁交界形成彎圓弧。實驗室內殼、套裝儲藏室、和內更衣室的穿孔處都必須密封。若實驗室地面設有排水道，則必須直接連至廢水去污系統。下水道和其他水電管線，必須以連續兩組高效能空氣過濾器保護，並防止昆蟲和動物入侵。穿透牆壁、地面、和天花板的水電或其他管路，必須確保不會回流至實驗室。這些穿透處必須裝設連續兩組逆流防止裝置，對於這些位於阻隔之外的裝置應加以注意。排氣系統必須裝設連續兩組高效率空氣過濾器，直到第兩組過濾器之前都必須密封。當實驗室用途明顯改變、重大翻新或關閉停用之前、或經風險評估後認定必要的其他時機，都必須以確效的氣體或煙霧方法，將整個實驗室去污。

(4) 實驗室家具必須結構簡單，足以支撐預期的負重和使用，實驗桌、操作櫃、和設備之間的空間應易於清潔、去污、且讓工作人員穿正壓服時也能活動自如。椅子和其他家具應採無孔材質包覆，以利於去污。應避免出現尖銳的邊和角。

(5) 窗戶必須抗破裂且密封。

(6) 必須避免讓室內進排氣的波動情況，妨礙生物安全操作櫃和其他初級阻隔屏障系統的正常運作。生物安全操作櫃應遠離門、經常人來人往的實驗室區域、和其他可能的氣流干擾。

(7) 不建議裝設中央配管的真空系統，若已經有中央真空系統，則不得供應四級動物生物安全實驗室之外的區域使用，每個使用端點都必須設置兩組線上高效率空氣過濾器，位置應儘可能靠近使用端。過濾器的安裝方式，應易於後續的現場去污和更換。

(8) 實驗室內必須裝設隨時可用的緊急洗眼站，以供維護和維修作業時使用。

(9) 要提供非循環的專用換氣系統，除非其他實驗室的暖通空調要求相同（例如其他四級生物安全實驗室、四級動物生物安全實驗室），並且各個實驗室系統以氣密閘板和高效率空氣過濾器互相隔離，才可共用換氣系

統。換氣系統的進排氣元件，必須設計成讓四級（動物）生物安全實驗室相較於周圍區域維持負壓，同時在實驗室內的鄰近區域產生不同壓力和氣流方向。建議增設多餘的進氣風扇，但必須強制增設多餘的排氣風扇，進氣風扇和排氣風扇必須設置成交聯鎖模式，以防止實驗室出現正壓。換氣系統必須具備監測和警報功能，以得知功能異常或偏離設定參數的情況。淨更衣室附近必須裝設目視監測器材，來確認實驗室內的壓力差是否適當。四級生物安全實驗室，包括去污淋浴，進氣都必須經過一組高效率空氣過濾。四級（動物）生物安全套裝實驗室、去污淋浴、.和燻蒸或去污室的排氣，則必須經過連續兩組高效率空氣過濾，而排氣必須散布於遠離居民和進氣口的區域。所有高效率空氣過濾器應儘可能靠近感染物質和/或動物停留或操作的區域，以儘量縮短管道受到可能污染的長度。所有高效率空氣過濾器每年都必須檢查和認證。高效率空氣過濾器的安裝，應設計成允許在拆撤之前，現場進行去污和確效。高效率空氣過濾器的安裝方式，必須具備氣密隔離閘、去污接口、和逐個篩檢過濾器洩漏的設計。

(10)二級生物安全操作櫃的排氣若經過高效率空氣過濾，並且至少每年進行檢查和認證，那麼在依照製造商建議的操作情況下，排氣便能安全循環回實驗室內。生物安全操作櫃亦可連接至實驗室的排氣系統，只要能確保安全操作櫃的正常性能，而且原有空氣系統也通過檢驗無虞。三級生物安全操作櫃則必須直接且獨立排氣，並經過兩組高效率空氣過濾器。而進氣必須防止操作櫃出現正壓。

(11)四級生物安全實驗室必須具備穿越型消毒池、燻蒸室、或等效去污方法，才可將無法高溫高壓滅菌去污的物質和設備從實驗室安全移出。穿越空間的出口端應設限，唯有四級動物生物安全實驗室內得到授權的人員才可打開。

(12)化學淋浴、水槽、地面排水道、高溫高壓滅菌鍋艙、或其他來源的排放液體，必須在流放至環衛下水道之前，以確效方法去污，最好是經過熱處理。來自淋浴和廁所的排放液體，則可未經處理流放至環衛下水道。所有廢棄液體的去污必須記錄。廢棄液體的去污程序必須經過物理和生物驗證，生物驗證必須每年進行，或依據中心政策的要求而提高驗證頻度。

(13)來自於操作櫃實驗室的物質，必須經過雙重門穿越型的高溫高壓滅菌鍋進行去污。可對實驗室外開啟的滅菌鍋必須與它所穿越的牆壁密封，這種生物密封必須堅固和氣密。強烈建議安排生物密封的位置，以使設備能從實驗室外就近維護。滅菌鍋的門必須設置成交聯鎖模式，如此在任何時間裏，僅能允許其中一道門開啟，同時具備自動控制，只有當高溫高壓去污程序完成後，對外的門才能開啟。滅菌鍋的體積應足以容納預期的使用量、設備大小、以及預期未來籠具的增加量。滅菌鍋應易於隔離以進行例行作業。滅菌鍋艙排放的氣體和液體必須去污，若可行時，滅菌鍋的去污程序應設計成即使壓力過高，也不會將接觸過感染物質且

未過濾的空氣或蒸氣釋放至環境中。

(14)四級生物安全的設施設計參數和運作程序必須記錄存查，使用前必須檢查，以驗證設計和運作參數符合預期。設施必須重覆進行驗證，並依運作經驗的需求修改驗證條件。考慮將四級動物生物安全的區域，建造於遠離其他建物的外牆之外，以儘可能減少對外界環境和溫度的影響

(15)必須提供實驗室與外界之間的適當通訊系統（例如聲音、傳真、和電腦），至少必須顧及緊急的通訊和出入方式。

參考文獻

1. 中華實驗動物學會網站 (http：//www.cslas.org)
2. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (2007). Center for Disease Control and Prevention and National Institute of Health,. USA.

有關病原微生物之分類, 請參照國科會編輯之基因重組實驗守則, 網址如下:

http://www.nsc.gov.tw/bio/news/acgenerule1.doc

第五章　放射性動物試驗

動物試驗中因為使用儀器所產生 α、β、γ、中子或 X-光等放射線(radiation) 照射動物，因而使研發及動物飼養管理技術員，可能暴露於上述放射線之虞。另外，放射性同位素(radioisotopes) 之動物實驗亦是放射線來源之一。這些放射線儀器及放射線物質之使用，須依原委會之使用辦法及規範來執行。

另外，紫外光線、微波、雷射及其他非離子化之放射線，亦可能引起特殊傷害。如果使用於動物實驗時，亦需要有特殊規範，以防潛在性之危險及傷害。

放射線之安全衛生，包括偵測、鑑定及管制放射性同位素對工作人員及實驗動物之危險防護。因而領有原委會放射性物質執照的研究學者及防護專家，有責任知會相關研究工作人員及實驗動物飼養管理技術人員，關於在動物房使用放射性物質(radioactive materials) 動物實驗之危險性及防護之道。職責包括：

一、建立一般可接受之污染程度之範圍，包括實驗室、動物房及相關器材。

二、監測實驗區域及相關器材。

三、使用特殊隔絕板或隔絕箱，以減少放射線及放射性物質之暴露傷害。

四、監測工作人員之暴露劑量。

五、正確適當地處置放射性廢棄物。

六、使用放射性物質之安全衛生訓練及再教育。

上述這些職責因各實驗動物設施之硬體及軟體之不同，而各自建立一套可執行之計劃。較大的動物設施或實驗室，可由專責人員指導及執行防護計劃。較小的實驗室或動物房，可由執行該計劃之研究學者或專家來負責。這是一件很重要之職責。一旦放射性物質污染動物實驗室或動物房，輕者可能要花費幾個月期間來清理污染之區域；重者，可能被永久廢除使用。因此在使用時不可不慎。

使用放射線或放射性物質在動物實驗時，必須注意保護研發工作人員及動物飼養管理技術人員，甚至於一般大眾，免於遭受到有放射性物質廢棄物及器具之污染。

動物房舍之設計及使用，以及動物實驗廢棄物之處理，是防護放射線及放射性物質污染之主要利器。

一、動物房舍之設計及使用

(一).動物房舍之設計及建築

放射線或放射性物質動物實驗須與其他動物房分開使用，以防止相互感染。空調管道須與一般動物房分開使用，尤其是回風管道之材質須可易於清除污染。最好的設計，當然是獨立空調系統於其他動物房之外。

地面、牆面及天花板要用不滲透性材質，易於清洗及除污。動物實驗區域動物房舍，要用防禦遮蔽物(shielding) 保護。防禦遮蔽物包括特殊水泥塊、鉛板或其他相關材料皆可使用。

(二).動物飼養管理

動物飼養管理與一般實驗動物之飼養管理相同。動物所使用之獸籠、器具、飼料及飲水皆須高溫高壓滅菌後才可使用。動物飼養管理技術人員須知道何種放射性物質之動物實驗，接受訓練及練習以防護放射性物質之污染為主旨。每一個單位動物房或動物設施，最好有一份標準操作程序(Standard Operating Procedure, SOP)之規範，可以依序導循。這一份標準操作程序應包括：(1) 放射性物質污染廢棄物處理方式；(2) 清洗獸籠、器具及相關儀器；(3) 工作人員進出動物實驗區之保護衣物及器具；(4) 實驗當中或結束後，動物器官、組織及屍體之處理方式，以及 (5) 工作人員附屬放射量測定器(dosimeter)之使用及監測。一般而言，良好的動物飼養管理系統及清潔習慣是防止潛在性危險之最佳保證。

二、動物實驗廢棄物之處理

使用放射性物質之動物實驗，一定會有放射性廢棄物之產生，可能是原型或代謝後所產生之物質。這些放射性物質是有固定的半衰期，從幾秒鐘到幾千年都有，因此廢棄物之處理不能只靠時間來處理，必須依據原委會所公佈之放射性物質處置辦法及規範來執行。

另外有些放射性物質，本身就有毒性，例如放射性砷應用於追蹤劑，那就必須依毒物及放射性物質兩者來處理。放射性物質污染廢棄物可因其半衰期，自然存在之多寡及潛在性危險而分成三類，第一類在自然界已多量存在，如 H^{3}、C^{14} 和 K^{40}，可經稀釋及混合自然界已存在物質而處理；第二類短半衰期放射性物質，有的只有幾個小時或幾天而已，只要把廢棄物儲存一段時間後，即可依一般廢棄物處理，例如 I^{135}、I^{133}、I^{131}、K^{42}、Ca^{47}；第三類高放射性或長半衰期之放射性物質，則需依原委會之規範及處置辦法處理。

參考文獻

1. 原子能法(1968)，民國五十七年公布，六十年修正(民國五十七年)。
2. 游離輻射防護法(2002)，民國九十一年一月公布(民國九十一年)。
3. 放射性物料管理法(2002)，民國九十一年十二月公布(民國九十二年)。
4. Code of Federal Regulation (1984). Title 10; part 20. Standards for protection against radiation., Office of the Federal Register, Washington, D.C

第六章　實驗動物相關之環保管理

近來我國的環境污染問題普遍受到國民的重視，環境保護意識逐漸抬頭，而環境保護也成為國家重要施政之一。

實驗動物飼養過程中產生大量固體、液體和氣體的廢棄物，其中有些對人和動物有微生物性、化學性或放射性的危害，若未妥善處理不但影響動物實驗的準確性，也極易造成環境污染，直接或間接地影響工作人員或鄰近居民的生活品質和身體健康。要減少和避免實驗動物飼養過程中發生環保問題，應在動物設施設計時作周詳的規劃並加上營運後適當管理措施才能達到。

動物設施人員應具備有關環境保護之基本常識以便具備管理之基本能力，達到保護環境的目的。動物設施應配合機關內相關的環保安全組織，成立環保管理小組，訂定環保守則、綜理環保事宜，並針對工作人員進行教育訓練。

環保管理小組之職責可包括：

一、調查動物設施內多種污染之特性，包括種類、特性及數量。

二、擬定污染物之管理及處理計劃。

三、廢棄物收集貯存及標示。

四、人員有關環保之教育訓練。

實驗動物污染的預防

一、臭氣

實驗動物房舍出現的廢氣以氨氣為主，是動物糞尿排泄物經細菌分解所產生，另大型動物如狗、豬常有體臭，另外視不同區室常大量生成微塵或懸浮微粒，特別在清洗區、大動物區或更換墊料時為甚。封閉式的飼養方式或動物房舍若換氣不足或不良，動物房內將大量貯存臭氣，不僅影響動物也危害工作人員健康。為減少臭氣的影響可規劃動物實驗房舍為一棟獨立的建築或一層樓層，與辦公室及實驗室分開。動物室設置獨立空調系統或裝置脫臭設備，利用壓差，可以有效控制臭氣的外洩。空調設備需經常定期清潔保養，以維持最佳效率，對囓齒類動物而言降低飼養密度、增加墊料更換次數、增加動物室之換氣次數、使用具輔助換氣的隔離飼育盒、將盒子置於輔助容器中都可減少廢氣的產生和擴散。大型動物如狗、豬等增加清洗排泄物次數，保持室內乾燥，並且定期藥浴控制外寄生蟲感染，都是減少臭氣的方法。在清理廢棄墊料地方使用氣罩(hood）可大量減少微塵或懸浮微粒的產生。廢氣排放前需經處理去除對環境有害物質，譬如沖淋塔（spray tower）濕式處理、吸附劑吸附處理、靜電集塵和過濾處理等。霧氣及煙燻法消毒時 (過乙酸用於無病原動物室、三聚甲醛用於空房間的消毒)，房舍的門窗、通氣口必須關閉密封以防外洩至其他樓層或戶外。

二、噪音

動物房舍中一些設備，例如飼育盒清洗機、空調機等，在運轉中往往會產生噪音。某些大型動物，如狗、豬、猴子等吼叫音量大，造成工作人員暴露在高分貝環境，若動物設施未合符標準，則四週也會受噪音影響。在設計動物房舍時應

考慮噪音問題。將人員休息區與動物飼養區及清洗區分隔，是減少人員與動物間互相干擾的最佳方法。在動物區中，易產生噪音的工作區，如洗滌區、維修區，應與動物飼養區隔開，另吵雜的動物如狗、豬、猴子等必須和較安靜的動物如囓齒類、兔子、貓等區隔飼養。動物房舍要使用隔音建材，如空心磚、混凝土牆，走道上的門窗隔絕性需良好，採用雙門式玄關。為避免影響週遭之安寧，外部窗戶採雙層玻璃設計。發出聲音的裝置如收音機、警報器不裝置動物房中。此外，訓練工作人員在工作過程中減少噪音的產生，譬如使用附有墊片、防撞片之推車或台車。工作人員亦應配戴保護裝備，預防聽力受損。

三、污水

在動物設施中，每日清洗籠舍、器械及地板會有大量廢水從動物室，洗籠機經水處理系統(一般為化糞池處理設施)處理後排放下水道。這些廢水主要含有動物排泄糞尿，經水處理系統處理後多符合排放標準可排入下水道，不會造成環保問題。實驗動物房舍及器械需定期清潔消毒，所使用的清潔消毒劑，一般含有抗菌物質、清潔劑、pH 緩衝劑、去毛劑、油質分解劑、和除臭劑等。任何清潔劑、消毒劑要依指示稀釋濃度使用，避免過量使用造成污水增加，使用後要徹底清洗，避免殘留物形成不溶性化合物，對動物有毒性。未稀釋的化學性消毒劑大部分對人類有潛在毒性，操作使用及儲藏皆需依產品指示說明執行。動物房舍中排水口位置、口徑大小、排水溝及地板斜度必須合乎標準，以避免排水困難造成積水。排水管與主幹道間之連接應直接，不宜太多彎曲。此外需定期檢查排水口是否因腐蝕破損而產生滲漏，使污水流入接鄰樓層。要注意廢水中動物毛髮會堵塞污水處理設施的管道，所以用自動糞尿沖水系統的動物房，應於廢水排水口處裝置截流設備，如濾網、鐵欄，收集大型便塊、毛髮，避免排水管路阻塞和大量糞便排入廢水處理系統。

感染性微生物動物實驗所產生的廢水，或許會含有致病微生物，威脅人體健康及環境衛生，此類廢水需經化學處理消毒（例如次氯酸鈉）或加熱高壓蒸氣滅菌處理後方能排放下水道。

四、廢棄飼墊料

墊料提供實驗動物造巢材料，具保溫、吸收排泄物和提供生活屏障的功能。廢棄墊料一般夾雜飼料及動物排泄物，稱之為廢棄飼墊料，是固體廢棄物中 (包括墊料、動物排泄物、動物屍體、紙張及其他物品) 最大宗。廢棄飼墊料屬事業單位產出廢棄物，須委託經環保主管機關核定之清運及處理單位進行清運處理，其廢棄物之量涉及廢棄物處理費用的高低，廢棄物之減量化為解決廢棄物污染問題之最佳途徑，因此盡量考慮產生量的減少，可依據最大動物飼養空間估算廢棄墊料的生產量，以安排貯存空間、運送工具和人力。其次，廢棄物清理、搬運、收集、儲存及處理應建立一套工作規範，一切操作按有關法令規定執行。

設置具抽氣功能的廢棄飼墊料收集裝置，避免飼墊料在清理過程中隨空氣散佈。在清理時要注意避免氣膠(aerosol)形成，工作人員要配備防護措施，如工作服、口罩、面罩、手套、長筒鞋等。不同污染程度的廢棄飼墊料，應以不同方式處理，包括一般性無害的、感染性或放射性的廢棄飼墊料。一般性無害的廢棄飼墊料，是指單純動物飼養所清除出來的廢棄墊料，可直接進行最終處理，常用方

法包括堆肥和苗圃處理、焚化或視作一般廢棄物掩埋。感染性廢棄墊料要以印有生物危害標誌的塑膠袋包裝密封，貯存在獨立具冷凍設備之場所，或以經環保主管機關規定之滅菌方式進行滅菌後方可視為無害性廢棄墊料，並以掩埋或焚化方式處理。放射性廢棄飼墊料要以印有黃色放射性物質標誌的塑膠袋包裝，於特定的容器中暫時貯存，待容器裝滿後由專門人員收集處理。

廢棄飼墊料應定期清理，不做長期儲存，動物房舍亦應設有足夠的貯存空間，貯存暫時無法立刻處理的廢棄物。廢棄物儲存區應與其他區室分隔，盡量遠離動物飼養區、人員作息區、動物運輸動線或主要動線上，以設在貨物裝卸區最為理想。廢棄物貯存室必須密閉，避免臭氣外洩和能防止蒼蠅、蟑螂、囓齒類等侵入。廢棄物除以塑膠袋密封外應以貯存桶盛載避免搬運中洩漏、滲出、逸散、飛揚、散發惡臭，盛載廢棄物容器應選擇金屬或塑膠材料，堅固耐磨，貯存容器及設施應經常清洗保持清潔。

廢棄飼墊料之輸送清運，時間最好能避開動物設施繁忙時間，一般而言可選擇在上午或下午某一固定時間，每日清運一次。運送廢棄物的手推車四周應設藩籬圍封，清運過程要防止洩漏及翻覆意外事件發生，清運人員應穿上連身之塑膠衣服、雨靴及手套。

五、動物屍體

動物屍體是實驗動物設施產生主要廢棄物之一。動物房舍中必須設置容量充足的冷藏或冷凍設備以暫時貯存屍體。動物屍體一般可分為無害性動物屍體及感染性動物屍體，所謂無害性動物屍體是指未投藥、感染病原微生物或放射性物質的動物屍體，可以掩埋或焚化處理；感染性動物屍體是指經實驗過或經感染病源微生物之屍體，此部分屍體應該以裝載生物危害物質的塑膠袋妥善包裝，經環保主管機關規定之滅菌方式滅菌後後，可以一般無害性動物屍體方法貯存、掩埋或焚化。另放射性動物屍體，應以裝載放射性物質的塑膠袋妥善包裝，利用專用烘箱，以 60-70℃將屍體水分烘乾，為避免烘乾過程產生惡臭，可利用微波爐加熱使水份分離。經乾燥後的動物屍體可依廢棄放射性材料處理。

六、微生物病原

接種人類病原微生物的動物實驗以及若干感染實驗動物的微生物，譬如猴子的結核桿菌和 B 病毒，是人類感染的來源。因此飼養動物的房舍都應為封閉式的空間，減少室內污染物質直接散播到外界。此外設置合乎標準可進行傳染性病原微生物或致癌性化學物質實驗的動物房舍進行相關實驗。隔離動物房舍排放的空氣須經高效能空氣過濾裝置。

當動物離開動物設施在運送途中，如在走廊、電梯，可能讓不相關人員暴露在動物所散播感染微生物或過敏原中。為了維護動物本身及非相關人員的健康必須儘量避免將動物帶離動物房舍，因此在設計時要考慮設置動物處理室（procedure room），讓研究人員在動物房舍有工作空間，減少動物往返運送的頻率，動物如必須外送應使用設有濾網的運送箱或 microisolator cage，同時使用專用走道或電梯。確實遵守標準操作程序，避免人為因素造成病原微生物外流：1. 注意個人衛生，工作前後需洗手，2. 穿戴防護配備，如手套、口罩、實驗衣，3. 所有接觸生物危害物質的物件必須滅菌後再作處理，4. 感染性廢棄物應以可

燃容器密封貯存，標示為感染性廢棄物，於攝氏5℃以下冷藏，5. 小心使用針筒注射器，避免扎針，6. 良好飼養管理工作，保持動物房清潔，減少微生物生存空間，7. 建立害蟲控制計劃，定期執行。

七、實驗室廢液

因實驗需求或動物健康監測需求，常有實驗室廢液產出，例如已使用過之組織固定液（譬如福馬林）或消毒用之酒精等，此類廢液之濃度較高，不適合直接排放於污水道，須委託環保主管機關認可之清除及處理廠商處理。各種有機或無機廢液應以適當容器分類回收，並詳細填妥廢液標籤內容，黏貼於每一廢液桶上，以免因不同性質之廢液混合產生危害，另搬運過程中務必注意安全，儘可能由廢液產生人員進行搬運集中之工作。

參考文獻

1. 實驗室廢液處理及管理手冊(1989) 教育部環境保護小組 教育部印 台北(民國七十八年)。
2. 蔡倉吾(1980) 第七章 動物實驗相關之環保管理 醫學相關科系環保通識教材 教育部編印 台北(民國六十九年)。
3. 實驗室安全衛生環保管理手冊(1997) 教育部環境保護小組 教育部印 台北(民國八十六年)。
4. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. 2010. National Science Council, National Academy Press, USA.

第七章　人畜共通傳染疾病

從事與實驗動物相關的人員，包括動物生產或研究機構的飼養管理人員、獸醫師、動物運送人員，以及使用者(研究人員)，因經常接觸實驗動物，有機會及有可能感染人畜共通傳染病(zoonosis)。某些疾病在脊椎動物與人類間會互相傳染，這些疾病稱為人畜共通傳染病。實驗動物飼養管理人員因長時間與動物接觸，需要提高警覺避免感染此種疾病。另一方面，實驗動物相關工作人員，也應避免人類為媒介而將這些疾病傳染給實驗動物，影響其健康與品質。目前所應用的實驗動物，將疾病傳染給人類者，並不常見。主要原因是動物生產者執行良好的健康監測與動物管理，供應高品質及健康的動物；另外，研究機構也相對提供良好的飼養環境與獸醫照顧，共同努力使人畜共通傳染病之發生減至最低程度。近年來，發生較多的是 Q 型熱及淋巴球性脈絡叢腦膜炎(lymphocytic choriomeningitis)等。雖然如此，實驗動物管理及使用人員，仍應對人畜共通傳染病有一基本的認識與觀念，對人員與動物的健康與維護都有俾益。

動物生產與使用機構，應設有醫護人員與服務，觀察工作人員是否感染有人畜共通傳染病的症狀及備有因應對策與措施。實驗動物相關工作人員，也應多注重個人衛生；動物生產及使用機構員工應接受教育訓練與相關資訊，共同防患與處理人畜共通傳染病。

本章簡述較常發生的人畜共通傳染病，以供參考。依其病源性，可分為病毒性疾病、立克次體性疾病、細菌性疾病、原生蟲性疾病、黴菌性疾病、蠕蟲感染疾病、節肢動物感染疾病。除列舉每種疾病之感染之動物外，並簡述其在人類發生時之臨床症狀(symptoms)與傳染途徑。

一、病毒性疾病(Viral diseases)

從靈長類動物傳染給人類者包括疱疹病毒感染、馬堡病毒症、痘病毒症、麻疹、A 型肝炎等。從嚙齒類動物傳染給人類者，包括漢江病毒感染(韓國出血熱)、淋巴球性脈絡叢腦膜炎病毒感染症、仙台病毒感染症、B 型疱疹、C 型疱疹、單純疱疹、脊髓灰質炎、唾腺病毒症、黃熱病等。而狂犬病是所有哺乳動物都會感染。本章僅列表簡述十種常見的人畜共通傳染實驗動物病毒性疾病(表 7-1)。

表 7-1 人畜共通傳染病：實驗動物病毒性疾病

疾病名稱	病原	感染媒介動物	人類臨床症狀	傳染途徑
疱疹病毒感染 (B-Virus Infection)	*Cercopithercine herpesvirus* 1, (CHV I)	獼猴類	肌痛、發熱、頭痛；神經性疾病：麻木、感覺異常、複視、運動失調、貯尿、抽搐、吞嚥困難等	唾液(咬傷)、抓傷
馬堡病毒症 (Marburg-Virus	Marburg-Virus	非洲綠猴、其	肌痛、發熱、頭痛、器官壞死、出血性休克、	接觸、空氣傳染；人類之間

Disease)		他靈長類	眼結膜溢血、嘔心、嘔吐、嚴重下痢、白血球減少	可經由血液、分泌物或精液傳染
痘病毒症 (Poxvirus Disease)	Pox virus	獮猴類		
1.猴痘症 (Monkey pox)			類似天花症狀，例如發熱、頭痛、背痛、虛脫、偶有腹痛	接觸傳染或呼吸道感染
2.良性表皮猴痘症 (Benign Epidermal Monkey pox)			眼瞼、臉部、身體或生殖器有局部的卵圓形或圓形隆起紅斑	接觸傳染
麻疹(Measles; Rubela)	Paramyxovirus	靈長類	發熱、結膜炎、鼻炎、咳嗽、口腔內有科普力克氏斑點(紅暈小白點於頰部黏膜)然後在臉部及其他部位出現皮疹	空氣傳染、呼吸道分泌物接觸能傳染
A 型肝炎 (Hepatitis A)	Hepatitis virus (HAV)	黑猩猩、棫猴、石蟹獮猴、梟猴	發熱、身體不適、厭食、噁心、腹部不適、黃疸	糞便感染、消化道感染、飲水等
漢韓國出血熱 (Korea Hemorrhagic Fever)	Hantavirus	大鼠	肌痛、頭痛、咳嗽	吸入感染、囓齒類動物咬傷、傷口污染
淋巴球性脈絡叢腦膜炎病毒感染症 (Lymphocytic Choriomenin-gitis Virus Infection)	Lymphocytic Choriomenin-gitis Virus	小鼠、倉鼠	類似流行性感冒症狀，但有頭痛、肌肉痛、發熱、噁心、嘔吐、喉痛、畏光。有時亦見發疹、下痢、咳嗽、譫妄。容易被誤認為流行性感冒、疱疹性腦炎或結核性腦炎	接觸感染(接觸小鼠糞便和尿液)；吸入受污染之灰塵；咬傷
狂犬病 (Rabies)	Rabdovirus	所有哺乳類	頭痛、肌痛、發熱、恐水、譫妄、抽搐、昏厥	咬傷、皮膚傷口或黏膜感染含狂犬病毒之唾液
仙台病毒感染症(Sendai virus infection)	Parainfluenza I	小鼠、大鼠、倉鼠	呈現流行性感冒之症狀主要是呼吸道感染症狀	空氣感染

二、立克次體疾病(Rickettsial diseases)

由立克次體疾病感染實驗動物而傳染給人類者，包括昆士蘭熱(Q 熱)、貓抓熱、立克次體痘(表 7-2)。

表 7-2 人畜共通傳染病：實驗動物立克次體疾病				
疾病名稱	病原	感染媒介動物	人類臨床症狀	傳染途徑
昆士蘭熱；Q 熱 (Q fever)	*Coxiella burnetli*	畜禽類(綿羊、山羊、牛、豬、犬、雞)	發熱、發抖、眼球後型頭痛、虛弱、不適、出汗，有些病例引發肺炎伴有咳嗽、胸痛等症狀。另外也有急性或慢性肉芽腫型肝炎的報告發生	空氣感染，消化道亦可感染，尿糞便、乳污染可感染
貓抓熱 (Cat-Scratch Fever)	*Bartonella henselae*	貓、犬、猴、豬	傷口出現紅斑丘疹數日後形成疱痂。數日後淋巴腺病狀出現，發熱、不適、厭食、頭痛、脾腫大	咬傷、抓傷
立克次體痘或斑疹熱 (Rickettsial pox)	*Rickettsia akari*	小鼠、大鼠、田鼠	症狀在開始時，皮膚有丘疹、發冷、發熱、頭痛、肌痛	由病媒蟎傳染

三、細菌性疾病(Bacterial diseases)

實驗動物的細菌性疾病，傳給人類者，其種類甚多(表 7-3)。細菌性疾病包括(一)全身性感染的布氏桿菌病、鉤端螺旋體病、鼠疫、鸚鵡熱、鼠咬熱，(二)呼吸道感染的結核病，(三)腸道感染的曲桿菌病、沙門桿菌病、志賀桿菌病、腸道耶氏症，(四)皮膚感染的鏈球菌症、類丹毒、沙蚤病、李氏菌症等。

表 7-3 人畜共通傳染病：實驗動物細菌性疾病				
疾病名稱	病原	感染媒介動物	人類臨床症狀	傳染途徑
(一)全身性感染				
布氏桿菌病 (Brucellosis)	*Brucella cania*(犬)、*Brucella suis*(豬)	牛、豬、羊、犬	由 *B. cania* 感者：發熱、頭痛、發冷、肌痛、噁心、體重減輕。有可能發生菌血症，引發脾腫大淋巴腺病變	由 *B. cania* 感染人類主要由接觸感染人皮膚、尿液、黏膜。亦可由空氣感染
鉤端螺旋體病 (Leptospirosis)	*Leptospirosis interrogans*	各種脊椎動物包括哺乳類(鼠類、兔、犬、牛、羊、豬等)、兩棲類、爬行類	精神萎靡、體重減輕、嘔吐、下痢、黃疸、突發性死亡	接觸感染動物之尿液由皮膚或口腔感染
鼠疫 (Plague)	*Yersinia*	鼠類、貓、	淋巴腺鼠疫型：發	可經由蚤傳染。

	pestis	犬、兔、山羊。	熱、淋巴腺腫大與發炎。 化膿型鼠疫：全身性尤其是肺、腦膜化膿	另外，接觸受感染的動物，在清洗籠子時吸入感染的空氣而感染。皮膚傷口或黏膜亦可感染
鸚鵡病；鸚鵡熱 (Psittacosis)	*Chlamydia psittaci*	多種鳥類(鸚鵡科、火雞、鴿、鴨等)。	呈現急性或隱伏性，包括發熱、發冷、厭食、肌痛、頭痛、乾咳。有時呼吸道症狀不明顯卻伴有肝炎、肝脾腫大	病源存於滲出物、分泌物可由接觸傳染。病原可直接存於糞便中，經由乾燥後存於空氣中，因此亦由呼吸道感染
鼠咬熱 (Rat-Bite Fever)	*Streptobacillus monilifarmis* 、*Spirillum minus*	大鼠等嚙齒類	發熱、淋巴腺腫大、發抖、頭痛、肌痛	咬傷(大鼠、小鼠、犬、貓)，亦可經由空氣或灰塵感染，飲用污染牛乳亦可感染
(二)呼吸道感染				
結核病 (Tuberculosis)	*Mycobacterium spp: Mycobacterium tuberculosis*	牛、羊、鹿、貓、兔、犬、鳥類	主要是肺部症狀：咳嗽、生痰、咳血、體重減輕、無力、疲憊、發熱、發冷、惡病質。	空氣傳染，或經由傷口及消化道感染
(三)腸道感染				
曲桿菌病 (Campylobacteri-osis)	*Campylo-bacter spp.*	犬、貓、靈長類	短暫性腸胃炎：腹痛，有時伴有黏液、血液及白血球腹痛、發熱、噁心、嘔吐。	食物、飲水、經接觸感染口腔感染;直接接觸感染
沙門桿菌病 (Salmonellosis)	*Salmonella typhimurium*、*S. enteritidis*	犬、貓、靈長類、鳥類、爬行類、鼠類	急性腸胃炎，腹痛、腹瀉、噁心、發熱、厭食。	經由食物、飲水感染
志賀桿菌病 (Shigellosis)	*S. flexneri, S. sonnei*,及 *S. dysenteriae*	天竺鼠、其他鼠類、犬、靈長類	急性下痢、發熱、噁心、有時伴有嘔吐、裏急腫、痛痙與毒血症	接觸或口腔感染
道耶氏症 (Enteric Yersiniosis)	*Yersinia enterocoltica* 及 *Y. pseudo-*	犬、貓、天竺鼠、兔、靈長類	發熱、下痢、腹痛。後遺症有關節炎、虹膜炎、皮膚潰瘍、肝脾	接觸感染動物或其糞便，口腔亦可感染

	tuberculosis		膿腫、敗血症	
(四)皮膚感染		多種哺乳類		
鏈球菌症 (Streptococidiosis)	*Strephtococcus spp.*	囓齒類	淋巴腺腫大	
類丹毒 (Erysipeloid)	*Erysipelothrix rhusiopathiae*	豬、牛、羊、家禽、魚、小鼠	皮膚發炎隆起、紅斑向四週擴散中央漸退色。在皮膚病變前有刻能發轉敗血症。	由傷口接觸感染
李氏菌症 (Listeriosis)	*Listeria monocytogens*	羊	精神萎糜、體重減輕、腦炎、流產。	未知

四、黴菌性疾病(Mycoses)

包括放線菌症、麴菌病(由 *Aspergillus furnigatus* 引起)、芽生菌病(由 *Blastomyces dermatitidis* 引起)、球黴菌症(由 *Coccidioides immitis* 引起)、組織漿菌症(由 *Histoplasma capsulatum* 引起)、隱球菌症(由 *Cryptococcus neoformans* 引起)、念珠菌症(由 *Candida albicaus* 引起)、白黴菌症(由 *Mucor sp.*引起)、奴卡菌病(由 *Nocadia sp.*引起)、毛幹黑結節病(由 *Piedraia hortai* 引起)、毛幹白節病(由 *Trichosporon beigeliio* 引起)、錢癬、孢子絲菌病(由 *Sporotrichum schenck* 引起)。可感染哺乳類多種動物。本章簡介放線菌症與錢癬(表 7-4)。

表 7-4 人畜共通傳染病：實驗動物黴菌性疾病				
疾病名稱	病原	感染媒介動物	人類臨床症狀	傳染途徑
放線菌症 (Actinomycosis)	*Actinomyces bovis*	囓齒類、兔、犬、靈長類	化膿性腫脹	傷口感染
錢癬 (Ringworm; *Tinea trichophytina*)	*Trichophyton sp., Microsporum sp.*	囓齒類、兔、犬、貓、靈長類	表皮有鱗屑、毛髮脫落並產生環形斑。	接觸感染

五、原生蟲性疾病(Protozoal diseases)

包括弓蟲症、梨形鞭毛蟲症、隱孢子蟲症、變形蟲症、纖毛蟲症、卡氏肺囊蟲症等(表 7-5)。

表 7-5 人畜共通傳染病：實驗動物原生蟲性疾病				
疾病名稱	病原	感染媒介動物	人類臨床症狀	傳染途徑
弓蟲症 (Toxoplasmosis)	*Toxoplasma gondii*	貓	症狀不明顯或呈發熱、肌痛、關節痛、肝炎、淋巴腺疾病，可經由孕婦感染胎兒，引致死胎或胎兒腦部損傷、發熱、黃疸、抽搐。	由消化道感染(污染食物、飲水、生豬肉、生牛肉)
梨形鞭毛蟲症 (Giardiasis)	Giardia	犬、貓、靈長類	症狀不明顯或厭食、噁心、腹痛、痙攣、慢性及間歇性下痢、鼓脹嚴重時膽囊及胰管發	口腔感染、糞便接觸

			炎	
隱孢子蟲症 (Cryptosporidi-osis)	*Cryptosporidium*	多種哺乳類(豬、牛、羊、兔、天竺鼠、小鼠、犬、貓及靈長類)	痛痙、腹痛、下痢、厭食、體重減輕、不適，可持續 30 天。	口腔感染、糞便接觸及空氣感染
變形蟲症 (Amebiasis)	*Entamoeba histolytica*	靈長類	輕度腹部不適，間歇性下痢及伴有血液及黏液，亦可能引發急性赤痢、發熱、發冷及血便；嚴重時引發肝、肺及腦膿瘍。	口腔感染
纖毛蟲症 (Balantidiasis)	*Balantidium coli*	豬	引起潰瘍性結腸炎，伴有下痢、腹痛、裏急後重、噁心、嘔吐。	口腔感染、糞便接觸
卡氏肺囊蟲症 (Pneumocystosis)	*Pneumocystis carinii*	大鼠、小鼠、兔	發熱、咳嗽、呼吸困難、導致窒息。經胎盤感染胎兒。	空氣感染亦可經胎盤感染胎兒

六、蠕蟲感染疾病(Helminth infections)

包括條蟲症、線蟲症(表 7-6)。

表 7-6 人畜共通傳染病：實驗動物蠕蟲感染疾病				
疾病名稱	病原	感染媒介動物	人類臨床症狀	傳染途徑
微小包膜條蟲症	*Hymenolepis nana*	大鼠、小鼠、倉鼠、猿猴類	輕度感染無症狀或僅有胃腸不適；重度感染則厭食、腹痛或伴有腹痛、嘔吐。	口腔感染
縮小包膜條蟲症 大鼠條蟲症 (Rat tapeworm)	*Hymenolepis diminuta*	大鼠、小鼠	常無症狀，但中度或重度感染，則有頭痛、暈眩、和腹部不適。	節肢動物食入受到感染污染的食物
小鼠蟯蟲症	*Syphacia obrelata*	小鼠	未出現臨床症狀	蟲卵散佈於動物籠及室內經由食入感染

七、節肢動物感染疾病(Arthropod infections)

包括跳蚤、蟎(恙蟲)及壁蝨等節肢動物感染。

(一)跳蚤感染(Flea infection)

在實驗大鼠中較少見，但在野生大鼠則常見。跳蚤總類甚多，其中盲蚤(*Leptopsylla segnis*)引起皮膚刺激和過敏性皮膚炎，也可傳染鼠疫。

(二)蟎感染(Mite infection)

蟎對健康的威脅甚大。其種類與數目繁多，容易傳播多種疾病病原(病毒、原蟲、細菌、螺旋蟲、蠕蟲等)。大多數的蟎類感染人類，引起過敏性丘疹性皮膚炎。

參考文獻

1. 傳染病防治法，民國七十二年一月九日總統令修正公布全文四十條，民國八十八年六月四日立法院三讀通過全文四十七條。
2. 方柏雄(2000) 實驗大鼠和小鼠的人畜共通傳染病(2) 國家實驗動物繁殖及研究中心簡訊 第七卷第二期(民國八十九年)。
3. 蔡季重 陳憲全(2000) 非人靈長類動物的病毒性疾病(1) 國家實驗動物繁殖及研究中心簡訊 第八卷第一期(民國八十九年)。
4. Microbiology(1990), 4th ed. Authored by BD Davis, R Dulbecco, HN Eisen, HS Ginsberg, Harper and Row Publishers, Singapore.
5. Occupational Health and Safety in the Care and Use of Research Animal (1997). Chapter 5, Zoonoses. pp65-105, National Academy Press, Washington, DC, USA.

第八章　職業健康與人員之安全

職業衛生與安全計劃亦應該為動物使用及管理辦法中之一部分。其內容重點在於維持一安全及衛生之工作環境。其訂定則需依據設施、研究性質、 危險物品及動物種類而定。

一、危險物品之標識及危險性之評估

執行參與含危險性物質 (含生物性，化學性或物理性之危險物質，其中物理性又含離子化或非離子化幅射線物質) 的研究計劃的工作人員，必須符合資格並具能力以評估、判視計劃中相關危險為何，及針對危險種類來採取選用適切之保護裝備。

針對使用動物過程中，可能產生的危害狀況，例如動物咬傷、化學性清潔物質，過敏源及人畜共通傳染的疾病等，應該加以明確指出及評估。具專業學識背景之衛生及安全防護專家應直接參與危險工作程序之評估作業及危機處理之研擬作業。

此措施中實際參與人數之多寡及參與程度，主要應由下列因素來判定：動物或物品所產生之危害物為何？感染嚴重性及發生頻率；人員的感受度 (susceptibility)；在特定工作環境中曾發生過之職業傷害程度為何？

二、人員訓練

實際從事具危害性之工作人員應提供一套明確指示的操作程序步驟以執行其職務，應明確告知所可能接觸到之危害物質其狀況為何，且能熟練地操作使用必要之安全防護裝備。

工作人員應該針對下列狀況給予適當的訓練，人畜共通傳染病、化學物質之安全、微生物及物理性之危害 (包含放射性物質及過敏源)，與實驗程序相關之不尋常狀況及物品 (例如基因轉殖動物之使用或使用人體組織於免疫系統缺陷動物等)，廢棄物之處理，個人衛生及其他與危害工作場所有關之狀況，如人員處於懷孕、疾病或抵抗力較弱之狀況中，則要特別考量其工作環境及條件。

三、個人衛生

所有工作人員隨時保持個人之清潔衛生。各機構應提供適當之衣服，以便穿著於動物房及實驗室中工作。所換洗之衣物並應由機構負責清洗。在有些情況下，衣服亦可交由商業洗衣公司處理，但對可能被危害污染之衣物必須先加以清除與消毒，才可委外清洗。

有些情況應使用丟棄式之手套，口罩，外袍，連身工作服及鞋套等。工作人員應經常更換衣物並在處理動物之前後及去除保護手套時應清洗其雙手，以保持個人之衛生。在動物房中穿著之直罩袍不應該穿離開動物房。工作人員嚴禁在動物房內進食、飲水、抽煙及使用化妝品。

四、設施，操作程序之監控

各機構應盡可能提供相關之設備來配合衛生及安全之需求。例如計劃中若需

要有清洗及淋浴設備時，則機構即應提供此類設施。各機構所需要之設施、設備及操作處理程序均應加以設計選擇以期減低對工作人員可能產生之傷害。 (例如，因重物、動物而受傷，或重覆性之動作)，若備置有安全防護設備時，這些設備則需定期加以維修校正。

動物房舍之設計應考慮便於動物污染源 (具污染之可能物質如墊料飼料及排泄物) 之處理，各機構並應提供適當的設備及步驟如圍籬 (barriers)，氣閘 (air lock)，化學煙燻櫃 (chemical fume hood)，生物安全櫥櫃 (biological safety cabinets)，微小隔離飼育盒(microisolator)，氣流下吹式剖檢檯 (downdraft necropsy table) 和通風飼育籠系統 (ventilated caging systems) 以協助處理污染問題及減少人員暴露於危險物質環境之下。

若一環境污染源有超出其可容許暴露極限 (Permissible exposure limits, PELs) 時，則應使用適切測量方法以評估潛在之生物性、化學性及物理性危害物質之存在程度。

五、牽涉危險性物品之動物實驗

當進行具危險物之動物實驗時，應特別考量下列處理之完善性：

(一)動物管理及飼養之操作程序, (二)試劑之儲藏及領取之程序, (三)劑量之調製及給予方, (四) 體液及組織之處置, (五)廢棄物及動物屍體之處理, (六)工作人員之保護措施。

各機構對具危險性實驗，無論是生物性，化學性或物理性，其管制措施應明文規定。各單位亦應具備一套監控程序 (如成立安全委員會) ，並由具專業知識之人員來擔任機構內危險物實驗安全性之評估判斷，並確信所有工作人員具備足夠之訓練以確保一切之操作均符合安全政策之規定。

在進行危險性動物實驗時，應注意以下措施：

1. 應使用特殊之設施及防護裝備，以避免實驗過程中所產生的危險物品造成人員、動物和環境之污染。
2. 用作動物實驗之設施應該適當的做標示，並與其他之設施，如其他之動物房、工作區、研究及臨床實驗室，病患診療區設施等相隔離。對該區域亦需管制，僅被授權 之人員才准進入該區工作。

該設施在設計及建造時，需考量未來要易於清洗，且易於進行機械設備維修為原則。適切之管理制度，配合雙走道設施或隔離進出系統，可將交互感染之情形減至最低程度。地面之排水系統之水封應該隨時充滿水或使用其他方式以保持其封閉之狀態。

危險物品應該保存在工作研究區中。藉由氣流動向以形成一主要區域屏障，例如使用生物安全之操作台可有效之防治污染源之擴散漫延。因而在處理或施打危險物品時，或作屍解感染動物時，通常會使用此類設施，以為主要之防範。其他較特殊之設備，如氣室，負壓，空氣過濾器，具自動轉換之雙重設施等，做為次要之屏障，其功用則在防止意外洩露之物質擴散至設施或工作區以外之環境。

應避免接觸麻醉劑使用後空氣中殘存之廢氣，通常可使用空氣清除機來除去此類殘留之氣體。在使用乙醚時，該區域應該明確標示出來，且要使用適當之設備及操作程序來避免氣爆發生，以確保工作人員之安全。

六、個人防護

機構應提供個人保護性所需之裝備，若有需要時，其他保護性方式措施亦需加以採用。動物管理人員應該隨時穿著由機構提供之保護性衣物，如衣服，鞋子，鞋套，口罩及手套等。此等保護裝置除了衛生考量外, 主要在隔絕動物過敏原對人之傷害。在某些情況下，工作人員在離開工作房、操作區或施藥區時均應淋浴。保護性之衣服及裝備不應穿離危險物品工作區或動物房。對在具有潛在性之危險區之工作人員，應該針對危險物品之種類，性質，提供適當之保護措施；例如在靈長類動物區中工作之人員，應供應手套、手臂及頭部保護裝備、面罩、臉部保護鏡片等。高噪音工作區之人員，則要提供聽覺保護設備。若工作區內含有空氣傳染之污染物或蒸氣時，則應提供適當之呼吸系統保護裝備，如防毒面罩。

七、人員醫療評估及預防醫學

發展及執行醫療評估計劃及預防醫學之使用，應由專業之衛生醫療人員擔任。

每位員工宜進行職前之健康病例檢查以評估其潛在之危害。對於從事具危險性之工作人員亦應進行定期之健康檢查。適切之預防接種有其必需性； 比如動物管理人員接種破傷風疫苗。至於針對有機會感染到之傳染性疾病，亦須事先接種該種疫苗。另外，對就職前或對感染前血清保存與否，則可由職業健康及安全專業人員來決定。若有必要保存時，則血清樣品之標記、來源、保存期限及儲存之環境條件都須加以考慮。

當慎防人畜共通傳染病之對工作人員之危害。當教導工作人員於有可能或已知暴露於感染物，或遭健康及生命危害時，即應立即向主管報告。每個單位應建立明確程序以處理意外事件發生之動物之咬傷，抓傷及過敏反應等。

可能接觸到靈長類動物之工作人員，包含動物操作技術員、醫師、研究人員、學生及博士後研究人員、研究助理、顧問、維修人員、安全人員 (警衛) 及其他有機會進出此類動物之飼養區域之人員，均應經常性的做疾病篩選，以確定無遭受肺結核病 (tuberculosis) 之感染。另外對於與短尾猿 (macaques) 有接觸之工作人員，因有極高之可能性會被感染到 *Cercopithecine herpesvirus* 1，因此應告知並教導其使用設置之緊急救護站，以便對於咬傷或抓傷之部位能作及時之處置。

八、動物廢棄物(屍體等)之處理

實驗動物廢棄物之處理應當遵守相關法令，我國行政院環保署將醫療機構、醫學研究單位及生物科技等單位於醫療、研究或製造過程中產生之受污染動物屍體、殘肢及用具歸類為有害事業廢棄物。其處理方式當遵照有害事業廢棄物處理相關辦法(醫療廢棄物管理法規及解釋彙編，行政院環保署廢棄物管理處編，八十六年六月) 。

參考文獻

1. 醫療廢棄物管理法規及解釋彙編(1997) 行政院環保署 台北(民國八十六年)。
2. 醫療廢棄物共同清除處理機構管理辦法(2001)，民國九十年十二月二十八日公布(民國九十年)。

3. 實驗室廢液處理及管理手冊(1980) 教育部 台北(民國六十九年)。
4. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (1996). National Research Council , National Academic Press, USA.
5. Occupational Health and Safety in the Care and Use of Research Animals (1997). National Research Council , National Academic Press, USA.

第九章　危機處理

一、實驗動物設施面對可能有的危機事件發生

(一)意外事件災害：意外事件包括化學品漏出，停電、漏電、斷水，瓦斯溢氣、通風不良，以及人員意外傷害如觸電，蒸汽、清潔劑和化學藥品的燙傷，或被動物咬傷等。

(二)天然災害：天然災害有火災、水災、颱風，與地震。

(三)人為災害：實驗動物設施可能因為工作人員的疏忽而造成人為的災害。

動物設施人員不論在飼養室、實驗室，或清滌室內，如遇到緊急事件，根據原則要處理到何種地步、何種程度，各有不同，但在原則上可處理則立即當場處理，無法處理者，立刻與主管、主要研究人員聯絡，並迅速向有關單位通報求援。

二、危機緊急狀況通知系統的建立

(一)應建立各級負責人/主管人員連絡系統，包括緊急連絡電話號碼，連絡處，及下班後連絡，尤其是在國定假日、例假日的輪值人員，應特別留意。

(二)此聯絡系統亦可通達上級機關，並進而可連絡到鄉鎮里區的相關機關，包括附近消防隊，勤務指揮中心，水、電、瓦斯公司，醫院與警察。

三、意外災害危機處理

(一)化學品漏出與污染

每個動物設施都使用不少種類的化學藥品，舉凡清潔劑、消毒劑、殺菌劑，用於洗滌飼育盒、籠架、地板等，各實驗室如遺傳監測及健康監測所使用的試劑、溶劑、酸鹼物，有的易燃、有的有腐蝕性，有蒸發性，如果發生大量漏出，可導致意外災害，如果發現得快，緊急處理得體，可減低災害，如果少量漏出，不易發現，長久累積，後果亦不堪設想。

平時各動物設施都應該準備有自己的一套化學污染品處理物品與工具，包括吸收用的大塊棉紙抹布、海綿、肥皂水，清淨洗滌沖刷中性水等，廢物、化學品處理桶大小都俱備之。

(二)動物咬傷

從事動物飼養與使用動物做實驗，捉拿動物難免會有被咬傷事件的發生，不論傷度輕重多少，必需做到下列事項：

1.向上級報告

2.接受適當治療與防治，嚴重者速送往醫院。

3.必備急救衛生箱—箱內裝有緊急救護所需要的基本物品，如棉花、紗布、膠布、消毒水、清潔劑，如 70%酒精、碘酒、雙氧水、抗生素等。

4.向有關醫師與獸醫師報告

(三)蒸氣鍋、高溫高壓滅菌鍋、天然瓦斯管爆炸

這方面的災害發生可能為意外事件，也可能與地震天然災害同時發

生。其危機處理因為牽涉到動物房舍設施，請參考第十九章。

(四)意外斷電

可影響到動物設施正常操作非常大。 在電力供應異常時應請電工人員或電力公司處理。每個動物設施都裝備有緊急備用發電系統，如是短期停電，緊急發電系統可暫時應付停電的影響。 如緊急備用發電系統無法立即啟動，或為長時間停電，飼養管理人員應迅速離開動物房隔離區。長時間停電可使整個空調系統(heating, ventilation, and air-conditioning system; HVAC)不能運作，造成溫度，濕度和空氣異常，對動物有嚴重、立即的影響，甚至於因溫度、濕度的升高導致動物死亡。

長期斷電，影響到高溫滅菌鍋的操作，蒸水、蒸氣的供應，無菌飼料飲水的供應，無法繼續保持動物設施的無特定病原的屏障隔離系統(barrier system)。又因「高效率濾過系統」(HEPA filter system)不能維持，飼養管理人員進出動物房不能保持乾淨無菌，更難確保飼養動物的健康品質。

(五)漏電

動物設施電力配線均附有接地線裝置，潮濕用電場所甚至裝有漏電斷路器，以防漏電傷及工作人員。不慎觸電受到傷害，搶救者應先關掉漏電電源再行搶救。平時所有人員應養成用電常識及一般電源維護。

注意高、低壓電的安全性，若為高壓電，除非具有相當的專業知識及工具外，否則應避免碰觸或操作，以免因操作不當或瞭解不夠而傷及自身安全或導致更大的漏電災害。在操作開、關電源時，並應注意本身及場所是否具備乾燥、絕緣不導電要件。

(六)瓦斯溢氣

動物設施使用天然液化瓦斯場所主要在蒸氣鍋間及各實驗室。天然液化瓦斯是透明無色無味、毒性小之可燃性氣體。在密閉室內燃燒瓦斯因空氣不足、燃燒不完全而產生一氧化碳，人員或動物吸入後，一氧化碳與血紅素結合而致缺氧，嚴重時會導致昏迷，終至休克死亡。

倘發現有異樣時，應迅速打開窗戶並用濕手帕遮住口鼻或戴上呼吸器等個人防護用具後，再行搶修或聯絡專職人員、有關單位處理，以策安全。如果有人員中毒昏迷，應儘速搶救離開瓦斯外洩現場急救，並排除外洩來源。如有瓦斯外洩充滿的空間，避免操作電源，如抽排風機、照明等電氣開關，以免引燃瓦斯引起氣爆，造成災害。平時所有人員應養成使用後隨手關閉開關習慣及提高警覺。

(七)火災

如遇起火初期，視火勢大小，立即慎選周圍適當滅火設備或器具，加以撲滅。為避免火勢擴大，應隨即關閉瓦斯和電源開關，隔離易燃化學物品。若火勢有一發不可收拾或蔓延趨勢，除了向動物設施相關人員聯絡救緩外，並立即向消防單位通報求援。火災時應避免搭乘電梯。如遇瓦斯外溢所引起的火災，應迅速關閉最近處的瓦斯關閉。

(八)斷水

斷水時，以備用水塔供應動物，並立即通知自來水公司或逆滲透純水系統廠商專職人員進行維修。 平時做好維護和定時更換特殊過濾裝置，並定期做水質檢驗，以確保水質安全。

(九)空調故障

通風不良主要是空調系統當機或運轉異常所造成。動物房隔離飼育區的空調換氣採 24 小時供應，以每小時 10-15 次 100%新鮮空調為通風原則。一般通風不良，會增加微生物在空氣中傳播。嚴重的情況時，有時於短時間內會形成氧氣濃度增加，導致動物死亡。平常要按時更換空氣濾網，飼養人員以紙條在門緣檢視空氣壓對流。

空調專職人員為天候輪班制監控作業。如發現通風不良現象，盡速聯絡電機電氣師或空調專職人員處理。

(十)其他

人員意外傷害包括意外觸電、燙傷或重機器壓傷等，視情況而定; 嚴重者，立刻以心肺復甦術(CPR)急救或使用緊急沖水設施，並立即召救護車或自行護送醫院集診。輕微者以急救箱內醫藥包處理。

平時所有人員工作時保持警覺，操作高壓或氣體滅菌器及清洗機，應特別注意，避免工作時因嬉戲而疏忽造成意外。定時留意蒸氣鍋爐、高溫高壓滅菌器及各種管道等的維護及管理。

四、天然災害危機處理

當動物設施遇到天然災害，導致發生緊急事故，造成停水、停電，蒸氣空調突發狀況下，各動物都應有一套危機處理因應措施。請參考本章前一節「意外斷電」。

遇強烈地震時，應迅速關閉瓦斯、電源開關，且立即暫停工作，避免搭乘電梯，就近找掩避體或至安全空曠處所。平時做好防震準備，液態氮桶、二氧化碳鋼桶是否固定不易倒下，飼育室籠架是否牢固不易移動，籠架上飼育盒在地震搖動時容易滑下，因此可在籠架四週用塑膠橡皮帶圍住。

五、人為災害危機

(一)人為侵入或竊盜

為避免不必要之人為侵入或竊盜，動物試驗設施要注意到門禁的管制，人員出入的登記與設立電腦影像監視系統，以便 24 小時監控管制。

(二)勞工運動，愛護動物團體運動，動物飼養人員罷工危機

各單位應注意這些問題，到目前為止國內仍沒有相關勞工與罷工運動的發生，也沒有愛護動物團體反對動物試驗的危機，但各動物設施不可忽視有這些危機發生的可能性。又人為破壞，可能包括員工的蓄意破壞中心設施，污染飼養動物。

參考文獻

1. 白進謙，余俊強，施桂月(1999) 國立成功大學醫學院動物中心—602 火災啟示錄。中華民國實驗動物學會第六屆第一次會員大會暨學術研討會手冊，43 頁(民國八十七年)。
2. 鍾勝邦(1993) 第十一章意外事件緊急處理程序　國家實驗動物繁殖及研究中心實驗動物技術人員訓練手冊（一版）：國家實驗動物繁殖及研究中心編印(民國八十二年)。
3. Calan, G (1999). Activists at the gate: Preventing animal rights - related media disasters. Lab Animal. 28:35-39.
4. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (1996). National Research Council, National Academy Press. U.S.A.

第十章 陸生動物之環境與飼養管理

陸生動物環境

一、微環境(microenvironment)與大環境(macroenvironment)

微環境是指動物直接接觸之周邊硬體環境設施，即初級圍封(primary enclosure)，諸如籠舍、畜欄，為一有諸多要素，包括溫度、濕度、噪音、振動、光照、氣體及空氣微粒成分所包圍的環境。微環境內之條件會直接影響到動物生理與代謝機能。

大環境，是指整個動物房、穀倉或戶外棲息處等所形成的大空間，即次級圍封(secondary enclosure)。

雖然，微環境和大環境是有相關，但微環境還是與大環境有很大不同，微環境受許多因素影響，包括初級圍封設計與大環境的狀態等。

初級圍封微環境的評估可能不容易。動物微環境的溫度、濕度、氣體濃度、微粒成分等數據通常較大環境者為高；而光照則通常較弱。微環境的狀態能直接影響動物生理與行為，也可能改變動物對疾病之感受度。

二、溫度與濕度

適當之溫度環境，對動物福利與健康維護非常重要，動物應飼育在能適應最小緊迫與生理改變的溫、濕度範圍。環境溫度在動物不需增加代謝性熱能產生的熱調節範圍稱為熱中性區(thermoneutral zone)，在此範圍內，動物可以利用生理或行為調節來為維持體溫，例如：外界溫度太低時，築巢或聚集一起休息、睡覺等行為調節體溫飼育環境溫度。熱中性區有高、低溫度閥(upper, lower critical temperature)，各動物種類、品系之高、低溫閥值有不同的報告，通常動物房應將溫度設定稍低於低溫閥值以避免熱緊迫。這也意謂著應提供巢料、遮蔽物等熱調節資源給動物，以避免冷緊迫，特別是新生動物，因其低溫度閥通常較成年者高。

飼養管理與房舍設計會影響環境溫度與相對濕度。影響初級次級圍封之間或初級圍封之內溫度與濕度差異的因子：包括房舍設計，建築材料，遮蔽物與巢料等豐富化器具之材質，使用濾網罩(filter cap)否，圍封內動物數量、年齡、體型，強制通氣否，墊料種類與更換頻率。動物飼養在劇烈變化或極端溫、濕度環境，可能改變行為與生理，對於動物福利與研究產出亦有衝擊。

表 10-1 為各種常用實驗動物適宜溫度範圍，但動物還是以維持在較小變化接近範圍中間值為宜。變溫動物與某些幼鳥通常在初級圍封需要有熱梯度，以滿足基本生理機能。本表不適用野外捕獲之野生動物。

表 10-1 動物飼養之適宜大環境溫度

動 物 種 類	溫 度	
	°C	°F
小鼠、大鼠、沙鼠、倉鼠、天竺鼠	20－26	68－79
兔	16－22	61－72
貓、狗、靈長類	18－29	64－84
農場動物、禽類	16－27	61－81

手術恢復動物、新生動物、無毛鼠，需要飼育於較高溫度環境。此種情況，也可以單獨在微環境做處理，例如：於手術後恢復中的動物使用熱墊保溫。

相對濕度也應適當的控制，但不若溫度控制嚴謹。大多數哺乳類動物可接受的濕度範圍為 30-70%，飼育在初級圍封的動物，微環境的相對濕度較為重要。小鼠(mice)濕度太高或太低可能增加動物離奶前之死亡率，大鼠(rat)於低相對濕度加上極端溫度可能引發尾巴缺血性壞死(ringtail)。微環境相對濕度太高，可能導致隔離飼育籠舍內氨濃度過高，而刺激鼻道，改變生物反應。相對濕度太低亦需注意負面作用。

三、換氣與空氣品質

換氣主要目的是維持適當空氣品質與穩定環境。換氣供應氧氣，移除動物、人員、電燈、機器產生的熱原，稀釋過敏原與空氣媒介病原等污染氣體與粒子，調節溫、濕度，形成壓差。大環境設定的換氣率不代表微環境亦能獲致相同的換氣率，換氣受初級圍封的設計影響，動物飼育在開放式籠舍，大、微環境換氣差異可忽略；但飼育在靜態隔離籠舍，差異就很大。

進氣量、物理特性及流通擴散形式等，都與微環境之換氣品質有直接關係。進氣和排氣設備之種類及放置的位置，飼育盒種類、數量、放置位置等，都會影響微環境換氣狀況的優劣，目前可以利用電腦模擬尋求最適當的換氣方法。

大環境中每小時 10～15 次新鮮空氣換氣率是目前廣為接受的標準。但前述換氣率應考量動物代謝熱能累積(heat loads)、動物種類、大小及數量、初級圍封型式、墊料種類及更換頻度、房間大小、大環境及其與微環境間空氣流通效率等因素影響而作調整。

現代化空調系統，利用可變風量設計，將換氣率依需要改變，有其優點並節能。

強制換氣或獨立供氣設計或系統的初級圍封，不需特別強調大環境的換氣率(但是要注意高流速空氣的負作用)。否則，大環境需要有足夠之換氣率，以便將初級圍封內之熱氣、粒子、臭氣、廢氣移除。

若初級圍封配備有氣體及懸浮微粒過濾功能，則微環境排出的空氣可以循環在大環境使用。

靜態濾網罩飼育盒無強制換氣，需以強化衛生管理，如增加籠舍更換頻率、選擇適宜墊料、改善飼育盒動物密度、降低大環境相對濕度等方法補償。

利用循環空氣系統固然可以節省能源，但為避免病原或污染因子在密閉空間散布的危險性，應使用高效能過濾網(HEPA)以過濾空氣中之懸浮微粒。非動物飼養區得使用循環空氣，但靈長類動物區或生物危險區之空氣，因含有污染源之機率高，應考慮不再循環使用。

為維護換氣系統效率，需建立例行空調系統保養制度並且確實執行。

四、照明

照明影響動物生理、型態及行為。動物房的光照設計需考量光強度、光照期之長短、波長、動物之原來習性、動物體之色素、照明時段與週期、體溫、內分泌狀態、年齡、種類、性別及品系。近年於囓齒類與猴子研究，發現光敏感之視網膜神經節細胞在神經內分泌、神經行為調控扮演重要角色。

動物房可以使用定時器設定晝夜時間。光源應均勻擴散至房內四處，有益於動物福利。明亮度應足夠讓動物能獲得清晰之視覺，維持內分泌調節規律

性，並能方便動物房內工作與進行動物觀察。

光週期影響某些動物的繁殖行為，因而應盡量減少或避免在暗週期暴露光源。雞在微光或黑暗時不食，為動物福利考量，需僅謹慎設定光週期。

白色鼠對光害視網膜病變較其他動物敏感，所以用來作為建立光照的標準，但品系、年齡及管理方法等都會影響光照需求。研究發現在地板上 1 公尺處有約 325 lux 光度除足供動物照護，也不致引發白鼠光害視網膜病變。但受個體差異及測量位置影響，光度需求有不同的報告。一般認為在光害視網膜病變敏感動物，其籠舍光度 130-325 lux 應屬合宜。

籠舍放置籠架上層與下層，光度差異可達 80 倍；同一籠舍內，光度差異最高達 20 倍。輪流變換飼育盒放置位置，避免飼育盒光照不均。使用可調式光度控制裝置，可同時兼顧工作方便及動物需求，並且可節省能源，但要注意此裝置僅是調整工具，不可以直接做為電源開關用。

五、噪音與振動

設計規劃動物房舍，或在日常運作時，都要考量噪音防範。工作人員休息區應與動物飼養區分隔，以減低彼此間相互干擾。較吵雜之動物，如狗、豬、山羊及靈長類動物等，應與較安靜之動物，如囓齒類、兔子、貓等動物分隔。

暴露在高於 85 分貝的噪音環境中對動物及工作人員有不良影響，設計適合噪音動物居住的環境，而非試圖要求動物減少噪音。某些可能產生噪音之機器設備或活動，應安排在離動物房較遠之房間，以減少對動物干擾。

工作人員在動物房應盡量避免不必要之聲響之產生，在推車、台車加裝墊片、防撞片都是減低噪音的有效方法。收音機、警報器及其他會發出聲音之設置，除實驗所必需且被許可者外，不應放置在動物房中。

過度振動造成實驗動物生化與繁殖性狀改變而影響研究結果。

陸生動物房舍

一、微環境(初級圍封)

動物應飼育在足夠空間及輔助器材，以符合身體、生理及行為需求的環境，否則動物容易有發育、生理功能、行為上疾病，也有違動物福利。

適宜的房舍空間或圍封，應基於動物群居需求。群居動物除實驗需要或不相容必須獨居外，應以群區為宜。群居動物應供應充裕的飼料、飲水、遮蔽，以避免被其中優勢個體獨佔。

初級圍封之基本條件為：

(一)滿足動物正常生理及行動需求，如排糞、排尿、維持體溫之恆定、能正常活動、調整姿勢及繁殖。

(二)滿足同種動物間進行社交行為及位階排序的建立

(三)保持動物乾爽

(四)通風良好

(五)能自由的獲取飲水及食物，且易於補充與更換操作、清洗

(六)提供一堅固，安全之環境，避免動物逃脫或肢體陷於縫隙之意外

(七)避免尖銳之邊緣或突出物，造成動物之傷害

(八)觀察動物時不致干擾到動物

初級圍封的材質應兼顧動物之需求及衛生條件之維持，要有光滑不透氣且堅固之表面，少轉角折邊以免藏污納垢，易於清洗與消毒，耐磨蝕與碰撞，不易生銹。某些材質，如木質品，較適使用於圈舍及戶外之畜欄，或用來製造平台、攀爬物、休息區。

初級圍封要經常維持在最妥善之狀態，以避免動物逃脫。若發現銹蝕或氧化而有危害動物健康與安全之虞時，應立即修復或更換。

有些特殊之飼育及換氣設備，如具濾網罩之飼育盒、隔離飼育箱(isolator)、小室(cubicle)及獨立通氣飼育盒(individual ventilating cage)等可以避免空氣傳染的病原在飼育盒間傳播與擴散。這類設備在飼育上有不同之管理方式，如墊料更換頻率，無菌操作技術與特別的清潔、消毒或滅菌方法，以避免病原傳布。一般懸掛式網底動物籠，配合糞尿收集底盤之使用，有利於保持良好衛生環境，但是也有觀察不便與容易受傷等的顧慮。為動物福祉，囓齒類動盡量以鋪有墊料之實底飼育盒飼養。

在犬隻及靈長類動物房，可使用乙烯樹脂(epoxy)鋪設地面。

二、環境豐富化

環境豐富化主要目標是強化動物福利，以提供有助於動物典型行為表達的器物(如玩具、巢料)與構造(如棚架、棲木)來達成。豐富化使動物藉由感覺與運動刺激，提升心理福利以及有較好的應付緊迫能力。但並非所有項目都可做為豐富化用，例如彈珠是小鼠的緊迫原。

三、有遮蔽或戶外房舍

某些實驗動物是利用畜欄、牧草方式在戶外飼養，此種房舍必須特別注意極端溫度、嚴酷的氣候或動物脫逃。戶外房舍需要有足夠空間，良好通風，避免潮濕。

動物之相容性，選擇適合的房舍與地板建材，易於清除排泄物，訓練動物與獸醫及研究人員配合，充足的餵食與休息空間等都是戶外房舍成功管理的要素。

四、自然環境

以牧地或森林地帶等區域做為動物飼養場所。使用此方式飼養時，注意動物之營養狀態、健康情況、育種管理與飼養場所之環境變化等。確保有充足的飼料、飲水、天然或建造的遮蔽等。

五、空間

動物對空間需求不是單指地面面積而言，還需要考量高度、牆面、遮蔽物或籠舍之複合性。

空間需求除依照動物行為舉止、健康狀況、繁殖性能、成長、行為表現、活動力及空間使用情形等做評估標準外，還要衡量動物個體飼養狀況， 如產前、產後、肥胖、獨居、群飼等不同狀態而定。

給予之空間至少應使動物進行自由的站立、轉身、變換姿勢、方便攝食和飲水、有足夠之休息場所及不受到干擾等條件。而且食物、飲水、器皿及其他非作為運動或休息設備等所佔據之空間，不能算為地面面積的部分。

若飼養動物空間與本章所建議需求不同時，需聲明理由，提供資料並經由實驗動物照護及使用委員會或小組評估認可。

表 10-2 及 10-3 為常用的實驗動物之飼養空間需求，表中未列出的實驗

動物，使用者可依動物體型大小、活動力、行為型態等數據，取相近似動物空間需求做參考。如非研究需要，或動物個體容易受傷害，群居動物飼養以群飼為宜，表 10-2 及 10-3 為群飼每隻動物所需空間，若單獨飼養或體重超過表列標準時，則需增加空間。

表 10-2 及 10-3 所列是淨空間需求，若房舍中有其他陳列之設備或動物體重超過表列之標準時，則空間大小應重新評估。

群飼時，空間之需求計算法不全然等於個體乘以隻數之總和。有時還需考量個體行為、動物相容性、動物數量及飼養之目的等而定。

表 10-2 實驗室常用嚙齒類動物群居時之空間需求

動物	體重(公克)	地板面積/動物[a](平方公分)	高度(公分[b])	註釋
群飼小鼠[c] (Mice)	<10	38.7	12.7	較大的動物需要更多空間
	10-15	51.6	12.7	
	16-25	77.4	12.7	
	>25	>96.7	12.7	
母鼠+仔畜 (Mice)		330	12.7	其他繁殖方式，依據成鼠與仔鼠數、仔鼠體型及年齡等考量，可能需要更多空間
群飼大鼠[c] (Rat)	<100	109.6	17.8	較大的動物需要更多空間
	101-200	148.35	17.8	
	201-300	187.05	17.8	
	301-400	258.0	17.8	
	401-500	387.0	17.8	
	>500	>451.5	17.8	
母鼠+仔畜 (Rat)		800.0	17.8	其他繁殖方式，依據成鼠與仔鼠數、仔鼠體型及年齡等考量，可能需要更多空間
倉鼠[c]	<60	64.5	15.2	較大的動物需要更多空間
	61-80	83.8	15.2	
	81-100	103.2	15.2	
	>100	>122.5	15.2	
天竺鼠[c]	≦350	387.0	17.8	較大的動物需要更多空間
	>350	>651.5	17.8	

註 a: 獨飼或小群飼動物，需要比表中以每隻動物計算較多倍之地板面積

b: 自籠舍地板至籠頂高度

c: 應考量動物品系生長特性與性別，生長快速或活動力強的動物，最好提供較大空間

表 10-3 兔及鳥類之空間需求

動物	體重(公斤)	地板面積/動物[a] (平方公尺)	高度 (公分)[b]	註釋
兔	<2	0.14	40.5	較大的兔子需要更高籠舍高度使動物能有舒適姿勢
	2-4	0.28	40.5	
	4.1-5.4	0.37	40.5	
	>5.4	≧0.46	40.5	
狗[c]	<15	0.74	—[e]	籠舍高度應足夠使動物舒適的站立
	16-30	1.2	—[e]	
	>30[d]	≧2.4	—[e]	
鴿	—	0.07		籠舍高度應足夠使動物舒適的站立
鵪鶉	—	0.023		
雞	<0.25	0.023		
	0.25-0.5	0.046		
	0.51-1.5	0.093		
	1.6-3.0	0.186		
	>3.0[d]	>0.297		

註: a. 獨飼動物，需要比表中以每隻動物計算較多倍之地板面積

b. 自籠舍地板至籠頂高度

c: 狗的空間需求需依其體型及品種調整。其最少地板面積(平方英呎)可由狗的身長(由鼻頭至尾根部之長度)(英吋)加 6 英吋和的平方，再除以 144 計算出來。

d. 較大的動物其空間需求要增加。

e: 提供動物充分的自由活動空間，且籠高需足以讓動物站立。

陸生動物管理

一、行為與社群管理

(一)活動力

動物之活動力除指肌肉神經之活動力外，也包含認知之活動力及社交活動。飼養在實驗室中之動物，其活動力受到的限制比放牧飼養動物為多。

評估房舍之舒適性或動物展現活力的質與量時，活動力之表現為一重要指標。除非治療或實驗需要，應避免對動物做強迫性之活動。

讓動物有機會表現其種別特有之活動，如狗可藉由溜狗、設置運動場、或移至其他狗舍，使其可進行群居之接觸、嬉戲以增加活動機會。籠舍只作為短期暫養，以便進行獸醫處置或實驗目的之用。

(二)社會環境

同種動物間之肢體接觸及溝通行為是有益於動物福利。某些非肢體性的接觸，例如藉視覺、聽覺、嗅覺的溝通亦包括在內。若條件許可，應提供群居性動物同種間肢體接觸之機會。例如，將靈長類動物群飼在同一個房

間舍中，以增進彼此間接觸之機會，除對其生活、心理健康、發育及成長有極大之幫助，也可作為緊迫環境之緩衝、減少行為異常、增加活動機會、增進種間特有行為表現。群飼動物要考量族群密度、動物彼此之熟悉度、社會位階等。

在選擇適當的社交環境時，應先考慮動物先天是領域性或群居性，應獨居、配對或群居。瞭解物種的先天性社會行為對群飼結果能否成功有極大之關係。

群飼時也會打架而增加受傷之機會，增加對代謝疾病之感受性，改變行為或生理功能等，所以要特別留意不同性別間的相容性。

若因特殊需求而必將群居性動物單獨飼養時，應在環境中提供其他替代物品，以補償無夥伴存在之空虛感。

(三)動物習慣養成與訓練

訓練動物習慣於例行飼育與實驗操作，可以減少緊迫。

三、飼育

(一)飼料

除因實驗需要外，動物應每日供與適口、無污染及營養充足之食物。

實驗動物飼料注意品質，避免化學藥劑或微生物污染，飼料原料需監測是否含有天然毒物成份、還需考量營養成份之可利用率及適口性。

動物房管理者在飼料購買、運輸、 儲存及處理過程中，應避免病原體、寄生蟲、疾病媒介或化學物質藉由飼料帶入動物族群中。

各研究機構購買飼料時應注意出廠日期、製造商的品管措施與流程(如儲存場所、害蟲控制)，並應定期要求製造商提供主要營養成份之分析報告。每批購進之飼料數量應明確清點登記，倉庫存貨位置亦需作調整，以符合先購進之飼料先使用的原則。

飼料存放區域應經常保持乾淨，且應密閉以免害蟲進入。飼料儲存時應使用棧板、架子或台車, 以架離地面。開啟後未使用完畢之飼料應放於防害蟲侵入之容器內，以避免污染而傳播疾病。飼料應遠離高溫(高於21℃)、高濕(<50%)、污穢、光照、氧氣、昆蟲及其他害蟲之環境，避免飼料之變質敗壞。飼料廠製造之乾性飼料大多含有防腐劑，如儲放適當，出廠後可以使用六個月之期限。

某些含有維生素 C 的飼料只有三個月存放期，使用較穩定型式的維生素 C 則可延長其保存期。若以過期含維生素 C 飼料餵食動物時，則在飼料中補充維生素 C。冷藏可以延長飼料之儲藏期限，但建議仍不宜過度延長儲藏期以保新鮮度。某些特殊飼料(例如高脂肪飼料)較不穩定，其使用期不應超過六個月，且應儲存在 4℃或更低之溫度環境。

可滅菌之飼料應調整其營養成份含量、原料種類及製造方式以承受滅菌時成份之分解。每次滅菌之日期、時間需記載清楚，且要即刻使用完畢。放射線照射處理滅菌方法，對飼料的營養成份破壞比高溫高壓滅菌小。

飼料槽之設計及放置位置，應方便動物餵食及避免糞、尿之污染。群飼動物餵食時，要有足夠之空間，使每種動物均能自由取得食物，避免搶食爭鬥的情形。飼料儲存容器應定期清洗消毒。

在某些動物(如靈長類動物) ，可給予不同之飼料或獎賞性食物，如新

鮮之蔬菜等，但需注意飼料營養成份的均衡。不能太突然改變飼料種類，避免導致消化上及代謝上之不適。

(二)飲水

動物應該依其需求，而隨意可以獲得適合飲用且無污染之水源。

水質應該有例行性監測，其項目應包含酸鹼度、硬度、微生物及化學物質之污染等。

水處理方法的選擇，需考慮飲水不致影響動物生理、腸管正常菌叢和實驗結果，例如加氯處理的水不適合用於飼養魚類。若實驗計劃需要高品質之純水，可選擇去離子處理或純化法以除去污染物。

供水設備，如吸水管、及自動給水器，應每日檢查以確保乾淨且正常運作。若使用自動飲水器，則需訓練動物使其適應。

飲水填加時，為避免微生物交互污染，最好是更換新水瓶而不以原水瓶再填充水。若一定要使用再填充方式，則要將水瓶放回原有之籠舍。

戶外飼養之動物，若有給水系統以外之水源，如雨水、溪水等，則需注意有無含有危害物質。

(三)墊料

獸醫人員或動物房管理者，應與研究人員討論，選擇適用之墊料材質。墊料的使用依管理方式、實驗環境、動物種類而有所不同。

動物房常使用軟木製成的墊料，但是未經處理之軟木墊料，因為影響動物之代謝機能，故在某些實驗不宜使用。香杉刨片製成的墊料，因其有排放出芳香性碳水化合物，會引發肝微小粒酵素及具細胞毒性，同時也會增加癌之發生機率，若未經熱處理，使其所含芳香性碳水化合物之含量降低，則不建議使用。

購買墊料時，為確保其品質，對於供應商之製造流程、品質監測及儲存方式都應特別加以留意。為維持墊料品質及減少被污染之機會，墊料在運輸及儲存過程中均宜用棧板、架子或台車來與地面隔離。而在高溫蒸汽滅菌之過程中，墊料會因為吸收濕氣而失去了其吸水性，而此種潮濕之墊料也提供微生物一極佳之生長環境，因此滅菌過之墊料，應有足夠之乾燥時間及良好之儲存條件。

籠舍內墊料之使用量要充足，以確保動物都能保持乾爽。同時注意水瓶之飲水頭是否插入太深而與接觸到墊料，避免造成嚴重漏水。

(四)衛生處理

維持動物的健康需要有良好的環境衛生，包括定期更換墊料、清理及消毒等工作。清理可以掃除過量之塵埃及屑片，消毒則可減少或去除有害微生物的數量。

清理及消毒之頻度多寡，以可提供動物維持正常行為和生理狀態的健

康環境需求而定。衛生處理的方法及頻率需考量下列因素：

1.空間之種類、物理特性及大小

2.動物之種類、數量、大小、年齡及繁殖狀態

3.有否使用墊料及其種類

4.溫度及相對濕度

5.骯髒而需消毒的材料之特性

6.動物正常的生理及行為特徵

7.飼育盒內表面骯髒的速率

8.飼養系統與實驗需求

一般用來除動物氣味之藥品或芳香劑不可用在實驗動物之房舍中，因為此類物質並無法取代妥善的清潔管理或設計良好之換氣。 動物暴露於揮發性氣體時，可能改變動物之生理及代謝過程。

(1)墊料更換

污穢之墊料應定期更換以確保動物之乾爽。墊料更換之頻度，依籠內動物數量、籠舍型式、環境溫度、相對濕度、糞尿量多寡、墊料種類、實驗條件，經管理人員專業知識判斷與研究人員之特殊需求而制定。墊料更換並無最低次數之要求。

某些特殊狀況，例如動物為保留費洛蒙以助繁殖效率等，更換墊料次數過多有時候反而有害。

(2)初級圍封之清理及消毒

畜舍常用水沖，例如狗、豬、靈長類等動物房舍。定期使用清潔劑或消毒劑，有助於維持表面之清潔。若是以沖水方式以清除動物之排泄物，則至少每天需清理一次。沖洗時，應保持動物之乾燥。沖洗時段需考慮動物正常之生理及行為習性反應，例如餵食後即沖洗畜舍，會引發動物胃腸之反射蠕動而有排糞之動作發生。

關於飼育盒、籠架及相關配件，如飼料槽及給水設備等之清理、消毒頻率，決定於飼育盒之種類及飼養管理措施，例如有無使用墊料，懸掛式或使用網底之籠舍等。一般而言，初級圍封及其附件，如頂蓋，至少每 2 週要清洗一次，而實底之飼育盒、水瓶及吸水管，則每週至少要清洗一次。有些情況下，例如使用較大之容器但只飼養少數之動物，或在無菌狀況下飼養動物，或使用獨立通氣飼育盒等，其籠舍及籠架可能不需要清理得很頻繁。飼養於微小隔離飼育盒或籠內飼養密度高時，則需要較頻繁的衛生處理。

兔、天竺鼠及倉鼠，由於尿液中含有較高濃度之蛋白質及礦物質。礦物質與尿液中的有機化合物結合，吸附在籠舍內壁而不易除去，因而在清洗之前應先用酸性清洗液處理。

初級圍封之消毒方式可採用化學藥劑、熱水或兩者兼用。清洗之次數及條件，要以能夠殺死生長型(vegetative)的一般性細菌及其他之微生物而定。若單獨使用熱水消毒，需同時考慮熱水在受洗滌器材表面之溫度及沖洗時間，水溫高沖洗時間短，水溫低沖洗時間長。利用華氏 143-180 度或更高溫度之熱水來進行清潔消毒工作是為一有效之方式。傳統使用的攝氏 82.2 度(或華氏 180 度)水洗濯的方式，指的是噴霧水箱

中的溫度。

清潔劑及化學消毒劑可加強熱水之殺菌效果。若使用時，則需將徹底沖洗乾淨，避免殘留在器材表面上。

以人工方式用熱水及清潔劑或消毒劑來清洗籠舍及籠架，是有效的殺菌方式，但必需要特別留意細微之步驟。例如要特別注意表面之化學物質是否有殘留，及工作人員是否有適當之保護器具，以避免直接接觸到熱水及消毒劑。

水瓶、吸水管、瓶塞、飼料槽及其他較小之配件，清洗時務必要使用清潔劑、熱水、或適宜之化學物質來消滅微生物。

若是使用自動飲水系統時，則需要有一些機制來確保微生物或碎屑不會堆積在管徑內部。例如定期性用大量的水去沖洗，或使用適當之化學藥劑處理，再用水澈底沖洗乾淨等。若採用循環式之管路系統，則要有維護良好之過濾器、紫外線、或其他滅菌設計來維持再循環水品質。

大部分動物飼養設備，可以利用傳統之清潔及消毒方法。但若有病原微生物的實驗或飼養免疫性缺陷的動物時，則所使用之籠舍及配件在清洗消毒後，應該再經滅菌處理。所使用之滅菌機器應定期校正、維修、監控，以確保其安全性及正常性能。

(3)次要圍封之清理及消毒

動物房舍中的所有範圍，含動物房及輔助區域，例如儲藏區、籠舍清洗設備、走道及準備室等，需經常清理並消毒。其頻率則依該區域之使用情況及污染源特性而定。

清潔用具應每區域有固定的一組，不可共同使用，以減少交互感染之機會。清潔用具本身應需隨時清理，其材質亦需選用抗腐蝕之材料。磨損之器具要隨時更新，器具要放置在清潔處且擺放整齊，以加速其乾燥之時間且避免污染。

(4)清潔效率之評估

衛生處理工作監測，應包括其清潔過程及被清潔物件二方面，包括目視檢測、水溫監控及微生物監測等。做評估時，絕對不可僅依動物房內氣味，例如以氨氣味之輕重，做為唯一判定衛生處理效果之依據。氨濃度、飼育盒外觀、墊料狀況及飼養動物數目等，可以作為是否要改變墊料更換或籠舍清洗之頻率的依據。

(五)廢棄物之棄置

一般生物性的或有危害性的廢棄物，必定期且安全的移除與棄置，有多種有效之方法可以選用。若交予民間廢棄物處理機構來處理，需要注意其合法性及安全性; 若以就地焚燒之方式來處理時，則應符相關法令之規範。

在各樓層需要放置足夠數量且妥善標明之廢棄物儲存桶，而且此等容器必防漏並附有密合之蓋子。筒內應使用可丟棄式襯裡，並應經常清理容器及相關器具。

每一機構應設定一特定區域以作為廢棄物之暫時儲放地點，此一地區亦避免有昆蟲及其他害蟲之出沒。若是用冷藏區來存放廢棄物，該冰箱、

冰庫或冷藏室應明確標示。

具有危險性之廢棄物，需先經滅菌、隔離或其他方式處理，在安全無虞時，方可運離機構。放射性廢料，則應保存在明確標示之容器中，其丟棄處理步驟應與安全專業人員相配合，並應符相關法令規範。各機構有責任遵守有關危險物之使用及處置規定。具感染之動物屍體可就地焚化或交與有執照之合約商處理。廢棄物包裝、標記、運輸、儲藏之作業流程與規範，應包含在機構之職業健康及安全規定中。

若危險物為具毒性、致癌、易燃、腐蝕性、活動性或不穩定之物質，應存放在標示清楚之容器內，並依職業健康及安全專業人員指示來丟棄。

相關的詳細資料，請參閱第六章「實驗動物相關之環保管理」。

(六)害蟲控制

在動物飼養環境中，需要建構一套防治、控制及清除害蟲或蔓延的周延計劃。定期公告害蟲防治方案與監測應該要確實施行，完善的防治計劃可以避免害蟲之侵入及有效將之清除。飼養在室外的動物，亦需考慮到其被害蟲感染或獵食者侵害之危機。殺蟲劑會引發毒性效用，而影響到實驗結果，因此要謹慎使用。在使用殺蟲劑之前需先與研究人員溝通，經同意後方可施行。使用殺蟲劑需登記，並與管理人員商討配合，並要符合相關法令規範。若有可能的話，盡量使用非毒性之蟲害控制方法，如昆蟲成長調節劑，或其它非毒性物質(如：黏膠) 。若使用捕蟲器，則其方式要符合人道精神，需經常巡視捕蟲器，並以人道方式處理害蟲。

(七)緊急事件, 週末及例假日之管理

相關的詳細資料，請參閱第九章「危機處理」。

動物每日均應由專業人員檢視，包含週末及例假日，以應付突發之狀況。

遭遇緊急狀況時，機構之安全人員、消防或警察人員能直接與單位中負責動物管理人員聯繫。

緊急操作流程，負責人員姓名及聯絡電話張貼在機構值班室、警衛室、安全部門或電話總機。

人員及動物之災害防治計劃應事先加以規劃，並納入整個機構的安全計劃中，各動物室負責人或獸醫師應為機構安全維護委員之當然成員。

四、群體管理

(一)動物之辨識及記錄

動物辨識方法，包括手寫或條碼記載房間、籠架、欄、棚及籠舍等的卡片；頸圈、膠帶、名牌及標籤；顏色染色；打耳洞或耳標；紋身；皮下訊號發射器；冷烙等。切除趾足節法在較小之囓齒類動物有時會採用，但需在必要時才可施行，而且只能用在光禿無毛的初生鼠。辨識卡應包含動物來源、動物品種及品系、研究者姓名及工作地點、相關的日期資料及實驗步驟編號等資料。

動物之資料卡非常有用的，且可以各種型式表示，簡單型的如一般使

用之辨識卡片，僅記錄有限之資料；複雜型的則可利用電腦來記錄動物詳盡之資料。

動物的臨床資料也會有相當價值，尤其在狗、 貓、 靈長類動物及家畜。臨床資料中應包含有臨床及診斷資料、接種記錄、外科手術程序及手術後之照料記錄、實驗執行之資料等。基本之族譜資料及臨床病歷之建立，無論用在育種繁殖或研究用途上，都是很重要的。另外，一些有關養育，配種及行為記錄，在某些動物之管理操作上，具重要之參考價值，尤其是靈長類動物。對較大型且壽命長之動物，應對每一動物個體建立起一套敘述性之資料，資料內容應含有種類、動物辨識、父、母之資料、性別、出生或取得日期、來源、移離日期、及最後處理日期等。這類型之資料對於遺傳管理及族群歷史之評估是必需具備的。當進行機構間之動物交換運送時，相關之資料應伴隨動物移交。

(二)基因的控制

基因特性與遺傳記錄對於動物繁殖與生物醫學研究非常重要。

逢機族群廣泛應用於生物醫學研究，其種原族群必需要大到足以確保繁殖群體的長期異源性。各種近交品系動物，因為其動物同源性而加強了實驗的再現性與可比較性，要定期監測基因同源性。基因轉殖動物，崁入的基因可以與原有的基因和環境因子交互作用而具有功能，可視為是特別的種源，保留和維持基因穩定是非常重要的課題。

有關基因監測與命名相關的詳細資料，請參閱第十三章「實驗動物的遺傳和命名」。

參考文獻

1. 張維正 黃士軒 實驗動物管理及使用手冊 (Guide for the Care and Use of Laboratory Animals) (譯本) (1997) 岑祥公司發行(民國八十五年)
2. Definition, nomenclature, and conservation of rat strains. (1992). ILAR News 34(4):S1-S26.
3. Guide for the care and Use of Laboratory Animals. (2010). National Research Council, National Academic Press, USA. (prepublication draft)

第十一章　水生動物之環境與飼養管理

水生動物 (Aquatic Animals)

魚類、水生或半水生的蟲類動物及兩生類動物的養殖環境需求，跟牠們的種類數量一樣，是不同且須多樣化考量的。本章節的目的在於提供設施管理人員、獸醫和 IACUCs 有關水產動物管理系統的基本資料。若需尋求更具體的建議，可以搜尋其他已發表的文獻和期刊評論，並向有經驗的水生動物照顧人員諮詢細節。

一、水生環境 (Aquatic Environment)

(一)、微環境和大環境 (Microenvironment and Macroenvironment)

跟陸生動物一樣，微環境是指直接在動物周圍的物理環境，亦即初級圍封 (primary enclosure) 如水缸 (tank)、水道 (raceway) 或池塘。它包含所有與該動物直接接觸的物質，還提供限制動物的切身環境 (immediate environment)。微環境的特點是由許多因素構成，包括水質、光照、噪音、振動和溫度。物理環境上的次級圍封 (secondary enclosure)，例如一個房間，構成了大環境。

(二)、水質 (Water Quality)

水的成分（水質）是水生動物福祉考量上必不可少的，儘管其他影響陸生動物的因素也會跟水生動物的微環境有關。水生動物所需的水質參數和生命支持系統，將隨著動物品種、生命階段、系統中應支持的總生物質 (total biomass)，以及動物的用途而決定。該系統的成功與充足性，是基於實驗室棲息地與其自然棲息地的匹配程度。

影響水質適當性的因素包括：溫度、pH 值、鹼度、含氮廢物（氨、硝酸鹽、亞硝酸鹽）、磷、氯/溴、氧化還原電位、導電度/鹽度、硬度（滲透壓/溶解的礦物質）、溶解氧，總氣體壓力、離子和金屬含量，以及已建立的水缸微生物生態體系。水質參數可以直接影響動物的福祉；不同類別、品種和年齡的物種可能有不同的水質變化需求和較敏感的水質參數要求。在穩定供應的水產業中，常規性地測量各種水質特性（水質測試）是必要的作法。根據動物使用計劃的大小，可確立在機構或個別動物使用者可接受的水質標準、進行測試的適當參數、測試頻率。水生動物生態系統管理的工作人員需要接受適當的培訓，了解生物方面的相關水化學，水質參數如何影響動物的健康和福祉，如何監測水質結果，以及水質如何影響生命支持系統的功能（例如，生物過濾）。

從連續監測到定點抽測所得到的具體參數和測試頻率有很大的不同(取決於不同的種類、生命階段，系統和特定參數)。新成立的系統和族群，或進行改變的畜養程序，可能需要更頻繁的評估生態系統是否穩定。已穩定的環境可能不需要那麼頻繁的測試。可能需要特別考慮來自系統構成的毒素，特別是在新建構的

系統，例如從施工材料、混凝土、結合點混合物 (joint compounds) 和密封劑 (sealants) 釋放的化學物質。氯和氯胺 (chlorine and chloramines) 可用來消毒人類飲用水、或是消毒設備，但對魚類跟兩生動物具有毒性，使用在水生系統之前，必須除掉或加以中和。

(三)、生命支持系統 (Life Support System)

生命支持系統是指用來包括水和動物的物理結構，以及用來移動或處理水質的附屬設備。生命支持系統可以很簡單，例如一個包含動物和水的容器，或極其複雜的全自動循環系統。生命支持系統的類型取決於幾個因素，包括該品種的自然棲息地、年齡/品種大小、動物數量的維持、可用性、特定水質要求和研究類型。生命支持系統通常分為三類：再循環水系統，指全部或部分的水是處於移動圍繞狀態；流動系統中的水是不斷地更換通過的狀態；靜態系統中的水是靜止的，並定期補充或更換。水可能是淡水、半鹹水、或鹽水，根據不同物種的需求而保持在特定溫度。水的來源一般分為四大類：一、經過處理的水（如自來水）、二、地表水（如河流，湖泊或海洋）、三、保護水 (protected water，如水井或含水層地下水庫的水)、四、人工水（如逆滲透或蒸餾水）。人工海水可加入適量的鹽成為新鮮水源。水源的選擇應考慮 (一) 一致的或穩定的供應、(二) 生物安全的管控機制、(三) 水量的需求、(四) 物種的需求、(五) 研究方向的考量。

再循環水系統是常見的高密度室內研究設置。大多數的再循環水系統設計成在單位時間內交流特定體積的水，並定期引進新鮮的水進入系統。這些系統具有最機械性先進的生物過濾器 (biofilters)，透過硝化細菌促進氨轉換成硝酸鹽和亞硝酸鹽，透過化氮器 [(protein skimmers (foam fractionators)] 和微粒過濾器以除去未溶解或溶解的蛋白質和其他顆粒物，透過碳過濾器 (carbon filters) 以除去溶解的化學物質，並透過紫外線或臭氧消毒循環水。該系統一般包含 1.曝氣和去氣的組件 (components to aerate and degas)，以防止水氣過飽和，2.加熱或冷卻系統以維持水溫，3. 自動添加系統 (automated dosing system) 以保持適當的pH值和導電度。並非所有的系統都能夠包含所有的組件，或是有些組件可以同時滿足多種功能。再循環水系統可設計成使用處理過的單一水源作為供應多個單獨的水缸，例如飼養斑馬魚 (*Danio rerio*)、非洲爪蟾 (*Xenopus laevis*) 及非洲有爪蛙 (*Xenopus tropicalis*) 的層架 (rack) 系統。

再循環水系統中，發展和維護生物過濾器以限制氨和亞硝酸鹽的累積是非常重要的。生物過濾器必須有足夠的大小 (即包含足夠數量的細菌)，能夠處理進入系統的生物負荷量 (bioload, 含氮廢物的含量)。該生物過濾器支持的微生物需要某些特定的水質參數。在水生環境改變時，如快速變化的鹽度、溫度、pH 值，以及添加化學物質或抗菌劑 (anti-microbials)，都可能會顯著地影響微生物生態系統、水的品質和動物福祉。如有損壞，可能需要數週的時間，才能恢復生物過濾器的功能。水質參數的變化 (如 pH 值、氨和亞硝酸鹽) 可能會對動物健康與生物過濾器的效率產生負面影響，因此對水質狹窄範圍內的變化特別敏感的物

種，需要更頻繁的監測。

當有合適的水源可以支持，可以設置連續或定時流動系統 (continuous or timed flow-through systems)（例如，水產養殖設施）。這些系統會利用非常大量的水，因為水是不被重複使用的。水可以 "按照原始樣式"使用或經過處理，例如清除沉積物，溶解過多氣體、氯或氯胺，並通過紫外線或臭氧消毒。靜態系統有各種不同的規模，從小水缸到大型的地面池塘。這些系統可利用機械設備，進行水的移動以及幫水打氣。

(四)、溫度、濕度和通風

在陸地動物章節討論的一般概念也適用於水生動物。變溫動物的研究大部分為水生或半水生動物 (魚、兩生類和爬蟲類動物)。變溫動物大部分仰賴環境溫度來維持生理功能，如代謝、生殖及覓食行為。溫度需求是依據物種自然史，並可因生命階段不同而不同。水溫可於源頭調控、或於生命支持系統內、或由大環境控制。一些半開放式系統取決於水源的溫度，因此封閉的水 (enclosure water) 溫度會隨水源溫度而改變 (例如，河流的水道 raceway)。

房間內水的容積能影響房間溫度、溫度穩定及相對濕度。同樣地，由冷卻/加熱系統產生的熱負荷 (thermal load) 可影響大環境溫度的穩定性。對於這些熱能及濕氣負載，空調系統需有對應的補償設計。大環境的相對濕度通常表示安全問題及人員舒適度，房間溼度對於水生生物並不重要，然而濕度過高可能導致水氣凝結在牆壁、天花板、水缸蓋，使得微生物增生，這會形成汙染原或是替金屬鏽蝕創造了良好環境。在乾燥的環境 (如在寒冷的天氣開暖氣的室內空間，或是在一些氣候/季節的戶外飼養空間)，蒸散速率增加，可能系統要增加大量的水，並監控鹽度/導電度的增加，汙染物或其他水質異常。半水生動物 (例如，有些兩生類和爬行類動物) 需要高的微環境濕度 (超過 50%-70% 的相對溼度)，這可能需要維持高的大環境濕度程度。

室內空氣交換率通常受熱能和濕氣負載的影響。魚類和一些水生兩棲類中，微環境空氣品質可能會影響水的品質 (亦即氣體交換),但是適當的生命支持系統設計能降低其影響度。空氣微粒和化合物（如揮發性有機化合物和氨）可能溶於水缸的水並影響動物健康，會導致水生動物病原體（如原生動物、細菌）在水生動物設施內傳播，這種情形應盡可能減少。

(五)、照明

水生或半水生爬蟲動物往往對光照、光強度和波長的變化敏感。照明特性會依照動物品種的自然史和進行的研究有所不同。快速的光照強度變化會引起驚嚇反應，並可能導致魚類創傷。所以建議室內燈光強度改變，要採用逐漸變化方式。一些水生和半水生的物種可能需要全光譜照明或補充加熱燈，以滿足生理功能需求 (例如，需要提供水龜一個曝曬區 basking area)。

(六)、噪音和振動

一般在陸地部分的概念可適用於水生動物。水能夠隨時傳輸噪音和振動。水生動物，包括魚類，可能會對噪音和振動敏感。一些設施為了減少振動和噪音，會將生命支持系統的重大組成部分設置在動物房以外的空間 (例如，過濾器 filters，泵 pumps，生物過濾器)。物種的反應各不相同，雖然很多魚類物種可以適應噪音和振動，但它可能會導致亞臨床或症狀不顯著的 (subclinical) 效應。利用隔離墊放在水族館架的下方可減少地板的振動。

二、水產飼養環境 (Aquatic Housing)

(一)、微環境（初級圍封）

初級圍封(水缸、水道、池塘、或圈欄的水(pen holding water)和動物)定義了動物的切身環境的限制。在研究單位設置的初級圍封，應該滿足下列條件：

一、允許動物有正常的生理和行為需求，包括排泄、維護和控制身體溫度，可以正常的運動和調整姿勢，並使生殖需求得到滿足。在一些變溫爬行動物和兩生類所需要表現的生理功能，如餵養和消化，可能需要微環境構成溫度梯度。

二、允許同種間的社會互動（例如，在魚類的群體活動)。

三、提供一個平衡、穩定的環境，支持實驗動物的生理需求。

四、提供適當的水質和特徵，並允許監測、填充、加氣、和更換水。

五、 允許獲得充足的食物和清除食物渣滓。

六、 限制動物逃跑，或避免動物或其附肢被意外卡住。

七、避免銳利邊緣可能造成的傷害。

八、 在干擾最小情況下可觀察動物。

九、 建構時使用無毒材料，避免有毒物質或不溶解化學品進入水生環境。

十、 不要直接或間接造成電氣危害。

(二)、環境豐富化和社群飼養(Environmental Enrichment and Social Housing)

目前對於許多水生動物並沒有沒有建立很好的環境豐富化策略。貧瘠化與豐富化的環境之間，對動物福祉、一般研究、動物成長和發展的影響，仍是處於未知狀態或是定義不清。這情況也同樣適用於對比單獨飼養或社群飼養。當考慮這個層面時，應該思考環境豐富化是否引發動物的適當行為，並評估其安全性和實用性。

一般來說，同種魚群一起飼養。許多兩生類動物，尤其是無尾類 (anuran species) 可能會集體飼養。水生動物不發生陸生動物般的侵略行為，但適當的監測和干預可能還是必要的。有些品種需要適當的物質（如礫石）進行繁殖，或者需要各樣的材質以表達其基本行為和維持健康。環境豐富化對繁殖的改善已有成功的報導，但這方面還需要更進一步的研究。對於許多物種，環境上構成視覺障

礙以提供躲藏跟遮蔽的空間是恰當的，例如非洲爪蟾 (*Xenopus laevis*)。大多數的半水生爬行動物會花一些時間在陸地上（例如曝曬、餵養、消化、產卵），對這些物種應提供適當的陸地面積。

(三)、庇護、室外和自然環境養殖(Sheltered, Outdoor, and Naturalistic Housing)

水產養殖動物飼養的情況往往會模仿農業養殖，可養在室外或庇護水道、池塘，或族群密度較高的圍欄。在這些設置之中會發生自然捕食和死亡，可以利用標準的水產養殖技術，像是最終的生產總量 (final production biomass) 來測量動物的“數量”。

(四)、空間

空間需求跟飼養密度的建議不一，並與物種的年齡/大小、使用的生命支持系統和研究的類型等有關。例如在美國，典型的斑馬魚 (*Danio rerio*) 生物醫學研究裡，每公升水飼養 5 條成魚。這種飼養密度在繁殖期或較年輕的動物時會有所變化。本指南並不一一說明其他各品種的魚類飼養密度，並且有可能隨研究進展而變化。非洲爪蟾 *Xenopus laevis* 的成體可能是每隻蛙安置在 2 公升水中，但目前已在研究環境中使用各種各樣的飼養系統。機構、研究人員和 IACUC 成員們應該進行適當的需求評估，評價每一個物種的飼養方案和對設施進行視察，並持續審查、回顧在這些領域的研究。

三、水產管理 (Aquatic Management)

(一)、行為與社群管理 (Behavior and Social Management)

通常利用視覺評估來監測動物。為了避免損壞皮膚的保護黏液層，或是對免疫功能造成負面影響，捉取水生和半水生動物應保持在最低要求。乳膠手套已與一些兩生動物的毒害有關。由訓練有素的人員使用適當的網子可以減少皮膚的損害，從而減輕動物緊迫。網子在不同的系統使用時，應經過適當的清洗和消毒，盡可能專門使用在健康狀況相似的動物。應該在設施或個人保護的層面確認保定技術的妥善性。保定技術的差異性很大，取決於動物品種、年齡/大小、飼養系統和具體的研究需要。

水生物種的運動與活動水準很少被描述，但可能從研究行為相同或類似的野生物種加以推斷。有些水生動物會持續地游泳並不休息，其他物種可能一整天都在休息，或在部分時段休息。應該要對於不同的動物和生命階段提供適當的水流速度及隱藏式或地面式的休息平台（例如，一些爬行動物和兩生動物）。

(二)、畜養 (Husbandry**)**

1.食物

一般陸地動物飼養的相關原則也適用於水生動物。食物應存放於適當的類型與方式中以保存營養成分、減少污染、防止害蟲進入。食物傳遞方式應能夠確保

所有的動物都可以在一段足夠長的時間內獲得應有的食物，同時盡量減少動物爭食和養分流失。飼養方法和投食頻率差異很大，取決於品種、年齡/大小品種和生命支持系統的類型。對於許多水生或半水生的物種並不在水缸中提供隨時可任意取食的食物，在某些情況下可能不會每日給食。

商業化食品（如粒狀飼料 pellets、片狀飼料 flakes），可適用於某些物種，其儲存時間應根據生產商的建議，或按照普遍接受的做法。在水生系統，特別是魚類養殖或維持一些兩棲類和爬行動物物種時，需要利用到活的食物 (例如，豐年蝦幼蟲，蟋蟀 crickets，麵包蟲或麵粉蟲 (mealworm beetle) 幼蟲) 是常見的。活食來源需要妥善地維護和管理，以確保能夠穩定的供應健康且適宜的生物作為食物。應注意要提供完整的飲食以避免動物營養缺乏。

2.水(另外參見本章一之(二)水質一節)

水生動物需要獲得適當的水調節。全水生的動物透過鰓或皮膚從其棲息地得到或吸收水。一些半水生爬行動物和兩生動物，可能需要碗水浸泡和飲用，水質要適切（見陸生動物一節）。自來水中可能存在氯或氯胺 (Chlorine or chloramines)，對某些物種是具有毒性的。

3.基底物質 (Substrates)

基底物質可以提供水生動物豐富的環境，促進適當的行為，如挖洞、覓食或增強產卵。基底物質可能是一個生命支持系統中不可分割的重要組成部分，基底物質可以提供更多的表面積給反硝化細菌或稱脫氮細菌 (denitrifying bacteria) (例如：底砂過濾系統 systems with under-gravel filtration)。在系統中，基底物質必須定期虹吸以清除有機碎片 (即 hydrocleaning)。應當評估整個系統設計和物種的需要，以確定基底物質的數量、類型和表現方式。

4.衛生

再循環水系統中，水生環境的衛生狀態是透過合理的設計和維護生命支持系統，定期清除水缸底部的固體廢棄物，定期換水。

衛生的基本概念在陸地和水生系統是相同的，例如提供有利條件使動物保持健康與福祉。然而有些衛生措施在水生系統會不同於陸地生態系統，因為大部分的含氮廢物 (糞便和尿液) 和呼吸系統輸出 (二氧化碳) 是溶解在水中。一個正常運轉的生命支持系統會設計如何去處理生物負荷 (bioload)，將含氮廢物保持在可接受的範圍內。移除固體的方式可能會根據該系統的設計而有不同的方法。一般都是虹吸清除 (hydrocleaning) 和過濾法。根據不同的類型，過濾器可能需要例行清洗或更換，或是具備自潔功能，或是須要適當的保養。鹽水系統中，溶解蛋白質可能會被化氮器 protein skimmers 清除。減少有機固體可以限制氮的數量，從系統中清除氮與磷是必須的，氮與磷兩者都可以積累到對魚類和兩生動物造成毒性。生物過濾器 (反硝化細菌 denitrifying bacteria)，一般負責去除水生系

統中的氨和亞硝酸鹽及潛在的毒素。這一過程中的終端產品硝酸鹽，對水生生物毒性較低，但在較高的濃度會對動物產生問題，一般是通過換水去除它，雖然大型系統可能有特化的去硝酸組件 denitrifcation unit 可降低硝酸鹽含量。

消毒一般是通過水處理來完成（例如，過濾和應用紫外線或臭氧）或透過換水來完成。氯和大多數化學消毒劑並不適合包含動物的水生系統，因為它們在低濃度即有毒性。當使用它們來消毒整個系統或系統組件，必須特別小心，以確保餘氯、化學和反應副產物已分解或清除。監測的類型和頻率取決於所利用的消毒方法、系統類型和飼養動物。

水生系統常見藻類的生長。藻類增加生長與氮、磷的存在有關，特別是有光的狀態。僅管藻類物種能產生毒素，出現於再循環水系統 (re-circulating systems) 的藻類一般不具毒性。藻類過度增長可能指示氮或磷的含量升高。藻類通常採用機械性方法去除，例如擦洗或刮除。限制藻類生長是重要的，以便可看見封閉環境內的動物。藍綠藻 cyanobacteria (俗稱藍綠色藻類 blue-green algae) 的生長也是可能的，常見於淡水養殖情況。同樣促進藻類生長的因素也能促進藍綠藻的生長，就像藻類，大多數物種是無害的，但有些物種可以產生臨床相關的毒性化合物。

規律進行消毒及更換水缸的方式往往不同於陸生系統。由於廢物溶解在水中，透過虹吸法或過濾法清除固體、定期換水，對典型的水生系統要維持足夠的衛生環境是不夠完整的。清潔跟消毒的頻率應由水質決定，水質應允許視覺上可以觀察到動物及進行動物健康監測。系統的零組件，如魚缸蓋，可能會累積飼料，可能需要每週一次的經常清潔，這取決於飼料利用的類型、頻率以及設計方式。

5.大環境的清潔和消毒

跟陸生動物的環境一樣，所有水生動物設施的元件，包括動物飼養房間和支援空間 (如儲存區、籠具清洗設施、走廊和操作室 procedure rooms)，應定期清洗和消毒，適當的頻率取決於使用面積和可能的污染性質。應選擇清潔劑並小心使用，以確保水系統不存在二次污染的產品。

清潔器具的材質應該能夠抗腐蝕與承受定期消毒措施。它們應該被保存在固定的特定區域，未經消毒程序，不應被運往不同區之間，造成污染的風險。應定期更換磨損的物品，並以整潔、有組織的方式存放在乾燥環境，有利於減少污染或滋生害蟲。

6.廢物處置

根據水量、水質和化學成分，一些設施可能需要廢水處理和廢棄物處置。地方性法規可能會限制或控制廢水的釋放。

7.病蟲害防治

陸生動物的病蟲害控制原理可以應用到水生系統。然而，由於普遍使用經表

皮吸收的防蟲劑，應用在水生和半水生的動物上，可能會比應用在陸生動物上更加敏感。使用前應適當的檢討化學品成份和應用方法。

8.應急應變、週末和例假日照顧

如同陸地物種，應提供合格的動物人員進行日常護理。人員應當對飼養系統有足夠的了解以識別故障狀況，如果他們不能處理嚴重故障，需要到下一個工作日才能做出決議，他們應該知道工作人員中有誰可以應對這一問題。自動化監測系統可能是有效的，這取決於系統的規模和複雜性。應該發展適當的緊急應變計劃，以解決重大的系統故障。

四、族群管理

(一)、識別

識別原則與陸地動物相似。識別準則要根據物種和飼養系統。在整個生活史中要單獨識別某些小型水生動物是有困難的，因此群體識別在某些情況下是較合適的。剪鰭條 (Fin clipping) 已經用於識別以及基因檢測。有多種的識別標籤可使用在魚類上，皮下注射彈性材料 (elastomeric materials) 或其他材質亦可使用。在足夠規模的動物群體中，可以利用個別轉發器標籤(individual transponder tags)。外部特徵，如個體的彩色花樣，亦可用來識別某些物種。

(二)、水生動物記錄保管

水生系統管理需要保管足夠的紀錄。一般情況下，應用在陸生動物的標準同樣地也適用於水生和半水生動物，然而須要因物種或系統的不同而修改。雖然許多水生動物使用群體識別 (相對於個體)，但仍需維持詳細的動物紀錄。一般的動物資訊要經常能夠查詢得到，尤其是用於生醫研究的魚類，包含品種、遺傳訊息(種魚鑑定、基因組成)、魚種來源、系統內魚隻的數目、水缸標示、生命支持系統資訊、育種、死亡、疾病、動物在設施內外的移動、以及受精/孵化資訊。水生動物的餵養紀錄也應保存 (如食物供應、動物接受情況)，並且確實追蹤未過期的食物補給，確保營養價值的維持。任何活體養殖的紀錄也應保持 (例如，孵化率和供應者的建議事項以及達成狀況)。

系統和水源的水質檢測紀錄，以及生命支持系統零件的維護活動，在水質的回溯及維持皆很重要。確切的水質參數測試以及檢測頻率必需清楚地制訂，這些會隨著生命支持系統的樣式、動物、及研究而更改，如同 "水質"章節所描述。假使能夠維持準確的紀錄轉讓、繁殖以及死亡率，在水生系統詳細地追蹤動物隻數往往是可行的。某些情況下動物被安置在大型的族群中 (如某些爪蟾群集) ，可由定期調查而得到確切的數目。大型水產養殖研究，相對於實際的動物隻數，估計系統的生物質 (biomass of the system) 可能會更加恰當。

参考文獻

Alworth LC, Harvey SB. 2007. IACUC issues associated with amphibian research. ILAR J 48:278-289.

Guide for the care and Use of Laboratory Animals. (2010). National Research Council, National Academic Press, USA.(prepublication draft)

Matthews M, Trevarrow B, Matthews J. 2002. A virtual tour of the guide for zebrafish users. Lab Anim 31:34-40.

NRC [National Research Council]. 1974. Amphibians: Guidelines for the Breeding, Care and Management of Laboratory Animals. Washington: Printing and Publishing Office, NAS.

第十二章　實驗動物之營養

實驗動物為當代基礎醫學、生物科技及農業技術發展中所不可或缺的材料。品質良好的實驗動物，取決於有計劃的繁殖育種制度，嚴謹之疾病監控，及標準的飼養條件；另一常被忽略的重要因素為實驗動物之營養需求，動物個體需獲取均衡之營養分，以維持正常生理機能，其營養需求會因個體之生理狀況，如維持、成長及繁殖階段，動物種類、年齡性別而有所差異。若攝取量不足，或營養不均衡，則體內營養代謝會呈負債狀況，短期缺乏尚可藉由體內蓄積之營養成份轉換供應，長期缺乏，則往往會產生營養性機能障礙，衰弱致死。反之，若攝取量超過身體代謝所需，所吸收的養分會轉變成脂肪而堆積於體內，而造成肥胖症。

為確保動物每日攝取之飼料為均衡之飼糧，從配方設計、原料選擇、製造過程、運輸、儲存，到最後之餵飼，都須仔細考量監控，同時要確實掌握飼料本身中各種污染物質，如重金屬、黴菌、殺蟲劑及抗生素等的含量，以避免動物正常生理機能及實驗結果遭受影響。

飼料供應的容器應放置在適合的地點，以避免飼料被動物排泄物所汙染。而就群居動物而言，不單要提供大小適中的容器，同時也應該給予足夠量的飼料及進食時間，讓每一動物個體都能攝取到每日所需的營養分。

一、影響營養需求的因素

(一)遺傳特質

同種間不同品系的動物，會因遺傳基因表現程度不同，而影響到營養需求。例如在 ODS 大鼠，因為基因突變造成 L-gluconolactone oxidase 酵素缺乏，使個體無法合成維他命 C。其他如靈長類動物、天竺鼠等，亦無自體合成維他命 C 的能力。此一酵素之活性在不同種動物或不同性別間會有差異，造成動物對維他命Ｃ有不同的需求。因此，於飼料中應添加適量之維他命Ｃ，以滿足不同種類動物間之需求。

(二)生理狀況

動物在不同的生理狀況中，如生長、懷孕和泌乳時，對營養需求會有所不同。個體需從飼料中獲取額外的營養，以滿足其進行組織合成修補或產製乳、蛋、毛所需之原料。從農場動物研究資料顯示，生長速率和泌乳會影響個體對養分之需求。在實驗動物中，目前雖無直接資料顯示，但類似現象亦可能發生。

(三)環境因素

環境因素會改變動物對養分之需求。就恆溫動物而言，若暴露在熱中性帶(thermo neutral zone)以下的溫度，勢必需產生較多的熱能，以維持體溫之恆定。反之，在高溫環境中，動物採食意願會降低，此時應提供高營養密度之飼料，使動物獲得足夠養分。個體若有異常採食之行為時，為避免過度肥胖狀況出現，則可用低營養密度飼料供應。房舍種類亦會影響動物對養分之需求。例如，動物可由鍍鋅的盒子表面接觸攝取到鋅元素，而養在實體盒子的動物，則可由糞便中攝取到額外之養分。溶解在飲水中的金屬元素，如由銅管釋出之銅元素，也會影響到飼料中之礦物質含量。有些微量元素，如鉻（Cr）及鍶（Sr），會漂浮在空氣

中，若控制不當，也會污染到實驗條件，針對此類型之研究，就必須利用具有空氣過濾功能之隔離操作箱，來杜絕環境因素可能造成之影響。墊料異常攝食，會增加腸胃蠕動速度，加速物質通過腸道之速率，降低營養份之利用率；若墊料本身含有殺蟲劑或微生物毒素時，則會對動物造成直接之傷害。

(四)微生物狀態

在正常飼養條件下，動物腸道中存在有極大數目的微生物。這些微生物在腸道中行代謝作用，產生如水溶性維他命 B、K 及胺基酸等有機物質。通常這些物質無法被個體再吸收利用，除非是藉由採食糞便行為再攝取獲得。這些物質被利用情形，會因動物種類、飼料成分、飼養條件不同而有所差異。因此，設計實驗時，就須考慮是否容許食糞行為之發生。在無菌動物個體中，因腸道內微生物狀態與一般動物不同，因此在調配飼料時，必須調整飼料成分及製造方法，以滿足個體需求。

(五)研究條件

實驗操作，如手術或於飼料中添加測試物質時，會造成動物緊迫或改變飼料的適口性，使動物食慾減退，進而影響飼料的採食。此時就必須給予適口性較佳的飼料或提供高養分濃度的飼料。在限食性實驗中，應調整飼料配方，增加部分養分之濃度，以補充因攝食量減少而導致不足的部分，否則會影響到其他養分的吸收利用情形。

(六)養分間的交互作用

在調製飼料時要留意養分間之關係，因為某種養分攝取量增加時往往會影響到另外養分之吸收和利用，例如改變飼料中能量的濃度，會影響到動物的攝食量。當使用高熱量飼料時，攝食量便會下降，此時就必須調高飼料中養份的濃度。另外的例子，如不同的礦物質元素會競爭同一吸收位址或同一運送系統，而影響到彼此被吸收之效率，例如鈣、磷、鎂及維他命 D 間之關係。因此在調配飼料時，若存在不尋常之養份濃度時，則應考慮其會對其他養分造成何種影響，進而改變其他養分之含量，以為補救措施。

二、營養成分

實驗動物之飼料，必須為一均衡之飼糧，以供動物所需。營養分依化學性質及其功能，可分為水分、蛋白質、碳水化合物、脂肪、維他命、及礦物質等六大類。飼糧中若缺乏某些營養成分，短期會對個體產生機能障礙，或產生營養性疾病；長期採食不均衡之飼糧，嚴重者會造成個體之死亡。

(一)蛋白質及胺基酸

蛋白質由胺基酸組成，飼料中之蛋白質需經消化分解成胺基酸，才能被利用。蛋白質為體組織的基本構造，包含肌肉、神經、結締組織、酵素、抗體、血球等。體內蛋白質含量是呈動態之變化，即體組織不斷地在進行更新修補，當蛋白質之合成速率大於分解速率時，動物個體才能進行生產的功能，如胚胎形成、成長、泌乳等。

動物體內之胺基酸，可分為非必需胺基酸及必需胺基酸二種。不同動物其對必需胺基酸種類之需求會稍有區別。合成蛋白質時，除非限制胺基酸補足，否則其他胺基酸的利用會受到影響。因此，在配製飼料時，務必充分供應必需胺基酸，

以免障礙產生。胺基酸無法蓄積在體內，攝取過量對動物並不會造成妨礙，過剩的胺基酸可被肝分解作為能量的來源。飼料添加過量之胺基酸，會導致製作成本的提高。

飼料中蛋白質添加的量與蛋白質的品質有關，即與蛋白質中胺基酸組成份、蛋白質之消化率及消化後營養成份之利用率等有關。理想的飼料，其胺基酸組成，不可能只藉由一種蛋白質性原料調配而成，而需利用多種蛋白質原料互補調配，以獲得均衡的胺基酸需求。一般作為動物性飼料之蛋白質原料，其含硫胺基酸的含量往往較低，因而在製作時會額外添加甲硫胺酸，以補充不足的部分。

(二)能量

飼料中所提供的能量，可作為動物進行肌肉收縮、代謝反應、體溫維持、修補合成組織時的燃料。脂肪及碳水化合物為飼料中主要能量之來源，蛋白質亦可作為能量之來源。食物中含有的能量值是由食物之消化率及其存在之化學能推算出來，飼料完全燃燒所產生之能量稱之為總能（gross energy, GE），一飼料的總能並不等於該飼料之消化能（digestible energy, DE）或代謝能（metabolizable energy, ME）；消化能為總能扣除糞便中之能量，而代謝能則為消化能扣除尿和發酵氣體的能量。同一種飼料的代謝能就不同種動物而言是不相同的，此差異性主要來自生理特質及消化道構造之不同。在計算飼料配方時，這三種表示法有其代表之意義，其中要以代謝能較能精確顯示飼料中可被動物利用的能量總值。

能量需求與動物之體型大小、體表面積、活動多寡、生理狀況及環境溫度有關，通常是以代謝體重（metabolic body weight；即 body weight $kg^{0.75}$）來換算。體型相似之動物，在靜止禁食狀態下，能量需求約為 450 仟焦耳（kilo Joule；kJ）。維持、成長、懷孕及泌乳狀況下所需之能量要高於此值。實驗動物因被侷限在有限空間中，活動量少，因而維持所需之能量與基礎代謝能是相當的。懷孕期採食量會增加，而泌乳期間所需的能量也會遠超過生長所需。

碳水化合物為動物飼料中最大宗的能量來源，常見者為穀類（如大麥、燕麥、玉米及小麥）中所含有之澱粉及醣類。澱粉可為唾液及腸道中之酵素分解成單醣後，直接被吸收利用，或經腸道中微生物之發酵作用，分解碳水化合物以供宿主利用。碳水化合物之代謝能值為 17kJ/g。

脂肪為高單位之能量來源，代謝能值約為碳水化合物之兩倍（38kJ/g）。體內能量之堆積亦以脂肪形式存在。脂肪除了作為能量之供應外，亦可幫助其他物質之吸收（如脂溶性維他命）。脂肪酸亦為體內必需之營養成份，若缺乏則會造成機能異常。通常飼料之適口性會因脂肪之添加而有所改善。

(三)能量蛋白質比

在任意採食的條件下，動物會進食到能量需求被滿足為止。因而，就高能量飼料而言，動物的攝食量會比低能量飼料為少；當攝取量減少之同時，其他養分的攝取量也會有等比例減少之情形。因此在設計高能量飼料時，務必調整其他養分含量，避免不足現象產生。在調整飼料時，尤其要注意蛋白質含量。若能量蛋白質之比值過高，動物對胺基酸的攝取量會不足，而使得生長或繁殖性能變差。反之，若比值較低，則胺基酸會被作為能量的來源，是非常不經濟的作法。

(四)纖維

植物性飼料中有大部份成份是為單胃動物所不能利用的，一般我們通稱此為纖維。常見之飼糧纖維（dietary fiber）包括，膠（gums）、半纖維素（hemicellulose）、

纖維素（cellulose）及木質素（lignin）。 纖維素並無營養價值，但因具有膨大疏鬆之特性，有助於腸道內容物之移動。另外，纖維具有蓄存水份之特性，且可使消化酵素容易與腸內容物接觸，使養分之消化及吸收更易於進行。飼料中添加纖維亦可改善適口性。然而部分礦物質會吸附在纖維上，致使其被吸收之效率降低。纖維之主要來源為植物性，尤其是穀類，如燕麥、小麥。在純化飼料中習慣上會添加 5-10%之纖維素。

(五)維他命

維他命為飼料中之微量成份，但為動物進行各種生理代謝機能所必需之元素。通常可因其物理性狀，簡分為脂溶性（如維他命 A、D、E、K）及水溶性（如維他命 B、C）維他命等兩大類。脂溶性維生素可蓄積在體組織中，不需每日供應。而水溶性維他命不易蓄積在體組織中，必須由日糧中提供。

維他命於代謝反應過程中，扮演著輔酶的角色，而非直接鍵結於代謝產物中。維他命於天然產物中含量豐富，例如穀類及酵母菌含大量之維他命 B 群，魚油中富含維他命 A 及 D，新鮮綠色蔬果則富含維他命 C 及 K。維他命 D_3 可經陽光紫外線照射而在皮膚中形成；鳥類無法有效利用 D_2，因而需在飼料中添加 D_3。多數之哺乳類動物均可有效運用 D_2 或 D_3，唯獨新世界猿猴類在運用維他命 D_2 之效率會差些。胡蘿蔔素為維他命 A 之前驅物，綠色植物中含量高，其中又以胡蘿蔔素（β-carotene）之活性最佳。就多數動物而言，維他命 A 之產製主要在腸壁及肝臟中進行，唯獨貓類是例外。

(六)必需脂肪酸

必需脂肪酸指的是亞麻油酸及亞麻仁油酸。兩者都無法在體內合成製作，必須自植物性油中獲得。實驗資料顯示，多數不飽和脂肪酸具有類似維他命之功能，若在飼料中缺乏時，則會造成生長延滯、皮膚炎及皮屑。

(七)礦物質

在動物營養上，依身體對其需求量之多寡，而可分為多量元素及微量元素。身體需求量最大之礦物質元素為與骨骼形成有關之鈣、磷及鎂元素；與細胞及組織液滲透壓之維持有關之鈉離子、鉀離子、鎂離子及氯離子；而微量元素除了具輔酶之功能外，其他如鐵與銅和血紅素合成有關；碘與甲狀腺素合成有關；鈷則與維他命 B_{12} 合成有關。多數之礦物質都可自作物原料中獲得，部分亦存在飲水中，因此在配製飼料時，通常並不需要額外添加。鈣則會以碳酸鈣之型式添加。有些植物中含有大量之植酸（phytates），影響到礦物質如磷、鐵、鋅及鎂之吸收利用，此時在調製飼料時須額外添加。純化飼料中亦需添加所有之礦物質。

(八)水

水為支持動物生命功能之重要營養份，但往往為人們所忽略。就成熟動物而言，水分含量約占總組成 50%；血液中的含水量則高達 80%。除此之外，水在動物體內亦參與多項功能：

1. 體細胞內參與生化反應，如營養元素之分解、組成、代謝；
2. 細胞內之溶劑，以利組織細胞間氣體養分之運輸交換；
3. 正常體溫之維持；
4. 代謝廢物之排泄。

嚴重脫水往往會導致體細胞機能停止，甚至造成個體死亡。因而經常不斷地

供應純淨水源供實驗動物飲用，對正常生理機能之維持與生命之延續，是相當重要的。

動物每日需水量，因動物種類、年齡、生理狀況、活動量、環境氣候、乾料攝取量、和飼料種類而有所不同。動物體內所需的水份，至少有三種主要來源，(1)直接飲用；(2)食物中之水份；及(3)代謝所產生的水份。後者可經蛋白質，脂肪，碳水化合物氧化代謝後產生。不同地是蛋白質代謝後，會產生尿素。在正常狀況下，尿素會隨著體液循環排至體外。倘若在餵飼高蛋白質飼料之同時，未能充分供應飲水，則體內尿素無法有效排除，則會導致動物組織細胞產生中毒現象。在餵食高蛋白質飼料，或只供應乾料時，一定要給予動物足夠之飲水。嚴重脫水時，動物會出現拒食之現象。

一般而言，嚙齒類動物，如大鼠，小鼠，皮膚上無汗腺之分布，因而在高溫環境中，無法適應並有效調節體溫。在高溫環境下，這類這些動物並無增加飲水量以補償喪失之水份。其往往藉助行為，如挖洞、來降低體溫。因而要避免將動物長期暴露在高溫惡劣環境中。沙漠動物、如沙鼠有抗乾旱之生理特質，但若長期餵食乾料，而不供應水分也會導致動物個體虛脫死亡。

實驗動物飲用水水質標準，ILAR（Institute of Laboratory Animal Resources）之建議為「正常而言，實驗動物應可依其需要，隨時隨地的獲取足夠的飲水。至於飲水之品質及可適合飲用之標準，則因地區之不同而有所差異。定期進行水質檢測，包括硬度、pH 值、微生物或化學性汙染物質濃度等項目，對於水質之監控與動物健康之維持是必要的措施」。實驗動物的飲水應以提供新鮮純淨之水源，並採自由飲用為原則。實驗動物飲水，通常需先經處理，以除去不必要之污染源，如致病性微生物，有機物質及化學物質之污染。水中含有之礦物質會因地區不同而有差異。動物飲用水最好由水源直接供應，而不要經儲存桶間接給與。供水水管材質必須謹慎考慮，在軟水區應避免使用鉛或銅管。有報告顯示硬水水質與某些品系動物之腎結石有關。水中含有之鈣質亦可防止動物有缺鈣之情形。有些區域水中之鎂、鐵、氯濃度偏高，會導致動物產生中毒現象。

三、飼料設計及製作

配製飼料時，應注意幾個重要因素：1、需能滿足動物的營養需求；2、確實明瞭飼糧使用之目地；3、原料獲得之難易；4、是否需經滅菌處理，是否需要額外添加營養成份之含量；5、儲存期限；6、製作成本，以設計出一均衡飼料。

(一)飼養目的

在設計飼料配方之初，即應先了解每種飼料使用的目的，再藉由不同原料組合調製成所需之飼料養分規格。就研究人員而言，除了研究的營養成份項目外，其餘的營養成份含量比例應該是固定的，包含養份濃度及原料組成。而就實驗動物繁殖供應廠商而言，因考量到飼養成本因素，因此會採用不同之原料組合配製飼料來餵食動物，這種作法是可被接受的。

(二)原料之微生物狀態

實驗動物飼糧不應含有任何病原微生物，尤其是用以餵飼無菌動物之飼料，更不能含有微生物，因而在原料之選取過程，就應作嚴格之篩檢。例如所使用之肉骨粉，不應有沙門氏菌污染之可能。調製好之原料，在進行蒸氣加熱打粒擠壓

處理步驟時，微生物含量會明顯降低，通常此一品質已符合一般飼養環境之動物使用，若是使用於無特定病原動物或飼養在隔離區動物時，則應先經滅菌處理，方可使用。

(三)飼料價格

低價購得的飼料，其營養成份含量，往往會有較大之變異，品質也較難掌握，這些變數最終將顯現在動物實驗的結果中。事實上，就整個研究計劃經費而言，用於動物飼料之費用，僅佔極小之一部份，因此用價錢作為評估飼料優劣之標準，是為不智之舉。反之，在進行較嚴謹的實驗時，更應採用純化飼糧來取代天然原料調製的飼糧，雖然費用會較高，但所獲得之實驗結果會較一致。

(四)原料之選擇

生產飼料所採用的原料，應選用普遍存在而且容易獲得的種類，如此製作的飼料品質才會一致。原料的選擇會受到下列因素影響：產地、供應之區域性、成本、原料品質。任何一種原料之品質及污染物質之含量，都必須加以分析，以作為原料取捨、配方設計時的參考依據。原料使用前亦需詳加檢視，確信無敗壞、長蟲、遭受污染或其他變質的狀況產生。

(五)適口性

飼料之適口性指飼料可被動物接受之程度，取決於物理性狀及味道二大因素； 前者指顆粒大小及硬度，後者則須藉助原料的選擇、配方研究及製作技術，以生產出口感能被動物所接受的飼料。

飼料經過打粒處理後，有助於動物的攝取，且可增加動物的進食量。飼料浪費程度會因飼料形態、動物之食慾、飼料槽的設計之不同而有所差異。例如，若將太軟的飼料放置在盒蓋上，或盒蓋鐵絲網間格過寬，都會增加飼料浪費的可能性。每種成分在打粒前若能完全磨碎粉化，這對減少浪費也會有很大的幫助。

就豬、狗、靈長類動物而言，在飼料製造時會添加調味劑或其他物質，以增加飼料之口感。就實驗動物而言，這種作法，應盡量避免，以免影響到實驗結果。另外在改變飼料之口感的作法上，也可將之製造成不同之型態，例如：狗貓飼料有濕料、罐裝及半濕型（soft-moist）等三種型態。就兔子而言，採食粉狀飼料之意願會比粒狀飼料較低。嚙齒類動物及兔類，需藉助較硬之飼料來磨損門牙。然而太硬之粒狀飼料，對幼小動物而言，會影響其採食量及生長狀況。

四、飼料品管監控

(一)飼料品質對實驗結果的影響

就經濟動物而言，飼料營養成份濃度須針對不同之生理狀況而作調整，以獲得最大之飼養經濟效益。而就實驗動物而言，因為市場需求量較小，飼料開發經濟效益不高，因此一般單位只能購買現有之商業飼料，餵食不同生長階段和實驗目的之動物。

事實上，若因實驗需要而需調製特殊飼料時，在設計時即需作整體性之考量，因為每種養分在體內都有其特殊的功能，且營養成份彼此間也存有複雜的關聯性，例如，飼料中蛋白質含量會影響肝臟中酵素活性，進而改變藥物或其他化學藥品的代謝速率。另外，如病理學上的腎臟鈣化之形成與飼料成份及蛋白質含

量變異也有極大的關連性。

不同品牌包裝的飼料，營養成分一定會有所不同，即使同一種飼料其營養成份也會因原料成分或產製批次不同而有所差異，這種差異性對實驗也會造成影響。另外，如經常存在棉花種子、玉米及堅果中之非營養污染物質（如細菌毒素）、重金屬、殺蟲劑、肥料等污染物質，都可能影響實驗結果。在進行實驗前，對可能存在之污染物質的含量，應作篩檢分析，以降低動物被污染的可能性。目前，在市面上有多家飼料供應商可提供經認證的飼料（certified diets），這類廠商將可提供消費者相關的分析測試報告（例如汙染物之殘留量報告、營養成分分析報告等），使用者則可藉由報告數據之取得而獲得更好之保證。

(二)飼料品質的確認及污染物質的來源

為求得飼料品質之一致性，首先必須將每批購得的飼料原料，進行「近似分析」，再依據分析結果，推算飼料中各成分的確實含量。因為原料的營養價值，會因生產季節及產地不同有所差異。其次，因人為的疏忽或因配方計算錯誤，而導致實際養分含量與預期數值差異過大。另外因使用較不安定的成分原料，或原料含有污染物質，造成該批飼料不適合用於實驗動物飼養上。這些可能出現的危機，往往可藉由定期執行飼料成份篩檢分析工作，來加以杜絕。

飼料篩檢所需的樣品應從不同袋或容器中取得，並送至有信譽之單位作檢測工作。分析項目至少應包含近似組成成份分析數值，例如，水分、粗蛋白、乙醚抽出物、粗脂肪，灰分及粗纖維或酸洗纖維含量等。此外，如化學性、生物性及病原菌等項目，若會影響動物品質時，則須列為檢測項目。

就多數實驗而言，尤其是毒理及免疫實驗，飼料中都不應有化學性及生物污染物質。NRC (National Research Council) 建議下列物質，不應存在飼料中，包含：1.殺蟲劑；2.害蟲（尤其是昆蟲及跳蚤）；3.細菌、細菌毒素及微生物毒素；4.天然之植物性有毒物質；5.營養成份之分解物質；6.亞硝酸鹽類；7.重金屬。而有關化學污染物質在飼料中的最大的容許量，Rao and Knapka 在 1987 年的報告中，列出四十種污染物質含量，同時對其可能造成的影響，有詳細說明。

在整個飼料製造過程中，應避免意外污染發生的可能性。例如為避免機器本身保養劑或上批飼料殘留所造成之污染，在製作新配方飼料時，可將每日前面產製部分棄置不用。另外在產地對殺蟲劑或除虫劑之管制使用，亦可減少作物原料藥劑殘留問題。每批穀類原料應作分析，以確信因儲存及運送而添加之 benzene hexachloride 含量在容許範圍中。對進行肝機能測試之實驗，研究者須分析飼料，以確信殘留之殺蟲劑不會影響到微酵素之功能。飼料中常添加抗氧化劑以增加脂肪之安定性，減少酸敗發生之狀況。大量添加天然抗氧化劑，如維他命 C 或維他命 E（α-tocopherol），對動物不會造成中毒現象，但若是添加 butylated hydroxytoluene (BHT)，其添加量佔飼料乾重的 0.2%時，對大鼠而言，會降低生長速率，致使肝臟重量及微酵素的濃度上升。Gallates 會影響繁殖性狀，應避免使用。抗生素、色素、調味劑及抗凍劑均不可加入飼料中。若需在飼料中添加任何一種物質時，應針對該物質事先評估考量，瞭解其對動物實驗之影響。

(三)影響飼料品質的因素

飼料之營養價值會受到外界環境因素之影響而遭受破壞，這些因素包含：光

線、空氣、熱源、化學煙燻處理、輻射照射、運輸與儲存條件等。

(四)光線

飼料中有多種成份，經光照射後會起化學變化而遭破壞分解。常見者如核黃素、葉酸及維他命 B_{12} 等對於光較為敏感，因而在製作、運送、儲存期間，應將飼料存放在陰暗處，減少養分流失破壞的程度。

(五)空氣

飼料在製作過程中，若攪拌過度，會增加養分成分（如維他命Ａ）發生氧化之機率。若飼料中存在有酸敗之脂肪時，則氧化現象會加速進行。添加抗氧化劑有助於減緩氧化過程的發生。

(六)加熱處理

飼料經乾熱和蒸氣處理，亦會導致養分氧化變質，甚至產生有毒物質和抗養分吸收物質之出現。一般而言，破壞的程度與溫度及時間成正比。例如不當加熱處理，會使胺基酸在蛋白質中形成鍵結，或胺基酸與脂肪和碳水化合物鍵結，而形成不可消化的物質。多數維他命在高溫也會遭到破壞，特別是硫胺酸、吡眵醇、維他命 A 及維他命Ｃ。這種現象在純化飼料中的破壞程度會比在天然飼料為嚴重。加熱處理對飼料的物理性狀亦會有影響。例如顆粒會變形解體、硬度增加、凝結成塊或產生異味而降低適口性；另外，加熱處理不當，會導致黴菌孢子之滋長。飼料在製作時，可添加物質以達抗氧化、改善適口性、或抑制黴菌生長等效果。粒狀飼料結塊問題，可藉由利用抽真空式之滅菌鍋進行滅菌、減低平鋪飼料的厚度或在製作時加入滑石粉和二氧化矽等措施來加以改善。

(七)煙燻

較常使用的煙燻劑為環氧乙烷氣體。經處理的飼料，營養成份變異不大，但必須放置在室溫環境中充分曝氣，以免葯劑殘留，影響動物生理特質。資料顯示，常見之殘留物為 2-chlorothenol，該物質經吸收後，會在肝臟中被代謝分解，這種情形可能會影響到肝功能之進行，進而對某些研究造成影響。環氧乙烷氣體對維他命和胺基酸的破壞程度，目前並無一致之說法。

(八)伽馬射線照射處理

通常運用在以穀類為主要組成之飼料中，其可承受至少 5 Mrad 之照射，而不會出現養分被破壞現象。部分之養分如硫胺酸、吡眵醇、維他命 E，可能會受到些微之影響。而就蛋白質之品質而言，幾乎沒有任何影響。飼料中若有水氣存在，經照射後，會產生 hydroxyl 自由基，此可能會對動物組織器官造成損害。歐美國家對實驗動物飼料之容許照射劑量，都有明確之規定。

(九)運輸

運送途中造成飼料損害的原因有：一、因擠壓而造成粒狀飼料顆粒破損；二、包裝破損；三、協調不佳而使飼料屯置於不良環境之中，導致營養成分流失變質或遭受汙染。在運送過程中，飼料應裝載在堅固之容器中，以避免外力破壞而受損。塑膠包裝可阻絕外界空氣及水接觸飼料，及因搬運而破損之可能性。但飼料本身必須完全乾燥，以避免在密閉包裝中長期存放，而發生潮解、長霉。厚紙袋也是很好的包裝材料，因除可提供保護、防雨外，也能提供通氣效果。運送飼料

時，要與其他物質區隔，以避免病菌及化學藥劑污染。

(十)飼料儲存區的環境條件

飼料中營養成分品質的穩定性，會隨溫度及濕度的降低而提升。在溼熱環境中，飼料變質速率會加快，微生物含量也會因濕度增加而快速孳長。任何一批飼料，保存期限長短會因儲存條件不同而有所差異。天然原料製造的飼料，若儲藏在空調環境，應在製造後六個月內使用完畢，添加維他命 C 的飼料，則應在３月內使用為佳。純化飼料及化學成分定義的飼料，因為所使用之原料成分較不穩定，此類飼料應保存在 4℃以下之環境中，且應在製造後 6 個月內使用完畢。對長期儲存之飼料和儲存於條件較差的場所之飼料，於使用前應對養分作分析化驗，以確定實際含量。對不含抗氧化劑或含高量易敗壞成份飼料，如高油脂的飼料，須訂定特殊的處理及儲存標準。

高脂肪含量的飼料在製造及儲存時，有幾點因素，要特別注意：

1.不飽和脂肪酸極易被氧化，造成必需脂肪酸的不足；

2.氧化酸敗之脂肪，會使飼料適口性變差；

3.高脂肪的飼料在製造時應添加抗氧化劑，以降低氧化變異之機率；

4.為避免變質情形發生，積極措施為運用低溫冷藏貨櫃運交飼料，並可在封櫃前將貨櫃內部充填氮氣；

5.用含高量不飽和脂肪酸飼料餵食動物，應每隔二十四小時至四十八小時，更換新鮮飼料；

6.高脂肪酸飼料中宜添加額外之維他命，以減低體內過氧化反應產生；

野鼠及昆蟲不應出現在儲存區域，以免飼料因沾染糞尿而感染病源菌。飼料若遭微生物、腸道寄生蟲、節肢動物和黴菌污染時，極有可能導致動物染患疾病，並造成飼料的敗壞。

實驗動物管理者為確保飼料在儲存期間維持一定之品質，除對自身的儲存場所要有一定的管理規章外，同時應對飼料製造商及供應商之儲存場地進行評鑑，考量項目包括：蟲害防治、儲存條件及進出貨管理措施等。儲存場地要能夠防止蟲害侵入，且能維持在一低濕度及溫度〔天然成分飼料之建議儲存條件為 21℃、相對濕度在 50％以下之氣候環境〕之條件。飼料存放需利用隔板，避免直接接觸地面；儲存位置應作調整，使舊飼料能被先利用。通常飼料袋上會記載製造及使用期限，但若在高溫高濕之地區且無良好之存放場所，則應在最短之期限中使用。天竺鼠及靈長類動物之飼料中有添加維他命Ｃ，在儲存期間應特別留意，有無破壞嚴重而導致攝取不足之情形發生。開啟之飼料不應直接放置在儲存區內，而應放置於可防蟲害侵入之容器中並加蓋存放，並儘速使用。容器使用後應清洗乾燥後，才可再度使用。

五、飼料種類及運用

(一)粒狀飼料（pelleted diets）

實驗動物飼料最常見的為顆粒狀，這種飼料是將磨碎的原料加水混勻後，再將之擠壓通過鑄模以形成顆粒。篩孔孔徑大小及形狀，決定飼料外形，而旋轉刀片控制顆粒的長度，最後在加以乾燥成形。有時在製作時會加粘結劑以增加顆粒

品質。粒狀飼料的優點為：1.易於處理，儲存及使用；2.減少動物房內的粉塵；3.可避免動物挑食原料成份；4.減少浪費。缺點為不易再添加欲測試之物質於飼料中。

(二)擠壓飼料（extruded diets）

擠壓飼料與粒狀飼料不同之處在於前者是在高溫高壓下被擠過鑄模，通過後旋即讓顆粒膨大。因此密度比粒狀飼料低。擠壓飼料適用於，如狗、豬、猴子等動物，但不適合嚙齒類動物使用，因密度低鬆散，採食時較容易形成浪費，且製作成本比粒狀飼料高。

(三)粉狀飼料（powder diets）

粉狀飼料也常被用於動物實驗，主要原因在於容易將測試物質與飼料混合。缺點為粉狀飼料在儲存期間容易結塊。且需與特殊飼料槽配合使用，否則極易造成浪費，降低利用效率。測試物質若具毒性，在操作時應特別小心，以免產生粉塵危害到周遭的生物。解決粉塵問題可將其與果凍粉及水混合，製成果凍，切塊餵食。若採用此種方法，則果凍中所含有的碳水化合物，胺基酸及礦物質的含量，都要計算在內。果凍飼料應存放在冰箱中，以避免微生物孳生，同時必須每天更換，以保持飼料之新鮮度。

(四)碎粒飼料（crumbled diets）

碎粒飼料是將粒狀飼料或擠壓飼料壓碎，再利用篩網區分出顆粒大小，分別用來餵食不同的動物，包含鳥類及魚類。理論上此種飼料的每個顆粒應含均衡之營養成分。雖無粉狀飼料的缺點，然而不常被使用在嚙齒類動物上。

(五)液體飼料（liquid diets）

基於特殊的需求而產製的，例如要利用過濾方式來滅菌飼料，或用來測試酒精對養分需求與利用之影響。有時候，純化飼料會加水製成液體型式來餵飼動物。初生動物常常餵予由乳製品製成之液體飼料。液體飼料必須放入冰箱保存，避免微生物滋生。

(六)純化飼料（purified diets）

利用純化的營養成份，如碳水化合物（澱粉、蔗糖）、蛋白質、維他命等原料，所製造出飼料稱之為純化飼料。其優點為：1.可以用固定配方生產出相同的飼料；2.可以任意調整成份比例，以觀察養分間的關係。然而這些原料還是有可能含有其他營養元素，如酪蛋白（casein）和乳白蛋白（lactalbumin）中會有鈣和磷的存在；或者在未處理的玉米油中，會含有維他命 E。純化飼料製造費用會比天然原料之飼料（natural-ingredient diets）高出五到十倍，且不宜長期用於餵食維持階段的動物。

(七)化學成份定義飼料（chemically defined diets）

利用基本的營養成份化學元素，如葡萄糖、胺基酸等合成的飼料稱之。此類飼料適用於營養性實驗，免疫性實驗（極低之抗原含量）。可製成液體狀並利用過濾消毒，而使用在無菌動物飼養條件上。此種飼料與純化飼料兩者在應用上較不普遍，原因在於購製成本較高、飼料本身適口性較差、且其保存期限會比一般飼料短。

(八)配種及維持飼料

為滿足雌性動物於懷孕與泌乳期間，及年幼動物於快速生長階段中，生理代謝對養分需求的增加，而供應特殊飼料是必須的。同樣地，用配種飼料來飼養所有的動物是不經濟的，且導致動物過度肥胖。採用不同飼料來飼養動物，其缺點為，1.製作成本增加；2.增加管理上的複雜性。因此，單位應依其任務特性，來選取最合適之飼料，例如會經常使用數目較龐大的動物進行長期性實驗時、基於成本經濟因素，則可考慮配製較低養份濃度含量的飼料。

(九)人工餵飼

利用人工餵食技術來養育實驗動物，是件費時費力工作。因此，這種技術通常只運用在產製特殊動物，如無菌動物或進行免疫實驗（避免乳汁中之免疫系統干擾）。

一般而言，雌性動物所分泌之乳汁，其成份會因幼小動物之成長速率的不同有所差異。成長速率較快之小型動物與成長速率較慢體形較大之動物相比較時，其乳汁中所含有之能量與蛋白質成份均較高。

資料顯示利用牛奶，人工合成牛乳或人乳為基礎所調製出之人工餵食配方，在餵飼實驗動物，具有極佳之效果。目前人們對不同動物所分泌乳汁成份，並不是十分明瞭，因而針對某一特定動物來調製特殊之乳汁，在開發過程中嘗試過程是難以避免的。另外，餵食技術之純熟度也是人工哺育成功因素之一。

(十)術後動物的營養需求

實驗操作會增加動物對養分的需求。額外的養份需求，主要在復元修補組織之用。一般對經過手術操作的大型高等動物（如貓、狗、猴子等），通常會給予特殊的食物以鼓勵其進食。同時也供應所需的養分。例如給予牛奶和高單位養分之液狀食物，另外再補充蛋及肉。就狗貓而言，可供應加味飼料，或以肉為主的飼料。有時候，利用餵食管直接供應動物必須之養分，對手術後的動物而言，也是必要的措施。

(十一)補充料

近年來，人們對於維護實驗動物福祉之觀念，益形重視，因而有些學者建議應將水果、新鮮蔬菜、種子及麵包等，少量搭配在每日飼料中給與，藉以改善動物採食的意願。然而這種作法往往僅是基於人類主觀的意識而做的決定，非旦無法對動物提供任何益處反而會對動物造成傷害。因為這類補充料往往不是均衡之食物，攝食後，會導致動物營養不均之情形。再者，這些補充料的養分成份及含量變異頗大，攝取後，會增加實驗定義上的困擾。而且變成一種規律性的作為，對正規飼料養分之吸收產生稀釋的效果，因此若一定要餵予時，應該當作開胃劑般偶而給予。

給予實驗動物新鮮的補充料，尤其是動物性者，因衛生條件較難掌握，因而會提高微生物傳播感染疾病的危機，尤其對隔離區內之動物危害更大，因此應加以避免。如果無法完全避免，而必須餵予動物新鮮蔬果時，務必利用乾淨水源將蔬果表面徹底洗清，或摘除表皮和外層葉片等，以降低微生物的數目。對當天未食用之補充料，必須加以清除，以杜絕腐敗污染之機率。補充料的給與，若事前

知道會導致動物行為異常、感染疾病或影響實驗結果時，則不宜實施。

(十二)食糞行為

常見於囓齒類動物及兔，其作用是將腸道微生物產製之養分藉由攝食糞便，再吸取利用。像天竺鼠和家兔，因腸道末端中含有纖維水解酵素，藉食糞行為可將排泄出之代謝產物（如碳水化合物）再吸收，作為能量的來源。然而這種行為有時會干擾實驗結果，例如追蹤吸收速率和物質之利用率，因此必須加以限制。常採用之限制方式，如大型頸圈用於兔和尾杯用於鼠類，或使用網底或特殊設計之飼育盒。

六、飼料滅菌處理

實驗動物飼糧不應含有任何病原微生物，因而用以餵飼動物之飼料必須先經滅菌處理，目前常採用的方式有：化學煙燻法、高溫蒸氣加熱處理或加馬射線照射處理。另外一種煙燻藥劑，環氧乙烷，因 1.有毒性殘留之疑慮；2.氣體本身為易燃物且具爆炸性；3.滅菌過程費時、且需特殊設備，近年來較不為人所採用。

高溫蒸氣滅菌為最普遍之方式，通常可配合建物即有之鍋爐設施使用，滅菌鍋安裝時可崁入牆內，讓滅菌處理過之物品可直接進入隔離區中，而不須再包裝處理之手續。

加熱處理會造成部份營養份之破壞，破壞程度與溫度及處理時間長短成正比。因而要在飼料中要另外添加，以彌補因加熱而被破壞之養分。目前有些滅菌鍋設備具抽真空裝置，使溫度能迅速達到設定值，並將蒸汽均勻分散至各處，如此可以大幅縮短滅菌時間，使養份破壞程度降至最低。

輻射照射處理方式對飼料成份影響最小，目前資料顯示只有一些脂溶性維他命在處理後會有些許之減少。唯一之缺點為設置照射廠的成本相當高，處理費用也比蒸氣滅菌費用高。無菌動物飼料，建議照射劑量為 35~50kGy，若為無特定病原動物則可使用 25 kGy 以下之劑量。

七、營養缺乏的影響

(一)蛋白質及胺基酸

飼料中蛋白質添加不足或品質不良時，會造成必需胺基酸含量不足。此時會影響動物生長速率及繁殖性能。在近親品系中，雖然對母鼠不會有明顯的影響，但是會造成每窩仔鼠數減少、出生仔鼠之體形也會較小。飼料中蛋白質或必需胺基酸嚴重缺乏時，產乳量會降低，離乳前仔鼠數死亡率也會增加。長期性之蛋白質缺乏會使鼠生殖能力降低受損。

(二)熱能

飼料中熱能含量不足，對動物個體所產生的影響程度，會依生長階段不同有所差異。通常會造成動物健康狀況受損、生長不良、繁殖性能降低等況狀。一般而言，飼養在實驗室的動物，所需要的熱能需求相當低，而於一般飼料中所供應的營養份也往往高於動物之需求量，在此條件之下，產生缺乏之機率應是微乎其微的。若生理機能是處於快速生長、懷孕及泌乳階段，對熱能之需求即會因此而增加。熱能需求以 MJ/day 來表示，實際需求與個體之代謝體重有關，一般而言，就維持、生長、懷孕及泌乳其熱能所需分別為 0.45、1.20、0.60 及 1.30 MJ/day。

通常，日糧中熱能缺乏對成長快速的年幼動物及泌乳之母鼠影響之最大。發育中的胚胎往往需要較高之葡萄糖供應，而為了維持其體內血糖之濃度，往往會藉由母體貯存之部份而加以轉換利用。因此飼料中若能量缺乏往往會先表現在母鼠身上，對胎兒的影響會較輕微。

(三)礦物質

礦物質缺乏尤其是微量元素，會造成代謝機能異常，然而這種現象在動物個體外觀上並不顯著，通常會直接表現在相關身體部位，例如鈣和磷不足會造成骨骼生長異常，而缺鐵則會造成貧血症狀。

(四)維他命

飼料中維他命缺乏會造成代謝機能異常。這種變化往往可由生化值，如酵素活性，和生理機能觀察出。然而同一種維生素其表現程度在不同種類之動物個體會有所不同。維他命之缺乏症狀，往往會出現在特定之臟器中，或在不同動物中產生程度不一之病症，這些現象，目前尚無合理的解釋。

八、營養過剩

(一)維他命

多數之水溶性維他命，除了維他命Ｂ$_{12}$以外，均可為身體快速地代謝排除，因此過量給予，對動物並不會造成傷害。而就脂溶性維生素而言，因其會在體內堆積貯藏，因此在添加時須考慮動物之需求量。過去曾經有因維他命Ａ攝取過量而產生中毒之現象。維他命Ａ會造成胎兒畸形，因此在懷孕母鼠之飼料中維他命Ａ的含量應控制在正常範圍值內。胡蘿蔔素並無有害之效果被報導。

維他命Ｄ的毒害效果，就實驗動物而言具有潛在之危險性，尤其可能發生在長期性之實驗動物中。上皮組織經紫外線照射後可產生此種維他命，此反應亦可在實驗室中進行。如果飼料中的鈣和磷含量足夠，且添加之比例正確的情況下，多數動物應可不需至飼料中獲取維他命Ｄ。目前市面上所售之飼料，習慣上都會添加維他命Ｄ，所建議的添加量也過於籠統。柔軟組織的鈣化現象，為維他命Ｄ中毒之先期症狀，此尤其會發生在腎臟中，常見於年老動物之腎鈣鹽沈著病（nephrocalcinosis）,是因為長期餵食維他命Ｄ所造成的。過量之維他命Ｄ會導致畸形，因而在育種動物飼料中應添加適量即可。維他命Ｄ可有效地自母體轉移至子代中，因而在進行缺乏性實驗時，母鼠飼料中維他命Ｄ之添加量亦需加以控制。天然維他命Ｋ$_1$是為一無毒物質，而合成的維他命Ｋ$_3$當高劑量使用，時會造成肝臟損傷。

(二)礦物質

礦物質攝取量可有較大的容許範圍，因而較不易於動物體內產生中毒現象。通常動物個體可藉由身體之恆定機制來調節組織中礦物質含量，且在飲水未受限制的情況下，多餘的礦物質可被排出體外，因此一般中毒情況發生之機率相當低。然而就某些微量礦物質而言，如重金屬類之礦物質，採食過量會導致動物中毒。這種狀況通常發生在飼料原料或飲用水源被污染時而造成；在調製添加礦物質前，因先就一些可能造成污染之原因，做評估分析，以杜絕污染之可能性，減少中毒之發生率。

參考文獻

1. 朱友梅、黃暉煌(1993) 實驗動物及寵物飼料（增修版） 畜牧要覽飼料篇 第十一章中國畜牧學會編印發行(民國八十二年)。
2. 張維正 黃士軒 實驗動物管理及使用手冊 (Guide for the Care and Use of Laboratory Animals) (譯本) (1997) 岑祥公司發行(民國八十五年)。
3. General considerations for feeding and diet formulation (1995) Nutrition Requirements of Laboratory Animals, National Academy Press, pp. 3-11.
5. ME Coates. Nutrition and feeding. The UFAW handbook on the care and management of laboratory animals. Seventh edition.
6. Refining rodent husbandry: the mouse. Laboratory animals (1998) 32, 233-259.
7. Rao GN and Knapka JJ.(1987). Contaminant and nutrient concentrations of natural ingredient rat and mouse diet used in chemical toxicology studies. Fundamental and Applied Toxicology 9:329
8. Guide for the care and use of laboratory animals: eighth edition. 2010. The national academies press.

第十三章　實驗動物之遺傳和命名

一、 遺傳監控 (genetic control)

實驗動物之遺傳性監控首重其遺傳性分類，國際性實驗動物分類於 1953 年由國際委員會就近親系小鼠之規定為準則，1972 年發表非近親系(outbred)之規定，之後各國實驗動物學會相繼訂出辦法。其他動物雖未訂定但大鼠，倉鼠，天竺鼠等均準照已訂定之小鼠處理。

以小鼠為代表，其遺傳性監控分成(一)近親系，(二)突變系，(三)閉鎖群，與(四)雜交群 4 類， 至其他不屬此 4 類者因未受遺傳性監控故應排除。

1. 近親系 (inbred strain)

除一般近親系外，有準近親系之同基因型(congenic)系與基因重組(recombinant)近親系。

(1) 近親系：

近親系係連續 20 代以上之全同胞交配之品系，或以親子連續交配 20 代者。親子交配時係以雙親中與其下一代之交配而言，又全同胞與親子交配不能混用。 近親系包括亞系已登錄有案者有 250 品系，未經登錄者有數倍之多。一般來源不同之品系各保有不同之基因，尤以自野生動物新開發之品系含有新基因之可能性至大。

(2) 同基因型系 (congenic strain)：

同基因型系係為解析組織相容性複合基因群(histocompatibility gene complex)時所做出之品系，具特殊之遺傳背景(genetic background)中再導入特殊的基因(群)所成之品系。

又育成具特殊基因之疾病模式鼠時，一般以近親系導入所定之特殊基因做成同基因系，目的在能將該基因效果明顯的表示，使遺傳背景一致。

(3) 基因重組近親系 (recombinant inbred strain)：

最初的第一個基因重組近親(RI)系，係針對檢定 H-2 以外之組織相容性基因座在染色体上之位置而開發。RI 系對於新發現之遺傳形質之遺傳性解析，尤在染色体上之定位，或求基因座之互換率最為有效。

RI 系之命名以原交配組合名為主，如自 BALB/c♀與 C57BL/6♂交配之 F_1，得到 5 品系之 RI 系時，各系命名為 CXBA， CXBB， CXBC，- - CXBE 等。C 為 BALB/c 之縮寫，B 為 C57BL/6 之縮寫，X 表示由兩品系間之交配而來。最後一字為表示 RI 系順序記號，也可不用英文字母而以連字號加數字如 CXB-1，或 CXB-5 等。

2. 突變系 (mutant strain)

突變系必保有突變基因，並保持其遺傳特性。 但實際上係指具有突變基因之近親系如 HR 系，或將基因導入一般之近親系所成之同基因型系如 BALB/c-*nu* 等近親品系。

突變系所具有之突變基因，大多為遺傳性疾病之基因，尤以人之先天性異常之動物模式為多。

3. 閉鎖群 (closed colony)

某一族群，5 年內均未曾自外部族群引進，而繼續於封閉族群內繁殖生產之實驗動物族群稱為閉鎖群。 其中由近親系所成族群，於短期間內大量繁殖生產近親系時，可認定為近親系，但如超過 5 年之長期間且遺傳監控不當時應成為閉鎖群。

於今市售之販賣量最大之小鼠品系，係由非近親系育成之閉鎖群，當有其遺傳性變異，但仍要求其遺傳性變異不因世代之累加而有變異。其中重要之認定事項為

(1)族群需經 5 年以上之閉鎖。

(2)要有不能分離族群之交配方式。

(3) 族群之有效大小，需經常維持繁殖用公母親代數各在 25 隻以上。

(4) 繁殖性外不能有其他淘汰或選拔。

4. 雜交群 (hybrid)

(1) 雜交之規定

此雜交群非指隨便雜交之族群，而規定以品系間之雜交所成之雜交群。雜交群以用於雜交之品系與雜交方式之不同而分類。

A. 雜交第一代(F_1)：又分 2 近親系之雜交第一代，與除外之如近親系與閉鎖群間

或突變系與閉鎖群間等之雜交。

B.雜交第一代以外之雜交方式：如雜交第二代、返交、3 元雜交或 4 元雜交等。

於今所使用之雜交群多屬如上 A.之近親系間之雜交第一代(F_1-hybrid)，而屬本 B.之 F_2 或返交之雜交，除特為做遺傳性解析外使用不多。

近親系間之 F_1 如以同品系之雜交，則其基因型應全部相同，且有雜交優勢(hybrid vigor)活力變強，又各形質與其反應之變異變小，故一般實驗多用雜交群。但其 F_1 後再雜交之 F_2，或返交等雜交後代，因基因之分離而變異變大，故應少用 F_1 以外之雜交群。

(2) 雜交群之命名

上述 1-(1)之 2 近親系間之雜交時，括弧內為 2 近親系之名以 X 相連，括弧後接 F_1，一般母名在前父名在後，如(BALB/cXC3H/He)F_1 等，為 BAKB/c 母配 C3H/He 公之 F_1。

除近親系間雜交外之雜交之命名，需如近親系間雜交品系之命名外，於括弧前加註生產者或機關名之縮寫，再以冒號接原名，如 NTU：(BALB/cXC3H/He)F_1 等。

二、 命名 (nomenclature)

實驗動物以小鼠之命名為代表，於各不同遺傳性分類有一定之命名法，又另有遺傳學有關之國際性規則，如傑克森實驗室(Jackson Laboratories) Maltais *et al.* (2002)發表小鼠基因命名規則與指南。現已有小鼠，雞(家禽)與大鼠(NRC,1992)之國際規約命名外，其他實驗動物均準用小鼠之命名法表示之。

(一) 各品系之命名

各品系之命名法依上(一)遺傳監控之遺傳性分類敘述。

1. 近親系

以羅馬字(英文字母)之大寫表示，盡量縮短如 A、AKR、C3H、DBA 等。新開發近親系之命名參照已發表之近親系名避免重複。

亞系之命名，以近親系名之後加亞系符號。如某一研究者或機構分離育成之亞系，於該近親系名後加斜線後加註實驗或人名之縮寫，頭一字為大寫餘小寫，如 A/He。

2 個近親系命名相同時，以先發表者之命名為優先，較後者需另加註符號以茲區別並避免混淆。此優先權適用於近親系外之各品系之命名。

2. 突變系

為免與近親系混淆，避免使用大寫英文字母為符號。為表示其基因，以其外表型名稱或基因符號命名之。為表示起源或表示負責維持突變系之責任，於名後加斜線後加註符號，如 Sd/Glw。純合子(homo)突變系無法繁殖需以異合子(hetero)維持時，可以 hetero 基因型表示，如＋/*ob* 等。

3. 閉鎖群

近親系之閉鎖群，於近親系名前加生產者或機關名之符號，以冒號連接起源之近親系名，如 NTU:BALB/c 等。

4. 雜交群

2 近親系間之雜交時,括弧內為 2 近親系之名以 X 相連,括弧後接 F_1,一般母名在前父名在後，如(BALB/cXC3H/He)F_1。

除近親系間雜交外之雜交之命名，需如近親系間雜交品系之命名外，於括弧前加註生產者或機構名之縮寫，再以冒號接原名，如 NTU：(BALB/cXC3H/He)F_1 等。

2 近親系之雜交第二代(F_2)之命名如同雜交第一代之名，但以 F_2 取代 F_1，如(BALB/cXC3H/He)F_2 等。

返交之雜交時，以大括弧[ ]內寫該 F_1 名後以 X 連接返交之親代近親系名，再於[ ]後加 F_1，如[(BALB/cXC3H/He)F_1XC3H/He]F_1。

3 元雜交，或 4 元雜交時與返交之雜交之命名相同，於[ ]後加 F_1，如[(AKRXA)F_1XC3H/ He]F_1，或[(AXAKR)F_1X(DBAXBALB/c)F_1]F_1。

(二) 小鼠遺傳命名約定 (Committee on Standardized Genetic Nomenclature for Mice)：

1. 基因座名

基因座名要短，盡量正確表示基因表現之外表型特徵。

2. 基因座記號

原則上基因座記號為基因座名之縮寫，以 3-4 個字表示之。 最好以基因座名之頭一字母為基因座記號之頭一文字。除最先會表現隱性基因外，隱性突變基因座記號乃以大寫字母為首再連接小寫字母，如血紅素 β 鍵；*Hbb*，侏儒症；*dw* 等。

3. 連串之基因座

如蛋白質等形質之有同功異構酵素(isoenzymes)，淋巴球抗原，組織相容性抗原(histocompatibility antigens)等連串之基因座記號，需以同一基因座記

號之字母加連字號依序加數字，如 T 淋巴球抗原基因座；*Lyt-1*，*Lyt-2*，組織相容性系列 *H1* 等。

4. 複對立基因

複對立基因記號以基因座記號之右上標為記號，印刷時用斜体字。如血紅素 β 鍵之電泳帶；Hbb^{β}等。

5. 外表型記號

需表示外表型記號時，如酵素基因座之外表型記號字母需與基因型同文字，均大寫而用斜体字但不用上標。 惟一酵素有多個基因座，如基因座一為合成該酵素之 A 次結構單位，基因座二為其 B 次單位時，其外表型依國際生化聯盟(International Union of Biochemistry)規則寫成 *Pgm-2* 基因之外表型 PGM-B 等。

6. 基因複合体

於功能上有明顯之關連的一串接鄰之基因座稱基因複合体。此基因複合体非複對立或交替基因系列(system)，而為單套型(haplotype)。各個基因複合体之記號,於其基本記號後以表示該複合体中之 1 基因座功能，或檢測方法之小寫字母接在連字號後，如以電泳測出 β-半乳糖苷酶；β-galactosidase electrophoretic；*βgl-e* 等。

7. 病毒

有關病毒抗原之表現基因，或對病毒之敏感性與抵抗性等基因之命名，依基因命名標準約定為之。如乳癌病毒;*Mtv-1* 等。

8. 抗原性變異体

細胞膜上同種抗原之有關基因記號，依其檢測方法為記號，如紅血球凝集反應檢測出基因坐；*Ea-2* 等。

(三) 冷凍保存近親系小鼠之命名約定

冷凍保存胚出生小鼠於品系名後加小寫 p 字。 解凍後使用不同品系子宮時於 p 字後加小寫 e 字再加該子宮之品系名。如 C3H/He 胚與同品系之子宮生出時；C3H/Hep 等。如 C3H/He 胚移置 C57BL/6 子宮生出者；C3H/HepeC57BL/6 等。

又如近親交配(inbreeding)經 23 代後於 1978 年製成冷凍胚保存，1999 年解凍移置生出後再繼續近親交配 5 代之小鼠，應將近親代數，冷凍，解凍年度與 p 記入括弧內，如 F23＋(p1978-1999)＋F5 等。

(四) 小鼠生化學變異基因命名之有關指南

依據生化遺傳學會誌〔Biochem. Genet., 9:369-374 (1973)〕刊載小鼠遺傳命名約定(Committee on Standardized Genetic Nomenclature for Mice)，有如下約定。

1. 生化學命名法

應依據國際生化學聯盟(International Union of Biochemical Nomenclature 所作約定命名。

2. 構造基因座(structural locus)記號

取有關酵素或蛋白質，或其他物質之正規名稱縮寫成 2-3 字斜体字，頭一字用大寫表示之。如葡萄糖磷酸異構酶(glucose phosphate isomerase)；*Gpi-1*

等。

3. 複對立基因記號

用斜体字，於其基因座記號右上標做記號，上標記號，限 1-2 個字。如血紅素 β 鍵之電泳帶；*Hbb*$^{\beta}$等。

4. 決定一完全相同或類似反應之觸媒，惟其構造相異之同功異構酵素之一群基因座，應依其各構造基因座做相同之記號，以連字號接數字以區別各個基因座。如磷酸葡萄糖變位酶(phosphoglucomutase)，與磷酸轉移酶(phosphotransferase)之構造性不同之同功異構酵素基因座記號為 *Pgm-1* 與 *Pgm-2*，分別表示 α-D-glucose-1,6-biophosphate 與 α-D-glucose-1- phosphate 等。

5. 檢定基因座不能只以外表型之構造上的不同為之。需有交配繁殖試驗証明其基因依照孟德爾分離律之表現比率。

6. 外表型記號應與基因型記號之文字相同，但全部用大寫字母，而不用斜体字也不用右上標，而並排。如 *Gpi-1* 基因座之外表型記號為 GPI-1A，GPI-1B 等。

7. 基因轉殖動物 (transgenic animal)：

依美國 NRC 實驗動物資源研究所轉殖動物命名委員會命名。於動物名後記明轉殖基因方式，以 Tg 字母表示轉殖動物後連插入基因方式為之。其後以括弧接少於 6 個字之基因名，括弧後接執行機構實驗室之序號與機構實驗室名或字碼。 以 TgX(YY)##ZZ 之 X，(YY)，##與 ZZ 符號代表說明，在 C57BL/6J 品系小鼠之轉殖鼠 C57BL/6J-TgN(CD8Ge)23Jwg 之例如下。

(1) X：插入 DNA 方式。有 3 種方式

(a)N：插入非同源基因(non-homologous insertion)。一般以胚注入法做轉殖小鼠時屬此 N 字，如 TgN。

(b)R：以反轉錄病毒為媒介体插入(insertion with retroviral vector)。構築反轉錄病毒接種胚做出之轉殖動物使用 R 字，如 TgR。

(c)H：插入同源基因(homologous insertion)。用同源基因在胚幹細胞(embryonal stem cell)重組做成嵌合体後轉入生殖細胞繁殖者，或以重組之同源基因組入胚幹細胞後所生小鼠可用 H 字，如 TgH。

(2) (YY)：括弧內以少於 6 個字寫出所插入基因組名。如 TgN(CD8Ge)，表示插入人 CD8 基因(Ge)之克隆(clone)。

(3) ##：1-5 字之實驗室流水號。如 TgN(CD8Ge)23 之第 23 號數字。

(4) ZZ： 實驗室代碼。如 Jwg，或 Ntu。 TgN(CD8Ge)23Jwg 之 Jwg 代表傑克森實驗室(Jackson Laboratories)之 Hon Gordon 站所做出。

8. 基因轉殖突變種

因插入基因做成之基因轉殖突變種，在品系名後以連字號接基因座名，於基因座名之上標表示因基因轉殖之突變種名。如 C57BL/6J-chub$^{\mathrm{Tg10J}}$；chub 為新肥胖症突變基因座名，上標 Tg10J 表示插入誘發新肥胖症基因轉殖之突變種，維持在 C57BL/6J 品系小鼠。

參考文獻

1. 山田淳三(1983) 實驗動物遺傳性監控 長澤 籐原 前島 松下 山田 横山共編 "實驗動物 handbook" p7-32 養賢堂 東京。
2. 梁善居,(1998) 實驗動物命名法則 黃坤正主編"八十七年度實驗動物飼養管理訓練課程專輯", p66-87. 國科會實驗動物繁殖及研究中心 台北(民國八十七年)。
3. Committee on Standardized Genetic Nomenclature for Mice,(1973). *Biochem. Genet.*,9:369-374.
4. Definition, Nomenclature, and Conservation of Rat Strains.(1992) *ILAR News* 34(4):S1-S26. NCR(National Research Council), Institute of Laboratory Animal Resources(ILAR), Committee on Rat Nomenclature.
5. Green, M.C.,(1979). Genetic nomenclature for the immunoglobulin loci of the mouse. *Immunogenetics* 8:89-97.
5. IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature (CBN). (1978). Nomenclature of multiple forms of enzymes. Recommendations (1975). *Arch. Biochem. Biophys*, 185:1-3.
6.Maltais, L.J., J.A. Blake, T. Chu, C.M. Lutz, J.T. Eppig, Jackson I.(2002) Rules and guidelines for mouse gene, allele and mutation nomenclature: A Condensed Version. *Genomics* 79:471-474.
7. Mary F. Lyon (1981), Chairman. in Genetic Variants and Strains of the Laboratory Mouse, ed. M.C. Green, pp. 1-5, Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
8. Standardized Nomenclature for Transgenic Animals. (1992)*ILAR News* 34(4):45-52, .NRC, Institute of Laboratory Animal Resources, Committee on Transgenic Nomenclature.

第十四章　動物來源與運輸

一、動物來源

(一)動物取得

實驗動物設施取得動物可經由動物供應商、研究機構贈送/購入/交換。所有實驗動物應經合法手續獲取。國內嚙齒類與兔類實驗動物之取得較沒問題。狗貓則因尚無生產商進行規模的生產，因此取得較不易。狗與貓，向來為寵物，如取得時發現其身上有紋身或晶片必須經過確認為合法手續取得者。如動物屬於保育野生動物，應經過主管機關的核准。

(二)動物供應商/單位

各機構如需要購買或引進動物，應對該供應者的記錄加以評估以了解所供應動物之品質，根據其所提供遺傳及健康報告，做為是否購買或引進之依據。

二、動物運輸

(一)國內動物運輸

1.國內的動物運輸

無論海陸空運輸方式，皆需使用特製的動物運輸容器 (shipping container)，而能減少微生物污染及承受短暫性的擠壓。運輸容器一定要能提供動物舒適安全的環境及防逃設施，而且可分成拋丟式或可經消毒重覆使用式二類。在運輸之中，運輸容器亦要有足夠的通風。如果是非特定病原 (SPF) 動物之運輸箱更要加上一層特殊濾網，以防止外界微生物的污染。

運輸工具需要有恆溫恆壓空調設備，以減少動物在運輸中對於過熱或過冷天氣之反應及不適。如果運輸期間超過 6 小時以上，則須添加足量飲水及飼料。每種動物的需求及餵食方式各有不同，須登錄於運輸箱外之標籤。同時要特別注意，在同一運輸箱內不能混合不同品種或不同性別動物。

2.接收動物

當動物抵達目的地時，動物飼養管理人員必須小心地打開運輸箱，檢查動物是否有任何死亡或異樣。移入乾淨或滅菌過的獸籠，並給與足夠的飲水及飼料，再移入檢疫室，觀察是否有任何異常行為或疾病的跡象。動物檢疫及適應期，依動物的來源及品種，可從 3 天到 3 星期。動物從不同來源或不同品種，都必須飼養於不同動物房。如果不同來源的動物要飼養於同一動物房，它們的健康狀況必須充分瞭解及鑑定。

(二)國際動物運輸

國際動物運輸大都是以空運為主。這些動物之運輸必須與國際空運協會 (International Air Transport Association, IATA) 於 1991 年所訂立的活動物空運規定 (live animal regulation) 之規範相符合[3,4]。活動物空運規定包括運輸箱之規格及空間需求，以及瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約 (Convention on

International Trade in Endangered Species, CITES) 的名單附錄。

IATA 活動物空運規定每年都會更新一次，所以每當有國際動物運輸時，最好依當年規定為準則[5]。

每當國際動物運輸時，齊全的文件及証明，是進出口時必須特別注意的，

因為這些証明文件齊全與否，會影響動物之進出機場海關。

除了 IATA 和 CITES 之規範之外，如果有進出口家畜或野生動物時，則國際疫情辦公室 (International Office of Epizootics, IOE) 則比較注意動物疫病之傳播。雖然沒有實驗動物列入 IOE 之注意疫病，但漢他病毒、猿猴泡疹 B 病毒(*Cerceptithecine herpesvirus-I*)及 Filovirus 仍包括在注意觀察之中。

(三)實驗動物運輸容器

IATA 活動物空運規定有最佳的參考文獻關於動物運輸容器之設計。尤其是使用濾網後，如何影響溫度、通風和相對濕度之程度。

運輸容器之材質一般可使用木材、金屬、硬紙板或塑膠。木材較便宜，易於取得，適用於狗、貓、小羊、猿猴、家禽或小牛等動物運輸。而且可以拋棄不再回收使用。金屬運輸容器成本較高，但可滅菌消毒後繼續重覆使用，以運輸大型猿猴為主。硬紙板容器適合於囓齒類、兔、小雞及各種小型鳥類為主。紙箱周圍可塗臘處理以防止尿液潮濕，同時加上一層鐵絲網，以防動物咬破紙箱而脫逃。

運輸箱要先確定結構是否安全，通氣孔及濾網要保持通風順暢。箱外須附上標籤，包括下列資料：

1. 收件人姓名 (或單位)、地址及電話。
2. 寄件人姓名 (或單位)、地址及電話 (以及緊急聯絡電話號碼)。
3. 裝箱及運輸日期、時間。
4. 內容物動物之數量、性別、品種、品系、年齡等相關資料。
5. 運輸箱數目。
6. 動物健康証明或相關資料。

動物裝箱運輸時，需要有足夠的空間可以移動身體。同時避免在運輸中的移動或搖動，而使運輸箱內的動物受傷。因此裝箱動物密度如表 14-1 之規定而執行。

表 14-1 動物裝箱的密度

因動物皆會站、坐、躺及迴轉，所以運輸箱設計要考慮以上因素而加大，以單隻動物來設計運輸箱的公式為：

長度 = 從鼻到尾根部的體長再加 1/3 長度。

寬度 = 動物的肩寬乘 2 倍。

長度 = 頭可完全抬舉的高度。

品種	動物重量	每箱可裝最多動物數	每隻動物空間(平方公分)	每箱最低高度(公分)
小鼠	15-20 g	25	25	10
	20-35 g	25	30-45	10
倉鼠	30-50 g	12	32	10
	50-80 g		88	13
	80-100 g		136	13
	100 g 以上		160	13
大鼠	30-50 g	25	50	10
	50-100 g	15-25	55-100	13
	150-400 g	7-15	110-250	20
天竺鼠	170-280 g	12	90	15
	280-420 g	12	160	15
	420 g 以上	12	230	15
兔	2.5 kg 以下	4	770	20
	2.5-5 kg	2	970-1,160	25
	5 kg 以上	1	1,160-1,400	30
貓	成貓	1-2	1,400	38
犬	成犬	1-2		頭部向上伸之高度
猿猴	4.5 kg 或較小	12*或總重小於 23 kg	96x76 (6,840)	48
初生雞		50	25	12
鵪鶉		20	762x457	18

*須為同一社會群

(四)檢疫

根據國內動植物防疫檢疫局之規定，有特殊疾病疫區動物，不能任意進入國內，須有証明該動物無此疾病才能取得進口許可。依國際規範野生獵捕猿猴需測試肺結核、泡疹 B 病毒、 Ebola 和其他相關傳染病才能引進。亞洲來源之野鼠需檢疫漢他病毒，才能進口作為實驗動物之用。

每當引進其他國家之實驗動物 (囓齒類) 進入國內時，須要求健康証明

文件 (health certificate)。動物於檢疫後，必須定期微生物監測或放置衛兵動物(sentinel animal)，以監測動物之健康才能使用於繁殖或長期研發之用[2]。

參考文獻

1. 實驗動物管理及使用守則(1996)，總編審：林榮耀、洪昭竹，行政院國家科學委員會(民國八十五年)。
2. Allen, A.M. and Nomura, T. (Eds.) (1986): Manual of Microbiological Monitoring of Laboratory Animals. Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 20402. NIH Publication No. 86-2498.
3. Animal Air Transportation Association (1982): Handbook With Quarterly Supplements. Contact: Cherie Derouin, Administrator, P.O. Box 797095, Dallas, Tx 75379-7095, USA.
4. International Air Transport Association (1991): Live Animals Regulations (18th edition). International Air Transport Association, 2000 Peel Street, Montreal, Quebec, Canada, H3A 2R4.
5. International Air Transport Association/Programme for Developing Nations' Airline (1982): Commercial Aviation in Developing Countries, IATA. Ref. Cit. 7.

第十五章　健康監控與疾病防治

國內的實驗動物設施，有大中小型規模。施的大小，任務與目標差異很大。大型者如國家實驗動物中心是以生產無特定病原(SPF)的囓齒類實驗動物為主要任務，各醫學院所附設的動物中心部分有生產無特定病原囓齒類動物，但主要任務是代養各研究人員從事試驗的動物，包括囓齒類、狗、貓、兔或靈長類動物以及其他動物。台灣的主要中大型實驗動物設施，都訂有自己的無特定病原管制標準，但小型者則大多缺乏，只以傳統式清潔(clean convention)方式運作。

一、獸醫師與獸醫醫療照顧與管理

(一)獸醫醫療照顧

各種實驗動物設施都應該要有獸醫醫療的照顧與管理，以便對所飼養的動物進行動物健康狀況做評鑑。

(二)專任或兼任獸醫師

各實驗動物設施由設置宗旨、研究計劃目的及飼養動物數量多寡，應決定需要聘請專職或兼職獸醫師，或僅設有顧問獸醫師做適當的獸醫醫療照顧與管理，以便瞭解與評估對所飼養動物之健康狀況。

若聘請兼職獸醫師或顧問獸醫師，獸醫師訪視動物設施頻度必需要能滿足實際所需。國內的中小型實驗動物設施大多缺少獸醫師，這方面仍然有待努力。

各動物試驗機構應要任命『IACUC』的組成，負責督導評估該單位之動物管理，使用，操作設施環境。此委員會包括三至十五人，委員之一需為獸醫師或經過實動物課程訓練合格者，若能有獸醫師參與，更能對機構之動物照顧與管理有所助益。

(三)獸醫師資格

實驗動物設施得設置實驗動物學與實驗動物醫學有專職訓練與經驗，或對某實驗物種類品系有實際管理與使用經驗的獸醫師。如具有美國或日本的實驗動物醫學認定專科獸醫師(ACLAM or JCLAM)鑑定者更好，歐州亦有相似的專家鑑定制度，國內的獸醫師仍沒有類似的實驗動物專門獸醫師資格鑑定制定。

(四)獸醫師動物房臨床觀察

獸醫師的實驗動物設施動物房查巡有如醫師對住院病人的查房勤務：

1. 監督並察看試驗動物的衛生條件、飼養管理與營養需求，與人畜共通傳染病的管制。
2. 危害物品污染管制。
3. 使用適當方法去預防疾病發生，做好動物健康監控、疾病診斷、治療疾病與其他傷害。
4. 注意動物福祉。
5. 有關獸醫師動物房巡視臨床觀察細節可由各單位依特性訂定之。附表一為國家實驗動物中心獸醫師巡房措施與報告，提供參考。

(五)獸醫師配合動物保護法參與審查研究計劃

使用動物從事生命科學研究，在實驗動物及動物試驗相關部分應由獸醫師評估與審查。獸醫師的專業知識可以做出貢獻的項目如下：

1.審核使用動物研究之理論根據及目的，動物使用數目，研究方法之檢討，使用動物從事試驗的必要性。

2.評估研究操作人員之相關訓練及經驗，飼養方法及管理。

3.提出適當的建議，包括對試驗進行的動物免於驚恐、緊迫、疼痛；是否基於人道上與科學上的需要，給予鎮定劑、止痛劑、麻醉藥品。

4.提供操作方法，教導正確的動物操作，包括動物保定，鎮靜、止痛、麻醉及安樂死等以及屍體棄置方式。

5.評鑑外科手術計劃及流程，手術前準備及手術後之護理，特別是手術後，水份與營養之考慮。其他細節可參考本書第十六章『麻醉、止痛、外科手術及安樂死』。

6.實驗及飼養工作環境之安全性。

(六)藥品儲存及管理措施

動物藥品(包括抗生素)與管制藥品(麻醉樂，安樂死藥)的使用管理，監控應由獸醫師負責，使用劑量、記錄庫存量等都應完整。

二、實驗動物的預防醫學

實驗動物設施雖然有許多自己的標準操作程序，但其管理規定、監控系統、環境及健康監視系統等得確實執行，以確定所生產或飼養的動物健康。所有動物飼養工作人員必須有對疾病可能發生的警覺性。最好的預防醫學便是確實做好清潔衛生，隔離傳染源，以防止動物疾病發生。預防疾病的防疫原則與具體措施列出如下：

(一)動物檢疫

1.檢疫，適應及隔離原則

為確保新引進的實驗動物不帶進病原，首先必須要經過檢疫隔離。檢疫的步驟與時間視各動物設施的需求而定，必要時以安樂死的方式犧牲數隻做檢查，以確定無潛在性疾病存在，避免新引進動物污染本設施內已經飼養之動物。

3.檢疫時間

由有信譽的供應商新進動物檢疫時間在囓齒類動物一般施行兩週隔離/適應。狗、貓為三週。免類為兩週，靈長類動物則應為三週（以伊波拉病毒(Ebola)與馬伯格病毒(Marburg)感染為考慮準則)，視實際情況可參酌決定長短。由非商業化生產供應商引進動物檢疫時間可能更長。

4.有新進動物需注意之其他事項如下：

(1)囓齒類動物

囓齒類新進動物，應要有供應商提供有最近的健康報告，並注意運輸途可能的污染。獸醫師可憑藉供應商所提供之動物品管監測報告，

以決定檢疫期之長短，甚至免除檢疫程序。

專門以生產小鼠與大鼠實驗動物為目的動物設施，對新引進動物的監測把關應特別嚴謹。

(2)兔

國內實驗動物中，無特定病原兔的生產與使用都是少量，兔受傳染病感染機會多，特別是巴斯德菌(*Pasteurella multocida*)的感染。一般實驗動物設施與兔繁殖飼育中心不易做得到無特定病原兔(SPF rabbits)的供應，因此對新進兔，除了其他傳染病外，特別要注意有否巴斯德桿菌的感染。

無特定病原兔(SPF rabbits)至少不能有(1)出血性熱(Rabbit hemorrhagic fever)，(2)兔熱病(Tularemia)，與(3)黏病瘤病(Myxomatosis)三種病原。

(3)狗、貓

狗、貓當做實驗動物並未特別被要求使用無特定病原者，然而在新進動物，應要有供應商提供最新健康報告，通常狗最好要有犬瘟熱、犬傳染性肝炎、犬鉤端螺旋體、犬泡疹病毒與犬病毒性出血性腸炎病毒(parvovirus)等疫苗免疫，並有健康報告，無心絲蟲、蛔蟲、十二指腸蟲及其他體內、外寄生蟲感染等病。

貓則可能要有貓傳染性鼻支氣管炎(calicivirus)，與貓傳染性腹膜炎(corona virus)等疫苗免疫。狗、貓的蛔蟲及一些體外寄生蟲感染，犬十二指腸蟲，心絲蟲等是人畜共通傳染病。

(4)猿猴

許多靈長類供應是直接由野生捕捉而來的，因此檢疫應特別注意，避免引進對其他既有動物造成感染的傳染病及人畜共通傳染病。特別值得注意的是纖維病毒(filovirus)與結核菌(mycobacteria)的感染，前者可由猿猴帶給人引起 Marburg virus 及 Ebola virus 的出血性熱(hemorrhagic fever)。猿猴容易傳染人與家畜結核菌，因此應該注意對結核菌之防治（如實施結核菌素眼瞼皮內測驗）。

近年來猿猴用於對人類反轉錄病毒(retrovirus)和第一型草原猴疱疹病毒型(*Cercopithecine herpesvirus-1;* herpes B virus*)*兩病毒的疾病研究很多，因此在實驗動物管理與使用上，有些機構要求使用無反轉錄和草原猴疱疹兩病毒抗原的猿猴。

5.適應期間

新引進動物得在使用前給予一段適應時間，使動物在生理、心理及營養需求狀況得以適應新環境。

6.動物分房在種類與品系上的觀點

動物房得依動物種類及品種隔間，不同品種不宜同房，以防止品種間因衝突而引起焦慮、生理或行為之變異。

7.動物分房在傳染原上的觀點

不同種類動物分房，亦可防止疾病之相互感染，因為對某些種類動物不引起臨床症狀之病原菌，可能對另一種動物容易引起嚴重感染，例如：(1)兔與天竺鼠應該分開隔房飼養：因家兔感染博氏桿菌(*Bordetella* *bronchiseptica*)時無出現臨床症狀，但在天竺鼠卻會導致嚴重肺炎。

(2) 博氏桿菌也會引起狗的傳染性氣管支氣管炎 (Infectious tracheobronchitis)，因此狗與兔也不得同房。

(3)不同來源之同種動物，宜分房：常見由某一來源的動物隱含某種微生物，而另一來源的動物身上未發現，如大鼠之鼠類黴漿菌(*Mycoplasma pulmonis*)。

(4)非洲靈長類動物與亞洲靈長類動物須分隔飼養：如猿出血熱病毒(Simian hemorrhagic fever virus)與猿免疫缺乏病病毒(Simian immunodeficiency disease virus; SIDV)，在非洲屬猿猴類發病症狀不明顯，但在亞洲屬則引發臨床症狀。

(5)靈長類動物之松鼠猴(squirrel monkey)與貓頭鷹猴(owl monkey)宜分房飼養：松鼠猴感染到獅狨猴泡疹病病毒(*Herpesvirus tamarinus*)只有潛伏性感染，但如把貓頭鷹猴關進同房，貓頭鷹猴很快就可發病致死。

(二)動物設施健康管理一般原則

1.每日巡視

動物設施的所有動物每日應巡視至少一次，觀察有無臨床症狀之發生。完善的診斷流程系統對疾病的監控非常重要。動物房巡視，普通應由獸醫師負責，如小單位實驗動物設施無固定獸醫師，應設法與其他單位合併聘請。

2.傳染病預防

通常實驗用囓齒類與兔不必預防注射，狗、貓得注射幾種傳染病疫苗如犬瘟熱，犬傳染性肝炎、犬泡疹病毒，鉤端螺旋體症。在不影響實驗結果之情況下，對所飼養動物可考慮預防注射，以增加對疾病的抵抗力。

3.疾病動物之處理

動物如呈現臨床症狀、焦慮、行為異常，應立即向上級報告，並做適當處理。如有懷疑感染或生病的動物必須立即隔離放入隔離房，應將隔離房設計為空氣最後進入的房間或最後單獨清潔的房間。對屍體、廢物、廢水應依廢物處理法適當處理，有助於防止疾病發生。

動物呈現傳染病症狀時，應立即把該動物與健康動物隔離。發病瀕死動物與死亡動物必須送出交給獸醫師做病理論斷，並視需要得做全套病理解剖與必要之實驗室診斷，包括肉眼與組織病理，臨床病理（寄生蟲檢查，與相關之血液學及血液化學）、血清抗體檢測、微生物分離，及其他可用到的檢驗方法。若整個動物設施被證實感染，則不可隨便移動該群動物，應該等候淘汰、移送診斷等適當處理。

一般而言，除了狗、貓及靈長類動物之外，囓齒類與兔在臨床上都不予治療，而以預防重於治療觀念來防範疾病的發生及傳播。

4.設備之清潔與衛生

在設備之維持，因為籠架，籠子飼養盒經清洗後未必會回到同一間動物室，因此保持高效率全功能狀態的清洗設備非常重要，以避免髒籠子在送出清洗時的交互傳播病原。其他諸如動物房溫度光照時間、濕度、空氣交換速率、墊料的吸濕能力等皆必須留意。細節請參考第十九章標準化動物房舍設施之規劃。

5.設置照像監視系統

動物房對中大型實驗動物可設有電腦照相監視系統，對於動物設施內試驗當中之中大型動物做 24 小時的監視，特別在一些大學醫學院從事外科手術試驗或臨床醫學研究得設有此項設備，以利臨床觀察與監視。毒性試驗室安全評估試驗動物設施，得設有此項照像監視系統。

(三)動物健康監測、診斷、控制及治療

1.無特定病原隔離區之囓齒類實驗動物健康監測系統

以生產無特定病原囓齒類實驗動物為主要任務之動物設施，動物養在隔離區域內，得讓獸醫師每日巡視做臨床觀察，其生產飼養動物在定期內得做例行性動物健康監測。例行健康監測樣品數目，對每一個動物飼養室飼養區域取出固定數目的動物，或固定的比例數目做檢查。

對所飼養動物視所飼養數目房間大小，飼養動物密集度，可取總數目的 1-4%，或每期自每台車取一隻衛兵鼠(sentinel)做例行動物健康監測。採樣樣品大小對傳染原可信度。

動物健康監測包括血清抗體、細菌分離、寄生蟲檢查、組織病理以及聚合酉每連鎖反應(PCR)分析等。監測頻率與項目可以參考國家實驗動物中心的做法，大部分病原三個月監測一次。

大學的附設實驗動物設施，以代養從事疾病模式的動物試驗為主，如為長期試驗必須在每一區域內放置至少一對雌雄衛兵鼠，每隔一段時間監測這些衛兵鼠之健康狀況亦可。

疾病診斷室若是獲得認證者，健康監測品質更佳。國外許多地區如歐洲、日本及美國都有類似的認證實驗動物診斷實驗室。國內國家實驗動物中心的診斷也有一定的水準。

一般的囓齒類實驗動物疾病上的管制，根據國際實驗動物科學總會(International Council for Laboratory Animal Science; ICLAS)所建議，在例行健康監測須要考慮的重要項目包括如下表：

表 15-1 國際實驗動物科學總會(ICLAS)要求小鼠與大鼠健康監測項目

微生物	小鼠	大鼠	檢驗法*	等級**
病毒				
鼠痘病毒(Ectromelia virus)	○		Sero	B
大鼠微病毒(H-1 virus)		○	Sero	C
漢他病毒(Hantavirus)	○	○	Sero	A
克氏大鼠病毒(Kilham rat virus)		○	Sero	C
乳酸鹽脫氫酶提升病毒 (Lactate dehydrogenase-elevating virus)	○		PCR	C
淋巴球性脈絡叢腦膜炎病毒 (Lymphocytic choriomeningitis virus)	○	○	Sero	A
小鼠小病毒(Minute virus of mice)	○		Sero	C
小鼠腺病毒(Mouse adenovirus)	○	○	Sero	C
小鼠大包涵體病毒 (Mouse cytomegalovirus)	○		Sero	C
小鼠腦脊椎炎病毒 (Mouse encephalomyelitis virus; GD-7)	○		Sero	C
小鼠肝炎病毒(Mouse hepatitis virus)	○		Sero, PCR	B

小鼠肺炎病毒(Pneumonia virus of mice)	○	○	Sero	C
小鼠輪狀病毒(Mouse rotavirus)	○		Sero	C
里奧三型病毒(Reovirus 3)	○	○	Sero	C
仙台病毒(Sendai virus)	○	○	Sero	B
腮淚腺炎病毒(Sialodacryoadenitis virus)		○	Sero	C
細菌				
博氏桿菌(*Bordetella bronchiseptica*)	○	○	Cult	C
附纖毛呼吸道性桿菌 (Cilia associated respiratory bacillus)	○	○	Sero, PCR	C
鼠檸檬酸桿菌(*Citrobacter rodentium; E. coli 0115*)	○		Cult	C
髮狀梭菌(*Clostridium piliforme)*	○	○	Sero, PCR	C
康氏棒狀桿菌(*Corynebacterium kutscheri*)	○	○	Cult, Sero	C
肝原螺旋桿菌(*Helicobacter hepaticus*)	○	○	Sero, PCR	D
肺炎巴斯德桿菌(*Pasteurella pneumotropica*)	○	○	Cult	C
綠膿桿菌(*Pseudomonas aeruginosa*)	○	○	Cult	D
沙門氏桿菌(*Salmonella spp.*)	○	○	Cult, Sero	A
金黃色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)	○	○	Cult	D
肺炎鏈球菌(*Streptococcus pneumoniae*)	○	○	Cult	C
黴漿菌				
鼠肺炎黴漿菌(*Mycoplasma pulmonis*)	○	○	Cult, Sero	C
黴菌				
皮癬菌(Dermatophytes)	○	○	Cult	A
肺胞囊蟲(*Pneumocystis carinii*)	○	○	PCR	D
寄生蟲				
外寄生蟲(Ectoparasites)	○	○	Micro	E
線蟲(Helminths)	○	○	Micro	E
腸道原蟲(Intestinal protozoa)	○	○	Micro	C

* Sero= 血清檢測；Cult= 細菌分離；Micro= 顯微檢查；PCR= 聚合酶連鎖反應

** A= 人畜共通傳染病(zoonosis)

B= 實驗動物感染可致命

C= 實驗動物感染並不致命，但可生病並傳染其他動物

D= 機會主義病原體

E= 可顯示該動物區或動物群的微生物狀態(指標)

○= 監測項目

基因轉殖動物研究與使用非常普遍，動物健康對於此等動物品質影響更大，各實驗動物設施也應該要注意這些實驗動物健康監控所要求的標準。

2.動物健康監測項目

(1) 血清檢驗(ELISA 法測試)：參考表 15-1。

(2) 細菌分離與鑑定(API 法)：同上。

(3) 病理診斷

a. 屍體解剖

肉眼觀察病變，初步判斷動物是否健康或受感染。

b. 組織病理診斷

取出臟器組織做組織病理診斷，應包括重要器官及肉眼下的不正常或病變組織。

(4)臨床病理

依診斷的需要，則可進行血液學與血液生化分析。

3.發病動物診斷

(1)實驗動物設施發現發病動物，應該經獸醫師診斷並處置，若機構診斷能力或工具不充分，需送至相關實驗室診斷。

(2)若為短期試驗，得視實際需要，與研究計畫主持人討論是否需送檢。

5.非囓齒類動物之健康監測

常用之非囓齒類動物包括兔、狗與猿猴等，對發病動物，抽血實施血清抗體檢測，微生物分離，病理診斷，臨床病理檢驗。

三、動物房與飼養之環境監測

實驗動物飼養管理首重維持動物健康。欲達成此任務，必須有良好的飼育環境及完整的疾病預防監視系統，即環境監控及健康監控。

環境監控包括動物室環境溫度、濕度，通風及光照控制的檢查；監視飼料、飲水是否污染；所有動物可能接觸的物品如墊料、飼育盒、籠架等是否滅菌完全；飼育室內空氣中之落菌數、器物表面菌落數是否達到無特定病原之標準等。有些中央電腦系統可將所有動物室溫濕度值印出。動物飼養人員需在每日工作記錄表中記錄工作摘要。

各實驗動物對環境監視之要求得如下：

(一)新設立飼育區之消毒

為達到實驗動物無特定病原等級，飼育環境的要求較為嚴苛，尤其慎防病原菌之感染。新設立的飼育區在使用之前，須經一定程序之消毒。

(二)飼育盒、籠架、水瓶等之清洗、滅菌與消毒

飼育盒、籠架、水瓶等經洗潔劑高溫清洗後，再經高溫高壓蒸氣滅菌，才可進入飼育區。

(三)動物房之監視

監測項目包括：1.溫度；2 濕度；3.通風；4.光照，這些與動物房舍設施有關，請參見本書第十九章。

微生物監測項目，包括：(1)飼育室內各表面菌落數監測，(2)空氣中之落菌數監測，(3)消毒清洗劑殺菌能力監測，原則上每二週更換新的抹布海棉一次並測其菌數，但若出現污染，則應馬上更換之。

(四)有關飲水之監測

(五)有關飼料之監測

(六)有關墊料之監測

(七)有關人員之監測

進出動物房隔離區,所有飼養管理工作人員不定期實施體表生菌數檢測。

上述(四)、(五)、(六)、(七),請參見本書第十章「陸生動物之環境與飼養」,與國家實驗動物中心操作程序手冊及簡訊等刊物。

參考文獻

1. 洪昭竹、李秉進、吳銘芳、吳希天、周其勳、胡學如、黃彥智、梁鍾鼎、鍾勝邦(1993) 第五章環境與健康監測 國家實動物繁殖及究中心管理及使用手冊, 國科會國家實驗動物繁殖及研究中心編印(民國八十二年)。
2. 洪昭竹、李秉進、吳希天、胡學如、黃彥智、梁鍾鼎、許世賢、張毓秀、蔡芊芊、劉文彬、鍾勝邦(1994) 第 700 節實驗動物之健康監測及飼養環境監視系統 國家實驗動物繁殖及研究中心飼養管理標準操作程序 國科會國家實驗動物繁殖及研究中心編印(民國八十三年)。
3. 陳憲全、梁鍾鼎(1996)。第十六章 驗動物疾病,診斷與治療,國家實驗動物繁殖及研究中心實驗動物技術人員訓練手冊(二版) 國家實驗動物繁殖及研究中心編印(民國八十五年)。
4. 陳憲全、張維正、黃彥智(1999)。實驗動物病理解剖及診斷,病毒抗體力價監測,微生物及環境監測實習 國家實驗動物繁殖及研究中心 88 年度實驗動物疾病診斷技術訓練課程專輯 國家實驗動物繁殖及研究中心編印(民國八十八年)。
5. 張明雄、陳憲全(1996)。第十七章實驗動物保護與動物福祉概念 國家實驗動物繁殖及研究中心實驗動物技術人員訓練手冊(二版) 國家實驗動物繁殖及研究中心編印(民國八十五年)。
6. 張維正、黃士軒(1996)。實驗動物管理及使用手冊(Guide for the Care and Use of Laboratory Animals)(譯本) 岑祥公司(民國八十五年)。
7. 黃彥智、蔡芊芊(1996)。第六章實驗動物之監測及品管管制 國家實驗動物繁殖及研究中心實驗動物技術人員訓練手冊(二版)國家實驗動物繁殖及研究中心編印(民國八十五年)。
8. A Laboratory Animal Health Monitoring Program; Rationale and Development (1990). Charles River Laboratories Technical Bulletin, U.S.A.
9. Buchl SJ, Keeling ME, and Voss WR (1997). Establishing specific pathogen-free (SPF) nonhuman primate colonies. ILAR Journal 38:22-27.
10. Casebolt DB, Speare DJ, and Horney BS (1998). Care and use of fish as laboratory animals: Current state of knowledge. Lab Animal Sci 48:124-136.
11. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (1996). National Research Council, National Academy Press, U.S.A.
12. Homberger FR, Boot R, Feinstein R, Kornerup-Hansen A, and Van der Logt J (1999). FELASA guidance paper for the accreditation of laboratory animal diagnostic laboratories; Report of the Federation of European Laboratory Animal Science Association (FELASA) Working Group on Accreditation of Diagnostic Laboratories. Laboratory Animals (1999) 33 (Suppl 1) S1:19-51:38.

13. Jacoby RO, and Findsey FR (1997). Health care for research animals is essential and affordable. FASEB Journal 11:609-614.

14. Keil DJ, and Fenwick B (1992). Role of *Bordetella bronchiseptica* in infectious tracheobronchitis in dogs. JAVMA 212:200-202.

15. Rehy JE, and Toth LA (1998). Rodent Quarantine Programs : Purpose, Principles and Practice . Lab Animal *Sci* 48:438-447.

16. Weber H, Berge B, Finch J, Heidt Kaup FJ, Perretta G, Uerchuere B, Wolfensohn (1998). in FELASA Working Groups on Non-human Primate Health: Health Monitoring of Non-human Primate Colonies: Recommendation of the Federation of European Laboratory Animal of the Federation of European Laboratory Animal Science Association (FELASA) Working Group on Non-human Primate Health Accepted by the FELASA Board of Management, 21. November 1998. FELASA, BCM Box 2989. London WC1N 3XX, UK.

第十六章　麻醉、止痛、外科手術及安樂死

一、麻醉及止痛

使用動物進行科學應用，應儘量避免使用活體動物，有使用之必要時，應以最少數目為之，並以使動物產生最少痛苦及傷害之方式為之 -- 動物保護法第十五條

在進行動物試驗時，應該盡一切可能避免或減輕因手術等相關操作在動物體所引發之疼痛或痛苦。

疼痛為一種感覺，由在身體末稍的痛覺受器接受外來對動物體的機械、溫度及化學刺激，或身體內在的化學或電刺激，而引發痛覺神經衝動。這些衝動經由化學或神經痛覺路徑刺激大腦皮質或中樞神經，繼而造成疼痛的感覺。所有的脊椎動物甚至某些非脊椎動物如烏賊都有感知疼痛的能力，並從而產生對應的退縮及規避反應。疼痛若未加以控制或解除，則會對動物產生相當程度的緊迫，造成諸如 ACTH，cortisol，ADH，catecholamine，glucose 血中濃度的上升，以及 insulin 與 testosterone 的下降，進而影響心血管、呼吸、代謝，甚至組織癒合等生理功能的表現。所以避免疼痛或採取正確的止痛措施，對於實驗動物來說，不論由道德或科學研究的角度，都是絕對必要的。

動物無法像人類一樣可以由語言來表達自己身體的不適，要減輕或解除動物痛楚的感受，必須先有能力辨識各類動物對痛苦所表現出的行為特徵。一般來說，動物出現突然的行為改變(攻擊或抑鬱)，不安，無法入睡，眼睛無神，瞳孔放大，被觸摸患處或移動時引發哭叫，過度舔咬抓搔患處，身體僵直，心跳、呼吸、血壓的過度上升等等，都可能是疼痛或不適的現象。但因為每種動物對痛覺的反應不盡相同，當我們試圖評估不同種類的動物時，依據之規範標準亦有所不同。所以對於動物管理或研究人員來說，熟悉實驗對象的行為、生理或生化特徵是很重要的。總括來說，除非有科學上已知相異的情形存在，否則我們應該假設如果相同的操作程序會對人類造成疼痛，則其亦會引發動物的疼痛。

麻醉包括全身麻醉及局部麻醉，對於動物來說，局部麻醉通常僅用於止痛而非手術。全身麻醉則用於控制動物的行動，同時也有止痛效果，以便進行手術等侵入性操作。全身麻醉可以借由注射途徑(靜脈、肌肉、腹腔等)達成，亦可使用氣體。注射用麻醉通常操作較為方便，但是較難控制其深淺及時間長短，對於心肺功能及肝腎等器官之影響，通常也比 halothane，isoflurane 等氣體麻醉劑來得大。氣體麻醉配合呼吸設備通常較有效率，對於小型或身體狀況不佳的動物也較為安全，但是設備較為昂貴，且需要配備廢氣排除裝置(scavenger system)，以減少對環境及術者的影響。一般動物麻醉還需要準備包括氣管插管、喉頭鏡、隔熱保溫墊、血氧、呼吸、血壓監視等設備。多數的麻醉藥品屬於管制藥材，需要遵守藥事法以及管制藥品管理條例等相關法規之規定，並備有相關之證照、文件，方能購買及使用。

神經肌肉阻斷劑可以與全身麻醉劑配合使用，以麻痺骨骼肌之活動力，但是因為其會影響許多麻醉或痛覺生理特徵之表現，麻醉之深度應小心維持，以免過量或不足。清醒的動物使用神經肌肉阻斷劑時，因其無法自行呼吸，或對外在的

刺激作出反應，即使採用輔助呼吸設備加以維持，仍會引發動物強烈之恐懼、苦惱與緊迫，所以除非是不引發痛覺之研究，並且經過審慎評估及許可，否則是極度不人道的作法。

常用的止痛藥物可分為 1)類鴉片物質(opioids)，如 oxymorphone，butorphanol，Buprenorphine, fantanyl 等，其副作是各種程度之心肺功能的抑制，及過度的鎮定效果。這些藥物通常也受到較為嚴格的管制，購買及使用需要遵守相關條例之規定，並備有相關之證照與文件。2) NSAID 類止痛劑，如 ketoprofen，carprofen，etodolac 等，可以與 opioids 併用，也有研究顯示其單獨使用效果亦不遜於 opioids，但要注意肝腎及消化道之副作用。此外還有 alpha 2-agonists (如 xylazine hydrochloride)、局部麻醉劑等等。

通常傷害愈多組織的手術在術後愈容易引起疼痛或不適，例如單純的切開、縫合及導尿會引起輕度的疼痛，而骨折韌帶手術、胸腔手術、脊髓手術，及截肢則常引起最重度的疼痛。手術前或手術中使用止痛劑，較手術之後使用更能有效抑制或阻擋疼痛路徑，從而得到較有效的術後止痛效果。如果動物在手術前便已有疼痛的病灶或表現，應增加疼痛治療的劑量。有些種類的藥劑，如鎮靜劑、抗焦慮劑等，雖沒有止痛效果，但是配合止痛或麻醉劑給予時，可以使麻醉的恢復平順，並減少手術後動物的不安。

通常手術後的疼痛在前 24 小時內會達到高峰，所以手術後的動物應讓其在熟悉安靜的環境恢復，密切觀察並依狀況持續使用適當的止痛劑，以確定動物沒有過度的不適或者其他的變化。

選用適當的止痛或麻醉措施為專業的知識，除需注意到正確操作與人道的考量外，亦需注意其是否會影響研究的結果。一般來說，在給予止痛或麻醉之前，對於動物的品種、年齡，手術操作的性質，疼痛的程度，藥物之安全性，與藥物對特定器官功能之影響，均須加以了解。某些動物(例如兔及雞)在恐懼時，會出現不能行動的"假死"狀態，如果將之判斷為失去知覺而加以手術，則會造成極大的疼痛。傳統的誤解也可能帶來動物的痛苦，例如低溫的確會使魚與兩生爬蟲動物減低活動，但是並不表示牠們對疼痛的感知降低。所以在設計止痛或麻醉的措施時，對於不熟悉的動物或藥品，最好諮詢專業的實驗動物獸醫師，以及查閱最新的科學文獻(表 16-1 ~ 表 16-7)。

值得一提的是，在許多時候，實驗動物痛苦的來源，不一定因為生理的疼痛，而是來自環境或實驗操作所導至之恐懼或緊迫。例如同樣在保定動物時，對人類接受度低的動物(如兔子)比對人類接受度高的動物(如狗)容易因為不信賴而產生恐懼。而同樣在相同大小比例的籠舍中，智能較高的動物(如猴子)將比智能較低的動物(如貓)更能感受禁閉的壓力。此外，野生的動物(如野鼠)又較長久被馴化的動物(如小白鼠)不能適應拘禁的環境。所以在處理不同的動物時，需對其有相當的了解，並針對其特性來設計環境及對待的方式，方能將動物的身心痛苦降低到最少的程度。

如果任何已知的止痛或麻醉措施都會影響研究結果，便需對實驗的設計及必要性再作審慎的評估，當動物福祉與實驗結果的正確性互相衝突時，最後的決定取決於實驗者的良心，以及相關實驗動物審核單位的裁決。

二、外科手術

使用動物進行科學應用，應儘量減少數目，並以使動物產生最少痛苦及傷害之方式為之。實驗動物經科學應用後，除有科學應用上之需要，應待其完全恢復生理功能後，始得再進行科學應用 -- 動物保護法 第十五條

手術的成功與否，取決於下列因素：手術前之規劃，人員訓練，無菌觀念，手術操作技術，動物狀況之監控等。手術操作若採團隊方式進行，往往因有各方專家之參與，而使其成功率提高，至於對於單一操作程序，仍應以固定人選為之，以達成手術操作之一致性。

為保持手術的品質，對手術結果應作持續的觀察及評估，以確信各步驟均依規定方式操作，而對不合宜之程序能適時的提出改善措施。在野外實施手術時，儘管程序較為簡化，但仍不應對動物個體造成危害。而對於修正程序良好與否的評估，不能以臨床上併發症比率或死亡率做為唯一判定之標準。

(一)手術前之規劃

手術計畫應由所有工作人員參與訂定，包含外科醫師，獸醫師，麻醉人員，手術助理，動物管理人員及研究人員。計畫中應列出個人職掌，所需之器械耗材清單，手術步驟及其性質，手術場所，手術前之健康評估及術後之照料程序等等。某些狀況中，為減少併發症，宜考慮使用抗生素，但絕不可以因為使用抗生素而忽略了無菌操作程序。

(二)人員訓練

人員之訓練關係到某些技術操作之精確度，如無菌操作觀念，外科手術動作之細膩精確與否，器械之正確使用，有效之止血技術及縫合材料之選用等。不同學歷背景之人員應給予適切之訓練，即使是專精人體之外科醫師，亦應加強動物與人體在解剖生理上差異之了解，麻醉止痛藥劑之不同效用劑量，與動物手術恢復之需求等。

(三)無菌觀念

實施無菌操作之目的在於降低動物在操作中被微生物感染之機率，有些潛在性之感染會造成不良之生理或行為反應，繼而會影響到手術之成功及實驗之結果。雖然通常大鼠對於手術感染之感受性較低，但仍建議採行環境許可下最好的無菌程序。

無菌技術，包含剃毛及手術部位之消毒等病患之準備，外科醫師之刷洗及無菌之手術衣物，滅菌手套，口罩，手術器械之消毒，耗材及埋植物品之滅菌處理，以及運用適當的外科手術技術等許多方面。單單使用無菌器械，或使用消毒劑，無法達成無菌操作的目的。

滅菌方式之選定，需依物品之材質而定。一般常用之方式為蒸氣高壓滅菌、電漿(plasma)及氣體(瓦斯)滅菌。以上均應配合使用指示以確保達到完整的效果。於鼠類的手術，使用液體殺菌藥水處理時，要注意充足的浸泡時間，浸泡過之物

品在使用前則務必要使用滅菌水或生理食鹽水徹底沖洗乾淨。乾熱或珠子滅菌有效且方便，但須注意使用前應充份降溫以免造成動物組織的燙傷。

一般而言，無菌外科手術應在與其它活動分開之指定專用場所實施，因為污染多來自空氣與其他污染物質，外科手術區域應減少非相關人員之進出，且要經常性地維持該區之清潔。

(四)手術操作技術

外科手術程序可區分為主要手術及小手術兩種。而依實驗之目的，又可再細分為存活性及非存活性兩類。主要存活性手術之定義為侵入或暴露體腔之手術，或對動物之物理或生理機能造成永久性之損傷者。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。小型存活性之外科手術則指不侵入體腔或對身體機能不會造成永久性之損害者；例如傷口之縫合，體表血管插管，在野外進行之例行性操作如去勢，去角之處理程序等，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。至於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 決定應歸類為主要手術或小型手術。與主要性之手術相比較，小型手術通常可在較不嚴謹之條件中進行，但對步驟及器械的無菌要求和適當的麻醉處理還是非常重要的。

非存活性之外科手術，指手術後動物不讓其從麻醉中恢復而直接以安樂死處理。對此類操作，本章所提之各項手術程序或許並非必要，但充份的麻醉止痛，與一些基本之操作如剃毛、手套的使用、器械及手術區域之清潔等還是需要的。尤其在較長時間的非存活性手術，無菌操作對於維持動物的穩定與成功的實驗結果更為重要。

針對緊急或突發狀況所作之搶救措施，其條件往往無法與正常例行的手術相比較。在這種情況下，應依獸醫師之專業知識來作判斷處理，且須預期有較高之併發症發生機率，對於手術後之照料工作務必要加強。

(五)動物狀況之監控

嚴謹之手術監控及危機狀況之掌握，對手術成功率提升大有助益。監控項目包含麻醉程度之深淺、生理機能之觀察、臨床症狀之評估等。

手術前之計劃書中應詳列手術後之監控項目為何，動物之照料需求及記錄之格式等，其中亦應指明將由何人來擔任這些工作，研究人員及獸醫師則應共同擔負起監督的責任，以確信動物於手術後受到適切之照料。

對於麻醉中的動物，體溫之維持可避免因麻醉劑所引發之心血管或呼吸系統障礙之發生，因而其監控格外重要。動物由麻醉狀態中復甦時，應保持在乾爽之環境中，並給予適當之關照，留意動物體溫變化情形，心臟血管及呼吸系統之功能，及手術後引發之疼痛或不適等狀況。其他如是否要藉由注射來維持體內水份及電解質之平衡，止痛劑及其他藥物之供應，還有傷口之照料，醫療記錄之持續等，也非常重要。

手術後已甦醒之動物，可減低其觀察的頻率。然而對於其他之身體狀況依舊要加以留意，如攝食及排泄之基本生理功能，疼痛引發之行為徵兆，手術感染之跡象，傷口之檢視，包紮之狀態，及適時地將縫線、釘針去除等。在傷口復原

之前，並因留意動物是否會以自殘行為傷害傷口，並採取適當的防護措施。

三、安樂死

科學應用後，應立即檢視實驗動物之狀況，如其已失去部分肢體器官或仍持續承受痛苦，而足以影響其生活品質者，應立即以產生最少痛苦之方式宰殺之 -- 動物保護法第十七條

在任何狀況下需要處死一隻動物都是不得已的選擇。大多數的人都同意，死亡，絕對是和動物福祉相牴觸的，這是因為我們體認死亡會剝奪上天所賦與個體最寶貴的禮物--生命，以及生命所帶來的一切。死是一種終結，一種不可回復的傷害，死亡絕非任何動物所願意面臨，但是在動物試驗的立場，為取得實驗成果、作例行淘汰、實驗完結、動物失去重要肢體器官，或動物持續承受無法控制之痛苦，足以影響其生存品質時，卻常常需要殺死實驗動物。為了維持動物起碼的福祉，依據動物保護法，應以安樂死的方式使動物死亡。

使動物在無疼痛下死亡的手段稱為安樂死，但嚴格來說，安樂死除了不造成動物疼痛之外，亦應該快速而且不使動物在過程當中感到恐懼。動物不像人類一樣，會由遭遇、直覺預見自己的死亡，並從而感到驚嚇或恐懼，但是較高等的動物對於術者粗糙的態度或是不良環境之"暗示"，仍能預期即將發生的死亡。所以如要使動物在死亡時得到安樂感受，應避免動物在死前有痛苦及恐懼感。

動物在面對有害的刺激時，會產生一些特定的行為或生理反應，例如悲鳴，掙扎，逃跑，攻擊，流口水，排尿排糞，噴出肛門腺，釋放費洛蒙(pheromones)，瞳孔放大，心跳加速，流汗，及肌肉僵硬或痙攣。由動物的這些表現，聲音或排放的味道，更會造成其他動物的不安，所以除了安樂死的品質非常重要之外，也不應該讓動物看到其他，特別是同種動物的死亡過程，安樂死的操作區域亦應常保清潔、安靜。

安樂死的要訣乃在如何使動物在無緊迫狀態下迅速失去知覺，而且以能使動物歷經最少的身體掙扎及表情、聲音變化者，最令旁觀者接受。一般來說，除非有最新科學或醫學上論點的支持，否則動物安樂死採行之方式均建議採行合乎 2007 或更新版之 AVMA Guidelines on Euthanasia 之方式。

在評估安樂死的方式時，需考慮該方式無痛致死的能力、使動物失去知覺及死亡所需時間的長短、可靠性、對操作人員之安全性、是否能夠減少動物的心理緊迫、對術者及旁觀人員的情緒影響、經濟性、藥品取得的難易度及被濫用的可能性、需要保定的程度，以及動物之死狀是否平和等等。實驗中所有安樂死的方式均應由實驗動物照護及使用委員會或小組加以審視及批准，如有爭議，應由實驗動物倫理委員會加以裁決。

(一)目前較常用於實驗動物安樂死之方式：

1. 吸入性安死術藥劑

(1)二氧化碳(CO_2)：吸入 60%之二氧化碳後動物會在 45 秒內失去知覺，大多用在小動物之安死。通常需與氧氣混合以免動物在喪失意識前因缺氧而不適。如

用在新生動物濃度需要增高。
優點：迅速鎮定並致死，可以鋼瓶或固態"乾冰"的方式購買，便宜，不燃，無爆炸性，對人員影響小。
缺點：對於鼠來說，濃度過高(超過 70%)，或未混合適當比例的氧氣，仍會造成動物的痛苦。而濃度過低(小於 50%)，則會延長死亡的時間，並出現肺臟之出血及病理變化。另外，因 CO_2 比空氣重，故氣體在密閉室中必須充至相當的濃度。

(2) Halothane，isoflurane 等麻醉氣體。可用於許多種動物，動物需置於密封的容器中，因大多具有局部刺激性，動物只能接觸其蒸器，且在過程中仍需繼續供給空氣或氧。
優點：適用於鳥類，鼠類，貓及小狗等難以作靜脈注射的小動物。
缺點：因刺激性及導入初期的興奮，會有掙扎的情形。麻醉氣體也可能對人畜造成傷害，而且相當昂貴。

(3)氮氣(N_2)：將動物置於容器中，並迅速充滿氮氣，使動物因缺氧而致死，須確定氧的濃度在 1.5%以下。雖然動物在失去知覺前均有換氣過度的現象，但一般認為是沒有痛苦的。新生的動物因對缺氧較有抗力而可存活較久的時間。
優點：氣體本身便宜，迅速，可靠，且對人的傷害小。
缺點：年紀很小的動物(四月齡以下)因需花較多時間，故不適用。動物失去知覺後可能有令人不安的掙扎動作。在瀕死前即使只給相當少量的氧也會造成迅速的復甦。因需在短時間內達到高濃度，故機器的構造功能相當重要。

(4)一氧化碳(CO)： 與血紅素結合成為 carboxy-hemoglobin，使紅血球失去帶氧能力，動物因缺氧而死亡。因為 CO 會刺激腦運動中樞，失去意識時會伴有抽慉及肌肉痙攣，這些令人不悅的動作可用鎮靜劑來減低。因其毒性高且無色無味，良好的排氣設施是必要的。在貓狗來說，6%的濃度效果最快，但濃度須在 20 分鐘內達到，且室溫須在 41.3 度以下。
優點： 快速且無痛，動物完全無法察覺。
缺點： 須小心人員暴露。

2. 非吸入性安死術藥劑

種類極多，可經靜脈注射，腹腔注射，肌肉注射，心內注射，皮下注射或口服來投與過量的麻醉藥物，達到致死的目的。其中以靜脈注射最為迅速可靠，經肛門及腹腔注射投藥因為其效果緩慢，致死量不穩定，且有刺激組織而造成疼痛之隱憂，一般不推薦使用，但在體型極小的動物，可採用腹腔注射。不當的心臟內注射會導致動物極度痛苦，所以不予推薦，但在昏迷或麻醉下的狀況可以使用。另外胸腔及肺臟之注射並不可靠，並會引起痛苦，應該避免。

最被接受的注射型安樂死藥物是 barbituric acid 之衍生物，其中以 pentobarbital sodium 最為常用，這類藥物可直接抑制中樞神經系統，動物先進入昏迷，發生數次喘息後停止呼吸，繼而迅速心跳停止。為中型動物安死術藥物的第一選擇。該藥物最好使用靜脈注射，如為小型，老弱或極年幼動物，可行腹

腔注射，但需注意不可以使用高濃度(大於 60 mg/ml)的劑型，以免引起刺激。該藥不適於皮下或肌肉注射。

安死液(euthanasia solution, euthanasia)含有高濃度 pentobarbital 及 phenytoin， 因為濃度過高，為避免組織刺激之不適，必須採靜脈注射。其作用迅速，效果與注射劑量，濃度及速度有關。其引發的死亡相當平順，動物很少感覺不適，而且費用與其它藥劑比起來也相當便宜。

如動物極度兇暴或興奮，最好先使用鎮靜劑等藥物如 acepromazine 或 ketamine 使其安靜下來，以免傷及術者或造成動物之嚴重緊迫，鎮靜劑並能改善死前的喘息。對於犬來說，大多數口服鎮靜劑效果不良，目前被證明有效的口服投藥為合用 tiletamine-zolazepam 及 acepromazine，或使用 pentobarbital sodium 之口服劑型，可與食物一起餵食，大約在 60 分鐘後會使動物昏迷，如果劑量足夠，也可致死。

3. 物理之安死術

物理方式雖然死狀通常不佳，但如果操作得當，可以在沒有痛楚的情況下，達成立即的知覺喪失。

(1)擊昏法(stunning)：大型動物使用，適當的局部撞擊或電殛頭部可使動物喪失知覺，隨之可以放血(exsanguination)等方式使動物死亡。但如施行不當，會造成疼痛及僅僅部份知覺喪失，是極不人道的。

(2)頸椎脫臼法與斬首，僅適用於小型囓齒類動物，而且最好在其他方法均不適用或不可取得時使用。斬首因為在視覺上的接受度低，目前已較少被施行。

(3)槍擊(gunshot)： 大型動物使用。在某些狀況下，槍擊是唯一可行的方式，需要高度的技巧及訓練，可用來福槍或手槍，子彈打入腦部，造成立即的失去知覺。

優點：迅速，在野外或對狂犬病有急需的地方有時是唯一的方法。

缺點：對人員有潛在危險，施行及死狀令人不悅，有時不一定能命中腦部。槍隻在我國受到管制，一般人無法取得。

(二)不妥當之”安樂死”方式

1.減壓(decompression)：在減壓過程中動物會先感到興奮，愉快，繼而感覺遲頓，窒息並喪失知覺。幼年動物需要較久時間。無意識動物並可能有鼓脹，流血，嘔吐，痙攣，排糞尿等現象，令人不快。如果減壓過快，因體內氣體大量被釋出，易造成動物痛苦。

2.電擊(electrocution)：電流須直接通過腦部才能使動物的知覺喪失，否則會造成痛苦、全身痙攣、灼傷，最後才使心臟停頓致死。對術者也有危險，較費時，且死狀不佳。

3.氰酸氫(hydrogen cyanide)等氰化物：作用極為快速，但會在死前造成興奮及、悲鳴，及劇烈抽筋，死狀甚慘，氣體刺激性強且對人畜毒性劇烈。該化學物為劇毒，受到管制。

4.番木虌素(strychnine)：增加中樞神經的興奮性，動物神智仍清醒，引起極度嚴重痛苦的抽搐，最後因呼吸抑制而死亡，相當殘忍。

5.硫酸鎂(magnesium sulphate)及氯化鉀(potassium chloride)：分別為抑制呼吸及心臟，不可單獨使用，須於動物深度麻醉後才配合使用。

6.注射空氣(air embolism)：於血管注入空氣會造成動物抽慉、角弓反張，並發出痛苦的聲音，除非動物已深度麻醉，絕不可單獨使用。

7.類南美箭毒(curariform drugs) 等神經肌肉阻斷劑：包括 curare, succinylcholine, pancuronium, guaifenesin，藉由癱瘓呼吸肌而致死，在人類的經驗為在完全清醒的狀況下，伴隨肌肉無法活動，會造成極度不安及窒息。在狗呼吸停止後仍可維持腦波活動達七分鐘之久，並伴隨流口水，排糞尿及抽搐。因非常痛苦並造成極度恐懼，絕不可用於安樂死。該類藥物受到管制。

8.放血：僅能用於無意識之動物，確保其因為低血量而死亡。絕不可用於清醒的動物。

9. 乙醚(ether)：早期非常廣範的用於小動物之麻醉，但是乙醚蒸氣具黏膜的刺激性，且為易燃物，有爆炸性，為了公共安全，最好不要使用。

許多動物對各種安樂死的方式有不同的反應與效果，例如某些爬蟲類可以閉氣極長的時間，使得氣體的安死術相當困難。有時因為操作失當(如注射部位不正確)，即使使用最理想的安樂死藥物，也一樣會使動物受到極大痛苦，所以除了選用適當的藥劑及方法外，動物之安樂死應由受過完整訓練、技術熟練的人員，以專業手法及仁慈的心態來負責執行，以期讓動物承受最少的痛苦和緊迫。

對於部份的管理人員、獸醫師及研究人員而言，對動物施行安樂死，可能會造成心理上之困擾，尤其當某些人必須經常性的執行此項工作時，主管人員應事前考量此潛在的問題，而對工作性質加以適當的輪調或調整。

動物死亡後應確實判定生命跡象已完全消失，較難判定之爬蟲類或兩生類動物，可尋求專業人員協助，再以適當的方式處理屍體，動物的屍體不宜以一般垃圾的方式處理。

參考文獻

1. 葉力森(1995) 動物與法律 中華民國保護動物協會出版 台北(民國八十四年)。
2. AVMA Panel on Euthanasia. (2007). J. Am. Vet. Med. Assoc. 218, 669-696.
3. Baumans, V, Meijer, JC, Haberham, ZL, de Groot HN, Hellebrekers, LJ (1998)..

Euthanasia of piglets: gas or injection? Tijdschr. Diergeneeskd. 15, 738-742.
4. Coenen, AM, Drinkenburg, WH, Hoenderken, R, van Luijtelaar, EL (1995). Carbon dioxide euthanasia in rats: oxygen supplementation minimizes signs of agitation and asphyxia. Lab.Anim. 29, 262-268.
5. Cruz, JI (1996). Anesthesia in experimental animals. Basic principles. Rev. Esp. Anestesiol. Reanim. 43, 99-107.
6. Danneman, PJ, Stein, S, Walshaw, SO (1997). Humane and practical implications of using carbon dioxide mixed with oxygen for anesthesia or euthanasia of rats. Lab. Anim. Sci. 47, 376-385.
7. Gaynor, JS (1999). Is postoperative pain management important in dogs and cats? Vet. Med. Mar, 254-257.
8. Guide for the care and use of laboratory animals. (1996). Institute of laboratory animal resources, Commission on life sciences, National Research Council.
9. Handouts for Veterinanums (1990), University of Alabama at Birmingham, U.S.A.
10. Hellyer, PW (1999). Minimizing postoperative discomfort in dogs and cats. Vet. Med. Mar, 259-265.
11. Hunter SC, Glen JB, Butcher CJ (1984). A modified anesthetic vapour extraction system. Lab. Anim. 18, 42-44.
12. Kopaladze, RA (1999). I.P. Pavlov on vivisection and the modern ethical requirements for animal experiments. Zh. Vyssh. Nerv. Deiat. Im. I. P. Pavlova. 49, 589-599.
13. Machin, KL (1999). Amphibian pain and analgesia. J. Zoo. Wildl. Med. 30, 2-10.
14. Marsch SC, Studer W (1999). Guidelines to the use of laboratory animals: what about neuromuscular blocking agents? Cardiovasc. Res. 42, 565-566.
15. Morrow, WE (1999). Euthanasia hazards. Occup. Med. 14, 235-246.
16. Ramsay, EC, Wetzel, RW (1998). Comparison of five regimens for oral administration of medication to induce sedation in dogs prior to euthanasia. J. Am. Vet. Med. Assoc. 15, 240-242.
17. Tabata H, Kitamura T, Nagamatsu N (1998). Comparison of effects of restraint, cage transportation, anaesthesia and repeated bleeding on plasma glucose levels between mice and rats. Lab. Anim. 32, 143-148.
18. Wright KC (1997). Working with laboratory animals: general principles and practical considerations. J. Vasc. Interv. Radiol. 8, 363-373.

表 16-1 小鼠(mouse)鎮靜、麻醉及止痛藥物劑量表

藥　　物	劑量	途徑
麻醉前給藥		
Atropine	0.002-0.005 mg/100 g BW 0.12 mg/100 g BW	IM, IV, SC* IP*
鎮靜劑		
Acepromazine Diazepam Ketamine	0.075 mg/100 g BW 0.5 mg/100 g BW 2.0 mg/100 g BW	IM IP IM
注射麻醉劑		
Ketamine Pentobarbital Thiopental Thiamylal	2.2-4.4 mg/100 g BW 10 mg/100 g BW 2.5 mg/100 g BW 1.5 mg/100 g BW 6.0 mg/100 g BW 2.5 mg/100 g BW 5.0 mg/100 g BW 2.5-5.0 mg/100 g BW	IM IP IV IV IP IV IP IV
混合注射麻醉劑		
Ketamine & Xylazine Fentanyl & Droperidol & Diazepam Ketamine & Acepromazine	8.7 & 1.3 mg/100 g BW 0.2-0.5 ml/100g BW (10% solution) 0.5 mg/100g BW 2.2-4.4 & 0.075 mg/100 g BW	IM IM IP IM
吸入麻醉劑		
Methoxyflurane Halothane CO2	Induction: 2-4% Maintenance: 0.5-1.5% Induction: 1-3% Maintenance: 0.5-1.5% Induction: 10-15 seconds	
止痛劑		
Meperidine Pentacozine Nalbuphine Butorphanol Buprenorphine	2.0 mg/100 g BW 0.4 mg/100 g BW 1.0 mg/100 g BW 0.5 mg/100 g BW 0.1-0.5 mg/100 g BW 0.2 mg/100 g BW /12h 0.2 mg/100 g BW /6-8h	IM, SC IP IM, SC, IV IM, SC IM, SC SC IP
不推薦使用的藥物		
Chloroform Carbon tetrachloride Chlorpromazine Ether Trichloroethylene Tribromoethanol		

*：IM:肌肉注射　IV:靜脈注射　SC:皮下注射　IP:腹腔注射

表 16-2 大鼠(rat)鎮靜、麻醉及止痛藥物劑量表

藥　　物	劑量	途徑
麻醉前給藥		
Atropine	0.002-0.005 mg/100 g BW	IM, IV, SC
鎮靜劑		
Acepromazine Diazepam Xylazine Ketamine	0.5 mg/100 g BW 0.25 mg/100 g BW 1.3 mg/100 g BW 2.2 mg/100 g BW 2.0 mg/100 g BW	IM, SC IP IM IM IP
注射麻醉劑		
Fentanyl & Droperidol Ketamine Pentobarbital	0.2-0.4 ml/kg (10% solution) 4.4 mg/100 g BW 4-16 mg/100 g BW 5 mg/100 g BW 3-4 mg/100 g BW 3-5 mg/100 g BW	IP IM IP IV IV IP
混合注射麻醉劑		
Ketamine & Xylazine Ketamine & Acepromazine Ketamine & Pentobarbital Innovar-Vet & Pentobarbital Inactin Acepromazine& Pentobarbital	8.7 & 1.3 mg/100 g BW 2-4 & 0.075 mg/100 g BW 4.4 & 2.5 mg/100 g BW 6.0 & 2.1 mg/100 g BW (I)0.13-0.3ml/kg(10%solution)& (P)1-2 mg/100 g BW 100 mg/kg 0.5 & 2.5-3 mg/100 g BW	IM IM (K)IM,(P)IP (K)IM,(P)IV (I)IM, (P)IP IP (A)IM, SC, (P)IP
吸入麻醉劑		
Methoxyflurane Halothane Enflurane Ether	Induction: 2-4% Maintenance: 0.5-1.5% Induction: 1-3% Maintenance: 0.5-1.5% Induction: 3-4% Maintenance: 1-3% 棉花上沾 1-2ml 放到 chamber 中作用	
止痛劑		
Meperidine Pentacozine Butorphanol Nalbuphine Buprenorphine	0.3-0.5 mg/100 g BW 0.2 mg/100 g BW 0.05-2 ml/kg 0.1-0.2 mg/100 g BW 0.01-0.05 mg/100g every 12 hr	IM, IV, IP IM, IV, SC IM, SC IM, SC SC
不推薦使用的藥物		
Chlorpromazine Chloral hydrate Chloroform Tribromoethanol		

表 16-3 沙鼠(Gerbil)鎮靜、麻醉及止痛藥物劑量表

藥　　物	劑量	途徑
麻醉前給藥		
Atropine	0.002-0.005 mg/100 g BW	IM, IV, SC
鎮靜劑		
Diazepam Ketamine	0.5-1.0 mg/100 g BW 2.2 mg/100 g BW	IP IM
注射麻醉劑		
Ketamine Pentobarbital Thiopental 	4.4 mg/100 g BW 6.0 mg/100 g BW 3.0 mg/100 g BW 2.0 mg/100 g BW 4.0 mg/100 g BW	IM IP, SC IV IV IP
吸入麻醉劑		
Methoxyflurane Halothane 	Induction: 2-4% Maintenance: 0.5-1.5% Induction: 1-3% Maintenance: 0.5-1.5%	
止痛劑		
**Nalbuphine **Butorphanol **=術後1-3天每6-8hr給一次	0.1-0.2 mg/100 g BW 2.5-5.0 mg/100 g BW	IM, SC IM, SC
不推薦使用的藥物		
Ether Chloroform Acepromazine		

表 16-4 雪貂(Ferret)鎮靜、麻醉及止痛藥物劑量表

藥　　物	劑量	途徑
麻醉前給藥		
Atropine	0.05 mg/ kg BW	IM, IV, SC
鎮靜劑		
Acepromazine Diazepam Xylazine Ketamine	0.2-0.5 mg/kg BW 2 mg/kg BW 1 mg/kg BW 10 mg/kg BW	IM, SC IM IM, SC IM
注射麻醉劑		
Ketamine Thiopental	25-40 mg/kg BW 60 mg/kg BW	IM IP
混合注射麻醉劑		
Ketamine & Xylazine Ketamine & Acepromazine Ketamine & Diazepam	20-30 & 1-4 mg/kg BW 20-35 & 0.2-0.3 mg/kg BW 25 & 2 mg/kg BW	IM IM IM
吸入麻醉劑		
Methoxyflurane Halothane Enflurane	Induction: 1-3% Maintenance: 0.3-1.0% Induction: 3-4% Maintenance: 0.5-1.5% Induction: 3-4% Maintenance: 1-3%	
止痛劑		
**Nalbuphine **Butorphanol **=術後 1-3 天每 6-8hr 給一次	1-2 mg/kg BW 0.3-0.8 mg/kg BW	IM, IV, SC IM, IV, SC
不推薦使用的藥物		
Pentobarbital		

表 16-5 兔(Rabbit)鎮靜、麻醉及止痛藥物劑量表

藥　　物	劑量	途徑
麻醉前給藥		
Atropine	0.2-0.3 mg/kg BW	IM, IV, SC
鎮靜劑		
Acepromazine	0.5-2.0 mg/kg BW	IM
Diazepam	1 mg/kg BW	IV
	5-10 mg/kg BW	IM
Xylazine	3 mg/kg BW	IV
	4-6 mg/kg BW	IM
Ketamine	22 mg/kg BW	IM
注射麻醉劑		
Fentanyl & Dropeidol	0.15-0.25 ml/kg BW	IM
Ketamine	44 mg/kg BW	IM
	15-20 mg/kg BW	IV
Thiopental	20-50 mg/kg BW	IV
Thiamylal	25-30 mg/kg BW	IV
Alpha-chloralose(1% solution)	80-100 mg/kg BW	IV
混合注射麻醉劑		
Ketamine & Xylazine(不要使用在新英格蘭黑兔)	35-44 & 5-10 mg/kg BW	IM
Ketamine & Acepromazine	30 & 0.75 mg/kg BW	IM
Ketamine & Diazepam	25 & 5 mg/kg BW	IM
Ketamine & Pentobarbital	30 & 30 mg/kg BW	IM
吸入麻醉劑		
Methoxyflurane	Induction: 1-3%	
	Maintenance: 0.3-1.0%	
Halothane	Induction: 3-4%	
	Maintenance: 0.5-1.0%	
Enflurane	Induction: 3-4%	
	Maintenance: 1-3%	
止痛劑		
Meperidine	2 mg/kg BW	IM, SC
Phenylbutazone	10 mg/kg BW	IV
**Nalbuphine	100 mg/kg BW	IV
**Butorphanol	1-2 mg/kg BW	IM, IV, SC
**=術後1-3天每6-8hr給一次	0.3-0.8 mg/kg BW	IM, IV, SC
不推薦使用的藥物		
Promazine		
Chlorpromazine		
Chloroform		

表 16-6 犬鎮靜、麻醉及止痛藥物劑量表

藥　物	劑量	途徑
麻醉前給藥		
Atropine	0.03-0.1 mg/kg BW	IM, IV, SC
鎮靜劑		
Acepromazine	0.5-2 mg/kg BW; max =2.5mg	IM, IV, SC
Diazepam	1-2.5 mg/kg BW	IV
Xylazine	1 mg/kg BW	IV
	1-4 mg/kg BW	IM
Ketamine	5 mg/kg BW	IV
	10 mg/kg BW	IM
注射麻醉劑		
Fentanyl & Droperidol	0.05 mg/kg BW	IV
	0.1-0.2 mg/kg BW	IM
Ketamine	10 mg/kg BW	IV
	20 mg/kg BW	IM
Pentobrabital	25-35 mg/kg BW	IV
Thiopental	20-30 mg/kg BW	IV
Thiamylal	9-18 mg/kg BW	IV
Alpha-chloralose (1% solution)	40-100 mg/kg BW	IV
混合注射麻醉劑		
Ketamine & Xylazine	10 & 2-4 mg/kg BW	IV(K),
Ketamine & Diazepam	7-10 & 0.4 mg/kg BW	IM(X)
Ketamine & Acepromazine	10 &0.1 mg/kg BW; max=2.5mg	IV
Acepromazine& Oxymorphone	0.05-0.1mg/kgBW; max=2.5mg &	IV
	0.1-0.15 mg/kg BW	IV, IM, SC (A);
		IM, IV (O)
吸入麻醉劑		
Methoxyflurane	Induction: 1-3% Maintenance: 0.3-1.0%	
Halothane	Induction: 3-4% Maintenance: 0.5-1.5%	
Enflurane	Induction: 3-4% Maintenance: 1-3%	
止痛劑		
Xylazine	0.1 mg/kg BW	IM, IV bid
Phenylbutazone	22 mg/kg BW	PO sid
Meperidine	0.5-1.0 mg/kg BW	PO, SC, IM
Flunixin	1 mg/kg BW	IV sid
Oxymorphone	0.15 mg/kg BW	IM, IV, SC
Pentacozine	0.2 mg/kg BW	IM, PO
**Butorphanol	1-2 mg/kg BW	IM, IV, SC
**Nalbuphine	1-2 mg/kg BW	IM, IV, SC
**=術後1-3天每6-8hr給一次		
不推薦使用的藥物		
Alphaxalone-Alphadolene		

表 16-7 靈長類(Primate)鎮靜、麻醉及止痛藥物劑量表

藥　　物	劑量	途徑
麻醉前給藥		
Atropine	0.04-0.1 mg/kg	IM, IV, SC
鎮靜劑		
Acepromazine Diazepam Xylazine (Erythrocebus patas 需較高的劑量) Ketamine	0.25-1.0 mg/kg 1 mg/kg 0.5-2 mg/kg 7-14 mg/kg 5-15 mg/kg	IM, SC IM, IV IM IV IM
注射麻醉劑		
Fentanyl & Droperidol (Salmirl sclureus 必須給低劑量) Ketamine Pentobarbital Thiopental Thiamylal(Cercopithecus aethiops 使用 barbiturates 時必須用較低的劑量)	0.05-0.1 ml/kg 28-45 mg/kg 11-44 mg/kg 20-30 mg/kg 30-35 mg/kg 15-20 mg/kg 15-30 mg/kg	IM IV IM IV IP IV IV
混合注射麻醉劑		
Ketamine & Xylazine Ketamine & Acepromazine	7 & 0.6 mg/kg 11 & 0.5 mg/kg	IM IM
吸入麻醉劑 Methoxyflurane Halothane Enflurane	 Induction: 1-3% Maintenance: 0.3-1.0% Induction: 3-4% Maintenance: 0.8-1.5% Induction: 3-4% Maintenance: 1-3%	
止痛劑		
Meperidine Pentacozine **Oxymorphone **Butorphanol **Nalbuphine **=術後1-3天每6-8hr給一次	2-10 mg/kg 1-5 mg/kg 0.15 mg/kg 0.15 mg/kg 0.3-1.0 mg/kg 0.75-1.5 mg/kg	IM, SC IM IM IM, SC IM, SC IV
不推薦使用的藥物		
Chlorpromazine Phencyclidine		

第十七章　評估與舒緩實驗動物之疼痛

一、前言

在應用活體脊椎動物進行科學研究時，動物可能遭受不同程度的疼痛，這些疼痛反應不只影響動物福祉，也可能干擾實驗結果。國內的動物保護法第三章第十五條"使用動物進行科學應用，應儘量避免使用活體動物，有使用之必要時，應以最少數目為之，並以使動物產生最少痛苦及傷害之方式為之。"為了達到法規的要求，研究人員、飼育人員、獸醫師、以及實驗動物照護及使用委員會或小組成員皆需確保在每個使用活體脊椎動物的研究計畫中，實驗動物的使用具有其科學的正當性，而且無活體動物以外的替代方法，同時在實驗與手術過程中，應盡可能避免或減輕相關操作對動物造成的疼痛與痛苦。

過去探討疼痛與痛苦時，常將這兩種狀態對於動物的影響結合起來共同探討。依據國際疼痛研究學會（The International Association for the Study of Pain, IASP）的定義，疼痛是複雜的生命體驗，主要因實質或潛在可能發生的組織損傷，或關連此傷害所敘述之不愉快的感覺和情緒的體驗。這個定義視疼痛為一種主觀、個體獨特的經驗，包含感覺和情緒的要素。疼痛可由在身體末稍的痛覺受器接受外來對動物體的機械、溫度及化學刺激，或身體內在的化學或電刺激，而引發痛覺神經衝動。這些衝動經由化學或神經痛覺路徑刺激大腦皮質或中樞神經，繼而造成疼痛的感覺。唯需注意的是痛覺不等於疼痛，疼痛經驗未必與實際的傷痛程度有等比例的關係，甚至可能在缺乏物理性傷痛刺激的情況下，動物依然感受到相當程度的疼痛經驗。根據近幾年研究結果，疼痛經驗的生成不僅發生於周邊組織，亦發生於中樞神經部位，特別是腦皮質。 另外當組織受傷時產生的炎症反應會釋放多種化學物質，這些物質可能會擴大疼痛範圍，並增加疼痛強度，持續性的疼痛刺激進一步使中樞神經敏感化，對非疼痛性刺激亦產生疼痛反應。

痛苦是逃避與負面的內在狀態，是因生物體對緊迫源的因應與適應反應無法使其恢復生理與(或)心理的內在平衡而產生，嚴重或長期的緊迫蓄積於體內，造成生物體的生理機能顯著改變，最終對動物福祉造成有害的效應。實驗動物痛苦的來源，不一定因為生理的疼痛，亦可能來自心理、環境或實驗操作所導致的恐懼或緊迫，而疼痛本身也是一種緊迫源，因此疼痛若未加以控制或解除，則會使動物產生相當程度的緊迫與痛苦。

所有脊椎動物甚至某些非脊椎動物如章魚和烏賊，都有接受、傳送、處理和記憶疼痛的感覺所需的解剖生理結構，這些證據加上動物會因疼痛刺激產生對應的行為變化，顯示動物和人類對疼痛皆有類似的感知能力，因此避免疼痛或採取正確的止痛措施，對於實驗動物來

說，不論由道德或科學研究的角度，都是絕對必要的，且除非有科學上已知相異的情形存在，否則我們應該假設如果相同的操作程序會對人類造成疼痛，則其亦會引發動物的疼痛。

二、疼痛評估

由於動物無法像人類可以由語言表達身體的不適，要減輕或解除動物疼痛的感受，最重要的是必須具有能力辨識各類動物甚至每一個體對疼痛所表現出的臨床行為特徵。

動物感覺疼痛時所出現的生理和行為改變與痛苦引發的反應相似。但是與疼痛相關的行為會隨著事發當時的情境和受傷程度而不同，因為使動物感覺疼痛的機制，除了會造成「感覺-運動」的行為反應外，亦會同時牽動「原因-感受」的情緒反應。因此，為了緩解身心的疼痛經驗並促進復原，動物會表現一系列和疼痛相關的行為，而這就可以成為評估疼痛管理的有效指標。需注意的是動物因疼痛而表現的行為模式，可能因物種、性別、過去經驗、年齡等因素而不同，在疼痛評估時都應列入考量。

疼痛評估步驟：

1. 準備動物疼痛評估表，如視覺類比量表（visual analogue scale, VAS）或簡單描述型量表。訓練觀察員採取一致化的評估標準，並由同一員持續評估同一動物，以減少主觀判斷的差異性。
2. 在不干擾動物的情況下觀察動物。某些動物 (例如兔、天竺鼠、非人類靈長類等) 在人員觀察時呈現明顯的行為變化（如靜止不動、隱藏病情），因此透過攝影機、螢幕或視窗進行行為觀察較佳。
3. 評估動物對觀察員的反應。負責每日照護動物的飼養人員為最佳人選。
4. 檢察動物並評估動物對輕度按壓或觸診疑似疼痛部位的反應，如手術部位或病灶部位等。
5. 秤重，盡可能記錄動物的進食量與飲水量。檢查籠或欄內動物的糞便與尿液是否正常。
6. 視情況給予止痛劑，並於 30-60 分鐘後再一次進行上述項目，以評估藥劑與劑量對動物的效果。動物對於止痛劑的反應亦有助於疼痛評估。
7. 定期檢討本作業清單。

表 17-1　持續性疼痛時動物的一般行為特徵

行為特徵	說　　明
過度防衛	改變身體姿勢，避免移動、使用或觸碰疼痛部位
異常外觀	依不同品種動物而異，通常出現不清理毛髮、體態異常、呈現身體輪廓的變化，部分動物呈現面部表情的改變。
行為改變	沮喪、無活動力、退縮、或焦躁不安（如坐立不安、繞圈、

	來回踱步、翻觔斗等)、睡眠模式改變。大型動物則發出哼聲、磨牙、邁着沉重步伐、捲起嘴唇(如山羊或綿羊),非人類靈長類動物常翻白眼。遭受疼痛中的動物表現出與其他群居同伴間社交行為的改變。
異常發聲	按壓或觸診疼痛部位時異常發聲,移動或抓取時亦同。
自殘	動物可能舔舐、咬、抓傷、搖晃或摩擦疼痛部位。
出汗	馬在疼痛時(如腹絞痛)會大量出汗。
食慾不振	動物在遭受疼痛時通常暫停或顯著減少進食與飲水, 導致快速體重下降。

表 17-2　疼痛與痛苦時不同物種動物的臨床症狀

物 種	臨　床　症　狀
非人類靈長類	● 在術後或實驗操作後人員在現場觀察時呈現無反應狀態,直到演變為重度疼痛為止才會顯現異常。透過攝影機或相隔一段距離的視窗進行臨床觀察較佳。由於它們善於隱藏疼痛或疾病,如一旦呈現生病樣,則須立刻處理。 ● 悲慘、凶暴或垂頭喪氣、雙臂抱胸蹲伏、痛苦表情與茫茫然的眼神、呻吟或尖叫、躲避或攻擊同伴動物、不理毛。 ● 急性腹痛時呈現臉部扭曲、緊咬牙齒、焦躁不安、一面悶哼或呻吟一面搖晃身體。 ● 頭部疼痛時把頭頂向圍欄或籠子表面。更嚴重疼痛時會自咬或自殘。 ● 食欲不振、對熟悉的人員的反應改變。
犬	● 中大型犬呈現警覺度降低、安靜,小型犬呈現躁動。 ● 身體動作僵硬、不願走動、採取異常姿勢以舒緩疼痛部位、運動失調。 ● 輕微疼痛時較易呈現焦躁不安與提高警覺度。 ● 食慾不振、發抖、呼吸急促或喘氣。 ● 舔舐、咬、抓傷或摩擦疼痛部位,按壓或觸診疼痛部位時呈現恐懼或攻擊。 ● 對熟悉的人員的反應改變,但處於疼痛或痛苦的狗對於人員的撫拍仍會搖尾巴。
貓	● 對於疼痛的行為改變較不引人注目,需注意觀察整體的正向身心狀態是否匱乏。 ● 安靜、孤僻、表情憂懼、前額皺紋。 ● 觸碰或移動疼痛部位時發出哀號或低聲吼叫。 ● 藏匿、逃避同伴動物。 ● 運動失調、頭耳部疼痛時頭部歪向疼痛側,胸腹部疼痛時

	身體捲縮或弓背，頭頸胸部疼痛時伸長身體，背或腹部疼痛時身體直立或弓背側躺、腳步僵硬異常，四肢疼痛時跛行或懸腿、並避免使用該側腿。 ● 過度舔舐與理毛，但在長期或重度疼痛時幾乎不理毛，皮毛外表明顯易於正常動物。 ● 按壓或觸診疼痛部位時呈現攻擊狀並企圖逃跑。 ● 食慾與飲水量下降。 ● 處於疼痛或痛苦的貓對於人員的撫摸仍會發出呼嚕聲。
囓齒類	● 大小鼠於急性疼痛時發出叫聲、攻擊操作人員。疼痛時它們會發出人類無法聽取的超音波叫聲，因此發聲並不是疼痛的必要指標。食慾不振、飲食異常（如啃食仔鼠或墊料）、改變平常的群聚行為與理毛行為（如藏匿或逃避同伴動物、停止築巢、不理毛或過度舔舐與搔癢），口鼻部沾染紅色液體（紅淚症或紫質症）、活動力降低、弓背、豎毛。 ● 天竺鼠在受驚嚇時、抓取時常會驚逃與尖叫，但處於疼痛的天竺鼠異常安靜不動，需注意的是陌生人在周邊時天竺鼠亦安靜不動，應謹慎鑑別。食慾下降，術後的疼痛可能會使動物停止進食，造成腸管蠕動停滯導致致命的腸毒素症。 ● 倉鼠與沙鼠呈現與大小鼠相似症狀。
兔	● 恐懼、憂慮、呆滯或無活動力，面對籠子內面弓背躲藏，偶有過度興奮與舔舐。急性疼痛時對於人員的抓取與操作會異常發聲或攻擊。 ● 腹部疼痛時呈現弓背、腹肌收縮、腹部貼壓在地板。偶有磨牙，但並不是疼痛的必要指標。 ● 術後的疼痛可能會使動物停止進食，造成腸管蠕動停滯導致致命的腸毒素症。 ● 呼吸模式改變（喘氣）、食慾下降、不理毛。
馬	● 急性疼痛時呈現不願走動或被人員操作、焦躁不安、口含食物卻停止咀嚼、憂慮表情伴隨瞳孔放大與茫然眼神、呼吸急促、脈搏上升、鼻孔張開、出汗、僵硬的步伐、運動失調。 ● 磨牙、玩咬水桶。 ● 長期疼痛時呈現低頭沮喪樣，骨骼受損的疼痛會使動物不願意走動、四肢疼痛時跛行或懸腿、四肢體態改變（載重在後肢、前肢馬步）、頭頸部僵硬。 ● 胸腹部疼痛時舔咬、踢腹部、前肢內彎、經常臥倒又站

	立、繞圈、翻滾，常造成身體與眼睛周圍受傷瘀青。
牛	● 呆滯遲鈍、頭低垂、對週遭失去興趣、活動力降低、食欲下降、體重減輕、低聲發出哼聲、磨牙、乳汁產量下降。 ● 重度疼痛時呈現快而淺的呼吸模式。 ● 操作時可能有攻擊反應或採僵直的姿勢，不願移動。局部疼痛伴隨持續性的舔舐或踢疼痛部位，重度疼痛時吼叫。 ● 腹痛時之症狀與馬相似，但較不明顯。急性腹痛時會將一後肢靠放在另一後肢前方。 ● 不理毛，皮毛無光澤。 ● 無麻醉下去勢與去角術後的牛隻呈現反芻減少、食欲下降、彈耳、彈尾、搖頭。橡皮圈去勢後牛隻呈現焦躁不安、跺腳、踢、抓地、體態改變，而用 Burdizzo 鈍壓法或麻醉去勢的牛隻，僅出現僵直站立。
羊	● 疼痛時之症狀與牛相似，但羊對疼痛的耐受性高，因此症狀較不明顯。 ● 呆滯遲鈍、姿勢和表情改變、對週遭失去興趣、活動力降低、不願移動或移動遲緩、食欲下降、捲起嘴唇、低聲發出哼聲。 ● 疼痛時山羊較牛隻易發出叫聲、磨牙、快而淺的呼吸模式、體態改變、跺腳。乳汁產量下降、體重減輕。 ● 去勢與斷尾手術後的小羊呈現重複臥倒與站立、搖尾、咩咩叫、伸長頸部、捲曲上唇、踢、抓地、呼吸過度。
豬	● 呈現整體行為舉止的改變、社交行為改變、步態和姿勢改變、躲在窩裡、不願走動。 ● 被抓取時豬容易尖叫並企圖逃跑，疼痛會使其反應更劇烈或甚至具有攻擊性。 ● 觸碰疼痛部位時發出尖叫，中度疼痛時活動力下降，食欲下降、對於熟悉的人員的反應改變。
鳥禽類	● 逃避反應、鳴叫並過度激烈動作、小型鳥較大型鳥較少掙扎與鳴叫。頭部移動的距離與頻率增加、心跳與呼吸次數增加 ● 慢性疼痛時呈現眼睛半閉、頭垂至身體捲縮不動、食慾不振、無活力、並出現垂頭喪氣與悲慘表情、翅膀貼至身體頸部縮回、滯留在籠底部少飛到棲木上。 ● 被捉拿時逃避反應減少取而代之的是靜止不動（假死狀態）。

	● 盡量不使用受傷的腳並避免伸展
爬蟲類	● 急性疼痛時呈現畏懼退縮與肌肉緊繃、遠離不愉快的刺激並企圖咬人。 ● 慢性與持續性疼痛時食慾不振、無生氣、體重下降。 ● 眼睛半閉（如蜥蜴)、皮膚顏色改變。
魚類	● 魚的痛覺受器與哺乳動物有相似的生理性質。 ● 魚鰓活動異常、游水動作異常、皮膚與鱗片顏色改變、眼睛顏色改變、鰭或尾損傷、皮膚損傷、大口吞嚥。
兩棲類	● 青蛙與蟾蜍、蠑螈等常使用於科學研究，它們會學習躲避有害的刺激，但尚無顯著的疼痛指標症狀。 ● 一般不適的症狀有運動失調、皮膚出現血斑、皮膚與舌部乾燥或黯淡無光、無生氣、對簡單刺激的反應差、因進食或活動力減少而導致肌肉萎縮，於大腿部尤其明顯、眼睛呆滯乾燥。

三、疼痛管理

由於疼痛可能造成動物在生理、生化、行為等多方面的改變，如能有效舒緩動物的疼痛，可大幅增進其復原速度。疼痛管理應包含疼痛預測、防止、改善等階段，除藥物治療之外，疼痛管理尚包括其他策略，如優良的手術技巧、術後照顧、護理、飼養管理等。麻醉的作用是抑制局部或中樞系統的知覺與動作反射，止痛劑則是降低或隔絕疼痛知覺，而抗焦慮劑可在不使動物入睡、對週遭環境仍維持警覺的狀況下，誘導動物進入放鬆狀態。

（一）藥物管理

麻醉、止痛、抗焦慮劑的選擇，必須對人員及動物皆具安全性、符合人道精神、並對實驗內容造成最小干擾。

在選擇使用的藥物與方法前，應先評估下列因素：

- 研究項目與目標
- 動物品種/品系、年齡和動物的生理狀況（如懷孕、健康狀況）
- 動物是否可能經歷疼痛與痛苦，如是，持續的時間與程度為何
- 麻醉需要的廣度和深度、持續時間
- 完成實驗（或手術）後，動物是否需要復原
- 對於實驗的影響
- 投藥方式的人道程度（如誘導的難易度、復原的平穩性）
- 藥物對動物的副作用（如腹瀉、嘔吐、抽蓄等）
- 研究人員的技術與經驗（諮詢或邀請具備適當經驗的獸醫師）
- 監測麻醉的技術（人員應接受適當的訓練）
- 復原期間的監測計畫
- 是否可取得需要的設備

表 17-3　麻醉劑與輔助劑的止痛特性

	藥　劑	類　別	止痛效果
1	α_2-Adrenoreceptor agonists	Analgesic/sedative-hypnotic	有
2	Barbiturates	Sedative-hypnotic	無
3	Benzodiazepines	Anxiolytic	無
4	Butyrophenones	Neuroleptic/anxiolytic	無
5	Chloralose, chloral hydrate	Sedative-hypnotic	無
6	Halogenated inhalant anesthetics	General anesthetic	無
7	Ketamine Dissociative	NMDA antagonist	有
8	Nitrous oxide	General anesthetic (human); general anesthetic adjunct only in animals	有
9	Opioids	Analgesic	有
10	Phenothiazines	Neuroleptic/anxiolytic	無
11	Propofol	Sedative-hypnotic	無
12	Tiletamine-zolazepam (Zoletil®)	Combination of a dissociative/ NMDA receptor antagonist and a benzodiazepine anxiolytic	有
13	Tribromoethanol	Sedative-hypnotic	無
14	Urethane (e.g., ethyl carbamate)	Not classified	無

表 17-4　依據疼痛強度之藥物處理

疼痛強度	止　痛　方　式
低	1. 單一止痛劑的治療 2. 非類固醇抗炎劑（NSAIDs）、局部麻醉劑浸潤、類鴉片混合型作用劑-拮抗劑（如 butorphanol, buprenorphine）
中	1. 評估整合止痛（multimodal analgesia）模式 2. 非類固醇抗炎劑合併局部麻醉劑、類鴉片混合型作用劑-拮抗劑(如 buprenorphine)、Tramadol、α_2-agonists、NMDA antagonists
高	1. 建議整合止痛模式 2. μ-類鴉片作用劑（如 morphine, hydromorphone, fentanyl, methadone）,合併使用一至二種下列藥物：非類固醇抗炎劑、局部麻醉劑、α_2-agonists、NMDA antagonists、抗痙攣劑 3. 進階治療方式：硬膜外止痛（epidural analgesia）

（二）非藥物管理

因實驗因素無法使用適當的藥物控制疼痛或動物對藥物反應不佳時，可選擇使用非藥物處理方法。此類治療方式主要使用於急性或慢性肌肉與骨骼的疼

痛。包括電刺激（electrostimulation）、冷療（cryotherapy）、熱療、徒手治療（manual therapy）等，進行這些治療方式前人員應先接受適當的訓練。

由於環境與物理性因素可加速惡化動物的疼痛與痛苦，因此須盡力排除相關因素，如飢餓、脫水、暈眩、虛脫等，並改善大小飼養環境，如改用大量柔軟的軟木墊料、調整餵食策略、昏暗的照明、微高的飼養溫度等。

改善動物照護： 外在環境中的緊迫源，如光照強度、噪音、震動、室溫的變動、飼養操作、建築硬體等因素，皆可造成動物的緊迫。囓齒類動物為夜行性動物，白天的現場操作會影響動物的睡眠，過亮的照明影響動物的視網膜。另外，噪音、超音波、震動等皆為影響動物的緊迫源，應加以改善。各種品種動物應飼養於其合適的溫溼度範圍內，兔子應避免遭受熱緊迫，而長期使用網狀籠飼養動物可能造成顯著的緊迫，甚至引發趾部潰爛或關節炎。

環境豐富化: 匱乏的微環境易衝擊動物福祉，反之則可使動物免於行為異常，並減少焦慮與緊迫。評估環境豐富化是否會對實驗結果造成影響，並盡可能提供動物多樣性的豐富化物件，滿足聽覺、嗅覺、觸覺、味覺、視覺多方面的需求。

社會化: 除非因實驗目的或其他動物福祉考量外，否則群居性動物應採用群飼，如大小鼠、狗、非人類靈長類動物等；如採單獨飼養，容易造成動物的緊迫，即使如貓，雖非標準的群居性動物，但也受惠於群飼方式。但是將新動物引進既有族群，則可導致攻擊行為或緊迫，因此應從幼年期或飼養初期起建立社會化關係。由於群飼動物需分享空間領域與食物，因此需提供足夠的遮蔽物與數個餵食器具，以免造成爭奪與攻擊。性成熟的雄性小鼠於群飼時常出現明顯的攻擊性，因此採單獨飼養較佳。

飼養照護: 恆定與輕柔的換籠程序與清潔作業，有助於降低對動物的緊迫，對於狗與非人類靈長類動物可採取正向增強訓練（positive reinforcement training）。良好的操作訓練與對動物正常習性的了解，有助於迅速確認或避免引發緊迫。

表17-5　非藥物處理疼痛之物理方法

方法	說　　明
電刺激	物理治療包括： 1. 經皮神經電刺激（TENS）：有舒緩痛楚、放鬆緊張的肌肉的作用。經皮神經電刺激可以協助身體釋放 Endorphins，減少疼痛信號傳遞到大腦，通過內源性神經調控系統的相互作用機制，產生鎮痛效果。 **2.** 干擾波電療 (Interferential Therapy)：舒緩痛楚，放鬆緊張的肌肉，改善血液循環，減輕關節或肌肉的炎症。它由兩個中頻交變電流電流互相干擾，產生較低頻的波形，以刺激神經及肌肉，用來止痛、肌肉收縮及按摩效果。

	3. 電針灸（Electroacupuncture）：透過插入身體特定的部位的針，給予組織電刺激，清除能量阻塞或停滯的能量，在減緩痛楚的效果，要比傳統的針灸好。另外，針灸亦可結合其他物理治療方法舒緩神經、肌肉、骨骼相關的疼痛或疾病。
冷療	主要用於治療簡單受傷後 24-72 小時或急性發炎期。使用碎冰、冷敷袋或冰凍治療噴霧器等進行局部冷療，是最簡單的物理治療方法之一。它可使血管收縮，使血液流入周圍組織的速度放緩減輕疼痛和腫脹。
熱療	熱療分為淺層及深層熱療。淺層熱療包括熱敷包、熱水袋、烤燈、紅外線、電毯、微粒療法(fluidotherapy)等；深層熱療使用短波、微波及超音波等進行深部組織熱療。利用熱，達成增進血液循環、降低肌肉痙攣、減輕關節僵硬、減輕疼痛等。
徒手治療	不使用任何物理治療儀器、僅由人的雙手施力，來達到促進循環、減輕疼痛、增加關節活動度、增進動作功能的治療方式。常見的治療法包括按摩、關節鬆動術、軟組織放鬆術、被動關節運動等。此法在人類呈現良好的功效，對於動物則至少可透過人類的撫摩與互動增進身心福祉，進而轉移或舒緩疼痛。

四、總結

無論何種原因造成動物之疼痛反應，在執行任何處理前，計畫主持人與獸醫師應共同檢討該動物研究的目的，評估各種處理方法是否影響研究目的與結果，並在動物福祉與科學研究間取得平衡，對於藥物治療動物與否、人道終止實驗的評估基準為何、安樂死的方法等，訂定共同依循的規範。

參考文獻

1. AVMA(American Veterinary Medical Association). 2007. AVMA Guidelines on Euthanasia.
2. AVMA(American Veterinary Medical Association). Issues in animal welfare. Available at: www.avma.org/issues/animal_welfare
3. Banmans V, et al., 1994. Pain and distress in laboratory rodents and lagomorphs. Report of the Federation of European Laboratory Animal Science Associations (FELASA) Working Group on Pain and Distress. Lab Anim 28:97-112.
4. Carstens E, Moberg GP. 2000. Recognizing pain and distress in laboratory animals. ILAR J 41:62-71.
5. Coleman K, Pragner L, et al., 2008. Training Rhesus Macaques for venipuncture using positive reinforcement techniques: A comparison with Chimpanzees. JAVMA. 47(1): 37-41.
6. Dennis M. 2000. Humane endpoints for genetically engineered animal models. ILAR J 41:94-98.
7. Fuentes GC, Newgren J. 2008. Physiology and clinical pathology of laboratory New Zealand White rabbits housed individually and in groups. JAVMA. 47(2): 35-38.

8. Gregory NG. 2004. Physiology and Behaviour of Animal Suffering. Universities Federation for Animal Welfare (UFAW). Blackwell Science.
9. Laber K,Veatch LM, et al., 2008. Effects of housing density on weight gain, immune function, behavior, and plasma corticosterone cencentrations in BLAB/c and C57BL/6 mice. JAVMA 47(2) :16-23.
10. Moberg GP. 1999. When does stress become distress? Lab Anim 28:422-426.
11. Morton DB, Griffiths PHM. 1985. Guidelines on the recognition of pain and discomfort in experimental animals and an hypothesis for assessment. Vet Rec 116:431-436.
12. Morton DB. 2000. A systematic approach for establishing humane endpoints. ILAR J 41:80-86.
13. 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.
14. NRC [National Research Council]. 1992. Recognition and Alleviation of Pain and Distress in Laboratory Animals. Washington DC: National Academy Press.
15. NRC [National Research Council]. 2000. Definition of Pain and Distress and Reporting Requirements for Laboratory Animals: Proceedings of the Workshop Held June 22, 2000. Washington DC: National Academy Press.
16. NRC [National Research Council]. 2003. The Development of Science-based Guidelines for Laboratory Animal Care: Proceedings of the November 2003 International Workshop 2004 .Washington DC: National Academy Press.
17. NRC [National Research Council]. 2003. Guidelines for the Care and Use of Mammals in Neuroscience and Behavioral Research. Washington DC: National Academy Press.
18. NRC [National Research Council]. 2008. Recognition and Alleviation of Distress in Laboratory Animals. Washington DC: National Academy Press.
19. NRC [National Research Council]. 2009. Recognition and Alleviation of Pain in Laboratory Animals. Washington DC: National Academy Press.
20. NRC [National Research Council]. 2010. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. 8th ed., Washington DC: National Academy Press.
21. OECD 2000. Guidance Document: Recognition, Assessment and Use of Clinical Sign as Humane Endpoints for Experimental Animals Used in Safety Evaluation. OECD.
22. 羅安堡、秦咸靜編譯。實驗動物福祉-評估併緩解實驗動物的疼痛與痛苦。中華實驗動物學會。2010。

第十八章　實驗動物的安樂死考量

必須對實驗動物執行安樂死的時機，在我國動物保護法第三章第十七條即已明文規定：「科學應用後，應立即檢視實驗動物之狀況，如其已失去部份肢體器官或仍持續承受痛苦而足以影響其生存品質者，應立即以產生最少痛苦之方式宰殺之。」

更進一步以研究倫理的觀點來看，當動物實驗造成動物的疼痛及不適，而無法以藥物或其他方式解除動物的疼痛(pain)或困厄(distress)時，研究人員應在動物呈現痛苦、垂死、死後組織自體溶解、或死後被籠內其他同類啃食前，以人道的方式施予動物安樂死。如安樂死確實影響實驗結果，研究人員應在動物實驗申請表中敘述原因或舉出科學例證，並經過實驗動物照護及使用委員會或小組(IACUC)審核同意，否則安樂死不但可以避免動物承受嚴重痛苦，並可透過完整的屍體解剖更近一步了解動物的生理變化，減少實驗動物之無謂犧牲。

由於不同的實驗類別對實驗動物生理、病理或行為的變化程度有不同的要求，尤其是近 20 年來，各種基因改造動物之產製與人類疾病模式之動物研發，使得實驗動物呈現多種不同面貌的臨床表現，更因科學研究之目的，需採用各種不同的照護方法以舒緩動物的不適，進而達到研究的目的。因此，各機構的實驗動物照護及使用委員會或小組、研究人員、獸醫師、研究部門的主管應對實驗動物於科學應用之人道終點共同擬定該機構之政策並遵行，以盡到各方人員之職責。

以下為國外常用來作為動物實驗人道終點(Humane endpoints)的評估項目，可供 IACUC 及研究人員參考：

1. 體重下降：快速失去原體重的 15-20%、或成長期動物持續無增重、未監測體重但動物呈現惡病質及持續性肌肉消耗時。依據不同品種動物訂定適當的準則。

2. 食慾不振：小型囓齒類動物於 24-36 小時、大型動物於 5 天完全不進食時，或者小型囓齒類動物於 3 天、大型動物於 7 天僅攝食少量食物時（僅攝取部分之正常需求）。

3. 虛弱：無法自行攝食及飲水，人員需先排除是否為麻醉後動物甦醒期，再評估是否因疾病或實驗等因素導致動物虛弱。

4. 身體器官的感染：呈現物理性指標及異常的血檢值，對藥物治療無良好反應且持續演變為全身性疾病時。

5. 腫瘤：生長超過動物原體重的 10%，平均腫瘤直徑在小鼠超過 20mm、在大鼠超過 40mm，或者腫瘤轉移或快速增長至潰爛，造成感染或壞死時。

6. 其他：器官臟器的失能，對治療無反應，或由機構獸醫師評估為癒後極差者，如：
   (1) 呼吸道系統：嚴重呼吸道感染、呼吸困難、發疳。
   (2) 循環系統：嚴重貧血、無法控制的出血現象、(PVC 低於 15%)、黃疸。
   (3) 消化道系統：疾病或實驗造成嚴重持續性嘔吐或下痢、阻塞、腸套疊、腹膜炎、腹圍擴大。
   (4) 泌尿生殖系統：腎衰竭、腹腔積尿。
   (5) 肌肉骨骼系統：肌肉損傷、骨骼受損、四肢無法行走。
   (6) 神經系統：異常的中樞神經反應 (抽搐、顫抖、癱瘓、歪頭等)、無法有效控制疼痛。
   (7) 其他：持續性的自殘行為、不癒合的傷口、嚴重影響動物進食飲水的病症、傳染性疾病末期、持續性低溫、明顯的器官及五官功能損傷、動物遭受窘迫及疼痛時的行為及生理現象等(參考 Morton and Griffiths 的五項評估)

針對不同種類的動物或實驗有許多不同的安樂死方法可供選擇，一般而言，選擇安樂死的藥物與方法有幾項準則與考量：

- 使動物在**最低程度的**疼痛、窘迫、焦慮與不安地失去知覺直到死亡。
- 使動物在**最短的時間內**失去知覺和痛覺直到死亡。
- 藥物與方法的經濟性、可靠性與不可逆性。
- 對操作人員的安全性。
- 動物需要被保定的程度。
- 動物對疼痛與窘迫的感受性
- 動物的死狀及死前反應，對操作和觀察人員情緒上的影響。
- 對不同種類、年齡與健康狀況動物的適合性。
- 對不同實驗目的和需求的適合性。
- 藥物、設備的取得及維護的便利性。
- 對環境的衝擊。
- 藥物被濫用的可能性。

另外，執行動物安樂死亦應注意以下幾點：

一、人員訓練

動物能否安詳地死亡，操作人員是關鍵因素之一。各機構的實驗動物照護及使用委員會或小組與獸醫師應建立完善的操作人員訓練計畫，包括動物安樂死的目的、各項安樂死的技術、動物抓取方法、評估與舒緩動物的疼痛或恐懼的方法、死亡的確認等，必要時亦須安排人員間的相互討論與心理輔導，以抒解操作人員可能的心理壓力。

二、避免造成存活動物的恐懼感

動物面臨危險或刺激時產生的窘迫及恐懼的叫聲、掙扎、攻擊的行為、驚嚇動物的費洛蒙氣味等，都會引起其他動物的焦慮和不安，進而影響存活動物的身心平衡與福祉，干擾實驗結果。因此，執行動物安樂死時，應該選擇遠離存活動物的非公開場所來執行。

三、安樂死設備

執行安樂死使用的藥品與器具，應依據動物種類、體重及數量，先備好足量的藥劑及器具，並應定期更換或維護，隨時保持良好的使用狀態。動物安樂死時被血液、糞尿等沾染的器具應立刻清洗，以免造成其他安樂死前動物的焦慮。

四、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，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。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，以降低動物的緊迫與恐懼，之後再進行安樂死。

五、確認動物死亡

所有動物的安樂死，最終步驟需確認動物是否已經死亡。人員需檢查動物的心跳是否完全停止、瞳孔是否放大。停止呼吸的單一現象不能作為判斷動物是否死亡的依據，因為動物往往先停止呼吸，數分鐘之後才停止心跳，在使用二氧化碳進行安樂死時尤其明顯。另外，兔子與雞會憋氣，因此需延長吸入二氧化碳的時間。

六、動物屍體處理

執行動物安樂死及處理屍體的人員必須了解該動物是否有人畜共通傳

染病的疑慮、是否曾進行放射性物質或有毒化學物質的試驗，必要時機構須提供適當的人員防護裝置或設備。

其他關於一些常見的安樂死方法之優缺點，請參閱本「實驗動物管理與使用指南」第十六章之詳細介紹，本章僅就近年來在動物福祉面向所引起的一些討論，或該文章中未提及的方法作介紹及補充，供研究人員參考：

1. 二氧化碳

由於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，在實驗用嚙齒類動物使用二氧化碳安樂死不會改變鼠類膽鹼激素標記(murine cholinergic marker)或腎上腺皮質酮(corticosterone)濃度，因此最廣為使用。但是也有研究顯示動物快速暴露於高濃度二氧化碳時對部分動物造成窘迫與呼吸道刺激，而引起一些爭議，在 2006 年英國紐卡斯爾大學舉辦的研討會、2006 年 American College of Laboratory Animal Medicine(ACLAM)報告及 2010 年加拿大動物照顧委員會中，提出目前較被接受的作法是，以每分鐘填充 20-30％氣室體積的速度逐漸將二氧化碳充滿安樂死容器，或是在投與二氧化碳之前，使用揮發性麻醉等作法，降低二氧化碳的負面作用。

對於適當的動物種類使用二氧化碳進行安樂死時，高壓桶裝二氧化碳為唯一建議使用的設備，不建議使用乾冰或其他化學方法製造的二氧化碳。動物裝入容器內時，勿過度擁擠，且勿同時混入不同種類的動物。以低濃度誘導後轉入高濃度，使動物迅速失去意識。當動物呈現死亡狀態後再持續灌注氣體至少數分鐘，將動物從安樂死容器取出前務必確認動物的死亡，如動物未死亡，則立刻使用其他方法(如開胸或斷頭)完成安樂死。

嚙齒類動物於其原飼養籠內吸入二氧化碳安樂死時較少緊迫或焦慮現象。如動物過度緊張，可給予適量鎮定劑後執行，唯需注意鎮靜後動物呼吸變慢，必要時需延長吸入時間。對於初生 72 小時內的雛雞和 7-14 日齡的大小鼠，需延長二氧化碳的吸入時間 10-20 分鐘。由於兔子易憋氣，需延長吸入時間，如兔子接觸空氣開始呼吸，則立刻繼續灌注二氧化碳至少 10 分鐘，或者迅速用剪刀剪開胸腔或斷頭(執行過程中須確定動物無意識)，體重較重的兔子，於吸入初期可能出現緊迫焦慮反應，較不建議使用，而且兔子耐低溫環境，如僅靠呼吸停止或不完整的放血後，立刻將兔子置入冰櫃，數十分鐘後動物可能甦醒，需注意避免類似情況發生。

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。有些種類的動物，如魚類、穴棲性哺乳類及新生嚙齒類動物，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，導致需長時間操作才能完成安樂死。

2．水化氯醛(Chloral hydrate)

緩慢抑制大腦，逐步壓迫呼吸中樞導致缺氧而使動物死亡，過程中可能會使動物喘息、肌肉痙攣、吠叫。由於副作用大，不可使用於貓狗及其他小型哺乳動物。大型動物使用前，須先以藥物鎮靜後，才可靜脈注射本藥劑。

3. Tricaine methane sulfonate(TMS，MS 222)

商品化產品，粉末狀，是 benzoic acid 衍生物，使用碳酸氫鈉緩衝液製作 pH 7.0-7.5 溶液，原液(stock solution)儲存於暗咖啡色容器冷凍保存。濃度高於 250mg/L 的 TMS 可用來麻醉或安樂死兩棲類與魚類。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，安樂死的濃度需大於 250mg/L。

5. 頸椎脫臼法

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，使動物快速失去意識而死亡，無化學藥劑污染生體組織。但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。

適用於禽類、小鳥、小鼠、體重低於 100 公克的大鼠、體重低於 1 公斤的兔子，並且需由技術精湛的人員完成，執行前動物得先給予鎮靜或麻醉，以減低動物的窘迫。如需對體重較重的動物、或者未經鎮靜或麻醉直接採取本法進行安樂死時，則需由實驗動物照護及使用委員會或小組評估，僅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。

對於小型囓齒類動物，利用硬桿或拇指、食指壓住頭頸部，用另一隻手抓住尾巴或後肢，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。

6. 斷頭

此法可用來執行小型囓齒類動物或仔兔的安樂死，並可提供研究人員無化學藥劑污染的乾淨組織、體液及完整的腦部組織供研究。斷頭後動物雖呈現約 13-14 秒的腦部活性，但是研究顯示此時無疼痛反應的傳遞，動物迅速失去意識。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或小組核准後執行。

商品化的斷頭台(guillotine)可提供大鼠與仔兔的斷頭，而銳利的斷頭台刀刃亦可作為仔鼠斷頭之用。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。

抓取及保定動物至斷頭台前可能導致動物緊迫，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。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。

7. 放血

已經失去意識或擊昏後的動物，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，因此放血不得作為動物安樂死的單一方法。如因研究所須採取動物血液，則必須先麻醉動物後執行，並避免不完整放血，以免動物甦醒。

第十九章　標準化實驗動物房舍設施之規劃

一、前言

為增進動物福祉，人類對於應用動物於科學目的應具備 3Rs：取代(Replacement)、減量(Reduction)及精緻化(Refinement)的認知。這當今國際認同的 3Rs 即行動物試驗的研究人員應有的基本道德觀。將動物試驗標準化除可增進試驗的重複性，是遵循 3Rs 原則中減量與精緻化的最基本策略，而將實驗動物房舍設施標準化則是使動物試驗標準化的最基本硬體設備。近 20 年來，國內的許多研究教學單位逐漸發現缺乏標準化實驗動物設施所衍生的問題，進而陸續興建這類設施，但截至目前(2000 年初)成功的案例並不多，本章以規劃標準化實驗動物房舍設施所應注意的原則為主軸，期有助於擬興建這類設施的單位進行規劃。

(一)細心規劃乃至於建造實驗動物房舍設施，方可能經恰當的經營管理，確保不得不運用動物於科學目的的意義，且較易避免發生公害。故進行實驗動物設施規劃時，應先確定

1.設立的研究及/或教學目的，

2.擬飼育物種與環境潔淨要求，

3.設立單位在維持實驗動物設施運作上的相關周邊設備與人力，

4.設施建築之地理位置等。

(二)有效率的實驗動物設施規劃團隊則應包含

1.具備相關經驗的建築師，

2.實驗動物設施經營者，

3.將運用實驗動物設施進行研究教學等科學目的的代表，

4.實驗動物設施所屬單位之營繕人員代表。

(三)設施設計乃至於建造當然必須遵循政府頒訂的相關法規。此外，常被應用於現今建築設計的模組設計(modular design)以及電腦模擬流體動力學(computational fluid dynamics modeling)觀念，對於設計實驗動物設施之動線、隔間、人工環境控制乃至於相關飼育籠具，皆具確保設施功能與提升作業效率；並降低建造與經營成本的助益。

(四)實驗動物設施在所屬單位中的地理位置與區隔

1.在同時要求良好的動物福祉與管理；並顧及人的健康下，實驗動物設施必須與人活動的空間 (如辦公室、會議室) 作恰當的區隔，以獨立建築作為實驗動物設施；或將之規劃在建築物之一側翼、樓層；或者，以嚴謹的隔間等皆是常見的區隔法。

2.動物設施與進行動物試驗頻繁的研究室則應盡量相鄰，然這些研究空間與動物設施之間，也應有恰當的屏障，常見的屏障法包括：設施入口上鎖、緩衝隔間、走廊、樓層等。飼育實驗動物的空間，除應具備恰當的環境條件，並

應易於提供適當照顧。

3.若一動物試驗必須將動物飼育在實驗室方能進行，則該實驗室必須具備動物飼育的軟、硬體條件，此外，與公害相關的防範措施也應一併要求。

4.支援實驗動物設施功能的機械設備，如：支援清洗滅菌機械的蒸氣與熱水供應設備、空調系統(heating, ventilation, and air-conditioning; HVAC)以及其所需的冰水、熱水與蒸氣供應機械等所須知空間與地理位置也需審慎考量。

(五)建材的選用原則：應用於實驗動物房舍設施的各種建材，應採利於飼育之工作效率與合乎衛生要求者，例如：理想的室內建材應兼具耐用、防潮、防火、無縫隙、光滑、耐酸鹼等清潔消毒劑之刷洗與沖洗、抗碰撞等條件；若使用表面塗料於動物可直接接觸處，則應確保其沒有毒性。在含戶外飼育空間的實驗動物設施，戶外部份之建材更應合乎上述原則。

二、功能作業區

一實驗動物設施的特徵取決於其所屬研究單位在應用實驗動物上之需求。下列所述的各種功能區，為一般功能完備的實驗動物設施所應具備者。然對於規模小或僅需特定飼育環境條件者；如含特定菌動物(gnotobiotics)、無特定病原(specific pathogen-free; SPF) 動物或僅以戶外型飼育欄舍進行飼養的動物等，可能就不需要有完整的下列功能區，或者，可將下列部份區域合併。

(一)一般而言，標準化實驗動物設施應具下列基本功能作業區域

1.一般動物飼育及依物種或特定試驗所需而分隔的獨立飼育區，

2.動物接收、檢疫及隔離飼育區，

3.籠具清潔消毒區，

4.儲存區。

(二)功能完備的實驗動物設施則應具備下列功能作業區

1.鄰近動物飼育區的特殊實驗功能區室，例如：屍體解剖房、基因轉殖操作區室、無菌手術設施、X 光攝影室、特殊飼料製備室、動物試驗操作區室、臨床診療室、實驗診斷室等。

2.避免發生生物、物理或化學性公害的動物試驗隔離飼育區域與設備。

3.飼育設備與飼育材料之清洗、消毒與滅菌區。此區空間之大小應依工作量，用以清洗與消毒飼育籠、籠架、飲水瓶、廢棄物容器、所具備之清洗與滅菌機械機型，水槽之大小與維修空間，暫存污穢待洗、洗淨及/或滅菌後待用籠具的空間等加以訂定。

4.飼料、墊料、藥品、生物製劑及耗材之接收及儲存區。

5.待丟棄或待處理之廢棄物暫存區。

6.冷藏及冷凍之屍體存放庫。

7.辦公區包括行政辦公室、主管辦公室以及實施教育訓練之空間。

8.工作人員休息區，包括浴室、廁所與更衣室等。

9.門禁的刷卡系統、電子攝影監控等保全警報系統所需的區室。

三、建築規範

(一)內部牆壁

1.在實驗動物設施內部的牆面應採易平整、防潮、無吸附性、耐撞擊、無縫隙的隔間建材。在與門框、天花板、地面之轉接處應以能施作成平整的接縫材加以密合。

2.表面塗料則應採能夠耐清潔、消毒劑清洗且能承受高壓沖洗者。易受搬運籠架、推車等設備撞擊處的牆面及凸出之牆角，應以恰當之防撞護板加以強化。

3.將水管、風管或其他線路裸露在牆上是不當的，因其表面不易清理。

(二)地面

1.基本上，實驗動物設施的地面建材更應要求防潮、不會吸收化學物質、耐重壓、平坦等。常見的實驗動物設施地面多為一體成型或要接合點少的建材，例如：高分子聚合酯、高硬度混凝土接合劑、含橡膠成份之聚合物等。當然，正確的施工法也是確保地面達到要求的另一要素。

2.對常潮濕或欄飼動物 (如經濟動物) 的區室地面應較粗糙，以免工作人員或動物滑倒，這類區室之地面材質也不應採用會與糞、尿等排泄物或其他生物性物質產生化學作用者；且應為能夠抗熱水或清潔劑侵蝕者。

3.若地面具有門檻，則應採不會阻礙搬運籠架、推車等設備經過者。

4.地面與牆面之接角處應考慮易於維持清潔的方式施作，例如弧形接角。

(三)排水：並非所有的實驗動物飼育室皆需具備地面排水，一般而言，僅飼養囓齒類等小型動物的飼育室即無此需要。在沒有地面排水的飼育室應用濕式吸塵器或拖把；配合適當的清潔或消毒劑，即可維持地面的潔淨。

1.洩水坡：在實驗動物設施有地面排水的區室，地面應作洩水坡處理，而使清洗後之環境溼度能迅速降低。

2.存水彎：排水管應具有存水彎(drain trap)。

3.排水管直徑：一般而言，排水管之直徑至少應有 10 cm，飼育犬、經濟動物等大型動物設施則採用口徑更大的排水管為佳。

4.排除污物的增強設備：為增強排除固型污物的能力，可考慮在排水管口設計沖水裝置或其它污物處理設備。

5.排水孔蓋：實驗動物設施的排水孔應為可加蓋密封者，用以避免在長期不使用時，不會成為蟑螂等病媒之交通路徑。

(四)天花板

1.天花板也應採氣密、平滑、抗潮且接縫呈平整者。表面塗料則該注意其是否耐清潔及消毒劑之清洗。以石膏板或防火板所組成且以耐洗的填縫塗料將其縫隙密封者；或經適當修平、密封或粉刷處理的混凝土皆是常見的實驗動物設施天花板建材。

2.一般而言，除非其材質具防水性且無不平整之接合處，懸吊式之輕鋼架天花板並非理想的實驗動物設施天花板。

3.也如同牆面，不應在天花板下方出現明管。

(五)空調系統

在實驗動物設施中，為使飼育室內之溫、濕度、空氣之潔淨度等飼育環境因子，皆不會隨戶外氣候或隨動物多寡與種類的變化而變化，設計可靠、易於維護且節省能源的空調設備進行人工環境控制是無法避免的。換言之，標準化實驗動物設施的 HVAC 主要是用來恆定飼育室之溫、濕度以及藉換氣與空氣過濾來維持空氣潔淨。為使特定飼育物種的環境溫、濕度能夠有效控制，將環境需求相似物種的飼育室設在同一區域，較利於空調技師進行設計。

1.動物飼育室之溫、濕度：一般而言，標準化實驗動物設施所需的 HVAC 應能將擬定之室溫控制在 ±1°C 的範圍內；相對濕度則應能維持在 30-70 %。再者，HVAC 若僅能作大區域的溫控，個別飼育室可因為動物多寡，或空氣溫度在風管中的變化，使部分飼育室之溫度失控，故在每一飼育室添設可微調整室溫的裝置，可使飼育室得更適當的室溫。

2.換氣：一般而言，實驗動物設施多使用全換氣的 HVAC，全換氣即不循環使用經排出飼養環境的空氣。使用非全換氣系統可以節省能源，但通常不易確保長期低臭氣與高潔淨度之要求。且全換氣 HVAC 的換氣率需達 10 次/小時以上，才易達成上述要求。若循環使用排出的空氣，則在維持空氣的質與量上應符合第十章之建議標準。

3.空氣過濾、壓差等污染管制設計：在須保持高度潔淨的功能區室應採用高效能微粒濾網(high efficient particulate air; HEPA)過濾進氣，例如：SPF 動物飼育室與應用免疫不全動物進行試驗的操作區、外科手術區等。在手術區、操作區、飼育區及工作區等部份區室與其相鄰之區間，應具備氣壓差，例如：檢疫區、生物性危害的隔離飼育與試驗操作區、靈長類動物飼養區等應維持在陰壓狀態，而手術區、SPF 動物飼育區、乾淨之器械儲存區等則應維持陽壓。當然，應用控制進風量與排風量所造成的區間大氣壓差，在門扇開啟至關閉的短暫時刻，因產生局部氣旋亂流，可能導致污染源自陰壓處向陽壓處擴散，故不應該僅以區室間的壓差，作為管制污染的之唯一或主要策略。為避免污染源散佈，應以具生物安全性之飼育櫃及操作櫃(biological-safety cabinet)、具獨立排氣的雙層門緩衝空間(exhausted airlock)及其他相關之設備，作為主要的污染管制的方法。再者，應依照污染源的種類、產生量以及可能造成之危害程度，規劃恰當的排氣處理方式。

4.監控：例行監控 HVAC 是必須的且最好能落實到監控每一間飼育室。

5.失控應變設計：常見的實驗動物物種，在環境溫、溼度偶然發生短暫變化(已超過一般建議飼育這些物種的範圍)時，並不會造成它們生理機能之劇烈變異。一般在設計 HVAC 時，多會依據實驗動物設施所在地氣候之變化，使其控制能力能應付在最高與最低平均溫、濕度的±5% 誤差範圍內。當氣候有極端異常情形出現而超出 HVAC 控制能力或發生故障時，HVAC 應具備對系統作適度之自動取捨調整，盡量維持所需之溫、濕度，例如：啟動額外的空調主機、全換氣切換成部份循環、改變換氣率等常見的設計，則是使系統仍能夠

暫地以較低之輸出來維持飼育室之需求，避免室內溫、濕度異常過久，而導致動物死亡。除非有進行具生物性危害試驗的隔離飼育區，並不一定需要完整地在同一區域設置重複數套 HVAC。此外，對於棚舍型的實驗動物設施，當排風系統故障時，可使用電風扇等輔助設備，即可達暫時維持通風之目的。

標準化實驗動物設施的 HVAC 常佔設施總造價的三分之一以上；在運轉時所耗損之能源，可達整體設施之五分之四；故在例行維護上所需投入的關注，並不亞於實驗動物的例行飼養工作；再者，其部份重要元件的壽命不長，故造價、維持與折舊之昂貴程度，遠高於大型的籠具洗滌與滅菌機械。在全年高溫、多濕、空氣品質惡劣的台灣，實驗動物設施的規劃與經營者，實應對這人工環境控制系統的設備有一定程度的認識。

(六)電力與照明

1.規劃電力系統時，應注意其安全性，且能提供適當之照明與足夠之電源插座；再者，在細部設計時，使用單位應提供特殊儀器、設備所需電源之正確安培數，以利建築師之設計作業。

2.為應付停電時所需之能源，應規劃可提供足夠之備份電力供應系統或緊急發電機，使飼育室、手術室及其他功能區域之關鍵設備，例如：HVAC 及其支援系統、冰櫃、強制換氣籠架、隔離操作箱等不致於完全停止運作。

3.飼育室內之燈具、定時器、電燈開關及插座等應妥善密封其縫隙，避免蟑螂等昆蟲藏匿其內。內藏式之省電日光燈為動物設施中最常使用之燈具。為恆定光照期，飼育室之照明應以定時器控制。定時器也應列入例行檢視的項目，方可確保其功能。為確保動物及人員之安全，照明燈具應具備密封式燈罩。在易潮濕的區室，例如：清洗消毒滅菌區、水生及兩棲動物飼育區，所使用之開關與插座應具防潮蓋板與斷電跳脫等安全設備。

(七)飼育室之門扇

1.開啟方向：基於安全上之考量，飼育室之門扇多由走廊向飼育室開啟，若飼育室的門扇必須向外開啟，應在飼育室與走廊間規劃緩衝空間；例如：設玄關(vestibule)或前室(entry room)。

2.門扇視窗：門扇上可設視窗，但視窗應氣密並設遮蔽光線裝置，方可真正避免室外之干擾並控制飼育室內之光照期(photoperiod)。

3.大小：為方便例行飼育工作時，工作推車與籠架等設備之進出，常見的飼育室門扇為寬 105 cm、高 210 cm。

4.材質與附屬五金：為避免蟑螂等污物之進出或藏匿其中，門與門框應能氣密且無死角。再者，門扇應選用耐撞、防腐蝕的材質。門把以內藏式較佳。為避免不必要的進出與安全，飼育室之門扇應具備門鎖，且應選擇僅由走廊側用鑰匙而飼育室內可隨時開啟的門鎖。此外，自動關門的門弓器或地絞鍊、防撞護板、踢腳板、維持氣密的下降門檻等皆是健全飼育室門扇功能的應細心選用的附屬五金。

(八)飼育室與戶外相通的窗戶

用於靈長類、犬、經濟動物或其他大型動物的飼育室，具備窗戶往往被認為是一種可增進人道飼育環境的方式。然若窗戶影響室溫與光照的恆定，進而造成實驗動物之生理無法持恆，或者，有安全上的顧慮時，則不應設置。

(九)飼育室

1.飼育室之大小應依擬使用的飼育籠具規格與擬放置的方法，加以訂定。一般而言，制式的籠架多為長 180-200cm，深度則不定，再者，籠架皆具有輪子以利推動，故可運用模組設計的觀念規劃飼育室大小。

2.空調進風口與回風口在飼育室的位置與進風口的擴散裝置形式，決定新鮮空氣在室內的分布，進而影響換氣效率，且影響籠具之放置位置，在規劃時應與建築師友恰當之溝通。此外，回風口應具過濾網，以免動物之毛屑等物進入回風管。

3.若擬採用自動飲水系統，應在規劃時即提出設計，飼育室中並不一定需要裝設水槽，但若擬裝設，則應妥善規劃其在飼育室中的位置，再者，水槽之排水管應不落地而應由牆內排出。

4.有些飼育籠具需要電源，故應規劃插座於恰當之位置，且明確告知水電技師所需電源之伏特數與安培數。

5.飼育室之各種其它要求，請參見本節(一)至(八)。

(十)走廊

1.寬度：實驗動物設施內部賴以連絡各區室的走廊寬度，應以滿足例行之人員交通與移動籠具等設備的大小與頻度為設計原則。一般而言，走廊寬度多不少於 180 cm (常見的走廊寬度為 180-240 cm)。

2.噪音與污染之阻隔：連絡會產生大量噪音或具污染源之區室的走廊，例如通往飼育犬、豬等大型動物的區室以及清洗、消毒及滅菌區域的走廊，應考慮在出入口處之走廊設置雙層門，在兩門間形成一緩衝區，或應用其他可阻隔噪音或污染源的方式。

3.管路維修口之位置：各式管路之維修口；例如：電源之保險絲開關箱、水管與排水管之清潔口、空調管路之維修貓道入口等，若必須設置在動物設施內部，則應盡量避免設置於飼育室中，而將之設在走廊。此外，常設置在走廊牆面的警鈴、消防栓、滅火器箱、電話等設備，應將之設置於較高或可避免因例行搬動籠具等設備時遭碰損的位置。

(十一)清洗消毒設施

規劃一功能完備的共用區域作為飼育設備與飼育材料之清洗、消毒與滅菌是應該的。一般而言，此區需配備恰當的機械設備進行清洗、消毒與/或滅菌。故在規劃時，應同時考慮下列因素

1.此區在實驗動物設施中的地理位置，其與飼育室、廢棄物存放區及儲物區之動線關係。

2.為方便進出，門應夠寬。

3.足夠的待清洗與洗淨後之暫置(staging)以及機械設備的操作與維修空間。

4.妥當安全的墊料棄置及籠具清洗前工作程序。
5.分隔動物與籠具設備在乾淨區與待清區間之動向。
6.對有必要隔熱絕緣之牆面及天花板作恰當之處置。
7.作恰當的消減噪音。
8.設計足量的冷、熱水與蒸汽管路、地面排水系統以及電源。
9.通風(排風)設備，也包括清洗、消毒與滅菌機械需排除的蒸汽及/或其它氣體之排風設備。

(十二)儲藏區域

1.應規劃足夠的空間以利存放設備、消耗品、飼料、墊料及各類廢棄物。若例行運作所需物品的供應來源穩定，則不須預留過大之儲存空間。
2.飼料、墊料庫房應與存放有毒害之危險物品的空間有適當之隔離。廢棄物亦應與其他物品分開儲存。
3.動物屍體及臟器殘骸應存放在 7°C 以下之冷藏或冷凍庫，以減緩腐壞；且也不應與其他物品一起儲放。
4.人員及設備所使用之走廊與通道不應作為儲存物品之場所。

(十三)噪音控制

1.噪音控制在實驗動物設施的規劃上，也是重要的一環。在規劃時應考慮將會產生噪音之設備，例如：放置籠具清洗機械的區域應與飼育區及實驗室有恰當的隔音分隔。一般而言，混凝土牆在隔音之效果上，遠優於金屬或石膏板牆，在實驗動物設施少有應用隔音材料直接塗抹在飼育室天花板上的設計，因為不易控制衛生與蟲害，然若採可清洗消毒之隔音建材直接砌合在牆面或天花板則是可行的。
2.由經驗可知，若走廊上的門扇採恰當之隔音門或作雙層門式緩衝空間，只要施工良好，即可有效地控制噪音經走廊傳遞。

(十四)警報系統

在規劃時，也應細心選擇火警、環境監控等警報系統、播音系統等設備之種類，並恰當設計裝設地點，尤其對會發出超高頻聲響之設備更應詳細考慮，以免干擾動物。

四、無菌手術設施與基因工程動物試驗操作設施

(一) 外科手術設施

1. 手術區應與實驗動物設施其他功能區域有明確的分隔，降低不必要之人員進出機率，用以減少污染。
2.規劃實驗動物設施中的外科手術設施時，應以擬進行外科手術試驗步驟、物種與手術的複雜性等作為依據。囓齒類動物的手術大多僅需精簡的空間與設備，例如：應用實驗室中特定的一角，配合適當管理制度，即可降低進行手術時，因室內其他活動對動物造成的可能感染。

3.一般而言，手術設施之大小與設備，決定於物種、動物數量、手術的複雜性，例如：使用大量嚙齒動物的外科試驗程序、特殊保定或其他設備、液壓升降手術操作台、經濟動物外科手術所需之排水系統、需藉大量人力與儀器設備配合的手術程序所增加空間需求等。

4.在規劃複雜的外科手術設施時，應先考量手術設施與其他支援單位，如診斷實驗室、X 光照影室、工作人員辦公室、飼育室等等的相關位置(見本節(二))。

5.手術區所需的特殊籠具及儀器是依動物與手術的種類而定，其基本設計概念除以易保持潔淨，應以可維持動物生理功能為主要考量，例如可維持正常體溫與呼吸等。

6.如何有效地控制污染源與容易清理，是設計手術設施時的兩大原則。手術區內部應使用一體成型且不會吸附水份的表面建材。藉由通風系統供應過濾處理的空氣，並使之呈陽壓狀態，可顯著降低感染的機會。再者，進風口與排氣管口設置的位置配合恰當之換氣率，也可減少污染的發生。

7.規劃無菌外科手術作業區的區室時，應以盡量減少人員動向的交錯，且將相關但與手術操作無直接關聯的功能區室隔離在手術室外，砌牆隔間是隔離最好的方法，但也可應用緩衝空間；或在操作各項相關程序之間的時間，藉清理與消毒等方式作分隔。一般而言，細菌污染程度與術後傷口感染之病例數與參與手術的人數及活動頻度呈正相關，故可藉設置視窗、通訊系統(如通話機)、將門扇設計在恰當之位置等方式，減少非必要人員進出手術室。

8.為節約對各式設備的投資、所需空間、人力、減少動物輸送，以及強化對外科手術設施及程序的專業監督，手術設施應採集中管理的方式。

(二)完整的實驗動物無菌外科手術作業區

一般而言，完整的實驗動物無菌外科手術作業區應包含下列區室，在規劃這些區室時，所應注意的原則，也一併列述如下

1.外科手術器材準備與供應室：此室應設計成易清洗、消毒與滅菌器械，並含儲存手術器械與消耗品的空間，高壓滅菌爐通常置此空間。

2.動物術前準備室：此室則應設置方便清潔動物術部之一大型水槽。

3.更衣室與刷手室：更衣室為參與手術人員更換刷手衣與存放個人物品用。刷手間內則應配置恰當的外科刷手水槽，為避免因刷洗過程產生飛沫，刷手間應於設置在手術室外。

4.手術室：為方便清理，手術室內的各項設備應盡量避免固定，而以可輕易移動為原則。適當的手術無影燈、足量之電源插座以方便輔助儀器之使用、恰當的氣體麻醉劑廢氣處理設備等，皆是在規劃手術設施細部時應注意的事項。

5.恢復室：術後恢復室應規劃可提供動物由麻醉狀態順利甦醒所需之設備，並應容易對動物進行充分的觀察與照料，故對監控及支持儀器所需之電力及其它需求亦應在規劃時詳細思考。對以經濟動物進行含外科手術的研究而言，若是在似牧場樣的實驗動物設施進行，手術復原區可能根本不存在；在這類狀況下，工作人員應更加小心照料動物，以利動物復甦。

(三)基因工程動物程序設施

近年來，應用基因工程技術在胚行基因轉殖及剔除的各種研究，如雨後春筍般地在全世界展開。雖多使用嚙齒動物，然基因經處理過的動物常成為新的動物模式，而期永久續代。故應用於基因轉殖的實驗動物，無論試驗前、試驗中、亦或試驗後皆應盡量維持潔淨用以避免病原侵入，故應用於這類試驗的飼育室與基因轉殖程序實驗室間的動線關係，必須特別注意避免污染。雖這類試驗所需進行的外科手術並不複雜，但若在程序中造成污染，除降低這類試驗的成功率，亦增加這類試驗的複雜性。在規劃一實驗動物設施時，若確立必須例行進行這類動物試驗，應考慮將基因轉殖程序所需之實驗室空間如同無菌外科手術設施般地規劃，或者，將兩者合併。此外，施行冷凍胚的實驗室也常在這類設施中。基因轉殖程序實驗室也應採集中管理，由專人負責。

參考文獻

1.王明升 淺談標準化實驗動物設施之空調系統 中華民國實驗動物學會會訊 1999 年 第 11 期 第 16 至 19 頁 台北(民國八十八年)。
2.Clough G The animal housing: design, equipment and environmental control(1999). In Poole T Ed The UFAW handbook on the care and management of laboratory animals. 7th ed. Vol 1, Part 2 Animal units, pp 97-134 Blackwell Sci, Malden, MA USA.
3. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (1996). National Science Council USA
4. Hessler JR, Broderson JR King CS(1999). Rodent quarantine: facility design and equipment for small animal containment facilities. *Laboratory Animal* 28: 34-40
5. Lake JP, Haines D, Linder C Davisson M(1999). Dollars and sense: time and cost factors critical to establishing genetically engineered mouse colonies. *Laboratory Animals* 28: 24-31
6. Roberts CR The tropical animal house(1999). In Poole T Ed The UFAW handbook on the care and management of laboratory animals. 7th ed. Vol 1, Part 2 Animal units, pp 135-40. Blackwell Sci, Malden, MA USA.
7. Ruys T(1991). Handbook of Facility Design Vol 2 Laboratory Animal Facilities van Norstrand Reinold NY.

第二十章　實驗動物之生產方法與生殖性狀

一、前言

為使應用動物於人本科學的行為符合動物保護法的規範，進行動物試驗者應對這具複雜生命現象的研究材料有基本的認識。本章簡介常見實驗動物：諸如小鼠(mouse)、大鼠(rat)、倉鼠(hamster)、天竺鼠(guinea pig)及兔(rabbit)的繁殖生產方法以及列述基本生殖性狀。並在常見的繁殖方法中，試使讀者瞭解維持實驗動物遺傳品質與生產法間的關係。期藉這些資訊能使進行動物試驗者自實驗設計，乃至於獲取動物時，皆能考量如何獲取最佳品質動物；及如何以最少的動物數量來完成研究。

二、實驗動物配種生產方法：依遺傳特性需求

(一)依遺傳特性可將實驗動物分為3類

1.遺傳基因具多樣性的逢機配種族群(random bred stock; 或稱 outbred stock)。

2.個體間具高度遺傳相似性的品系(genetically controlled strain)如經兄妹(brother×sister)或親子交配，至少 20 代所育成的近親品系(inbred strain)；將一品系之一特定遺傳特性以連續反交(backcross)於另一品系數代的方式所育成的同源近親品系(congenic inbred strain)；以二品系進行一代雜交，使之具特定特徵及/或產生雜交優勢的第一代雜交品系(F_1 hybrid)等。

3.在早期胚經基因轉殖(transgenic)或基因標的(gene targeting)等分子生物學程序所育成的遺傳工程品系(genetic engineered strain)。

(二)配種制度

依據基本遺傳原理，選擇最適當的配種制度，方可成功地繁殖實驗動物。依遺傳特性所衍生出之配種制度如下：

1.逢機配種族群配種法

(1)逢機配種係應用嚴謹的配種制度，使繁殖族群中的個體維持遺傳的多樣性，換言之，此類配種制度乃以盡量避免兄妹或親代與子代間發生近親交配。

(2)常見的逢機配種族群的配種制度為環型成對配種系統(circular pairing system)(圖 20-1 上)與環型配種系統(circular system)(圖 20-1 下)。此二配種制度是將繁殖種原進行分組配種(至少 4 組)，依擬定產能與物種特性決定分組數量，每組可有若干雄種鼠與雌種鼠，而分組越多則越不易發生近親交配。

(3)在一個封閉之繁殖族群(closed colony)，因原種源數有限，隨繁殖代數(generation)增加，近親交配的機率增加，每增加一代之機率=1/8(種母總數+種公總數)，所以逢機族群在繁殖過程，應儘量延長換種時間，換言之，應避免種鼠僅生育 1-2 胎即淘汰，以減少族群代數快速增加。再者，

不應因動物獲取不易，即僅引進幾隻種源，自行繁殖，此除易失去研究的真確性，亦易因人為的錯誤而犧牲實驗動物，有違動物保護原則。

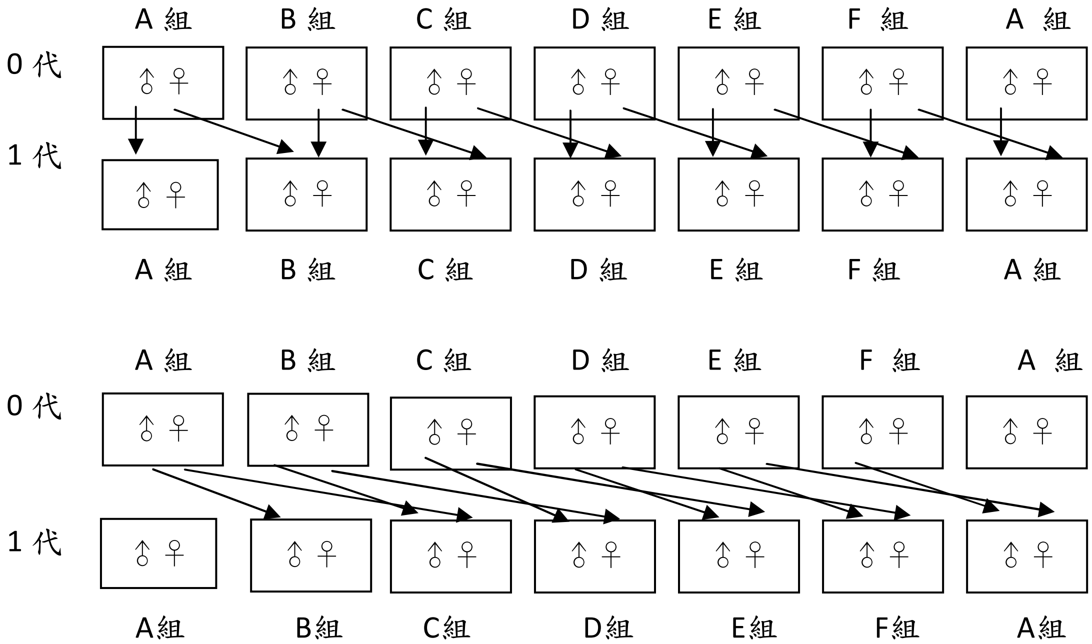


圖20-1、逢機配種族群的環型成對配種系統(上)與逢機配種族群的環型配種系統(下)。上圖之環型成對配種之圖例是將繁殖族群分為A-F共6組，每組有若干隻種鼠，當擬淘汰第0代之種鼠時，應將其所生育之子代(第1代)依圖中之方式分組，例如第0代A組所生育之種用第1代雄鼠仍屬A組，而A組所生育之雌鼠則成為B組之新種母。其它各組在留種時，也以相同之原則。下圖也是將繁殖族群分為A-F共6組，在留種時，則將親代A組所生育之雄仔鼠移至子代B組，而A組所生育之雌仔鼠則成為子代C組之新種母。其它各組在留種時，也以相同之原則。如此在續代時，則可使發生近親交配的機率降至最低。

2.近親品系配種法

目前近親品系小鼠已有數百個品系，大鼠約有100種，而倉鼠依不同支系亦有幾十種，天竺鼠除了常用的Strain 2及13外，另有10種以上，兔也有10種以上。

(1)在生產一已建立之近親品系時，雖近親品系之個體間的遺傳同質性(isogenesity)已超過99.5%，一般而言，不應完全以逢機族群的配種制續代(見下)，以避免在續代過程中，無法及時發現突變、誤配等遺傳污染(genetic contamination)等。

(2)當實驗動物中心引進既有之近親品系種源進行繁殖，應選出一對繁殖力最強的兄妹種鼠作為爾後繁殖動物的共同祖先，配種後將其後代依預定族群

大小，留3-6對兄妹作為核心種源(foundation colony)的支系，以後核心種源的每一支系自行以兄妹配種方式繁衍下一代。而每一核心種源的支系選數對兄妹後代傳遞給族譜記錄繁殖群(pedigreed expansion colony)，仍以兄妹配種方法繼續配種，組成族譜記錄繁殖群，族譜記錄繁殖群的種全來自上一層的核心種源，而其所有子代並不自行留下而是送到生產族群全部打散採用逢機配種繁殖，此族群可自行以逢機配種大量繁衍二至四代(若需求的產量大時，甚至可以到六代)，此稱生產族群(production colony)，其所生產之動物供研究人員使用(如圖20-2、圖20-3)。生產族群在逢機配種時每一代不可逆回上代留種。核心種源及族譜記錄繁殖群，每對種鼠都有完整的血親記錄號碼系統，以便日後篩選新種之用，逢機配種則不需有太多記錄。此系統因上層的兄妹配種的種數目少，而下層生產族群種的數目多，整個繁殖族群形成一個金字塔型，稱金字塔型配種繁殖•

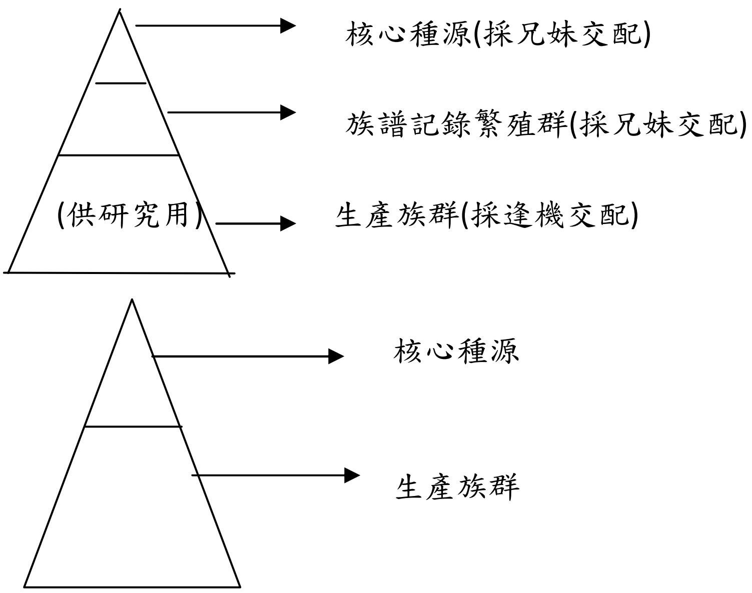


圖20-2 近親品系金字塔型配種繁殖圖。上圖：通常每一週生產超過50隻的近親品系繁殖族群，可考慮將之分成3個次族群，即核心種源、族譜記錄繁殖群以及生產族群。這3族群之關係請見內文。下圖：若所需之繁殖族群產能很小，則可將之分成兄妹交配並作族譜紀錄的核心種源；以及僅需作逢機交配的生產族群。

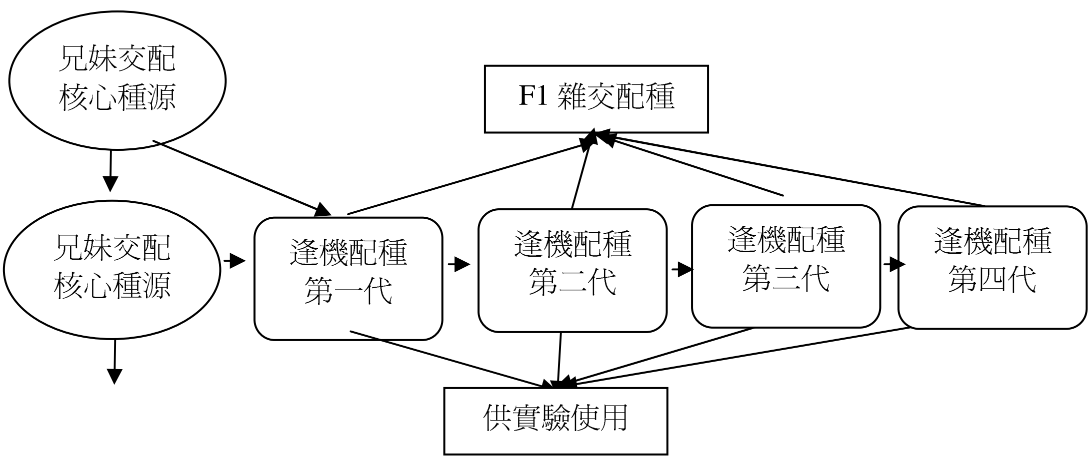


圖20-3 近親品系配種繁殖圖。圖左的橢圓形為兄妹交配的核心種源族群，圖右的長方形為逢機交配的生產族群，用於逢機交配的生產族群最後一代與本近親品系繁殖族群的最原始核心種原間，不應超過6代。F_1雜交品系可直接由逢機配種族群所生產者，進行交配。

(3)近親品系因使用量少，相對繁殖需求量也少，因此可以將圖二上之金字塔型配種繁殖圖修正成圖二下之簡化型金字塔配種法，即不建立族譜記錄繁殖群，僅含核心種源及生產族群，繁殖方法由兄妹配種的核心種源子代直接送到生產族群以逢機配種方法繁殖供研究用(圖20-3)。

(4)近親配種的核心種源不應永遠逐代繁衍，每當續代5-7代後，應分析核心種源族譜各支系成員之繁殖表現，選取其中表現最好支系中的一對兄妹種源，重新編號，使其成為此繁殖族群的新原始祖先，以此新核心種源取代原來的核心種源動物。此複雜的程序除可避免近親配種續代過多後，各支系所衍生的動物之遺傳性狀產生差異外，並可避免近親交配多代後可能產生的近親繁殖衰退(inbreeding depression)。當然，在重新擇取核心種源過程中，進行疾病監測以確保新種原健康，並施行遺傳監測也是新核心種源篩選的條件。

(5)已建立之同源近親品系動物生產方法與一般近親品系相同，惟此類應用連續反交數代的遺傳學方法，在將特定基因座(gene locus)帶入一近親品系的動物時，也將該基因座附近之基因一併帶入，故在生產數代後，常需再行數代之反交，以減少干擾。再者，有些基因座在homozygous下，無法存活或不具生殖能力，故必須使用heterozygous動物作種，這類之同源近親品系特稱為segregating Inbred strain。

3. 第一代雜交(F1)鼠配種法

(1)近年來生物醫學研究日趨重要，常有研究人員要求實驗動物中心提供 F_1 雜交鼠，F_1 雜交鼠是指兩種近親品系配種(intercross)所生產之第一代，其親代一定來自兩種近親品系，其子代不再繼續配種。

(2)應用 F_1 雜交鼠的目的有二：一為應用二不同近親品系互交所產生的雜交優勢，使其雜交鼠對環境的適應比其原父系或母系強，如由 NZB 與 NZW 所得之 F_1 仔代，為重要的紅斑性狼瘡模式動物。

(3)父系與母系互相交換產生的雜交鼠其特性也各有不同，因此雜交鼠的生產一定要知道父系或母系出處。這通常可由雜交鼠名字看出，其命名先寫母系再寫父系，例如：BCF1 小鼠是由 C57BL/6♀XBALB/c♂，又如 B6D2F1 小鼠是由 C57BL/6♀XDBA/2♂雜交而來，常有研究人員不明白而混淆，配種時宜小心(表 20-1)。

表20-1 常見的第一代雜交鼠及其出處

F1雜交鼠	母系	父系
BCF1	C57BL/6	BALB/c
B6D2F1	C57BL/6	DBA/2
NZBWF1	NZB	NZW

4.應用建立同源近親品系的方式育成特定基因轉殖動物模式

(1)自從第一隻基因轉殖小鼠在 80 年代初被成功地做出，應用基因工程於哺乳動物的技術，如基因轉殖和基因剔除已快速地被應用於各式生物醫學研究。

(2)這類動物在闡釋複雜的生命現象與對疾病機制的研究上，是非常有用的工具。而應用基因工程動物作為新的模式動物也正快速的發展中，然而順利育成的基因工程動物僅為特定動物模式的候選者，需再經由研究人員不斷地試驗和實驗動物學者合作，才易發展為模式動物。

(3)基因轉殖或剔除而產生與原來近親品系相近而含特別基因的動物，其遺傳特性與原來的近親品系相似，為了保留新動物的特別基因，必需將新動物與原品系再交配，其配種方法為將其子代經基因篩選符合實驗結果之小鼠，連續與原品系交配，即反交 10-12 代後，待該基因穩定了則可當成一新的品系以兄妹交配繼續繁殖，這樣育成的新品系因與原近親品系遺傳背景類即同源近親品系。

三、實驗動物配種生產方法：依物種、族群與品系等特性、生產管理以及研究目的而定。

(一)實驗動物配種生產方法除依要求之動物遺傳型式外，應選擇適當的配種系統。實際的配種系統選擇常常衡量物種的特性、成本、飼育空間、需求量等因素，配種系統可分為永久配種及暫時配種兩類，茲敘述如下：

1.永久配種(permanently mated groups)：雌、雄動物在性成熟後配種，此後至淘汰皆飼育在一起，雌性動物在分娩、哺育時也不將雄性動物分開，永久配種又可分為兩類：

(1)一公一母(monogamy)：一對雌雄個體的配對終生。此種配對常應用於具產後發情(Postpartum estrus)或雄鼠參與照顧新生仔的物種。常用此法的動物如小鼠、大鼠、沙鼠及天竺鼠。此外，近親品系核心種源族群應用此配種制，以利各式必要記錄的登錄。

(2)一公多母(polygamy)與多公多母：一隻或一隻以上的雄性個體與多隻雌性個體配種。此系統也可允許產後發情配種而有生產大量子代的優點。缺點是無法作精確的生產記錄。應用此系統時，必須使用空間夠大的飼育籠。

2.暫時配種(temporarily mated group)：雌、雄動物僅配種時才置於同一籠，配種的時間依不同動物可由數分鐘到數天，一旦確知雌性動物已接受交配或確認已懷孕則將之移至待產之飼育籠。

(1)一公多母(polygamy; Harem system)：一雄性動物與兩隻以上的雌性動物關一起的配種系統，是以最少種用動物而生產最大量子代的配種系統。雌性動物確認懷孕後，移至另一籠待產。此系統適用於小鼠、大鼠與倉鼠。

(2)人工配種(hand-mating systems)：雌、雄動物分開飼養，僅配種時才置一飼育籠，配種時間很短。此系統可減少配種動物的飼養量並提供準確的

記錄，惟人力需求高，此系統適用於兔子、靈長類及犬等。

(二)選種與淘汰：選種在繁殖效率上扮演重要的角色，留種動物必須是健康、年輕、並不具侵略性(aggressive)，雌性動物更應具良好的母性。生產獲得之子代應檢查體型及外觀(conformation)，為利於飼養管理及疾病預防，汰換種用動物時，應盡量以飼育室為單位換種。若第一胎產仔太小或太弱，則雌鼠應提早淘汰。此外，當有疾病徵兆者或子代有不良遺傳徵兆出現，應立即汰種，並送疾病診斷或遺傳分析單位檢查。

(三)經驗之累積：每一物種都有其繁殖生理特性，除了教科書裡所列舉的生物生理特性外，另有許多的特性需於飼養過程長時間觀察得來，如倉鼠在泌乳期因營養不足須補充青料或減仔，又如有些近親品系小鼠特別喜歡群居生活，逢機配種小鼠產後發情期配種率高，近親品系小鼠因飼料營養不足導致 3 週大體重仍常不足，這些特性將會影響繁殖的離乳率、配種率及初生鼠的死亡率。所以在制定配種制度時應列入特別的對策如減仔、提早或延後離奶等。

(四)繁殖記錄：詳實的記錄是動物配種的要素，以下為繁殖族群應具備的資料：

1.動物的物種、族群、品系或品種(breed)。

2.祖先的出處。

3.編號。

4.性別。

5.生日及配種日。

6.幼鼠初生日及產仔數。

7.幼鼠死亡數目或淘汰數量。

8.離乳日及離乳數。

9.離乳動物之性別。

10.獸醫相關資料。

(五)特別的照顧：供育種與繁殖的動物常需特別照顧，如小鼠、大鼠及倉鼠在哺育時，需供應洽當的巢料，並避免使用底網式之飼育籠，以免幼鼠陷入底網之縫隙；土撥鼠、兔、貓及犬可給一生產箱，供其哺育新生動物。新生動物由出生到離乳都應小心觀察及看護，妊娠中的動物除供給足夠的食物及水以便哺育健康的下一代外，適當尺寸的動物籠及控制環境的溫、濕度並讓幼鼠遠離直吹的縫隙風(draft)，也需特別留意。總之對育種動物提供良好的飼育環境，並施行持續的健康監測是生產高品質實驗動物的保證。

參考文獻

1. 洪昭竹等(1993) 國家實驗動物繁殖及研究中心管理及使用手冊.
2. 翟振剛(1995) 實驗小鼠遺傳，行政院國家科學委員會國家實驗動物繁殖及研究中心編印.I&II:1-19.(民國八十四年)
3. Festing , Michael F.W.(1979). Inbred Strains in Biomedical Research, Oxford University Press, Inc. 3:28-35.
4. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (1996). National Research Council, National Academy Press, USA.
5. Hafez, E.S.E.(1970) Reproduction and Breeding Techniques for Laboratory

Animals, Lea & Febiger, Philadelphia.

6. Harkness JE & Wagner JE. (1995). The Biology and Medicine of Rabbits and Rodents. 4th Edn. Williams & Wilkins. Baltimore.
7. Poole, Trevor B.(1999). The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals, 7th Edn . Blackwell Science Ltd, Part I (5):28-44.

表20-2 一般實驗動物配種方法

種　別	永久配種		暫時配種	
	一公一母*	一公多母	一公多母	人工配種
囓齒目與兔形目				
小鼠	＋	＋	—	—
大鼠	＋	—	＋	—
中國倉鼠	＋	—	—	＋
敘利亞倉鼠	＋	—	—	＋
沙鼠	＋	—	—	—
天竺鼠	—	＋	＋	—
土撥鼠	—	—	＋	—
兔	—	—	—	＋
肉食動物				
貓	—	—	＋	＋
狗	—	—	—	＋
貂	—	—	＋	—
靈長類				
狨猴(Marmoset)	＋	—	—	—
恆河猴(Rhesus monkey)	—	＋	—	＋
狒狒(Baboon)	—	＋	—	＋
鳥類				
雞	—	＋	—	—
鵪鶉(Quail)	—	＋	—	—

* 此系統為許多近親品系採用

第二十一章　豬實驗動物

豬隻馴化的主要因素為提供人類食物中蛋白質來源，應是不容置疑的，諸如豬、牛、羊等偶蹄動物之馴化約起源於 11,000 年以前。許多專家學者陸續描述全球各豬種之特性與歷史，例如：Mason 在 1969 年列出 330 種豬種，其中有 89 種甚至被認為是〝重要且具影響力者〞。McLaren 在 1990 年列出 201 個豬隻品種名錄，視其為全球豬種資源，惟其中有許多已絕種或對豬隻產業幾乎不再具有影響力。一個動物群被視為「品種」的共同定義為這群動物來自一個共同祖先，具有可區分的特性。雖然早期品種沿革史有許多係屬純推理的，但不可否認的仍與品種發展和形態差異的形成息息相關。

家豬(染色體 2n=38)的分類學名為 *Sus scrofa domestic*，是由歐亞野豬 *Sus scrofa*(染色體 2n=36)演化而來，歸屬於豬科(Suidae)、豬亞目(Suiformes)和偶蹄目(Artiodactyla)。由於豬屬(Sus)尚有 *Sus salvanius*、*Sus verrucosus*、*Sus barbatus*、*Sus celebensis*、*Sus phillippensis*、*Sus cebifron*s 等六個豬物種(Species)，染色體 2n 介於 32-36 之間，再加上各地利用性不同，而且物種(Species)有相互間配種之可能，導致對豬品種名稱尚無一套完整遺傳特性命名法。國內外供作實驗動物用的豬均是家豬物種，有一些英文用語之定義列表如下，值得研究人員參採。

英文用語	中文用語及定義
Swine, hog, pig	豬。是豬這個物種 *Sus scrofa* 學名之俗稱用語。美國研究報告常採用前兩者，英國研究報告主要採用後者。
Sow	母豬。性成熟的雌性個體。
Gilt	女豬。尚未性成熟的雌性個體。
Boar	公豬。性成熟的雄性個體。
Barrow	閹公豬。閹去性腺睪丸的雄性個體。
Piglet	仔豬。出生、哺乳期至青少期的小豬。
Hog	肉豬。可供屠宰肉用的生長豬。
Porcine	豬的。是豬的形容詞，通常用於描述豬的一些行為、病症和外表特徵。

實驗動物用的家豬品種及符合動物保護法之豬舍、飼料和管理、疾病防治、糞尿水處理、進豬和出豬及運輸、資金取得與周轉、人員技術水準和經驗等細則，實在很多。將僅就臺灣飼養且具特殊遺傳監控的豬品種，加以介紹來源、飼養管理方式、健康監控及疾病防治、生殖、手術麻醉及安樂死等部份說明，可供生命科學和醫藥研究人員參考用。

一、豬種來源與供應

台灣地區之豬隻品種在種豬場大致可分為兩大類；一為自國外引進之國際性品種—藍瑞斯(Landrace)、約克夏(Yorkshire)、杜洛克(Duroc)與盤克夏(Berkshire)，另一則為原產於我國之本土性地方豬種—桃園(Taoyuan)與蘭嶼(Lanyu)。上述豬

種依五月齡體重大小，可分為 100 公斤重的大體型豬種—藍瑞斯、約克夏、杜洛克與盤克夏；50 公斤重的中體型豬種—桃園；和 20 公斤重的小體型豬種—蘭嶼。

(一)大體型豬種：藍瑞斯、約克夏和杜洛克豬種於民間種豬場與種豬檢定站，均會有每頭種豬的血統登錄證明書。種豬檢定站完檢出售的每頭豬均進行基因登錄，檢測引起緊迫猝死(Porcine stress syndrome)的緊迫敏感基因、控制排卵數量的雌性素受體(Estrogen receptor)基因、以及影響到肌肉內的脂肪堆積分佈的心臟脂肪酸結合蛋白(Heart fatty acid binding protein)基因，這三種基因檢測是 DNA 序列之單點鹼基突變所致功能差異。

藍瑞斯豬種外型特徵為垂耳。耳朵適大，向前傾斜，蓋向顏面，兩耳間隔適當；忌耳朵直豎。皮膚平滑無皺紋，無黑斑。毛色全白，柔軟而有光澤。忌有白色以外之毛色及皮毛有漩窩。體側深而長，有 16～17 對肋骨，後臀方正，四肢稍短，下頜平整。

約克夏豬種外型特徵為面寬而略凹；耳朵稍大而薄，向上前直立，其近緣毛柔軟，兩耳間隔廣闊。忌耳長及下垂。皮膚全白而平滑，無皺紋，無斑點。毛色全白，柔軟而有光澤。忌有白色以外之毛色及漩窩毛。軀體長而深，有 15～16 對肋骨，且平整；體側尤其深且長，但有時腿部缺乏深與豐滿。

杜洛克豬種外型特徵為耳朵大小適中，根部向上直立，耳端向前傾斜，耳緣毛柔軟，兩耳間隔廣闊。忌耳朵直豎。皮膚平滑無皺紋，紅棕色毛，有光澤，毛質良好。忌有黑色或白色斑點之毛捲毛及漩渦。軀體長度為中等長，有 15～16 對肋骨。

盤克夏豬種外型特徵為碟狀臉型，鼻頭、四腳蹄及尾巴末梢為白色，體軀為全黑。盤克夏豬種之血統是利用中國廣東地帶的豬種和英國豬種雜交後代在英國培育成的。盤克夏豬種和中白(Middle White)、大黑(Large Black 或稱 Cornwall)、以及湯渥斯(Tamworth)等豬種，是國際間公認為最具貢獻的老品種。盤克夏豬種雖在英國培育出來的，可是 1994 年在英國的種母豬數僅剩 231 頭，而全球僅有約 3000 頭種母豬，是列為瀕臨絕種的豬種。臺灣僅在行政院農業委員會畜產試驗所和一家民間種豬場有 30 頭母豬群的小族群飼養，探討日本人為何對盤克夏豬種有特別喜好，且其豬肉為何在日本市場的價位是最貴的。

(二)中體型豬種：桃園豬種於 1987 年正式成為國家級保種族群。外型特徵為體型中等，有 14～15 對肋骨；從側面看，其體軀呈長方形，皮膚灰白色，背毛黑少且粗，自頸部起至背部有剛毛，公豬尤為明顯，背凹陷，腹大而下垂，尤其是母豬在懷孕後期時甚至於腹部拖地。四肢粗短強健，前肢直立，後肢飛節以下稍向前傾，臥繫，蹄大堅實且分蹄明顯。生長豬皮膚光亮可愛，但於三、四月齡起皮膚開始有明顯皺襞，隨年齡增長日趨明顯，肩部有明顯皺襞形如盾甲。頭短而肥滿，其顏面平廣且皺襞明顯；耳大前垂；鼻鏡黑色且鼻孔較大。尾根膨大下垂，內外扁平且有環狀皺紋，形如鼓鞭，尾尖端有如雞爪之角質，尾巴直而不捲，且常不停的擺動。

行政院農業委員會畜產試驗所把俗稱台灣黑豬－桃園豬種的多產性和杜洛克豬種的產肉性能融合成一產肉用豬種。在 1988 年利用桃園種和杜洛克種進行正反交，正反雜交的雜交一代母豬，回交杜洛克公豬，使杜洛克血統達 75% ，但體色為全黑者才被留種。從 1991 年讓全黑的級進世代豬進行自交，每個世代進行繁殖性狀與生長性狀測定，以生長性能指數選拔後代，外型特徵類似杜洛克豬種，但體型中等，有 14～15 對肋骨，於 2001 年登記命名為畜試黑豬一號。

(三)小體型豬種：蘭嶼豬種為小體型的臺灣原生種，於 1987 年正式成為國家級保種族群。因其五月齡體重不及 20 公斤且成熟體重低於 70 公斤，而有迷你豬之俗稱。耳朵豎立，皮膚毛色為黑色具光澤，毛質短而黑。體軀呈長方形，體型較小，有 13～14 對肋骨；頸部起至背部有剛毛，背部些許凹背。乳頭數每側約為 6 個，公豬睪丸緊接臀部。四肢粗短強健，腳呈Ｘ字形腳掌貼地，蹄部緊密著地，後腳與地垂直。尾巴常不停的擺動，像似趕蒼蠅。一般而言，依體型上可概略分為精肉型與肥肉型兩種：精肉型之顏面長、鼻孔寬圓、四肢高而瘦長、頭部細長，耳朵稍大前傾，前胸狹窄；而肥肉型則鼻孔稍尖，體型短，頭部豐滿，四肢矮短細小，耳朵較小、豎立，前胸寬度厚些。

臺灣大學畜牧系李登元和宋永義教授於 1975 年用蘭嶼豬種與藍瑞斯豬種進行雜交選育，選育體軀白色偶有黑斑的小體型品系—李宋豬。目前台灣大學農場仍有飼養繁殖，尚未完成品種登記。

1979 年畜產試驗所為應「發展豬隻供作醫學研究之用」之政策，於 1980 年自蘭嶼引進小耳種蘭嶼豬 4 公 16 母，於隸下位於台東縣卑南鄉的台東種畜繁殖場進行繁殖飼養，以確保種原延續與遺傳資源保存，並開始規劃小型豬新品種與新品系的選育計畫，目的為發展符合生物科技與醫學研究所需的實驗用小型豬種，並為本土畜產種原另覓新的利基。經過多年選拔與近親育種，畜產試驗所已陸續完成數種小型豬新品種與品系的選育與登記。

畜試花斑豬（Lanyu 100）

1987 年行政院農業委員會將於台東種畜繁殖場繁衍的蘭嶼豬保種族群定為本土畜禽種原之保種族群，自此以 15 公 45 母圈養成為一封閉的逢機配種族群。於 1993 年起把族群中具白色斑仔豬隔離出來另成一群，經過飼養繁殖發現，此為白色斑毛色性狀純合子遺傳。針對這些白色斑個體，畜試所採行隔離選育與近親配種方式，育成蘭嶼豬花色系之近親品系，該品系於 2003 年以「畜試花斑豬」通過種原登記，正式成為我國新的小型豬品系。

畜試迷彩豬（Lanyu 50）

畜試迷彩豬之育成方式是引入另一品種進行雜交選育而成，其基礎豬種為蘭嶼豬與杜洛克豬。1989 年畜產試驗所以人工授精方式將蘭嶼豬與杜洛克豬進行雜交試驗。雜交後裔仔豬毛色多樣，以具有棕白條紋體色為選留目標，淘汰其他毛色的後裔，棕白條紋的毛色分布頻率便開始逐代提高，至第

六代時，後裔仔豬棕白條紋體色之毛色分布頻率始達 100% 。這種條紋毛色為一種幼齡毛色，在豬隻於五月齡左右，會因性成熟而逐漸褪去。接續採近親配種方式以一年一世代之模式進行選育，亦於 2003 年以「畜試迷彩豬」通過種原登記，因具有 50%蘭嶼豬與 50%杜洛克豬之遺傳形質，體型略大於蘭嶼豬，是一種合成的品系。

蘭嶼豬保種品系（Lanyu 200）

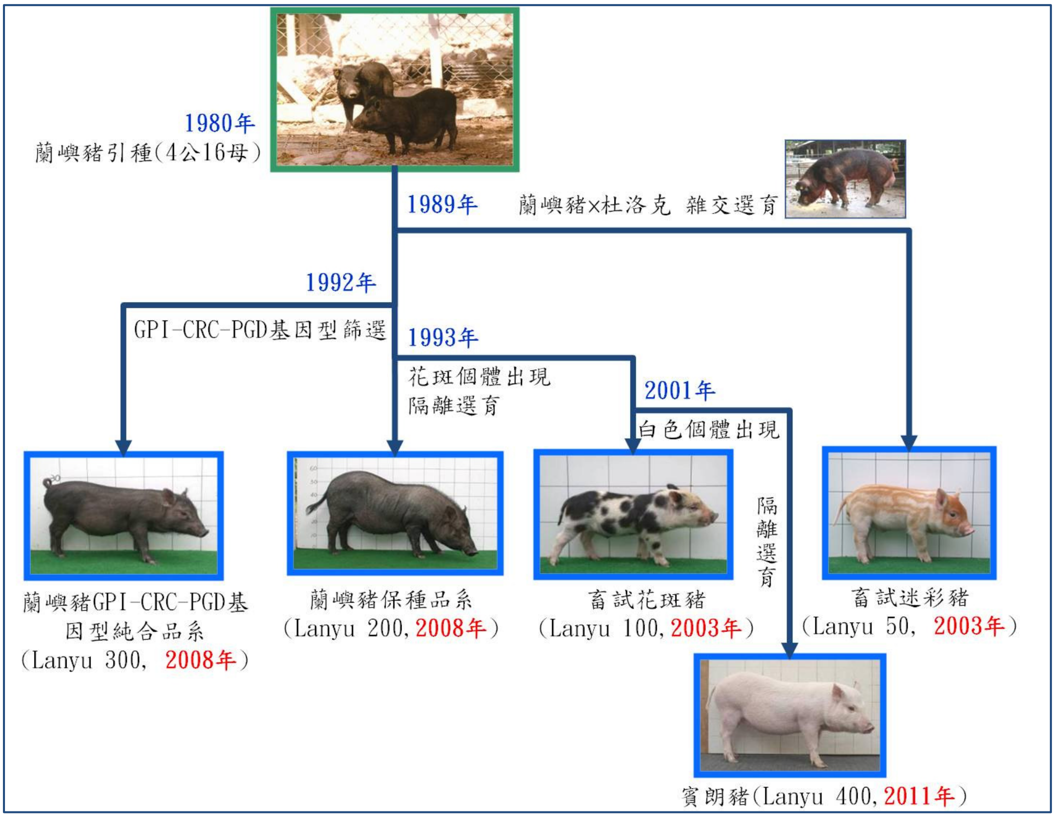
蘭嶼豬自 1980 年引種發展試驗用動物迄今，除維持性的保種工作外，更進一步利用其種原特性選育小型豬新品種與新品系，供作生醫研究用實驗動物。此一經二十多年閉鎖的逢機配種族群，不論就地方性種原形成與保存的立場，以及作為基礎種原進行的創新與開發上，均具有重要的意義與價值。因此申請命名登記為蘭嶼豬保種品系，並於 2008 年 1 月完成品種登記。

蘭嶼豬 GPI-CRC-PGD 基因型純合品系（Lanyu 300）

為提供近親選育且小體型的實驗動物用豬，並減低豬隻緊迫症狀，避免在動物麻醉狀態下產生先天性惡性高燒症，利於進行生理化學等研究。豬第 6 號染色體上有鈣離子釋放管道(CRC)基因，若有基因缺陷，則該豬隻會產生緊迫休克死亡症狀、惡性高燒症狀，以及肌肉僵直等不利情況，在第 6 號染色體基因位置上，CRC 基因在 GPI 和 PGD 兩個基因間，為一個 GPI-CRC-PGD 基因連鎖群，因此利用選育 GPI-CRC-PGD 基因型純合品系，並再利用 CRC 基因的核苷酸突變點(Hal-1843)之分生檢測，證明為 Hal-1843-CC 型。畜產試驗所臺東種畜繁殖場於 1992 年自蘭嶼豬種的小體型選育族群中，檢測體色全黑仔豬的 GPI 基因型和 PGD 基因型。仔豬具有 GPI-BB 型和 PGD-AA 型者才被選留，同時五月齡體重不超過 20 公斤者才被選為第零代種畜，GPI 和 PGD 分別為 BB 型和 AA 型，再以近親配種的方式進行選育工作。此基因型純合系於 2008 年與蘭嶼豬保種品系同時完成品種登記。

賓朗豬(Lanyu 400)，白色外表型蘭嶼豬

類似畜試花斑豬發現與選育的經過，隔離選育自黑色蘭嶼豬的畜試花斑豬，再經過多世代的全同胞近親配種後，於近幾年陸續出現全白的後裔，選留這些白色的個體進行配種，發現所生的子代全為白色，並經回交與試交後證實為隱性白色基因。由於白色毛皮的性狀在生醫研究中有其特定的用途與重要價值，目前已完成審查作業，進入公告程序，可望於 2011 年初完成新品種登記。



二、生理特性

豬心血管系統在生理學、解剖學及血流灌注分佈上，均與人類非常相似。臺灣動物科技研究所(前臺灣養豬科學研究所)就以豬進行心臟血管疾病之研究，而認為豬是理想實驗動物。豬的生命特徵數值列表如下，豬體溫介於攝氏38~39度，小型豬的體溫介於攝氏37~38度，稍高於人體溫。豬的壽命約有10~15年，飼養狀況優的環境下，可長達17年。

生命特徵項目	大型豬種	小型豬種
壽命(年)	10-15	10-15
體溫(攝氏)	38-39	37-38
染色體總數(2n)	38	38
出生重(公斤)	1.3-1.9	0.4-0.7
五月齡重(公斤)	100-120	15-30
一歲齡重(公斤)	150-180	45-70
二歲齡重(公斤)	200-350	100-150
性成熟月齡	6	4-5
可配種月齡	7	5-6
動情週期(天)	21	21
發情天數	3	3
懷孕天數	114	114
每胎產下仔豬頭數	10-14	5-8
離乳天數	28-35	28-35
能量攝取量(MJ/天)	49-56	13-20
飼料採食量(公斤/天)	3.6-4.7	0.8-1.5
飲水量(毫升/天/每公斤體重)	80-120	80-120
心跳次數/分鐘	95-115	68-98

呼吸次數/分鐘	17-23	11-29
主動脈血壓(mmHg)	93-111	83-111
動脈血 pH	7.45-7.51	7.40-7.46
動脈血 CO2 壓(mmHg)	37-43	37-43
動脈血 O2 壓(mmHg)	68-74	92-126
血液生理及生化值		
血球容積比 (%)	33.9-45.9	32.0-61.0
紅血球數 (百萬個/mL)	4.4-8.6	5.3-9.3
白血球數 (千個/mL)	6.3-21.1	4.4-26.4
血小板數 (千個/mL)	220-665	148-888
淋巴球數 (%)	38.1-73.1	14.0-87.0
單核球數 (%)	0-15	0-13
嗜酸性球數 (%)	0-7.7	0-8.0
嗜鹼性球數 (%)	0-1.3	0-3.0
血紅素 (g/dL)	9.0-16.2	9.0-15.8
低密度脂蛋白顆粒直徑 (nm)	17-20	17-20
高密度脂蛋白顆粒直徑 (nm)	2-14	2-14
葡萄糖 (mg/dL)	48-135	43-133
膽固醇 (mg/dL)	50-140	39-131
三酸甘油酯 (mg/dL)	20-52	20-52
尿素氮 (mg/dL)	27-41	27-41
肌氨酸干(Creatinine) (mg/dL)	1.2-2.0	0.5-1.6
膽紅素 (mg/dL)	0.0-0.3	0.0-0.2
總蛋白質 (g/dL)	2.25-8.15	6.00-9.60
白蛋白 (g/dL)	0.5-4.3	2.9-3.8
球蛋白 (g/dL)	1.4-3.6	1.5-5.2
白蛋白對球蛋白比值	1.1-3.5	0.9-1.7
鈉 (meq/L)	133-153	132-146
鉀 (meq/L)	3.1-6.2	3.5-7.4
氯 (meq/L)	96-117	94-140
鈣 (meq/L)	5.5-15.7	8.6-12.6
磷 (meq/L)	4.8-9.8	4.9-9.8
AST (IU/L)	14-56	13-47
ALT (IU/L)	5-78	40-106
CK (IU/L)	52-326	105-6000
GGT (IU/L)	14-34	25-78
LDH (IU/L)	140-1155	462-1800

三、小型豬種之飼養管理及疾病防疫

我國地處亞熱帶氣候，豬常要面臨高溫多濕和病原易滋生的環境，因此豬每日攝取之飼料為均衡之飼糧，從配方設計、原料選擇、製造過程、運輸、儲存，到最後之餵飼，都須仔細考量監控，同時要確實掌握飼料本身中各種污染物質，如重金屬、黴菌、殺蟲劑及抗生素等的含量，以避免動物正常生

理機能及實驗結果遭受影響。

(一) 飼養管理

種豬繁殖階段分為種公豬及種母豬待配、懷孕、分娩與哺乳等期別。生長階段則分為出生、哺乳期(0~8 週)、保育期(8~16 週)與生長期(16 週以後至配種)。茲將繁殖與生長階段各期之飼養管理要點依序說明。

1. 種公豬：因一頭公豬可與配數頭母豬，故良好的公豬飼養管理著實重要。
   (1) 新購種公豬應注意血統來源、防疫及健康狀況。種豬進場前應隔離三至四週，除密切觀察臨床疾病外，更應進行驅蟲及各項必要之免疫工作。
   (2) 不論採自然配種或人工授精，公豬使用頻率不宜過高，平均以三至四日配種或採精 1 次為原則，並且需定期作精液性狀檢查。
   (3) 夏季時，精液品質較易降低，應設法以噴水或風扇等方法降低豬隻體溫與避免熱緊迫，並於每日較涼爽時段配種，以增進母豬受孕率。
   (4) 留種公豬於 50 kg後應予限食，以免過肥。發育良好的公豬可於約六月齡起配種，而每日餵飼含 15 %粗蛋白飼糧即夠其所需。
2. 種母豬待配期：本期母豬包括剛離乳母豬和選留合格之種女豬，母豬於正常飼養管理下，發情至完成配種。
   (1) 依選種目標訂定選留標準，選留適宜之豬隻供候補種豬用。
   (2) 種豬餵飼含 15 %粗蛋白之飼糧 1.2 kg，惟可視肥瘦度酌增減日糧。
   (3) 可應用公豬進行發情觀察與母豬催情，俾利精確把握最適配種時機，以提高受孕率。
3. 種母豬懷孕期：母豬懷孕期平均為 114 天，應特別注意避免母豬流產、死產或懷孕終止現象發生。
   (1) 移動母豬時應避免粗暴的動作,分欄飼養時應避免發生爭食或打鬥現象。
   (2) 餵料量調控時機之把握,增料時機以懷孕後期為宜,惟應避免母豬過胖。
   (3) 應儘量避免母豬於夏季期間受到熱緊迫。
4. 分娩和哺乳期：母豬於分娩期間，應特別注意避免難產的發生，必要時應予以助產。同時，新生仔豬亦須注意保溫與避免疾病感染。
   (1) 母豬部份：
      a. 預產期前五至七天可將待產母豬移至分娩舍,提早讓母豬適應環境。
      b. 分娩初期儘量以含高纖維飼料餵飼，避免母豬發生無乳綜合症（MMA）。
      c. 分娩過程中，母豬若有難產現象，應儘速予於助產，並請獸醫人員協助處理。
      d. 哺乳期間母豬以任食方式餵飼,但仍應注意避免母豬過胖現象發生。
   (2) 仔豬部份：
      a. 仔豬出生後須給予適當照料,越早吮初乳越好,且應特別注意保溫,仔豬出生一週內的適溫為 30～35℃，爾後每週酌減 2℃至仔豬離乳適溫 28℃為止。
      b. 仔豬於 10～14 日齡時採少量多次的方法教槽,教槽料粗蛋白質含量在 20%以上，並應磨細以誘導仔豬吃料。

c. 不留為種用之公仔豬應於出生後二至三週齡進行去勢手術。

d. 仔豬於 56±4 日齡時實施離乳。

5. 保育期：離乳、移欄、併欄或換料對離乳仔豬均會產生相當大的緊迫，故應予特別照料。

(1) 以少量多餐方式餵飼含 20 %粗蛋白質之易消化飼料，同時給予清潔飲水。換料時應以漸進方式逐漸調整，避免發生營養性下痢。

(2) 儘量採同胎併欄以減少打鬥發生，且進豬和移豬應以統進統出方式進行。

6. 生長期：此階段應提供適宜飼料使豬隻充分生長，同時避免疾病發生和過度密飼現象。

(1) 進豬和移豬應以統進統出方式進行。

(2) 餵飼含 18 %粗蛋白質之飼料。

(3) 儘量提供涼爽環境，避免發生夏季熱緊迫。

7.鑑定記號(Identification)(附表一)

(二) 疫病防疫

臺灣地處高溫多濕的亞熱帶氣候區，疾病發生率偏高。因此，如何降低豬隻疫病發生頻率，進而消弭於無形，則有賴於妥善的防疫計畫的訂定與各項措施的落實。茲建議自衛防疫計畫與措施如后。

1. 嚴禁車輛或非工作人員進入場區，上豬台與散裝飼料桶盡可能設在場區外圍。
2. 外購種豬應隔離飼養與檢疫，並實施必要之免疫工作。
3. 每月定期實施全面消毒，選取數種消毒劑，輪流使用；進出場區處應設置消毒池，使用之消毒劑應依其有效期限經常更換。
4. 病死豬隻應妥善處理，以杜絕疫病散播。
5. 定期驅除內外寄生蟲，種豬每年驅蟲兩次，仔豬於保育階段驅蟲一次。
6. 病豬應採取隔離措施，以防止疫病傳染；治療效果不佳者，應儘速予以淘汰，以避免疾病擴散。

此外，各項例行性免疫計畫(如下表)應依規定施打疫苗，並應注意查核購買之疫苗是否檢驗合格、有效期限，以及疫苗之冷藏保存適當與否。同時，應列冊記錄各項防疫措施備查，包括疫苗施打紀錄等。

疫苗種類[a]	年齡							種豬		
	三日	三週	六週	八週	九週	十二週	六月	候補	公豬	母豬
豬瘟			*		*			*	半年一次	每年於空胎時接種一次
口蹄疫				*		*	*	*	半年一次	每六個月一次
豬丹毒			*					*	半年一次	每次空胎接種一次，每年約接種兩次
假性狂犬病								*	每年一次	每次空胎接種一次，每年約接種兩次
萎縮性鼻炎	*								半年一次	懷孕第 84 天時接種一次
日本腦炎								配種前完成		每次空胎接種一次，每年約接種兩次

[a] 使用疫苗種類依個別豬場需求訂定，建議依照疾病防治機關訂定之免疫計畫或製造廠商產品說明書使用。

*施打疫苗。

四、無特定病原(Specific pathogen-free, SPF)豬群的建立

從將分娩的母豬剖腹，取出子宮內的仔豬，飼養在濾菌的無菌隔離艙，這些仔豬是無菌豬(Germ-free swine)。無菌豬之血液生理生化值，較一般豬會有較低的白血球數、較低的總蛋白質、以及較高的白蛋白量和乙型球蛋白(beta-globulin)量。把這些無菌豬飼養在不同的濾網設施的豬舍，而成為最少疾病(minimal disease, MD)豬、無特定病原豬、或僅有特定微生物化(defined flora)的豬。

SPF豬通常被設定為沒有這七種病原體感染：Herpesvirus (Aujeszky's virus)、*Mycoplasma hyopneumonide*、*Serpulina hyodysenteria*、Coronavirus (TGE)、*Pasteurella multocida*、*Sarcoptes scabiei*、PRRS virus。SPF場要有四項步驟：首先要有母豬剖腹產，再來要進行檢疫工作、進入人員更換衣服，並有健康監控工作。而在僅有特定微生物化的豬場，仍要增加五項步驟：進入人員要沐浴、飼料滅菌、器具消毒、飲用水滅菌、以及有濾菌的通風循環系統。歐洲各國、瑞典和美國等國家在豬的健康監控上，有以下的微生物被監控。SPF場符合健康監控要項後，應進一步取得工作認証，諸如國際有名的AAALAC (The Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care)、ISO9000、GLP (Good Laboratory Practice)。

疾病和病原體	歐洲各國	瑞典	美國
Africian swine fever	有監控	不再監控	尚不監控
Morbus aujeszky	有監控	有監控	有監控
Encephalomyocarditis virus	有監控	不再監控	不再監控
Hemagglutinating Encephaomyelitis	有監控	有監控	不再監控
Porcine coronaviruses	有監控	不再監控	不再監控
Porcine cytomegaovirus	有監控	不再監控	不再監控
Porcine Influenza	有監控	有監控	不再監控
Porcine Parvovirus	有監控	有監控	不再監控
PRRS	有監控	不再監控	尚不監控
Porcine Rotavirus	有監控	有監控	不再監控
SMEDI	有監控	有監控	不再監控
Swine fever	有監控	尚不監控	尚不監控
Teschen disease	有監控	有監控	尚不監控
Arthropods	僅sarcoptes	有監控	有監控
Helminths	有監控	有監控	有監控
Enteric protozoa	僅coccidiae	僅coccidiae	有監控
Toxoplasma gondii	有監控	有監控	有監控
Haemophilus parasuis	有監控	有監控	有監控
Klebsiella pneumoniae	不再監控	應購買人要求	有監控
Microsporum spp	應購買人要求	應購買人要求	不再監控
Mycoplasma hyopneumoniae	有監控	有監控	有監控
Pasteurella multocida	有監控	有監控	有監控
Salmonella spp.	有監控	有監控	有監控
Staphylococcus aureus	不再監控	不再監控	有監控
Staphylococcus hyicus	有監控	有監控	不再監控
β-hemolytic streptococci	有監控	有監控	有監控
Streptocococcus pneumoniae	不再監控	有監控	不再監控
Streptocococcus suis	有監控	有監控	不再監控
Trichophyton spp.	應購買人要求	應購買人要求	不再監控
Yersinia enterocolitica	有監控	有監控	不再監控

五、圈養的設備

豬對環境改變和圈養設備，會有行為和生理反應，因此，應用豬進行生物醫學研究時，提供適當的圈養設備是至為重要的。

(一)圈養設備

實驗室內圈養的豬可分個別飼養和小群飼養。豬欄有水泥地面和高架式條狀地板，水泥地面需有防滑舖施。平行式條狀地板，每一板條面寬 10mm，間隔 12mm 即可。採用網狀地板，則以菱形交叉較好，間隔 10-15mm 即可。圈養欄

要沒有尖銳的突出物，同時要非密閉式，讓豬可看、聞、聽和接觸外界的欄柵。體型小或少於 20 公斤重的豬，亦可養在狗的圈養設備。豬圈養面積因頭數和體重而有不同，列表如下。小群圈養時，每頭體重要相近。

一欄的圈養豬隻頭數	豬隻個別體重(公斤)	每頭的地板面積(平方公尺)
1	<15	0.72
	15-25	1.08
	25-50	1.35
	50-100	2.16
	100-200	4.32
	>200	>5.40
2-5	<25	0.54
	25-50	0.90
	50-100	1.80
	100-200	3.60
	>200	>4.68
>5	<25	0.54
	25-50	0.81
	50-100	1.62
	100-200	3.24
	>200	>4.32

(二)圈養的環境條件

1.溫度與濕度

豬在有環控系統的設施裡，新生仔豬的適溫為 29℃、生長豬為 24℃、成豬為 17℃。但若圈養在高架式條狀地板上，若沒有鋪施墊床，則室溫不能低於 20℃。濕度維持在 50-70％最適宜。

2.通風

室內的氨氣(NH3)不能超過 10ppm，硫化氫(H2S)不能超過 5ppm，二氧化碳的含量不能高過 0.15％容積比。氣流速度在成豬舍不能超過每秒 0.2-0.3 公尺，仔豬舍不能超過每秒 0.1 公尺。每小時應換氣 10-15 次。

3.照明

通常採 12 小時照明，早上 6 點至下午 6 點。亮度 100 燭光(lux)就可以。配種舍的照明要提高一倍到 200 燭光，並延長 2 小時照明到晚間 8 點才宜。

4.噪音

豬對噪音不很敏感，因它自己就很吵。但爆竹聲類的瞬間大聲對豬也

會有驚嚇情況。

(三)運送箱與記錄簿

1.運送箱

豬隻運送前 12 小時，就不要餵給飼料。仔豬和體重不及 20 公斤的迷你豬，利用狗籠來運輸時，要鋪施吸水性強的木屑，並要能透氣。體重超過 20 公斤的豬隻以卡車載運時，應防滑且儘量把豬隻隔在一角落，但要能適度隔間，避免豬隻堆疊。載運時間不可超過 6 小時，若超過 6 小時，則應補充飲水。運送途中應避免運送箱溫熱和潮濕，但亦不可太冷和乾燥。

2.記錄簿

豬隻常以耳標、刺青或剪耳刻，來區別每頭豬並輔以頸項圈、晶片或外表特徵標記為宜，利用染料或油性筆標示，僅可供暫時性用。記錄簿除註明豬編號外，亦應把系譜、飼養欄號記錄下來。豬隻實驗體重及其醫療處理方式，甚至採食量、不正常行為和研究步驟要一併記錄下來。

六、手術麻醉與安樂死

豬隻不習慣被抱住，因此常會有叫聲和想掙脫的動作。當把豬隻抓緊其四肢或頸項時，豬也會有心肺功能緊迫的情形產生，如果豬有緊迫基因則會發生豬緊迫症候群(Porcine stress syndrome)，引起肌肉收縮的僵直反應，心跳加速，皮膚泛紅，呼吸急促，體溫上升，嚴重到呼吸休克死亡。

(一)豬隻保定

豬隻保定方式有人力強加抱住、機器保定和藥劑保定。接近豬隻時，要儘量從豬的後側靠近，利用一塊60x60公分長寬的木板，厚度0.5-1公分，把豬隻擠向有牆壁的地方，讓豬隻被夾緊，再抓起來或以繩索保定。體重不及20公斤的豬，工作人員可提起一只前腳，再把豬隻仰躺在一個V字型的固定架上，讓豬頭在外豬頸靠邊緣，此時把兩前腳緊靠豬的胸膛上，並把豬的頭向下壓，可使豬接受氣體麻醉，讓豬能安靜下來，進一步保定。

體重大於20公斤時，則需要先用鼻頭套繩去套住豬鼻，再以耳靜脈注入麻醉劑，使豬昏倒，再以繩索保定。

(二)豬隻麻醉

為避免豬嘔吐，豬麻醉前的12-24小時不能餵食。除了胃部手術，飲水則要充分供應。豬隻經給予鎮定劑或麻醉劑，剛開始豬會企圖站起來，藥效發作時豬會有四肢擺動的不自主伸縮動作，等待數分鐘後，肢體的動作會減少，但不會沒有。鎮定劑可用肌肉注射 (IM)，而麻醉劑以注入耳靜脈血管(IV)居多。耳靜脈血管注入麻醉劑的針頭，以22號的蝴蝶型套管針最常用。

豬一定要稱體重，藉以換算麻醉劑量。麻醉前可先給予抗膽鹼性藥物(anticholinergic drug)，通常是Atropine，它可減少唾液和呼吸道的分泌，避免裝置氣管插管後有分泌物阻塞的狀況發生。最常用的兩種麻醉劑是Propofol和

Thiopental，這兩種麻醉劑使用時，第1-2分鐘的注入可用一半的劑量，其餘一半的劑量要慢慢地注入,同時一面觀察豬下顎肌肉有無放鬆及舌頭肌肉收縮完全放鬆為止，就不要再注入麻醉劑。體重不及10公斤豬的麻醉劑量要稀釋到5%的濃度來使用，比較不會造成用量過多。

麻醉步驟	用藥品名	每公斤體重的劑量	注入方式
抗膽鹼性藥物	Atropine	0.04 mg/kg	IM
麻醉前給藥	Azaperone	4 mg/kg	IM
同上	Butorphanol	0.2 mg/kg	IM
同上	Ketamine	6-10 mg/kg	IM
同上	Medetomidine	0.06-0.08 mg/kg	IM
同上	Midazolam	0.05 mg/kg	IM
同上	Tiletamine/ Zolazepam	4.4 mg/kg	IM
同上	Xylazine	2.2-4.4 mg/kg	IM
麻醉導入給藥	Propofol	1.5-5.0 mg/kg	IV
	Thiopental	6.6-25 mg/kg	IV
麻醉氣體	Nitrous oxide	MAC= 195%	呼吸
	Halothane	MAC= 0.91-1.25%	呼吸
	Isoflurane	MAC= 1.2-2.04%	呼吸
	Sevoflurane	MAC= 2.3-2.66%	呼吸
麻醉血管灌注用藥	Propofol	4-7 mg/kg/每小時	IV
止痛劑	Buprenorphine	0.005-0.1 mg/kg	IM
	Flunixin	1.0-2.2	IM / IV

(三)手術後照顧

手術後豬隻的照顧至為重要，要不時的查看豬隻的呼吸是否順暢。恢復室的室溫25℃適宜，提供一盞保溫燈和一條有溫水循環的保溫毯，可避免豬體溫下降。豬有嘔吐時，一定要吸出呼吸道的阻塞物，保持呼吸順暢。術後有需要使用抗生素，請參考下表。

抗生素	一天最大用量(mg/kg)	使用間隔	使用途徑
Amoxicillin	11-13	一天一次	口服
Ampicillin	20	一天三次	皮下或肌肉注射
Ceftiofur	3	一天一次	肌肉注射
Enrofloxacin	2.5	一天一次	肌肉注射
Erythromycin	11-20	一天一次	肌肉注射
incomycin	11	一天一次	肌肉注射
Neomycin	11	一天一次	口服
Oxytetracycline	7-11	一天一次	肌肉注射
Oxytetracycline	44-55	一天一次	口服
Sulfachlorpyridazyne	77-110	一天一次	口服
Sulfamethazine	240	一天一次	口服
Sulfathiazole	220	一天一次	口服
Tiamulin	9	一天一次	口服
Tylosin	18-22	一天兩次	肌肉注射

(四)安樂死(Euthanasia)

豬隻安樂死的方式是耳靜脈血管注射sodium pentobarbitone (80-120 mg/kg)安樂死劑量。待豬的呼吸停止及心跳停止，瞳孔反射亦喪失，才算安樂死。(附表二)

附註：本章節所列之表格取材自Bollen *et al*. 2000, The Laboratory Swine. CRC press, Florida, USA.

參考文獻

1. 畜牧要覽—養豬篇。2001。中國畜牧學會編印。ISBN 957-30207-1-8(精裝)，華香園出版社，台北市。
2. 臺灣畜產種原資訊網 http://www.angrin.tlri.gov.tw/
3. Bollen, P.J.A., A.K. Hansen, and H.J. Rasmussen. 2000. The Laboratory Swine. ISBN 0-8493-1035-0, CRC press, Florida, USA.
4. Pond, W.G., and K. Houpt. 1978. Biology of the Pig. Comstock Publishing Associates, Ithaca, NY.

附表一

實驗用豬之鑑定記號(Identification of laboratory pigs)

適宜的記號對於配種或實驗中的實驗用豬是必要的。目前使用的記號有兩種，一是暫時性，另外是永久性的記號。

Ⅰ. 暫時性

(1) 彩色筆：可用來分辨較大的群體，例如投藥和非投藥組。
(2) 剪毛：用40號電剪，剃剪部位的毛髮，以作為記號之用。
(3) 耳標：塑膠或金屬片皆可。儘量接近耳內側，以免實驗用豬互咬或互鬥，而拉調耳標。

Ⅱ. 永久性

(1) 性別：實驗用豬如果只有少數，分成公、母即可。
(2) 毛色：不同毛色的實驗用豬，亦可當作記號之用。
(3) 剪耳：用耳朵左、右及上、中、下不同位置，裁剪耳朵，以作為鑑別之用。
(4) 刺青：刺青可用在耳朵或背部。
(5) 冷凍烙印：力用乾冰及酒精，或液態氮，來烙印皮膚、耳朵或背部皆可。

附表二

安樂死的方法與實驗用豬大小的關係

	剛出生不久的小豬(3 星期之內小於 12 磅或 5.5 公斤)	肥育小豬(10星期之內，小於70磅或32公斤)	成長豬(小於150磅或68公斤)	成豬(大於150磅或68公斤)
二氧化碳 (carbon dioxide, CO2)	可	可	不實際	不實際
麻醉藥過量 (anesthetic overdose)	可	可	可	可
電 (electrocution)	可	可	可	可

安樂死：無論任何安樂死的方法選擇，工作人員需配合獸醫師檢查瞳孔反應，呼吸及心跳，才能確定動物的死亡。安樂死的方法亦要符合法律的規範。

第二十二章　斑馬魚與牛蛙實驗動物

一、斑馬魚

近年來斑馬魚 (Zebrafish, *Danio rerio*) 已發展為一研究脊椎動物胚胎發育的重要模式動物，其優點包括：具有光週期誘發產卵、體外受精、胚胎透明、胚胎發育期短（2-3 天）、器官形成的過程易於觀察、性成熟期短（3 個月）、可以物理及化學方法產生變種魚、可用分子生物學方法改變特定基因的表現及產生基因轉殖魚等特性。且最近對一些變種的研究已顯示在一些器官組織如耳朵、肌肉、心臟、眼睛、血液、脊柱、胰臟及腎等所產生的缺陷，與人類這些器官所產生的一些疾病之病理特徵相似，且為相同基因變異所造成，因此，斑馬魚可進一步做為人類疾病研究的動物模式。同時，許多結果顯示，近年來用斑馬魚來探討藥物作用的機制，如一些心血管、抗血管形成及抗癌症等藥物，都已經發現在斑馬魚胚胎及哺乳類系統皆能產生相似的生理及形態的反應。另外，以一些小分子的化學物質浸泡處理斑馬魚胚胎，亦可觀察到明顯的器官及發育上的變化，且有些化學物質所引起器官的改變與特定基因缺陷所產生的變種相類似。因此斑馬魚可用來從事下列藥物研究，例如化學藥物庫的篩選、藥物毒性及畸型的預測、藥理及毒物基因學等研究。同時，更可以斑馬魚做為測試人類治療新藥的一個介於細胞培養及昂貴的老鼠活體測試系統的橋樑。

中央研究院動物所 1996 年自美國州立奧立岡大學引進斑馬魚，加以繁殖，並供應國內大學及研究單位斑馬魚種魚，以自行繁殖。隨著斑馬魚優點逐漸受到研究學者肯定，以斑馬魚做為模式動物的研究將會逐年增多。

(一)、生活史

斑馬魚原產於東印度，為廣溫性魚類，與金魚、鯉魚一樣屬於鯉科。成熟斑馬魚體長只有 3-4 公分，最大約 5 公分，體紋與真正的斑馬相似，有藍白相間的條紋，但與斑馬不同的是，斑馬魚的條紋是水平的。在適當的環境下，斑馬魚在攝氏 24°C 以上極易產卵，同時產卵無季節性，可利用人為調控光週期使雌魚產卵，每次可達數百顆。此次至下次產卵只需 3-6 天。在 28.5 °C，受精卵 2-3 天即可孵化，3 個月就能達到性成熟。斑馬魚易於取得且操作方便，因此其魚卵常被生物學家做為胚胎實驗的對象，在基因轉殖實驗上的優點包括：魚卵及卵膜透明、卵黃囊位於中央易於辨識、生長期短等。

(二)、飼養管理

1. 飼料

餵食較多樣性的食物可使斑馬魚維持在一個較健康的繁殖情況。孵化後 4-7 天的幼魚可以草履蟲當初期的餌料，第十天可開始餵食孵化的小豐年蝦，約 1.5 個月後，即可以大的豐年蝦餵食。

幼魚以草履蟲當初期的餌料，在自來水中加入草履蟲液或少許的水溝水（含草履蟲），並加入些許的酵母粉，靜置於室內（切勿打氣），可提供草履蟲生長的環境。成魚每天至少早、晚餵食大的豐年蝦，亦可補充適量香魚粉或其他燈科飼料。每日每缸斑馬魚均需做二次以上投餵，若斑馬魚有飢餓索食情形應適當增加

投餵量及投餵次數；若有過量殘餌則須適當減少投餵量及投餵次數。

2. 飼養空間與環境

每缸 45 公升的魚箱可以容納 25 條成魚，一般以玻璃為材質的水族箱是最常見到的飼育容器。又因水量需求不同，而有玻璃厚度與強化與否的差異，常見小型的水族箱厚度多在 3~5 mm，大型水族箱厚度約為 5~12 mm。大型魚缸則因水量、水壓的考量，應以強化玻璃較為安全。壓克力魚缸具有材質輕、安全及較佳的彈性等優點，但壓克力本身容易產生霧化，及清洗時容易刮傷。

3. 水質

成魚可以飼養在自來水中，自來水要先打氣 2-3 天以排除水中的氯氣，並使用水循環系統的濾水裝置，小型魚缸適用沉水馬達加上海綿組成的水中過濾器，促成水族箱的水適當交流來淨化水質。水溫宜保持在 28.5 °C (25-31 °C 之間) ，不好的水質會危害魚兒的健康，導致魚兒容易生病，使得生產力降低且影響實驗品質，如果使用去離子水或蒸餾水，則需要再額外添加鹽類及礦物質。

4. 清潔與衛生

養殖的過程中，因水質中殘留的食物、生物新陳代謝、個體死亡等因素，都會造成水質的惡化。故定期更換部份缸水，除了可常保水質潔淨清新外，對於斑馬魚成長與健康更有促進的功能。每週至少以虹吸管清理水缸底部 1 次，且至少更換 1/2-1/3 的水。大規模的清理工作，重點集中於濾材的更換、底部的清洗與缸面的清潔工作。

(三)、健康監控與防治

水質惡化，水溫急變，給餌太多，移入斑馬魚的感染，換水時動作過於粗暴，密度過高及水族箱位置不當等，都可能為魚兒帶來疾病的成因。防止疾病蔓延最好的方法就是減少不同魚缸中水的相互接觸，盡量避免將不同魚缸內的魚混在一起，無論如何，及早發現，及早治療，才是最佳的根治之道。

發現魚兒食慾減少、游泳姿勢不正常或無法平衡、體色漸退等，都是魚兒生病的徵兆。外部的疾病，通常發生在皮膚的表面，特別是魚鰭及鰓部，一般比較容易發現。內部的疾病，病原體會定居在魚體內，進而攻擊器官及血管，較難發現。

斑馬魚最常見的疾病為 velvet disease 和 fish tuberculosis (mycobacteriosis)。velvet disease 為一寄生蟲附著在魚鰭（尤其是背鰭）或鰓周圍，常見的症狀：雌魚停止產卵、魚兒倦怠、病魚動作遲緩往往於魚缸邊緣遲鈍地游動。魚的 tuberculosis 結核病或 mycobacteriosis 都是常見的疾病，魚兒可能是吃到不乾淨的食物或因皮膚磨損而受到感染，常見的症狀：魚缺乏食慾、逐漸消瘦、背脊彎曲或呈拱形、體色改變、表皮發炎，內臟長出小瘤結，病魚動作遲緩，游泳不正常等。

(四)繁殖與培育

1. 斑馬魚的性別區別

雌斑馬魚和雄魚的區別在於：雄魚體型較小、腹部較平坦，在燈光下呈現淡黃色，而雌魚體型通常較大、腹部較鼓脹，體色偏藍色。且當雌魚達性成熟時，腹部開始膨脹。但有些魚因環境或營養的關係，雌雄差異不明顯。

2. 配種的環境

人工繁殖斑馬魚時，要選擇體型較大、活潑好動、雌魚腹部飽滿、達到成熟年齡的種魚。通常斑馬魚在適當的環境下，可每天產卵，當久未產卵後的第 1 次產卵，斑馬魚通常產出品質較不好的卵，因此繁殖時機為距上次產卵 1 週後較佳。最好是製造一個適當的環境（主要是光照及水溫並提供營養充足的食物），利用人為調控光週期（日夜循環自動時間裝置 14 小時白晝，10 小時黑夜），使種魚在種魚池內自然成熟交配產卵受精。

3. 產卵、授精與孵化

產卵開始時必須先將產卵槽洗淨注水打氣，在產卵的前一天傍晚，按照雌雄的比例 1：3 將成熟的種魚移到產卵槽以熟悉環境，雌雄以隔版隔開，並用黑布遮蓋產卵槽，避免魚兒受到驚嚇。（光週期黑夜 22：30 - 8：30）隔天早晨將黑布打開並抽離隔版，產卵槽中魚兒會急速追逐旋游，身體碰觸時同時排出精卵。產卵的活動可以一直延續到中午，但產卵多在產卵開始 30 分鐘內最多。

鯉科的魚有個特性，大都喜歡吃自己的卵與小魚，斑馬魚的卵是沉性卵不帶黏性，雌雄種魚產卵後會吃掉自己的魚卵，所以須在產卵槽中用產卵網，並且水面不可高於網面太高，好讓產下的卵能夠迅速的沉下網底跟親魚分開，這樣魚卵才不會被吃掉。產卵後一定要把親魚移到別的池子，將受精卵收集後，於孵化池（育苗池）孵化。

4. 魚苗之培育

胚胎上有小小的白點是死亡的胚胎。健康的胚胎 2-3 天即可孵化，孵化後 3 天內因有卵黃囊提供營養，故不需餵食。魚苗孵化 3-4 天後，消化系統已經發育完成，稚魚會開始游動吃食。目前普遍使用草履蟲當初期餌料，2 週後，餵食小豐年蝦，再大一點後就可改以人工飼料餵食。

5. 麻醉與安樂死

(1) 麻醉

麻醉藥劑 tricaine (3-amino benzoic acid ethyl ester 又稱 ethyl m-aminobenzoate) 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。當麻醉時，則加 4.2 ml tricaine solution 至 100 ml 的水，麻醉時間 3-5 分鐘。

(2) 安樂死

依上述麻醉方法，以 tricaine 過量或過度麻醉，以達到安樂死的目的。

二、牛蛙

兩生類(蛙及蟾蜍)在早年被用作內泌素 (hormone) 之生物活性測定 (bioassay) 或作為懷孕診斷 (pregnancy diagnosis) 之檢測動物。例如被用作為人類絨毛促性腺激素 (human chorionic gonadotropin; HCG) 活性測定，因為 HCG 可促進蛙或蟾蜍之排卵 (ovulation)。也曾被廣泛作為人類懷孕診斷檢測動物。蝌蚪 (tadpole) 亦被作為腦垂體促甲狀腺激素 (Thyroid-stimulating hormone) 生物活性測定。而近年來南非有爪蟾蜍 (*Xenopus laevis*) 在基因轉錄 (gene transcription) 及轉譯 (translation) 之研究，扮演重要角色。從牛蛙 (*Rana casteibeina*) 卵純化具有細胞毒性之核糖核酸酶 (RNase)，在癌症細胞治療之研究上，亦開始被重視。

在國外之蛙類研究上，常以 *Xenopus laevis*，俗稱南非有爪蟾蜍 (South African clawed toad) 為研究材料，由於其繁殖期較無季節性，卵之成熟不具同步性，任何季節均可以孕馬血清促性腺激素 (PMSG) 促進卵的成熟，以人類絨毛膜促性腺激素 (HCG) 促進排卵，供胚胎發育上之研究。由於該蛙之生活史全在水裡，成蛙只須短暫浮出水面吸氣即可，所以飼養上極為方便，只要一般水缸即可飼養。在台灣若為研究用途，仍可自南非或美國進口 *Xenopus laevis* 使用，但其價錢昂貴，進口相關程序繁多。若為一般教學示範使用，先前大都以虎皮蛙 (*Rana tigerina rugulosa*) 為主要材料，但其生性害羞，食性不同，冬天又有冬眠現象，實驗室養殖不易，牛蛙容易養殖，應為較好的蛙類研究材料。

(一)、生活史

牛蛙原產北美洲，雄蛙叫聲像水牛，俗稱美國牛蛙，成蛙體型巨大，約 500 ~ 700 公克，皮膚顏色黃綠色，但常隨環境及溫度變化而改變呈墨綠色。雄蛙體型較大，下顎有明顯皺摺，耳膜較大，生殖季節有黃色斑紋。雌蛙體型略小，其耳膜亦較小，下顎皮膚平滑，白底具黑點。牛蛙蝌蚪體型亦較其他青蛙之蝌蚪為大，體長約 10 至 15 公分。

(二)、養殖

牛蛙雖原產北美洲，現已成功的在台灣大量養殖，成為主要的食用蛙，所以在一般較具規模的傳統市場或大賣場上均可買到;若欲購買蝌蚪或特定成熟度的成蛙，可向養殖場洽購，而大部份養殖場均位於南部，尤其高屏地區。南部地區天氣炎熱，成長速度較快且繁殖季節較長，約在每年 2 月至 7 月，適合牛蛙之養殖。

一般實驗室飼養牛蛙，室溫在 20°C ~ 30°C 間，首先需將成蛙置於水深 3 ~ 6 公分的水缸中後，使其頭部露出水面，持續供應經曝曬過或除氯後之自來水，污水亦須持續自缸底排出，以維持水質乾淨。一般青蛙均屬肉食性，捕捉會動的小“動”物，所以可利用此特性，將浮水性飼料灑在水面上即可飼食牛蛙之成蛙。至於其蝌蚪可飼以沉水性之飼料或經冷凍處理過之葉菜類至變態為止。

若欲觀察胚胎發育及青蛙變態過程，可於生殖季節內（2 – 7 月）於實驗室內進行人工授精。首先購得性成熟公蛙、母蛙（最好為變態後隔年之成蛙）及數個母蛙蛙頭（2 – 6 個）。自頭顱內取下腦下腺（粉紅色）數顆，視原母蛙之成熟度而定，加入少許乾淨的水，以針筒反覆吸放攪碎，再注入母蛙之腹腔內，約 1 –

2 天即可觀察到母蛙膚色變為黃綠，膚質變軟，若有少許排卵即可開始進行人工授精。

將雄蛙麻醉或冰眠後，自腹腔取其睪丸，以剪刀或藥勺攪碎，置於顯微鏡下觀察精子活動情形，若精子活動力旺盛，即可以 5－10 ml 之池水稀釋，再平鋪於磁盤或磁碗上。此時即可將蛙卵擠出覆蓋在精液上，輕輕攪拌均勻，約 10－15 分鐘後，再將此授精卵稀釋在水深 2－3 公分的小盤子內，避免蛙卵擠成一團，影響蛙胚之呼吸，半小時內即可以蛙卵之動物性極（黑色）是否朝上來判斷是否授精。若是，即可觀察授精後之細胞分裂、胚胎發育及變態過程。當蝌蚪進行變態時，由於鰓漸退化改為肺呼吸，故須放置浮板或淺水斜坡供其攀爬，否則變態中之蝌蚪或小蛙會因過度游泳體力不支而淹死；此時須改餵以浮水性食物。

(三)、健康管理

牛蛙在台灣已可成功的大量養殖，若能有效控制養殖密度、水質及溫度，應可避免很多疾病。一般實驗室須有效控制上述三項因子，若不幸染上疾病，應立即移開受感染牛蛙，必要時需全部撲殺，消毒水缸，重新購買健康之牛蛙。為確保牛蛙之良好健康情況，儘量向有信譽之牛蛙養殖場購買。由於牛蛙屬肉食性，易攻擊任何較小之動物，所以不同體型大小之牛蛙不可飼養在同一缸內，否則小蛙會被大蛙吞食。

(四)、麻醉

青蛙之麻醉可將青蛙浸泡在 0.1% ethyl m-aminobenzoate (Tricaine, MS222) 約 15－30 分鐘，即可使其麻醉。若將青蛙以碎冰覆蓋約 30 分鐘，類似冬眠現象亦可使其失去知覺，以降低因手術而造成之痛苦。

註：本章斑馬魚實驗動物部份由廖欽峰博士撰寫；牛蛙實驗動物部份由廖有地博士撰寫。

參考文獻

1. Detrich HW III, Westerfield M, Li Z. 1999. The Zebrafish: Biology. *Methods in Cell Biology* Vol 59.
2. Detrich HW III, Westerfield M, Li Z. 1999. The Zebrafish: Genetics and Genomics. *Methods in Cell Biology* Vol 60.
3. Huang HC, Wang SC, Leu YJ, Lu SC, Liao YD. 1998. The *Rana catesbeiana rcr* gene encoding a cytotoxic ribonuclease. Tissue distribution, cloning, purification, cytotoxicity and active residues for RNase activity. *The Journal of Biological Chemistry* 273:6395-6401.
4. Langheinrich U. 2003. Zebrafish: a new model on the pharmaceutical catwalk. *BioEssays* 25: 904-912.
5. Leu YJ, Chern SS, Wang SC, Hsiao YY, Amiraslanov L, Liaw YC, Liao YD. 2003. Residues involved in the catalysis, base specificity and cytotoxicity of ribonuclease from *Rana catesbeiana* based upon mutagenesis and X-ray crystallography. *The*

Journal of Biological Chemistry 278:7300-7309.
6. Matthews M, Trevarrow B, Matthews J. 2002. A virtual tour of the guide for zebrafish users. Lab Anim 31:34-40.
7. North TE, Li Z. 2003. Modeling human hematopoietic and cardiovascular diseases in zebrafish. *Dev. Dyn.* 228: 568-583.
8. Pichler FB, Laurenson S., Williams LC, Dodd A., Copp BR, Love DR. 2003. Chemical discovery and global gene expression analysis in zebrafish. *Nature Biotech* 21: 879-883.
9. Westerfield M. 1995. The Zebrafish Book. Eugene, OR: University of Oregon Press.
10. Whitfield TT. 2002. Zebrafish as a model for hearing and deafness. *J. Neurobiol* 53: 157-171.
11. The Zebrafish Information Network: http://www.zfin.org

第二十三章　犬實驗動物

一、簡介

目前在獸醫醫學最常使用的實驗動物為小鼠及大鼠，其次是倉鼠、天竺鼠，沙鼠及兔子等。犬歸屬非典型實驗動物，人醫醫學的試驗中雖然較少使用犬來擔任試驗動物，但在某些研究領域犬隻佔有相當重要的地位。犬隻(*Canis familiaris*)是由狼馴化而來，人類與犬隻的互動關係在距今 12,000 年前即開始。由於容易取得、飼養照顧便利，犬科動物從生物醫學研究正起飛的十七世紀起為重要動物模式的來源。犬科動物的心血管系統與人類相似，故被大量使用在相關研究。例如：心血管開刀手術的訓練課程；中風病患的手術研究；人工器官-心、肺的研究開發、人工心臟辦膜及動脈的臨床試驗，人工髖關節及膝關節的臨床試驗，心律調整器、導管等的研究開發。此外，由於犬隻好發腎臟疾病，因在腎臟疾病的相關研究中也大量利用犬來擔任實驗動物。世界第一例成功的腎臟移植手術即在犬隻。人類白內障、水晶體等疾病治療的研究開發也大多使用犬隻來進行初步試驗。

因為犬隻被廣泛運用在各項研究開發上，動物的生理研究也相當受到重視，對於動物本身的認知逐漸加強。例如了解如何改善其營養狀態、疾病診斷及治療、手術技術的改良、動物行為學的研究等。這些了解對於寵物犬的壽命延長、生活品質的提升等，都具有正面意義。了解犬隻行為學對於教導犬隻學習服從、協助身心障礙人士或特殊工作目的的犬隻，都有相當大的幫助。

除擔任試驗動物及伴侶動物外，目前犬隻也被運用來改善某些病患的病症，藉由與犬的相處、飼養、接觸等動作，許多患者在這樣的互動之下，病情有顯著的改善。為了解犬科動物在研究上的運用、飼養管理及操作技術等，分述如各章節。

二、犬隻飼養管理

(一)犬隻之運送與檢疫

1. 一般中小型犬隻運送應以不落地為原則，以合適犬隻大小之運輸箱，其大小應足可讓犬隻於籠內自由迴旋並抬頭無礙。
2. 新到之實驗犬隻應於報到處辦理相關手續，並提出來源證明與狂犬病疫苗施打記錄。由獸醫師初步檢視其健康狀況，登記簽收後，暫時運送至檢疫舍中觀察三週。
3. 實驗犬隻於檢疫期間無任何異樣，於期滿後運送至指定籠舍飼養，並開始進行實驗。

(二)飼料與飲水

1. 不同廠牌飼料，由獸醫師依動物年齡及體型制定建議用量，，記錄於表上，工作人員依此量給予實驗犬。餵以乾燥顆粒飼料為主，動物對乾飼料反應不佳時，方使用少量之罐頭飼料調味。
2. 飲用水使用過濾或煮沸過的乾淨水置於飲水盆中，一般情況下應隨時提供正常飲水。
3. 一般於每日上、下午各更換飼料及飲水一次，以罐頭調味之飼料若未吃完，需於 1 個小時後收走，清理乾淨。

4.工作人員需每日觀察實驗犬隻之精神及食慾狀態，並記錄於實驗犬隻健康記錄表（如附表)。

(三)犬舍環境衛生維護作業

1.清潔籠舍步驟

(1)犬籠舍之清潔

(a)以動物不在時為原則，將犬隻放入運動場後才進行清潔工作。

(b)清潔籠舍，以乾式清潔法為主，遇有排尿或下痢之情形時，方使用拖地或灑水的方法清潔。

(c)每日固定清潔兩次，遇下痢時視情形隨時清潔，清潔之前應通知獸醫師檢視下痢的情形。

(d)清潔的順序依現場環境調整，但遇有下痢或動物狀況稍有異常時，該籠最後才清理，清理完成後，工作人員需以消毒水消毒後才離開該籠舍。

(e)清潔後之污水都進入排水溝後，將排水溝內用水沖洗乾淨，需確定沒有糞尿之殘餘。

(2)工作人員需將觀察到動物排便及排尿的情形記錄於健康記錄表上。

(3)當實驗結束後，空出的籠舍需作徹底的清潔與消毒。建議以瓦斯槍進行消毒，最後噴灑消毒水後空籠數日。

(4)獸醫師若於籠舍內進行醫療行為，需確實清點醫療用品，勿留下任何醫療用品或廢棄物。

2.平時犬舍的維護

(1)犬舍內部設施每日皆需定時清潔，並檢查冰箱，空調等設備運作是否正常。空調設備失常時則置入備用電扇及抽風設備以維持通風。

(2)犬舍內、外部工作走道及接收實驗動物之區域，除清潔外每日應以消毒水處理一次。

(3)剩餘飼料及排泄物的收集桶需上蓋密封，每日定時清運，以防止蒼蠅老鼠滋生。罐頭使用後需清洗收集置於資源回收桶，亦須上蓋或密封，定期回收。

(4)冰箱內部、冷氣機之濾網、風扇至少每星期清潔一次。

(四)犬舍一般廢棄物之清理

1.一般廢棄物指垃圾、糞尿、動物屍體或其他非事業機構所產生足以污染環境衛生之固體或液體廢棄物。

2.一般廢棄物清除範圍，指本犬舍建築內外或土地與公共衛生有關者，以及四公尺以內之公共巷，衖路面及水溝，由相對建築戶或相鄰建築戶分別各半清除。

3.在指定清除區內，由本舍使用人或管理人負責清除之，並於適當地點及公共場所，設一般廢棄物貯存設備，並做好其分類，便於資源回收。

4.一般廢棄物之清運，由實驗動物設施或委託經核准之公、民營處理機構處理。

5.物品或其包裝、容器經食用或使用後，足以產生不易清除、處理、含長期不易腐化之成分，含有害物質之成分，或具回收再利用之價值性質之一般廢棄物，皆有嚴重污染環境之虞者，應由該物品或其包裝容器之製造、輸入、販賣業者負責回收清除、處理之。

(五)犬隻屍體之清理

1.將動物屍體裝入塑膠袋中，以冷凍方式暫時儲存。

2.將相關資料與以記錄。

3.冷凍櫃中累積一定數量時，委託具有環保署執照的廢棄物處理公司處理。

4.具有感染性動物屍體或組織器官等，應先予以肢解，並經高溫高壓滅菌處理，再冷凍。

附表一 實驗犬隻健康記錄表															
編號:					房舍編號:						日期:				
動物姓名:			動物別:		品種:		年齡: 歲		性別:□雄 □雌			體重: kg		籠舍:	
日期	食慾	精神	大便	小便	咳嗽	鼻、眼、生殖器分泌物			噴嚏	嘔吐	甩頭搔耳	跛行	搔癢	工作人員簽名	

註: N-正常,V-是, X-否
A-厭食、急躁、無便、無尿、膿樣分泌物
S-禁食、虛弱、硬便、寡尿、水樣分泌物
P-不佳、抑鬱、軟便、頻尿
M-中等黏便、血尿、黏液樣分泌物
W-水痢、排尿困難

三、犬之麻醉、止痛、外科手術及安樂死

(一)前言

基於倫理科學，應將實驗導致動物的疼痛和痛苦減至最低或進而完全排除。外科手術引起的疼痛可藉由適當的麻醉技術來防止。術後疼痛及非外科實驗步驟引起的疼痛，應給與止痛藥物來緩解。

(二)麻醉

麻醉是一種可逆且可控制的狀況，可分為全身麻醉和局部麻醉。全身麻醉是指給與藥劑後可以引致動物失去意識和疼痛感，而局部麻醉可使身體局部區域的感覺變得遲頓。在表 1 列出在犬隻較常使用之麻醉劑和相關藥物的劑量。至於藥

物的選擇依所要施行的手術步驟、手術所需時間、研究者的經驗及實驗目的而定。而且不同動物種之間的麻醉方式也不適用，因此不可以用推測的方式來進行。

1.全身麻醉

全身麻醉可以區分為四個階段：失去知覺(入眠)、失去感覺功能(止痛)、骨骼肌鬆弛及反射活性受抑制。全身麻醉是可以單獨給與一種藥劑來完成，如使用吸入性麻醉劑 halothane 或 isoflurane；或注射式麻醉劑如 pentobarbital 或 propofol。當使用平衡麻醉法(balanced anesthesia)時，每個麻醉藥物的劑量相對可以較低，以減少過量的危險和副作用。而平衡麻醉的一個可能不利之處是藥物之間的相互作用可能出現，因此有必要在施行麻醉之前要能完全了解該藥劑的藥理作用。

2.局部麻醉(Local anesthesia)

局部麻醉僅能在維持動物仍有意識下影響身體的某個部位。局部麻醉可以有許多方式，以達到不同程度(局部/區域)的麻醉。(1)表面麻醉：直接塗敷局部麻醉膠或噴霧至黏膜面，或在皮膚上直接塗敷局部麻醉軟膏，來麻醉局部區域。(2)局部浸潤：將局部麻醉劑浸潤至組織中，來麻醉較深層組織。(3)局部神經阻斷：藉由注射麻醉劑至神經周圍，來麻醉較大範圍的組織。(4)區域麻醉：更大區域的麻醉，可將局部麻醉劑注入脊髓(spinal cord)的附近或單一枝的神經叢中來達到。最常用到的局部麻醉劑包括 procaine、lidocaine、bupivacaine 和 prilocaine。

3.麻醉前的準備工作

確定所選擇的麻醉法是適當的，確定動物在術前健康狀況良好且無任何可見的疾病。在施行大型手術之前，先進行血液學和血清生化學檢查。術前要先禁食 12 至 16 小時，以免動物在回復期間發生胃內容物返流和吸入。

麻醉前給藥：例如給與抗膽鹼藥物 atropine，可以減少支氣管和唾液腺分泌物的量，並且能阻斷不利的自主神經反應。而鎮靜劑的投與是可以減少動物緊迫且利於保定。但大多數的鎮靜劑是沒有止痛效果的。

4.全身麻醉的誘導和維持

全身麻醉的誘導可以藉由靜脈內、皮下、肌肉內或腹腔內等途徑或吸入揮發性麻醉劑來達成。

5.麻醉深度的評估

最重要的是要能夠監測麻醉深度，以確定麻醉不會太輕而出現痛感，或過量而有生命危險。可以用來判定麻醉深度的參數包括有反射活性的改變、呼吸速率和深度、心跳速率和血壓的改變及其他對疼痛刺激的反應。麻醉的分期包括：第一期，誘導期(induction stage)：此期動物仍有知覺，但有輕度的止痛和鎮靜，對刺激的反應較為遲緩。第二期，興奮期(excitation stage)：動物失去知覺、過大的反射活性和肌肉運動、瞳孔擴張、淚液和黏液產量增加、眼睛呈現不協調運動。第三期，外科期(surgical stage)：呼吸頻率減少與深度增加、眼瞼和角膜反射消失、肌肉張力和反射反應降低，對外科手術或其他刺激沒有反應。第四期，缺氧期(hypoxic stage)[毒性期(toxic stage)]：腦中樞受抑制的程度已造成呼吸和心跳減慢且甚而停止、瞳孔擴張且並對光線無反應。大多數實驗的麻醉都需要到外科期。為了判定動物是否已有足夠的麻醉深度，可以由以下之反射反應來評估：（1）翻正反射(righting reflex)，（2）眼瞼反射(palpebral reflex)，（3）足

底反射(pedal reflex)，(4)吞嚥反射(swallowing reflex)，(5)尾巴捏夾反射(tail pinch reflex)。以上這些反射在進入外科期後皆會消失。其中以翻正反射和足縮反射是最有用的評估標準。

6.氣管內插管

氣管內插管是指將一氣管內管插入氣管內。插管僅能在動物已麻醉狀態下才能執行。執行插管時，有時還需要喉鏡的協助。動物必須在足夠的麻醉深度下才能將口打開和將舌頭拉向前而不會引發咀嚼或舌嚥反射。這也可使操作者能看清楚會厭和聲帶。

7.人工換氣

當使用人工換氣時，可以藉由人為壓力或自動換氣機，將新鮮氣體灌入肺內。若施行胸腔切開術或使用肌肉鬆弛劑時，應給與動物人工換氣。為了確立適當的呼吸功能，一般使用的潮氣量(tidal volume)為 10-15 ml/kg。犬之呼吸速率可定為每分鐘 10 至 15 次呼吸。

8.生命機能的監視

在整個麻醉過程中，應該評估動物的生命機能，基本評估包括簡單的觀察，如可視黏膜的色澤、呼吸模式和速率、心跳和脈搏速率。或建議使用生理監視儀來監測這些生命機能，因為有些參數如血氧量、二氧化碳濃度和體溫等是無法以簡單觀察即能得知。為防止動物在麻醉過程中體溫過低可能引起的危險，應在術前佈置恆溫墊以維持動物體溫。提供靜脈內輸液回補因呼吸道和手術過程中失去的水分。一般建議術中輸液速率為 10-15 ml/kg/hr (lactated Ringer's solution)。若發現動物在麻醉過程中，眼睛仍未閉合，應給與眼藥膏或人工淚液防止角膜乾燥。

9.麻醉的併發症

大多數麻醉劑都會有一些藥理副作用，偶而會因生命器官機能受抑制而發生嚴重的併發症，更嚴重的甚至造成動物休克及死亡。麻醉的併發症包括呼吸抑制和呼吸停止、心因性心律不整和心跳停止、心衰竭和低血壓、反流(regurgitation)、低溫。

10.術後看護

所有的監測程序在術後也應持續，直到動物能平順回復。特別重要的是要維持體溫，包括恆溫墊和加溫燈。氣管內管在動物回復吞嚥反射後應儘快移除，但仍需持續注意其呼吸功能直到完全回復。所有外科程序後皆應給與術後止痛藥(表 2)。明顯的疼痛症狀包括行為異常、姿勢改變、攝食和飲水減少、體重減輕等。

(三)外科手術程序

會在實驗動物身上執行外科手術程序的理由包括技術教學、外科手術技術或物質的測試、或作為病理生理學模式的研究。施行外科手術步驟是需要有特殊技術的，因此須事先在設備良好且在有經驗人士的指導下獲取訓練的基礎。

1.衛生和無菌：每個外科步驟都會有感染的危險。因此必須作到無菌(在滅菌狀態下防止污染)和消毒。要使用滅菌過的包巾與器械、手術服、手套，面罩和手術帽等。

2.器械：基本的外科手術器械包括：手術刀、直或彎的組織鉗、直或彎的外科鉗、直或彎的外科剪刀(雙尖或一尖一鈍)、洞巾夾、動脈鉗、持針器、

外科縫針、皮膚鉗和外科縫線等。

3.出血：有些外科手術期間的出血是不可避免，但嚴重的失血可藉鈍剝組織與避開含血量高的組織來避免。也可藉電燒或結紮血管或血管夾協助止血。

4.外科縫合：在外科手術程序最後要將創口閉合時要重建原有的解剖學位置。例如腹壁切創時，要將腹膜、腹部肌肉、皮下組織和皮膚縫合，但不能產生皮下空腔。最基本的縫合方式有間斷縫合法和連續縫合法。雖然連續縫合法的速度比間斷縫合法快，但是若縫線斷裂時則會完全解開，因此不推薦使用在較大的傷口。正常情形下，傷口多少會有一定程度的腫脹。外科縫線可分為可吸收線和不可吸收線。可吸收線包括 catgut、vicryl 或 dexon，被吸收速率不同。不可吸收線有 cotton、silk、mersilene、nylon 或 stainless steel。縫線還可分為單股或多股，和不同直徑大小從 5 至 12-0 USP，5 號最粗而 12-0 最細。依組織和張力的不同來選擇不同直徑的縫線。在體內一般建議使用可吸收線，除非要特殊用途且需維持較長的時間才使用不可吸收線。縫針則可分為有針眼的或無針眼帶線。縫針也有不同大小和彎曲度、圓針或角針。角針用在比較堅硬的組織如皮膚，圓針通常用在軟組織如腸道。

5.創口處理：創口須每天檢視。若創口懷疑有污染且預期會有滲出液時，可以放置引流管。放置的引流管可在術後 2-3 天內拆除。術後的感染可以抗生素來治療。若癒合良好，縫線可在術後 7 至 10 天拆除。

6.術後看護：若動物在術中失去過多的血液或水分，則術後一定要給與輸液治療。預防體溫過低，可以使用恆溫水墊或保溫燈來維持體溫。

7.術後止痛：見先前之說明。

8.具侵入性的技術

(1) 切除手術(Ectomies)：實驗動物外科手術程序的其中一個目的是在創造一個特別的動物模式(animal model)。要能達到此目的的重要技術就是切除手術。切除手術意謂移除一器官或器官的部分。施行此步驟的理由大多是為了研究移除某特定荷爾蒙後的效應。最常使用在實驗動物的切除手術為內分泌或免疫系統。其他包括：

(2) 瘻管(Fistula)：指在體內造一人工孔道，開口進入胃腸道、膽囊、或膀胱的某個部位。

(3) 移植(Transplantations)：在實驗動物可進行肺臟、心臟、肝臟、腎臟和胰臟的移植，目的在研究排斥反應，並測試用來防止排斥的藥物。

(4) 植入(Implantations)：植入指輸入某些物質或組織至動物體內。較常見到的是植入腫瘤組織，植入位置經常是在皮下。

(5) 分流(Shunts)：分流指血管之間的連接，尤其是動脈和靜脈。

(6) 灌流(Perfusions)：灌流指以液體沖洗身體或一器官。先將血液從身體及/或器官移除，以灌流液體來取代。此類的實驗動物並不會存活下來，除非只灌流一器官(例如分離、灌流腎臟)。

(四)安樂死

當動物在實驗程序完成後，或仍呈現疼痛或痛苦時，應施以安樂死。若實驗目的為獲取器官或組織作進一步實驗，或為觀察實驗的形態學結果時，則應先施行安樂死後才可進行。其他施行安樂死的理由，包括出現無法治癒的疾病，或實

驗動物過多時。當動物要被施行安樂死時，要注意一些特殊要求，其中最重要的是方法要人道，且操作時應小心不造成動物緊迫。再者，這些方法必須是可靠且有效的、經濟的、操作容易、且對研究人員是安全的。施行安樂死的研究人員必須經過適當的訓練。被施行安樂死的動物應單獨操作，不要在其他動物面前操作，以免造成其他動物的焦慮或痛苦。目前採用的安樂死的幾個方法，可以區分為二大群：化學藥物法和物理機械法。

1.化學藥物法：給與會導致動物死亡的藥物或化學化合物。最常使用的是給與過量的全身麻醉劑，導致動物心跳和呼吸停止與死亡。其中最常被使用的是靜脈內或腹腔內注射過量的 pentobarbital (100-150 mg/kg)，主要是因為該藥相對的作用較快、給與容易且價格不高。但 barbiturates 藥物會引起血管擴張和血液蓄積在器官內，因而會影響一些組織學研究。可以使用於安樂死的吸入型麻醉劑有 ether、halothane、enflurane 或 isoflurane，但會引致肺水腫進而干擾隨後的死亡研究。

2.物理機械法：因為化學藥物法很有可能影響到實驗的結果，故選擇使用物理機械法。施行此法前亦須先鎮靜和麻醉動物。且要考量到此法是否會造成施行人員的痛苦。這種方法包括頸椎脫臼法，但僅適用於幼犬。如果操作熟練且快速是不會有痛覺的。

表 23-1 犬之麻醉藥物劑量

藥物	劑量	途徑
麻醉前給藥(抗副交感神經劑)		
Atropine	0.05 mg/kg	SC
Glycopyrrolate	0.01 mg/kg	SC
麻醉前給藥(鎮靜劑)		
Acepromazine	0.03-0.06 mg/kg	IM
Xylazine	0.5-1 mg/kg	IM
Medetomidine	0.03-0.05 mg/kg	IM
麻醉劑(短效，5-10 分鐘)		
Propofol	5-7.5 mg/kg	IV
Thiopental	10-20 mg/kg	IV
Thiamylal	17.5-22 mg/kg	IV
Methohexitone	4-8 mg/kg	IV
麻醉劑(中效，20-60 分鐘)		
Ketamine/diazepam	10 mg/kg	IV
	0.5 mg/kg	IV
Ketamine/xylazine	15 mg/kg	IV
	1 mg/kg	IV
Ketamine/medetomidine	5 mg/kg	IM
	0.03-0.05 mg/kg	IM
Pentobarbital	20-30 mg/kg	IV
麻醉劑(吸入型，短/中/長效)	誘導濃度	維持濃度
Ether	15-20%	5%
Halothane	4-5%	1-2%
Isoflurane	4%	1.5-3%
Sevoflurane	8%	3-4%
Methoxyflurane	4%	0.5-1%

IM:肌肉注射, IV:靜脈注射, SC:皮下注射

表 23-2 術後緩解疼痛的止痛藥物劑量

藥物	劑量	給與途徑
Aspirin	10 mg/kg	PO 6 hourly
Buprenorphine	0.01-0.02 mg/kg	IM, SC, or IV 8-12 hourly
Butorphanol	0.4 mg/kg	SC or IM
Flunixin	1 mg/kg	PO daily
Ibuprofen	5-10 mg/kg	PO 24-48 hourly
Morphine	0.5-5 mg/kg	SC or IM 4 hourly
Nalbuphines	0.5-2.0 mg/kg	SC, IM 3-8 hourly
Pentazocine	2 mg/kg	IM 4 hourly
Pethidine	10 mg/kg	IM 2-3 hourly

IM:肌肉注射, IV:靜脈注射, SC:皮下注射, PO:口服

四、犬之常見各類疾病(非感染性疾病為主)

常見之實驗犬之非傳染性疾病涵蓋範圍極廣。動物飼養管理衍生之問題，犬隻本身免疫反應力不良及遺傳性疾病為主要項目。本章列舉了皮膚系統、生殖系統、消化系統、泌尿系統中發生頻率較高之幾種疾病。

(一)皮膚疾病

1.膿皮症：此病症多屬繼發性。發病原因很多，包括：(1) 細菌或特定病原；(2) 皮膚保護機制受破壞（如營養 Vitamin A, E 及 Zn 缺乏）或；(3) 免疫力不全或缺乏。此病症常有週期性發生的特性。

2.濕疹：長時間皮膚毛髮濕度過高，如淋雨、洗澡頻繁、長期下痢（誘發肛圍濕疹）、慢性鼻溢液（誘發鼻孔部濕疹）、污垢蓄積（如：發汗及污垢物蓄積而分解）、物理刺激（如：冰雪，凍傷，高熱，日光直射）、昆蟲寄生或刺激（如：蚊，蚤，蝨）、化學刺激（如：劣質洗毛精，汞軟膏，石碳酸，石油）、消化系統疾病（如：常因異常食物發酵產物之吸收）、皮膚薄弱（如：幼年換毛期，犬過食過肥，慢性病）、內分泌失調（如：性線分泌減少，皮脂分泌減少，被毛乾燥；睪丸發育不良，或腫瘤）、異位性或過敏性皮膚炎、內寄生蟲等。

3.疥癬蟲症：寄生皮膚時，會在真皮層穿孔造成皮膚隧道。疥癬蟲每日可穿孔 2-3mm 於真皮內寄生，吸取淋巴液及皮膚細胞，造成嚴重搔癢和皮膚抓傷導致皮膚發炎。被寄生部位被毛脫落變稀疏，皮膚變厚，曲皺並蓋覆許多皮屑。較易發生於耳翼、肘部、後腳關節部、口唇和尾根部。嚴重時可導致患犬虛弱消瘦甚至死亡。

4.毛囊蟲：一般在健康的皮膚上即可發現有少量毛囊蟲存在。當犬隻體弱或免疫不全時，蟲體即大量繁殖，侵佔毛囊，而造成脫毛。如再遭受細菌二次感染，會惡化為毛囊炎及膿皮症等。輕微的掉毛型，多發於臉部及嘴角，大都可治癒；如病情惡化，則延及全身成為頑固的慢性皮膚炎。

5.異味性皮膚炎：好發於 1-3 歲犬（黃金獵犬、拉布拉多、中國沙皮、大麥町、拉薩、西高地白更及特定混種犬等），在夏天及秋天季節交換時常見。搔癢是患犬早期可見之現象，並有循環性搔癢-皮膚發炎-搔癢之情形。輕微者由臉部磨擦、舔咬腳，演變嚴重者出現皮膚抓傷並出現紅腫、丘疹（可轉變成水泡或膿皰）、皮屑、水腫、苔癬化及黑色素沉著等病灶。病灶常見於眼睛及唇部周圍、前肢及趾間、腹部及脇部等。其它併

發症狀有外耳炎、油脂漏性皮膚炎及膿皮症（葡萄球菌外毒素引起）。全世界有 10-30%（濕熱及都會地區更嚴重）犬隻罹患此病卻無法確診而被誤認為其他皮膚病。

(二)生殖系統

雄畜

1.包莖症：先天性包皮腔出口過窄，導致陰莖無法伸出或伸出後無法縮回。無法縮回之陰莖可給予冷敷，送醫治療。有此病歷犬隻建議以外科擴大包皮腔之開口。

2.隱睪症：犬隻出生後 1 至 2 週睪丸由腹腔內下降至陰囊。部分犬隻需等到性成熟才能確定隱睪症。若只有一側睪丸降到陰囊腔稱為“單側隱睪症”。可嘗試以 GnRH 治療，但須在出生後不久的幼犬時期才有效，外科治療效果常不彰。近一成公狗有隱睪症，其主要原因與遺傳有關，不應繼續繁殖。

3.睪丸腫瘤：隱睪之睪丸易轉成腫瘤。最常見為“支持細胞瘤”，此種腫瘤會產生過多雌激素使公狗雌性化（包括雙側對稱性脫毛、包皮過長、乳房腫大、吸引其他公狗）。睪丸腫瘤即以外科手術摘除睪丸來治療。

4.前列腺肥大：高齡公犬前列腺會囊腫肥大或形成腫瘤而影響排尿及排便。大部分成因是睪丸內分泌失調引起，可以去勢來治療。

雌畜

1.子宮積膿症：其病因為子宮對卵巢激素感受性增加，形成子宮內膜增生性囊腫，再因細菌感染轉成子宮積膿症。感染後子宮腔充滿膿性液體，導致毒血症，產生劇渴、嘔吐、無食慾、休克、死亡。 臨床症狀常在發情期後 4-6 週出現，多發生在 5 歲以上，分兩型：

(1) 開放型：子宮頸呈開放狀態，子宮腔內容物自子宮頸經陰道排出。

(2) 閉鎖型：子宮頸閉鎖，子宮內容物無法排出，母狗常呈現嚴重臨床症狀。

2.卵巢囊腫：母犬發情後，持續自陰部排出血水。卵巢內成熟之濾泡不破裂導致排卵而持續存在並繼續製造動情素，持續維持在發情狀態。

3.乳房腫瘤：母犬乳房腫瘤有惡性轉移也有良性。早期發現之病例，以外科手術摘除可有效治癒乳房腫瘤。母犬有５對乳房，定期檢查有無乳房腫塊有其必要。母犬在性成熟前或一次發情後將卵巢與子宮摘除可防止乳房腫瘤之發生。

4.子宮炎：多發生在生產後，子宮之細菌感染。常因難產或助產導致。臨床症為母犬呈現精神沈鬱、無食慾、自陰部排出血樣或黃綠色樣分泌物。

(三)消化系統

1.胃出血：病因為胃黏膜有潰瘍，急性或慢性胃炎、胃內有腫瘤、異物。另外寄生蟲寄生造成之損傷、誤食化學藥品腐蝕胃黏膜。心臟，肺臟，肝之循環障礙致使胃瘀血。吐血的顏色以在胃中存留的時間長短而呈現鮮紅或暗褐色。

2.異物阻塞：胃異物常先停留一段時間，再進入腸道後會形成腸道異物堵塞。臨床上犬隻呈現嘔吐無精神、腹痛及便秘。

3.直腸脫垂：嚴重便秘或下痢或直腸腫瘤未治療者常導致直腸脫垂。脫出之直腸暴露於肛門外，脫垂部份體積可由櫻桃到香腸大小。直腸脫垂發現後要即刻就醫，延誤會導致脫垂腸管組織壞死，必須以外科手術切除。

4.肛門囊腺阻塞：解剖學上肛門囊腺位於肛門口約在４點鐘與８點鐘位置各一個。肛門囊腺的排泄出口在肛門口，當排泄管堵塞會導致整個腺體腫脹

疼痛，犬會不停舔肛門或以坐姿肛門著地施行。嚴重時會發生肛門出血或破損。

5.急性肝炎：一般肝病發生時症狀不明顯，因肝臟具有極大的儲備功能，需要８０％以上的肝臟組織受損，才會呈現肝功能不足的症狀。一般症狀有：(1)腹痛；(2)無食慾；(3)嘔吐；(4)發燒；(5)黃疸；(6)齒齦出血；(7)糞便變灰白，及(8)尿液顏色變深。

6.胰臟外分泌功能不足：先天性疾病使胰臟外分泌組織發育不良或胰臟疾病傷害外分泌組織，兩者均無法製造或提供脂肪消化吸收所需酵素。 臨床症狀：(1)體重減輕；(2)糞便量增加，呈油膩灰白色；(3)毛髮乾燥。

7.脾臟腫瘤：狗脾臟腫瘤常見，常會導致出血到腹腔。其一般臨床症狀有：(1)腹部腫脹；(2)突然虛弱；(3)口腔粘膜蒼白。脾臟可完全摘除對生命無影響。

(四)泌尿系統

1.尿毒症：病因概分有腎因性：因高度腎炎而使蛋白分解產物，血氮蓄積。腎後性：因尿路或排尿受阻礙（尿石，尿道狹窄），而使尿液成分再吸收於血液循環內。症狀：(1)精神遲鈍，昏睡，呻吟；(2)食慾減退，嘔吐，下痢，口炎，胃腸炎；(3)呼吸困難，呼氣有尿臭；(4)體溫上升，後降至常溫；(5) 發汗帶尿臭，犬常皮膚劇癢。

2.排尿失禁：膀胱空虛，括約肌弛緩，不能蓄尿，尿液隨時流出。病因有(1)脊髓變性，水腫或出血；(2)膀胱括約肌麻痺或損傷(手術，結石)或因老年喪失收縮力；(3)蓄尿過久；(4)膀胱炎；(5)卵巢摘除後內分泌擾亂。臨床症狀出現排尿頻繁。

五、犬之常見感染性疾病之預防及治療

(一)犬瘟熱 (Canine Distemper)

此為犬隻最高傳染性傳染病之一，沒有適當抗體的犬隻都可能被感染。早期的病情不易與其他疾病區分，較常見的病徵：發燒、無食慾、精神不振、眼分泌物多、流鼻涕、咳嗽、硬蹠症、腹部皮膚膿皮疹、肺炎、牙齒琺瑯質發育不全……等現象。末期因腦炎、脊髓炎，而出現抽筋、麻痺、行動失調等複雜神經狀態。

此病死亡率很高，萬一倖免於死，也將有嚴重的後遺症。目前並無特效藥，只有依賴周全的防禦計畫來預防。正常接受母乳的幼犬，於 6~7 週齡時，即應開始給予預防針，以後每隔 3~4 週打一針，直到 15~16 週齡，幼犬打三針以上，效果較可靠，以後每年應追加一針，才能維持預防效果。沒有初乳抗體的幼犬或身體尚不適合接種疫苗時，可給合適犬熱瘟血清，作短期保護。

(二)犬小病毒出血性腸炎（Parvovirus Enteritis）

近年發生的急性傳染病，犬小病毒對自然環境頗有耐力，而能長期存活，它能直接或間接傳染給沒有適當抗體的犬隻，而侵害其腸管、白血球，但少數幼犬病例侵及心肌。感染初期有發燒、食慾廢絕、精神不振等與感冒相似的病症，接著發生食慾不振及下痢，因腸管黏膜廣泛受損出血，導致排泄物帶血又具惡臭。如果該犬未能及時送醫治療，會引起急性脫水、休克、死亡。

目前沒有特效藥來消滅該病毒，使犬隻迅速康復。病犬應儘早送醫治療，包括點滴輸液療法，補充流失的水份及電解質，控制嘔吐及下痢病預防續發性感染。患犬如倖免於死者，亦需經 5~7 天的治療，才能耐過，再經 2~4 週療養，才能逐復原。

(三)傳染性肝病（Infectious Canine Hepatitis）

致病原是腺病毒第一型，此病毒能直接或間接經由器皿及衣服傳染，感染幼犬較多，其病情輕者有明顯的腹痛及扁桃腺腫大。嚴重者，於發病後 12~14 小時之內死亡，復原的犬隻，常有眼角膜水腫而呈藍眼的症狀。預防上，疫苗通常與犬瘟熱合併使用，幼犬於 6~7 週打針，隔 3~4 週追加一針，連打三針，以後每年追加一針，可保持預防效果。

(四)鉤端螺旋體症（Leptospirosis）（此病原可以感染人類及其他動物）

大部分的感染病徵無明顯的症狀，而只能由血清檢查出來，這些犬隻成為帶菌者，而於尿中排出病原體。病原體以黃疸型及出血型較常見。在發病病徵上，黃疸型主要感染腎臟，引起各種程度的間質性腎炎，約有 15％的病例引起嚴重的肝損害，發生黃疸。而出血型似乎較嚴重，有高燒，厭食，眼屎以及胃、腸、腎、肝受損有關的病徵。70％的病例發生黃疸、粘膜出血。感染方式：病畜尿中可排出病原體，進入飲水或食物中，經口或破損的皮膚傳染。

預防上，經常與犬瘟熱、傳染性肝炎併用之三合一的疫苗。但於十週齡時，才給即第一針，此後 3~4 週追加一次，週歲後，每年追加一針，以保持預防效果。

(五)犬冠狀病毒腸炎 (Canine Coronavirus Enteritis)

犬冠狀病毒感染症是一種高傳染性的腸道疾病，患犬以下痢及嘔吐為主要臨床症狀(其症狀類似犬小病毒感染症)，偶而可見呼吸道症狀。犬冠狀病毒腸炎的一般症狀：會突然發病、間歇性的嘔吐、厭食、輕微發燒、抑鬱、下痢，通常便為淡橘色且經常伴有惡臭，排泄物從軟便或下痢便至橘色泡沫半固體狀甚至為含有粘膜和血液之噴射水樣痢。犬冠狀病毒傳染性極高，一般可藉糞便、嘔吐物、被糞便污染的食物或器具等傳播，造成犬之嘔吐，下痢之出血性腸炎。

犬冠狀病毒最易與犬小病毒複合感染，而造成死亡率高達 89％以上之腸炎複合症，最好同時施打犬冠狀病毒疫苗，則能同時預防犬冠狀病毒及犬小病毒出血性腸炎複合症。

(六)犬副流行性感冒 (Canine Parainfluenza)

由犬副流行性感冒病毒所引起，會造成呼吸道的感染，引起卡他性鼻炎、壞死性支氣管炎，是引起「犬舍咳」之主要元兇之一。通常會與傳染性支氣管炎病毒等其他呼吸道病毒、細菌合併感染；混合感染時這些病毒、細菌，通常藉由接觸病犬的鼻分泌物散播。臨床症狀為：雙側或單側性水樣鼻分泌物，間歇性咳嗽，病程可長達數週，少數會引起支氣管炎而死亡，偶而也會導致慢性支氣管炎及支氣管擴張。預防注射通常和犬瘟熱、傳染性支氣管炎等混合疫苗一同使用，以提供更廣效、更周全的保護。

(七)犬傳染性支氣管炎 (Infectious Tracheobroncheitis)

犬傳染性支氣管炎，又稱喘哮病，為複雜之犬呼吸道傳染病；最常見於犬舍或動物醫院等犬之經常出入的場所，本病為犬呼吸道疾病之總稱，主要為犬腺狀病毒第二型 (Canine Adenovirus Type 2) 造成，最常與副流行性病毒一同感染。然而，其他造成環境因素如寒流、溼度過高及氣候變化等，都是本病的引發因素；此外，劇烈的運動或興奮也會使病情惡化。本病潛伏期約 5－10 天最常見的臨床症狀為；陣發性、強而有力的乾咳，體溫大多呈現正常，但後期若有細菌感染時，則會微微升高。病情一般持續 10-20 天。

(八)犬舍咳 (Kennel Cough)

有許多病原體可混合感染造成犬舍咳。有病毒：犬副流行性感冒，犬腺病毒及犬瘟熱；也有細菌：博德氏菌（Bordetella）。本病的傳染非常的快速，特別是在犬舍犬隻密度較高的地方。臨床症狀有間斷性的咳嗽，體溫正常或升高、流鼻

水，病情可達數週之久。併發感染者可能引發嚴重呼吸道發炎而死亡，如果沒有併發感染，大部分都會自然痊癒。預防上，疫苗的注射可減少本病的感染及發病，例如犬腺病毒和犬副流感性感冒疫苗注射。

(九)常見外寄生蟲

1.跳蚤：會造成犬隻不同程度的搔癢，有時候會引起過敏的現象。跳蚤附在犬身上吸血，吃飽後跳到環境中交配產卵，所以環境也是一個重要的傳 染源。

2.壁蝨：壁蝨附在犬身上吸血，可存活多時不易根除。大量寄生時可能引起貧血。該蟲亦為一些疾病的傳染媒介，嚴重威脅犬隻的健康。

3.疥蟲：有幾種疥蟲會對犬隻造成影響。疥蟲常會導致耳翼、肘腹部等處的劇癢，患犬抓癢而有局部性脫毛及皮屑現象。

4.毛囊蟲：在動物和人類都算是一種常在的寄生蟲，但只有在狗的免疫系統出了問題時，蟲體才會快速繁殖而影響健康。蟲體寄生在毛囊，本身不太會引起皮膚搔癢，但伴隨有二次性感染時，則會引起搔癢等不舒服的症狀。

(十)外寄生蟲的驅除及控制

1.犬體和環境應同時進行驅蟲。

2.壁蝨、跳蚤等殺蟲劑，應遵照獸醫師之指導使用，以免中毒或沒有效果。

3.疥蟲的診斷須經獸醫師做皮毛檢查，治療則應根據處方及指示，才能有效根治。

(十一)常見內寄生蟲 (腸內寄生蟲)

1.蛔蟲：是犬隻最常見的寄生蟲，幼犬感染率較高，大都是懷孕母犬傳染給胎兒。蟲體寄生在小腸，攝取營養，使患犬發育不良，出現下痢、嘔吐和脹氣等症狀。

2.條蟲：最常見的瓜實條蟲，頭節吸附腸黏膜，吸收養分，造成犬隻營養不良。節片隨糞便排出，所以飼主常可看見米粒般大小白色的節片，有時會造成下痢。條蟲由跳蚤傳染給其他犬隻，所以控制跳蚤對避免條蟲感染也很重要。

3.鉤蟲：經胎盤、口腔和皮膚感染，寄生在小腸，吸食血液，常造成患犬下痢、嘔吐、消瘦、糞便帶有黏液及血絲，嚴重感染者引起貧血。

4.球蟲：是一種原蟲。犬隻吃入具有感染力的卵囊，然後侵入小腸黏膜細胞大量繁殖。在幼犬引起比較嚴重的腸炎症狀，甚至有血樣下痢。

(十二)腸內寄生蟲的驅蟲和控制

幼犬出生三、四週齡開始可以驅蟲。市面上雖有一些驅蟲藥的販售，仍應由獸醫作糞便檢查判定為何種寄生蟲而分別投藥，同時依其情況建立驅蟲計畫。這樣才是最安全的做法。一歲齡以後每半年檢查一次，維護犬隻健康。為了避免重覆感染，應注意以下幾點：

1.排泄後儘快清理糞便，不要讓犬隻吃下糞便。

2.定期糞便檢查及驅蟲，如果家裡不只養一隻狗，應同時檢查，以免交互感染。

3.控制跳蚤、壁蝨(tick)及蝨(lice)的感染。

(十三)血液寄生蟲

1.心絲蟲：特別是蚊子活動的春夏季節。幼蟲經蚊子叮咬進入血液中，發育

成熟的成蟲最後移行到心臟及肺部動脈增加心臟的負擔，導致心肺功能受損，最後死亡。心絲蟲除末期腹部腹水增加而腹部膨大外，通常不會有明顯的徵候，直到體內主要器官受損（心、肺)，於是有咳嗽、食慾減少、活動力降低及運動不耐等症狀，所以早期篩檢和預防非常重要。

2. 焦蟲症(Babesiosis）：犬焦蟲症經壁蝨媒介於犬之間傳播，它會侵入並破壞紅血球，易發生於熱帶，亞熱帶及溫帶地區。焦蟲有兩種，種類依地理位置之不同而異，如 B. canis 可見於世界各地，而 B. gibsoni 則主要發生於亞洲及非洲。臨床上可見超急性、急性及慢性型病例，超急性極少見，患犬突然休克並迅速死亡。急性型則可見到嗜睡、食慾喪失及發燒、脫水、嘔吐、黃疸、血紅素尿、淋巴腺病及脾臟腫大為常見的症狀。嚴重感染動物會立刻呈現休克症狀。慢性型感染則呈現食慾減退，間歇性發熱及體重下降。偶而可見本症侵犯神經的情形。

六、經由犬媒介之人畜共通傳染病

(一)寄生蟲

1. 鉤蟲（*Ancylostoma caninum*）在犬的生活史，第一期仔蟲由卵中孵化後經過兩次蛻皮成為第三期仔蟲並由泥土裡鑽出到草地上而感染狗。狗可經口或經皮下感染鉤蟲，食入第三期仔蟲後，仔蟲會穿過小腸壁，並在此處進行兩次蛻皮，成為成蟲並且附著於腸壁吸取血液。皮下感染時，會在感染後 24 小時內於肺臟、喉部與氣管內發現第三期仔蟲，44-72 小時候，在氣管、喉部、咽部與腸管發現第四期仔蟲，在腸道進行第二次的蛻皮，在感染後第 6 天則可發現未成熟的成蟲。在感染後 12 到 17 天時蟲體成熟，通常 14 天後可以在糞便中發現蟲卵。引起人類幼蟲移行性皮膚炎。
2. 犬蛔蟲（*Toxocara canis*）是一種寄生於犬小腸的病原性寄生蟲，尤其是幼犬。母犬食入感染性蟲卵後，仔蟲便穿過腸壁經血行移行至全身各臟器，母犬妊娠後期 20 日經胎盤而感染。或於分娩前再移行至乳腺，幼犬常由吸吮含有仔蟲的初乳而感染。因此幼犬於 30-45 日齡時，於糞便中可檢出蟲卵。另幼犬亦可經食入感染期蟲卵而感染。引起人類幼蟲移行性肝脾腫大、肺部浸潤肺炎、侵入中樞神經及眼疾。
3. 犬心絲蟲（*Dirofilaria immitis*）是一種寄生於犬肺動脈及右心室的病原性寄生蟲。經由病媒蚊媒介，造成心肺衰竭。血中微絲蟲被病媒蚊吸入於其體內發育至第三期幼蟲再叮咬其他犬於其組織發育至第四期再移行至肺動脈發育至成蟲排出微絲蟲。引起人類幼蟲性肺部肉芽腫。
4. 糞桿線蟲症(*Strongyloides stercoralis*) 是一種寄生於犬腸道的病原性寄生蟲，尤其是幼犬。生活史分自由世代及寄生世代。寄生世代為第一期仔蟲由卵中孵化後經過兩次蛻皮成為第三期仔蟲並由泥土裡鑽出到草地上而感染狗。狗可經口、經胎盤、乳汁或經皮下感染。感染第三期仔蟲後，仔蟲經血行或淋巴系移行至全身各臟器，最後到肺經氣管、咽喉、胃至小腸寄生。引起人類幼蟲移行性臟器炎、肺部浸潤肺炎及皮膚炎。
5. 浣熊蛔蟲（*Baylisascaris procyonis*）一般寄生於浣熊的小腸，亦可寄生在犬的小腸。蟲卵隨糞便排出，感染人時可能侵入腦部造成腦炎。
6. 包生條蟲 (*Echinococcus*)，包括單包條蟲 (*E. granulosus*)、多包條蟲 (*E. multilocularis*） 及 *E. vogeli*，是一種寄生於犬及狐腸道的病原性寄生蟲。卵內六鉤幼蟲經由中間宿主食入於其體內形成囊蟲再被終宿主食入於其腸內發育成蟲。引起人類肝囊蟲症、肺囊蟲症及侵入中樞神經之腦囊蟲症。
7. 隱孢子蟲（*Cryptosporidium parvum*）是一種經口感染寄生於犬腸道的病原

性寄生蟲。犬食入感染性卵囊而於腸道上皮細胞刷狀緣寄生，造成下痢。在人類引起下痢。

8. 赤痢阿米巴 (*Entamoeba histolytica*) 是一種經口感染寄生於犬腸道的病原性寄生蟲。犬食入感染性囊體而於腸道或肝寄生，造成下痢。引起人類下痢或肝膿瘍。
9. 賈第氏滴蟲 (*Giardia lamblia*，*G. canis*)是一種經口感染寄生於犬腸道的病原性寄生蟲。犬食入感染性囊體而於腸道寄生，造成下痢。引起人類下痢。
10. 滴蟲 (*Pentatrichmonas hominis*)是一種經口感染寄生於犬腸道的病原性寄生蟲。犬食入感染性囊體而於腸道寄生，造成下痢。引起人類下痢。
11. 大腸纖毛蟲(*Balantidium coli*) 是一種經口感染寄生於犬腸道的病原性寄生蟲。狗食入感染性囊體而於腸道寄生，造成下痢。引起人類下痢。
12. 肺孢子蟲(*Pneumocystis carinii*) 是一種經空氣傳染之病原性寄生蟲。引起免疫不全的人肺部浸潤肺炎。
13. 錐蟲(*Trypanosoma cruzi*) 是一種經皮膚傷口感染錐鼻蟲排泄物而寄生於犬內臟及血液的病原性寄生蟲。引起人類肝脾腫大、心肌炎、肺部浸潤肺炎、侵入中樞神經及眼疾。
14. 利什曼原蟲(*Leishmania spp.*) 是一種經白蛉(*Phlebotomus* spp.)叮咬感染而寄生於犬內臟、骨髓細胞及血液或皮膚型的病原性寄生蟲。引起人類肝脾腫大、骨髓炎及皮膚炎。
15. 疥癬蟲(*Sarcoptes scabiei*) 是一種經皮膚接觸性感染症。引起犬皮膚丘疹、皮漏、增生性皮膚炎。蟲卵經蛹期、幼蟲至成蟲需 14 天。於犬真皮層寄生。引起人類皮膚丘疹而劇癢。
16. 壁蝨叮咬(Tick, *Ixodes* spp., *Dermacentor* spp., *Rhipicephalus spp., Amblyoma* spp.) 是一種經皮膚感染。可傳播病毒、細菌、原蟲及立克次體等病原。
17. 跳蚤叮咬(Flea, *Ctenocephalides canis*) 是一種經皮膚感染。犬蚤發育史約 2-4 週。引起人類過敏。
18. 恙蟎(*Cheyletiella yasguri*) 是一種經皮膚接觸性感染症。引起犬皮膚丘疹性皮膚炎。引起人類皮膚丘疹而劇癢。

(二)病毒

1. 狂犬病(Rabies)由 Rhabdoviridal Lyssa virus 引起的一種病毒性疾病。此病毒會攻擊所有溫血動物（人、犬貓、蝙蝠、鼠、狐、狼等) 的中樞神經系統，造成急性腦炎而死亡。感染後的死亡率極高，為法定人畜共通傳染病。人類被患有狂犬病的動物咬傷而因其唾液中含有病毒而感染此病。病毒存在於病畜的唾液中，主要藉由咬傷而進入體內，經週邊神經系統感染脊髓和腦。潛伏期的長短依被咬傷部位離腦部的距離及感染的病毒量而定，平均 3-8 週，但亦有長達半年以上才發病的病例報告。人若為狂犬病病畜咬傷，必需立即施行緊急免疫注射。狂犬病可分為狂躁型及沈鬱型，以前者較常見。病畜行為異常，對聲音敏感、異常興奮、具攻擊性、急躁或沉鬱，後期肌肉麻痺，而使得吠叫聲改變，吞嚥困難、伸舌流涎、行動失調、抽筋、全身痲痺而死亡。

(三)細菌

1. 鉤端螺旋體症 由 *Leptospira canicola* 或 *Leptospira icterohaemorrhagiae* 所造成之人畜共通傳染病。病原會隨患畜之尿液排出而進入水或食物中，當人或犬隻經口或皮膚傷口接觸病原污染的尿液、水、器具或食物而感染。本病初感染時幾乎無臨床症狀，故不易察覺。所見症狀包括嘔吐、下痢、皮

膚彈力消失、廣泛出血而造成貧血、發抖、口內發生潰瘍、眼結膜充血、眼鼻分泌物、視力損壞、蛋白尿或血紅素尿或無尿，肝功能受損、嚴重脫水及黃疸或因尿毒症而引發神經症狀，病程約 4-8 天。慢性病例有強列的尿毒臭味。

2.萊姆病 (Lyme Disease) 由 *Borrelia burgdoferi* 所引起的細菌性疾病，經由 *Ixodes* 屬之壁蝨叮咬人畜而傳播之。亦為人畜共通傳染病，多發於哺乳類動物，包括人、犬、貓及馬等。一般臨床症狀為發燒，食慾不振、疲憊、跛腳、關節腫痛及淋巴結腫大，也可能導致神經、心臟和腎臟方面的症狀。人類若感染會出現類似感冒的輕微症狀、特異性慢性游走性紅斑、心律不整或心肌炎、甚至出現慢性關節炎及偶發性神經異常如記憶力衰退、痲痺及眼部異常等。

3.彎曲菌症 (Campylobacter enteritis) 由 *Campylobacter jejuni* 所引起的細菌性下痢。引起人類急性腸炎而下痢。

4.布氏桿菌症(Brucellosis) 由 *Brucella canis* 所引起的細菌性疾病。經口沫或污染食物感染。引起人類發燒、大量出汗及關節疼痛。

5.巴氏桿菌症(Pasteurellosis) 由 *Pasteurella canis* 所引起的細菌性疾病。經咬傷感染。引起人類局部感染、發燒、膿瘍及淋巴腺炎及局部疼痛。

6.隱球菌症(Cryptococcosis) 由 *Cyptococcus neoformans* 所引起的細菌性疾病。經空氣傳染及犬、鴿排泄物感染。引起人類肺炎、腦膜炎及皮膚、骨頭、肝臟細菌性病灶。

(四)黴菌

1.皮黴菌症(Dermatophytosis) *由 Microsporum canis, M. gypseum, Trichophyton mentagrophytes* 引起犬之皮膚與毛髮感染。犬隻變瘦弱、毛髮易斷、脫毛、皮屑增加、皮膚發炎。皮黴菌經由接觸傳染為人畜共通傳染病。引起人類表皮、毛髮及指甲等黴菌性病灶。

2.球黴菌症(Coccidioidmycosis) 由 *Coccidioides immitis* 引起犬之黴菌性感染。經由空氣傳染為人犬共同傳染病。引起人類肺部浸潤之肺病症候、淋巴系統肉芽腫等黴菌性病灶。

3.芽生黴菌症(Blastomycosis) 由 *Blastomyces dermatitidis* 引起犬之黴菌性感染。經由空氣傳染為人犬共同傳染病。引起人類肺部浸潤之乾咳發燒及呼吸困難等肺病症候及全身系統肉芽腫等黴菌性病灶。

4.孢子絲菌症(Sporotrichosis) 由 *Sporothrix schenckii* 引起犬之黴菌性感染。經由病犬咬傷傳染為人犬共同傳染病。引起人類慢性淋巴炎及皮膚肉芽腫等黴菌性病灶。

參考文獻

1. 劉振軒、林中天、林永昌、楊清文。犬疾病診斷與防治。初版，行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。台北，30-35，2007。
2. 劉振軒、林中天、林永昌、楊清文。犬疾病診斷與防治。初版，行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。台北，141-146，2007。
3. Abdelmagid, O.Y., Larson, L., Payne, L., Tubbs, A., Wasmoen, T., Schultz, R.(2004) Evaluation of the efficacy and duration of immunity of a canine combination

vaccine against virulent parvovirus, infectious canine hepatitis virus, and distemper virus experimental challenges. Vet. Ther. 5(3) : 173-86.
4. Alcaino, H.A., Gorman, T.R., Alcaino, R. (2002) Flea species from dogs in three cities of Chile. Vet. Parasitol. 105(3) : 261-265.
5. Anderson, R.M., Romfh, R.F. (1980) Technique in the use of surgical tools. New York: Appleton-Century-Crofts.
6. Asano, K., Suzuki, K., Matsumoto, T., Sakai, T., Asano, R.. (1979, 1991, 2002, 2004) Prevalence of dogs with intestinal parasites in Tochigi, Japan in 1979, 1991 and 2002. Vet. Parasitol. (2004) 120(3) : 243-248.
7. Barutzki, D., Schaper, R.. (2003) Endoparasites in dogs and cats in Germany 1999-2002. Parasitol. Res. 3 : 148-150.
8. Boer, J. de, Archibald, J., Dowe, H.G., eds. (1995) An introduction to experimental surgery. Amsterdam: Excerpta Medica.
9. Edited by Calum, N.L., Macpherson, F., X. M. and Alexander, I. W. (2000) Dogs,zoonoses and public health. CABI Publishing 1-382.
10. Eichenlaub, D., Eichenlaub, S. (2003) Detection of parasites and symptoms of parasitic diseases. 2 : Parasites of the gastrointestinal tract, tissue and organ parasites, ecto- and skin parasites. 44(4) : 449-456, 458-469, 471-472.
11. Erles, K., Dubovi, E.J., Brooks, H.W., Brownlie, J. (2004) Longitudinal study of viruses associated with canine infectious respiratory disease. Clin. Microbiol. 42(10) : 4524-9.
12. EU Report.(1995) Euthanasia of experimental animals. DGXI/738/CEE.
13. Flecknell, P.A. (1996) Laboratory animal anesthesia, 2nd ed, London: Academic Press.
14. Fulker, R., Wasmoen, T., Atchison, R., Chu, H.J., Acree, W. (1995) Efficacy of an inactivated vaccine against clinical disease caused by canine coronavirus. Adv. Exp. Med. Biol. 380 : 229-234.
15. Hall, L.W., Clarke, K.W. (1991) Veterinary anesthesia. London: Balliere-Tindall.
16. Hanson, L.E., Tripathy, D.N.(1983) Leptospirosis vaccination. J. Am. Vet. Med. Assoc. 183(9) : 927, 948.
17. Kontor, E.J., Wegrzyn, R.J., Goodnow, R.A. (1981) Canine infectious tracheobronchitis : effects of an intranasal live canine parainfluenza-Bordetella bronchiseptica vaccine on viral shedding and clinical tracheobronchitis (kennel cough). Am. J. Vet. Res. 42(10) : 1694-1698.
18. Moriello, K.A. (2003) Zoonotic skin diseases of dogs and cats. Anim. Health Res. Rev. 4(2) : 157-168.
19. Morton, D.B., Griffiths, P.H.M. (1985) Guidelines on the recognition of pain, distress and discomfort in experimental animals and an hypothesis for assessment. Vet. Rec.116: 431-436.
20. Ramirez-Barrios, R.A., Barboza-Mena, G., Munoz, J., Angulo-Cubillan, F., Hernandez, E., Gonzalez, F., Escalona, F. (2004) Prevalence of intestinal parasites in dogs under veterinary care in Maracaibo, Venezuela. Vet. Parasitol. 121(1-2) : 11-20.
21. Report of the AVMA panel on Euthanasia. (1993) J. Am. Vet. Med. Assoc. 202: 229-249.
22. Rust, M.K. (2005) Advances in the control of Ctenocephalides felis (cat flea) on

cats and dogs. Trends Parasitol. 21(5) : 232-236.

23. Rypula, K., Chorbinski, P., Ploneczka, K. (2004) The Canine Parvovirus wild-type strains infections in dogs--epidemiological and diagnostic aspects. Pol. J. Vet. Sci. 7(3) : 193-197.
24. Sanchez Thevenet, P., Jensen, O., Mellado, I., Torrecillas, C., Raso, S., Flores, M.E., Minvielle, M.C., Basualdo, J.A. (2003) Presence and persistence of intestinal parasites in canine fecal material collected from the environment in the Province of Chubut, Argentine Patagonia.Vet. Parasitol .117(4) : 263-269.
25. Short, C.E. (1987) Principles and practice of veterinary anesthesia. Baltimore, Md.: Williams and Wilkins.
26. Sirois, M., ed.(2005) Laboratory Animal Medicine: Principles and Procedures. Elsevier Mosby Pub., 1-350.
27. Tuffery, A.A., ed. (1995) Laboratory animals: an introduction for new experimenters, 2nd ed. Chichester: Wiley.
28. Van Zutphen, L.F.M., Baumans, V., Beynen, A.C., eds. (2001) Principles of laboratory animal science. Amsterdam: Elsevier.
29. Waner, T., Mazar, S., Nachmias, E., Keren-Kornblatt, E., Harrus, S.(2003) Evaluation of a dot ELISA kit for measuring immunoglobulin M antibodies to canine parvovirus and distemper virus. Vet. Rec. 152(19) : 588-591.
30. Whelan, G., Flecknell, P.A. (1991) The assessment of depth of anesthesia in animals and man. Lab Anim. 26: 153-162

第二十四章　貓實驗動物

一、簡介

過去由於人們相信犬貓的解剖、生理及對疾病的反應與人相似，因此數世紀以來廣泛被使用於生物醫學研究。貓的腦部在發展上介於低等哺乳類及靈長類之間，且腦部大小於演化過程中變異少，因此貓的腦部一直是研究人員極有興趣的部分，在解剖學及功能性的探討都曾被廣泛研究。如今，貓仍舊繼續作為人類疾病模式研究的實驗動物。

使用於研究實驗的貓與一般飼養的家貓屬同一物種（species）。家貓（*Felis silvestri catus*）源自非洲野貓（*Felis silvestris libyca*），牠們是半棲息樹上的肉食動物（semi-arboreal carnivore），是掠食者。根據最早的歷史記載，家貓與人類至少共同生活了 5,000 年，但是與人類共同生活 20,000 年的狗相比，貓還是保留著強烈的孤立性及野性，其優越的水分保存能力，即使飲水量少的情況下亦不容易陷入脫水狀態，但這種特性亦使牠們對外來疾病的抵抗力薄弱，凸顯與其他圈養動物截然不同的習性。

作為科學研究用的貓，需選擇健康、年輕、短毛（易於使用、清潔及管理），並熟悉人類的觸摸者。貓的研究應用方向有：膀胱疾病、骨隨移植、HIV 研究、人類遺傳性疾病（新生兒代謝異常）、心肌病變、腦神經及精神醫學、神經脈衝的傳遞、染色體異常等。

由於貓是一般家庭常見的伴侶動物（companion animals），因此動物的取得必須採取合法途徑，並經機構的實驗動物照護及使用委員會或小組審核同意後執行。

二、生物特徵

(一) 一般特徵

貓是聰明、高度個體化的動物，其生活方式與人類或犬有很大的差異。貓是優秀的攀爬者、跳躍者、掠奪者，眼睛在夜間透過微薄的亮光亦可獵捕動物，牠們對快速移動的物體特別敏銳。其聽覺非常發達，尤其是對於囓齒類動物間溝通的超音波頻率，此特性有助於獵捕此類動物。貓的嗅覺協助獵物的定位，但並不如犬那麼發達，也不像犬般具有豐富的肢體語言及高度社交性，如面部表情、體態、尾巴姿勢、或群居性等。貓天性孤立，並有強烈地域性，只能以不甚緊密的社群方式結合，儘管如此，只要有足夠的空間，貓可以群居飼養。貓生物特徵與一般生理特徵列於表 24-1。

表 24-1　貓的生理參考值

壽命	9-14 年
成貓體重	雄貓：3-7 公斤；雌貓：2.5-4 公斤
染色體數	38 對
攝食量	70 -190 公克/公斤(依不同食物種類而不同)
體溫	38.6℃（38.0-39.5℃）
性成熟	公：8-9 月齡；母：5-10 月齡

繁殖期(breeding life)	6-8 年
繁殖季節	冬末至初秋
發情型式	多發性
發情週期(estrous cycle)	14 天（未交配時）
排卵機制	誘導型
排卵時間	交配後 25-50 小時
懷孕期	59-65 天
胎數	3-6 隻
出生體重	100-120 公克
哺乳期	7 週
牙齒構造：乳齒 永久齒	2(I 3/3:C 1/1:P 3/2)＝26 2(I 3/3:C 1/1:P 3/2:M1/1)＝30

資料來源：The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory and Other Research Animals.8th edition.2010.

(二)生理特徵

貓是百分之百的肉食動物。其蛋白質及脂肪需求量遠高於狗，而碳水化合物需求較低，腸道也較短。為維持身體的正常運作，貓對必需胺基酸的需求較高，貓無法由 ornithine 和 citruline 合成 arginine，需由食物中攝取，如果貓因疾病或緊迫導致食慾減退或不進食，則產生 arginine 缺乏症。狗可以由 methionine 和 cysteine 合成 taurine，但是貓沒有有效的酵素執行此一路徑，取而代之的是將 cysteine 轉換為 felinine 或 glutathione。缺乏 taurine，貓會產生退行性視網膜病變，甚至會造成心肌病變或癲癇。如果貓持續 3-5 天不進食，則體內脂肪代謝改變，導致脂肪肝。

其他營養特異性如下：無法利用 β-carotine 作為維生素 A 的來源；無法利用 tryptophane 作為維生素 B_3(niacin)的來源;無法由體內多餘的必需脂肪酸 linoleic 或 linolenic acid 產生 arachidonic acid；對碘的需求遠比其他肉食動物（例如犬）高；對高含量的鎂耐受性低；及需要維生素 B，如僅餵食魚或工廠生產的飼料，易造成維生素 B 缺乏而發生神經病變。

有關藥物代謝方面，貓雖然使用與人類或犬相同的藥物，但是有些藥物對貓幾乎造成致命的毒性。貓的肝臟缺乏 uridine diphosphate-glucuronyl 轉換酶，導致無法代謝許多藥物，例如 salicylates、morphine、phenol 等藥物需經過此一轉換步驟才能增加水溶性以排出體外。其他經 glucuronide conjugation 代謝的藥物，則需改變給藥頻率及劑量後才能使用。Acetaminophen 使貓血液中的紅血球氧化，產生 methemoglobin 及 Heinz body，造成貓的死亡。

(三)血液及生化值

如表 24-2 所示，貓的血液及生化值依不同的檢驗室、品種、年齡及性別而呈現顯著的差異性。表 24-2 為建議參考值，各動物設施或實驗室需建立屬於單位的標準值。

表 24-2　貓的血液及生化參考值

心跳	成貓：100-120/分鐘；幼貓：130-180/分鐘
血壓	120/75 mmHg
全身血液量	55.5（47.3-65.7）毫升/公斤
單次最高採血量	2% / 體重
呼吸次數	20-40 次/分鐘
呼吸潮量	20-42 毫升
總血液量	47.3-66.7 毫升/公斤
血容積比	30-45％
紅血球	$5.0\text{-}10.0\times10^{6}$/ul
白血球	$5.5\text{-}19.5\times10^{3}$/ul
血色素	8-15 g/dl
平均血球容積	82-92 fl
平均血球血紅素	13-17 pg
平均血球血紅素濃度	31-35％
血小板數	$3\text{-}7\times10^{5}$/ul
嗜中性白血球	$3\text{-}13\times10^{3}$/ul
淋巴球	$1.2\text{-}9\times10^{3}$/ul
單核球比	$0\text{-}0.7\times10^{3}$/ul
嗜伊紅球	$0\text{-}1.2\times10^{3}$/ul
嗜鹼性球	稀少
總蛋白質	5.4-7.3 g/dl
白蛋白	2.1-3.3 g/dl
球蛋白	2.6-5.1 g/dl
尿素氮	15-33 mg/dl
肌酸酐	100-850 IU/L
鹼性磷酸酶	2-7 IU/L
血清麥氨酸草酸氨基轉移酶	15-35 IU/L
血清麥氨酸丙酮酸氨基轉移酶	1.7-1.4 IU/L
總膽紅素	0.15-0.20 mg/dl
血糖	70-110 mg/dl

資料來源：Brent J.Martin. The laboratory cat. 1997.

三、飼養及管理

(一)貓的行為

貓是非社交性動物，但通常在小群飼養環境中表現良好的適應力，在小群體中，牠們會共同遊戲及彼此清理毛髮。採取小群飼養時，貓隻隻數以 10-15 隻為原則，雄性與雌性動物應分別飼養，一般來說性成熟的母貓較公貓更能接受小群飼養。幼貓及年輕貓在小群飼養環境中共同遊戲，並從中逐漸學習社會化，老貓也參予同伴間的遊戲，但是頻率較低，老貓大約 60% 的時間用於睡眠。

貓會以嗅覺進行溝通。藉由噴灑尿液、以及將位於兩頰和耳朵前腺體分泌

的氣味塗抹在物體表面的方式表現自我地盤。在公貓，噴尿的情況尤其明顯。

貓在固定地點排泄，飼養貓時應提供足量的乾淨貓沙盆，貓沙盆太骯髒，或者已經有其他貓隻使用過時，有些貓會拒絕在該貓沙盆排泄，而造成排泄習慣改變。每一貓沙盆最多提供 2-3 隻貓使用，且需每天清潔或更換貓沙。

健康、穩定的貓隻充滿警覺性，並對周遭環境非常好奇。牠的眼睛明亮、耳朵豎立，當人員進入動物房時，貓常發出咕嚕咕嚕的聲音，但不要誤以為是代表舒服或滿足的徵兆。大部份的貓喜歡被當寵物對待，他們常以抓飼養者的手或腳等方式引起人們的注意。很多貓都會玩飼養籠內的玩具。貓隻之間的溝通常帶有侵略性和警告性，因此常會聽到群體間發出咆哮、尖叫、低沉的警告聲。當貓心情不好時，會蜷縮在籠內，尾巴抽動，眼睛微閉、耳朵垂下，活動量下降，並發出低吼聲。當貓隻呈現扁耳、露齒與拱背，表示處於侵略狀態。

貓對熟悉的飼養人員及環境結構的改變很敏感，突然面對陌生的飼養人員或環境、過於吵雜或忙亂的動物房，可能使貓陷入極度神經質的狀態。如因實驗所需而更換飼養人員或飼養環境，則應花費足夠時間逐漸使貓適應。貓的飼養人員，應由個性安靜、穩定、動作溫柔的人員來擔任。

貓的抓取方式與大部分的家畜不同。一般而言，貓對輕柔的抓取方式反應較佳，飼養人員需安靜的，或者輕聲細語呼喚著貓的名字接近貓，抓取貓後繼續維持交談，搔癢貓的脖子及臉頰。突然的大動作或噪音會使貓掙扎或跳脫，也會使飼養人員被抓傷或咬傷。這些觸摸、抓取的動作需在和貓隻遊戲與互動中持續進行，而不是只在餵食或清潔動物房舍時施行。與人類互動良好、且熟悉人類觸摸及抓取的貓隻不僅易於照料，更有助於研究的進行。

另一種能提供安定的環境常用方法是撥放收音機，使貓熟悉輕度的環境噪音及人的談話聲，以免人員的進出或作業對貓造成不必要的緊迫。

(二)繁殖

雄貓的陰囊極為明顯，內有睪丸。但其陰莖及包皮常內縮，故不易觀察。雌貓的陰戶位於肛門口腹側方，外觀極易辨識。

雌貓為季節性多發情動物，從冬末至初秋會有多次的動情週期。在自然界中冬季嚴寒時約有 2-3 個月的發情休止期，但是在恆溫恆濕的動物設施內，透過恆定的光照（12 小時光照/12 小時黑暗；或者 14 小時光照/10 小時黑暗），雌貓可以一年四季繁殖。貓的繁殖方法可採用一夫多妻制，2 隻雄貓與 15-20 隻雌貓輪流配種。雌貓約 12 月齡開始配種，或者體重至少達 3 公斤，雄貓數量太多時往往造成嚴重的攻擊及衝突，因此單一繁殖族群內雄貓隻數以不超過 3 隻為佳。

貓是誘導發情的動物，辨別雌貓的發情期需觀察牠的行為及身體姿勢的變化。發情期時，雌貓常發出低沉的求偶聲，當人員用手刺激或按壓其背部時，雌貓呈現背部壓低、臀部翹高、尾巴移至外側、後腳踩步的求偶姿勢。雌貓的發情期約 4-6 天，期間如未進行交配，則持續發情約 8-10 天。交配後，雌貓體內黃體素上升，約 25-50 小時後誘導排卵。通常雌貓進行一次以上的交配來誘導排卵，因此同一胎的仔貓可能來自一隻以上的雄貓。

雌貓受精後 12-14 天胚胎著床，懷孕期為 59-65 天。在懷孕第 4-6 週時可以腹部觸診、超音波或照射 X 光診斷。確定雌貓懷孕後，可單獨分開飼養，以免仔

貓被其他母貓偷取或公貓攻擊。生產前可在分娩箱內添加巢料或毛巾，供雌貓築巢之用。

仔貓出生時尚無視覺及聽覺，在出生後 10-14 天才發育完全。哺乳期約 6-7 週，離乳後與同輩幼貓群居飼養至 5-6 月齡性成熟為止。

一般而言，育種用雌貓及雄貓可持續繁殖 6-7 年，每年生產兩次，每胎生產 3-6 隻仔貓。良好性格的雌貓造就良好性格的幼貓，因此育種用貓需選擇母性良好、與人親近、不神經質的雌貓。在雌貓分娩後的哺乳期（社會化最適當時期為出生後至兩月齡），飼養人員即需對雌貓及仔貓進行觸摸及安撫，以便協助仔貓社會化並熟悉與人類互動。

(三)飼養環境

貓的飼養可採單獨飼養或小群飼養、室內或戶外飼養，研究機構依其環境、經費及研究目的而選擇飼養方式，但在下列情形建議採取單獨飼養：分娩前後的雌貓、性成熟的雄貓、生病或受傷的貓、檢疫及適應期的貓、因實驗目的需單獨飼養的貓。每隻貓的建議飼養空間如表 24-3。

表 24-3　貓的建議飼養空間

體重（公斤）	地板面積/動物（平方公尺）	高度（公分）	備註
≦4	0.28	60.8	貓隻喜愛高架棲息平台，並提供較充裕的垂直高度
＞4	0.37	60.8	

單獨飼養或小群飼養，每隻貓的飼養面積約為 0.3-0.5 平方公尺，以及足夠的垂直空間。設置供動物休息的高於底板的高架平台、遮蔽用紙箱或籃子、遠離休息區和餵食區的供排泄用的貓沙盆，以提供貓的心理及生理層面的舒適感。通常幼貓對玩具的接受度高，但是對性成熟的公貓，則以提供能觀察外界動態的視窗較為合適，方便能觀看走廊或建築物外頻繁的人、物活動來紓解環境壓力。巢料需清潔衛生且為可拋棄式，乾淨的碎布或軟墊是常用的巢料。

在小群飼養時，需注意是否能提供足夠使貓隻隱藏及逃避的空間。這使貓隻能擁有小型地盤、並在遭受其他貓攻擊時能撤退至安全的避難所。其次是需有垂直活動的空間，以便貓隻在高處休息、懸吊、攀爬窗戶的邊框等，同時透過窗戶進行屋外觀察。

單獨飼養的貓籠常以 4 至 6 個為一組，安裝於移動式籠架上。籠舍通常以不鏽鋼製成，每個飼養籠的內部需有貓沙盆、水盆、伸展身體的活動空間、以及高架平台。

貓舍大環境維持恆溫恆濕並提供良好的通風，建議條件如表 24-4：

表 24-4　貓的飼養環境條件

溫度	18-29℃
溼度	30-70%
換氣次數	10-15 次/小時
光照	150 lux

貓的呼吸道疾病是貓飼養設施內最棘手的問題之一，良好的環境溫度、濕度控制及增加換氣次數可有效減低呼吸道問題。貓在 15-30℃環境中皆可適應，但是低溫高濕、或超過 20 公分/秒的罅隙風，則可能對貓造成緊迫而誘發呼吸道疾病。

實驗用貓的飼養，需符合下列三個飼養環境條件，以滿足貓的心理及生理需求。1、環境的複雜性及正面的刺激（提供探索的樂趣）；2、環境中難以預測的程度（滿足好奇心）；及 3、可控制或選擇性活動的機會。有些動物設施使用貓薄荷（*Nepeta cataria*），約 50% 的貓對貓薄荷中含有的荊芥內酯（nepetalatone）呈現反應。這種香氣如同大麻一般吸引貓，透過貓的嗅覺產生麻醉性及興奮性。

(四)清潔及餵食

貓飼養區域應隨時保持乾淨舒適的飼養環境。環境的清潔不僅是清理排泄物或清洗飼料槽，由於貓隻疾病的傳播與貓所處的環境有關，因此需儘可能清除環境中貓的呼吸道分泌物、排泄物、皮屑、毛髮，以減低疾病傳播的機會。貓沙盆需每天清潔或更換貓沙。飼養籠最少每 2 週應更換或徹底清潔。以水盆裝填新鮮的飲用水，水盆應每日清洗且每週消毒 2 次。進行環境的清潔及清洗工作時，貓隻應暫時離開清潔區域。

貓採取機會性進食，也就是說牠們會適應可以取得食物的機會而進食。成貓每日 1-2 次餵食，但是懷孕母貓及幼貓則需增加餵食次數。貓對食物非常挑剔，不新鮮或已經有貓隻食用後剩餘食物，往往造成其他貓隻拒吃。常見的飼料有三種類型：乾、半乾及罐頭飼料，每日供應新鮮食物是維持食慾的基本原則，在固定的餵食時間，餵食 20-30 分鐘後，清除剩餘的食物並清潔飼料槽，其他時間則提供數次小碗乾飼料給貓隻食用，這遠比以大型飼料槽裝滿食物全天候供貓隻任食為佳。

季節變換或者環境緊迫時，有些貓出現毛球問題，牠們不斷的舔舐毛髮，堆積在胃部形成毛糰，導致間續性嘔吐，此時可給予化毛膏治療毛球問題。

(五)動物標示及資料保存

常用的標示法有刺青、皮下訊號發射器、頸圈、籠舍標示卡等。大多數的貓皆擁有不同的花紋與毛色，群居飼養時可以外貌、皮毛辨識個體。

任何標示方法皆應於動物進入設施第一天完成。標示卡上可記錄多項資料，包括研究人員的基本資料及聯絡方法、動物的來源、品種品系、性別、年齡、編號、飼養日期、體重、實驗摘要或研究審查通過編號等。

每一動物個體皆應建立一份病歷資料，個別紀錄所有檢疫內容、每週一次的臨床檢查、每年一至兩次的健康檢查、疾病診斷、治療、預防、麻醉等資料。

四、營養

如上述貓是肉食動物，必須攝取足夠的肉製品。依據美國 National Research Council 於 1986 年建議，成長中貓的營養需求，每日蛋白質需求量約為 11.4 公克，包括：arginine 478 毫克、histidine 144 毫克、isoleucine 239 毫克、leucine 574 毫克、lysine 383 毫克、methionine 和 cystine 359 毫克、phenyaline 和 tyrosine 407

毫克、threonine 335 毫克、tryptophan 72 毫克、valine 287 毫克、taurine 19 毫克。脂肪中 linoleic acid 0.24 公克、arachidonic acid 9.53 毫克，以及其他礦物質與維生素。食物的適口性決定於蛋白質的品質、脂肪的新鮮度及食物的組成，貓喜歡食物有變化，對不同的蛋白質來源接受度亦高。離乳後，食物的攝取型態逐漸固定化，因此從幼貓發展社會化時期，就開始讓牠們食用不同的食物。勿餵食生羊肉或生雞肉，以防止傳染弓蟲的危險性，亦勿餵食冰冷的飼料或罐頭，所有食物需回復常溫後才使用。腐臭的脂肪不僅降低適口性，而且有氧化維生素 E 作用，引發維生素缺乏而導致貓的脂肪炎。

五、運輸

運輸動物前應事先確認運輸條件、籠子大小、運輸溫溼度、交通時間等。遠距離離運輸時，每 12 小時提供飲水、每 12-24 小時提供食物。運送時盡量使用配有空調的交通工具，否則至少提供適當的遮蔽物，避免動物直接暴露於外在環境。夏季運輸動物時，尤其要注意高溫及緊迫問題，建議於 30℃以上的環境溫度中運輸動物，運送時間不要超過 4-6 小時，如超過時途中應補充飲水，以免動物熱中暑。

運輸籠大小需符合動物體型大小、方便轉身及躺臥，材質堅固不易破損，可防止排泄物流出籠外(可鋪吸水性強的木屑或看護墊)，並要透氣性佳、容易觀察，一般建議約長 65 公分、寬 40 公分、高 40 公分。爲降低緊迫，於運送前一天先將運輸籠置於貓的欄舍內，使貓能在運輸籠留下氣味標誌、熟悉並適應。

雖然運輸對貓是很大的緊迫，但儘可能不使用鎮定劑。接收貓的動物設施或實驗室需爲新進貓提供有適當遮蔽物的飼養場所。貓到達當日，將裝有貓的運輸籠直接放置欄舍內，打開運輸籠的門，人員離開欄舍，接下來需等待讓貓自行決定何時跨出運輸籠，探索新的環境。房舍內部需保持安靜，並備有可以躲藏的遮蔽物。在貓有足夠時間習慣新環境、並在房舍內活動之前，人員盡量勿接近或抓取貓。使用鎮定劑會使貓的感官的靈敏度降低，延遲貓對新環境的適應度。

六、檢疫及適應

研究人員可由兩種來源取得實驗貓：(一）專門進行實驗貓生產的繁殖場；及（二）將流浪貓進行收容、馴化後作為實驗貓之用。SPF 微生物等級的貓體內需無特定病原菌的抗體，如呼吸道皰疹病毒、卡里西病毒、披衣菌、貓白血病病毒(FeLV)、貓免疫缺陷病毒(FIV)、冠狀病毒(FIP)以及內外寄生蟲等。

SPF 微生物等級的貓，應隔離適應約 2-3 週，之後施打疫苗才進入飼養區。非 SPF 微生物等級的貓，例如由動物收容所取得者，則隔離檢疫四週。亦可依據貓的健康狀況，於必要時實施 8 週的隔離，進行疾病診斷、治療及預防措施，以免不慎感染原已飼養在設施內的動物。

非 SPF 微生物等級貓的建議檢疫程序，如表 24-5。

表 24-5　非 SPF 微生物等級貓的建議檢疫程序

動物到達程序： 1.由獸醫師或資深飼養人員依照動物訂購單上的項目清點送達的動物是否符合需求。年幼、老年、生病動物或不符合研究需求的動物則直接送回供應商。 2.外觀觀察、性別辨識、秤重、標示、製作健康紀錄表。
到達後檢疫及適應程序： 1.噴灑外用殺蟲劑。 2.進行全身性理學檢查：耳鼻口等五官、內外寄生蟲、呼吸道...等。如發現耳疥蟲、內外寄生蟲、感染等狀況，則給予適當的處理及預防性治療。 3.提供食物及飲水，觀察攝取量 4.進行每日觀察，注意貓是否有疾病症狀，必要時進行個別診斷及治療，或者安樂死。 5.正常情況下，2 週後施打疫苗。
移入飼養區前程序： 1.進行全身性理學檢查 2.進行糞便檢查 3.依據研究需求，必要時進行血液或尿液檢查
一般注意事項： 1.不同來源、不同批次的新進動物應隔離飼養。注意硬體環境、空調、飼養設備，以確保工作人員的安全與避免疾病擴散。 2.進行長期實驗的貓，需每年追加注射疫苗(1.皰疹病毒 2.卡里西病毒 3.披衣菌肺炎 4.貓瘟小病毒 5.貓白血病病毒，五效合一)，及驅除內寄生蟲。

七、經由貓媒介之人畜共通傳染病

經由貓媒介之人畜共通傳染病，主要有 6 種，如表 24-6。

表 24-6　經由貓媒介之主要人畜共通傳染病

疾病	症狀(人)	處理	控制及預防
Campylobacter	下痢	尋求醫師處理	避免糞便污染
沙門氏桿菌症	下痢、敗血症	尋求醫師處理	避免糞便污染
內寄生蟲-圓蟲類	仔蟲移行至臟器	尋求醫師處理	避免糞便污染
黴菌	圓形禿、病灶區的皮膚角質化	尋求醫師處理	接觸動物後徹底清潔雙手
弓漿蟲症	孕婦流產及畸形胎兒	尋求醫師處理	懷孕婦女需配戴口罩、手套後才可以接觸貓的排泄物及餵食之生肉
貓抓熱	局部淋巴結病變	尋求醫師理，可預防性服用抗生素	避免遭受貓的攻擊，以較安全的方式處理攻擊性強的貓

八、獸醫照顧

(一)常見疾病

下列是常誘發或惡化疾病的傳播因素：過度擁擠的飼養密度、房舍通風不良或換氣次數不足、低溫高濕的環境、清潔衛生條件差、營養不良、混合飼養各種不同來源的貓，以及心理、生理、環境的緊迫等。貓的行為及表現顯示出個體的健康狀態，健康的貓顯示警惕的舉止、輕巧及自由的移動，對週遭環境及食物表示好奇心，常常舔舐清理自己的皮毛，擁有清潔的眼睛、耳朵、嘴巴及皮毛，而生病的貓則顯現多量的分泌物(眼、耳、鼻、尿道口)、流涎、嘔吐或下痢、捲縮身體、活動量降低等。

1、呼吸道疾病

疾病	症狀	處理	控制及預防
貓病毒性鼻氣管炎(cat flu)： 1.皰疹病毒 2.卡里西病毒	發燒、打噴嚏、膿漾眼鼻分泌物、結膜炎	補充營養及水分，處理繼發性感染問題	施打疫苗，隔離病貓
披衣菌肺炎	打噴嚏、眼鼻分泌物、角膜炎	Tetracycline, doxycycline	施打疫苗，隔離病貓

2、血液-淋巴系統疾病

疾病	症狀	處理	控制及預防
貓泛白血球減少症；貓瘟	發燒、下痢、脫水、白血球下降	補充營養及水分，處理繼發性感染問題	施打疫苗，隔離病貓
貓病毒性免疫缺陷症(FIV)	無明顯病症。於免疫抑制及繼發性感染時有明顯臨床症狀。	安樂死	
貓白血病(FeLV)	淋巴瘤或骨髓造血不全性貧血、較少有免疫抑制現象	安樂死	施打疫苗
貓傳染性腹膜炎(FIP)	腹水-腹圍擴大、胸腔積液-呼吸困難(溼式)；肉芽組織化腹膜炎(乾式)	安樂死	感染動物不一定發病，需控制緊迫、營養、飼養環境等誘因，以降低發病機會

3、消化道疾病

疾病	症狀	處理	控制及預防
球蟲症	血痢、脫水	磺胺藥	減低緊迫、加強衛生
Campylobacter	下痢、脫水	紅黴素、輸液	減低緊迫、加強衛生
沙門氏桿菌症	發燒、下痢、脫水、敗血症	輸液、抗生素	減低緊迫、加強衛生
內寄生蟲	下痢、消瘦、貧血	驅蟲藥	

4、皮毛及皮膚疾病

疾病	症狀	處理	控制及預防
黴菌感染	圓形脫毛	黴菌藥	減低緊迫、加強衛生。幼貓在約 30 天左右會自行復原。
跳蚤感染	有跳蚤及其排泄物	貓藥浴、防蚤滴劑、環境噴藥	加強環境衛生及消毒

(二)麻醉、止痛及術後照顧

1、麻醉

(1)注射型麻醉藥物

操作容易，價格便宜，但是購買及使用此類藥物應至管制藥品管局申請相關證件。

對於神經質或攻擊性強的貓，常使用可肌肉或皮下注射給藥的麻醉劑。

A、Ketamine HCl：它是屬於解離型麻醉劑，注射後使動物進入強制性昏厥狀態，嚴格說來它並不是真正的麻醉劑，止痛及肌肉鬆弛效果差，在臟器或深部組織的止痛效果不佳。Ketamine 溶液的 pH 值較低，因此對組織的刺激性大，易引發動物的疼痛感。

Ketamine 常與其他鎮靜劑合併使用，例如 xylazine(Rompun™)、acetylpromazine (Acepromazine™)和 diazepam(Valium™)是常用藥物。Xylazine 是 α-2- adrenergic agonist 鎮靜劑，鎮定及肌肉鬆弛效果良好，亦有短效的止痛效果，但是由於它有催吐作用，故使用前動物需禁食。Acepromazine 可降低個體對環境的生理反應而產生鎮定作用，常用來做為動物保定用藥。Diazepam 有鎮定、抗經攣效果，但是止痛效果不佳，有時不同動物會產生興奮或抽蓄反應。

B、Zolazepam HCl /Tiletamine HCl 混合麻醉劑(Zoletil™)：Tiletamine HCl 屬於解離型麻醉劑，Zolazepam HCl 為肌肉鬆弛劑，兩者合而為一，麻醉及肌肉鬆弛效果佳，麻醉持續時間亦較長。

C、其他麻醉藥物及參考劑量如表 24-7。

(2)吸入型麻醉藥物

對動物安全、副作用低，但是價格昂貴，需配合附有汽化器的麻醉機使用。

A、Halothane：最常使用的吸入性麻醉劑，價格便宜、麻醉效果良好，但是它具有肝毒性，因此操作時需在空調系統良好，且能有效排除 halothane 廢氣的場所進行動物麻醉。

B、Isoflurane：使用上較 halothane 安全，且對身體代謝影響較低，但 是價格較 halothane 貴。

2、止痛

由於貓對類鴉片止痛劑的超興奮反應以及無法有效代謝 NSAID 類藥物，長

表 24-7　貓常用麻醉藥物劑量參考表

適用條件及藥物	劑量	投予途徑
麻醉前給藥		
Atropine	0.03-0.045mg/kg	SC
Glycopyrrolate	0.02 mg/kg	IM、SC
鎮靜及保定		
Ketamine	5-10mg/kg	IM
	2.2-4.4 mg/kg	IV
Ketamine/Midazolam	5-10 mg/kg+0.2 mg/kg	IM
Acepromazine	0.03-0.125mg/kg	IM、SC
Diazepam	0.1-0.3mg/kg	IV
	0.2-0.4 mg/kg	IM
Xylazine	0.04-0.9mg/kg	IM
Tiletamine HCl/Zolazepam HCl	0.1-0.3mg/kg	IV
	5 mg/kg	IM
麻醉		
Ketamine	22-33mg/kg	IM
Ketamine/Acepromazine(10:1)	10-25mg/kg(以 ketamine 劑量計算)	IM
Ketamine/Xylazine 追加 ketamine 劑量	10mg/kg+1mg/kg 4-8mg/kg	IM，先投予 xylazine，10-20 分鐘後再投予 ketamine
Ketamine/Medetomidine	5-20mg/kg+40-100μg/kg	IM
Ketamine/Medetomidine/ Butorphanol	5mg/kg+80μg/kg + 0.4mg/kg	
Halothane	誘導麻醉：3-4%	IH
	維持麻醉：1-1.5%	IH
Isoflurane	誘導麻醉：4-5%	IH
	維持麻醉：1-3%	IH
止痛		
Morphine	0.1-0.2mg/kg q8h	IM、SC
Butrenorphine	0.01-0.02mg/kg q8h	SC
Flunixin meglumine	0.5-2.2mg/kg q24h	IM、IV
Oxymorphone	0.02-0.1mg/kg q6h	IM、SC
Carprofen	4mg/kg q24h	IV SC
	1-2mg/kg q12h	PO
Ketoprofen	1-2mg/kg q24h	IM、SC、PO
Meloxicam	0.3 mg/kg q24h	SC
	0.05 mg/kg q24h	PO
拮抗藥		
Yohimbine(拮抗 Xylaxine)	0.1mg/kg	IV
Atipamezole (拮抗medetomidine)	0.05mg/kg	IM
Nalaxone	0.005-0.02mg/kg	IV

IV：靜脈注射；IM：肌肉注射；SC：皮下注射；PO：口服；IH：吸入

久以來貓被誤認為不適合使用止痛劑。但是在術前或術後給予適量的類鴉片止痛劑，可加速麻醉甦醒並減低疼痛感。止痛藥的使用不應採取“必要時才使用”的措施，而是依照止痛藥標準使用量及使用程序給予。

3、術後照顧

動物麻醉或手術後，需安置於安靜、溫暖、乾淨的環境中甦醒。可準備柔軟乾淨的臥墊、保溫燈或保溫墊供動物保暖，並勿製造噪音。

(三) 安樂死

安樂死的最終目的是讓動物無知覺、無痛苦的快速死亡。最常使用於貓的安樂死方法為靜脈注射過量的巴比妥鹽麻醉劑（sodium pentobarbital，120-200mg/kg）。對於溫馴的、社會化的貓而言，這是簡單、緊迫度低的方法，但是未社會化、神經質、攻擊性強的貓，並不容易安全、有效地進行進行靜脈注射，對於後者，較適用的安樂死方式為先以保定籠或保定袋保定後，肌肉注射 katamine HCl/xylazine 混合藥劑，待動物被鎮定，再由頸靜脈或頭靜脈以過量巴比妥鹽麻醉劑注射。其它安樂死方法與藥物劑量，請參考 2007 Report of the AVMA panel on euthanasia。

九、實驗技術 - 動物保定、採樣及投藥方式

(一) 動物保定

將貓從籠內移出或短距離移動時，可用一隻手掌抓牢貓的頸部，並在提起貓的同時，用另一手撐起貓後腿及臀部，接著將撐住後腿的手朝貓的後腿及臀部滑動，並以拇指及中指扣住貓後腿，再以食指穿過後腿中間避免雙腿受到壓迫。保定貓時，需將貓靠近保定者胸部，頭朝上，並以保定者胸部作為支撐，且貓需維持正立並背對保定者。

另一種常用的保定法為夾子固定術 (clipthesia)，用彈簧夾、衣夾或紙夾夾住貓隻背部的皮毛使貓無法動彈。這種方式可以安全地保定 50% 貓隻，以進行採血或注射等操作，事後只需將夾子移除即可。

如需對動物施以中度保定，可將動物背朝保定者並安置於穩固的檯面（如檢驗檯），同時以雙手分別抓握動物的前腿及後腿。此時可用食指穿過動物的 2 腿間，可達到更佳的效果。另外，可用抓握動物前腿的手輕輕靠壓動物下顎下方，實施此一動作時，需提防被動物咬傷。如需另一隻手抓握動物頭部時，可用膠帶固定動物的腿部，即可空出一隻手。

如動物不易保定，可將動物置入帆布或尼龍製的保定袋中。保定袋可調整至剛好圍住動物頸部並可露出動物頭部，保定者可由保定袋的拉鍊開口處接近動物的四肢，如果沒有保定袋，也可利用厚毛巾將動物身體包住。

對於不易保定的動物，捕獸器是最後才可採行的方式。捕獸器一般為 5 英呎長的竿子，竿子的一端有可收縮的套環，套環是套於動物前胸、約為前腿後方的區域，但不可直接套於動物頸部。除非情況緊急，否則儘量不要使用捕獸器，且當動物被鎮靜或壓制後，即需立刻鬆開捕獸器。

較強硬的物理性保定法，通常都會使原本無侵略性的貓變得狂躁並攻擊人員。因此，當不適合採用物理保定方式時，應採用化學保定法，由獸醫師執行藥

物注射使動物鎮靜或麻醉。

(二) 採樣

貓常採取之樣品為血液及尿液。常用採血部位為頸靜脈或前肢的頭靜脈，如需多次採血，則需麻醉後以外科手術的方式放置頸靜脈導管。採血前採血部位先剃毛，再以 70％酒精消毒後執行。

許多方法可以採取貓隻尿液，放置導尿管、膀胱擠壓、膀胱穿刺等方法，在長期重複採樣下易造成組織損傷，較理想的方式是先訓練貓養成在乾淨的收集盆上排尿的習慣，再進行實驗。導尿管採集尿液需進行鎮靜或麻醉，貓採取側躺姿勢，用無菌導尿管經尿道導入膀胱取得尿液，由於公貓的尿道較細窄，因此收集尿液較母貓困難。亦可以按壓腹部壓迫膀胱排尿，或者以無菌針筒直接由腹部進行膀胱穿刺取得尿液，執行後者操作時，穿刺部位需先剃毛與消毒。

(三) 投藥

如將藥物混合食物餵，幾乎所有的貓會拒吃。在兩人保定下，可餵食藥丸或膠囊。用拇指及食指壓住上下顎關節處，將貓頭上揚，另一隻手壓下貓的下顎，使貓張開嘴巴，將藥丸快速塞入舌頭中央喉嚨中，閉合嘴巴，按摩喉頭部刺激貓吞嚥，較大的藥丸需分割成小塊餵食。餵食液體時則將液體滴在舌頭上令貓舔舐及吞嚥，每次 2-3 滴，避免貓被嗆到。

注射時需小心保定貓隻，將貓放置操作台上，使用前述保定方式保定。皮下注射常用部位為頸背部和肩膀處，肌肉注射則選擇後大腿，靜脈注射則由前肢頭靜脈給予。

參考文獻：

1. Brent J.Martin. (1997) The laboratory cat. CRC press.
2. Guide for the Care and Use of Laboratory animals, (2010)8th edition. National Academic Press, U.S.A.
3. James, A.E. (1995) The laboratory cat. ANZCCART News,8(1):1-8.
4. McCune, S. (1995) Enriching the environment of the laboratory cat. AWIC Resource Series No.2-Environmental Enrichment Information Resources for Laboratory Animals, Birds, Cats, Dogs, Farm Animals, Ferrets, Rabbits, and Rodents2:27-33。Full Text: ttp://www.nal.usda.gov/awic/pubs/enrich/labcat.htm
5. McCurnin,D.M., Poffenbarger,E.M. (1991) Small Animal Physical Diagnosis and Clinical Procedures. W.B.Saunders.
6. Robert Hubrecht, James Kirkwood, (2010) The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals. 8th edition, Wiley-Blackwell.
7. The Experimental Animal in Biomedical Research-Care, Husbandry, and Well-being. An Overview by Species.1996, CRC Press.
8. Rochlitz, I.,(2005) Comfortable Quarters for Cats in Research. Institutions. Full Text: http://www.awionline.org/pubs/cq02/Cq-cats.html

第二十五章　靈長目實驗動物

一、靈長目的分類與壽命

靈長目動物大約有 191 種，主要分佈在赤道到南北迴歸線的區域內，在生物學上的分類屬於哺乳綱（Mammal）靈長目（Primate）。靈長目又分為原猴亞目（Prosimian）（51 種）以及類人猿亞目（Anthropoid）兩個亞目。原猴亞目包括較低等的狐猿（Tarsier）、狐猴（Lemur）、懶猴（Lorises）、指猴（Ave-aye）等。類人猿亞目又分為捲尾猴科（Cebid）(37 種)、狨科（Marmoset）(33 種)、猴科（Colobine & Cercopithecine）(58 種)、長臂猿科（Gibbons）(7 種)、猩猩科（Apes）(4 種)以及人科（Human）(1 種)。

圈養動物性成熟比野生環境下的同種動物要來的早,可能是在圈養的情況下有足夠的食物供應所致。大多數的猴科跟狨科動物，不到兩歲就性成熟；捲尾猴的性成熟約是三到五歲之間。類人猿性成熟要到七至十歲之間。圈養的環境下，靈長類的壽命比野外的動物來得長；原猴類能活十到十八年，而猴科的壽命超過 20 年，類人猿則可活到 30 歲甚至更長。

二、靈長目動物的檢疫

（一）檢疫之目的

1.保護人類免於人畜共通傳染病的傳染；2.保護已飼養的動物免於外來疾病的感染；3.確保輸入動物之健康。

（二）國內現行輸入動物之作業程序

靈長類目前國內列為保育類動物，進口申請人需向林務局申請進口同意函→核發→提具申請書向動植物檢疫局申請輸入檢疫條件→核發→向輸出國動物檢疫機構申請動物檢疫證明書→辦理輸入→輸入地轄區（基隆、新竹、台中、高雄）分局申報檢疫：需隔離者→至指定隔離場所進行檢疫

（三）檢疫條件

1.該野生動物須在輸出國之飼養場飼養至少六個月，並於輸出前經輸出國政府動物檢疫人員檢查其健康情形良好並無任何疫病象徵。

2.該野生動物輸出前，應在輸出國政府動物檢疫機構指定監督下之隔離檢疫設施內隔離檢疫十四天，並施行下列疫病診斷試驗，其結果應為陰性。

(1)結核病(Tuberculosis)：結核菌素皮內接種反應試驗

(2)登革熱(Dengue fever)：血清中和試驗(第一至第四型)

(3)黃熱病(Yellow fever)：血清中和試驗(若未接種疫苗)

(4)馬來絲蟲(Malaysia filarial)：血液塗抹檢查

(5)瘧疾原蟲(Malaria)：血液塗抹檢查

(6)人類之痢疾阿米巴(Human dysentery ameba)：遠心沉澱法糞便檢查

(7)糞小桿線蟲(Strongylus spp.)：遠心沉澱法糞便檢查

(8)獼猴 B 病毒(Herpes virus B)：ELISA 試驗

(9)其他臨時指定之疫病診斷試驗：上述疫病之診斷試驗，亦得根據國際畜疫會之報導或有關疫情資料，證實該輸出國五年以上未發生時，免予實施。另

自薩伊、蘇丹、菲律賓進口恆河獼猴(Rhesus)、馬來猴(*Macaca fascicularis*)、非洲綠猴(Green monkey)尚需加列二項疫病診斷試驗，其結果應為陰性。

a)伊波拉出血熱(Ebola hemorrhagic fever)：間接免疫螢光抗體反應試驗。

b)拉薩熱(Lassa fever)：間接免疫螢光抗體反應試驗。

3.該野生動物應以清潔並經政府認定之消毒藥品消毒之安全容器加封裝運，亦不得於運輸途中追加裝載飼料、墊料及其他動物。

4.該野生動物輸入時應檢附輸出國政府動物檢疫機構簽發之動物檢疫證明書(正本)，並以英文具體記載第一項至第三項之內容。

（四）檢疫的注意事項與程序

1.注意個人安全之防護：人員須穿防護衣、面罩、手套、鞋套以及眼罩。從一間檢疫室到另外一間檢疫室，需更換一組防護衣。而人員需做完整的健康檢查。天花(Small pox)、脊髓灰質炎(Poliomyelitis)、狂犬病(Rabies)以及結核病等，需接種疫苗以防止感染。

2.餵食和飲水：一天餵食兩次，並給予充分之飲水，通常剛到的動物會有體重不足的情形，應該給予多一點的食物需求比例，以避免低血糖的情形產生。

3.環境之清潔：地板一個禮拜至少用漂白水或其它有效清潔劑做消毒清潔。

4.健康評估

(1)糞檢：目的在測試腸內寄生蟲，特別為阿米巴屬(*Entamoeba sp.*)，而南美洲猴特別容易感染線蟲(Nematoda)，如狨猴。

(2)糞材細菌培養：主要針對沙氏桿菌(Salmonella)、志賀菌(Shigella)、彎曲桿菌屬(Campylobacter)以及耶爾森菌屬(Yersinia)做培養，大猩猩對前兩者特別有感受性。

(3)血清學診斷：主要測試弓蟲(Toxoplasma)、反轉錄病毒(Retrovirus)、副感冒病毒(Parainfluenza)、痲疹(Measle)、猿免疫不全病毒(SIV)和肝病毒(包括 A、B、C 三型)。而黑猩猩是除了人類之外，唯一對於三型肝病毒均有感受性之靈長類。舊大陸猴均要檢測獼猴 B 病毒，菲律賓來的恆河猴都要測試伊波拉病毒。

(4)血清生化值：一般常態檢測，剩餘血清冷凍於-80℃保存，以供對照。

(5)要測完整的 CBC 值。

(6)血液抹片：是否有血液寄生蟲感染，如絲蟲和瘧疾原蟲。

(7)結核菌測試：注射結核菌素於動物上眼瞼皮下，第一個月要做一次的結核菌測試，間隔 30 天以上做第二次，第三個月結束時再做一次，要連續都是陰性反應才可以確定無結核病。不能給予 Isoniazid，以免結核菌測試受影響。

(8)胸腔 X 光片：檢查動物是否有存在胸腔及肺部的病灶。

(9)外寄生蟲檢查：如果有須進行驅蟲。

(10)一般理學檢查：秤重、聽診、觸診，特別是腹部和淋巴結的檢查，是否有預示結核病的肝、脾或淋巴結腫大。觀察動物的呼吸狀況、有無分泌物，由牙齒的生長和磨損情形判定年齡，做好紀錄。

5.疫苗給予：檢疫期間或檢疫結束後通常會給予疫苗接種。

三、靈長目實驗動物的疫苗計畫

目前並沒有關於靈長類正規的疫苗計畫，下表是根據美國類人猿科學會所建議，對於非人靈長類所實施的疫苗計畫：

十至十六週齡—小兒麻痺#1， MMR#1，破傷風類毒素(Tetanus toxoid) #1；1 個月後—小兒麻痺#2，MMR #2，破傷風類毒素 #2；六個月後—MMR#3，破傷風類毒素 #3；六月齡時—狂犬病疫苗

註: MMR—麻疹，德國麻疹(Rubella)，腮腺炎(Mumps)三合一疫苗

四、靈長目實驗動物的日常照顧

適當的籠舍與管理對於動物的健康、生長與繁殖，以及工作人員的健康與安全是非常重要的。對於相關研究的資料可信賴性的影響與重要性。

（一）飼養欄舍

1.欄舍設施的需求—必須滿足下列要求

(1)空間足夠供給動物進行自然的活動，維持適當的姿勢、移動和休息。能讓動物維持體溫，排尿、排便，甚至能繁殖。

(2)不必擔心動物的逃逸

(3)容易照顧，可提供食物和水，容易更換與清潔。適當的換氣。

(4)乾燥而清潔的設施，不可以有鋒利的邊緣或突出物。

2.居住環境符合動物福利

環境豐富化—著眼於動物福利、社會行為、以及環境的多樣化，引入較多樣化的設施，營造多元化的環境，提昇動物福利。

3.空間的需求

空間的需求，能滿足較佳的繁殖需求，提供生理代謝、遺傳基因與行為學的研究。可參考的空間大小如表 25-1。

表 25-1 實驗室內飼養非人靈長類建議空間大小

體重（kg）	面積/動物 (㎡)	高度（cm）
狨猴,猴子,小型類人猿		
小於 1	0.15	50.8
1- 3	0.27	76.2
3 - 10	0.39	76.2
10 - 15	0.54	81.3
15 - 25	0.72	91.5
25 - 30	0.90	116.2
30 以上*	1.35	116.9
大型類人猿		
小於 20	0.90	139.7
20 - 35	1.35	152.4
35 以上*	2.25	213.4

*大於 35 公斤的動物需要更大的空間

4.圈養中的活動—建構三度空間的設施，以提供動物運動的機會。

（二）欄舍環境的需求

必需考量靈長類動物特殊的特質和每一個動物的飼養史。

1.微環境與整體環境

圍繞在動物其週遭感受最直接與立即的環境變化，即為微環境；包括溫度、溼度與空氣的組成。欄舍所處的房舍環境，則為整體環境。例如二氧化碳、氨的含量，懸浮物的含量，欄舍內都要較房舍內為高。其間的差異，受到欄舍設計極大的影響。監測微環境與整體環境的差異，是非常重要的。

2.溫度與溼度

溫度與溼度是對於動物生理與行為影響最大的因子。理想的空調系統要能隨著季節性的氣候變化，適時的調整溫溼度。對於老年與兩歲以下的個體，或治療中的靈長類病房，其溫溼度的維持尤其重要。如表 25-2。

表 25-2 實驗室內圈養靈長類動物適合的溫度與溼度

靈長類的分類	溫度（℃）	溼度 (%)
狨猴	24 - 27	40 - 70
恆河猴, 長尾猴,綠猴等	27 (夏天)；23 (冬天)	40 - 70
日本,台灣獼猴等	27 (夏天)；20 (冬天)	40 - 70
黑猩猩, 長背猿, 蜘蛛猴等.	24 - 27	40 - 70

3.噪音

動物造成或因餵飼行為所產生的噪音,可以透過欄舍適當的設計加以改善。如果持續暴露於 85 分貝以上的環境中，會造成聽力受損，造成心理的壓力引起高血壓。較吵鬧的物種，例如黑猩猩與長臂猿，就必須與其他物種隔離，或選用適當隔音材質。避免提供會製造噪音的材料給動物、增加欄舍的緩衝設施，可以有效降低噪音。

4.環境的控制

靈長類適當的飼養環境指標，如表 25-3 所示。而表 25-1 及表 25-2 所示的條件，可應用於動物戶外環境的指標。須根據不同的物種、房舍的不同和實驗的需求不同，做適當的調整。能調控光照時間長短，以控制日夜間長度，將光照時間控制在 12 至 14 小時，黑暗時間控制在 12 至 10 小時的設施；對於夜行性的靈長類，做日夜週期倒置的調整時，是最基本的需求。

表 25-3 溫溼度之外的環境指標，建議參考值..

環境因子	正常指數
換氣率	10-15/hr(100%新鮮空氣) *
光照度	距地面 40 至 85 公分高度間的光照度至少有 150 – 300 lux
噪音	音量必須低於 60 分貝
氣味	空氣中氨的濃度必須低於 20 ppm

*：依據 NRC（U.S. National Research Council） 指南

（三）食物和水的供應

1.餵飼

有關數種靈長類動物的基礎代謝率，列於表 25-4。

表 25-4 靈長目動物的基礎代謝率

種別與發展時期	基礎代謝率 (Kcal/ day/ kg BW)
松鼠猴，嬰兒	300-600
松鼠猴，成猴	100-300
恆河猴, 1 月齡	270
恆河猴, 1 歲	190
恆河猴老年	130
恆河猴，成年	40-50
日本獮猴，成年	48-55
狒狒，成年 (雌性)	53-72
黑猩猩，未成年	100-120
黑猩猩，成年	50-60

每日食物的需求量，依物種的不同和圈飼的條件不同而異，基本上如表 25-4、表 25-5 的資料，與管理員的經驗而定。飼養於單獨籠舍內的個體，如果食物是餵飼在籠舍之外，無法吃到的食物也必須計算在每日的供應量中。表四之外的物種，無法依著表四的資料推算每日的給食量，可以試著推估基本的餵食量。哺乳動物每日每公斤體重的基礎代謝率為 70 乘以體重的 0.75 次方。當其須有基本活動需求時，則基本需求則增加為 140 乘以體重的 0.75 次方。食物的需求也必須依著個體發育的階段、肥胖或消瘦情形給予適當的調整。

表 25-5 .商品化猴科飼料營養成分

商品名	ASa	SPS[*,a]	CMK-2[b]
形狀	小顆粒	短桿狀	球形
每百克重量顆粒數量	Ca. 53	Ca. 640	Ca. 68
營養成分表 (100 克重)			
水分 (g)	8.2	7.7	8.7
粗蛋白 (g)	28.2	25.1	20.4
粗脂肪(g)	9.5	10.6	4.6
粗纖維(g)	2.5	3.0	4.2
粗灰份(g)	2.5	5.9	6.1
可溶性分不含氮物質(g)	44.5	47.8	56.0
熱量 (Kcal/100g)	376	387	347

a：Oriental Yeast Industry, Co. ltd.,

b: Japan Clair Co. ltd.

*：小型捲尾猴類和原猴類用

2.飲水－供作實驗的動物需供應新鮮、無污染的飲用水。下列的條件必須列入考量。

(1) 給水設施的清潔－大部分的實驗動物都是以自動給水設施提供飲水，這樣的設施必須定期進行清潔，避免阻塞。

(2) 如果飲水的供應管線不是持續流動的水流，強烈的建議，至少每週能開啟管路末端的排放閥，將整個給水管路系統中的水，完全沖出。
(3) 飲水是透過供水系統由壓力調節水箱所供應的，此壓力調節水箱必須定時地以清水補充。
(4) 新引進的動物須接受使用自動給水設施的訓練，初期必須謹慎的觀察，以確定新進動物是否能得到足夠的水分。
(5) 一個籠子內有一隻以上的動物，要有兩支的飲水管。
(6) 必須定期的監測水質中微生物以及化學物質等污染，以確保水質的穩定與安全。

3.飼料

(1) 食物必須儲存在地板之上。儲存的區域不可以被陽光直接曝曬到溫度與溼度必須嚴格的控制。最高的儲放溫度是攝氏 15 度。
(2) 顆粒料製造後超過 90 天以上，可能會出現變質與營養成分流失的情形。必須在飼料上標示購買時間，並依著標示時間的先後順序使用。
(3) 易腐敗的食物，必須冷藏保存。
(4) 針對食物中的病源菌進行檢測是有必要的。
(5) 食物暫存的區塊，對於有害的昆蟲必須警覺。顆粒料在未密封的情形下，在高溫潮濕的環境下，在數天內就會發霉。顆粒料不建議放在原來聚乙烯的容器底暫時存放，須放在乾淨、乾燥、空的容器內。
(6) 水果和蔬菜必須經過清水清洗，以除去殘留的農業用藥和泥土。
(7) 運送食物的桶子、籃子或容器，使用後，須在工作區以消毒藥水浸泡消毒，再以清水清洗乾燥。

4.其他

(1) 個體辨識與記錄－動物以紋身、壓克力名牌標示和皮下植晶片來確認個體身分。紀錄卡上需具備每一隻動物，在動物設施動物舍的位置，必須維持的基本需求。安樂死也必需向委員會及動物中心提出「安樂死報告」。動物設施將相關資料彙整註記，留下紀錄。
(2) 停電的緊急處理與假日的照顧－工作人員需要熟悉緊急狀況的處理與可以請求協助的單位與聯繫的人員。工作人員必需閱讀過「安全手冊」:
    (a)注意預防動物逃脫。脫逃事件所可能造成對人員、動物的傷害，以及事件發生後的處理流程，須先行評估及規劃。
    (b)重大災害發生時的應變方式需預作規劃，例如：地震、火災。一但發生緊急狀況，須採取立即的行動，保護實驗中的靈長類並避免意外發生。
    (c)注意及確認可能停電的時間，緊急電源供應的最低需求，尤其是飲水供應系統和溫控系統的運作。因為電力中斷可能導致冷卻系統、空調系統、滅菌槽、水槽及供水馬達當機。
    (d)不分假日與否，每日例行的工作，包括餵食、供水、動物觀察、籠舍檢查，都必須執行如常（防逃與減少傷害）。

（四）消毒

所有的區域都必須清潔與經常性的消毒。墊料需要一周清理更換 2 至 3 次。清潔人員需著口罩、雨鞋、手套，髮罩等防護裝備，衣物需定時消毒更

換。表 25-6 是常用於動物欄舍與設施的消毒藥水及其特性。表 25-7 是不同設施選用的消毒藥水與使用方法參考。工作人員洗手以萬毒滅(四級氨)、洛華盛(chlorhexidine)、碘液等低刺激性消毒劑清洗後,再以清水清洗、烘乾或以擦手紙擦乾。相關的廢棄物依照各相關法規規範的處理流程處理。

使用消毒藥水時,濃度、效力、特性與使用的設備,都需要注意。對於房舍與設施的消毒,建議以福馬林燻蒸、次氯酸、碘劑或四級氨消毒劑消毒。

表 25-6 消毒藥水及其特性

	使用濃度	病毒	細菌孢子	抗酸菌	G(+) 細菌	G (-) 細菌	黴菌	附註
乙醇	70-90%		×	O	O	O	O	刺激性
甲醛燻蒸	15-20ml/m^3	O	O	O	O	O	O	刺激性、腐蝕性、能穿透蛋白質
可皂化的甲酚溶液	3-5%	×	×	O	O	O	O	有機物存在時有效、腐蝕性及皮膚刺激性
四級氨鹽	0.05-0.1%	*	*	×	O	*	O	與肥皂同時使用無效,無刺激性
次氯酸	100-200ppm	O	O	O	O	O	O	有機物存在時效果較差
碘劑	50-100ppm	O	O	O	O	O	O	金屬腐蝕性、染色、蒸氣有毒
Chlorhexidine (Hibitane)	0.1-0.5%	*	*	*	O	O	*	無刺激性、低毒性
穀氨酸鹽基乙醛	2%	O	O	O	O	O	O	高毒性、容器需要有蓋子、不可吸入

O: 有效,*: 低效,×: 無效

資料來源:"Q&A: Diseases and Sanitation of Experimental Animals", Kagiyama N. et al., Seishi-shoin, Tokyo, 1985); trade names in parentheses.

表 25-7 對動物設施所建議的消毒滅菌流程

項目	方法
餵食器、捕捉網、清潔工具	噴灑 3% 甲酚液, 次氯酸鈉液或 0.1%碘消毒液* 再以清水清洗
個別籠舍、攜型箱、保定椅	噴灑 3% 甲酚 液, 次氯酸鈉液或 0.1%碘消毒液* 再以清水清洗.
運輸車輛	噴灑 3% 石炭酸液, 次氯酸鈉液 0.1%碘消毒液* 再以清水清洗
工作服與帽子	高壓蒸氣消毒 (2 大氣壓, 120 度, 20 分鐘)

口罩**	高壓蒸氣消毒 (2 大氣壓, 120 度, 20 分鐘)
膠鞋與橡膠圍巾	浸泡或噴灑 0.1%碘消毒液* 0.1%碘消毒液*,噴灑次氯酸鈉液或 2%石炭酸液再以清水清洗
橡膠手套**	手套穿過後需浸泡在 0.1%碘消毒液*或 3%石炭酸液, 次氯酸鈉液後，清洗晾乾後，灑滑石粉使用

*: 碘劑的商品名－ Diazane, Microclean, 等.

**: 建議使用拋棄式口罩和橡膠手套

五、靈長目動物常見傳染性疾病

（一）細菌性疾病

1.結核病：結核病分為人型、牛型、鳥型三種，靈長類動物對三種類型的結核桿菌都有可能感染，不過感染鳥型的報告較少。臨床診斷的主要依據包括了正在排膿的淋巴結或無法解釋的後肢癱瘓。例行性的結核菌素皮內測試也是很重要的檢查方法。一旦發現動物感染了結核病，採取檢測陽性撲殺的方式。

2.腸炎：跟腸炎有關的最常見兩種病原菌是志賀氏桿菌與沙門氏桿菌，可以引起明顯的症狀，可能使宿主成為無症狀的帶菌者。寄生蟲也可能和細菌一起引起腸炎。

3.破傷風：容易發生在接觸泥土環境的靈長類動物，像松鼠猴、恆河猴等。得破傷風的動物特徵是病態僵硬，隨後可見到伸肌僵直、牙齒緊閉、以及角弓反張等情形，罹患破傷風的動物死亡率大概為 80-100%。預防接種破傷風類毒素可以有效的減少破傷風的發生。

4.肺炎：肺炎常在檢疫的第一個月中被發現，可能跟環境突然的改變有關。繼發性的肺炎，發生在麻疹或瀰漫性的肺臟寄生蟲的動物。罹患肺炎的動物，可見到咳嗽、呼吸困難的情形，但有許多動物，肺炎已經擴散，仍呼吸正常。

（二）病毒性疾病

目前已知有七十多種病毒是其他靈長類所特有的，大多數在猿猴不會引起臨床疾病。礙於本章篇幅，僅以已發展出疫苗(人類使用)的病毒性疾病作介紹：

1.猴痘：感染恆河猴、食蟹猴、黑猩猩、非洲綠猴、長臂猿等動物，由呼吸感染。感染動物有發熱、面部浮腫、在手腳、前後肢、口、舌以及咽喉等部位有中央凹陷的疹丘，在食蟹猴死亡率約 50%。

2.副黏液病毒(副流感病毒)(Paramyxovirus)：感染赤猴、食蟹猴、狨、長臂猿等動物，由呼吸道感染。造成肺炎、咳嗽、厭食、昏睡等症狀，新到的赤猴中有 75%的死亡率。

3.麻疹：感染恆河猴、食蟹猴、台灣獼猴、黑猩猩、非洲綠猴、長臂猿、狒狒、狨等。症狀有面部浮腫(Edema)、全身性丘疹(Papules)、結膜炎(Conjunctivitis)、間質性肺炎(Interstitial pneumonia)等。新引進的靈長類感染主要來自於人，野生的靈長類很少有麻疹的抗體。預防的方法為施打預防針，麻疹與其他細菌併發肺炎時，動物的死亡率增加。

4.流行性腮腺炎：感染黑猩猩、原猴、其他的類人猿等動物，會造成嚴重的腮腺炎、咽和軟顎糜爛，傳染源可能來自於人，預防方法為接種疫苗。

5.狂犬病病毒：感染恆河猴、捲尾猴、食蟹猴、黑猩猩、狨等動物，會造成麻痺型的神經損傷、當動物受到刺激會有攻擊性的行為產生。潛伏期可長達 100 天到 180 天，預防方法為注射死毒疫苗。

6.德國麻疹：感染紅猴、食蟹猴、恆河猴、大猩猩、黑猩猩、狒狒、非洲綠猴、狨等動物，會造成懷孕母獸死產，流產而導致幼兒的損失。預防方法為注射疫苗。

（三）營養性疾病及治療

商品化的靈長類飼料開發之後，因營養不均衡，導致營養性疾病的發生的機會已顯著減少，但是因為製作失誤、存放不當或研究藥物導致等因素，致使臨床上出現營養性的疾病症狀。

1.維他命 A 缺乏其臨床症狀為生長遲滯(Stunted growth)、乾眼病(Xerophthalmia)、角膜炎(Keratitis)、皮膚炎(Dermatitis)、乾燥的皮毛(Dry hair coat)、死產(Stillbirths)、生產障礙(Birth defect)。治療：每天給予 5000IU 國際單位維他命 A 直到症狀解除。

2.維他命 B1 缺乏其臨床症狀為腸炎、腳氣病(Beriberi)、身體消瘦(Emaciation)；慢性 B1 缺乏，可見從明顯用後姿走路姿態，到下半身癱瘓。治療:靜脈或肌肉注射 25mg thiamine，並配合每天飲食的給予可快速改善症狀。

3.B12 及其他維他命 B 群缺乏其臨床症狀為，B12 缺乏出現大球性貧血(Macrocytic anemia)、乾燥易碎皮毛(Dry brittle hair coats)、沮喪(Depression)、運動失調(Ataxia)。治療：供給所需量。維他命 B 群缺乏其臨床症狀為生長遲滯、皮膚炎、脫毛(Alopecia)、舌炎(Glossitis)、發情週期停止(Cessation of estrus cycle)或睪丸萎縮(Testicular atrophy)。治療：每天供應維他命 B 群可以改善臨床症狀。

4.Niacin 缺乏其臨床症狀為角化過度、舌炎、腸炎、沮喪和死亡。治療：每星期 10~15mg 可以改善症狀。注意：Niacin 服用過量將導致全身出現紅斑，血壓下降。

5.Pyridoxine (B6)缺乏其臨床症狀為低色性貧血(Hypochromic anemia)、皮膚炎、繁殖力差(Infertility)、繁殖障礙、抽搐(Convulsions)。治療：飲食中每天應供給 1.5~2mg。

6.Pantothenic acid 缺乏其臨床症狀為體重減輕(Weight loss)、腳壓會痛(Tender feet)、皮膚炎、易過敏(Irritability)、抽慉。治療：肌肉或靜脈注射給予 20~40mg calcium pantothenate。

7.Biotin 缺乏其臨床症狀為脫毛、皮膚炎、消瘦、易過敏或致死。治療：每天 20mg 可以改善臨床症狀。

8.維他命 C (Ascorbic Acid)其臨床症狀為下痢、牙齦出血(Hemorrhage of the gums and gingival)。治療：每天服用 25mg 可以改善臨床症狀，此症狀在飼養的動物不常見。注意：過度給予可導致 diarrhea。

9.維他命 D 缺乏：飼養的靈長類動物常見，其臨床症狀為跛行、關節疼痛種大、食慾缺乏、生長遲滯、血鈣血磷低下、骨骼系統異常、病理性骨折、下身麻痺、完全的去礦物質化－鐮刀型脛骨(Sickle shin)、腕部下墜(Dropped wirst)、駝背(Kyphosis)(通常發生同時 Vit D 及鈣缺乏，但此時鹼性磷酸酶量非常

高)。治療：1.25 I.U. D3 能預防及制止病況的繼續。 注意：過度攝取會造成動脈粥樣化及間質性腎炎

10. 維他命 E-Selenium Complex 缺乏其臨床症狀為，急性期－貧血、肌紅素尿(Myoglobinuria)、全身肌肉衰弱(General muscular weakness)、肌肉萎縮(atrophy of skeletal muscle groups)、胰腺泡管狀上皮細胞萎縮(Pancreatic fibrosis with epithelial atrophy of the acinar and ductal epithelium)及肝細胞纖維化壞死(Hepatic necrosis-fibrosis)為特殊的病理變化。慢性期症狀－嚴重貧血、骨纖維化營養不良(Fibrous dystrophy of skeletal)、心肌疾病(Cardiac muscle)。治療：肌肉或靜脈注射每磅 0.05ml 的維他命 E in selenium，每日飲食 Vit E 需增加 50 到 60 I.U.，selenium 需增加到 50 至 200 I.U.(per animal per day)。
11. 鈣缺乏其臨床症狀為骨骼系統去礦物質化(Skeletal demineralization)、病理性骨折(Pathological fractures)、慢性鈣不足:NSH(營養二次性副甲狀腺亢進)、鹼性磷酸酶提高、骨發育不良、易骨折、上下顎骨纖維化分離及牙齒脫落。治療：calcium gluconogalactogluconate 和 basic aluminum carbonate gel 口服，每公斤 2.2ml 每天 2 至 3 次。
12. 鐵缺乏其臨床症狀為產生低色性小球貧血(Hypochromic, microcytic anemia)、沮喪、肌肉黏膜蒼白、食慾缺乏、低血球容積比(Low hematocrit)及低血紅素。治療：口服或皮下肌肉注射鐵劑，飲食中應包括鐵(5~20mg)和血基質(B12、葉酸、銅、維他命 E 和維他命 C)。
13. 鉻缺乏其臨床症狀為,造成葡萄糖耐量異常(Deficiency of the glucose tolerance factors)及低血糖(Hypoglycemia)。治療：飲食中需含鉻 50 到 200ug/每天。
14. 鋅和碘缺乏其臨床症狀為鋅缺乏時舌頭背面角質化、可能會脫毛，過度鈣及維他命 D3 會干擾動物對鋅的吸收，惡化鋅缺乏症狀。碘缺乏生長遲滯、甲狀腺腫大、先天性缺陷、繁殖障礙和呆小症
15. 銅缺乏其臨床症狀為缺乏造成長尾猴及金獅猴的低染色性(Hypochromatrichia)、狒狒的動脈瘤(Aortic aneurysm)。過度銅攝取：肝功能障礙。

六、靈長目動物的醫療訓練

靈長類具有高度的智商且情感豐富，學習能力強，又接近人類，是人類醫學中相當重要的實驗動物,其攻擊性和調皮的個性常造成飼養與醫療管理上的困擾。施行醫療訓練，可改善操作上緊迫的影響。

（一）訓練對象與訓練者應注意事項：

大部分飼養的靈長類皆可進行醫療訓練，對於不同種的靈長類進行訓練時，訓練方式會有差異。對個性特別膽小、易緊張、神經質、兇猛的個體，訓練時也需要格外注意。進行訓練的人員，主要以動物管理員、動物訓練員及獸醫為主，經由獸醫師或研究人員指出需要，針對需求擬定計畫，進而依照目標進行訓練。

（二）訓練之基本原則與方法：

1. 設定的目標要一步一步慢慢來；一次只能訓練一個項目；過程中給予手勢和聲音加強印象。當動物做完動作時要給予正面的語氣鼓勵他。

2.在訓練新的項目時舊的項目可先暫緩；訓練之前要有周詳的計畫；如果計畫不能實行則適當的改變計畫。

3.在訓練期間不要改變訓練員，訓練期間不要無理由的停止；當訓練狀況不好時則暫停訓練新的項目。

（三）訓練中常犯的錯誤：

訓練的過程常常會使動物有壓力，而表現的不好。這些壓力常來自於訓練者太過急切或過分要求且缺乏足夠的經驗。

1.尋求快速達到目標，訓練進行的太快。忘了動物是隨時在學習的。在訓練的目的尚未完全成功前，就要求動物配合。沒有用聲音來加強動物的印象。

2.對同一動物同時有一個以上的訓練者進行訓練。以自己的立場預設動物的立場。訓練者的反應太興奮或太強烈。要求動物再配合一次。

3.進行新的項目時，完全停止舊的項目。訓練者與獸醫師缺乏溝通。認為訓練計畫成功後，可由任何人來接手。

七、靈長目動物之醫療照顧

適當的醫療照顧包括：(一) 每日的觀察每一個動物來評估他們的健康和福利；(二) 預防，控制，調查和治療動物的疾病和創傷處；(三) 提供實驗室研究人員協助處理，保定，麻醉，止痛以及安樂死；(四) 手術的觀察安排以及術後的照顧；(五) 安樂死；(六) 屍體處置。

（一）臨床實驗動物技術員使用及管理動物，須由獸醫師指導、使用主要的動物實驗室器材。

（二）疾病預防

1.以種類，來源，以及健康狀況來分隔：以種類，來源，以及健康狀況來作隔離的基礎依據，用以預防種間的病毒傳染，並且確保實驗結果的可靠性。

2.疾病監視和控制：每天須觀察是否有任何異常。迅速向獸醫師報告，以確保動物，可以受到適當的照顧。有傳播疾病的徵兆，應該與其他的動物隔離。如果整個房間都被發現被病原感染的話，應將他們放置在一起，在診療的過程中不要讓他們到別的籠子，並給予適當的照顧和控制。病原如可藉由任何媒介傳遞。不管是日常用品或是身體組織，應該確認沒有污損下使用。

（三）手術以及術後照顧

手術必須在適當的麻醉和止痛下才能執行。在侵入式和暴露身體體腔的大型的手術，或是製造身體上或生理功能實質損傷的操作，應該要實行精確的消毒作業。在手術後，麻醉恢復中，適當的給予輸液、止痛藥，和其他的藥物。

（四）麻醉與止痛

正確的使用麻醉和止痛劑，是兼顧科學和人性的一個必要條件。獸醫師應該提供使用藥物的意見。肌肉鬆弛或是麻痺性藥物並非麻醉藥物，不可以單獨使用。表 25-8 是常用麻醉劑的列表。

（五）安樂死

安樂死是「使動物迅速的在無意識狀態下死亡，動物卻不會感到痛苦的方法」。可減輕動物的痛苦和悲傷，還有減少死亡前痛苦的時間。即使是有執照的人，也應該定時提昇他們的技術。

表 25-8　一般的全身麻醉藥

	Ketamine HCl (Ketalar)	Pentobarbital(Nembutal, Somnopentyl)	Isoflurane（Forane）
投予方式(劑量)	靜脈注射(2-3 mg/kg) 肌肉注射(10-15 g/kg)	靜脈注射 (20-25 mg/kg BW）	吸入 (less than 3%)
生理作用			
呼吸系統	幾乎沒影響	呼吸抑制	有時抑制
循環系統	血壓增加 脈搏增加	血壓下降，脈搏影響小	血壓改變少見
骨骼肌肉反射	肌肉無法放鬆	肌肉放鬆	肌肉放鬆佳
安全範圍	廣	中等	窄

安樂死需要注意的事項:

所有步驟都需小心，不要讓動物感到不必要的痛苦。應該注意其他也要安樂死的動物，避免引起他們不必要的焦慮。安樂死應該採取避免動物痛楚和壓抑的情況下來作業。讓動物進入無意識的過程，應該盡量減短。要確定動物是否已死亡，而不只是看呼吸是否終止，需檢查心跳是否也停止。工作人員執行安樂死時，要避免涉及相關的情感因素。

1.安樂死時機

(1)生病或是受傷的動物，經獸醫師診斷後，確定無法康復，且沒有辦法減少痛苦; 或是感染了高度危險病原的動物。

(2)動物進行侵入性試驗，沒有機會恢復正常，必需遭受痛苦度過餘生。

(3)動物用以研究的目的，無選擇餘地，必需犧牲(為實驗而死)。為了要維繫有限的實驗的動物，應該嘗試過所有其他的可能性之後，動物才可以處以安樂死。

2.安樂死的方法

(1)基本的方法－巴比妥酸鹽對大部分的動物都有效，而且可以使其迅速死亡。除了切身相關的人外，應禁止觀看安樂死的進行。屍體應該用不透明的袋子拿走。

(2)犧牲動物：犧牲動物採取樣本，需依照「實驗動物照護及使用委員會或小組」的指示。幫助動物脫離痛苦，採用下面描述的步驟(a)或(b)。

(a)用 Ketamine HCl 和巴比托鈉鹽的綜合來麻醉：至少 10mg/kg 的 Ketamine HCl 注入動物大腿(臀部)和臂部的肌肉。在完全的麻醉和靜止不動的狀態下，搬移到解剖桌上，並給至少 20mg/kg 的巴比托鈉鹽做靜脈注射。動物漸漸不掙扎並放鬆，表示動物已經受到麻藥的影響。解剖雙側頸動脈使大量出血。必要的話，切開胸腔來讓他停止呼吸。迅速的殺死動物之後，確定心跳和呼吸停止，也要檢查瞳孔。取出樣本或內臟。

(b)單獨使用巴比托鈉鹽：自臂部或四肢靜脈（至少 25mg/kg)。使動物在深度的麻醉下被相信無法感到痛苦或難過。在研究目地下執行安樂死，應該的只有在無法避免的情況下。樣本應該在確定死亡之後立即處理。然而，若在實驗目的需要之下，樣本處理可以在步驟完成之後開始，這是由「實

驗動物照護及使用委員會或小組」同意。動物在前面步驟後應該快速的處理。

（六）屍體處置

1.實驗後的犧牲：所有的實驗後的犧牲，取樣和其他的步驟，應在符合效率的觀念下使用屍體（多重使用）之下實行。任何屍體若有感染獼猴 B 病毒的疑慮，應該在解剖室中，將有感染的和沒有感染的屍體分開。在完成屍體的處置後，解剖的器具，解剖桌，地板，以及其他器材一定要清洗和消毒。屍體和其他廢棄物應該要放入袋子裡火化。最後，手套和其他的衣服應該要在解剖室中消毒。手術用具在搬移的時候一該要非常小心，必免血液從容器中漏出。血液或其他物質若持續殘留或黏在地上或牆上，應該要清洗掉適當的消毒。

2.非實驗造成的死亡：遇到非實驗室造成死亡的情況，應執行屍解，以防傳染病。醫生須立即執行屍解，注意使否有感染疾病。應該要有預防病原體感染的措施。準備好任何病理的樣本，火化應該以最快的速度完成。

3.屍體的運送：屍體的表面在運送之前先消毒。裝在適當的乙烯基袋子中儲藏，防止滴漏身體組織液等。強烈建議以冷凍的環境運送。以包裹好的狀態下運送到解剖室，在沒有作好完善的措施前不可隨意搬離。剝皮之前，屍體應浸入消毒液中。如果浸泡屍體會干擾該樣本的品質，可在消毒前小心的取樣。作為樣本保留原樣的組織，應該浸入甲醛水溶液(formalin 防腐劑)，酒精或其他消毒液體，製做標本。用過的袋子等和剩下的身體組織，應該置於乙烯基袋中並立即火化。工具與服裝在屍體處理好後立即消毒。

注意事項：消毒液應該使用甲醛、次氯酸或碘酒。

參考文獻

1. 洪昭竹(1992) 實驗動物醫學, 獸醫學要覽, 中華民國獸醫學會編印.
2. Fiennes, R.N. (1972) Patholigy of simian primates. Part Π: Infectious and parasitic diseases. Published by S. Karger.
3. Jones, T.C., U. Mohr, Hunt, R.D. eds. (1993) Nonhuman Primates. Springer-Verlag: New York, NY, 2 vol..
4. Kagiyama N. et al.,(1985) ”Q&A: Diseases and sanitation of experimental animals", Seishi-shoin, Tokyo.
5. Kirkwood, J., Stathatos, K. K.(1992) Biology, Rearing, and Care of Young Primates. Pergamon Press: Oxford; New York, NY, 154p..
6. Mench, J.A. Krulisch, L.(1990) Well-being of Nonhuman Primates in Research. Scientists Center for Animal Welfare: Greenbelt, MD, 86p. 1990.
7. Napier, J.R. and P.H. Napier. (1967) A Handbook of Living Primates. Published by Academic Press U.S.A
8.National Institutes of Health Office of Animal Care and Use.(1991) National Institutes of Health Nonhuman Primate Management Plan. National Institutes of Health: Bethesda, MD, 49p.

9. National Research Council (1998) The Psychological Well-being of Nonhuman Primates. National Academy Press 168p Washington, DC U.S.A.
10. National Research Council Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. (1996) National Academy Press, Washington, D.C.U.S.A.
11.Nobuo Shigehara (2003) Guide for the Care and Use of Laboratory Primates. 2nd ed. Printed & Published by the Primate Research Institute, Kyoto University Nov.
12.Rush, T.C. (1959) Diseases of laboratory primates. Published by W. B. Saunders.

附表一 靈長目動物血液生理參考值

紅血球參考數值

動物 俗名(學名)	RBC ($10^6/mm^3$)	HGB (gm%)	P.C.V. (%)	MCH (pg)	MCV (μm^3)	MCHC (%)
灌叢嬰猴(*Galago senegalensis)* (Bush baby)	3.40-7.44	13.6-20.4	40-51	19.04-27.49	63.42-81.04	30.4-40.0
褐狐猴(*Lemur fulvus*)	7-9	13-15	40-46	—	—	—
環尾狐猴(Ring-tailed lemur) (*Lemur catta*)	7-7.5	14-16	48-52	—	—	—
棉頭絹猴(*Saguinus geoffroyi*)	4.04-7.7	11.7-18.0	36.1-60.7	27.4-30.6	90.4-100.8	28.3-35.1
松鼠猴 (*Saimiri sciureus)*	7.4-11.3	12.0-18.0	42.0-57.0	—	57.0-60.0	32.0-34.0
粗短尾猴(Stumptailed macaque)(*Macaca arctoides)*	4.5-6.0	12.2-19.2	39.32-56.0	—	—	—
恆河猴 (*Macaca mulatta)*	5.0-6.0	11.3-13.4	37.0-42.0	22.0-28.0	71.0-87.0	30.0-34.0
黑蜘蛛猴(Black spider monkey)(*Ateles geoffroyi)*	3.50-4.92	10.8-14.4	34-47	29.1-30.9	93.9-97.8	30.3-31.8
紅蜘蛛猴(Red spider monkey) (*Ateles geoffroyi)*	3.75-3.85	11.4-11.5	36-37	29.9-30.4	96.0-96.1	31.1-31.7
狨猴Woolly monkey	—	—	35-40	—	—	—
白喉卷尾猴(White-tailed capucin) (*Cebus capucinus)*	4.15-6.68	12.4-19.8	40-63	26.6-34.3	92.5-99.0	27.2-36.1
紅面吼猴(Howler monkey) *(Alouatta villosa)*	4.14-5.07	12.3-14.7	39-51	29.0-29.7	91.6-100.6	28.8-32.1
長臂猿(Gibbon) *(Hylobates* spp.*)*	—	—	45-50	—	—	—
金剛猩猩(Gorilla) *(Gorilla gorilla)*	4.56	12.5-15.2	39-50	27.20	75.64	28.68
黑猩猩(Chimpanzee) *(Pan troglodytes)*	5.19	15.8	49.5	26.65	88.85	30.0
紅毛猩猩(Orangutan) *(Pongo 源pymaeus)*	4.42	13.4-15.2	41-46	25.50	88.13	28.90

白血球參考數值

動物 俗名(學名)	WBC ($10^3/mm^3$)	NEUT. (%)	LYMPH (%)	M (%)	B(%)	E(%)
灌叢嬰猴	3.63-16.5	10-70	25-70	5-10	—	1-10
褐狐猴	8-11	25-35	50-60	—	—	—
環尾狐猴	7-9	25-35	55-65	—	—	—
棉頭絹猴	7.1-14.7	58.4-80.6	16.7-38.9	0-2.6	0-1	0-2
松鼠猴	5.0-16.0	19.0-77.0	9.0-74.0	1.0-13.0	0-2	0-2
粗短尾猴	3.9-14.69	28.8-31.42	61.87-67.35	0-12	0-5	0-5.15
恆河猴	8.64-15.5	31.0-43.5	52.0-63.7	0.72-2.3	0	2.2-4.0
黑蜘蛛猴	8.9-31.2	33-87	9.0-62.0	0-4	0-1	0-8
紅蜘蛛猴	5.0-8.9	73.0	26	1	0-1	0-1
狨猴	11-14	63	32	3	2	0
白喉卷尾猴	6.3-34.3	47-70	25-50	0-4	0-1	0-5
紅面吼猴	8.2-20.4	43-65	32-53	0-4	0-1	0-4
長臂猿	8-11	55	35	5	5	0
金剛猩猩	7.5-13.5	55-80	12-36	3-7	0-1	0-2
黑猩猩	10.4	55	38	5	0-1	0-2
紅毛猩猩	10.9-14.6	68-83	10-22	3-8	0-1	0-4

血液生化參考值

動物俗名 （學名）	TOTAL PROTEIN (gm%)	ALB. (gm%)	GLOB. (gm%)	BUN (mg%)	GLUC (mg%)	CHOL (mg%)
灌叢嬰猴	6.4-7.6	3.37-4.48	1.78-3.79	19-21	—	—
褐狐猴	7-8	—	—	17-18	310	—
環尾狐猴	7-8	5.1-5.4	—	12-15	—	—
松鼠猴	6.8-9.7	4.4-4.8	—	17.8-38.5	75.5-93.9	—
恆河猴	6.16-7.0	3.48-5.38	1.90	15.88-28.88	44.7-78.9	124.7-198.7
粗短尾猴	7.86	2.91-3.07	4.69	19-24.20	74.24-77.46	129.1-137.9
狒狒	6.7-8.0	2.6-3.6	1.6-5.3	9.0-13.0	94.0-95.9	86-109
金剛猩猩	7.16-9.90	4.98	2.18	11.2-30.0	61.0-90.0	312-353.40
黑猩猩	7.41-7.50	3.28-4.1	3.46	15.16-30.0	65.77-68.0	210.61-255.0
紅毛猩猩	7.50-8.6	3.10-4.44	3.06	5-14.45	73-98	183-340
棉頭絹猴	4.4-7.6	1.9-8.6	2.5-3.0	8-20	65-110	—

動物俗名 (學名)	SGOT (units)	ALK.P (units)	SGPT (units)	BILI (mg%)	CL (mEq/L)	NA (mEq/L)
灌叢嬰猴	—	—	—			
褐狐猴	9-13	—	30-40	—	109-111	156-160
環尾狐猴	16-24	—	50-60	—	112-113	164
松鼠猴	143-249	7.4-37.4	12-332	—	107.9-123.5	141.9-158.8
恆河猴	20.5-35.5	4.35-14.65	8.4-32.0	0.15-0.57	98.0-118.3	145-171
粗短尾猴	29.1-30.4	12.8-16.7	25.9-26.6	0.44-0.46	91.6-108.4	104.0-188.0
狒狒	11.0-36.2	10-19	14-28	0.30-0.33	102.7-110.3	143-149
金剛猩猩	27.20-54.0	20.0-30.0	13-20	0.05-1.0	94.0-99.40	135-140
黑猩猩	25.44-61.66	22.09	20.38-45.00	0.1-0.4	94.0-97.72	138.11-140
紅毛猩猩	11.27-18.0	18.33-48.0	8.90	0.28-0.5	97-100	138-143
棉頭絹猴	48.0-99.7	3.6-39.9	—	0.0-2.11	98-110	150-187

動物俗名（學名）	K (mEq/L)	URIC ACID(mg%)	CA (mg%)	P (mg%)	PBI (mg%)	T_3 UPTAKE	CREATININE (mg%)
灌叢嬰猴							—
褐狐猴	6-7	—	—	5-7	—		—
環尾狐猴	6.5	—	—	—	—		—
松鼠猴	4.3-6.3	0.7-1.3	8.8-10.5	3.2-6.6			—
恆河猴	3.9-5.5						
粗短尾猴	3.1-8.8						
狒狒	3.8-5.4	0.7-1.6	7.9-10.8	3.6-7.7	2.6-6.6	21-46	
金剛猩猩	4.02-4.3	2.2-2.8	9.8-10.9	3.8-5.2	—	—	0.98
黑猩猩	3.74-4.3	3.0-4.51	8.43-10.9	3.8-5.44	—	—	1.16
紅毛猩猩	3.70-4.07	1.90-3.05	9.39-9.8	3.3-6.4	—	—	1.24
棉頭絹猴	3.6-5.2	3.0-6.0	9-10.5	2.5-4.7	—	—	0.6-1.1

靈長目動物之血液氣體及酸鹼值參考值

	pH	PCO_2	PO_2	HCO_3	TOTAL CO_2	SOURCE	HG
動脈							
蜘蛛猴	7.292	43.6	88.4	20.7	22.1	Femoral artery	13.6
Hamadryas baboon	7.159	66.4	85.6	22.1	24.2	Femoral artery	11.5
Gibbon	7.52	25.5	304.37	13.63	14.2	Femoral artery	13.5
合趾猴(Siamang)	7.33	42.2	153.0	21.3	22.6	Femoral artery	12.5
靜脈							
灌叢嬰猴	7.38	44.0	62.8	24.8	26.2	Jugular vein	16.5
蜘蛛猴	7.36	45.0	56.0	24.0	25.4	Femoral vein	13.1
阿拉伯狒狒 (Hamadryas baboon)	7.26	45.1	62.1	19.9	21.6	Femoral vein	11.0
紅毛猩猩	7.294	51.2	42.7	24.3	26.0	Femoral vein	14.0

附錄一

動物保護法

- 中華民國87年11月4日總統(87)華總(一)義字第8700224370號令制定公布全文40條
- 中華民國89年5月17日總統(89)華總(一)義字第8900118404號令修正公布第2條條文
- 中華民國90年1月17日總統(90)華總一義字第9000007530號令修正公布第6、12、22、28條條文
- 中華民國90年12月21日總統(90)華總一義字第9000252780號令修正發布第23條條文
- 中華民國93年1月7日華總一義字第09200248361號令修正發布第12、14、31條條文
- 中華民國96年7月11日總統華總一義字第09600088031號令修正公布第30、31條條文
- 中華民國97年1月16日總統華總一義字第09700002551號令增訂第14條之1、第20條之1、第4章之1、第22條之1、第22條之2及第25條之1條文；並修正第3條至第5條、第7條、第9條、第10條、第12條、第13條、第15條、第16條、第18條、第20條至第23條、第25條及第27條至第33條條文
- 中華民國99年1月27日總統華總一義字第09900020011號令增訂第27條之1條文；並修正第5條、第12條、第14條、第21條、第22條之2及第28條條文

第一章　總則

第一條　為尊重動物生命及保護動物，特制定本法。

動物之保護，依本法之規定。但其他法律有特別之規定者，適用其他法律之規定。

第二條　本法所稱主管機關：在中央為行政院農業委員會；在直轄市為直轄市政府；在縣 (市) 為縣 (市) 政府。

第三條　本法用詞，定義如下：

一、動物：指犬、貓及其他人為飼養或管領之脊椎動物，包括經濟動物、實驗動物、寵物及其他動物。

二、經濟動物：指為皮毛、肉用、乳用、役用或其他經濟目的而飼養或管領之動物。

三、實驗動物：指為科學應用目的而飼養或管領之動物。

四、科學應用：指為教學訓練、科學試驗、製造生物製劑、試驗商品、藥物、毒物及移植器官等目的所進行之應用行為。

五、寵物：指犬、貓及其他供玩賞、伴侶之目的而飼養或管領之動物。

六、飼主：指動物之所有人或實際管領動物之人。

七、寵物繁殖場：指為供商業用途而培育、改良或繁殖寵物之場所。

八、虐待：指除飼養、管領或處置目的之必須行為外，以暴力、不當使用藥品或其他方法，致傷害動物或使其無法維持正常生理狀態之行為。

九、運送人員：指以運送動物為職業者。

十、屠宰從業人員：指於屠宰場宰殺經濟動物為職業者。

第二章　動物之一般保護

第四條　中央主管機關應遴聘專家、學者、相關機關及立案之民間動物保護團體代表，定期研擬動物保護政策及本法執行之檢討相關事宜；其中專家、學者及立案之民間動物保護團體不具政府機關代表身分者，不得少於遴聘總人數之三分之二。

第五條　動物之飼主，以年滿二十歲者為限。未滿二十歲者飼養動物，以其法定代理人或法定監護人為飼主。

飼主對於其管領之動物，應依下列規定辦理：

一、提供適當之食物、飲水及充足之活動空間。

二、注意其生活環境之安全、遮蔽、通風、光照、溫度及清潔。

三、提供法定動物傳染病之必要防治。
四、避免其遭受惡意或無故之騷擾、虐待或傷害。
五、提供其他妥善之照顧。
飼主飼養之動物，除得送交動物收容處所或直轄市、縣（市）主管機關指定之場所收容處理外，不得棄養。
第六條　任何人不得惡意或無故騷擾、虐待或傷害動物。
第七條　飼主應防止其所飼養動物無故侵害他人之生命、身體、自由或財產。
第八條　中央主管機關得指定公告禁止飼養、輸出或輸入之動物。
第九條　運送動物應注意其食物、飲水、排泄、環境及安全，並避免動物遭受驚嚇、痛苦或傷害。
經中央主管機關公告之動物種類，其運送人員應經運送職前講習結業，取得證書，始得執行運送業務。
前項運送人員經運送職前講習結業並執行業務後，每二年應接受一次在職講習；其運送人員講習、動物運送工具、方式及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。
第十條　對動物不得有下列之行為：
一、以直接、間接賭博、娛樂、營業、宣傳或其他不當目的，進行動物之間或人與動物間之搏鬥。
二、以直接、間接賭博為目的，利用動物進行競技行為。
三、以直接、間接賭博或其他不當目的，而有虐待動物之情事，進行動物交換或贈與。
四、於運輸、拍賣、繫留等過程中，使用暴力、不當電擊等方式驅趕動物，或以刀具等具傷害性方式標記。
五、於屠宰場內，經濟動物未經人道昏厥，予以灌水、灌食、綑綁、拋投、丟擲、切割及放血。
六、其他有害社會善良風俗之行為。
第十一條　飼主對於受傷或罹病之動物，應給與必要之醫療。
動物之醫療及手術，應基於動物健康或管理上需要，由獸醫師施行。但因緊急狀況或基於科學應用之目的或其他經中央主管機關公告之情形者，不在此限。
第十二條　對動物不得任意宰殺。但有下列情事之一者，不在此限：
一、為肉用、皮毛用，或餵飼其他動物之經濟利用目的。
二、為科學應用目的。
三、為控制動物群體疾病或品種改良之目的。
四、為控制經濟動物數量過賸，並經主管機關許可。
五、為解除動物傷病之痛苦。
六、為避免對人類生命、身體、健康、自由、財產或公共安全有立即危險。
七、收容於動物收容處所或直轄市、縣（市）主管機關指定之場所，經通知或公告逾十二日而無人認領、認養或無適當之處置。
八、其他依本法規定或經中央主管機關公告之事由。
中央主管機關得公告禁止宰殺前項第一款之動物。
任何人不得因第一項第一款所定事由，有下列行為之一：
一、宰殺犬、貓或販賣其屠體。
二、販賣經中央主管機關公告禁止宰殺動物之屠體。
依第一項第七款規定准許認領、認養之動物，不包括依第八條公告禁止飼養或輸入之動物。但公告前已飼養或輸入，並依第三十六條第一項辦理登記者，准由原飼主認領。

第十三條　依前條第一項所定之事由宰殺動物時，應以使動物產生最少痛苦之人道方式為之，並遵行下列規定：
一、除主管機關公告之情況外，不得於公共場所或公眾得出入之場所宰殺動物。
二、為解除寵物傷病之痛苦而宰殺寵物，除緊急情況外，應由獸醫師執行之。
三、宰殺收容於動物收容處所或直轄市、縣 (市) 主管機關指定場所之動物，應由獸醫師或在獸醫師監督下執行之。
四、宰殺數量過賸之動物，應依主管機關許可之方式為之。
中央主管機關得依實際需要，訂定以人道方式宰殺動物之準則。
經濟動物之屠宰從業人員，每年應接受主管機關辦理或委託辦理之人道屠宰作業講習。
第十四條　直轄市、縣（市）主管機關應依據直轄市、縣（市）之人口、遊蕩犬貓數量，於各該直轄市、縣（市）規劃設置動物收容處所，或委託民間機構、團體設置動物收容處所或指定場所，收容及處理下列動物：
一、由直轄市或縣（市）政府、其他機構及民眾捕捉之遊蕩動物。
二、飼主不擬繼續飼養之動物。
三、主管機關依本法留置或沒入之動物。
四、危難中動物。
中央主管機關應編列經費補助直轄市、縣（市）主管機關設置動物收容處所，辦理絕育、認領及認養等動物保護相關工作；其設置組織準則，由中央主管機關定之。
直轄市、縣（市）主管機關得訂定獎勵辦法，輔導並協助民間機構、團體設置動物收容處所。
動物收容處所或直轄市、縣（市）主管機關指定之場所提供服務時，得收取費用；其收費標準，由直轄市、縣（市）主管機關定之。
第十四條之一　捕捉動物，非經主管機關許可，不得使用下列方法：
一、爆裂物。
二、毒物。
三、電氣。
四、腐蝕性物質。
五、麻醉槍以外之其他種類槍械。
六、獸鋏。
七、其他經主管機關公告禁止之方法。
未經許可使用前項各款所定方法捕捉動物者，主管機關得逕予排除或拆除並銷毀之。土地所有人、使用人或管理人不得規避、妨礙或拒絕。

第三章　動物之科學應用

第十五條　使用動物進行科學應用，應儘量避免使用活體動物，有使用之必要時，應以最少數目為之，並以使動物產生最少痛苦及傷害之方式為之。
中央主管機關得依動物之種類，訂定實驗動物之來源、適用範圍及管理辦法。
第十六條　進行動物科學應用之機構，應設置實驗動物照護及使用委員會或小組，以督導該機構進行實驗動物之科學應用。
中央主管機關應遴聘學者、專家、相關機關及立案之民間動物保護團體代表定期監督及管理動物之科學應用；其中至少應含獸醫師及民間動物保護團體代表各一人。
實驗動物照護及使用委員會或小組之組成、任務及管理之辦法，由中央主管機關定之。
第十七條　科學應用後，應立即檢視實驗動物之狀況，如其已失去部分肢體器官或仍持續承受痛苦，而足以影響其生存品質者，應立即以產生最少痛苦之方式宰殺之。

實驗動物經科學應用後，除有科學應用上之需要，應待其完全恢復生理功能後，始得再進行科學應用。

第十八條　高級中等以下學校不得進行主管教育行政機關所定課程綱要以外，足以使動物受傷害或死亡之教學訓練。

第四章　寵物之管理

第十九條　中央主管機關得指定公告應辦理登記之寵物。

前項寵物之出生、取得、轉讓、遺失及死亡，飼主應向直轄市、縣 (市)主管機關或其委託之民間機構、團體辦理登記；直轄市、縣 (市) 主管機關應給與登記寵物身分標識，並得植入晶片。

前項寵物之登記程序、期限、絕育獎勵與其他應遵行事項及標識管理辦法，由中央主管機關定之。

第二十條　寵物出入公共場所或公眾得出入之場所，應由七歲以上之人伴同。

具攻擊性之寵物出入公共場所或公眾得出入之場所，應由成年人伴同，並採取適當防護措施。

前項具攻擊性之寵物及其所該採取之防護措施，由中央主管機關公告之。

第二十條之一　直轄市、縣 (市) 主管機關應提供適當之公共場地，供飼主攜帶寵物活動與使用。

第二十一條　應辦理登記之寵物出入公共場所或公眾得出入之場所無人伴同時，任何人均可協助保護送交動物收容處所或直轄市、縣（市）主管機關指定之場所。

前項寵物有身分標識者，應儘速通知飼主認領；經通知逾十二日未認領或無身分標識者，依第十二條及第十三條規定處理。

第一項之寵物有傳染病或其他緊急狀況者，得逕以人道方式宰殺之。

飼主送交動物收容處所或直轄市、縣（市）主管機關指定場所之寵物，準用前二項規定辦理。

第四章之一　寵物繁殖買賣寄養業者管理

第二十二條　以營利為目的，經營特定寵物之繁殖、買賣或寄養業者，應先向直轄市、縣 (市) 主管機關申請許可，並依法領得營業證照，始得為之。

前項特定寵物之種類、繁殖場、買賣或寄養業者應具備之條件、設施、專任人員、申請許可之程序、期限與換證、撤銷或廢止許可之條件、寵物繁殖作業及其他應遵行事項之管理辦法，由中央主管機關定之。

第一項寵物繁殖場、寵物買賣或寄養業者之許可證有效期間，以三年為限。

依第二項所定辦法施行前，已經營該特定寵物之繁殖場、買賣或寄養業者，應自辦法施行公告之日起二年內，向直轄市或縣 (市) 主管機關申請許可；屆期未申請者，依第二十五條之一規定處理。

第二十二條之一　直轄市、縣 (市) 主管機關應定期查核及評鑑寵物繁殖場、寵物買賣或寄養業者；其查核及評鑑之辦法，由中央主管機關定之。

第二十二條之二　經營第二十二條特定寵物之買賣業者，其寵物來源，應由取得許可證之寵物繁殖場或寵物買賣業者供應之；並應於完成晶片植入後，始得買賣或轉讓他人。

直轄市或縣（市）主管機關依第十九條第二項規定發給寵物身分標識、寵物之遺失認領及第二十二條第一項規定核發許可，應收取費用；其收費標準，由中央主管機關定之。

經營第二十二條特定寵物買賣交易時，寵物繁殖或買賣業者，應備有登載寵物相關資訊之文件，並提供予購買者。

前項寵物繁殖場、寵物買賣或寄養業者，於電子、平面、電信網路及其他媒體進行廣告行銷宣傳時，應標示其許可證字號。

第五章　行政監督

第二十三條　直轄市、縣 (市) 主管機關應置專任動物保護檢查員，並得甄選義務動物保護員，協助動物保護檢查工作。

動物保護檢查員得出入動物比賽、宰殺、繁殖、買賣、寄養、展示及其他營業場所、訓練、動物科學應用等場所，稽查、取締違反本法規定之有關事項。

對於前項稽查、取締，不得規避、妨礙或拒絕。

動物保護檢查員於執行職務時，應出示有關執行職務之證明文件或顯示足資辨別之標誌；必要時，得請警察人員協助。

為期本法之有效實施，主管機關應逐年編列預算，積極推動動物保護有關工作。

第二十四條　直轄市或縣 (市) 主管機關對於違反第十五條、第十六條第一項、第十七條或第十八條規定之機構、學校，應先通知限期改善或為必要之處置。

第六章　罰則

第二十五條　有下列情事之一者，處新臺幣十萬元以上五十萬元以下罰鍰，並得公布其姓名、名稱或照片：

一、違反第五條第二項或第六條規定，故意使動物遭受虐待或傷害，致動物肢體嚴重殘缺、重要器官功能喪失或死亡。

二、違反第十二條第二項或第三項第一款規定，宰殺犬、貓或經中央主管機關公告禁止宰殺之動物。

有前項各款情事之一，情節重大或二年內再犯者，處新臺幣二十萬元以上一百萬元以下罰鍰。

五年再違反第一項各款情事者，處一年以下有期徒刑、拘役或併科新臺幣一百萬元以下罰金。

第二十五條之一　違反第二十二條第一項規定，未經直轄市或縣 (市) 主管機關許可，擅自經營第二十二條特定寵物之繁殖場、買賣或寄養業者，處新臺幣五萬元以上二十五萬元以下罰鍰，並限期令其改善；屆期不改善者，應令其停止營業；拒不停止營業者，按次處罰之。

第二十六條　違反第八條規定，飼養、輸入或輸出經中央主管機關指定公告禁止飼養、輸入或輸出之動物者，處新台幣五萬元以上二十五萬元以下罰鍰。

第二十七條　有下列情事之一者，處新臺幣五萬元以上二十五萬元以下罰鍰，並得公布其姓名、名稱或照片，拒不改善者，得按次處罰之：

一、違反第十條第一款規定，驅使動物之間或人與動物搏鬥。

二、違反第十條第一款規定，與動物搏鬥。

三、違反第十條第二款規定，以直接、間接賭博為目的，利用動物進行競技。

四、違反第十條第三款規定，以直接、間接賭博或其他不當目的，進行動物交換與贈與。

五、違反第十條第六款規定，其他有害社會善良風俗之利用動物行為。

六、違反第十二條第一項規定，宰殺動物。

七、違反第十二條第三項第一款或第二款規定，販賣犬、貓之屠體或經中央主管機關公告禁止宰殺動物之屠體。

八、寵物繁殖業者違反中央主管機關依第二十二條第二項所定辦法中有關寵物繁殖作業之規定。

第二十七條之一　散布、播送或販賣違反第六條、第十條或第十二條第一項之文字、圖畫、聲音、影像、電磁紀錄或其他物品，或公然陳列，或以他法供人觀賞、聽聞者，處一年以下有期徒刑、拘役或科或併科三萬元以下罰金。但為供學術研究或公益用途者，不在此限。

第二十八條　有下列情事之一者，處新臺幣四萬元以上二十萬元以下罰鍰及令其限期改善外，並得公布其姓名、名稱或照片；屆期不改善者，得按次處罰；經處罰三次者，廢止其許可：

一、特定寵物之繁殖、買賣或寄養業者違反中央主管機關依第二十二條第二項所定辦法中有關特定寵物繁殖場、買賣或寄養業者應具備之條件、設施、專任人員之規定。

二、寵物買賣業者違反第二十二條之二第一項規定，其寵物來源由未取得許可證之寵物繁殖場或寵物買賣業者供應，或未完成晶片植入即進行買賣、轉讓他人。

第二十九條　有下列情事之一者，處新臺幣三萬元以上十五萬元以下罰鍰：

一、違反第五條第三項規定，棄養動物，致有破壞生態之虞者。

二、違反第十五條第一項、第十七條或第十八條規定，未依第二十四條規定限期改善或為必要之處置。

三、違反第十六條第一項規定，未成立實驗動物照護及使用委員會或小組。

四、違反第二十條第二項規定，無成年人伴同或未採取適當防護措施，使具攻擊性寵物出入於公共場所或公眾得出入之場所。

五、違反第二十三條第三項規定，規避、妨礙或拒絕動物保護檢查員依法執行職務。

第三十條　有下列情事之一者，處新臺幣一萬五千元以上七萬五千元以下罰鍰：

一、違反第五條第二項第四款規定，使其所飼養動物遭受惡意或無故之騷擾、虐待或傷害，而未達動物肢體嚴重殘缺、重要器官功能喪失或死亡。

二、違反第五條第三項規定，棄養動物而未致有破壞生態之虞。

三、違反第六條規定，惡意無故騷擾、虐待或傷害動物。

四、違反第十一條第一項規定，對於受傷或罹病動物，飼主未給與必要之醫療，經直轄市或縣 (市) 主管機關通知限期改善，屆期未改善。

五、違反第十三條第一項第一款規定，於公共場所或公眾得出入之場所宰殺動物。

六、違反第十三條第一項第四款規定，未依主管機關許可方法宰殺數量過賸之動物。

七、違反第十三條第二項規定，未依中央主管機關所定宰殺動物相關準則宰殺動物。

八、違反第十四條之一第一項規定，未經主管機關許可，使用禁止之方法捕捉動物。

九、違反第二十二條之二第三項規定，寵物繁殖或買賣業者於寵物買賣交易時，拒未提供購買者有關寵物資訊之文件。

十、違反第二十二條之二第四項規定，寵物繁殖、買賣或寄養業者於電子、平面、電信網路及其他媒體進行廣告行銷宣傳時，未標示其許可證字號。

違反前項第一款至第三款致動物重傷或死亡，或五年內違反前項第一款至第八款情事二次以上者，處一年以下有期徒刑。

第三十一條　有下列情事之一者，處新臺幣三千元以上一萬五千元以下罰鍰，拒不改善者，得按次處罰之：

一、運送人違反第九條第二項規定，未經職前講習結業取得證書即執行動物運送業務。

二、運送人違反第九條第三項規定，每二年未接受主管機關辦理或委託辦理之在職講習。

三、運送人違反中央主管機關依第九條第三項所定辦法中有關運送工具或方式之規定。

四、違反第十一條第二項規定，未基於動物健康或管理上之需要施行動物醫療及手術。

五、違反第十三條第一項第二款規定，未具獸醫師資格非因緊急情況宰殺寵物。

六、違反第十三條第一項第三款規定，未由獸醫師或未在獸醫師監督下宰殺動物。

七、飼主違反中央主管機關依第十九條第三項所定辦法中有關辦理寵物之出生、取得、轉讓、遺失或死亡登記期限之規定，經勸導拒不改善。

八、飼主違反第二十條第一項規定，使寵物無七歲以上人伴同，出入於公共場所或公眾得出入之場所，經勸導拒不改善。

五年內違反第一項第三款至第六款之一情事二次以上者，處一年以下有期徒刑。

第三十二條　有下列情事之一者，直轄市或縣 (市) 主管機關得逕行沒入飼主之動物：

一、飼主違反第五條第二項規定，使其飼養之動物遭受惡意或無故之騷擾、虐待或傷害，情節重大且有致死之虞。

二、違反第五條第三項規定經飼主棄養之動物。

三、違反第七條規定，無故侵害他人之生命或身體，致造成他人生命或身體傷害之動物。

四、違反第七條規定，飼主經勸導拒不改善，而其飼養之動物再次無故侵害他人之自由或財產。

五、違反第八條規定，飼養、輸入、輸出經指定公告禁止飼養、輸入或輸出之動物。

違反前項各款規定之飼主，直轄市、縣 (市) 主管機關得禁止其認養自直轄市、縣 (市) 主管機關管轄之動物收容處所之動物，及不許可其申請經營寵物繁殖、買賣或寄養業。

第三十三條　有下列情事之一者，除依本法處罰外，直轄市或縣 (市) 主管機關應令飼主限期改善；屆期未改善者，得逕行沒入其動物：

一、違反第五條第二項規定，使動物遭受惡意或無故之騷擾、虐待或傷害。

二、違反第十條規定，利用動物。

三、違反第十一條第一項規定，未給與動物必要之醫療。

四、違反第二十條第二項規定，使具攻擊性寵物無成年人伴同或未採取適當防護措施，出入於公共場所或公眾得出入之場所。

違反前項各款規定之飼主，直轄市、縣 (市) 主管機關得禁止其認養自直轄市、縣 (市) 主管機關管轄之動物收容處所之動物，及不許可其申請經營寵物繁殖、買賣或寄養業。

第三十四條　本法所定之罰鍰，由直轄市或縣 (市) 主管機關處罰之。

第三十五條　依本法所處之罰鍰，經限期繳納，逾期仍不繳納者，移送法院強制執行。

第七章　附則

第三十六條　於中央主管機關依第八條指定公告前已飼養禁止輸入、飼養之動物者，應於中央主管機關規定期限內，向直轄市或縣 (市) 主管機關備查；變更時，亦同。

依前項規定辦理登記者，始得繼續飼養；非經中央主管機關指定公告者，不得自行繁殖。

違反前二項規定者，依第二十六條及第三十二條第三款規定處理。

第三十七條　依第十九條第一項公告前已經營應辦理登記寵物之繁殖、買賣或寄養者，應自依第二十二條第二項所定管理辦法施行之日起二年內，向直轄市或縣 (市) 主管機關申請許可；屆期未申請者，依第二十五條規定處理。

第三十八條　直轄市或縣 (市) 主管機關依第十九條第二項發給寵物身分標識、寵物之遺失認領及第二十二條第一項核發許可，應收取費用；其收費標準，由中央主管機關定之。

第三十九條　本法施行細則，由中央主管機關定之。

第四十條　本法自公布日施行。

註：資料取自行政院農業委員會網站：http://www.coa.gov.tw/law/lawsystem

附錄二

動物保護法施行細則

中華民國八十九年一月十九日（八九）農牧字第八九○一○○五五四號

第一條	本細則依動物保護法(以下簡稱本法)第三十九條之規定訂定之。
第二條	依本法第十二條第一項第四款規定，申請宰殺動物者，應於宰殺動物前填具申請書，並檢附下列資料，向該管直轄市或縣(市)主管機關申請許可： 一、申請人名稱或姓名、住址、身分證明文件。 二、宰殺動物之種類、數量及理由。 三、宰殺動物之實施期間。 四、宰殺動物之場所。
第三條	本法第十六條第一項所稱進行動物科學應用之機構如下： 一、專科以上學校。 二、動物用藥品廠。 三、藥物工廠。 四、生物製劑製藥廠。 五、醫院。 六、試驗研究機構。 七、其他經中央主管機關指定之動物科學應用機構。
第四條	本法第二十條第一項所稱適當防護措施，指伴同之人應以鍊繩牽引寵物或以箱、籠攜帶。
第五條	本法第二十三條第一項所定動物保護檢查人員，應經中央主管機關辦理專業訓練結業；所定義務動物保護員，應經直轄市或縣(市)主管機關辦理之專業訓練結業。 動物保護檢查人員及義務動物保護員之身分證明文件，由直轄市或縣(市)主管機關核發。
第六條	義務動物保護員協助執行動物保護檢查工作，應在動物保護檢查人員指導下進行。
第七條	於中央主管機關依本法第八條指定公告前已飼養禁止輸入、飼養之動物者，飼主應於公告後六個月內，向飼養地直轄市或縣(市)主管機關辦理登記。
第八條	飼主繁殖中央主管機關依本法第三十六條第二項指定公告之動物者，應自該動物出生之日起三個月內，向飼養地直轄市或縣(市)主管機關辦理登記。
第九條	依前二條規定辦理登記者，於飼主之住、居所變更或飼養動物

	之地點變更時，飼主應自事實發生後一個月內，向原登記機關辦理變更登記；取得或受讓已辦理登記之動物者，亦同。
第 十條	依第七條、第八條規定辦理登記之動物死亡，飼主應自動物死亡之日起一個月內，向原登記機關辦理註銷登記。 依第七條、第八條規定辦理登記之動物遺失，飼主應自動物遺失之日起一個月內，向原登記機關辦理申報；已申報遺失之動物，於一年內未能尋獲者，視同死亡，原登記機關得逕行註銷。
第 十一條	本細則所定各類書、證、表之格式，由中央主管機關定之。
第 十二條	本細則自發布日施行。

註: 資料取自行政院農業委員會網站：http://www.coa.gov.tw/law/lawsystem

附錄三

一般常見實驗動物中英文及學名對照表

哺乳綱 (MAMMALIA)

囓齒目 (RODENTIA)

鼠科		MURIDAE
小鼠(鼷鼠、家小鼠)	mouse (house mouse)	*Mus musculus*
褐大鼠(挪威大鼠)	brown rat (Norway rat)	*Rattus norvegicus*
黑大鼠	black rat (house rat)	*Rattus rattus*
多乳頭小鼠	multimammate mouse	*Praomys natalensis (Rattus natalensis, Mastomys natalensis)*
森鼠屬	wood & field mouse	*Apodemus*
倉鼠科		CRICETIDAE
倉鼠；黃金鼠；敘利亞倉鼠	hamster, golden hamster, Syrian hamster	*Mesocricetus auratus*
中國倉鼠		*Cricetulus barabensis*
鹿鼠屬，白足鼠屬	deer mouse, whitefooted mouse	*Permoyscus*
食蝗鼠屬	grasshopper mouse	*Onychomys*
剛毛棉花鼠	dispid cotton rat	*Sigmodon hispidus*
林鼠屬	wood rat, pack rat	*Neotoma*
田鼠屬	meadow mouse, common meadow mouse, vole	*Microtus*
紅背田鼠屬	red-backed mouse, bank vole	*Clethrionomys*
稻鼠	rice rat	*Oryzomys palustris*
沙鼠屬	gerbil	*Gerbillus*
長爪沙鼠(蒙古沙鼠)	Mongolian gerbil, tamarisk gerbil, sand rat	*Meriones unguiculatus*
麝田鼠	musk rat	*Onddatra zibethica*
豚鼠科		CAVVIIDAE
天竺鼠	guinea pig	*Cavia porcellus*
絨鼠科		CHINCHILLIDAE
絨鼠	chinchilla	*Chinchilla laniger*
中南美巨鼠科		CAPROMYIDAE
美洲巨水鼠	nutria, coypu	*Mycaster coypus*
小囊鼠科		HETEROMYIDAE
小囊鼠屬	pocket mouse	*Perognathus*
跳囊鼠屬	kangaroo rat	*Dipodomys*
松鼠科		SCIURIDAE
地松鼠屬	ground squirrel, gopher	*Citellus*
樹松鼠屬	squirrel	*Sciurus*
草原犬鼠屬	prairie dog	*Cynomys*

美東金花鼠	eastern chipmunk	*Tamias striatus*
金花鼠屬	western chipmunk	*Eutamias*

偶蹄目(Artiodactyla)

野豬科		SUIDAE
野豬	wild pig	*Sus*
家豬	pig	*Sus domesticus*
歐洲豬	European pig	*Sus scrofa*
亞洲豬	Asian pig	*Sus vittatus*

兔形目(LAGOMORPHA)

兔科		LEPORIDAE
家兔，穴兔(歐洲兔)	rabbit, laboratory rabbit, domestic rabbit, European rabbit	*Oryctolagus cuniculus*
棉尾兔鼠	cottontail rabbit	*Sylvilagus*
野兔鼠	hares, jack rabbit	*Lepus*

食肉目(CARNVORA)

犬科		CANIDAR
家犬	dog	*Canis familiaris*
草原狼	coyote	*Canis latrans*
歐洲狼	wolf, gray wolf, European wolf	*Canis lupus*
紅狐	red fox, common fox	*Volpes vulpes*
灰狐	gray fox	*Urocyon cinereoargenteus*
貓科		FELIDAE
家貓	cat	*Felis catus*
鼬鼠科		MUSTELIDAE
美洲水貂	mink, Amereican mink	*Mustela vison*
條紋臭鼬	striped skunk	*Mephitis mephitis*

靈長目(PRIMATES)

狐猴科		LEMURIDAE
狐猴屬	lemurs	*Lemur*
懶猴科		LORISIDAE
細長懶猴	lorise	*Loris tardiggradus*
懶猴	slow lorise	*Nycticebus coucang*
嬰猴鼠	galago, bush babies	*Galapo*
狨科	marmoset & tamarin	CALLITHRICIDAE
狨屬	marmoset	*Callithrix*
獠狨屬	tamarins	*Saguinus*
獅狨屬	maned tamarin	*Leontideus*
狨	common marmoset	*Callithrix jacchus*
吼猴屬	howler monkey	*Alouatta*
蜘蛛猴屬	spider monkey	*Ateles*
松鼠猴屬	squirrel monkey	*Saimiri*
捲尾猴科	new world monkey	CEBIDAE

夜猴	night monkey	*Aotus trivirgatus*
伶猴屬	titi monkey	*Callicebus*
禿猴屬	uakaris	*Cacajao*
絨毛猴屬	wooly monkey	*Lagothrix*
猴狨科	Goeldi's monkey	CALLIMICONIDAE
猴狨	Goeldi's monkey	*Callimico goeldii*
獼猴科	Macaque	CERCOPITHECIDAE
獼猴屬	macaque	*Macaca*
恆河猴屬	Rhesus monkey	*Macaca mulatta*
食蟹獼猴(馬來猴)	creb-eat monkey	*Macaca irus*
豬尾獼猴	pigtail macaque	*Macaca nemestrina*
截尾獼猴	stumptailed macaque	*Macaca arctoides*
綺帽獼猴	bonnet macaque	*Macaca radiata*
日本獼猴	Japanese macaque	*Macaca fuscata*
台灣獼猴	Formosan macaque	*Macaca cyclopis*
鬚猴屬	quenon	*Cercopithecus*
草原猴(綠猴)	grivet, vervet, green monkey	*Cercopithecus aethiops*
白眉猴屬	managabey	*Cerocebus*
狒狒屬	baboon	*Rapio*
山魈屬	mandrill	*Mandrillus*
獅尾狒	gelada baboon	*Theropithecus gelada*
赤猴	patas monkey	*Erythrocebus patas*
疣猴科	leaf monkey	COLOBIDAE
葉猴屬	leave monkey, langur	*Presbytis*
疣猴屬	colobus monkey	*Colobus*
長臂猴科	gibbon	HYLOBATIDAE
長臂猴屬	typical gibbon	*Hylobates*
猩猩科	great ape	PONGIDAE
婆羅洲猩猩	bornean orangutan	*Pongo pygmaeus*
大猩猩	gorilla	*Pan troglodytes*
黑猩猩	chimpanzee	*Gorilla gorilla*

註：資料轉錄自「實驗動物及比較醫學名詞」書中附錄一

附錄四

純品系小鼠之毛色及特徵

品系	毛色	特徵
A	白	△ 種母鼠乳癌發生率高，處女鼠較低 △ 可容易地蒡發唇顎裂 △ 對麻疹病毒有高感受性
A/He	白	△ 與 A 品系相同 △ 易受鼠痘病毒感染 △ 老年鼠易罹患腎臟疾病
A/J	白	△ 與 A 品系相同 △ 與 A 品系其他旁支(subline)比較，有較低比例之顆粒球 △ 與 A 品系其他旁支比較，血壓最低
A/Sn	白	△ 腎上腺含高量脂肪 △ 用於移植之研究
AKR	白	△ 血中過氧化氫酶活性高 △ 腎上腺脂肪濃度低 △ 在不同旁支有 70%-100%之淋巴球性白血病
AL/N	白	△ 乳癌發生率極低 △ 受孕率良好
Au	黑	∆ 母鼠不會排斥同種公鼠之移植物
BALB/c	白	△ 乳癌及白血病發生率低 △ 肺癌發生率中等 △ 對放射線極為敏感 △ 公鼠在 20 日齡之前，脾臟有類澱粉沉著 △ 網狀內皮組織與體重之比率較其他品系為高
BLAB/cCd	白	∆ 在 9-15 月齡，腎臟之雙側性腺癌自發率為 60%-70%
BDP	粉紅眼 淡黃褐色	△ 易發乳癌 △ 囊狀或粒狀腎 △ 卵巢出血
BRVR	白	△ 對沙門氏菌、部分腦癌病毒及實驗之過敏性腦脊髓炎有抗性 △ 與 BSVS 相較，胸腺較大 △ 在抗原刺激下，胸腺增加較多
BSVS	白	△ 對沙門氏菌、部分腦炎病毒及實驗之過敏性腦脊髓炎有抗性
CBA/Ca	鼠灰	△ 生產之種鼠有些會發生乳癌 △ 約 18%缺少第三臼齒 △ CBA/N 缺乏 X-link，且血清中 IgM 含量很低，對於 type III pneumococcal polysacharride 無反應

CBA/J	鼠灰	△ 乳癌發生率 35%-65% △ 肝腫瘤發生率 25%-65% △ 對麻疹病毒有高度感受性
CE	蒼白色	△ 乳癌發生率低 △ 卵巢瘤發生率約 10%-33% △ 施與性腺切除術後，腎上腺皮質癌發生率高
C3H/He	鼠灰	△ 乳癌發生率：種母鼠 85%，處女鼠 28% △ 公鼠有肝腫瘤 △ 紅血球及白血球數偏低 △ 公鼠暴露於氯仿及松節油氣體中有很高之死亡率
C57BL/Ks	黑	△ 趾形成不良及小眼畸形之發生率高 △ 本品系用於糖尿病研究之對照組會會產生糖尿病突變
C57BL/6	黑	△ 乳癌發生率低 △ 經放射線照射後發生肝腫瘤之機率高 △ 腎上腺脂肪濃度低 △ 補體活性高
C57BL/10	黑	∆ 偶有骨骼異常及陰道中隔
C57BR/cd	棕	△ 乳癌發生率低 △ 公鼠有些有肝腫瘤 △ 對胰島素很敏感 △ 對 X-射線極具抗性
C57L	鼠灰	△ 乳癌發生率低 △ 老年鼠有些腦下垂體腫瘤 △ 血容比極高 △ 常呈現先天性卵巢囊腫(cystic ovary)
C58	黑	△ 一歲前發生淋巴球性白血病之發生率 75%-100% △ 腎臟發育不全比率約 10%
DBA/1	淡棕	△ 對 DBA/2 所產生之腫瘤大多均具抗性(但 S91 黑色素瘤在兩者均會生長) △ 幾乎所有之種鼠均有鈣質沉著於心臟 △ 紅血球數高
DBA/2e	淡棕	△ 對 DBA/1 所產生的之腫瘤大多均具抗性(但 S91 黑色素瘤在兩者均會生長) △ 公鼠暴露於氯仿氣體及維生素 K 缺乏之情形下均有很高的死亡率 △ 紅血球數高 △ 鈣質沉著於心臟 △ 腎上腺脂肪濃度低
DE	白	△ 類澱粉沉著發生率高 △ 母鼠多渴(30-50 ml/天)及多尿(25-45 ml/天) △ 尿液比重：1.005
DW	白	∆ 侏儒症，可用於內分泌研究

F	頭部白色棕	∆ 老年鼠有高比率之白血病
FL/1Re	鼠灰	∆ 胎兒及新生仔畜呈現小含鐵紅血球性貧血 (microcytic siderocytic anemia)，14 日齡便痊癒
GRS	白	△ 本品系與美洲品系小鼠不同 △ 幾乎 100%有乳癌(潛伏期：三個月) △ 攜帶之乳癌因子與美洲小鼠之致乳癌因子不同，不會藉乳汁傳播
HRS/J	無	△ 在第一次換毛後便呈現經常性之無毛 △ tylotrichs 可持續至 1.5 歲 △ 帶 hr/hr 基因之小鼠在 18 月齡之白血病發生率：72%
I	淡棕斑紋	∆ 以化學方法誘發腫瘤有抗性
IF	淡棕斑紋	△ 不會自發乳癌，但以藥劑或化學方法誘導之敏感度高 △ 自發性之假懷孕之發生率高 △ 可以化學方法誘發卵巢瘤
JU	黑	△ 頭胎產仔數：9 △ 哺乳頭胎時，又懷第二胎的情形下，會有 50%死胎
KE	白	△ 平均產仔數：6.1 △ 卵子受孕率低(精子頭部有 17.6%之不正常)
KK	黑	△ 產仔數少，常呈現糖尿病 △ 年老動物偶有肥胖症，特別是在黃色基因出現時
KP	紅眼 淡褐色	△ 平均產仔數：5，胚胎期及產後之死亡率高 △ 常呈現交配無效(sterile mating) △ 精蟲數少，睪丸不正常
LG	白	△ 初生重：1.8 克；28 日齡：20.1 克；60 日齡：37.4 克 △ 平均產仔數：6；性別比：公/母＝56/44 △ 性情溫順
LP	鼠灰斑紋	△ 不管公或母鼠，腎上腺脂肪量多
LS/Le	黑	△ 同型合子 1s/1s 會引起巨結腸，但有些可存活並生育
LT	白	△ 毛髮除了頂端偏黑(black tip)外，幾乎為白色
MA	白	△ 腫瘤發生率：公：0%；母：5% △ 多渴多尿症之發生率：公鼠：12%；處女鼠：25% △ 對長期全身之放射線有高抗性
MK	淡黑	△ 帶 mk/mk 者出生時均存活，但三週齡有三分之一到二分之一死亡，死亡者呈現皮膚病灶及斷尾，未死亡之 mk/mk 鼠可受孕，除了紅血球極小外（數目正常），一切呈現正常狀況
NH	淡棕	△ 腎臟類澱粉沉著發生率高

		△ 老年公母鼠發生結節狀增生及腎臟腺瘤至少 10% △ 極老年動物之肺癌發生率：30%-40%
NZB	黑	△ 自體免疫溶血性貧血 △ 腎小球及腎小管病灶，似狼瘡狀腎炎
NZC	黑	△ 乳癌發生率低 △ 先天性囊狀腎 △ 腺棘皮瘤之發生率增加
NZO	黑	△ 乳癌發生率低，偶有肺癌及卵巢瘤 △ 肥胖
NZW	白	△ NZB 與 NZW 間之雜交種有紅斑性腎炎，紅斑性狼瘡試驗及抗核抗體試驗均呈陽性
NZX	黑	△ 有些母鼠有陰道閉鎖 △ 不論公母鼠，巨結腸(megacolon)之發生率低
NZY	黑	△ 種鼠之乳癌發生率高並伴隨腦下垂體腫 △ 巨結腸會遺傳 △ 以化學方法誘發卵巢瘤之感受性高
O20	白	△ 乳癌發生率低 △ 可接受引起乳癌因子物質，並可移植至下一代
P/J	粉紅眼 淡黃褐色	△ 腫瘤發生率相當低 △ 對慢性全身之 X-射線具高度抗性 △ 有些有多囊狀或粒狀腎
RL	白	△ 白血病發生率高 △ 乳癌發生率低
RF	白	△ 白血病發生率最多可至 50% △ 抗放射線及中等度之血壓 △ 腎小動脈血管硬化隨年齡越大而漸增
RIII	白	△ 乳癌發生率在各旁支間差異自 45%-96% △ 帶有乳癌發生因子 △ 白血病發生率低 △ 突發大噪音時，會發生聽覺性發作癲癇
RNC	無	△ 裸鼠，無胸腺
SEC/1Gn	棕	△ 多發性囊狀肺，尤其在同型合子 Se/Se
SF/Cam	白	△ 公鼠腎上腺 X 區(adrenal x zone)較大 △ 腎小球區之發育很差
SJL	白	△ 對於慢性全身性 X-射線具抗性 △ 公鼠紅血球數較低 △ 多細胞網狀細胞肉瘤有 88%-95% △ 在 6 月齡後有肝脾組織之類澱粉沉著
SK	白	△ 產仔數很多
SM	白腹 鼠灰或黑	△ 腫瘤發生率低 △ 一歲時之類澱粉沉著症：100%

ST/b	白	△ 白血病：1-2% △ 其他腫瘤如肺臟瘤等約 3%
SWR	白	△ 某些旁支發生乳癌可高至 30% △ 原發肺癌約 50% △ 公鼠在維生素 K 缺乏及暴露於氧化乙炔產品下之死亡率高
SWV	白	△ 母鼠在 8 月齡後有腎性糖尿性尿崩症 △ 對升壓素（vasopressin）具抗性
TM	白	△ 無乳癌及肝癌之發生率 △ 在閹割後有大量之體脂肪聚積
WB	白腹鼠灰	△ 同型合子個體本身呈現貧血、不孕及無毛色 △ 異型合子之血液正常，亦可懷孕；但在腹部有白斑 △ 貧血者，在 11 日齡左右死亡
WC	白腹鼠灰	△ 與 WB 相似，但貧血者在 14 日死亡
WH	白腹鼠灰	△ 與 WB 相似，但貧血者在 10 日死亡
WHT	白	△ 為較強健之品系 △ 帶有自發性鱗狀上皮瘤，可轉移至淋巴結
WK	白腹鼠灰	△ 與 WB 相似，但貧血者在 10 日死亡
X/Gf	棕色	△ 不具任何腫瘤 △ 對許多病毒及致癌因子有抗性
X VII	白	△ 腫瘤發生率低 △ 以化學誘導肺癌的感受性高
101	白腹鼠灰	△ 乳癌發生率低 △ 具誘導皮膚癌及肺癌發生之感受性
129	淡灰或白	△ 自發性之睪丸畸胎瘤發生率：5% △ 對致乳癌因子無感受性 △ 對 X 射線極具抗性 △ 尿路結石發生率高
129/Sv-ter	淡灰或白	△ 先天性自發性睪丸畸胎瘤發生率：30% △ 在懷孕期之 12 至 13 日便可出現睪丸畸胎瘤

註：1.大部分品系均依照美國 Jackson Laboratory 及 National Institute of Health 之品系介紹

2.資料轉錄自「實驗動物及比較醫學名詞」一書之附錄二

附錄五

純品系大鼠之毛色及特徵

品系	毛色	特徵
ACH	頭頂黑色	△ 自發性淋巴肉瘤發生率高
ACI	白腹白足黑	△ 繁殖性能不佳 △ 早產仔鼠死亡率高(11%) △ 戊巴比妥鹽鈉之半致死劑量較高(120mg/Kg)
ACP	白腹白足黑	△ 特徵與 ACI 相似
AGA	黑	△ 用於免疫學之研究
AGUS	白	△ 繁殖性能佳 △ 對過敏性腦脊髓炎具有感受性 △ 對 *Entamoeba histolytica* 之感染具感受性
ALB(Albany)	淡棕	△ 繁殖性能不佳，產仔數少 △ 個性溫順
AMDIL	淡黃	△ 源自 AM 品系
AO	白	△ 特徵與 WAG 相似
AS	白	△ 繁殖性能佳 △ 高血壓，但不若 GH 高
AS2	白	△ 對多胜呔(T,G)-Pro-L 產生高二次抗體反應
AUG(August)	頭頂淡色	△ 對過敏性腦脊髓炎具感受性 △ 對自體免疫甲狀腺炎之誘發具抗性
A990 (August 990)	頭頂成鼠灰 或非鼠灰色	△ 繁殖率佳 △ 生命期：14±1 個月 △ 對動情素誘發之乳癌及腎上腺癌具抗性
A7322 (August 7322)	粉紅眼 頭頂淡色	△ 生命期：14±1 個月 △ 對囊尾幼蟲具有抗性 △ 常自發乳癌 △ 會長出可移植性腫瘤 R-2426, R-2737, R-2857, R-3442
A28807 (August 28807)	粉紅眼 鼠灰色	△ 與 A7322 類似
A35322	頭頂黑色	△ 常有陰道脫出 △ 會長出可移植性腫瘤 R-3280 及 R-3371
B	白	△ 體格較大，28 日齡為 68 克 △ 母性較差，但能生育
BDE	頭頂黑色	△ 食道擴張及無蠕動之發生率低 △ 小眼畸型之發生率低
BD I	粉紅眼 黃	△ 本品系之各種生命期約在 700 至 950 日間 △ 腫瘤發生率低

BD Ⅱ	白	△ 常發生小眼畸形 △ 餘同 BD I
BD Ⅲ	粉紅眼 黃	△ 同 BD I
BD Ⅳ	頭頂黑色	∆ 同 BD I
BD Ⅴ	粉紅眼 沙狀頭頂 (Sandy hooded)	△ 同 BD I
BD Ⅵ	黑	△ 同 BD I
BD Ⅶ	粉紅眼	△ 同 BD I
BD Ⅷ	頭頂鼠灰	△ 同 BD I
BD Ⅸ	鼠灰	△ 同 BD I
BD Ⅹ	白	△ 同 BD I
BIRMA (Birminghan A)	白	△ 1952 年從市場購得，進行近親配種
BIRMB (Birminghan B)	白	△ 特徵與 BIRMA 相似
BN	棕	△ 受孕率低 △ 戊巴比妥鹽鈉之半致死劑量：90mg/Kg △ 心內膜疾病約 7%(平均年齡 31 個月)
BP (Black praha)	頭頂黑色	△ 受孕率低
BROFO	白	△ 屬大型 Wistar 類 △ 需維持於 SPF 或無菌之環境
BS	黑	△ 繁殖佳 △ 個性溫順 △ 水腦發生率低
BUF(Buffalo)	白	△ 繁殖性能及產仔數中等 △ 分娩死胎比率高，但無先天性畸形 △ 乙基嗎啡(ethylmorphine)之肝代謝差，而苯胺(analine)之代謝佳
B3	粉紅眼 頭頂棕色 黃	∆ 免疫學上，此品系是 RTln 單倍體和 MLR4 基因座
CAR	白	△ 繁殖性能不佳 △ 產仔數少
CAS	白	△ 繁殖性能不佳 △ 產仔數少
COP	頭頂鼠灰色	△ 對囊尾幼蟲具有抗性 △ 平均生命期：20±0.2 個月

		△ 自發胸腺腫瘤，對誘發腫瘤具抗性 △ 會生長 IRS4337 及 R3327 可轉移性前列腺腫瘤，可作為人類前列腺癌之動物模式
CPBB	頭頂鼠灰色	△ 可發作聽覺性癲癇
DA	鼠灰	△ 可誘導發生自體免疫性甲狀腺炎
DONRYU	白	△ 較之其他品系，本品系之體格較大 △ 100%可接受移植性腫瘤 Yoshida 肉瘤及肝癌腹水
E3	頭頂黃棕色 非鼠灰	△ 德國漢諾瓦品系
F344 (Fischer 344)	白	△ 繁殖性能佳，產仔數多 △ 血清中胰島素濃度低 △ 腎炎發生率：21%-30% △ 對戊巴比妥鹽鈉之半致死劑量低(70mg/Kg)
GH(Genetic hypertension)	白	△ 高血壓，心臟肥大及心血管疾病 △ 較血壓正常品系心跳快約 20%，心臟較重約 50%，但體脂肪較少 △ GH 之遺傳性高血壓可能與前列腺素代謝有關
GHA	頭頂赤黃色	△ 特徵與 GH 相似
HCS	白	△ CAS 之支品系
HS	頭頂黑色	△ 繁殖尚佳 △ 約 12%有腦水腫 △ 個性溫順
INR(Iowa nonreactive)	頭頂黑色	△ 更換籠舍或移入新環境之適應較快
IR(Iowa reactive)	頭頂米黃色 淡肉桂紅色	△ 更換籠舍或移入新環境之適應較快 △ 健康且精力旺盛，但身體畸型發生率高
IS	鼠灰	△ 胸椎與腰椎之畸型導致脊管及脊索壓縮，進而形成脊柱後側彎 △ 畸形發生範圍自第十二胸椎到第六腰椎
K	白	△ 繁殖性能佳 △ 在 100 日齡時之重量：公鼠 290 克；母鼠 200 克 △ 自發性腫瘤發生率低
KGH	白	△ 基因座 Ag-B7 及 MLR-1 會自然發生重組
KX	白	△ 帶有幼兒鱗癬基因
KYN(Kyoto notched)		△ 泌尿生殖器官不正常比率：11%
LA/N	棕	∆ ALB/N 與頭頂黑色鼠交配而來
LE	頭頂黑色	△ 特徵與 Long Evans 相似
LEJ	頭頂黑色	∆ 日本品系

(Long Evans)		
LEP(Long Evans praha)	深鼠灰色	△ 對多胜呔(T,G)-Pro-L 二次抗體反應低
LEW(Lewis)	白	△ 受孕率高，性情溫順 △ 血清中生長素、甲狀腺素及胰島素濃度高 △ 兩歲時之存活率為 26%
LGE	頭頂黑色	△ 源自 LE 品系
LOU/C(Louvain)	頭頂黑色	△ 漿細胞瘤約在 8 月齡時發生，公鼠約 30%；母鼠約 16% △ 腫瘤生長速度很快，可以觸知，多位於迴腸及盲腸間之淋巴結，且 60%可合成單株免疫球蛋白 IgG(35%)、IgE(36%)或 IgA
MAXX	頭頂黑色	△ BN 與 LEW 配種而來
MNR(Maudsley nonreactive)	白	△ 繁殖性能良好，產仔數多 △ 母鼠對更換籠舍或移入新環境之適應較快
MNRA	白	∆ 與 MNR 的特徵不同，且在鼠灰色基因座帶有 a 對偶基因質
MR(Maudsley reactive)	白	△ 繁殖性能良好，產仔數多 △ 與 MNR 比較，本品系飼育率較低，患病率亦低，也較易受驚嚇 △ 母鼠對更換籠舍或移入新環境之適應較快
MSUBL	黑	△ 發生小眼畸型及無眼畸形之比率高 △ 腎上腺對 ACTH 之反應性較高
MW	白	△ 腎臟不正常且多因部分絲球體位於腎臟表面 △ 生長遲緩，與血漿中缺乏生長素有關
M14	白	△ 從 SD 品系育種而來 △ 卵巢對妊馬血清反應高
M17	白	△ 卵巢對妊馬血清反應高
M520	白	△ 繁殖性能佳，但產仔數屬中等 △ 血壓之收縮壓較低 △ 肝臟代謝苯胺之代謝率低 △ 腎炎之感受性高
NBR(NIH black)	黑	△ 繁殖佳，但體格小，活動力強 △ 與 S5B 可能有密切關係
NSD(SD/N)	白	△ 繁殖性能及產仔數均屬中等度 △ 血壓之收縮壓較高 △ 可用於惡性乳癌之研究
NZR/Gd	白	△ 又心房或下腔靜脈上皮間皮瘤在一歲以上發生率約 20%，且為惡性瘤，與人類極相似
OKA/Wsl	白	△ SHR 之支品系 △ OKA 與 SHR 皮膚移植後，約 35-45 天後即脫落

		排斥
OM (OsborneMendel)	白	△ 繁殖性能力屬中等，產仔數亦屬中等 △ 10 月齡以後發生視網膜變性比率高
PA	白	∆ 繁殖佳，健康且精神良好
PETH	粉紅眼 有頭冠 (hooded)	△ 帶有視網膜退化基因，在三月齡時造成白內障 △ 血壓收縮壓低
PVG	頭頂黑色	△ 繁殖性能良好 △ 個性溫順，對實驗之過敏性腦脊髓炎有抗性 △ 對自體免疫性甲狀腺炎之誘發具抗性
RCS	粉紅眼 有頭冠	△ 平均產仔數：6.8±0.1 △ 工鼠於 5-6 月齡時平均體重約 275 克，但母鼠只有 185 克 △ 帶有視網膜退化基因，有 24%會形成白內障
RHA/N	白	△ 對光和電擊有高度迴避條件交替
RLA/N	白	△ 對光和電擊有高度迴避條件交替
SD(Sprague Dawley)	白	∆ 長有 Walker 256 腫瘤
SEL	黑	△ 會長出可移植性腫瘤 R3401 及 R3478
SHR(Sponetaneous hypertension rat)	白	△ 高血壓發生率高，且在腎臟及腎上腺均無明顯原發器官病灶 △ 血壓常高到超過 200mmHg，有高比例心血管疾病 △ 基因分析證實血壓控制於 3-4 個基因座上，且其中某一個基因座為最主要控制者
S5B	白	△ 對飼料引發之肥胖症具有抗性 △ 對有毒物質有高度耐受性(此點尚存疑)
TMB(Tryon maze bright)	鼠灰	△ 在寬廣場地活動性低 △ 對酒精可接受濃度較高
TMD(Tryon maze dull)	黑	△ 對更換籠舍或移入新環境之適應較快 △ 腦部 GABA 量較高 △ 易受驚嚇
TO(Tokyo)	白	△ 會長出 Yoshida 肉瘤
W(Wistar)	白	△ 先天性顎裂比率為 0.5%
WA	白	△ 平均生命期：公鼠 645±30 日；母鼠 749±40 日 △ 多囊性腎炎(polycystic nephritis)發生率高
WAB(Wistar albino Boots)	白	△ 良性胸腺瘤在兩歲以後發生率：23%
WAG(Wistar	白	△ 對更換籠舍或移入新環境之適應較快

albino Glaxo)		△ 腦部 GABA 量較低，平均生命期：公鼠大於 22 個月；母鼠大於 31 個月 △ 在 31 月齡發生心內膜病之比率為 4%
WE/Cpb	淡米黃色	△ 相當具攻擊性
WF(Wistar Furth)	白	△ 帶有 Y 染色體，且濃度差異顯著，可作為細胞標記用 △ 血清中生長素濃度低 △ 平均生命期：公鼠 23 個月；母鼠 21 個月
WKA(Wistar king A)	白	△ 先天畸形足及多趾畸型比率 2%
WKY/N	白	△ 為 SHR 之對照品系
WN(Inbred Wistar)	白	△ 具中等之繁殖性能及產仔數 △ 血壓之收縮壓較低 △ 不會發生子宮及腸道之腫瘤
YOS	白	△ 會長出 Yoshida 肉瘤
Z61	白	△ 可以動情素誘發腫瘤 △ 會長出 Jensen 肉瘤 R-3449 及 R92 △ 對於囊尾幼蟲感染具有感受性

註：1.大部分品系均依照 Jackson Lab.及 NIH 之品系介紹

2.資料轉錄自「實驗動物及比較醫學名詞」一書之附錄三

附錄六

大鼠、小鼠、天竺鼠及倉鼠之營養分需求表

營養分	單位	大鼠 [a]			小鼠 [a]	天竺鼠 [a] 成長	倉鼠 [b]
		維持	成長	繁殖			
脂肪	g	50.0	50.0	50.0	50.0	ND	50.0
蛋白質	g	50.0	150.0	150.0	180.0	180.0	150.0
纖維	g					150.0	
胺基酸							
精胺酸	g	ND	4.3	4.3	3.0	12.0	7.6
苯丙胺酸	g				7.6	10.8	14.0
苯丙胺酸							
＋酪胺酸	g	1.9	10.2	10.2			
組胺酸	g	0.8	2.8	2.8	2.0	3.6	4.0
異白胺酸	g	3.1	6.2	6.2	4.0	6.0	8.9
白胺酸	g	1.8	10.7	10.7	7.0	10.8	13.9
離胺酸	g	1.1	9.2	9.2	5.0	8.4	12.0
甲硫胺酸	g				5.0	6.0	3.2
甲硫胺酸							
＋胱胺酸	g	2.3	9.8	9.8			
酥胺酸	g	1.8	6.2	6.2	4.0	6.0	7.0
色胺酸	g	0.5	2.0	2.0	1.0	1.8	3.4
纈胺酸	g	2.3	7.4	7.4	5.0	8.4	9.1
其他	g	41.3[c]	66.0	66.0		16.9[d]	
礦物質							
鈣	g	ND[f]	5.0	6.3	5.0	8.0	5.9
氯	g		0.5	0.5	0.5	0.5	
鎂	g		0.5	0.6	0.5	1.0	0.6
磷	g		3.0	3.7	3.0	4.0	3.0
鉀	g		3.6	3.6	2.0	5.0	6.1
鈉	g		0.5	0.5	0.5	0.5	1.5
銅	mg		5.0	8.0	6.0	6.0	1.6
鐵	mg		35.0	75.0	35.0	50.0	40.0
錳	mg		10.0	10.0	10.0	40.0	3.65
鋅	mg		12.0	25.0	10.0	20.0	9.2
碘	µg		150.0	150.0	150.0	150.0	1.6
鉬	µg		150.0	150.0	150.0	150.0	
硒	µg		150.0	400.0	150.0	150.0	100.0
維他命							
A	mg	ND[g]	0.7	0.7	0.72	6.6[e] 或 28.0[f]	2.0

D	mg		0.025	0.025	0.025	0.025	484IU
E	mg		18.0	18.0	22.0	26.7	3.0
K	mg		1.0	1.0	1.0	5.0	4.0
生物素	mg		0.2	0.2	0.2	0.2	0.6
胆鹼	mg		750.0	750.0	2000	1800.0	2000
葉酸	mg		1.0	1.0	0.5	3.0-6.0	2.0
菸鹼酸	mg		15.0	15.0	15.0	10.0	90.0
泛酸	mg		10.0	10.0	16.0	10.0	40.0
核黃素	mg		3.0	4.0	7.0	3.0	15.0
硫胺素	mg		4.0	4.0	5.0	2.0	20.0
B_6	mg		6.0	6.0	8.0	2.0-3.0	6.0
B_{12}	mg		50.0	50.0	10.0		10.0
C	mg					200.0	

附 註:：

[a] 大鼠及小鼠之營養分需求是以每公斤飼料（含水量 10% 及代謝能值 3.8-4.1 Kcal ME /g）為基準而估算；天竺鼠之營養分需求是以每公斤飼料（含水量 10% 及代謝能值 2.8-3.5 Kcal ME /g）為基準而估算；(資料來源 NRC, 1995)

[b] 黃金倉鼠之營養分需求是以每公斤飼料（可消化能值 4.2 Kcal DE /g）為基準，用於六週大離乳黃金倉鼠而估算；(資料來源 NRC, 1978)

[c] 胺基酸補充料，包含甘胺酸、丙胺酸、絲胺酸；

[d] 胺基酸補充料，包含甘胺酸、天門冬醯胺、天門冬胺酸、麩胺酸、丙胺酸、絲胺酸、脯胺酸；

[e] 以視黃醇形式供應；

[f] 以β-胡蘿蔔素形式供應；

[g] 大鼠在維持階段時所需之礦物質及維他命，並無資料可供參考，但可採用大鼠成長階段之標準餵飼；

附錄七

實驗動物適用之安樂死方法及禁止使用之死亡方法

一、常用之安樂死方法

（一）哺乳類

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 (100 mg/kg)	○	○	○	○	○	○	○
Barbiturate 注射液, 腹腔注射(100 mg/kg)	○	○	○	×	○	×	○
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	△	×	×	×	×	×	×
電擊	×	×	×	×	×	×	○

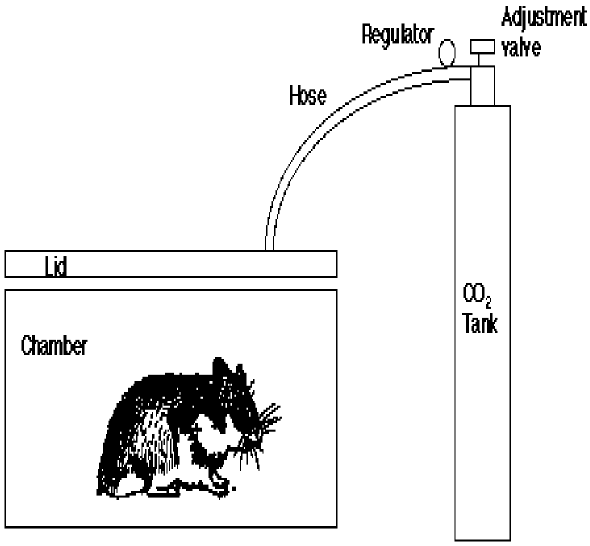
（二）其他脊椎動物：

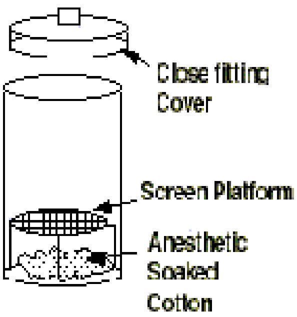
魚類	Barbiturate 注射液，靜脈注射（60-100mg/kg） 吸入性麻醉藥 二氧化碳 TMS Benzocaine HCl 脊髓穿刺 砍頭
兩棲類	Barbiturate 注射液，靜脈注射（60-100mg/kg） Barbiturate 注射液，腹腔注射（60-100mg/kg） 吸入性麻醉藥(部分兩棲類會憋氣，須注意) 二氧化碳 TMS Benzocaine HCl 脊髓穿刺 砍頭
爬蟲類	Barbiturate 注射液，靜脈注射（60-100mg/kg） Barbiturate 注射液，腹腔注射（60-100mg/kg） 吸入性麻醉藥(部分爬蟲類會憋氣，須注意) 二氧化碳 腦部近距離射擊 斷頭法
鳥類	Barbiturate 注射液，靜脈注射（60-100mg/kg） Barbiturate 注射液，腹腔注射（60-100mg/kg） 吸入性麻醉藥 二氧化碳 麻醉後頸椎脫臼 腦部近距離射擊

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。

二氧化碳動物安樂死法：

1. 放入動物前，先灌注 CO_2 於壓克力箱（或 PC 盒）內 20-30 秒.關閉 CO_2.放入動物。
2. 再灌注 CO_2 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 CO_2.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。





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. 施行於少量動物，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。

二、實驗動物禁止使用之安樂死方法

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	不宜使用
燒死	化學或加熱燒死方法，不宜使用
Chloral hydrate	狗、貓以及小型哺乳動物不得使用
氯仿 Chloroform	具有肝毒性且可能有致癌性，有害於人類健康
氰化物 Cyanide	極有害於人類健康
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	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(番木鼈鹼)Strychnine	此藥劑造成動物的劇烈痙攣和痛苦的肌肉抽搐
打暈	不宜使用
Tricaine	methane sulfonate (TMS, MS 222)

資料選取及改編自：1. AVMV Guidelines on Euthanasia, 2007。
2. http://www.ahc.umn.edu。
3. Report of the AVMA Panel on Euthanasia JAVMA, Vol 218, No. 5, March 1, 2001

附錄八

動物科學應用機構查核輔導要點

一、行政院農業委員會(以下簡稱本會)為監督及管理動物之科學應用，並俾利動物科學應用機構之查核輔導，特訂定本要點。

二、本要點之查核方式如下：

（一)內部查核:由動物科學應用機構之實驗動物照護及使用委員會或小組(以下簡稱照護委員會或小組)依據動物科學應用機構內部查核表所定項目每半年查核一次。查核結果如有缺失自行改進,並保存紀錄六年以上,該查核表彙整為查核總表,列為照護委員會或小組年度監督報告附件。

（二）外部查核：由本會邀集直轄市或縣(市)政府動物保護檢查員（以下簡稱轄區動保檢查員)、實驗動物相關專家及動物保護團體代表組成外部查核小組,並依據動物科學應用機構外部查核表實地查核輔導。每年辦理二十場至四十場為原則。

三、外部查核時，受查機構照護委員會或小組召集人應於現場引導說明，並備妥下列文件：

（一）照護委員會或小組成立、異動、作業流程與規章及會議等相關文件。

（二）五年內之動物實驗申請表及審核紀錄。

（三）動物飼養管理基準作業程序相關文件。

（四）動物房舍及坪數一覽表。

（五）五年內之照護委員會或小組年度監督報告。

（六）五年內之動物科學應用機構內部或外部查核表。

四、外部查核時，受查機構如違反動物保護法相關規定時，由直轄市或縣(市)主管機關依法予以查處。

五、外部查核結果經評核分為優、良、尚可、較差四個等級，如評核為較差等級者，受查機構應依據外部查核小組綜合評述意見，於文到後三個月內將改善後書面資料報送直轄市或縣(市)主管機關核轉中央主管機關。

受查機構屆期未報送書面改善資料或經審查仍不合格者，直轄市或縣（市）主管機關除依動物保護法第二十四條規定辦理外，另報中央主管機關函請該機構之目的事業主管機關協助輔導改善，並得作為目的事業主管機關審查該機構相關計畫或評鑑等行政措施之參考。

六、規避、妨礙或拒絕轄區動保檢查員依法執行職務者，直轄市或縣（市）主管機關依動物保護法第二十九條第一項第五款規定，處新臺幣三萬元以上十五萬元以下罰鍰。

中 文 索 引

十三劃

十四劃

十五劃

十六劃

十七劃

十八劃

十九劃

二十劃以上

英 文 索 引

國家圖書館版品預行編目資料

實驗動物管理與使用指南
實驗動物管理與使用指南編輯委員會編著
－第三版擴充版--.　--台北市：
中華實驗動物學會　2010 年　印刷
面；　　　　　　　　公分.
ISBN 957-30437-2-6(平裝)

1.實驗動物管理　　2.實驗動物使用
3.規範指南

實驗動物管理與使用指南
A GUIDEBOOK FOR THE CARE AND USE OF LABORATORY ANIMALS

編 著 者：實驗動物管理與使用指南編輯委員會
主　　編：蔡倉吾
發 行 人：余俊強
執行機關：中華實驗動物學會
電　　話：(02) 2789-5876
出版機關：行政院農業委員會
出版年月：中華民國 99 年 12 月

本書經行政院農業委員會授權中華實驗動物學會印刷

ISBN 957-30437-2-6

實驗動物管理與使用指南

A GUIDEBOOK FOR THE CARE AND USE OF LABORATORY ANIMALS

主　　編：　蔡倉吾

編輯委員：

王 明 升　余 玉 林　余 俊 強　宋 永 義　李 碧 珍
林 宗 德　林 宗 毅　周 京 玉　洪 昭 竹　翁 仲 男
秦 咸 靜　梁 善 居　許 桂 森　陳 保 基　張 維 正
黃 英 豪　葉 力 森　廖 欽 峰　蔡 倉 吾　蘇 怡 欣

(依姓氏筆劃排列)

執行機關：中華實驗動物學會

電　　話：(02)2789-5876

出版機關：行政院農業委員會

出版年月：中華民國 99 年 12 月

ISBN 957-30437-2-6