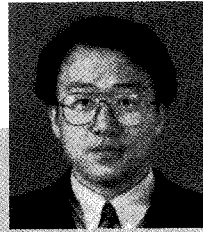


# 실험동물 전문수의사를 꿈꾸며



한진수

삼성생명과학연구소 실험동물연구실장

## 서론

수의사 하면 당연히 소와 돼지 등을 상대하는 대동물 수의사나 강아지, 고양이 등을 전문으로 하는 소동물 수의사를 생각하는 것이 일반적이다. 그나마 소동물 수의사에 대한 일반인들의 인식은 근래에 정착한 것이지만, 이제는 대동물 수의사보다도 소동물 수의사가 숫적으로 더 많은 것으로 보인다. 오늘 필자는 여기에 새로이 실험동물수의사(Lab. Animal Vet.)라는 전문직을 소개함으로써 수의학분야의 다양성과 전문성을 강조하고자 한다. 또한 급변하는 첨단연구현장에서 수의사가 어떻게 역량을 발휘하고 그 전문성을 인정받을 수 있는지를 피력하고자 한다. 아울러 국내 수의학교육에 실험동물의학분야가 재인식됨은 물론 그 대책이 시급함을 강조하고 싶다.

## 국내 실험동물분야 현황

필자가 학생일 때에는 실험동물이 무엇인지도 몰랐던 것이 사실이다. 실험동물수의사가 있다는 것은 알 수도 없었고, 대개 대동물임상

아니면 연구직 또는 공무원이라는 판에 박힌 진로밖에는 생각할 수가 없었다. 그럼에도 불구하고 필자는 무언가 수의학이 인공의학에 가장 가까운 학문으로써 직접적으로 인류건강에 기여할 수 있는 그러한 분야에 종사하고 싶다는 희망을 키워 오던 바, 1985년 한국실험동물학회의 창립당시 이 분야의 종사를 모색하게 된 것이다. 결국 일본으로 유학하여 선택하게 된 길은 동경대학 수의학과 실험동물학교실이다. 물론 북해도대학 수의학과에도 실험동물학교실이 있었지만 주 연구분야는 유전육종에 치우쳐 있어서 실험동물수의사로서의 길을 찾는 나로서는 미생물학과 병리학연구를 하는 동경대학으로 진학할 수 밖에 없었다. 그러나 일본의 수의학과 실험동물분야에서 전문적인 수의사의 길을 찾지는 못하였음을 실감하게 되었을 뿐만 아니라 수의과대학에서는 관심조차 없다는 것도 알았다. 귀국한 이래 삼성의료원 연구소 기획팀에 합류한 뒤 국내 최첨단의 실험동물 시설을 설계하면서 새로이 이 분야를 개척한다는 정신으로 임하게 되었다. 최근 성균관대학교 의과대학 실험동물연구센터도 건축하며 두 시설의 운영전반에 걸친 플랜과 연구를 통해 필

자의 수하에는 실험동물전문 수의사가 되고자 개척자의 길을 걷고 있는 후진도 여러 명 육성하게 되었다. 무엇보다도 93년부터 살펴본 국내 실험동물산업 및 학계의 발전 및 변화를 보게 되면 기하급수적인 성장을 실감하고 있다.

아울러 축산학 및 수의학전공의 전문직에 대한 필요성이 늘고 있어서 앞으로의 수요는 계속 증가일로에 있을 것으로 본다. 한편 한국실험동물학회에서는 금년 5월에 2급 실험동물기술사 자격인증서를 80여명에게 수여하였다. 내년 부터는 1급 자격을 포함해 시험제도와 교육제도를 정비하게 된다. 여기에서 그치지 않고 국가공인면허로 발전시키게 될 것이며, 따라서 더욱 많은 사람들이 지원하게 될 것으로 생각한다. 또한 수의사도 다수 지원하는 것을 보는데, 앞으로 수의사와 실험동물기술사간에 보이지 않는 마찰이 예상되고 있는 것은 이미 숨길 수가 없다. 필자는 다시 한번 실험동물전문수의사의 양성이 필요함을 절감하며 그 방법을 여러 가지로 모색하고 있는 바 본고를 통하여 선진외국의 실태를 소개함으로써 우리의 현실을 직시하고자 한다.

## 수의학적 관리와 실험동물의학의 필요성

실험동물의 복지를 충분히 고려한 동물실험을 실시하기 위해서 수의학적 관리가 중요한 기준이 된다는 사실은 논할 여지가 없다. 실험동물의 질병예방, 적절한 진단과 치료, 실험처치시 불필요한 고통을 배제하기 위한 마취약이나 진정제의 투여, 안락사의 실시, 외과수술과 수술후관리 등 전문적인 기술이 매우 중요한 관

건이 되기 때문이다. 이러한 처치는 임상수의학적 지식과 기술을 겸비한 수의사의 직접·간접적인 임무인 것은 말할 필요도 없다. 더욱이 수의학적 관리에 종사하는 수의사는 우선 실험계획단계에서부터 예상되는 고통의 평가와 실험방법의 타당성을 평가하여야 하며, 실험중에는 연구목적에 방해하지 않는 범위내에서 가장 양호한 고통경감법을 실시하거나 조언을 해주어야 하고, 실험종료시에는 적절한 슬후관리나 안락사법을 시행하거나 조언을 해 주는 것도 필요하다. 이러한 능력을 소유하기 위해서는 임상수의학적 지식과 기술은 물론, 의학생물학적 연구방법에 관한 지식과 경험, 동물복지에 대한 명확한 가치관을 소유할 필요가 있다. 이런 연구분야를 「실험동물의학(Laboratory Animal Medicine)」이라고 한다.

여기서 세계적인 실험동물관리지침으로 인정되고 있고, 소위 NIH 가이드로도 불리는 「Guide for the Care and Use of Laboratory Animals: by Institute of Laboratory Animal Resources, NAP, 1996」에서 수의학적 관리에 관해 어떻게 서술하는지 다음 장에 그 전문을 소개하고자 한다.

## 동물 관리 및 사용에 있어서의 수의학적 관리 (Veterinary Medical Care)

「제7판 실험동물의 관리와 사용에 관한 지침 : 한상섭, KAP J. Lee 감수, 김길수, 양승돈, 이민재, 한진수 역, 열린출판사간, 1997」중 제3장(62-75쪽)을 인용함

동물 관리 및 사용 프로그램에 있어서 수의학적 관리는 중요한 부분이며 충분한 수의학적

관리를 위해 다음 사항을 위한 효과적인 프로그램이 필요하다.

- ◇ 예방의학
- ◇ 관찰(Surveillance), 진단, 치료 및 인수공통전염병을 포함한 질병관리
- ◇ 프로토콜과 관련한 병태, 장애 또는 휴유증의 관리
- ◇ 마취 및 진통
- ◇ 수술 및 수술후관리
- ◇ 동물복지의 평가
- ◇ 안락사

전담수의사가 수의학적 관리 프로그램을 책임지며, 이는 공인된 수의사(ACLAM 참조, 부록 B)이거나 실험동물학/의학(laboratory animal science and medicine) 또는 사용하는 동물종의 관리에 익숙한 수의사여야 한다. 수의학적 관리 프로그램의 일부는 수의사가 아닌 다른 직원에 의해 시행될 수도 있으나, 동물의 건강, 행동, 복지와 관련된 문제 발생시 수의사에게 정확하고 신속한 상황전달을 보증하기 위해, 직접적이고 빈번한 의사전달체계가 확립되어야 한다. 수의사는 동물을 관리하고 사용하는 모든 연구자 및 직원에게 적절한 동물 취급, 보정법, 진정, 진통, 마취 및 안락사를 보증하도록 지침을 제공해야 한다. 전담수의사는 수술프로그램과 수술후 관리에 관한 지침을 제공해야 한다.

### 동물조달, 수송

#### (Animal Procurement and Transportation)

모든 동물은 규칙에 따라 구입해야 하며, 동물 구입기관은 동물 구입과 관련된 모든 절차가

합법적 방식으로 이루어지도록 노력해야 한다. 미국농무부(United State Department of Agriculture:USDA) Class B 동물 딜러로부터 고양이와 개를 구입할 경우 개체식별이 되어 있는지, 문신이나 피하 트랜스폰더(개체식별을 위하여 동물의 피하 내에 삽입하는 표지자:역자 주)의 표식이 있는지를 조사해야 한다. 그와 같은 신원확인작업을 통해 그 동물이 애완 동물이었고 주인이 누구인가를 알 수 있어야 한다. 멸종 위기의 동물종은 매년 어류 및 야생 동물국(Fish and Wildlife Service)에 의해 규정되고 갱신된다. 연구, 교육 및 검사목적에 적합하다면, 계획생산 연구용 동물(purpose-bred research animal)의 사용이 바람직하다. 동물공급업자는 공급하는 동물의 품질에 대하여 평가를 받아야 한다. 계획생산동물 공급자(예: USDA Class A 딜러)는 사육군이나 동물개체의 유전 및 미생물학적 검사성적을 정기적으로 제공하는 것이 일반적인 원칙이다. 이와 같은 정보는 동물의 입수나 반쯤여부를 결정하는데 유용하며, 기관간 또는 기관내 이동에 의해 입수된 동물(예를 들어, 형질전환 마우스)에서도 유사한 자료를 첨부하여야 한다. 기관내 이동을 포함한 모든 동물 수송시 운송시간의 단축 및 인수공통 전염병의 위험을 최소화하며 급격한 환경변화와 과밀수송을 피하고, 필요시 음수를 공급하며 신체적 손상을 막을 수 있도록 배려해야 한다. 일부 수송관련 스트레스는 불가피하지만, 이러한 요소에 주의하면 스트레스를 최소화 시킬 수 있다. 동물 선적(shipment) 시 각각의 동물을 조사하여 구입사항과 임상

증상을 확인하고, 동물종 및 시설상황에 맞는 순서에 따라 검역 및 순화를 실시한다.

동물을 바르게 구입하고 적절한 사육시설을 준비하기 위해서는 발주, 수령 및 기술자의 연계가 중요하다. 동물복지규범(AWRs) 및 국제항공협회 동물규범(International Air Transport Association Live Regulations, IATA, 1995)을 포함한 몇몇 문서들을 통해 수송에 관한 세부사항을 확인한다. 이외에 영장류의 수입은 공중위생국(PHS, CFR Title 42)에 의해 통제되며, 투베르쿨린(tuberculin) 검사에 관해서는 별도의 지침이 작성되어 있다(CDC 1993). 원숭이(African green, cynomolgus, rhesus)의 구입 및 수송에 관한 특별 조항이 있다(FR 1990; CDC 1991)

## 예방의학 (Preventive Medicine)

질병예방은 수의학적 관리의 중요한 부분이다. 효과적인 예방의학 프로그램은 동물의 건강을 유지하고, 질병 및 불현성 감염 등과 관련된 프로토콜 이외의 변동인자를 억제하므로써 동물의 가치를 높여준다. 예방의학 프로그램은 검역, 순화 및 동물종·공급처·건강상태에 따른 동물격리와 관련된 규정, 작업순서 및 실무를 조합하여 구성된다.

### ① 검역, 순화, 격리

(Quarantine, Stabilization, and Separation)  
검역이란 새로 입수된 동물의 건강 및 미생물학적 상태가 판정될 때까지 동물실에 있던 기존 동물과 격리하는 것을 말한다. 효과적인 검역은 확립된 기존 사육군내로 병원체의 유입 기회를 최소화하는 것이다. 수의사는 새로 입

수된 동물의 건강 및 미생물학적 상태를 판정할 수 있어야 하며, 그 검역절차는 수의학적으로 타당하고 인수공통전염병과 관련된 연방 및 주(州)의 법규에 합당하여야 한다(Butler and others 1995). 효과적인 검역절차를 영장류에 적용하여 사람이 인수공통 전염병에 노출되는 것을 제한해야 한다. 영장류의 경우 filovirus와 mycobacterium 감염 때문에 최근 영장류 취급에 관한 특별안내서를 만들게 되었다 (CDC 1991, 1993). 수의사는 검역기간, 직원과 사육군내 동물에게 미칠 수 있는 잠재위험성과 검역중 동물의 치료여부를 결정하고, 설치류의 경우는 특정병원체를 배제하기 위하여 제왕절개유도(Caesarean derivation)나 수정란 이식(embryo transfer)의 필요성을 결정하기 위하여 공급업체로부터 동물품질에 관한 충분한 사전정보를 받아야 한다. 설치류에 관해서는 공급업체로부터 받은 자료가 최근의 검사결과이며, 입고될 동물의 건강상태가 정확히 판정될 경우 또한 수송중 미생물에 오염될 가능성을 충분히 고려한 경우 검역을 생략할 수도 있다. 검역기간 동안 입수 유래가 다른 동물군은 그룹간의 감염체 이동을 막기 위해 격리해야 한다(개체별 분류는 필요 없다). 검역기간과 상관없이 새로 입고된 동물을 실험에 사용하기 전에 생리적, 심리적 및 영양적 안정을 위한 순화기간을 주어야 한다. 순화기간은 동물 수송 방법과 소요 시간, 동물종, 사용 목적에 따라 다를 수 있다. 마우스, 랫드, 기니픽 및 산양에서 순화기간에 대한 필요성은 이미 증명되었으며, 다른 동물에서도 순화기간이 필요할 것이다(Drozdowicz

and others 1990; Jelinek 1971; Landi and others 1982; Prasad and others 1978; Sanhoury and others 1989; Tuli and others 1995; Wallace 1976). 품종간의 질병전파를 막고 품종간의 대립으로 인한 불안 및 생리적, 행동적 변화를 감소시켜 주기 위해 동물의 품종별 격리가 권장된다. 보통 격리된 사육실에 동물종별로 수용하나, 소구획(cubicle), 라미나 플로우(laminar-flow) 사육장치, 필터부착 또는 개별환기식 케이지, 아이솔레이터로 격리구역을 대신할 수 있다. 어떤 경우에 예를 들면, 두 동물종이 유사한 병원체를 보유하고 행동상 서로 양립할 수 있는 경우, 한 사육실에서 서로 다른 종의 동물들을 사육할 수도 있다. 그러나 어떤 동물종은 다른 동물종에 대하여 낮은 병원성으로 발병을 유발하지 않거나 잠복감염으로 경과하는 병원체라도 다른 동물종에 전염되어 임상적 증상을 유발시키는 경우도 있다. 다음 각 항에서는 동물종에 따라 분리 사육이 필요한 예를 보여 준다.

◇ *Bordetella bronchiseptica*는 토끼에서 불현상 감염만을 유발하지만, 기니픽에서는 심한 호흡기 질병을 일으킨다(Manning and others 1984).

◇ 원칙적으로 신대륙(남미계), 아프리카계 구대륙 및 아시아계 구대륙 영장류들은 각각 격리 사육되어야 한다. 예를 들면, 원숭이 출혈열 simian hemorrhagic fever(Palmer and others 1968)와 원숭이 면역부전 바이러스(simian immunodeficiency virus)의 경우 (Hirsch and others 1991; Murphey-Corb and others 1986), 아프리카 영장류에서는 불현성으로 감염하지만 아시아 종에서는 발병한다.

◇ 동일 지역에서 유래된 종(種)이라도 격리 사육하는 경우가 있다. 예를 들면, 다람쥐 원숭이(*Saimiri sciureus*)는 *Herpesvirus tamarinus*에 노출될 경우 잠복감염을 나타내지만, *Herpesvirus tamarinus*가 올빼미 원숭이(*Aotus trivirgatus*) (Hunt and Melendez 1966), 일부 마모셋(marmoset)과 타마린(*tamarine: Saguinus oedipus, S. nigricollis*) (Holmes and others 1964; Melnick and others 1964)에 전파되어 치명적인 동물전염병을 유발할 수 있다. 여러 곳으로부터 동물이 반입되어 동물의 미생물 상태가 다를 경우, 동일 품종이라도 격리사육은 필수적일 수 있다. 예를 들면 랫드의 타액누선염 바이러스(*sialodacryoadenitis virus*), 마우스의 간염바이러스(*hepatitis virus*), 토끼의 *Pasteurella multocida*, 원숭이(마카크 종: *macaque species*)의 *Cercopithecine herpesvirus I* (학명: *Herpesvirus simiae*) 및 돼지의 *Mycoplasma hyopneumoniae*가 있다.

## ② 질병의 감시, 진단, 치료, 관리(Surveillance, Diagnosis, Treatment, and Control of Disease)

모든 동물들은 질병, 상해 또는 이상행동의 증상 등을 식별할 수 있는 훈련된 사람에 의해 관찰되어야 한다. 기본적으로 이와 같은 관찰은 매일 이루어져야 하지만, 수술후 회복기나 동물이 아프고 신체적 결함이 있는 경우는 더욱 더 자주 관찰을 해야 한다. 동물이 옥외사육장에서 사육될 경우, 동물 각 개체에 대한 일상적인 관찰이 어려울 경우도 있다. 세심한 관찰을 통해 각 동물에 대한 위험을 최소화 할 수 있도록 전문가의 의견을 구한다. 질병감시와 진단에

적절한 방법을 필수적으로 구비하여야 한다.

예기치 않은 동물의 사망 및 발병, 고통 또는 정상적인 상태로부터의 이탈이 있는 경우, 적절한 수의학적 처치가 적시에 이루어질 수 있도록 신속히 보고되어야 한다. 전염병 증상을 나타내는 동물은 사육군내 건강한 동물들과 분리한다. 만일 동물사육실 전체가 감염체(예: 영양류에서 *Mycobacterium tuberculosis*)에 폭로되거나 의심이 되면 그 군은 진단, 치료 및 관리과정 동안 이동시키지 않는다. 질병예방, 진단 및 치료법들은 현재 수의 임상에서 허용하는 것들이어야 한다. 육안(gross) 병리학, 미시(microscopic) 병리학, 임상 병리학, 혈액학, 미생물학, 임상화학, 혈청학 등을 포함하는 실험실 진단 서비스가 수의학적 관리를 도와준다.

연구자는 투약법 또는 치료법의 선택을 수의사와 상의하여 결정하여야 한다. 선택된 치료계획은 치료학적으로 확실해야 하며 가능한 실험에 영향을 주지 않는 것이어야 한다. 불현성 감염을 일으키는 미생물 감염, 특히 바이러스 감염(부록 A 참조)은 일반 컨벤셔널(conventional) 환경의 설치류에서 자주 발생하지만, 배리어(barrier)의 어느 한 부분이라도 고장이 날 경우, 특정 병원균 부재(specific pathogen-free; SPF) 설치류의 생산과 이용을 위해 설계되고 유지되는 시설에서도 미생물 감염이 일어날 수 있다. 불현성 감염과 함께 면역학, 생리학, 약리학 또는 독성학적 반응을 변화시키는 감염체의 예로는 Sendai virus, Kilham rat virus, mouse hepatitis virus, lymphocytic choriomeningitis virus, *Mycoplasma pulmonis*를 들 수 있다(NRC

1991a,b). 특정 프로토콜에 나타난 과학적 목적, 설치류의 특정 계통내 감염의 영향 및 감염체에 의한 시설내 다른 프로토콜의 악영향 등을 감안하여 설치류 건강감시 프로그램의 특징과 특정 병원균 부재 설치류를 유지하는 감염대책을 강구한다. 바이러스 감염을 확인하는 주요 방법은 혈청검사이다. 세균배양, 조직병리학 및 유전자증폭법(polymerase chain reaction: PCR)을 이용하는 DNA 분석과 같은 미생물의 감염을 확인하는 방법들은 임상연구 프로그램의 특정 요구에 가장 적합하도록 사용해야 한다. 가이식성 종양(transplantable tumor), hybridoma, cell line 및 기타 생물제제(biologic material)는 설치류 바이러스(murine virus)의 근원(source)으로서 설치류를 오염시킬 수 있다(Nicklas and others 1993). 마우스 항체생산(MAP), 랫드 항체생산(RAP) 및 햄스터 항체생산(HAP) 검사는 생물제제의 바이러스 오염을 모니터링하는데 효과적이므로(de Souza and Smith 1989; NRC 1991c) 고려해 볼 만하다.

### ③ 외과적 처치 (Surgery)

수술전 계획, 직원 교육, 무균조작과 외과적 처치법, 동물복지 및 일련의 프로토콜 과정 동안 동물의 생리학적 상태 등에 대하여 주의하면 외과적 처치효과를 한층 높여준다. (부록 A 참조 「마취, 통증, 외과적 처치」) 이러한 요소들의 각 영향은 관련된 수술절차의 복잡성과 사용되는 동물종에 따라 다양하게 나타난다. 수술계획에 대한 팀접근 방식은 각기 다른 전문지식을 갖춘 사람들을 참여시킴으로써 수술

결과의 성공가능성을 높여 준다(Brown and Schofield 1994; Brown and others 1993). 적절한 수술이 시행되고 적시에 교정변화가 실시될 수 있도록 수술결과의 지속적인 철저한 평가가 이루어져야 한다. 표준 수술기법의 변경이 바람직하거나 요구될 수도 있지만(예를 들어, 설치류 또는 야외 수술), 우선적으로 동물의 복지를 고려해야 한다. 수술기법을 변경시킬 경우 결과에 대한 평가는 더욱 신중해야 하며, 분명하게 나타나는 임상 유병률(clinical morbidity) 및 사망률(mortality)에 부가해서 어떤 형태의 기준을 채택해야 한다. 수술전 실험계획 수립 시에 외과 의사, 마취 의사, 수 의사, 수술 보조자, 동물 관리 요원 및 연구자를 포함한 수술팀의 모든 구성원이 참여해야 한다(Cunliffe-Beamer 1993). 수술계획 수립시 인력 및 역할, 교육요구, 수술에 필요한 장비와 소모품, 수술이 행해질 시설의 위치 및 특성, 수술전 동물의 건강평가, 수술후 관리에 관해 확인해야 한다(Brown and Schofield 1994). 만일 위장관과 같이 세균에 의한 오염이 의심되는 부위를 외과적으로 노출시키거나 면역억제를 일으킬 수 있는 실험을 하는 경우, 수술전에 항생제를 투여하는 것이 적절한 방법이 될 수 있다(Klement and others 1987). 그러나 무균수술을 시행할 경우 항생제의 사용을 고려하지 않을 수도 있다. 무균수술법, 능숙한 조직취급, 조직절개의 최소화, 기구의 적절한 사용, 효과적인 지혈, 봉합사 및 봉합형태의 정확한 사용 등과 같이 수술을 능숙하게 할 수 있도록 연구원을 교육시키는 것이 중요하다(Chaffee 1974; Wingfield 1979). 동

물실험시 수술을 실시하고 도와주는 사람은 광범위한 지식을 갖추고, 충분한 교육을 받은 후 동물수술에 참가한다. 예를 들면, 사람수술에 훈련된 사람은 해부학, 생리학, 마취제 및 진통제의 효과, 수술후 조작에 필요한 종간의 차이에 따른 필요품목에 관하여 교육받을 필요가 있다. 각자의 기술수준에 합당한 수술훈련 지침서는 기술훈련 프로그램을 개발하려는 기관에 도움이 될 수 있다(ASR 1989). 공중위생국정책(PHS Policy)과 동물복지규범(AWRs)은 수술을 실시하는 연구자가 그 수술기법에 대한 적절한 자격 및 교육성과의 판정을 위원회(IACUC)에서 담당하게 하고 있다.

일반적으로 수술절차에 따라 대수술과 소수술로 분류되며, 실험환경에 따라 생존 수술과 비생존 수술로 더욱 세분화할 수 있다. 대생존 수술(major survival surgery)은 체강을 관통하거나 노출시키며, 신체적 또는 생리적 기능의 실질적 장애를 유발시키는 수술을 말한다(개복술, 개흉술, 개두술, 관절 치환술, 사지 절단술). 소생존 수술(minor survival surgery)은 체강을 노출시키지 않고 약간의 신체적 장애만을 유발하거나, 아예 장애를 유발하지 않는 수술을 말한다(창상봉합, 말초혈관 삽관법, 가축의 일상적인 거세·제각·탈출된 장기의 복원, 수의임상 현장에서 외래환축의 일상적인 수술). 소수술은 보통 대수술보다는 까다롭지 않은 조건하에서 실시되지만, 여전히 무균조작과 기구, 적절한 마취가 필요하다. 복강경 수술이 종종 외래환축을 대상으로 시행되지만, 복강을 투관할 경우 무균적으로 실시한다.

비생존(nonsurvival) 수술에서는 동물을 마취에서 회복되기 전에 안락사시켜야 한다.

비생존수술을 실시할 경우, 본 장에서 언급한 모든 기법을 반드시 따를 필요는 없다. 그러나 최소한 수술부위는 제모하고, 수술자는 수술장갑을 착용하고 수술기구 및 수술주위는 청결하게 유지해야 한다(Slattum and others 1991). 때때로 응급상황으로 인해 즉각적인 수술교정이 요구될 때도 있다. 예를 들면, 외부에서 사육되는 동물을 수술해야 하는 경우 동물을 수술실로 이동하는 것은 동물에게 상당한 위험을 줄 수 있으며, 이동자체가 불가능할 수도 있다. 이와 같은 상황으로 인해 더욱 집중적인 처치가 필요하며 수술후 합병증의 위험도 높아질 수 있다. 적절한 조치를 취하기 위하여 수의학적 판단이 필요하다. 무균수술 기법은 미생물 오염을 최소한으로 감소시키기 위해 이용된다(Cunliffe-Beamer 1993). 수술절차, 기구 소독 또는 살균제 단독으로는 그와 같은 목적을 이룰 수 없다(Schonholtz 1976). 무균수술 기법은 수술실에 입실하는 모든 구성원의 참여와 협력을 필요로 한다(Belkin 1992; McWilliams 1976). 각 업무의 기여도와 중요도는 수술절차에 따라 바뀐다. 제모 및 수술부위 소독과 같은 환축에 대한 준비(Hofmann 1979), 소독된 수술복, 수술 스크럽, 멸균 수술장갑의 공급과 같은 수술자에 대한 준비(Chamberlain and Houang 1984; Pereira and others 1990; Schonholtz 1976), 기구, 소모품, 체내주입물의 멸균(Kagan 1992b) 및 감염 가능성을 줄여주는 수술기법의 이용(Ayliffe 1991; Kagan 1992a;

Ritter and Marmion 1987; Schofield 1994; Whyte 1988)이 무균수술기법에 포함된다.

멸균되는 물질의 물리적 특성에 근거하여 특정 멸균법을 선택해야 한다(Schofield 1994). 고압 멸균법과 가스멸균법이 일반적인 방법이다. 멸균 표시기를 통해 적당한 멸균이 이루어지는지 확인하여야 한다(Berg 1993). 용액성 화학살균제를 사용할 경우 충분한 접촉시간을 지켜야 하며 기구는 사용 전에 멸균수나 식염수(saline)로 세척해야 한다. 알콜은 살균제(sterilant)도 아니며 상급 소독제도 아니다(Rutala 1990).

일반적으로, 어떤 예외사항이 연구 프로토콜의 중요한 요소로서 특별히 인정되지 않고 위원회(IACUC)에 의해 승인되지 않을 경우, 비설치류의 무균수술은 목적에 적합한 시설에서만 시행해야 한다. 대부분의 세균은 공기입자나 매개물에 의해 전파되기 때문에 수술시설은 청결하고 불필요한 통행을 최소화하는 방식으로 유지하고 가동해야 한다(AORN 1982; Bartley 1993). 경우에 따라 다른 목적으로 수술실을 사용할 수도 있다. 그와 같은 경우, 수술실은 대생존 수술을 위해 사용하기 전 반드시 청결한 상태로 유지시켜야 한다. 세심한 수술모니터링과 문제에 대한 적절한 주의는 수술의 성공가능성을 높여 준다. 마취심도와 생리기능의 점검 및 임상증상과 상태의 평가가 모니터링에 포함된다. 정상체온의 유지는 특히 중요하며, 이를 통해 마취제에 의해 야기될 수 있는 심혈관 및 호흡기 장해를 최소화 할 수 있다(Dardai and Heavner 1987). 동물종에 따라 수술 프로그램의 구성요소와 강도가 달라진다.



수술감염에 대한 설치류의 상대적 감수성은 지금도 논쟁의 여지가 있다. 불현성 감염시 수술성공과 연구결과 모두에 영향을 미칠 수 있는 바람직하지 않은 생리 및 행동 반응이 야기될 수 있다는 자료가 제시되고 있다(Beamer 1972; Bradfield and others 1992; Cunliffe-Beamer 1990; Waynforth 1980, 1987). 일반적인 실험실-설치류 수술의 경우에는 작은 절개부위, 소규모 수술팀, 복수의 동물을 동시에 처치할 수 있으며, 간단한 수술 절차와 같은 특징을 가지고 있어서 큰 동물종에서의 수술과는 대조적으로 표준 무균기법을 변형할 수 있다(Brown 1994; Cunliffe-Beamer 1993). 설치류 수술에 관하여는 독특한 수술기법이 다양하게 소개되어 있다 (Cunliffe-Beamer 1983, 1993). 일반적으로 생물의학 연구에 사용하기 위하여 유지되는 농장동물은 본 장에서 설명한 지침에 따른 절차와 시설에서 수술해야 한다. 그러나 임상수의 현장 및 상업성 농장에서 흔히 실시하고 있는 일부 소수술과 응급수술은 생물의학 연구환경에서 실시하는 실험적 수술절차보다는 다소 엄격하지 않은 조건하에서도 실시할 수 있다. 농장에서 수술할 경우에도 동물의 건강과 복지를 위해 적절한 무균기법, 진정제, 진통제, 마취제의 사용 및 동물의 건강과 복지에 영향을 미치지 않는 위험인자의 조건정비가 필요하다. 그러나 여기에서 언급된 집중 수술실 및 수술방법이 반드시 필요한 것은 아니다. 수술계획은 수술후 모니터링 항목, 관리(care) 및 기록정리와 함께 이러한 업무를 수행할 직원이 명기되도록 상세히

기술한다. 연구자와 수의사는 수술후 관리가 적절히 되도록 책임을 다한다. 수술후 관리의 중요한 요소는 동물의 관찰과 마취 및 수술 회복시 요구되는 기술이다. 필요한 모니터링의 강도는 사용하는 동물종과 절차에 따라 변하며, 수술후 회복기보다 마취 회복기에 더욱 주의해야 한다. 마취 회복기에 동물은 깨끗하고 물기가 없는 곳에 두며, 훈련된 자가 관찰할 수 있도록 한다. 마취에서 회복되는 동안 체온 조절, 심혈관 및 호흡 기능, 수술후 통증 또는 불안에 대해 특별히 관심을 기울여야 한다. 수분과 전해질 균형을 위한 경구용 수액(FBR 1987), 진통제, 다른 약제들의 투여, 수술절개 부위의 관리 및 적절한 의학적 기록의 유지를 포함한 추가 관리가 필요할 수도 있다. 마취 회복후 모니터링이 집중적으로 실시되지는 않으나 기본적 생리기능인 섭취와 배설, 수술후 통증을 나타내는 듯한 행동, 감염, 수술부위의 상태, 포대(包帶, bandaging), 피부의 발사(拔射) 또는 클립, 스테플의 제거 등에 주의를 기울여야 한다(UFAW 1989).

#### ④ 동통, 진통, 마취

##### (Pain, Analgesia, and Anesthesia)

수의학적 관리의 필수적인 요소는 실험처치나 수술에 동반된 동통의 예방 또는 완화다. 동통(疼痛)이란 전형적으로 조직에 손상을 주거나 줄 가능성이 있는 자극으로부터 기인되는 복합적인 경험을 말한다. 통증을 경험하고 그에 반응하는 능력은 동물계에서는 보편적이다. 동통을 일으킬 수 있는 자극은 후퇴와 회

피행동을 유발한다. 동통은 스트레스의 한 요인이며 완화되지 않을 경우 엄청난 수준의 스트레스와 고통으로 발전할 수 있다. 따라서 실험 동물에서 마취제와 진통제의 적절한 사용은 윤리적·과학적 측면에서도 요구된다. 「실험 동물에서의 통증 및 고통의 감지와 경감(Recognition and Alleviation of Pain and Distress in Laboratory Animals; NRC 1992)」에는 통증에 관한 기본적인 사항 및 통증조절에 관한 정보가 기술되어 있다(부록 A 참조).

동물에서 통증 완화의 기본은 특정 동물종이 각각 나타내는 임상증상을 감지하는 것이다(Hughes and Lang 1983; Soma 1987). 동물종에 따라 통증에 대한 반응이 다양하기 때문에(Breazile 1987; Morton and Griffiths 1985; Wright and others 1985) 다양한 동물종에서 동통을 판정하는 기준은 같지 않다. 예를 들면, 괴성, 침울이나 행동 변화, 비정상적인 외관이나 자세, 비이동성 같은 것들이 통증 또는 고통대신 일부 종특이성 행동 표현의 지표로 이용할 수 있다(NRC 1992). 그러므로 중요한 것은 동물을 관리하고 사용하는 사람이 종특이성 행동, 생리 및 생화학적 지표에 매우 친숙해야 한다는 것이다(Dresser 1988; Dubner 1987; Kitchen and others 1987). 일반적으로, 동통인식에 대한 지표가 알려져 있지 않거나 확립되지 않았을 경우에는 사람에게서 동통을 야기하는 수술절차가 동물에서도 동통을 야기할 수 있다고 추정할 수 있다(IRAC 1985). 연구의 과학적인 면을 손상시키지 않고, 임상적·인도적인 최선의 진통 및 마취방법을 선택하기 위해서 전문가의 의견을 구해야 한다. 진통제의 수술전

또는 수술중 투여는 수술후의 진통효과가 높아질 수 있다. 동물종, 연령, 통증의 형태와 정도, 특정 기관에 대한 특별 약제의 효과, 수술 시간, 동물에 대한 약제의 안전성, 특히 생리학적 결손이 수술 또는 다른 실험에 의해 유발될 경우와 같이, 많은 요소들에 의해 약제의 선택은 영향을 받는다. 설치류 등 소동물을 흡입 마취할 경우, 정밀한 기화기나 인공 호흡기와 같은 기구를 이용하면 흡입마취제의 안전성과 선택의 폭을 높여 줄 수 있다. 진정제, 불안완화제(anxiolytics), 신경근차단제(neuromuscular blocking agent)와 같은 약제는 진통제나 마취제가 아니므로 동통을 경감시키지 못한다. 그러나 이러한 부류의 약제는 적당한 진통제나 마취제와 혼합하여 사용할 수 있다. 신경근차단제(예: pancuronium)는 전신 마취제를 투여하고 있는 수술시에 골격근을 마비시키기 위해 사용될 때도 있다(Klein 1987). 이러한 약제들이 수술이나 어떤 다른 동통유발 실험에 사용될 경우, 마비로 인해 마취심도를 나타내는 여러 증상들이 사라지게 된다. 그러나 자율신경계의 변화(예: 심박수와 혈압의 급변)는 불충분한 마취심도와 관련된 지표로 활용될 수 있다. 만일 마비성 약제(paralyzing agents)가 사용될 경우, 마취제의 적정 용량은 차단제(blocking agent)없이 마취제를 사용하는 유사한 수술의 결과를 근거로 하여 정하는 방법이 좋다(NRC 1992).

마취제, 진통제 및 진정제 이외에도 진통의 비약리학적 조절이 효과적인 경우도 많다(NRC 1992; Spinelli 1990).

앞에서 언급한 바와 같이, 신경근차단제는 통

증을 경감시키지 못한다. 이것은 동물이 완전히 마취되어 있는 동안 골격근을 마비시키는 데 이용된다. 특정 형태의 무통성(無痛性) 신경생리 연구를 위해 적절히 환기되어 의식있는 동물에게 사용될 수도 있다. 그러나, 급성 스트레스는 의식이 있는 상태에서 마비로 인하여 나타나며, 의식이 있는 경우에는 사람도 이와 같은 약제로 마비될 때 고통을 경험하는 것으로 알려져 있기 때문에 어떠한 경우에도 동물복지를 보장하기 위해 위원회(IACUC)가 신중히 평가하여야 한다(NRC 1992; Van Sluyters and Oberdorfer 1991).

### ⑤ 안락사 (Euthanasia)

안락사란 동통이나 고통없이 급속한 무의식 상태와 사망을 유발하는 방법으로 동물을 죽이는 행위이다. 안락사 방법은「1993년 미국 수의학회 안락사처치 토론회 보고서(1993 Report of the AVMA Panel on Euthanasia ; AVMA 1993 또는 그후의 개정판)」를 따라야 하고, 그와 다른 방법을 사용할 때에는 과학적, 의학적 근거가 분명해야 한다. 안락사 방법의 적정성을 평가하는 기준으로서 통증, 고통, 불안을 초래하지 않거나 극히 미약하게 의식의 손실과 사망을 유도하는 능력, 신뢰성, 비가역성, 무의식 상태로 유도하는데 소요되는 시간, 동물종과 연령에 의한 제한, 연구목적과의 부합성, 안락사 실행자에 대한 안전성과 잔인감 등이 고려되어야 한다. 안락사는 프로토콜의 마지막 단계에서 이용되거나 진통제, 진정제 또는 다른 치료법으로 동통이나 고통을 경감시키지 못할 경우 선택할 수 있는 방법이다. 신체적·행동적 결함상태, 종

양의 크기 등과 같이 안락사 처치의 시점을 프로토콜에 포함시킴으로써 동물이 인도적인 종말을 맞을 수 있고, 동시에 연구목적도 달성될 수 있으며, 수의사와 연구자가 신속한 결단을 내릴 수 있다. 안락사는 다른 동물에게 고통을 주지 않는 방법으로 실시해야 한다. 일부의 경우, 괴성과 페로몬의 방출이 무의식 상태로 들어가는 과정 중에 나타난다. 이러한 이유 때문에 안락사 시행시 다른 동물은 함께 두지 않는다(AVMA 1993). 안락사를 위한 특정 약제 및 방법의 선택은 관련된 동물종과 연구목적에 따라 결정된다. 일반적으로 물리적 방법(경추탈골, 단두, 포획용 화살의 관통법)보다 흡입약제나 주사제(바비톨 계통, 비폭발성 흡입마취제, CO<sub>2</sub>)가 선호된다. 그러나 일부 프로토콜에서는 과학적인 고려 하에 화학약품의 사용이 배제될 수 있다. 안락사의 모든 방법은 위원회(IACUC)가 검토하고 승인하여야 한다. 안락사는 그 동물종에서 사용하려는 안락사 방법에 능숙한 직원이 수행하여야 하며 전문적이고 인도적인 방식으로 실시한다. 사망 판정은 안락사 되는 동물종에서 생명유지에 필요한 기관의 기능정지를 인식할 수 있는 사람이 확인한다. 동물관리자, 수의사, 연구자가 동물을 안락사 시키는데 참여할 경우, 반복적으로 안락사를 실시하거나 안락사 되는 동물과 정서적 유대가 형성된 경우, 정신적으로 어려움을 겪는 경우 등이 있다(Arluke 1990; NRC 1992; Rollin 1986; Wolfe 1985). 감독자가 피고용자나 학생에게 안락사 임무를 부여할 때 정신적으로 어려울 수 있다는 것을 잠재적으로 인지하고 있어야 한다.

다음호에 계속...