

실험동물의 관리 및 사용에 대한 가이드라인

국립독성과학원 실험동물지원팀

실험동물의 관리 및 사용에 대한 가이드라인	2
1. 규범, 정책, 원칙	2
2. 평가기준	3
3. 가축	3
4. 비전통적 실험동물	4
5. 야외실험	4
제1장 기관의 정책과 책임	6
1. 동물의 관리 사용 감시	6
2. 수의학적 관리	9
3. 직원의 자격과 교육	9
4. 직업보건과 안전	9
제2장 동물의 환경, 주거 및 관리	14
1. 물리적 환경	15
2. 행동관리	25
3. 사육	27
4. 집단관리	32
제3장 수의학적 관리	34
1. 동물의 조달, 수송	34
2. 예방의학	35
3. 외과적 처치	37
4. 동통, 진통, 마취	39
5. 안락사	40
제4장 시설	42
1. 기능구역	42
2. 건축지침	43
3. 무균수술시설	47
참고문헌	49

실험동물의 관리 및 사용에 대한 가이드라인

본 지침서의 목적은 생물의학(Biomedical science) 및 행동학 연구, 교육, 시험에 사용되는 동물에 대한 인도적 관리를 증진하는데 있다. 가장 기본적인 목적으로써 동물의 복지, 생물의학 연구의 질적 수준, 인간과 동물에 관련된 생물학적 지식의 진보를 증대시킬 수 있는 정보를 제공하는 것이다. 20세기에 들어와 실험재료로 동물을 사용한 것은 과학과 의학 지식에 관한 발전에 많은 공헌을 했다(Leader and Stark 1987). 비록 과학자들이 연구, 교육, 시험을 위해 동물을 사용하지 않는 모델(non-animal model)도 역시 발전시켜 왔지만 이 모델들이 복합적인 인간 또는 동물의 신체를 완벽하게 모방할 수 없으며, 인간과 동물의 건강 및 복지에 있어서의 지속적인 발전을 위해서는 살아 있는 동물의 사용을 필요로 한다. 그럼에도 불구하고, 동물연구에서 과학적으로 타당한 대체법(alternatives), 보완법(adjunctives), 개선법(refinements)을 개발하고 활용하려는 노력은 계속되어야 한다.

본 지침서에서는 연구, 교육, 시험에서 사용되는 모든 척추동물(예를 들면, 전통적인 실험동물, 가축, 야생동물, 수서동물 등)을 포함하여 실험동물이라 하였다. 경우에 따라 가축에 대한 예외나 특별한 강조사항을 포함시켰다. 농업적 연구나 교육에 쓰이는 가축, 자연상태에서 연구되는 야생동물과 수서동물, 또는 연구에 사용되는 무척추동물들에 대해서 특별히 역점을 두고 서술하지는 않았다. 그러나, 본 지침서에 있는 일반적인 지침들은 이러한 동물들과 상황에도 적용될 것이다.

1. 규범, 정책, 원칙 (Regulations, Policies and Principles)

본 가이드라인(안)은 실험동물기관간 위원회(Interagency Research Animal Committee: IRAC)에 의한 연구자들의 책임을 지지한다. 이러한 원칙과 본 지침서의 해석 및 적용을 위해서는 전문적인 지식이 필요하다. 요약적으로 이들 원칙은 다음 사항을 장려한다.

- 사람이나 동물의 건강, 지식의 향상 혹은 사회복지의 증진과 기본적으로 관련된 실험의 계획과 실행
- 적절한 품종, 품질 및 동물수의 사용
- 건전한 과학에 기반한 불안, 스트레스, 고통의 배제 혹은 최소화
- 적절한 진정, 진통, 혹은 마취의 사용
- 실험종료 시점의 확립
- 유자격자의 지도와 수행에 의한 적절한 동물사육의 준비
- 살아 있는 동물에 시험을 행할 경우, 자격과 경험이 있는 사람의 관리하 또는 직접적 감독하에서만 수행할 것.

위의 원칙을 한마디로 하면, 연구자의 책임을 명시하는데 있다. 동물을 사용한 연구활동은 「기관 내 동물 관리, 사용위원회(Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC: 이하 위원회(IACUC)라고 함)」의 감독하에 이루어진다.

2. 평가기준 (Evaluation Criteria)

본 지침서는 동물사용자에게 동물실험을 통해 특정 결과를 얻는 것에 대한 책임을 부여하지만, 어떠한 방법을 쓸 것인가는 사용자 자신에게 달려 있다. 이러한 「결과지향 (performance approach)」이 바람직하며, 이는 「방법지향 (engineering approach)」의 경우에는 많은 변수(예를 들어, 동물의 품종과 기왕력(previous history), 시설, 사람들의 전문기술, 연구목표 등)들에 따라 실제적이지 못하고 결과를 보증할 수 없기 때문이다. 방법지향적 기준은 때로는 기준선을 수립하는데 유용하기는 하지만, 복지, 위생관리, 직원의 위생 등 결과지향적 기준을 적용할 때 측정가능한 기준이 되는 것들을 일일이 규정할 수는 없다.

타당한 대체법이 개발되거나 통상과 다른 상황이 발생한 경우, 방법지향적 기준에서는 그것을 해석하거나 수정할 수 없다. 한편, 결과지향적 기준은 그것이 가져올 결과는 정의하지만, 그 결과를 얻는 방법은 설정하지 않기 때문에 결과지향적으로 목표를 달성하기 위해서는 전문가의 의견과 판단이 필요해진다. 여기서 본 지침서의 이용자가 방법지향과 결과지향을 무엇보다 잘 조화시키면 융통성을 발휘하고 상황판단이 가능한 기준을 갖게 될 것이다. 과학자, 의사, 기술자 및 그 외 관계자는 본 지침서에서 명시한 많은 항목에 관해 다양한 경험과 정보를 갖고 있다. 실험동물관리의 연구로부터 결과지향적 및 방법지향적 기준의 검토에 필요한 과학적 정보가 계속 창출되지만, 이러한 정보가 아직 불충분하기 때문에 해결할 수 없는 문제도 남아 있다. 따라서, 동물의 관리와 사용의 개선에 필요한 연구는 향후에도 계속되어야 한다.

본 지침서를 기술하면서 평이한 용어를 의도적으로 사용하였는데, 이는 동물의 사용하는 어떠한 기관이나 상황에도 무리없이 적용되도록 한 것이다; 이러한 서적은 일반화와 폭넓은 제시가 필수적이기 때문이다. 이러한 사고방식을 도입한 결과, 동물사용자, 위원회(IACUC), 의사 및 생산자가 동물의 관리와 사용에 관해 특별한 결정을 내릴 때에는 전문가에게 의뢰할 것을 본 지침서는 구하고 있다. 전술한 대로 본 지침서는 평이한 용어로 쓰여 있으므로 기관내의 실험동물관리, 실험계획의 해석, 감독 및 평가에는 위원회(IACUC)가 주역을 맡게 될 것이다. 본 지침서에 사용되는 “하지 않으면 안된다 (must)” 와 “해야 한다 (should)” 를 어떻게 이해하며, 위원회(IACUC)가 어떻게 상대적인 우선순위를 두는가에 대한 질문이 종종 나온다. 일반적으로 “하지 않으면 안된다 (must)” 는 필요불가결하면서 광범위하거나 기본적인 측면을 표현할 때 사용하였고, “해야 한다 (should)” 는 어떤 목적의 달성을 위해 강력히 권장하는 사항을 나타내었다. 그러나 상황에 따라 선택적인 경우도 있다.

3. 가축 (Farm Animals)

가축을 연구, 교육, 시험에 사용하는 경우, 동물복지 규범(AWRs), 기관내 정책, 관리조직, 자원 혹은 사용자의 목적 등에 비추어 생물의학용과 농학용으로 구분한다. 그 결과, 같은 동물종이라도 어느 쪽에 해당하는 지에 따라 실험 프로토콜의 심사 기준이나 사육관리 기준을 달리하는 이중의 시스템이 생기는 결과가 되었다(Stricklin and Mench 1994). 구분이 간단한 연구의 예를 들면 사람질환 동물모델, 장기이식 및 주요한 외과처치는 생물의학 목적으로 판단되며, 식품이나 섬유의 생산에 관한

급이시험은 일반적으로 농학목적으로 여겨진다. 그러나 어떤 종류의 영양시험이나 질병연구와 같이 구분이 모호한 경우도 많다. 행정관, 조사관 및 위원회(IACUC)도 이러한 연구를 어떻게 취급해야 할지 곤경에 처하는 경우가 종종 있다(Stricklin and others 1990).

가축을 연구에 사용하는 경우에도 연구 목적이나 재원에 상관없이 통상의 실험동물과 동일한 윤리적 배려가 필요하다(Stricklin and others 1990). 그러나 연구 목적이 생물의학인지, 농학인지에 따라 근본적인 차이가 있는 것도 사실이다. 농업 연구를 할 때는 가축을 현실적인 농어생산목적에 합당한 동물관리를 해야 한다(Stricklin and Mench 1994). 예를 들면, 농업용 연구를 할 때는 자연적인 환경 상태를 유지하는 것이 좋지만, 생물의학연구에는 실험 조건을 동일하게 하여 개체간 차이를 최소화하는 것이 중요하다(Tillman 1994).

생물의학연구에 쓰이는 가축의 사육시스템은 농학연구 사육시스템과도 같은 경우도, 다른 경우도 있다. 어느 경우든 동물은 케이지, 축사, paddocks(마굿간 또는 외양간에 부속된 작은 방목지; 역자 주) 혹은 방목장에서 사육되지만(Tillman 1994). 농학연구에서도 환경의 편차를 최소한으로 줄이기 위해 사육조건을 일정하게 할 수도 있고, 생물의학 연구도 실제 농장의 조건하에서 실시되는 경우도 있다. 따라서, 연구의 분류보다는 실험 프로토콜에 따라 농장이나 실험실 등의 실험환경을 정해야 한다. 가축을 이용한 연구가 생물의학으로 구분되는가의 판단과 그 관리, 사용기준의 규정은 실험목적, 실험 계획 및 동물복지에 관한 배려를 통해 이루어져야 하고, 위원회(IACUC)가 추진하여야 한다. 어디에 해당하든지 연구소는 연구에 이용되는 동물을 감독하고, 동물에 가해지는 고통의 억제를 보증하는 체제를 갖추어야 한다.

4. 비전통적 실험동물(Nontraditional Species)

생물의학연구에 흔히 이용되지 않는 동물종도 때로는 고유의 특성 때문에 동물모델로 선택된다. 예를 들어, 동면연구는 동면하는 동물에서만 가능하다. 적절한 환경이 비전통적 실험동물에게도 제공되어야 하고, 어떤 동물에서는 자연의 습성을 유지할 수 있도록 배려할 필요가 있다. 이런 동물들이 연구 환경에 노출될 때에는 그 동물의 생활사와 행동에 관한 전문적인 조언을 구해야 한다. 이런 동물의 종류가 적지 않고 동물의 요구조건이 다양하기 때문에 본 지침서에서는 그런 모든 동물에 적합한 사육방법을 세부적으로 제공하지는 못한다. 그러나 일부 과학기관들이 비전통적 실험동물을 위한 지침을 개발하였다.

5. 야외 실험(Field Investigation)

생물의학 및 행동학적 연구에서 척추동물을 야외 조건하에서 관찰하거나 실험에 사용하는 경우가 있다. 본 지침서에서 서술한 내용이 야외 조건에 적용할 수 없는 부분도 있지만, 인도적 관리와 사용

에 관한 근본 원칙은 야외에서 사육되는 동물에게도 적용된다.

야외 동물실험을 하는 실험자는 계획된 실험재료 채취 혹은 관혈적(invasive: 동물에게 직접 외과적 처치를 하는; 역자 주) 실험처치가 주 및 연방의 관련법규 및 본 지침에 적합한지를 위원회(IACUC)에 확인을 구하여야 한다. 인수공통 전염병 및 직업 안전의 관점에서 야외 실험이 다른 동물이나 작업자의 건강과 안전을 손상시킬 우려가 있는지에 관해서도 위원회(IACUC)에 확인한다. 전문조직이 편집한 각종의 야외 동물실험 지침 중 「시험, 연구, 교육에 사용되는 척추동물의 활용 및 관리에 관한 미국정부의 원칙(U.S. Government Principles for the Utilization and Care of Vertebrate Animals Used in Testing, Research, and Training, 부록 D)」과 본 지침서(부록 A, 「희귀, 야생 및 동물원 동물」 및 「기타 동물」 참조)가 요구하는 인도적 관리의 원칙에 준해야 한다.

제1장 기관의 정책 및 책임

연구, 시험 및 교육에 사용되는 동물의 적절한 관리, 사용 및 인도적 취급을 위해서는 사용하는 동물에 대한 선택의 필요성과 사용자 측의 연구, 시험, 교육 프로그램에 필요한 특별한 조건을 바탕으로 한 과학적이며 전문적인 판단을 요구한다. 따라서 정부에서는 동물보호법 또는 실험동물법에 따른 실험동물의 인도적 관리와 사용에 관한 프로그램을 수립하고 이를 실험동물 기관에 제공하여야 한다.

이 프로그램의 감독은 실험동물학에 경험이 있거나 훈련을 받은 수의사 혹은 그 능력을 인정받은 전문가가 담당한다. 실험동물학과 실험동물의학 또는 실험에 사용되는 동물종에 대한 교육과 훈련을 통해 자격을 인정받은 한 명 이상의 수의사가 프로그램에 참여하여야 한다. 각 기관은 실험동물운영위원회의 활동 기록을 보존하며 직업보전과 안전 프로그램을 운영하여야 한다.

1. 동물의 관리 사용 감시

① 기관내 실험동물운영위원회

실험동물과 관련된 시설을 운영하는 기관의 장은 실험동물운영위원회(IACUC)를 설치하여야 하며 이 위원회는 기관에서의 실험동물관리와 사용 프로그램, 실험절차, 시설이 본 지침서와 동물보호법에 서 제시하는 대로 운영되고 있는지를 감독하고 평가해야 할 책임이 있다. 각 기관은 위원회 위원들에게 기관의 제반 사항을 감독하고 평가할 수 있도록 기초 자료 및 적절한 자원을 제공하여야 하며 필요한 경우에 위원회에 부과된 과제를 이해하고 평가할 수 있도록 위원회 위원들에게 특별 교육을 실시해야 한다.

실험동물운영위원회는 위원장 1인을 포함하여 3인 이상 15인 이하의 위원으로 구성하되, 해당 동물 실험시설에 종사하지 아니하고 해당 동물실험시설과 이해관계가 없는 자로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자를 총 위원수의 3분의 1 이상 포함하여야 한다. 다만 수의사 1인 이상과 민간단체가 추천하는 동물보호에 관한 학식과 경험이 풍부한 자 1인 이상은 반드시 포함하여야 한다.

1. 수의사 면허를 가지고 있는 수의사
2. 민간단체가 추천하는 동물보호에 관한 학식과 경험이 풍부한 자
3. 변호사 또는 「고등교육법」에 따른 대학 또는 전문대학에서 법학을 담당하는 교수
4. 「고등교육법」에 따른 대학 또는 전문대학에서 동물보호·복지를 담당하는 교수

기관의 규모와 연구, 시험, 교육 프로그램의 특성과 범위에 따라 위원의 수는 달라질 수 있으며 위원의 임기는 2년으로 한다. 각 실험동물 관련 시설은 실험동물운영위원회의 설치 및 폐지에 관한 사항을 행정 책임자에게 관련서식에 따라 보고하여야 한다. 위원회의 구성에 대한 보충자료는 [동물보호법]과 [식약청실험동물운영위원회규정]에 자세히 수록되어있다. 위원회는 동물관리와 사용 프로그램 및 그 내용을 본 지침서에 따라 감독하며 평가할 책임이 있다. 위원회의 기능은 다음과 같다.

1. 동물실험계획(동물실험이 당해 연구계획의 일부인 경우 그 일부에 한한다)의 윤리적·과학적

타당성의 심의 및 승인

2. 실험동물의 생산·도입·관리·실험·이용·사후처리·관련자 및 종사자 교육 훈련 등에 대한 실사 및 평가
3. 동물실험시설의 운영에 관하여 해당 동물실험시설이 제정한 내규, 규칙의 심사 및 운용 실태 평가
4. 기타 동물실험 윤리성확보를 위하여 위원회가 필요하다고 인정하여 동물실험시설의 장과 협의하여 정하는 방법

위원회는 그 기능을 다하기 위하여 최소한 6개월에 한번은 소집되어야 하고 회의 내용과 결과는 기록하여 유지 관리한다. 위원회는 동물사육 시설을 실사하며 동물관리 프로그램의 검토는 적어도 6개월에 한번은 해야 한다. 검토와 실사 후 위원회 과반수의 서명 하에 동물관리 사용 프로그램과 여러 지침에서 권고하는 다른 사안에 대하여 작성된 보고서를 행정 책임자에게 제출하여야 한다.

② 동물의 관리 및 사용 프로토콜

동물의 관리 및 사용을 위한 동물실험계획서를 준비하고 검토하는 데 있어 다음의 사항을 고려하여야 한다.

- 동물 사용을 신청한 목적과 근거
- 요구한 동물의 종과 숫자의 타당성
- 침습성이 낮은 처치, 다른 종, 적출장기 이용, 세포나 조직배양과 같은 대체 가능성
- 실험자의 훈련도와 경험도
- 특별한 사육시설 및 사육조건이 필요한 이유
- 적당한 진정, 진통, 마취
- 불필요한 중복실험
- 복수의 대규모 수술 실험
- 시기적절한 실험중재와 특정 연구에 대한 동물사용의 중지, 고통스럽거나 스트레스를 가하는 결과가 예상될 경우 안락사를 권장하는 기준과 절차
- 처치 후 관리
- 동물의 안락사와 처리 방법
- 연구자를 위한 작업환경의 안전성

③ 실험목적에 위한 보정

실험 목적을 달성하기 위하여 동물의 정상적인 운동을 일부 또는 완전히 제한하는 보정방법을 사용할 때는 가능하면 짧은 시간동안 보정하여야 한다. 동물을 보정하는 방법은 손을 이용하거나 보정기구를 이용하여 잠시 동안 보정할 수 있다. 보정기구는 크기와 디자인 및 동물에게 최소한의 스트레스를

주는 조작을 할 수 있도록 고안되어야 한다. 대부분 개, 원숭이 그리고 다른 동물은 능동적으로 발을 내밀거나 간단한 조작을 하는 동안 움직이지 않도록 훈련시킬 수 있다.

원숭이류를 의자에 앉히는 것(Monkey chair)과 같은 장시간의 보정은 연구목적을 달성하는데 필수적이지 않거나 위원회가 승인하지 않은 경우는 사용을 지양하여야 한다. 실험목적상 보정이 필요한 경우는 최소한 동물이 정상적인 기립자세를 유지할 수 있도록 가급적 제한을 적게 가하는 방향으로 보정하여야 한다. 동물을 제지하는 것이 불가능하거나 동물이나 사람의 상해가 불가피한 실험을 해야 하는 경우는 보정기를 사용하되 특별히 고안된 보정기를 사용한다.

다음은 보정을 하는데 있어서 유의하여야 할 사항이다.

1. 보정장치가 동물의 사육방법으로 사용되어서는 안 된다.
2. 단순히 동물을 취급하고 관리하는데 편하다고 하여 보정장치를 이용하여서는 안 된다.
3. 보정시간은 실험의 초기 목적을 이루는 최소한의 시간이어야 한다.
4. 보정을 당하는 동물이 장치나 연구자에게 적응하도록 훈련이 되어 있어야 한다.
5. 위원회(IACUC)는 동물이 보정되는 동안 동물을 관찰하는 적절한 시간 간격을 정하도록 규정한다.
6. 보정으로 인하여 동물에 병변이 생겼거나 질병이 발생할 경우 수의학적 관리가 이루어져야 한다.

④ 복수의 대규모 외과적 처치

체강으로 접근하여 체강을 노출시키거나 물리적, 생리적 기능을 저해하는 수술을 대규모 외과처치라 한다. 동일 개체를 대상으로 대규모 외과적 처치를 실시하는 것은 특별한 경우를 제외하고는 지양하고 있으나 사용자에게 의해 과학적으로 증명되거나 위원회로부터 승인을 받은 경우는 실시할 수도 있다. 예를 들어, 연구과제와 관련하여 부득이한 경우, 희귀동물인 경우 그리고 임상적 이유로 필요한 경우 복수의 대규모 외과적 처치가 정당화 될 수 있다. 복수의 대규모 외과적 처치가 승인된 경우, 위원회(IACUC)는 연구결과를 지속적으로 분석하면서 동물복지에 특별한 관심을 가져야 한다. 비용절감의 이유로 복수의 대규모 외과적 처치를 실시하는 것은 적당한 사유가 될 수 없다.

⑤ 사료 또는 음수의 제한

실험의 목적상 사료와 음수의 제한이 필요한 경우라 할지라도 어린 동물의 발육에 필요한 최소량을 공급해 주어야 하며 사료 및 음수의 제한이 장기간에 걸쳐 이루어져야 할 경우 동물의 복지를 위해서 최소량을 공급해 주어야 한다. 연구목적상 제한하는 경우 과학적으로 정당화 되어야 하며 최소한의 제한을 해야만 한다. 또한 실험동물계획서의 심의 시 사료 또는 음수의 제한으로부터 동물을 일시적으로 또는 영구적으로 제외시킬 수 있는 생리지수와 행동지수를 감시하기 위한 평가 기준(체중감소나 탈수정도)을 설정해야 한다.

급·만성 탈수증을 예방하기 위하여 일일 수분섭취량을 기록하여야 하며, 적어도 일주일에 한 번은 체중기록을 한다(설치류와 같은 작은 동물의 경우 더 자주 한다). 절수 시에는 사료섭취량이 감소하므로

특히 균형잡힌 사료를 공급해야 한다. 조건반사를 이용한 실험일 경우, 긍정적 강화요법으로 선호도가 높은 사료나 용액을 이용하는 것이 제한법보다 바람직하다.

2. 수의학적 관리

실험에 사용되는 모든 동물은 적절한 건강상태와 복지를 평가할 수 있는 수의학적 관리가 제공되어야 한다. 기관의 임무와 프로그램의 목적 그리고 동물관련 프로그램의 규모에 따라 전임직, 계약직 또는 자문직 수의사가 있어야 한다. 자문직이나 계약직 수의사를 채용한 경우 프로그램의 요구에 응할 수 있도록 적절한 출근 회수가 설정되어야 한다. 실험의 목적상 필요한 경우에는 동물에게 윤리적, 인도적, 과학적인 배려를 위하여 진정제, 진통제, 마취제를 사용하여야 한다.

담당수의사는 인도적이며 과학적인 실험이 이루어질 수 있도록 연구자에게 조언을 해야 한다. 동물보호법에는 수의사가 동물의 관리와 사용의 여러 측면에 있어서 그 적합성을 감독할 수 있는 권한을 가져야 한다고 규정하고 있다. 또한, 동물 사육관리, 사양관리, 소독 위생 작업, 인수공통 전염병 관리, 유해물질 차폐에 대한 적합성의 감독권도 부여하고 있다.

3. 직원의 자격과 교육

[동물보호법]에서는 동물관리자와 사용자에게 대해 그에 상응한 자격을 가지도록 요구하고 있다. 동물관리 및 사용 프로그램을 운영하기 위한 연구자의 수와 자격기준은 기관의 형태와 규모, 충분한 동물관리를 위한 행정구조, 시설의 특징, 유지하는 동물 종과 수, 연구, 시험, 교육활동의 특성에 따라 다르다.

동물을 사육하는 직원은 적합한 교육을 받아야 한다. 각 기관은 프로그램이 효과적으로 실행되며 동물이 인도적으로 관리, 사용되도록 정규교육 및 현장교육을 관련 연구자에게 실시하여야 한다. 프로그램의 규모에 따라 연구자는 동물사육, 투여, 실험동물의학, 병리학, 직업건강과 안전, 행동관리, 유전관리, 연구지원의 다양한 측면에 대해 숙지해야 한다.

국내에서는 실험동물기술사를 양성하는 교육과정이 있다. 실험동물기술사는 대부분 2년제 전문대에서 전문 학사를 수여받거나 4년제 대학에서 4학기 이상을 수료한 자에게 [한국실험동물학회]의 일정한 자격시험을 거쳐 취득할 수 있다. 실험동물시설에서 근무하는 실험동물기술사는 본인의 업무와 관련된 연수강좌를 정기적으로 수강하여야 한다.

동물마취, 수술, 기타 실험조작을 하는 연구자와 기사, 훈련생, 방문연구자들은 인도적이고 과학적인 실험을 할 수 있는 교육이나 경험을 통하여 자질을 갖추어야 한다.

4. 직업보건과 안전

직업보건과 안전대책 프로그램은 동물관리 및 사용 프로그램에 포함되어야 한다. 이 프로그램은 동물보호법과 일치해야만 하며 안전하고 위생적인 근무환경을 유지하는데 주력하여야 한다. 이 프로그램은

기관의 시설과 연구 활동, 유해인자, 동물 종에 따라 달라질 수 있다.

[국립연구협의회]에서 출판한 [실험동물의 관리·사용에 있어 직업보건과 안전(Occupational Health and Safety in the Care and Use of Research Animals)]이라는 책자에 효과적이고 설득력 있는 프로그램을 확립하고 유지하는데 필요한 지침과 참고문헌이 수록되어 있다. 효과적인 프로그램의 수행은 전폭적인 행정적 지원과 각 기관의 역동적인 기능과 활동에 달려 있다. 기관의 기능과 활동에는 연구 프로그램(연구자로 대표된다), 동물 관리와 사용 프로그램(수의사와 위원회로 대표된다), 환경보건 및 안전 프로그램, 직업보건 서비스, 행정(인력관리부, 재정부, 시설관리부) 등이 연관되어 있다. 그러나 연구환경의 안전에 대한 실제적, 일상적 책임은 실험실이나 시설의 감독자(연구책임자, 시설책임자 혹은 수의사)에게 있으며 모든 연구자들이 안전하게 작업하는 것이 무엇보다 중요하다.

<유해물질 인식과 위험도 평가>

위험한 생물학적, 화학적, 물리적 인자(이온성 및 비이온성 방사선물질 포함)를 이용하는 실험을 실시하고 지원하는 연구자는 위험인자를 평가할 수 있고, 적절한 안전대책도 세울 수 있는 자격을 갖추고 있어야 한다. 효과적인 직업보건 및 안전대책 프로그램을 실시하면 동물실험에 관련된 위험을 상당 수준까지 감소시킬 수 있다. 동물로 인한 교상, 화학 세척제, 알레르기 물질, 인수공통 전염병과 같이 동물을 사용하는데 잠재되어 있는 위험인자에 대한 규명과 평가가 이루어져야 한다. 자격이 있는 보건안전 전문가가 유해활동에 관련된 위험성을 평가하고 그러한 위험을 관리할 수 있는 절차에 관계하여야 한다. 직업보건과 안전 프로그램에 있어 연구자의 참여범위와 정도는 사용 동물과 물질로부터 노출된 유해인자, 노출정도, 노출시간, 감수성 정도, 직업병의 기왕력, 특정 작업 장소에서의 상해 정도에 따라 달라진다.

<직원교육>

위험인자를 다루는 실험자는 자신의 업무를 수행하는데 있어 명확히 설정한 절차를 가지고 실험해야 하고, 유해물질에 대해서도 숙지를 하고 있어야 하며, 필요한 보호 장비를 사용하는데 능숙해야 한다.

인수공통전염병, 화학물질의 안정성, 미생물학적 유해인자, 물리적 유해인자, 실험의 한 과정인 비정상적인 상태나 인자(유전자 조작 동물, 면역부전동물에서의 인간조직 사용의 경우), 폐기물 취급, 개인위생, 기타 숙지사항(임신, 질병, 면역기능 저하)에 대하여 교육을 받아야 한다.

<개인위생>

모든 직원들은 개인위생을 철저히 해야 한다. 실험동물 시설이나 동물 실험실에서는 실험자가 착용해야 할 의류를 기관 내에서 공급하고 사용한 의류는 기관 내에서 세탁하도록 한다. 실험시설에서 사용한 세탁물을 기관 밖의 세탁소를 이용할 경우 잠재 위험인자에 대한 전처리과정을 거쳐야 한다. 동물취급자 및 연구자는 일회용 장갑이나 마스크, 두건, 실험복, 상하 일체복, 덧신과 같은 보호 장비를 착용해야 한다. 개인위생을 철저히 하고 개와 원숭이를 만지거나 다루었을 때는 반드시 손을 씻어야 하며, 의류는

가급적 자주 갈아입어야 한다. 동물실 안에서 입은 옷을 동물실 바깥에서 착용하여서는 안 되며, 동물실 내에서의 음식, 음료수, 담배, 화장은 금한다.

<시설, 작업수준, 모니터링>

실험동물시설을 설계하거나 구조를 변경할 경우 우선적으로 고려해야 할 사항은 실험동물사용자 및 종사자의 안전성, 실험동물 종류 및 실험적 특성에 대한 것이다. 또한 관련 법규를 준수하고 표준 설계도에 따라 건축함을 원칙으로 한다. 동물관리 사용 프로그램과 관련된 직업 건강 및 안전 대책을 수행하는 데는 다양한 설비가 필요하다. 개인위생을 철저히 하는 것이 무엇보다 중요하기 때문에 이를 실천하기 위해서는 각종 설비와 공급체제를 갖추어야 하며, 동물시설의 연구에 적합한 세척시설과 샤워시설을 갖추어져야 한다. 시설의 설계, 비품의 선정 그리고 시험절차의 개발에 이르기까지 개인의 신체적 상해를 최소화 할 수 있도록 하여야 한다.

무거운 비품이나 동물을 들어 올릴 때는 주의를 기울여야 하며 반복적인 작업을 할 때도 긴장을 풀어서는 안 된다.

안전장비는 적절히 유지되고 있는지를 정기적으로 점검해야 한다. 동물 사육 시스템은 전문적인 지식을 요구하며 위험물, 동물 종, 실험의 계획에 따라 적절히 선택한다. 실험중인 동물은 사료, 깔짚이 오염되지 않도록 하고 배설물을 잘 처리해야 한다. 깔짚의 폐기는 적절한 절차에 의해 이루어지도록 해야 하며 관련된 시설, 장비를 갖추어야 한다.

<위해물질을 다루는 동물실험>

실험동물사육에 따른 관리절차, 유해물질의 저장과 사용, 약물조제와 투여, 채액과 조직의 채취, 폐기물과 사체의 처리, 안전보호와 같은 여러 절차를 고려하여 유해물질을 다루는 동물실험에 대한 안전대책을 세워야 한다. 특수 안전장비의 사용과 적절한 관리가 이루어져야 하며 안전수칙을 준수하여 작업을 실시해야 한다. 일반적으로 개인의 안전수칙 준수가 가장 중요하다.

각 기관은 생물학적, 화학적, 물리적 위험물질을 이용하는 실험을 관리하기 위해 문서로 규정해 놓아야 한다. 안전위원회 같은 감독체계를 두어 위험물과 안전 문제를 평가하도록 해야 한다. 이러한 실험에 동물을 사용하는 경우, 특별 안전대책에 대한 재검토과정을 거쳐야 한다. 위험물질을 평가하고 조절하는 공식적 안전대책을 마련하고, 연구진이 필요한 훈련과 기술을 습득할 수 있도록 보장하여 안전한 연구가 이루어지도록 한다.

동물관리자, 연구진, 시설 유지관리자 그리고 동물실험에 사용되는 생물학적, 화학적, 물리적 유해인자에 노출이 될 수 있는 일반 시민 및 동물과 환경을 보호하기 위하여 특별한 설비와 안전 장비를 갖추어야 한다. 위험물질을 다루는 동물실험시설은 다른 동물사육실과 부대 공간, 연구실, 임상연구실, 환자간호, 시설과 분리되어야 하며 쉽게 식별이 가능하고 허가받은 자에 의해서만 출입을 허용한다. 이러한 시설은 유지와 청소가 쉽도록 설계하고 만들어야 한다. 이중 복도 시설이나 차폐 시설을 잘 유지 관리하여 사용함으로써 교차 감염을 줄일 수 있다. 바닥 배수장치는 항상 소독제를 채우거나 다른 방법으로

밀폐해야 한다. 배수구에 자동트랩을 설치하면 트랩내에 항상 물이 일정수준 채우고 있어 배수구의 밀폐를 확실히 할 수 있다.

유해물질을 가지고 동물실험을 한 경우는 유해물질이 연구시설 밖으로 나가지 않도록 한다. 일차격리를 위해 유해물질의 조제와 투여 및 오염 동물의 부검시 오염원의 누출을 최소화하기 위해 생물학적 안전 캐비넷과 같은 기류 조절장치가 필요하다. 그리고 유해물질이 시설이나 연구지역 밖으로 누출되는 것을 막기 위하여 에어록의 설치, 음압시설, 공기필터, 자동스위치 부착 보조기계설비 등을 이용하여 이차격리를 한다.

마취가스에 심하게 노출되지 않도록 여러 배출대책이 필요하다. 에테르를 사용할 경우 폭발사고를 방지하기 위하여 위험표지를 하고 적당한 장비와 취급 방법을 숙지하여 위험을 최소화한다.

<개인보호>

유해물질을 취급하는 연구시설은 개인 보호 장비가 갖추어져 있어야 하며 필요한 경우 다른 수단도 이용할 수 있어야 한다. 동물관리자는 기관별로 정한 보호복, 신발, 덧신, 장갑을 착용하여야 한다. 깨끗한 보호복은 충분한 양을 준비한다. 가능하면 동물관리, 처치, 약물조제가 이루어진 장소를 나갈 때는 샤워를 하는 것이 좋다. 보호복과 장비는 유해물질 취급 장소나 동물사육시설 밖으로 반출하지 않는다. 유해물질에 노출될 위험이 있는 연구자는 유해물질에 따라 적절한 보호장비를 지급받아 사용한다. 예를 들어, 원숭이류 취급자는 장갑, 팔 호보대, 마스크, 안면 보호대와 같은 장비를 갖추고 있어야 한다. 소음이 심할 경우 청각 보호장비를 갖추어야 한다. 기도감염의 위험이 있는 지역의 경우 호흡기 보호장비가 필요하다.

<직원의 신체검사와 예방의학>

동물실험시설을 운영하는 기관은 직원의 직업보건과 안전을 위하여 매년 1회의 정기 신체검사를 받도록 프로그램화 하여 운영하여야 한다. 또한 시설의 특수성에 따라 예방의학을 프로그램화 하는 것도 필요하다. 직원의 신체검사에 따른 비밀보장과 여러 법적, 의학적 요인들이 법에 위배되지 않아야 한다.

직원의 담당부서를 정하기 전에 개인의 건강검진(건강기록, 기왕력)을 참고하여 잠재적 위험을 평가하는 것이 좋다. 몇 가지 위험부분에 대한 정기적인 신체검사를 하는 것이 좋고 필요한 경우 예방접종을 실시한다. 동물관리자는 파상풍 백신 접종을 받는다. 광견병이나 B형 간염 바이러스에 노출될 위험을 가지고 있는 연구자에게는 미리 처치한다. 전염병 실험 시 해당 병원체에 대한 백신이 있다면 접종을 하는 것이 좋다. 직업보건 및 안전 전문가가 결정하는 특수한 경우에만 취업전과 노출전의 혈청을 채취하는 것이 좋다.

인수공통전염병에 대한 검사가 직업보건 프로그램에 포함되어야 한다. 직원은 실험동물 시설의 유지관리 책임자에게 의심되는 건강 유해인자와 질병의 잠재적인 또는 기존의 노출사실을 알리도록 교육받아야 한다. 모든 사고와 동물에 의한 찰과상, 교상, 알레르기 증상 등에 대하여 보고를 할 수 있는 분명한 절차를 수립해야 한다.

사람에게 전염이 가능한 원숭이류의 질병은 매우 심각한 유해인자이다. 실험동물기사, 임상수의, 연구자, 훈련생, 연구보조원, 자문단, 유지관리자, 경비원 및 원숭이류와 접촉하는 모든 사람과 원숭이류 수용 시설에서 일을 하는 사람들은 결핵에 대하여 모니터링을 받아야 한다. 마카카속(*macaque*) 원숭이를 다루는 실험자의 경우 *Cercopithecine herpesvirus 1* (구명칭 *herpesvirus simiae*)의 감염 가능성 때문에 할퀴거나 물릴 경우 응급처치 기술을 습득해야 한다(Holmes and others 1995). 교상과 찰과상에 대한 적절한 처치수준을 확보해 놓아야 한다.

제2장 동물의 환경, 주거 및 관리 (Animal Environment, Housing, and Management)

동물복지를 포함하는 동물실험 데이터 및 동물을 이용한 교육, 시험계획의 질을 유지하고 직원의 안전위생을 확보하기 위해서는 동물을 적절한 사육 시설에 수용하여 관리하여야 한다. 동물의 성장, 성숙, 번식을 허용하고, 좋은 건강상태를 유지하기 위한 환경, 주거 및 관리는 좋은 운영계획에 달려 있다. 이를 통해서 동물에게 복지환경이 주어지고 연구 결과에 영향을 주는 요인의 변동을 최소화 시킬 수 있다. 시설의 운영은 각 기관 및 그 주어진 상황에 따라 다르다. 시설과 설비 면에서 완벽하다고 할 수 없는 기관에서도 잘 훈련받고 의욕적인 직원만 있으면 양질의 동물관리가 가능하다.

적절하고 충분한 물리적, 사회적 환경, 주거, 사육공간 및 관리를 하기 위해서 다음과 같은 요인들을 고려해야 한다.

- 동물종, 계통, 혈통 등 동물의 특징 및 성별, 연령, 체구, 행동, 경력, 건강상태 등 개체의 특징
- 해당 동물이 시각적, 후각적 또는 촉각적으로 동종동물과 그룹을 만드는가의 여부와 개별사육, 집단사육의 여부
- 사육시설의 설계와 시공
- 동물이 편안하고 심리적으로 안정감을 찾을 수 있는 환경을 만들기 위한 보조적 기구
- 프로젝트의 목표와 실험계획
- 실험과정중 동물의 처치 및 가해의 정도
- 위험물질이나 병원체의 포함 여부
- 동물 보유기간

종 특이적 행동은 최대한 살리면서 한편으로 스트레스에 기인한 행동이 최소화되도록 사육하여야 한다. 사회성이 있는 동물종은 잘 맞는 개체끼리 짝을 이루거나 그룹으로 사육한다. 바람직한 사육은 동물 관리자가 개발하여야 하며 위원회가 그것을 검토, 승인한다. 연구자나 수의사의 의견을 청취한 후에 위원회에서 결정하는데 전문적으로도 사육 기술적으로도 높은 수준을 지향해야 한다. 이는 동물종의 건강 유지와 복지면에서 볼 때 당연한 것이고 연구목적에도 부합할 필요가 있기 때문이다. 이와 같은 과정을 거쳐 적절하다고 생각되는 동물의 환경, 사육 및 관리에 적합하도록 객관적인 평가를 한다.

동물의 환경은 그 동물종에 있어서 또 그때까지 동물의 체험이나 사용목적에 적합해야 한다. 동물종에 따라서는 자연환경에 가까운 편이 번식과 유지에 유리한 경우도 있다. 실험 혹은 동물에게 특히 필요한 사항(예: 유해물질의 사용, 행동실험, 면역부전동물, 가축, 비전통적인 실험동물 등)에 관해서는 전문가에게 조언을 구하는 것이 좋다.

(1) 물리적 환경(Physical Environment)

<마이크로 환경과 마크로 환경>

마이크로 환경(Microenvironment)이란 동물이 직접 접하는 환경을 말한다. 그것은 동물에게 있어서 일차적 환경(primary enclosure)으로 고유온도, 습도 및 대기의 가스상, 입자상 성분으로 구성된다. 사육실, 외양간, 야외사육장과 같은 이차적 환경(secondary enclosure)의 물리적 환경을 마크로 환경(Macroenvironment)이라고 한다. 환기에 의해 마이크로 환경이 연결되어 있더라도 설계에 따라서 일차 환경이 이차 환경과 전혀 다른 경우가 있고 양자 환경의 설계에 따라 영향을 받는다.

좁은 일차환경에서는 마이크로 환경의 측정이 어렵다. 입수하기 쉬운 데이터의 범위에서 보는 한, 마이크로 환경의 온·습도 및 가스상·입자상 물질농도는 한 동물의 마크로 환경에 비교하면 종종 높은 수치를 나타낸다(Besch 1980: Flynn 1959: Gamble and Clough 1976: Murakamo 1971: Serrano 1971). 마이크로 환경에 있어서의 제 조건은 대사나 생리학적 기능과 질병에 대한 감수성에 변화를 가져온다(Broderson and others 1976: Schoeb and others 1982: Vesell and others 1976)

◆ 일차환경(Primary Enclosure)

보통 케이지, 뚜껑이 없는 펜 또는 스톨은 동물의 활동할 수 있는 환경을 제한한다. 수용할 수 있는 일차환경은 다음과 같다.

- 정상적인 동물에 필요한 생리적, 행동 조건(배뇨, 배변, 체온유지, 정상적인 동작 및 자세의 유지, 경우에 따라서는 번식)을 만족시킬 것
- 환경 내 혹은 환경 간에 동종간의 사회적 접촉과 서열의 형성이 가능한 것
- 동물이 자신을 청결히 하고 건조된 상태로 유지할 수 있을 것
- 환기가 적절히 유지될 것
- 동물이 취식, 음수가 가능하고, 급이·급수작업, 급이·급수기의 교환, 세정이 용이할 것
- 동물에게 안전할 것: 동물이 도망치거나, 케이지의 개구부나 간격에 몸이나 사지가 끼이는 사고를 방지할 수 있는 것
- 동물에게 상처를 줄 수 있는 예리한 모서리나 돌출부가 없을 것
- 동물을 방해하지 않고 동물의 관찰이 가능할 것

일차 환경은 동물의 욕구충족과 청결유지를 적절히 할 수 있는 재료를 써야 한다. 표면은 매끈하면서도 불침투성으로 울퉁불퉁하지 않고 먼지나 부산물, 습기가 쌓이지 않고 청소와 소독이 가능하도록 일체화된 표면이 좋다. 부식되지 않고 거칠게 작업해도 마모되거나 금이 가거나 녹슬지 않는 내구성이 있는 소재로 제작하여야 한다. 때로 내구성은 떨어져도 목재와 같은 소재를 이용하는 편이 보다 적절한 환경을 조성할 수 있으므로(런: run, 펜, 야외의 목책 등) 난간, 헛대(perch), 동물의 놀이 장소, 휴식장소, 울타리에 이용할 수 있다. 목재는 파손되기 쉽고 위생관리가 곤란하기 때문에 정기적으로 교체할 필요가 있다.

일차 환경은 동물의 탈출이나 부상을 방지하고 동물의 신체를 안락하게 유지하며, 위생관리나 작업을 용이하게 할 수 있도록 유지되어야 한다. 녹슬거나 산화한 기자재는 동물의 건강과 안전을 손상시킬 우려가 있으므로 수리하거나 교환한다. 사육실의 일종으로 특수한 케이지나 환기장치가 달린 유형이 있는데 filter-top cage, 환기식 케이지, 아이솔레이터(isolate), 소구획(cubicle) 등이 있다. 일반적으로 이런 것들이 지향하는 점은 케이지 간에 혹은 케이지 군 간에 일어나는 공기를 매개한 질병의 확산을 방지하는 것이다. 그렇지만 기도 이외의 경로에 의한 감염도 막기 위해 깔짚의 빈도를 변경하거나 무균조작, 특수한 세정·소독멸균법 등 통상과는 다른 사육관리가 요구되는 것도 많다. 설치류는 종종 철망케이지에서 사육한다. 노나 분변이 철망의 간격을 통해 트레이로 떨어지므로 케이지를 보다 청결하게 유지할 수 있다. 하지만 설치류는 철망케이지보다 깔짚을 넣은 평상케이지 쪽이 동물의 안락함을 줄 수 있어 많이 선호하는 케이지이다. 개나 원숭이류 등에는 비닐로 표면가공한 바닥이 잘 이용된다. 동물복지 차원에서는 바람직한 것으로 여겨지는 케이지가 위생관리나 연구목적에 일치하지 않는 것도 있으므로 위 원회(IACUC)는 동물관리계획의 일환으로서 이 점을 검토, 확인할 필요가 있다.

◆ 보호시설 혹은 옥외시설(Sheltered or Outdoor housing)

동물 중에 따라서는 외양간(barn), 목책(corral), 방목장(pasture), 섬(island) 등을 이용한 옥외사육이 통상적인 일차 사육환경 수단으로 자주 이용된다. 동물은 그룹으로 유지되는 경우가 많은데 동물을 런(run)이나 펜(pen) 혹은 옥외의 넓은 울타리에서 사육할 때에는 온도 등 가혹한 기상조건으로부터 순화 중의 동물을 보호하기 위하여 적절한 보호·피난대책을 강구하여야 한다. 방풍, 피난, 그늘, 강제환기, 방열, 등의 설비를 설치하거나 옥내 런 등, 적절한 피난장소를 제공한다. 보호시설은 모든 동물이 잘 이용할 수 있도록 만들어져야 하며, 충분한 통풍, 오물처리, 과습방지 등을 고려하여 설계한다. 우리(house), 사육장(den), 상자(box), 선반(shelf), 헛대(perch) 등의 가구나 구조물 등은 오염되거나 마모 시 통상적인 사육관리 방법으로도 세정과 교체가 용이하도록 하고 그에 적합한 자재로 제작하여야 한다. 옥외 사육 시설의 바닥이나 지면은 위생관리를 위해 필요할 경우 제거나 교체 가능한 토양, 흡수성 깔짚, 모래, 자갈, 건초 또는 유사 재료를 깔아두는 것이 좋다. 동물의 배설물이나 오수가 과도하게 쌓이지 않도록 경사면이나 배수처리로 제거한다. 바닥 이외의 표면은 자연환경에 잘 견딜 수 있어야 하고 유지가 쉬워야 한다.

옥외사육의 성공적인 관리를 위해서는 다음 사항을 고려하여야 한다.

- 동물을 처음 옥외 사육시설에 반입할 경우 계절변화에 적응할 수 있도록 순화기간(acclimation period)을 설정한다.
- 동물이 수의사와 실험자에게 잘 협조할 수 있도록 또한 보정이나 수술에 사용하는 장치나 케이지에 적응하도록 훈련시킨다.
- 동물종에 맞는 사회적 환경을 고려한다.
- 서로 잘 어울리는 동물끼리 군을 설정한다.

- 울타리 등의 수단을 이용하여 동물의 안전을 확보한다.

◆ 자연적인 환경(Naturalistic Environments)

방목장과 섬은 동물의 유지, 생산, 특정연구를 위한 적절한 환경을 제공하지만 그만큼 영양관리, 건강 관리와 감시, 유전적 관리 등이 어렵다. 이러한 제한적 요소 때문에 자연조건에 사육하는 장점들이 상쇄된다. 동물을 추가하거나 감소시킨 경우 각 동물의 개체뿐만 아니라 전체에 미치는 영향을 고려해야 한다. 충분한 사료, 신선한 물, 자연적이거나 인공적인 보호시설을 확보한다.

③ 사육공간에 관한 지침

동물에게 필요한 사육공간에는 각종의 요인이 관여하므로 단지 동물의 체중이나 표면적만을 고려하는 것은 충분하지 않다. 그러므로 여기에 소개된 공간에 관한 지침은 전문적 판단과 경험에 기초를 두고 작성하였으나, 극히 일반적인 동물시설의 사육조건에 적용되는 케이지 크기로서 권장사항일 뿐이다. 케이지 높이나 공간의 구조, 그리고 동물복지(enrichment)의 유무와 내용이 공간을 동물이 어떻게 이용하는가에 영향을 미친다. 어떤 동물 종은 단순히 바닥면적을 늘리는 것보다 벽 면적을 늘리거나, 고양이나 침팬지와 같이 피난장소를 만들어 주는 것을 더 좋아하는 동물도 있다. 이와 같이 단지 바닥면적만 기준한 케이지의 크기에 관한 지침은 적절하지 못하다.

공간배치는 동물의 요구와 개별적인 주거상황의 필요성(예를 들면, 출산 전후의 관리, 비만동물, 그룹이나 단독 주거)에 따라 검토한 후 수정하는 것이 좋다. 동물의 건강상태, 번식, 발육, 활동, 공간의 이용 상황을 나타내는 동물의 충족도를 나타내는 지표(animal-performance index)를 이용하여 충분한 동물 사육공간을 산정한다. 최저조건으로서 동물이 뒤돌아 볼 수 있고 정상적인 자세를 취할 수 있는 충분한 공간이 있어야 하고, 사료와 물을 자유로이 섭취할 공간이 필요하며 청결한 깔짚을 충분히 제공하여 충분히 휴식을 취하고 움직일 수 있도록 한다. 고양이와 동물은 케이지 안의 높은 곳에 휴식공간을 설치한다. 높은 곳의 휴식공간 또는 햇대는 개나 원숭이류에서도 필요하다. 사료통, 급수통, 출산상자 또는 동물의 이동이나 휴식을 목적으로 하지 않는 기구나 시설은 바닥면적의 일부로 고려하면 안 된다. 아래 제시된 표의 일차환경의 공간을 보정할 필요성 및 그 보정방법에 관해서는 연구소나 기관의 차원에서 검토하고 위원회(IACUC)의 승인을 얻는다. 전문가의 의견, 문헌의 정보, 최신 기술, 동물의 신체적, 행동학적, 사회적 요구 및 실험계획의 특징과 그것이 요구하는 사항을 고려할 필요도 있다(Crockett and others 1993, 1995). 동물이 요구하는 공간을 알기 위하여 보다 많은 검토가 이루어져야 한다. 실험기간의 경과에 따라, 혹은 장기시험계획서의 내용을 감안하여 필요에 맞추어 바닥면적과 높이를 적절하게 보정한다.

표. 주로 이용되는 실험용 군 사육할 때의 공간지침

동물종	체중 (g)	바닥면적/마리 ^a		높이 ^b	
		cm ²	in ²	cm	in
마우스	<10	38.70	6	12.7	5
	15까지	51.60	8	12.7	5
	25까지	77.40	12	12.7	5
	25< ^c	96.75<	15≤	15≤	5
랫드	<100	109.65	17	17.8	7
	200까지	148.35	23	17.8	7
	300까지	187.05	29	17.8	7
	400까지	258.00	40	17.8	7
	500까지	387.00	60	17.8	7
	500<	451.5≤	70≤	17.8	7
햄스터	<60	64.5	10	15.3	6
	80까지	83.85	13	15.3	6
	100까지	103.20	16	15.3	6
	100<	122.55≤	19≤	15.3	6
기니픽	<350	387.00	60	17.8	7
	350<	651.45≤	101≤	17.8	7

연구에 사용되는 모든 동물 종에 대한 주거조건을 운운하는 것은 본 지침이 지향하는 범위를 넘어설 뿐만 아니라, 제한을 가하려고 의도하지도 않는다. 여기서 다루지 않는 동물 종에 관해서는 우선 그 체격, 활동, 행동으로부터 유사한 동물 종을 추론하여 그것에 맞는 공간과 높이를 구하여 적용하고, 종특이적 내지는 개체별 요구를 가미하여 수치를 보정하여야 한다.

사회성이 있는 동물은 적절하다고 판단되는 경우에 개별사육보다는 오히려 쌍 혹은 군으로 사육하여야 하지만, 이와 같은 사육이 해당 실험계획에 지장을 초래하지 않을 뿐만 아니라 동물에게 불필요한 위험을 주지 않는다는 것이 전제가 되어야 한다(Brain and Benton 1979). 생물학적, 행동학적 요인에도 기인하지만 군사육의 경우에는 개별사육에 비하여 동물 마리당 요구되는 공간이 적어질 것이다. 쌍 혹은 군으로 사육되는 동물에게 배분되는 한 마리당 공간이 개별사육의 경우보다 약간 적다고 하더라도 일반적으로 전자가 보다 바람직하다는 가정 하에 본 지침이 작성되었다. 예를 들어 동물은 주어진 공간을 공유하고 어떤 종의 설치류나 돼지는 사이가 좋은 상대를 찾아서 벽에 몸을 서로 기대어 뒤덮여 휴식하거나 은둔처에 모여서 공간을 함께 나눈다(White 1990: White and others 1989). 소, 양, 염소는 무리를 형성하는 양상을 보이며 몇 마리씩 기대거나 서로 물려 있다. 한편, 개체에 따라 다르기도 하지만 여러 가지 원숭이류 등과 같이 군으로 사육하면 공격행동을 억제하기 위하여 여분의 공간을 필요로 하는 것도 있다.

동물종에 따라서는 정상적인 행동과 자세를 유지하기 위해 주변의 높이가 중요한 것도 있다. 케이지

의 높이를 정할 때에는 동물이 나타내는 전형적인 자세나 굽이기 및 노즐부분을 포함한 굽수기를 놓고도 충분한 여유를 배려할 필요가 있다. 어떤 종의 원숭이류는 바닥보다도 케이지를 수직방향으로 이용한다. 햇대에 매달리거나 몸을 세워도 높이가 충분해야 그러한 습성을 가진 동물의 복지를 향상시키는 것이 된다.

동물에게 부여하는 공간은 다음 표에 기초하여야 하지만 위원회(IACUC)의 승인과 함께 전술한 정의에 준하여 수치를 증감시킬 필요가 있다.

표 2.1 은 자주 이용되는 설치류를 군으로 사육한 경우의 공간 확보에 대한 지침이다. 개별사육의 경우 또는 체중이 표시된 수치를 초과하는 경우는 공간을 가산할 필요가 있다.

표 2.2는 기타 일반적인 실험동물에 관한 지침으로 개별사육 시에 필요한 공간이 산출되어 있다. 1차 환경에 엔리치먼트(enrichment)를 도입할 때와 표시한 이상의 체중을 갖는 동물을 사육할 때에는 공간 배분의 재평가가 필요하다. 각각의 동물종에서의 필요성, 행동, 동물간의 친화성, 동물수 및 목적하는 사육조건 등에 기초를 두고 산출한다.

④ 온도, 습도

항온동물이 쾌적하게 지내기 위해서는 체온이 정상범위로 유지되어야 한다. 일반적으로 온도에 적응되지 않은 동물이 은신처나 보호시설 없이 29.4℃(85°F) 이상 또는 4.4℃(40°F) 이하의 온도에 노출되면 생명을 위협받을 수 있는 임상적 영향을 나타낼 수 있다(Gordon 1990). 동물은 그 행동, 생리기능, 생태학적 기능을 작동시켜서 노출된 온도에 적응하지만 순화에는 시간을 요한다. 또 순화를 위해 실험계획대로의 결과를 얻을 수 없거나 혹은 실험의 지체를 초래할 위험도 있다(Garrand and others 1974; Gordon 1993; Pennychuik 1967).

환경온도 및 상대습도는 사육방법이나 케이지의 디자인에 영향을 받고 일차 환경과 이차 환경의 사이에 상당한 차이를 나타내는 경우가 있다. 온·습도에 영향을 주는 요인에는 케이지의 재질과 구조, 필터 캡의 사용, 한 케이지 당 동물 수, 유리안의 강제 환기의 유무, 깔짚 교환 빈도 및 깔짚의 재질 등이 있다.

수술 직후의 동물, 부화 후 수일 이내의 병아리, 털이 없는 설치류, 어미로부터 분리된 신생자는 환경 온도를 높게 유지하여야 한다. 사육형태에 따라 온도를 높이는 방법은 다르지만, 이차 환경은 그대로 두고, 일차 환경내만의 조작으로 대응할 수 있는 것도 있다.

실험조건이 충분히 제어된 연구가 이루어져 있지 않으므로 전문가의 판단과 경험에 기반을 두어 주로 쓰이는 동물 종에 관한 건구온도 지침을 제시하였다(표2.4). 제한된 공간에 사육되는 동물에 관해서는 온도의 변동에 적응키 위해 대사 및 행동을 크게 변화시키지 않도록 일일 온도변화를 최소한도로 억제하여야 한다. 상대습도의 억제도 필요하지만 온도만큼 억제 폭이 좁지 않아도 된다. 허용 폭은 30~70%이다. 표2.4에 표시한 온도 폭은 포획 야생동물, 자연환경에서 사육된 야생동물 혹은 사계의 변화에 순응하기 위해 옥외 사육되고 있는 동물에게는 적용되지 않을 수도 있다.

표. 2.2 토끼, 고양이, 영장류 및 조류의 공간지침

동물 종	체중 (kg)	바닥면적/마리 ^a		높이 ^b	
		m ²	ft ²	cm	in
토끼	<2	0.14	1.5	35.6	14
	4까지	0.27	3.0	35.6	14
	5.4까지	0.36	14.0	35.6	14
	5.4< ^c	0.45<	5.0≤	35.6	14
고양이	<4	0.27	3.0	61.0	24
	4< ^c	0.36≤	4.0≤	61.0	24
개	<15	0.72	8.0	-	-
	30까지	1.08	12.0	-	-
	30< ^c	2.16≤	24.0≤	-	-
원숭이류 ^{c,f} (바분포함)					
그룹1	1까지	0.15	1.6	50.8	20
그룹2	3까지	0.27	76.2	76.2	30
그룹3	10까지	0.39	76.2	76.2	30
그룹4	15까지	0.54	81.3	81.3	32
그룹5	25까지	0.72	91.5	91.5	36
그룹6	30까지	0.9	10.0	116.9	46
그룹7	30< ^c	1.35	15.0	116.9	46
원숭이류 ^f (오랑우탄과)					
그룹1	20까지	0.9	10.0	139.7	55
그룹2	35까지	1.35	15.0	152.4	60
그룹3	35< ^f	2.25	25.0	213.4	84
비둘기 ^g	-	0.08	0.80	-	-
메추라기 ^g	-	0.03	0.25	-	-
닭 ^g	<0.25	0.03	0.25	-	-
	0.5까지	0.05	0.50	-	-
	0.5까지	0.09	1.00	-	-
	0.5까지	0.18	2.00	-	-
	3.0< ^c	0.27≤	3.00≤	-	-

^a m² = in² x 6.45

^b cm = in x 2.54(높이란 바닥에서 케이지 최고 높이까지의 거리)

^c 이보다 체중이 무거운 동물은 공간을 가산할 필요가 있을지도 모른다.

^d 체형과 혈통에 따라 보정이 필요할 지도 모른다.

^e 마모셋과(*Callitrichidae*), 꼬리감기원숭이과(*Cebidae*), 개코원숭이속(*Papio*), 긴꼬리원숭이과(*Cercoptithecidae*),

바분(*Baboon*)은 다른 원숭이보다 높은 케이지가 필요할 수 있다.

^f 양털거미원숭이속(*Brachyteles*), 긴팔원숭이속(*Hylobates*), 샤만속(*Symphalangus*), 오랑우탄속(*Pongo*), 침팬지속(*Pan*) 등은 동물이 몸을 뻗어서 케이지의 천정에 매달렸을 때 다리가 바닥에 닿지 않는 높이가 필요하다.

^g 케이지의 높이는 다리로 바닥에 직립할 수 있을 것.

표. 2.3 주로 사용되는 가축의 공간지침

동물 중 두수/우리	체중 (kg)	바닥면적/마리 ^a	
		m ²	ft ²
양과 염소 1 2-5 5<	<25	0.9	10.0
	50까지	1.35	15.0
	50< ^b	1.8	20.0
	<25	0.77	8.5
	50까지	1.13	12.5
	50<	1.53	17.0
	<25	0.68	7.5
	50까지	1.02	11.3
	50< ^b	1.35	15.0
돼지 1 2-5 5<	<15	0.72	8.0
	25까지	1.08	12.0
	50까지	1.35	15.0
	100까지	2.16	24.0
	200까지	4.32	48.0
	200< ^b	5.4≤	60.0≤
	<25	0.54	6.0
	50까지	0.9	10.0
	100까지	1.8	20.0
	200까지	3.6	40.0
	200< ^b	4.68≤	52.0≤
	<25	0.54	6.0
	50까지	0.81	9.0
	100까지	1.62	18.0
	200까지	3.24	36.0
	200< ^b	4.32≤	48≤
소 1 2-5 5<	<75	2.16	24.0
	200까지	4.32	48.0
	350까지	6.48	72.0
	500까지	8.64	96.0
	650까지	11.16	124.0
	650< ^b	12.96≤	144.0≤
	<75	1.8	20.0
	200까지	3.6	40.0
	350까지	5.4	60.0
	500까지	7.2	80.0
	650까지	9.45	105.0
	650< ^b	10.8≤	120.0≤
	<75	1.62	18.0
	200까지	3.24	36.0
	350까지	4.86	54.0
	500까지	6.48	72.0
	650까지	8.37	93.0
	650< ^b	9.72≤	108.0≤
말	-	12.96	144.0
조랑말 1-4 4<	≤200 200<	5.4 6.48≤	60.0 72.0

^a m² = 0.09×ft²

^b 이보다 체중이 무거운 동물은 공간을 가산할 필요가 있을 수도 있다.

표 2.4 일반적인 실험동물에 대한 건구온도 지침

동 물 종	건구온도	
	℃	°F
마우스, 랫드, 햄스터, 저빌, 기니픽	18-26	64-79
토끼	16-22	61-72
고양이, 개, 영장류	18-29	64-84
가축, 조류	16-27	61-81

⑤ 환기

환기의 목적은 적량의 산소를 공급함과 동시에 동물의 호흡, 조명장치 및 기기류 등으로부터 발하는 열부하를 제거하고, 가스상·입자상의 오염물질을 희석하여, 실내공기의 습기를 조절하고 또 적절하다고 생각되는 경우에는 인접한 공간과의 사이에 정압차를 만드는 데에 있다. 그러나 실내의 환기회수를 설정했다고 해서 동물이 사육되고 있는 일차 환경내의 환기가 적정하다고 볼 수 없으므로 마이크로 환경의 품질을 보증하는 것은 아니다.

대부분의 동물 중에서 어느 정도의 공기이동(기류)이 동물에게 불쾌감을 초래하여 생물학적 영향을 미치는지는 알려져 있지 않다. 실내에서 불어 넣는 공기의 양과 물리적 성상 및 그 확산 패턴은 동물의 일차 환경내의 환기에 영향을 주므로 마이크로 환경의 품질을 좌우하는 중요한 인자가 된다. 실내와 같이 이차 환경의 급기 확산장치나 배기공의 형태와 위치에 대한 일차 환경의 수, 배열, 위치 및 형태 등의 관계가 일차 환경내의 환기의 좋고 나쁨에 영향을 주므로 고려를 요한다. 컴퓨터 모델을 이용하여 열부하 및 공기확산 패턴과 관련시키면서 이들 요인을 해석하면 일차 및 이차 환경내의 환기를 적절히 유지할 수 있을 것이다(예, Hughes and Reynolds 1995; Reynolds and Hughes 1994를 참조).

이차 환경에 대한 지침으로서 신선공기에 의한 시간당 10~15회의 환기가 오랫동안 적용되어 지금도 일반적인 기준으로서 받아들여지고 있다. 사실, 많은 동물시설에서 이 조건을 채용하고 있지만, 열부하의 폭, 동물종과 몸의 크기, 동물의 수용수의 차이, 깔짚의 형태 혹은 케이지 교환빈도, 사육실의 넓이 및 이차 환경으로부터 일차 환경으로의 기류분포 효율이 고려되어 있지 않다. 때로는 그와 같은 두루뭉술한 지침을 적용함으로써 동물이 사육되고 있지 않은 이차 환경에 환기를 과잉으로 하여 에너지를 낭비하거나, 반대로 다수의 동물이 사육되고 있는 이차환경에서 환기가 모자라 온도상승이나 취기의 축적을 초래하는 문제가 발생할 가능성이 있다.

필요한 환기 조건을 보다 정확히 알기 위해서는 동물의 열부하에 어울리는 최소 환기회수를 기계공학 전문가의 협력을 얻어 산출한다. 어느 구역에서 사육할 수 있는 최대수의 동물이 발하는 열에 동물이외의 열원이 발하는 열과 실내표면에서 전도되는 열을 더한 수치를 열부하로 할 때, 그것을 제어하기 위해 필요한 냉각력을 계산함으로써 최소 필요 환기회수를 구할 수 있다. 이 총 냉각부하 계산방식은 환기회수를 정한 공간에 최대 몇 마리의 동물을 사육할 수 있는지를 계산할 때에도 적용된다.

이와 같은 계산으로 열의 축적을 막기에 필요한 최소 환기회수를 구할 수 있다고 하더라도 취기, 알러젠, 입자상 물질이나 대사에 의한 가스상 물질 등 그 외의 제반 인자를 제어하기 위해서는 계산치를

상회하는 환기가 필요해질지도 모른다. 산출된 최소 환기 횟수가 사실상 시간당 15회 이상이라도 다른 요인을 고려하여 더욱 환기횟수를 늘릴 수 있도록 준비를 해 놓을 필요도 있다. 이차 환경내의 환기 횟수가 고정 되어 있는 경우에는 환경조건을 적절히 유지하기 위해 위생관리의 스케줄을 조정하거나 사육동물수를 제한할 필요가 있을 수도 있다.

공기를 필터 여과하는 강제 환기장치부착 케이지나 독립 급기장치를 갖는 특수한 일차환경(실내공기의 유입이 없는)을 이용하면 일차 환경이 독립환기 되고 있지 않은 경우에 요구되는 이차 환경의 환기 조건이 충족되지 않더라도 동물에게 있어서 필요한 환기는 된다. 그렇다고 해도 그 일차 환경으로부터 방출되는 열처리를 위해 이차 환경에는 충분한 환기가 필요하다. 이 특수한 환경에 오염방지를 위해 입자 가스여과장치가 적절히 구비되어 있으면 이차 환경의 공조에 리턴 공기를 이용할 수도 있다.

설취류의 사육에 종종 사용되는 강제 환기가 없는 필터부착 케이지에서는 환기가 제한된다. 이를 보완하기 위해서는 위생관리, 이차 환경내의 케이지의 배치, 케이지의 밀도 면에서 사육관리에 요령이 필요하다. 그럼으로써 마이크로의 환경조건이나 열방산을 개선할 수 있다.

동물실의 환기에 리턴 공기를 이용하면 에너지를 상당히 절약할 수도 있지만 위험도 동반한다. 동물 병원체의 대부분은 공기로 전염되고 분진 등에 부착하여 매개되므로 복수의 동물실을 제어하는 가온 환기 공조계(heating, ventilation, and air conditioning system: HVAC: 이하 공조계로 약함)로 재처리되는 배기는 교차오염의 위험성을 부담하게 된다. 재이용되는 배기는 사전에 고성능(HEPA)필터로 처리하여 공기 중의 혼입물을 제거한다. 필터여과의 정도와 효율은 예상되는 위험도에 따라 정한다. 다양한 효율의 HEPA 필터가 있으므로 위험도에 맞는 형태를 선택한다(ASHRAE 1992, 1993). 동물구역 이외의 구역(예를 들어 직원의 거실이나 사료, 깔짚, 물품 보관구역)을 환기한 공기를 동물구역의 환기에 재이용해도 좋으며, 동물구역에서 배출되는 공기에 대한 보다 철저한 여과처리나 조절은 필요 없을 것이다. 그러나 상황에 따라서는 그 위험도가 너무 높아 재이용을 생각할 수도 없는 곳도 있다(예를 들어 원숭이 류나 바이오해저드(biohazard) 관련구역).

암모니아와 같은 유독가스나 악취가스를 환기에 의해 제거할 수 있고 미량 수준 혹은 제로 수준의 공기로 치환할 수 있으면 허용범위 내에서 유지할 수 있다. 그렇지만 리턴 공기의 화학적 흡수처리나 세정처리가 그러한 물질의 제거에 유효하더라도 동물실험실이나 사육장에는 신선 공기에 의한 환기가 바람직하다. HEPA 필터처리는 되어 있으나 가스여과처리가 안된 공기는 다음 조건을 만족할 경우에 한해 재이용할 수 있다.

- 급기에는 최소한 50% 이상의 신선 공기가 포함되어 있을 것
- 깔짚 교환이나 케이지 교환 빈도 및 리턴 공기 처리 등 사육관리의 요령에 의해 유독가스나 악취의 축적을 충분히 제어할 수 있을 것
- 동물사육 구역 이외에서 유래하는 경우를 제외하고 리턴 공기는 원래의 구역으로만 돌아갈 것
- 리턴 공기는 충분히 신선공기가 혼입되어 사육동물이 요구하는 온·습도가 유지되도록 조정할 것

수용동물 수를 줄이거나 환경의 온습도를 낮게 설정하는 등, 사육관리상의 요령과 함께 깔짚 교환이나 케이지 세정을 자주 하여 동물실의 공기 중 유독물질이나 악취가스의 농도를 저하시킬 수가 있다. 혼입된 입자상 혹은 가스상의 물질을 제거하기 위해 리턴 공기의 처리는 고가의 비용이 드는데다가 필터 계통의 유지가 부적절하거나 불충분하면 그 효과가 발휘되지 않는다. 따라서 필터 계통을 제대로 유지하고 그 효과가 최대한으로 발휘되도록 모니터링 하는 것이 중요하다.

어떠한 공조계라도 그것을 제대로 가동시키기 위해서는 이차 환경 내에서 그 능력을 측정하는 등 정기적인 보수점검이 필요하다. 급·배기량, 정압차 등 해당되는 항목의 측정을 실시한다.

⑥ 조명

조명은 각종 동물에게 생리학적, 형태학적 영향을 미치고, 행동에 변화를 준다. 조명에 기인하는 스트레스 원으로는 부적절한 조명시간, 조도 및 광선 스펙트럼을 들 수 있다. 다양한 인자가 동물이 요구하는 조명에 영향을 줄 수 있으므로 동물실의 조명을 정할 때 고려할 필요가 있다. 그 예로서 조도, 조명시간, 파장, 동물이 그때까지 체험한 조명, 동물의 색소, 일내변동내의 조명시간대, 체온, 호르몬 주기, 나이, 동물 종, 성별 및 계통 등이 있다.

일반적으로는 조명을 방 전체에 확산시킨다. 그것은 동물에게 쾌적한 조도로 사육실의 유지관리, 사육케이지 최하단의 케이지를 포함한 동물의 관찰 및 안전작업에 적합한 것이어야 한다. 사육실은 시력 및 일일주기, 일내변동을 담당하는 신경내분비가 적절히 발휘되도록 조명한다.

많은 동물에 있어서 조명시간은 번식행동을 결정하는 요인이며, 체중의 증가나 채식량에 영향을 주는 것도 있다. 소등시간대를 준수하지 않는 것은 가급적 피해야 한다. 종에 따라 어둡거나 무조명이면 채식하지 않는 동물도 있으므로, 그러한 동물에 대한 조명은 동물복지에 반하지 않도록 주의한다. 동물의 일일주기를 유지하기 위해서는 시간과 연동된 조명시스템을 채용하면 좋다. 타이머의 작동상태는 정기적으로 조사하여 조명주기가 정확히 유지되고 있음을 확인한다.

연구에 많이 사용하고 있는 실험동물은 야행성이다. 알비노 랫드는 다른 동물종과 비교하여 광독성에 의한 망막증에 걸리기 쉽기 때문에 실내의 조명을 결정하는 기준으로 이용되어 왔다. 그 외 다른 동물종에 관해서는 과학적으로 입증된 실내조도와 관련된 자료는 아직 없다. 바닥 위 약 1.0m에서 325럭스의 조도가 있으면 사육관리에 충분하고 알비노 랫드가 광독성에 의한 망막증을 발증하는 경우도 없다. 빈방의 바닥위 1m에서 400럭스까지는 알비노의 망막장해에 방지책이 강구되어 있는 한, 설치류에는 문제없는 것으로 알려져 있다. 그러나 동물 개개의 체험에 따라서는 광독성에 대한 감수성이 보통과 다른 경우도 있다. 즉, 130~270럭스 이하의 조도로 기른 알비노 랫드에서는 그것이 망막장해가 일어나는 거의 한계치인 것이 조직학적, 형태학적, 전기생리학적 소견에서 보고되어 있다. 지침에 따라서는 케이지 내 동물의 위치에서 40럭스라는 낮은 수치를 장려하고 있다. 어린 알비노와 유색 마우스는 성숙한 동물보다 훨씬 낮은 조도를 선호한다고 한다. 그러나 보다 높은 조도로 일어날 수 있는 망막장해는 대부분이 회복된다. 이상으로 볼 때, 광독성에 의한 망막증에 고감수성의 동물에 대한 케이지 레벨의 조도는

130~325럭스의 범위로 해야 한다.

광원의 위치를 고려하여 케이지의 배치를 순환시키거나, 동물이 빛에 닿는 시간을 자기들이 조정할 수 있도록 해준다거나 하는 사육관리상의 요령으로 동물에 대한 부적절한 광자극을 줄일 수가 있다. 동물이나 사육실 작업자의 필요성과 에너지 보존의 양면에서 충족하고자 한다면 조도가변장치의 이용을 고려할 수 있다. 그와 같은 장치로서는 가변형으로서 눈금을 맞추면 고정할 수 있는 것이 적합하고, 조명의 점멸에만 이용해서는 안 된다.

⑦ 소음

동물자체 및 사육관리 작업에서 발하는 소음은 동물시설의 운영에 불가결한 사항이다. 따라서 소음대책은 시설의 설계나 운영 면에서 검토할 필요가 있다. 소음이 동물에게 미치는 영향을 평가하기에는 소음의 크기, 발생빈도, 발생간격, 지속시간, 진폭과 파장, 지금까지의 소음노출 경험 및 그 동물종과 계통의 소리에 대한 감수성을 고려하는 것이 타당하다.

직원이 사용하는 공간과 동물구역을 분리함으로써 서로 미치는 영향을 경감시킬 수 있다. 개, 돼지, 염소 및 원숭이류와 같이 시끄러운 동물은 설치류, 토끼, 고양이와 같이 조용한 동물과 분리하여 사육한다. 즉, 소음을 줄이는 것보다 소음을 발하는 동물이라도 사육할 수 있는 환경으로 설계하여야 한다. 소음이 85dB이상이 되면 청각계만이 아니라 비청각계에도 영향을 줄 수 있는데, 설치류에서는 호산구의 감소나 부신 중량의 증가 및 번식률의 저하, 원숭이류에서는 혈압상승이 관찰된다. 많은 동물 종은 사람에게 들리지 않는 파장의 소리를 들을 수 있다. 비디오 화면 단말기와 같이 가청역의 소리를 내는 기기를 동물과 가까운데서 이용하면 동물에게 영향을 줄지도 모르므로 주의를 요한다. 가능한 한 소음을 발하는 작업은 동물구역 이외에서 해야 한다.

소음에 노출되는 방법이 바뀌었을 때의 영향은 동물 종에 따라 다양하므로 가능하면 불필요한 소음을 발하지 않도록 노력한다. 간헐적으로 발하는 과도한 소음을 억제하는 데에는 그와 같은 작업을 다른 방법으로 전환하도록 직원을 훈련시키거나, 카트, 왜건 및 랙에 쿠션을 부착한 캐스터나 범퍼를 장착하는 등의 수단을 강구한다. 라디오나 알람 등의 소음원은 그것이 승인된 실험계획이나 동물복지의 일부가 아니면 동물실내에 반입해서는 안 된다.

2. 행동관리

① 구조적 환경

구조적 환경은 케이지 부속물, 엔리치먼트, 동물에 의해서 조작되는 대상물, 케이지에 설치된 복잡한 장치와 같은 일차 환경의 구성요소로 이루어진다. 동물 종 및 그 사용목적에 따라서도 다르지만 휴식판, 선반이나 헛대, 완구, 탐색완구, 영소재료, 터널, 그네 및 동물 종 특유의 자세나 활동을 발휘시켜 동물복지를 향상시킬 수 있는 것이 구조적 환경의 예이다. 근래에 많은 동물종의 자연사와 환경의 요구조건이 밝혀졌지만, 연구용 동물의 복지를 향상시키기 위해서는 환경에 관해 지속적인 연구가 필요하다.

② 사회적 환경

동물의 사회적 요구에 대한 배려가 이루어져야 한다. 사회적 환경이라고 하면 일반적으로 동종동물 간의 신체적 접촉에 의한 의사전달을 말하지만 개체상호간의 접촉이 없이 시각, 청각, 후각신호를 통한 의사전달도 포함된다. 적절하거나 프로토콜에 합당하다면 사회성이 있는 동물은 동종 동물과 몸이 서로 접촉할 수 있는 환경에서 사육되어야 한다. 예를 들어, 사회성이 있는 원숭이류나 개 속 동물은 서로 어울리기 좋은 상대끼리 군을 만들어 주는 것이 그 동물들에게 유익하다. 많은 동물 중에서 동종 동물간의 적당한 사회적 접촉은 정상적인 발육에 불가결하다. 사회적 동료는 스트레스가 많은 상황에 대한 완충작용을 함과 동시에, 이상행동을 억제하며, 운동의 기회를 증가시켜 그 동물 중에 전형적인 행동이나 인지력을 향상시킨다. 군 사육에서는 사육밀도가 적절한지, 여기저기 분산시킬 수 있는지, 초면시의 친밀감은 어떤지, 그리고 사회적 서열은 어떤지 등에 관해 평가한다. 어떠한 사회적 환경이 적절한지를 생각할 경우, 그 동물이 자연계에서 영역을 형성하는지, 공동체를 형성하는지에 주목하고 그에 기반을 두어 단독, 쌍 혹은 군 중에서 어느 것으로 사육할 것인가를 선택한다. 그 동물종이 나타내는 전형적인 사회행동을 이해하는 것이 사회성을 배려한 사육관리의 성공으로 이어진다고 볼 수 있다.

그러나 사회성을 갖는 동물의 모든 종이 그러한 방법으로 사육될 수 있는 것은 아니고 그렇게 되어야 한다고 말할 수도 없다. 실험상, 건강관리상, 행동학상의 이유가 장애가 되어 이러한 사육이 낭패를 초래할 수도 있다. 사회형성으로 인해 투쟁에 의한 외상을 증가시키고, 동맥경화증과 같은 대사병에 대한 감수성이 높아지며, 행동학적, 생리학적 기능에 변동을 초래하는 경우가 있다. 게다가 많은 종에서 동물간의 친밀성이 성별에 따라 차이가 인정되고 있다. 동물 상호간의 친밀성이 좋고, 형성된 사회가 안정되어 있다면, 사회적 사육에서 보이는 이러한 위험성은 상당히 감소할 것이다.

사회성이 있는 동물은 군 사육이 바람직하지만 개별사육하지 않을 수 없는 경우에는 사육기술자와 안전하고 적극적으로 접촉하도록 하거나 구조적 환경에 복지증진을 위한 대책을 강구하는 등의 방안을 마련해서 동료가 없어진 것에 대한 보상으로 별도의 복지방법을 마련한다.

③ 활동

동물의 활동이란 보통은 동작을 수반한 활동을 의미하지만 지적 활동이나 사회적 상호관계 활동에 포함된다. 실험환경에서 유지되는 동물은 제약이 없는 동물에 비해 활동에 제한이 많다. 수직방향을 포함한 동물의 동작은 주거가 그들에게 적합한 것인지 아닌지, 동물의 활동이 양적, 질적으로 적절한지 어떤지를 판정할 때에 고려되어야 할 사항이다. 치료목적 혹은 승인된 실험계획상의 이유를 제외하고 동물에게 활동을 강요해서는 안 된다. 많은 동물종이 같은 동작을 반복하지만 거기에 목적이 있는 것은 아니므로 불필요하다고 생각되는 행동을 배제하는 것은 바람직하지 않다.

동물에게는 그 종에 전형적인 행동 패턴이 있으므로 그와 같은 행동을 발현할 수 있도록 해 주어야 한다. 대개 고양이나 개 등 가축화된 동물은 사람과 적극적으로 접하는 것을 선호한다. 개는 목줄을 메고 산책시키거나 운동장에서 달리도록 해주거나 사회적 접촉, 놀이, 탐색행동의 기회를 제공해 주어야

하므로 다른 장소로 데리고 나가는 등 활동을 시킨다. 수의학적 관리를 위해 또 연구목적에 맞추어서 개의 단기사육에는 케이지가 자주 이용된다. 그러나 펜스, 개 운동장 등 케이지 바깥 구역 쪽이 행동 공간이 넓기 때문에 가능한 한 많이 이용하는 것이 바람직하다. 양, 말, 소와 같은 대형가축은 산책장, 운동장, 방목장에서 활동을 시키면 좋다.

3. 사육

① 사료

동물에게는 기호에 맞고 오염이 없는 영양학적으로 적합한 사료를 매일 공급하거나 동물실험계획에 지장이 없는 한 동물이 요구하는 조건에 맞추어 급이 한다.

동물군의 관리자는 사료의 구입, 수송, 보관 및 취급에 관해 잘 알고 있어야 한다. 그것은 질병, 기생충, 질병을 전파하는 매개체(곤충 등의 해충), 오염 화학물질 등이 동물 군에 반입되지 않도록 하기 위함이다. 생산자 및 공급자가 어떻게 해서 사료의 품질을 유지하고 그것을 증명하고 있는지 구체적인 방법과 실제에 관해 조사하도록 한다. 기관은 필수영양소의 분석 데이터를 정기적으로 제출하도록 사료 취급업자에게 종용한다. 업자는 사료의 보존기간을 좌우하는 제조 연월일 등의 데이터를 사용자에게 제시한다. 선도가 떨어지는 사료나 부적절하게 수송·보관되는 사료는 영양적으로 문제가 있을지 모르므로 매회 마다 입하량에 주의하여 선입선출의 원칙을 깨뜨리지 않도록 적재한다.

사료 및 그 원료를 처리·보관하는 구역은 청결하게 유지하고, 해충침입에 대한 방지대책을 세운다. 사료는 바닥에 닿지 않도록 깔판, 랙 혹은 카트의 위에 놓는다. 개봉된 미사용 사료포대는 오염되거나 병원체가 전파되지 않도록 해충방지 용기에 넣어 보관한다. 21℃를 넘는 온도나 극단적으로 높은 상대습도, 비위생적 상태, 광선, 산소 및 곤충 등 해충에의 노출은 사료의 변성을 촉진시킨다. 고기, 과일, 야채 등의 신선사료를 주는 경우는 보관조건이 오염으로 연결될 우려가 있고 사료의 품질에 편차를 일으키는 원인이 되기도 하므로 주의를 필요로 한다. 사료중의 오염물질은 가령 그것이 독성발현에 미치지 못할 정도로 미량이라도 생화학적, 생리학적으로는 심하게 영향을 주는 것이 있다. 예를 들어 어떤 오염물질은 간의 효소합성을 유도하여 그 결과 약물에 대한 동물의 변화를 초래한다. 실험 프로토콜에 따라서는 사전에 분석된 사료가 요구될지도 모른다. 그러한 데이터에는 생물학적 및 비생물학적 오염물질의 분석결과가 포함되어 있고 나아가서 분석치가 문서화 되어 있는 것이 이상적이다.

천연원료에서 유래하는 건조한 실험동물 사료의 대부분은 보존료가 첨가되어 있으므로 보관조건이 적절하며 제조 후 6개월간 사용이 가능하다. 가공된 사료중의 비타민 C는 일반적으로 3개월 동안 유지되지만, 안정화시킨 타입의 비타민 C를 이용하면 보존기간을 연장시킬 수 있다.

비타민 C가 필요한 동물에게 비타민 C의 유효기간이 지난 사료를 줄 수밖에 없는 경우에는 적량의 비타민 C의 보충이 불가결하다. 냉장을 통해 영양학적 품질을 유지하면 보존기간을 연장시킬 수 있다고는 하더라도, 보존기간은 실무상 필요한 최단기간으로 하고 제조자의 의견에 귀를 기울여야 한다. 정제 사료나 합성사료는 천연원료 유래의 사료와 비교하여 불안정한 경우가 많고 통상적인 보존기간은 6개월

이내로 생각되며 4℃이하에서 보관한다.

고온멸균을 하는 경우 영양소의 양, 원료의 종류 및 제조방법을 멸균에 의한 변성에 견딜 수 있도록 조정하고 멸균일을 기록하여 조속히 사용한다. 고온멸균의 대체법으로써 방사선조사를 검토할 필요가 있을 것이다.

급이기는 섭취하기 쉽도록 또한 분뇨로 오염되지 않도록 설계·설치한다. 군사육의 경우 사료 쟁탈전이 일어나지 않도록 넓은 급이기와 섭취 장소를 설정하여 모든 동물이 먹을 수 있도록 한다. 실험계획에 따라 혹은 통상적인 사육관리에 준하여 제한 급이 하고 있는 경우는 특히 주의를 요한다. 오염의 위험도가 다른 구역 간에는 급이기를 돌려쓰면 안 되며 급이기는 항상 청결하게 유지한다.

임상이나 사육상의 이유로 칼로리와 단백질의 섭취량을 중정도로 제한하면, 수명이 길어지고 비만, 번식성, 발암율이 저하된다는 사실이 많은 동물 종에서 관찰되고 있다. 그러한 제한을 가하기 위해서는 사료중의 대사성 에너지원 또는 단백질농도를 줄이거나, 그 양쪽을 줄이는 방법, 급이량 또는 급이 횟수를 줄이는 등의 방법이 쓰이고 있다. 칼로리 제한에 대한 문제는 동물 종에 따라 다르고 생리학적 적응능에 영향을 주거나 대사계에 변화가 나타난다. 어떤 종의 설치류나 토끼의 장기사육에 칼로리 제한은 적절하다고 판단되어 임상적 외과적 처치동물에게 보조적으로 적용되는 것도 있다.

또한, 어떤 종의 동물에 대해 임시적인 조치로서 영양학적으로 밸런스가 맞는 사료에 신선 야채 등의 소위 “특식”을 첨가하는 것은 허용될 수 있으며 동물복지의 향상에도 도움이 된다. 그러나 여러 가지 사료를 줄 때는 주의가 필요하다. 사료는 영양학적으로 균형이 이루어져야 하는데 균형이 이루어지지 않은 사료를 자유로이 섭취할 수 있도록 공급하면 동물은 균형사료에 입을 대지 않게 되고 고에너지 저단백 사료를 섭취하여 비만화 된다는 사실이 명확히 보고되어 있다. 사료를 돌연 바꾸는 것은 소화나 대사를 변조시킬 우려가 있으므로 가능한 피해야 한다. 그러한 변화는 잡식동물이나 육식동물에서도 일어나지만, 초식동물은 특히 감수성이 높다.

② 음수

동물에게는 통상 음용에 적합한 오염이 없는 음수를 특수한 조건에 맞게 준다. 지역에 따라 수질 및 음료수의 정의가 다른 것도 있다. pH, 경도 및 미생물학적, 화학적 오염물질을 정기적으로 모니터링 하여 수질이 허용 범위 내에 있는 것을 확인할 필요가 있다. 특히, 그 지역의 물에 통상적으로 포함되어 있는 물질이 실험성적에 영향을 준다고 생각되는 경우가 그에 해당한다. 실험계획상 고도로 순수한 물을 주어야 하는 경우에는 음수를 처리 혹은 순수화하여 오염물질을 최소한으로 또는 완전히 제거한다. 음수의 처리방법이 생리학적 변화를 초래하거나, 균종을 변화시키거나, 실험성적에 영향을 줄 수도 있으므로 주의 깊게 검토한다. 예를 들어, 염소첨가는 어떤 동물종에는 유용해도 어떤 동물에는 유독하다.

급수병이나 자동급수장치 등의 급수기는 매일 점검하여 적절히 유지되고 있는지, 청결한지, 적합하게 사용되고 있는지를 확인한다. 자동급수장치의 사용법을 동물에게 가르치지 않으면 안 되는 경우도 있다. 급수병은 미생물의 교차감염 예방상 물을 보충하는 것이 아니고 교환하는 것이 좋다. 혹시 보충한다면

반드시 원래 케이지에 돌려놓도록 주의한다. 옥외시설에서 사육하는 동물은 큰비가 온 후에 생기는 고인 물에 접할 수도 있으므로 오염원이 되지 않도록 주의하여야 한다.

③ 깔짚

동물의 깔짚은 제어 가능한 환경인자의 하나로서 실험데이터나 동물복지에 영향을 미친다. 수의사 및 시설관리자는 연구자와 상담하여 최적의 소재를 선택한다. 모든 관리·실험조건에 대해 이상적인 깔짚은 어떤 동물 중에도 존재하지 않고 모든 동물 중에 대해 이상적이 깔짚도 존재하지 않는다. 여러 명의 저자가 바람직한 깔짚의 성상이나 평가방법에 관해 기술하고 있다. 침엽수로 만든 깔짚이 사용되어 왔지만, 그 대패밥이나 칩을 미처리 상태로 쓰면 동물의 대사계에 영향을 주므로 실험계획에 따라서는 피해야한다. 서양 삼나무로 만든 깔짚은 방향성 탄화수소를 방출하여 간장의 마이크로솜 효소를 유도하거나 세포독성을 발현하기도 하고 발암율을 상승시킨다는 보고도 있으므로 추천되지 않는다. 깔짚의 구입할 때에는 제조방법, 모니터링 방법, 판매자의 보관방법을 고려한다.

깔짚을 수송·보관할 때에는 품질유지 및 오염방지에 주의하여 바닥에 닿지 않도록 깔판, 랙, 카트 등에 적재한다. 깔짚을 멸균하면 습기를 흡수하여 흡습성이 저하되거나 미생물이 발육하기 쉽게 되기도 한다. 따라서 적절한 건조과정과 보관조건이 중요하다.

다음 케이지 교환까지 동물의 체표가 건조해 있도록 충분한 깔짚을 준다. 소동물에서는 케이지 내의 누수를 막기 위해 깔짚이 급수병에 닿지 않도록 주의한다.

④ 위생 관리

위생관리에는 깔짚 교환, 청소 및 소독이 포함된다. 청소에 의해 축적된 분진을 제거하고 소독에 의해 허용량 이상의 미생물을 제거한다.

청소·소독의 빈도와 정도는 동물에 따라 건강한 환경의 유지에 필요한 사항과 동물의 정상적인 행동 및 생리학적 요구를 상호 조화시키면서 정한다. 위생관리의 방법과 빈도는 다양한 요인에 의해 영향을 받는데 케이지 등 사육기의 유형, 구조 크기: 사육동물의 유형, 마리수, 크기, 나이, 번식상태: 깔짚 사용의 유무와 유형: 온도·습도: 위생관리 대상물의 특성: 사육동물의 정상적인 생리학적·행동학적 특징: 사육기 표면의 오염정도 등이 있다. 사육 시스템 혹은 실험계획에 따라서는 동물의 무균적 취급이나 변칙적 깔짚 교환 빈도 등 특수한 사육기술이 요구되는 것도 있다.

동물사육 구역에는 탈취제를 사용해서는 안 된다. 탈취제가 뛰어난 위생관리나 적절한 환기를 대체할 수 없고, 그와 같은 휘발성 물질은 동물의 기초적 생리기능이나 대사 기능을 변화시킬 우려가 있다.

◆ 깔짚 교환

더럽혀진 깔짚은 동물을 청결하게 하고 건조한 상태로 유지하기 위해 교환해 주어야 한다. 전문가인 사육기술자는 연구자와 상담하면서 교환빈도를 정하는 데 사육공간 내의 동물수와 크기, 사육공간의 크

기, 배뇨·배분량, 깔짚의 외견과 젖은 정도 등에 따라 달라진다. 더욱이 외과적 처치 혹은 쇠약으로 인해 분노로 더럽혀지지 않는 구석으로 이동하거나 접근할 수조차 없는 상황도 있으므로 사전에 고려한다. 깔짚 교환에 최소 빈도라는 것은 존재하지 않고, 일반적으로는 매일에서 매주라고 볼 수 있다. 산전 산후의 어느 시기나 폐로몬이 번식의 성공에 중요한 경우, 실험상의 이유로부터 깔짚 교환이 허용될 수 없는 경우와 같이 빈번한 깔짚 교환을 피할 수 없는 예도 있다.

◆ 일차 환경의 세정·소독

펜이나 런의 표면을 청결하게 유지한 후 빈번한 수세 및 세제·소독제의 정기적 사용은 일반적으로 적절한 방법으로 생각된다. 수세에 의한 오염제거는 최저 1일 1회 실시하고 작업 중에는 동물이 젖지 않도록 보호한다. 동물의 생리학적, 행동학적 기능을 바탕으로 펜이나 런의 청소시간대를 생각하면 좋은데, 참고로 사료를 섭취한 동물은 위·대장반사에 의해 섭식 후 곧 배변한다.

케이지, 랙 및 급이·급수기 등의 세정·소독빈도는 케이지 혹은 트레이에 깔짚을 사용하거나 분노 트레이를 정기적으로 수세하고 있거나 철망 깔판 혹은 천공 깔판 케이지를 사용하고 있는 등에 따라 사육관리의 실무에 어느 정도 영향을 받는다. 일반적으로 말하면 사육기나 그 부속품인 뚜껑 등은 최저 2주일에 1회 정도 처리하여야 하고, 평상케이지 및 급수병과 노즐은 최저 1주일에 1회의 세정과 소독이 필요하다. 사육 밀도가 심하게 낮음에도 불구하고 빈번히 깔짚을 교환하고 있는 대형 케이지, 깔짚 교환 빈도가 높은 노토바이오트 동물의 케이지, 개별 환기 케이지, 특별한 상황 하에서 사용되고 있는 케이지 등 케이지나 랙의 유형에 따라서는 보다 저빈도로 세정과 소독을 하는 것이 좋을 것이다. 마이크로 아이솔레이터 사육이나 고빈도 사육이라는 특수한 상황하에서는 보다 고빈도의 세정과 소독이 요구된다.

토끼 및 기니픽이나 햄스터 등의 설치류는 단백질과 미네랄 농도가 높은 뇨를 배설한다. 뇨중의 미네랄이나 유기물이 요석이 되어 케이지의 표면에 잘 침착하므로 세정 전에 산으로 처리한다.

사육기는 약제, 열탕 혹은 양자의 조합으로써 소독한다. 일반세균의 영양형 및 그와 같은 처리로 제어 가능하다고 생각되는 그 외의 다른 미생물을 대상으로 멸균에 충분한 조건으로 필요한 회수만큼 처리한다. 열탕을 단독으로 사용하는 경우, 소독 대상물의 표면에 대한 온도 효과(누적열 인자)는 온도와 작용 시간의 조합으로 정한다. 미생물을 상당한 고온에 단시간 노출시키거나 보다 낮은 온도로 장시간 처리한 경우에도 동등한 온도 효과를 얻을 수 있다. 71.7℃-82.2℃ 이상에서 세정과 행굼을 하면 소독이 가능하다. 이전에는 82.2℃로 말하였지만 그것은 탱크나 분사기내의 온도를 지적하는 것이다. 세제, 약제 등의 소독제는 열탕의 소독 효과를 높이지만 기자재를 재사용하기 전에 표면을 잘 행구는 것을 잊어서 안 된다.

열탕, 세제 혹은 약제에 의한 케이지 등 기자재를 직접 손으로 세정하고 소독하는 것은 효과적이지만 구석구석에까지 신경 써야 한다. 특히, 표면에 약제가 잔류하지 않도록 행구고, 작업자가 열탕이나 약제를 묻히지 않도록 방어 용구를 사용하는 것이 중요하다.

급수병, 음수관, 마개, 급이기 등의 소형 기자재는 살균을 위해 세제, 열탕, 그리고 필요하면 소독제로

세정한다. 자동급수 장치는 미생물이나 찌꺼기가 급수기에 축적되지 않도록 고안될 필요가 있다. 그러한 장치는 대량의 물이나 적절한 화학제로 정기적으로 유수해 주고 잘 행구어 주어야 한다. 적절히 유지된 필터부착 지속순환장치나 자외선 조사장치 등의 순환수 멸균장치도 효과적이다.

종래부터 시행되고 있는 세정, 소독법은 대개의 사육기자재에 적용할 수 있다. 그러나 병원미생물이 존재하는 경우나 균충이 명확한 동물 혹은 면역부전동물을 유지하는 경우는 세정, 소독한 케이지나 부속물을 한 번 더 멸균할 필요가 있다. 멸균기는 정기적으로 점검을 하여 안전성과 유효성을 확인한다.

◆ 이차 환경의 세정-소독

동물실, 지원구역(예를 들어 창고, 세정실, 복도, 처치실) 등 동물시설의 구성요소는 정기적으로 청소 함은 물론 상황에 따라, 또 사용 빈도나 오염이 일어나기 쉬운 정도에 따라 소독한다.

청소 용구는 장소마다 지정하여 오염의 위험도가 다른 장소 간에 같이 사용하지 않도록 한다. 청소 용구 자체는 정기적으로 세정해야 하므로 내부식성 소재로 만든 것이어야 한다. 오래 된 것은 정기적으로 교환한다. 청소 용구는 잘 건조해 놓고 미생물 오염이 일어나지 않도록 정확히 정돈하여 보관한다.

◆ 위생관리의 효과판정

위생관리의 모니터링은 그 방법 및 대상물에 따라 적절히 실시한다. 예를 들어, 대상물의 육안검사, 수운의 모니터링, 미생물 모니터링 등이 있다. 케이지·깔짚 교환 혹은 케이지 세정빈도의 변경 여부는 암모니아 농도, 케이지의 외견, 깔짚의 상태, 케이지내수용 동물수와 크기를 기준으로 검토해야 한다.

⑤ 폐기물처리

일반적인 폐기물, 생물학적 폐기물, 유해 폐기물은 각각 정기적으로 안전하게 제거하여 처리한다. 효과적으로 폐기물을 처리하는 몇 가지 방법이 있다. 인가된 폐기물 처리업자에게 위탁하면 법규의 적법성과 안전성은 보장된다. 단지 내에서 소각하는 경우는 지방의 법규에 따른다.

적절하게 표식한 폐기물 용기를 필요 수량만큼 시설전역의 요소에 비치한다. 폐기물 용기는 새지 않고 뚜껑으로 밀폐할 수 있어야 한다. 일회용으로 속주머니가 들어 있는 것이 좋고 용기와 용구를 정기적으로 세정하는 것이 좋다. 곤충이나 해충이 침입할 수 없는 전용의 폐기물 보관구역을 설정한다. 폐기전의 냉각보관에는 적절히 표식된 전용 냉장고, 냉동고 혹은 냉장실을 사용한다. 시설로부터 반출하기 전의 유해폐기물에 대해 멸균, 밀봉, 기타 적절한 처치에 의한 안전대책을 강구해야 한다. 방사선 폐기물은 적절히 표식된 용기에 보관한다. 폐기 시에 시, 도, 지방의 관련 법규에 의해 방사선 안전관리자의 관여가 요구된다.

감염력이 있는 동물의 사체는 현장에서 소각하던지 또는 인가된 업자에게 위탁한다. 소내에서의 포장, 표식부착, 이송, 보관방법을 직업안전위생 규범에 포함시킨다. 독성, 발암성, 인화성, 부식성 혹은 반응성이 있는 폐기물이나 불안정한 폐기물은 적절히 표식된 용기에 넣어 직업안전위생 관리자의 조언에

따라 폐기한다. 이러한 폐기물을 굳히거나 혼합할 수 있는 것도 있다.

⑥ 해충·들짐승 대책

동물의 사육환경에 있어서 해충예방, 제어, 구제대책은 필수 불가결하다. 해충구제와 모니터링을 정기적으로 실시하여 문서화한다. 프로그램을 잘 운영하면 시설에의 침입 및 등지틀기를 방지할 수 있다. 야외사육 동물에 관해서도 해충, 해수의 침입에 따른 위험성을 저지, 혹은 억제할 수 있도록 배려한다. 살충제는 실험동물에서 독성을 발현시키고 실험에 지장을 초래할 우려가 있으므로 동물구역에서의 사용은 필요한 경우로 제한한다. 동물이 살충제에 접촉할 가능성이 있다면 실험자와 미리 상담하여야 한다. 살충제의 사용은 기록으로 남길 뿐만 아니라 사육관리자와 충분히 연대하여 법규에 적합하게 한다. 가능하다면 곤충발육 억제인자나 무독한 약제를 사용하는 등 독성을 수반하지 않는 해충 대책이 바람직하다. 들짐승에게 덫을 놓을 경우에는 인도적 배려가 필요하다. 산채로 포획하는 유형의 덫은 빈번하게 순찰하고 포획 후에는 짐승을 안락사 시킨다.

⑦ 긴급 시, 주말, 휴일의 동물관리

동물 복지와 실험을 위해서 주말, 휴일은 물론 매일 유자격자가 동물을 관리한다. 작업시간 외, 주말 및 휴일의 긴급 시에도 수의학적 관리는 빠뜨릴 수 없다.

긴급 시에는 연구소의 보안직원과 소방, 경찰 당국의 담당자가 동물관리 책임자와 연락을 취한다. 그러기 위해서는 긴급시의 대응과 담당자명 혹은 전화번호를 동물시설의 잘 보이는 장소에 게시하든가, 안전담당부서 혹은 전화교환대에 두면 좋다. 비상시에 있어서 특수설비의 취급방법이나 운전조작법을 알기 쉽게 표시한다.

직원과 동물의 양자에 대한 재해시의 대응책을 동물시설의 안전대책에 포함시킨다.

동물군의 관리책임자 및 수의사가 연구소의 안전위원회의 위원에 포함되어야 한다. 그러한 자가 연구소의 “공식 업무자”로서 재해 대책에 참가해야 한다.

4. 집단관리

① 개체식별, 기록

동물을 개체 식별하는 방법은 다양하다. 문자 혹은 바코드로 기록한 실, 락, 펜, 스톨, 케이지카드: 목칼라, 목줄, 플레이트, 탭: 착색: 귀 절개선, 귀고리: 문신: 피하 자입칩, 냉동 각인 등이 이용된다. 소형 설치류에서 이용되는 발톱 절단법은 달리 방법이 없는 신생자에게만 적용된다. 개체식별 카드에는 동물의 유래, 계통명, 담당 실험자의 이름과 주소, 중요한 날짜 및 실험계획서 번호 등, 입수 가능한 모든 정보를 기록한다. 동물에 관한 기록은 유용하므로 그 범위는 개체식별 카드의 정해진 정보에서 컴퓨터에 입력된 상세정보까지 다양하다.

동물개체의 임상기록도 또한 중요하며, 특히 개, 고양이, 원숭이류 및 가축에 관하여 적용된다. 예를

들어, 임상 및 진단기록, 접종기록, 외과적 처치 및 수술후 관리의 기록, 실험사용기록 등이 있다. 기초적 통계정보나 임상기록은 번식과 연구의 양면에서 동물의 부가가치를 높이므로 실험자, 의사, 사육기술자가 용이하게 열람할 수 있도록 하여야 한다. 사육기록, 교배기록 및 행동학적 특징은 많은 동물종, 특히 원숭이류의 관리에 도움이 된다.

기초적 정보를 기술한 기록은 수명이 긴 대형동물의 관리에 불가결하므로 개체마다 기록한다. 기록된 것이 많은 항목에는 동물종, 개체확인자, 웅진확인자, 자친확인자, 성별, 출생일 혹은 반입일, 유래, 반출일, 최종처분 등이 있다. 이와 같은 기록은 사육군의 유전적 관리 및 과거를 소급한 평가에 불가결하다. 동물을 다른 연구소로 옮길 때에는 관련 기록을 첨부한다.

② 유전학, 명명규약

번식군 및 생물의학 연구에 있어서 동물을 선발, 관리할 때에 유전적 특징이 중시된다. 가계에 관한 정보를 기준으로 번식용 쌍을 선발하거나 유전적으로 무관계한 동물이나, 역으로 혈연관계가 있는 동물을 실험에 택할 수 있기 때문이다.

생물의학 연구에는 원교계 동물이 널리 쓰인다. 번식군에 있어서는 유전자의 헤테로 접합성이 장기간 유지되도록 충분한 대규모의 번식집단을 필요로 한다. 원교계 동물을 쓰는 실험 데이터를 상호간에 직접 비교할 수 있도록 하기 위해서는 유전적 다양성의 유지 및 종자동물의 평균화라는 유전적 관리기술이 요구된다. 컴퓨터 시뮬레이션, 생화학적 표식인자, DNA 표식인자, 면역학적 표식인자, 혹은 생리학적인 변수의 정량적 측정에 의해 유전적 다양성을 모니터링 할 수 있다.

각종 동물, 특히 설치류의 근교계가 특별한 연구목적을 위해 개발되었다. 그 유전적 호모접합성에 의해 어떤 종류의 실험에서는 데이터의 재현성, 비교성이 향상된다. 근교계 동물에서는 그 유전적 호모접합성을 정기적으로 모니터링 하는 것이 중요하다. 그러한 모니터링을 위해 면역학적, 생화학적, 분자생물학적 기술이 개발되었다. 돌연변이나 교배실수에 의한 유전적 교잡을 방지하기 위해서는 적절한 관리 시스템을 도입한다.

형질전환 동물은 최소 1개의 외래유전자를 보유하지만, 유전자의 도입부위나 도입된 유전자의 수까지 제어되지 않는 것도 있다. 도입유전자는 그 도입부위에서 아마도 재래유전자나 환경인자와 기능적으로 서로 영향을 주므로 개개의 형질전환은 각각 별개의 동물로 생각할 수가 있다. 상세한 가계기록 및 도입유전자의 접합을 증명하는 유전 모니터링 등 표준화된 유전적 관리방법에 기반을 두어 유전자 자원이 유지되도록 사육관리를 한다. 시간의 경과에 의해 도입유전자의 변화, 혹은 사고에 의한 사육군의 소실에 대비하여 배, 난자, 정자의 동결보전을 검토하면 좋다.

연구사용동물의 계통이나 아계통 혹은 유전적 배경을 가능하면 표준화된 명명법에 근거하여 정확히 기록해 놓는 것이 중요하다. 원교계 설치류 및 토끼에 관하여, 근교계 랫드에 관하여, 근교계 마우스에 관하여 및 형질전환 동물에 관하여 각각 국제위원회가 명명규약을 책정하여 제공하고 있다.

제3장 수의학적 관리

동물관리 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
- 마취 및 진통
- 수술 및 술후관리
- 동물복지의 평가
- 안락사

전담수의사가 수의학적 관리 프로그램을 책임지며, 이는 공인된 수의사이거나 실험동물학/의학 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 발생 시 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 수술 후 관리에 관한 지침을 제공해야 한다.

1. 동물조달, 수송

모든 동물은 규칙에 따라 구입해야 하며, 동물 구입기관은 동물 구입과 관련된 모든 절차가 합법적 방식으로 이루어지도록 노력해야 한다. 신원확인작업을 통해 그 동물이 애완동물이었고 주인이 누구인가를 알 수 있어야 한다. 연구, 교육 및 검사목적에 적합하다면, 계획생산 연구용 동물의 사용이 바람직하다.

동물공급업자는 공급하는 동물의 품질에 대하여 평가를 받아야 한다. 계획생산동물공급자는 사육군이나 동물개체의 유전 및 미생물학적 검사 성적을 정기적으로 제공하는 것이 일반적인 원칙이다. 이와같은 정보는 동물의 입수나 반품여부를 결정하는데 유용하며, 기관간 또는 기관내 이동에 의해 입수된 동물(예를 들어, 형질전환 마우스)에서도 유사한 자료를 첨부해야 한다.

기관 내 이동을 포함한 모든 동물 수송 시 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 최소화시킬 수 있다. 동물선적 시 각각의 동물을 조사하여 구입사항과 임상 증상을 확인하고, 동물종 및 시설상황에 맞는 순서에 따라 검역 및 순화를 실시한다. 동물을 빠르게 구입하고 적절한 사육시설을 준비하기 위해서는 발주, 수령 및 기술자의 연계가 중요하다.

2. 예방의학

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

① 검역, 순화, 격리

검역리란 새로 입수된 동물의 건강 및 미생물학적 상태가 판정될 때까지 동물실에 있던 기존 동물과 격리하는 것을 말한다. 효과적인 검역은 확립된 기존 사육군대로 병원체의 유입기회를 최소화하는 것이다. 수의사는 새로 입수된 동물의 건강 및 미생물학적 상태를 판정할 수 있어야 하며, 그 검역절차는 수의학적으로 타당하며 인수공통전염병과 관련된 법규에 합당해야 한다. 효과적인 검역절차를 영장류에 적용하여 사람이 인수공통전염병에 노출되는 것을 제한해야 한다. 영장류의 경우 *Filovirus*와 *Mycobacterium* 감염 가능성이 있다. 수의사는 검역기간, 직원과 사육군내 동물에게 미칠 수 있는 잠재위험성과 검역중 동물의 치료여부를 결정하고, 설치류의 경우는 특정병원체를 배제하기 위해 제왕절개유도나 수정란 이식의 필요성을 결정하기 위해 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 소요시간, 동물종, 사용목적에 따라 다를 수 있다. 마우스, 랫드, 기니픽 및 산양에서 순화기간에 대한 필요성은 이미 증명되었으며, 다른 동물에서도 순화기간이 필요할 것이다.

품종간의 질병전파를 막고 품종간의 대립으로 인한 불안 및 생리적, 행동적 변화를 감소시켜 주기 위해 동물의 품종별 격리가 권장된다. 보통 격리된 사육실에 동물종별로 수용하나, 소구획, 라미나 플로우 사육장치, 필터부착 또는 개별 환기식 케이지, 아이솔레이터로 격리구역을 대신할 수 있다. 어떤 경우 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 대해 낮은 병원성으로 발병을 유발시키는 경우도 있다. 다른 동물종에 전염되어 임상적 증상을 유발시키는 경우도 있다. 다음 각 항에서는 동물종에 따라 분리사육이 필요한 예를 보여준다.

- *Bordetella bronchiseptica*는 토끼에서 불현성 감염만을 유발하지만, 기니픽에서는 심한 호흡기 질병을 일으킨다.
- 원칙적으로 신대륙(남미계), 아프리카계 구대륙 및 아시아계 구대륙 영장류들은 각각 격리 사육되어야 한다. 예를 들면, 원숭이 출혈열과 원숭이 면역부전 바이러스의 경우 아프리카 영장류에서는

불현성으로 감염되지만 아시아 종에서는 발병한다.

- 동일 지역에서 유래된 종이라도 격리 사육하는 경우가 있다. 예를 들면, 다람쥐원숭이는 *Herpesvirus tamarinus*에 노출될 경우 잠복감염을 하지만, *Herpesvirus tamarinus*가 올빼미 원숭이, 일부 마모셋과 타마린에 전파되어 치명적인 동물전염병을 유발할 수 있다.

여러 곳으로부터 동물이 반입되어 동물이 미생물 상태가 다를 경우, 동일 품종이라도 격리사육은 필수적일 수 있다. 예를 들면 랫드의 타액누선염 바이러스, 마우스 간염바이러스, 토끼의 *Pasteurella multocida*, 원숭이의 *Cercopithecine herpesvirus 1* 및 돼지의 *Mycoplasma hyopneumoniae*가 있다.

② 질병의 감시, 진단, 치료, 관리

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

질병감시와 진단에 적절한 방법을 필수적으로 구비해야 한다. 예기치 않은 동물의 사망 및 발병, 고통 또는 정상적인 상태로부터의 이탈이 있는 경우, 적절한 수의학적 처치가 적시에 이루어질 있도록 신속히 보고되어야 한다. 전염병 증상을 나타내는 동물은 사육군내 건강한 동물들과 분리한다. 만일 동물사육실 전체가 감염체에 폭로되거나 의심이 되면 그 군은 진단, 치료 및 관리과정 동안 이동시키지 않는다.

질병예방, 진단 및 치료법들은 현재 수의 임상에서 허용하는 것들이어야 한다. 육안 병리학, 미시 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 치료 계획은 치료학적으로 확실해야 하며 가능한 실험에 영향을 주지 않는 거시어야 한다.

불현성 감염을 일으키는 미생물 감염, 특히 바이러스 감염은 일반 컨벤셔널 환경의 설치류에서 자주 발생하지만, 배리어의 어느 한 부분이라도 고장이 날 경우, 특정 병원균 부재 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. 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 유전자증폭을 이용하는 DNA 분석과 같은 미생물의 감염을 확인하는 방법들은 임상연구 프로그램의 특정 요구에 가장 적합

하도록 사용해야 한다. 가이식성 종양, hybridoma, cell line 및 기타생물제제는 설치류는 바이러스의 근원으로서 설치류를 오염시킬 수 있다. 마우스 항체생산 랫드 항체생산 및 햄스터 항체생산 검사는 생물제제의 바이러스 오염을 모니터링 하는데 효과적이므로 고려해 볼만하다.

모든 동물은 규칙에 따라 구입해야 하며, 동물 구입기관은 동물 구입과 관련된 모든 절차가 합법적 방식으로 이루어지도록 노력해야 한다. 연구, 교육 및 검사목적에 적합하다면, 계획생산 연구용 동물의 사용이 바람직하다.

동물공급업자는 공급하는 동물의 품질에 대하여 평가를 받아야한다. 계획생산동물공급자는 사육균이나 동물개체의 유전 및 미생물학적 검사 성적을 정기적으로 제공하는 것이 일반적인 원칙이다. 이와같은 정보는 동물의 입수나 반품여부를 결정하는데 유용하며, 기관간 또는 기관내 이동에 의해 입수된 동물(예를 들어, 형질전환 마우스)에서도 유사한 자료를 첨부해야 한다.

기관 내 이동을 포함한 모든 동물 수송 시 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 최소화시킬 수 있다. 동물선적 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.

3. 외과적 처치

수술 전 계획, 직원 교육, 무균조작과 외과적 처치법, 동물복지 및 일련의 프로토콜 과정동안 동물의 생리학적 상태 등에 대하여 주의하며 외과적 처치효과를 한층 높여준다. 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. 적절한 수술이 시행되고 적시에 교정변화가 실시될 수 있도록 수술결과의 지속적인 철저한 평가가 이루어져야 한다. 표준 수술기법의 변경이 바람직하거나 요구될 수도 있지만, 우선적으로 동물의 복지를 고려해야 한다. 수술기법을 변경시킬 경우 결과에 대한 평가는 더욱 신중해야 하며, 분명하게 나타나는 임상 유병률 및 사망률에 부가해서 어떤 형태의 기준을 채택해야 한다.

수술 전 실험계획 수립 시에 외과의사, 마취의사, 수의사, 수술보조자, 동물관리 요원 및 연구자를 포함한 수술팀의 모든 구성원이 참여해야한다. 수술계획 수립 시 인력 및 역할, 교육요구, 수술에 필요한 장비와 소모품, 수술이 행해질 시설의 위치 및 특성, 수술 전 동물의 건강평가, 수술 후 관리에 관해 확인해야 한다. 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. 그러나 무균수술을 시행할 경우 항생제의 사용을 고려하지 않을 수도 있다.

무균수술법, 능숙한 조직 취급, 조직절개의 최소화, 기구의 적절한 사용, 효과적인 지혈, 봉합사 및 봉

합형태의 정확한 사용 등과 같이 수술을 능숙하게 할 수 있도록 연구원을 교육시키는 것이 중요하다. 동물실험 시 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 대해 교육받을 필요가 있다. 각자의 기술수준에 합당한 수술훈련 지침서는 기술훈련 프로그램을 개발하려는 기관에 도움이 될 수 있다.

일반적으로 수술절차에 따라 대수술과 소수술로 분류되며, 실험환경에 따라 생존 수술과 비생존 수술로 더욱 세분화할 수 있다. 대생존 수술은 체강을 관통하거나 노출시키며, 신체적 또는 생리적 기능의 실질적 장애를 유발하는 수술을 말한다. 소생존 수술은 체강을 노출시키지 않고 약간의 신체적 장애만을 유발하거나, 아예 장애를 유발하지 않는 수술을 말한다. 소수술은 보통 대수술보다는 까다롭지 않은 조건하에서 실시되지만, 여전히 무균조작과 기구, 적절한 마취가 필요하다. 복강경 시술이 종종 외래환자를 대상으로 시행되지만, 복강을 투관하는 경우 무균적으로 실시한다.

비생존 수술에서는 동물을 마취에서 회복되기 전에 안락사 시켜야 한다. 비생존수술을 실시할 경우, 본장에서 언급한 모든 기법을 반드시 따를 필요는 없다. 그러나 최소한 수술부위는 제모하고, 수술자는 수술장갑을 착용하고 수술기구 및 수술주위는 청결하게 유지해야 한다.

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, 이동 자체가 불가능할 수도 있다. 이와 같은 상황으로 인해 더욱 집중적인 처치가 필요하며 수술후 합병증의 위험도 높아질 수 있다. 적절한 조치를 취하기 위해 수의학적 판단이 필요하다.

무균수술 기법은 미생물 오염을 최소한으로 감소시키기 위해 이용된다. 수술절차, 기구 소독 또는 살균제 단독으로는 그와 같은 목적을 이룰 수 없다. 무균수술 기법은 수술실에 입실하는 모든 구성원의 참여와 협력을 필요로 한다. 각 업무의 기여도와 중요도는 수술절차에 따라 바뀐다. 제모 및 수술부위 소독과 같은 환측에 대한 준비, 소독된 수술복, 수술 스크럽, 멸균 수술장갑의 공급과 같은 수술자에 대한 준비, 기구, 소모품, 체내주입물의 멸균 및 감염 가능성을 줄여주는 수술기법의 이용이 무균수술기법에 포함된다.

멸균되는 물질의 물리적 특성에 근거하여 특정 멸균법을 선택해야 한다. 고압멸균법과 가스멸균법이 일반적인 방법이다. 멸균 표시기를 통해 적당한 멸균이 이루어지는지 확인하여야 한다. 용액성 화학살균제를 사용할 경우 충분한 접촉시간을 지켜야 하며 기구는 사용전에 멸균수나 식염수로 세척해야 한다. 알콜은 살균제도 아니며 상급 소독제도 아니다.

일반적으로 어떤 예외사항이 연구 프로토콜의 중요한 요소로서 특별히 인정되지 않고 위원회에 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. 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 생리

기능의 점진 및 임상증상과 상태의 평가가 모니터링에 포함된다. 정상체온의 유지는 특히 중요하며, 이를 통해 마취제에 의해 야기될 수 있는 심혈관 및 호흡기 장애를 최소화 할 수 있다.

동물종에 따라 수술 프로그램의 구성요소와 강도가 달라진다. 수술감염에 대한 설치류의 상대적 감수성은 지금도 논쟁의 여지가 있다. 불현성 감염 시 수술성공과 연구결과 모두에 영향을 미칠 수 있는 바람직하지 않은 생리 및 행동 반응이 야기될 수 있다는 자료가 제시되고 있다. 일반적인 실험실-설치류 수술의 경우에는 작은 절개부위, 소규모 수술팀, 보수의 동물을 동시에 처치할 수 있으며 간단한 수술절차와 같은 특징을 기족 있어서 큰 동물종에서의 수술과는 대조적으로 표준 무균기법을 변형할 수 있다. 설치류 수술에 관하여 독특한 수술기법이 다양하게 소개되어 있다.

일반적으로 생물 의학 연구에 사용하기 위해 유지되는 농장동물은 본 장에서 설명한 지침에 따른 절차와 시설에서 수술해야 한다. 그러나 임상수의 현장 및 상업성 농장에서 흔히 실시하고 있는 일부 소수술과 응급수술은 생물 의학 연구환경에서 실시하는 실험적 수술절차보다 다소 엄격하지 않은 조건하에서도 실시할 수 있다. 농장에서 수술할 경우에도 동물의 건강과 복지에 영향을 미치지 않는 위험인자의 조건정비가 필요하다. 그러나 여기에서 언급된 집중 수술실 및 수술방법이 반드시 필요한 것은 아니다.

수술계획은 수술 후 모니터링 항목, 관리 및 기록정리와 함께 이러한 업무를 수행할 직원이 명기되도록 상세히 기술한다. 연구자와 수의사는 수술 후 관리가 적절히 되도록 책임을 다한다. 수술후 관리의 중요한 요소는 동물의 관찰과 마취 및 수술회복 시 요구되는 기술이다.

필요한 모니터링의 강도는 사용하는 동물종과 절차에 따라 변하며, 수술 후 회복기보다 마취회복기에 더욱 주의해야 한다. 마취 회복기에 동물은 깨끗하고 물기가 없는 곳에 두며, 훈련된 자가 관찰할 수 있도록 한다. 마취에서 회복되는 동안 체온조절, 심혈관 및 호흡 기능, 수술 후 통증 또는 불안에 대해 특별히 관심을 기울여야 한다. 수분과 전해질 균형을 위한 경구용 수액, 진통제, 다른 약제들의 투여, 수술 절개 부위의 관리 및 적절한 의학적 기록의 유지를 포함한 추가 관리가 필요할 수도 있다.

마취 회복 후 모니터링이 집중적으로 실시되지는 않으나 기본적인 생리기능인 섭취와 배설, 수술후 통증을 나타내는 듯한 행동, 감염, 수술부위의 상태, 포대, 피부의 발사 또는 클립, 스테플의 제거 등에 주의를 기울여야 한다.

4. 동통, 진통, 마취

수의학적 관리의 필수적인 요소는 실험처치나 수술에 동반되는 동통의 예방 또는 완화다. 동통이란 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 회피행동을 유발한다. 동통은 스트레스의 한 요인이며 완화되지 않을 경우 엄청난 수준의 진통제의 적절한 사용은 윤리적·과학적 측면에서도 요구된다.

동물에서 통증 완화의 기본은 특정 동물종이 각각 나타내는 임상증상을 감지하는 것이다. 동물종에 따라 통증에 대한 반응이 다양하기 때문에 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. 그러므로 중요한 것은 동물을 관리하고 사용하는 사람은 종특이성 행동, 생리 및 생화학적 지표에 매우 친숙해야 한다는 것이다. 일반적으로, 동통인식에 대한 지표가 알려져 있지 않거나 확립되지 않았을 경우에는 사람에게서 동통을 야기하는 수술절차가 동물에서도 동통을 야기할 수 있다고 추정할 수 있다.

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, 수술시간, 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 인공호흡기와 같은 기구를 이용하면 흡입마취제의 안전성과 선택의 폭을 높여 줄 수 있다.

진정제, 불안완화제, 신경근차단제와 같은 약제는 진통제나 마취제가 아니므로 동통을 경감시키지 못한다. 그러나 이러한 약제는 적당한 진통제나 마취제와 혼합하여 사용할 수 있다. 신경근차단제는 전신 마취제를 투여하고 있는 수술시에 골격근을 마비시키기 위해 사용될 때도 있다. 이러한 약제들이 수술이나 어떤 다른 동통유발 실험에 사용될 경우, 마비로 인해 마취심도를 나타내는 여러 증상들이 사라지게 된다. 그러나 자율신경계의 변화는 불충분한 마취심도와 관련된 지표로 활용될 수 있다. 만일 마비성 약제가 사용될 경우, 마취제의 적정 용량은 차단제 없이 마취제를 사용하는 유사한 수술의 결과를 근거로 하여 정하는 방법이 좋다.

마취제, 진통제 및 진정제 이외에도 진통의 비약리학적 조절이 효과적인 경우도 많다.

앞에서 언급한 바와 같이, 신경근차단제는 통증을 경감시키지 못한다. 이것은 동물이 완전히 마취되어 있는 동안 골격근을 마비시키는 이용된다. 특정 형태의 무통성 신경생리 연구를 위해 적절히 환기되어 의식이 있는 동물에게 사용될 수도 있다. 그러나 급성 스트레스는 의식이 있는 상태에서 마비로 인해 나타나며, 의식이 있는 경우에는 사람도 이와 같은 약제로 마비될 때 고통을 경험하는 것으로 알려져 있기 때문에 어떠한 경우에도 동물복지를 보장하기 위해 위원회가 신중히 평가하여야 한다.

5. 안락사

안락사란 동통이나 고통 없이 급속한 무의식 상태와 사망을 유발하는 방법으로 동물을 죽이는 행위이다. 안락사 방법은 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 다른 동물에게 고통을 주지 않는 방법으로 실시해야 한다. 일부의 경우, 괴성과 폐로몬의 방출이 무의식 상태로 들어가는 과정 중에 나타난다. 이러한 이유 때문에 안락사 시행시 다른 동물은

함께 두지 않는다.

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 흡입 마취제, CO₂)가 선호된다. 그러나 일부 프로토콜에서는 과학적인 고려 하에 화학약품의 사용이 배제될 수 있다.

안락사는 그 동물종에서 사용하려는 안락사 방법에 능숙한 직원이 수행하여야 하며 전문적이고 인도적인 방법으로 실시한다. 사망 판정은 안락사 되는 동물종에서 생명유지에 필요한 기관의 기능정지를 인식할 수 있는 사람이 확인한다. 동물관리자, 의사, 연구자가 동물을 안락사 시키는데 참여할 경우, 반복적으로 안락사를 실시하거나 안락사 되는 동물과 정서적 유대가 형성된 경우, 정신적으로 어려움을 겪는 경우 등이 있다. 감독자가 피고용자나 학생에게 안락사 임무를 부여시 정신적으로 어려울 수 있다는 것을 잠재적으로 인지하고 있어야 한다.

제4장 시 설

치밀한 계획과 설계를 바탕으로 건축하여 적절하게 유지하는 시설은 양질의 동물관리와 사용에 주요한 요소가 되며, 효과적, 경제적 그리고 안전한 시설운영에 필수 불가결하다. 동물 시설의 계획과 규모는 연구 활동의 범위, 사육동물 그리고 다른 시설과의 관계와 위치 등에 따라 달라진다. 효과적 기획과 설계를 위해 동물시설의 설계에 경험이 있는 전문가와 그 시설을 이용하는 사용자의 조언과 요구가 필요하다. 시설설계를 할 때 수치 유체역학적 모델을 적용하는 것이 좋다. 동물 시설은 연방, 주 정부의 건축규정에 맞게 설계하고 건축해야 한다. 주문 설계식 가건물, 조립식 구조와 같은 가변설비도 본 장에서 기술하는 건축지침에 따라 설계해야 한다.

양질의 동물 사육관리와 실험자의 편의 및 안전을 도모하기 위하여 동물시설을 사무실이나 회의실과 같이 사람들이 활동하는 일반구역과 격리시켜야 한다. 이렇게 격리하기 위하여 동물 사육구역을 별관동, 연결동, 별층, 별실에 배치시키면 가능하다. 동물 사육지역과 실험실이 인접한 경우 출입통제 장치나 복도, 층과 같은 구분을 두는 세심한 설계가 필요하다. 동물은 그 사용목적에 적합한 지정된 시설에서 사육해야 하며, 단순히 편의상 필요에 따라 실험실에서 사육해서는 안 된다. 어떤 실험을 하기 위하여 실험실에서 동물을 관리할 경우, 그 지역은 동물을 사육 관리하는데 적합한 장소이어야 한다. 필요하다면 동물에 대한 노출로 인한 직업성 위해인자를 줄이기 위한 조치를 취해야 한다.

동물시설을 효과적이고 위생적으로 운영하기 위하여 적절한 건축자재를 선택하여야 한다. 내장표면용 자재는 내구성, 내습성, 내화성이 있으며 이음매가 없는 것이 좋다. 표면은 세척제의 효과, 마모, 고압분사와 충격에 잘 견뎌야 한다. 페인트나 광택제가 동물이 직접 접촉하는 표면에 사용될 경우 독성이 없어야 한다. 외부시설 건축 시 위와 같은 요인에 대해 내구성이 있으며 관리가 용이한 표면처리 자재를 선택하도록 유의하여야 한다.

1. 기능구역

실용적이며 기능적인 면에서도 우수하고 효과적인 동물 사육관리를 위한 건축, 설비를 개발하기 위하여 전문가의 판단이 필요하다. 시설의 규모와 설비 및 동물실험계획에 따라 필요한 특수시설 및 지원시설이 결정된다. 소규모 시설, 소수의 동물만 사육하는 시설, 노토바이오트 동물이나 SPF 동물군, 울타리나 옥외 사육장에서 키우는 동물만을 위해 사용하는 특수시설에서는 아래에 나열된 작업구역이 불필요하거나 다목적 복합구역에 포함될 수도 있다.

필요 공간

- 동물 사육 관리 및 위생 시설
- 검수실, 검역실, 격리실
- 필요에 따라 동물종별 또는 실험과제별 수용시설

- 창고

대부분의 다목적 동물시설이 포함하는 구역:

- 동물사육시설에 인접한 특수 시설실 또는 공간(수술실, 집중치료실, 부검실, 방사선실, 특수사료 제조실, 실험실, 임상치료실, 검사실)
- 생물학적, 물리적, 화학적 위해인자 사용 시 봉쇄시설 및 장비
- 사료, 깔짚, 약제, 생물학 제제 및 기타 기자재의 반입과 저장을 위한 보관구역
- 작업량에 따른 장비와 사육 기자재의 세척과 소독을 위한 공간, 케이지, 물병, 유리기구, 선반, 휴지통 세척기계, 싱크대, 장비, 사료, 깔짚 멸균기, 오염된 장비와 청결한 장비 보관을 위한 분리된 장소
- 소각 또는 폐기전 폐기물을 위한 공간
- 냉동보관과 동물사체 폐기를 위한 공간
- 연구원의 훈련과 교육을 위한 공간과 행정 업무자와 관리감독자를 위한 공간
- 샤워기, 싱크대, 개인사물함, 화장실, 휴식 공간
- 보안 장치(카드 키, 전자감시, 경보기)

2. 건축지침

① 복도

사람과 장비가 원활히 이동할 수 있도록 복도의 폭을 보통 1.8 - 2.4m 정도로 넓게 설계한다. 벽면과 바닥면이 접합하는 부위는 청소작업이 용이하도록 설계한다. 개와 돼지 사육시설, 케이지 세척시설과 그 외 고음 발생 지역으로 가는 복도에는 이중문이나 다른 소음제거 장치를 설치한다. 동물사육실 외부 복도에서 점검구를 통하여 급수관, 하수관, 전기작업 연결부와 같은 설비에 접근할 수 있어야 한다 대형장비의 이동으로 인한 손상을 방지하기 위하여 화재경보기와 소화기, 전화기는 복도의 함몰부 혹은 높은 위치에 설치한다.

② 동물실 출입문

안전을 위하여 문은 동물실 안으로 열리도록 설계한다. 그러나 복도 쪽으로 개폐할 경우에는 안으로 전실이 있어야 한다. 안전관리 및 기타 목적에서 감시창을 부착한 문을 설치하는 것이 좋다. 그렇지만 빛이 들어오거나 복도의 활동에 노출되는 것이 바람직하지 않을 경우에는 감시창을 차광이 가능하도록 고려한다. 선반과 장비가 용이하게 통과할 수 있도록 1-2m 정도의 폭을 둔다. 문틀과 문이 잘 조립되어야 하며, 해충이 침입하거나 살지 않도록 문과 문틀이 잘 봉인되도록 한다. 문은 부식되지 않도록 제작하며, 가급적이면 도장하여 부식을 방지한다. 자동 폐쇄문을 설치하는 것이 좋다. 실단위로 보안정치가 필요하거나 출입을 제한할 경우 시건장치도 필요하다. 내부에서는 키가 없어도 문을 열 수 있도록

설계한다.

③ 외부창문

특별한 경우 동물사육실에 창문을 설치할 수 있으며 특히 원숭이류, 개, 일부 가축 및 대동물에 대해서는 동물종의 사육시설에 창문을 설치하면 동물에게 다양한 환경요소를 제공할 수 있다. 창문을 설계하는데 있어 온도, 광주기 조절, 보안 관리에 대한 영향을 고려해야 한다. 창문을 통한 열득실로 인하여 온도가 적절히 조절되지 않거나 번식용 설치류에서와 같이 광주기가 영향을 미치는 요인이 되는 곳에 외부창문을 설치하는 것은 적절하지 않다.

④ 바닥

바닥은 방습성으로 비흡수성이며, 충격에 강해야 하고, 매끈해야 한다. 고습 지역이나 가축사육 지역과 같이 거친 표면이 필요한 곳도 있지만 이 경우도 가급적 매끈하게 처리하는 것이 좋다. 뇨와 같은 생물학적 물질, 열탕, 세제에 강해야 하며, 무거운 선반이나 장비를 지지하는데 눌리거나 깨지거나 갈라져서는 안 된다. 바닥은 그 용 용도에 따라 일체형이거나 연결부가 최소한 적도록 한다. 이상적으로 평가되는 재질은 에폭시와 표면강화 콘크리트, 특수경화 고무 등이 있다. 표면의 장기적 안정성을 위해서 정확한 시공이 필요하다. 문턱을 설치할 경우 장비 이동이 원활히 되도록 설계한다.

⑤ 배수

바닥 배수시설일 경우 바닥에 경사를 주어야 하며, 방취 U 자관에는 액체가 차 있어야 한다. 과습 방지를 위하여 신속히 배수되어야 하며, 표면건조가 빨리 이루어져야 한다. 하수배관은 적어도 직경이 4인치 이상은 되어야 한다. 건사나 가축시설 등에서는 더 굵은 배관이 사용된다. 변연 수세식 하수구나 중량처리식 폐기시설을 바닥에 설치하면 고형쓰레기의 폐기에 유용한다. 장기간 하수구를 사용하지 않을 때는 하수가스나 기타 오염물질의 역류를 방지하기 위하여 뚜껑을 씌우거나 밀봉한다. 필요에 따라 이러한 목적을 위하여 시건 장치가 있는 하수구를 설치할 수도 있다.

세제와 소독제로 습식 진공청소를 하거나 대걸레질을 하는 설치류 사육실과 같은 곳에서 바닥배수시설을 반드시 갖추어야 할 필요는 없다.

⑥ 벽

벽은 매끈하고 방습성, 비흡수성, 내충격성이 있어야 한다. 벽면에 금이 가거나 배관의 통과 부위, 문, 천정, 바닥, 구석 부분과 불완전한 접합이 있어서는 안 된다. 표면처리 물질은 세제나 소독제, 강한 수압에도 견딜수 있어야 한다. 벽면과 모퉁이를 보호하기 위하여 방지턱이나 가드레일, 완충기, 모서리 보호대를 설치한다.

⑦ 천정

천정은 매끄럽고 방수성이며 불완전한 접합부가 없어야 한다. 표면 처리물질은 세제나 소독제의 청소작업에 견딜 수 있어야 한다. 석고 천정이나 방화 석고보드는 틈새를 막고 내수성 페인트로 마감한다. 상부의 콘크리트면이 매끄럽고 틈새를 완전히 봉인하고 도장을 잘 하면 천정을 덮지 않고 그대로 노출시켜 사용해도 좋다. 일반적으로 현가성 천정은 비투과성 자재로 제작되지 않았거나 접합부가 불량할 경우 설치해서는 안 된다. 표면이 청소가 용이하지 않은 각종 배관, 조명기구 등은 노출해서는 안 된다.

⑧ 난방, 환기, 공조 (Heating, Ventilating and Air Conditioning : HVAC)

온습도 조절을 함으로써 기후조건 변화에 대한 차이와 사육실 내의 동물 수와 종류의 차이에 기인하는 변동요인을 최소화시켜 준다. 공조장치는 온도와 습도를 조절하는 효과적인 방법이다. HVAC 시스템은 신빙성 있고, 유지하기 쉬우며 에너지절감 효과도 있도록 설계해야 한다. 앞에서 설명한 것과 같이 동물사육 요건에 적합해야 한다. 공조시스템은 건구 온도계와 최소한 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 차이로 맞춰져 있어야 한다. 상대습도는 일년 내내 30 - 70%의 범위 내에 있어야 한다. 온도는 사육실 마다 설치된 온도조절장치로 조절되는 것이 가장 이상적이다. 여러 사육실을 함께 조절하는 지역제어 방법의 경우, 사육실내의 동물 밀도 차와 환기관 그 지역 내에서의 다른 표면과의 열득실의 차로 인하여 지역내 주제어 사육실과 다른 사육실 간의 온도차이가 나타날 수 있다.

HVAC 시스템의 정기적 모니터링이 중요하며 각 사육실마다 실시하는 것이 좋다. 진술한 온도와 습도 범위는 순화되어진 환경에 따라 다르게 조절될 수도 있다. 제시된 온도와 상대습도 범위에서 잠깐 동안 그리고 빈번하지 않게 발생하는 약간의 변동은 연구에 주로 사용되는 대부분의 동물종이 능히 이겨낼 수 있다. 대부분의 HVAC 시스템은 지역 내에서 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 이내의 차이로 유지되도록 평균 최고 최저 온습도 범위로 유지되고 있다. 설계 시 고려된 외부환경의 극한이 발생할 경우 추천되는 범위 밖으로 온습도가 큰 폭으로 벗어나는 것을 최소화하고 그 기간을 줄이기 위한 대책이 있어야 한다. 이러한 대책으로 잉여분을 두거나 공기의 재순환, 환기율 조정, 보조방비의 사용과 같은 것이 있다. 부분적으로 HVAC 시스템의 고장이 발생할 경우 완화된 수준으로 공급할 수 있도록 설계해야 한다. 기계고장 시 생명을 위협할 정도의 과열이나 과냉발생을 철저히 방지해야 한다. 전체적으로 복잡한 시스템은 그리 잘 이용되지 않으나 생물학적 위험지역에 있어서는 예외적으로 필요하다. 축사나 외부시설에 일시적으로 환기가 필요한 경우 보조 장비를 이용하면 된다.

동물사육, 처치실, 수술실과 같은 지역은 HEPA(High-Efficiency Particulate Air)필터를 이용하여 급기해 주는 것이 좋다. 또한 수술실, 처치실 사육실 및 기타 공급시설에 대해 공기압차 조절을 고려해야 한다. 예를 들어 위해물질에 대한 노출이 있는 검역실, 사육실, 처치실과 원숭이류 사육시설 지역은 상대적으로 음압을 유지해야 하며 수술실, 청결장비 저장실, 병원체 부재 동물의 사육실은 상대적으로 양압의 청정공기가 공급되어야 한다. 공기압차의 유지는 정해진 원칙은 아니지만 교차 감염을 조절하는 단순한 방법일 뿐이다. 그리고 그 방법은 내부 수용물에 따라 달라질 수 있다. 잠시 열려진 상태에서 문

사이나 비슷한 구조사이의 압력차를 유지하는데 필요한 조절장치나 그 능력을 가진 완벽한 공기조절 시스템이 그렇게 많은 것은 아니다.

공기를 재순환할 경우에는 설명한 바와 같이 공기의 질과 양을 고려해야 한다. 공기조절의 형태와 효율은 오염원의 양과 형태 그리고 위험도에 따라 고려해야 한다.

⑨ 전력, 조명

전기설비는 안전하고 적절한 조명을 공급해야 하며 충분한 전기출력단자와 특수 장비에 맞는 적당한 전류를 공급해야 한다. 정전 시 HVAC 시스템과 같은 철저한 관리구역과 동물사육실의 냉각기, 환기선반, 아이솔레이터와 같은 장비나 수술실 및 기타 필수 지역에 대해서는 대용전원이나 비상전원을 공급해야 한다.

전국 고정장치, 시간조절기, 스위치, 출력단자는 벌레가 들어가 살지 못하도록 봉인해야 한다. 형광등이 동물사육시설에서 가장 많이 쓰인다. 시간조절 조명장치를 사용하면 일정한 일일 조명주기를 줄 수 있다. 시간조절 장치와 매뉴얼 방식을 혼용할 경우 적절한 주기를 확인하기 위하여 주기적으로 점검해야 한다. 동물과 사람의 안전을 위하여 전구와 전구 고정장치에 보호덮개를 씌워야 한다. 세정실이나 수족관 관리지역과 같이 물을 빈번하게 사용하는 지역에는 방수 스위치와 방수 콘센트 그리고 누전차단용 접지단자를 사용해야 한다.

⑩ 창고

장비, 사육기구, 사료, 깔짚, 그리고 폐기물의 보관을 위한 적절한 장소가 필요하다. 사람과 장비의 통로가 되는 복도는 보관구역으로 부적합하다. 빈번한 배달이 가능하고 신뢰할 수 있는 구역이 있으면 보관구역을 줄일 수 있다. 독성물질이나 위해물질로부터의 오염을 방지하기 위하여 깔짚과 사료는 각기 분리된 구역에 보관해야 한다. 폐기물 보관구역은 다른 보관구역과 분리한다. 동물사체와 적출장기 보관을 위한 냉장시설은 다른 냉장시설과 분리한다. 이러한 시설은 폐기물과 동물사체의 부패를 막기 위하여 7℃ 이하로 유지한다.

⑪ 소음대책

소음대책은 동물사육시설에서 중요한 고려사항이다. 세정실과 같이 소음이 발생하는 시설은 사육실과 실험실에서 분리한다. 석조벽은 밀도가 높아 공기전달을 감소시켜 금속벽이나 속고벽보다 방음효과가 훨씬 좋다. 천정에 직접 연결하거나 현가식 천정의 일부로 이용하는 음향 자재는 위생관리와 방충대책에 문제가 생기므로 일반적으로는 권하지 않는다. 그러나 경우에 따라, 벽이나 천정에 붙이는 소독 가능한 흡음재는 인정된다. 경험에 의하면 적절히 제작된 복도문, 소음 완충문, 이중문은 복도를 통해 소음이 전파되는 것을 막아준다고 한다.

장비에서 발생하는 소음의 억제에도 관심을 가져야 한다. 화재경보기나 온습도 감시장치의 경보장치

나 일반 통화시설도 동물에게 잠재적으로 미칠 영향을 고려하여 설치해야 한다. 어떤 동물종은 고주파음도 들을 수 있으므로 초음파영역의 소리를 발생할 가능성이 있는 장비는 위치를 잘 고려하여야 한다.

⑫ 세정실

케이지와 보조장비를 세척할 수 있는 중앙 세정실이 있어야 한다. 기계식 케이지 세척 장비를 케이지나 장비의 종류에 맞추어 적합하게 구비해야 한다. 다음과 같은 요소를 고려한다.

- 동물 사육실, 폐기물 처리구역 및 보관구역의 위치관계
- 출입, 용이: 장비 운반이 용이하도록 넓은 폭의 문을 갖출 것
- 장비의 배치와 가동에 충분한 공간
- 안전한 깔짚 처리와 세정 전 작업을 위한 대책
- 청정구역과 오염구역 사이를 이동하는 동물과 장비의 동선
- 필요한 부분의 벽면과 천정의 절연
- 소음 완화
- 냉, 온수, 스팀의 공급, 바닥 배수시설, 전원 등의 설비
- 급배기 설비, 세정작업 중 발생하는 수증기 제거 대책

3. 무균수술 시설

수술하는 동물의 종류와 시술의 복잡성에 맞추어 수술실을 설계한다. 대부분의 설치류 수술에 대해서는 실험실내에서 수술 중 오염을 최소화하도록 적당히 작고 단순한 시설만 있으면 도니다. 동물수와 동물의 크기, 그리고 시술의 복잡성에 따라 수술시설은 더욱 커지고 복잡해진다. 예를 들어, 더 큰 설치류의 시술을 위해서는 특별히 고안된 보정기와 유체역학적으로 작용되는 수술대가 필요하며 대동물 수술을 위해서는 바닥 배수시설, 대규모 수술팀과 장비 그리고 공간이 필요하다. 검사실과 방사선실, 동물사육시설, 사무실과 그 밖의 요인에 따라 수술 프로그램을 다양하게 계획하며 그에 따라 수술시설을 설계한다. 수술시설은 다른 지역과의 불필요한 동선을 줄이고 오염 가능성을 줄이기 위해 따로 분리한다. 수술시설을 중앙화하면 장비, 장소 인력의 활용도를 높이고, 동물이동을 줄이며 시설과 시술에 대한 전문적 감시시설을 강화할 수 있다.

대부분의 수술프로그램에 대해 무균수술의 기능적 구성요소는 수술지원, 동물준비, 수술자의 소독, 수술실 및 수술후 회복실로 구성된다. 이러한 기능이 수행되는 장소는 동선을 최소화하고 수술과 무관한 작업이 시술과정에 영향을 미치지 않도록 분리하여 설계한다. 이러한 분리는 물리적 봉쇄가 가장 효과적이다. 또한, 양구역간의 거리를 떨어트리거나 적시에 적절한 세척과 소독작업을 함으로써 봉쇄할 수도 있다. 실험자의 수와 수술의 수준에 따라 세균감염의 정도와 수술 후 상처 감염의 정도가 직접적으로 영향을 받는 것으로 밝혀졌다. 수술실내에서의 통행량은 관찰창, 통화장치(인터폰 등), 문의 설치위치를 고려함으로써 줄일 수 있다.

오염방지와 청결작업의 용이성은 수술실 설계의 주요한 고려사항이다. 실내의 표면은 일체형으로 이음매가 없고 내수성 자재로 만든다. 여과된 공기를 양압으로 공급하는 공조시스템은 수술후 감염의 위험을 줄인다. 급·배기 덕트의 적절한 위치와 적절한 실내 환기횟수는 오염을 줄이는데 도움이 된다. 청소작업을 용이하게 하기위해 수술실에는 가급적 고정시키는 장비는 놓지 않는다. 또 다른 고려사항으로 수술용 조명은 충분히 밝아야하며 장비이용에 충분한 전력이 공급되어야하고 가스 배기장치를 둘 수 있다.

수술보조구역은 기구의 세척 및 멸균과 기구 및 관련 물품의 보관을 위해 설계한다. 일반적으로 멸균기가 이곳에 위치한다. 동물 및 수술부위를 씻기 위해 동물준비실에 큰 싱크대가 있으면 좋다. 수술복으로 갈아입는 갱의실에는 다용도 락카가 있으며 더욱 좋다. 수술자를 위해 발·무릎 조절식 또는 전자감응식 수술용 싱크대와 같은 세척 및 소독시설을 구비한다. 수직의 세정 및 소독 중에 발생하는 에어졸로 인해 수술장이 오염되지 않도록 수직 세정구역을 일반적으로는 수술실 밖에 설치한다.

수술 후 회복실은 마취 시와 수술직후 회복기에 동물에게 필요한 물리적 환경을 제공하고 충분한 관찰이 가능한 곳에 있어야 한다. 동물이 모니터링 및 지지를 위해 전기·기계장비가 필요하다. 동물의 수용방법 및 지지기구의 종류는 동물종과 시술내용에 따라 달라지지만 청소하기 용이하며, 체온조절이나 호흡 등의 생리적 기능을 유지할 수 있도록 설계한다. 상황에 따라서는 가축의 경우, 수술 후 회복실은 상기한 바와 다를 수도 있고 업을 경우도 있으므로, 회복중인 동물이 사고가 나지 않도록 주의한다.

참고문헌

1. Agrup, G., L. Belin, L. Sjostedt, and S. Skerfving.: Allergy to laboratory animals in laboratory technicians and animal keepers. Br, J. Ind. Med. 43:192-98(1986)
2. Anderson L. C., S. L. Leary, and P. J. Manning. :Rat-bite fever in animal research laboratory Personnel. Lab. Anim. Sci. 33:292-4(1983)
3. Blando, B. A.: Allergenicity of the cat flea. Clin. Exp. Allergy 23:347-9(1993)
4. Beson, P. M., S. L. Malane, R. Banks, C. B. Hicks, and J. Hilliard.: B virus (*Herpesvirus simiae*) and human infection. Arch. Dermatol. 125:1247-8(1989)
5. Bernard, K. W., G. L. Parham, W. G. Winkler, and C. G. Helmick.: Q fever control measures: recommendations for research facilities using sheep. Inf. Control. 3: 461-5(1982)
6. Bland, S. M., R. Evans, Ill. and, J. C. Rivera.: Allergy to laboratory animals in health care personnel. Occup. Med.. 2:525-46(1987)
7. Blaser, M. J., F. M. LaForce, and N. A. Wilson. Reservoirs of human campylobacteriosis. J. Infect. Dis. 141:665(1980)
8. Blumenthal, J. B., and M. N. Blumenthal.: Immunogenetics of Allergy and Asthma. Immunol. Allergy Clin. No. Amer. 16:517-34(1996)
9. Bothan, P. A., G. E. Davies, and E. L. Teasdale.: Allergy to laboratory animals: a prospective study of its incidence and of the influence of atopy on its development. Br. J. Ind. Med. 44:627-32(1987)
10. Edwards, R. G., M. F. Beeson, and J. M. Dewdney. 1983. Laboratory animal allergy: the measurement of airborne urinary allergens and effects of different environmental conditions. Lab. Anim. 17:235-9.
11. Eggleston, P. A., C. A. Newill, A. A. Anisari, A. Pustelnik, S-R. Lou, R. Evans Ill, D. G. Marrh, J. L. Longbottom, and M. Corn.: Task-related variation in airborne concentrations of laboratory animal allergens: studies with Rat n I. J. Allergy Clin. Immunol. 84:347-52(1989)
12. Eggleston, P. A. A. A. Ansari, B. Ziemann, N. F. Adkinson, Jr., and Corn.: Occupational challenge studies with laboratory workers allergies to rats. J. Allergy Clin. immunol. 86.:63-72(1990)
13. Fox, J. G., C. E. Newcomer, and H. Rozmiarea.: Selected zoonoses and other health hazards. Pp. 614-48 in Laboratory Animal Medicine, J. G. Fox, B. J. Cohen and F. M. Loew, eds. Orlando: Academic Press.(1984)
14. Hunskar, S., and R. Fosse.: Allergy to laboratory mice and rats: a review of its prevention, management, and treatment. Lab. Anim. 27:206-21(1993)

15. Hunt, R. D., W. W. Carlton, and N. W. King.: Viral diseases. Pp. 1313 in Pathology of Laboratory Animals, K. Benisehrke, F. M. Garner, and T. C. Tones, eds. New York: Springer-Verlag(1978)
16. J. D. Clark, G. F. Gebhart, J. C. Gonder, M. E. Keeling, D. F. Kohn.: The Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. (Special Report), ILAR Journal, Vol.30(1), 41-48(1997)
17. Keimig, S. N., Esmen, S. Erdal, and E. Sansone.: Solvent desorption from carbon beds in ducted and non-ducted laboratory fume hoods. Appl. Occupational Environ.. Hyg. 67(7):592-597(1991)
18. Heidam, L. Z. Spontaneous abortions among laboratory workers: A follow-up study. J. Ei. Comm. Health 38:36-41(1984)
19. Knysak, D.: Animal aeroallergens. Immunol. allergy Clin. No. Amer. 9:357-64(1989)
20. Kruse, R. M., W. M. Puckell, and J. M. Richardson.: Biological Safety Cabinetry. Clin. Microbiol Rev. 8:207-241(1991)
21. Legge, M.: Reproductive hazards in laboratory environments. Australian J. Med. Lab. Sci. 7:44-7(1986)
22. Miller, C. D., J. R. Songer, and J. F. Sullivan.: A twenty-five year review of laboratory acquired human infections at the National Animal Disease Center. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 48:271-5(1987)
23. Moore, R. M., Jr., B. R. Zehmer, J. I. Moulthrop, and J. L. Parker.: Surveillance of animal-bite cases in the United States. Arch. Environ. Health 32:267-70(1977)
24. Nicklas, W.: Introduction of salmonellae into a centralized laboratory animal facility by infected day old. chicks. Lab. Anim. 21:161-3(1987)
25. Pike, R. M.: Laboratory-associated infections: summary and analysis of 3,921 cases. Health Lab. Sci. 13:105-14(1976)
26. Petry, R. W., M. J. Voss, L. A. Kroutil, W. Crowley, R. K. Bush, and W. W. Busse.: Monkey dander asthma. J. Allergy Clin. Immunol. 75:268-71(1985)
27. Pike, R. M.: Laboratory-associated infections: summary and analysis of 3,921 cases. Health Lab. Sci. 13:105-14(1976)
28. Pike, R. M.: Laboratory associated infections: incidence, fatalities, causes and prevention. Ann. Rev. Microbiol. 33:41-66(1979)
29. Platts-Mills, T. A. E., P. W. Heymann, J. L. Longbottom, and S. R. Wilkins.: Airborne allergens associated with asthma: particle sizes carrying dust mite and rat allergens measured with a cascade impactor. J. Allergy Clin. Immunol. 77:850-7(1986)
30. Reijula, K., T. Virtanen, L. Halmepuro, H. Anttonen, R. Mäntyjäri, and J. Hassi.: Detection of airborne reindeer epithelial antigen by enzyme-linked immunosorbent assay inhibition.

Allergy 47:203-6(1992)

31. Rollag, O. J., M. R. Skeels, L. J. Nims, J. P. Thilsted, and J. M. Mann.: Feline plaque in New Mexico: a report of five cases. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 179:1381-3(1981)
32. Rosner, W. W.: Bubonic plaque. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 191:406(1987)
33. Ruys, T. Ed.: *Handbook of Facilities Plannig. Vol. 2: Laboratory Animal Facilities.* New York: Van Nostrand Reinhold. pp. 422(1991)
34. SALS(Subcommittee on Arbovirus Laboratory Safety).: Laboratory safety for arboviruses and certain other viruses of vertebrates. *Am. J. Trop. Med. Ilyg.* 29(6):1359-81(1980)
35. Sullivan, J. F., J. R. Songer, and I. E. Estrem.: Laboratory-Acquired infections at the National Animal Disease Center, 1960-1976. *Health Lab. Sci.* 15(1):58-64(1978)
36. Swanson, M. C., A. R. Campbell, M. T. O'Hollaren, and C. E. Reed.: Role of ventilation, air filtration, and allergen production rate in determing concentrations of rat allergens in the air of animal quarters. *Am. Rev. Respir. Dis.* 141:1578-21(1990)
37. Twiggs, J. T., M. K. Agarwal, M. J. E. Dahlberg, and J. W. Yunginger.: Immunochemical measurement of airborne mouse allergen in a laboratory animal facility. *J. Allergy Clin. Immunol.* 69:522-6(1982)
38. “실험동물 관리와 사용의 지침” 해설, Sato Hiroshi
39. Canadian Council on Animal Care, Vol.21(2),(1997)
40. Animal Welfare Act as Amended (7 USC, 2131-2156)
41. Bennett, B. T., C. R. Abee, and R. Hendrickson, eds.: *Nonhuman Primates in Biomedical Research: Biology and Management.* San Diego, Calif. Academic Press(1995)
42. Blaser, M. J.: *Campylobacter species.* Pp. 1649-1656 in *Principles and Practices of Infectious Disease*, G. L. Mandell, D. R. Gordon and J. E. Bennett, eds.: New York: Churchill Livingstone(1990)
43. Bryant, E. *Biology and diseases of birds.*: Pp. 400-26 in *Laboratory Animal Medicine*, J. G. Fox, B. J. Cohen, and F. M. Loew, eds. Orlando: Academic Press(1984)
44. BLS (Bureau of Labor Statistics) U.S. Departmentof Labor. *Recordkeeping Guidelines for Occupational Injuries and Illness.* Washington, D.C.: US Government Printing Office(1986)
45. Butler, T. *Yersinia species(including Plague).*: Pp. 1748-56 in *Principles of Infectious Diseases*, G. L. Mandell, D. R. Gordon, and J. E. Bennett, eds. New York: Churchill Livingstone(1990)
46. CCAC(Canadian Council on Animal Care) *Approaches to the Design and Development of Cost-Effective Laboratory Facilities.* CCAC proceedings. Ottawa, Ontario, Canada: CCAC. pp.273(1993)
47. CDC (Center for Disease Control). Unpublished Data. Center for Infectious Diseases. US

Department of Health, Education, and, Welfare, Public Health Service(1976)

48. CDC (Center for Disease Control). Guidelines to prevent simian immunodeficiency virus infection in laboratory workers. and animal handlers. MMWR 37:693-4, 699-704(1988)
49. Fleming, D. O., J. Richardson, J. Tulis, and D. Vesley, eds.: Laboratory Safety: Principles and Practices. 2nd edition. Washington, D.C.: ASM Press. pp406(1995)
50. NRC (National Research Council), Institute of Laboratory Animal Resources committee to Revise the Guide for the Care and USE of Laboratory Animals.: Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, 7th edition. Washington, D.C.: National Academy Press.(1996)
51. Strickoff, R. S., and D. B. Walters.: Laboratory Health and Safety Handbook. New York: Wiley-Interscience(1990)