

전신흡입노출챔버용 케이지 개선모델 개발

[집필자]

서동석 연구위원/ 산업안전보건연구원 산업화학연구실

실용화 요약

연구자들의 근골격계 질환 예방과 실험동물 케이지의 소독, 보관 등을
용이하게 하기 위한 실험동물 사육케이지 개선 모델 개발

실험동물의 호흡기를 통해 실험물질을 노출시켜 생체에 미치는 영향을 연구하는 흡입독성 시험에서 사용되는 실험동물 사육케이지를 개선한 모델을 개발했다. 와이어 케이지를 사육 챔버의 외부로 인출하지 않아도 배변판을 청소할 수 있도록 개선해 연구자들의 중량물 작업을 감소시켜 근골격계 질환 예방에 도움을 줄 수 있도록 하였다.

또한 와이어 케이지를 사육 챔버의 외부로 인출하는 과정에서 동물의 발이나 꼬리가 손상되는 것을 방지할 수 있도록 구조를 개선해 2차 감염을 예방할 수 있도록 하였으며, 하나의 케이지로 다양한 크기의 동물을 사육할 수 있도록 개선하여 케이지 소독과 보관을 용이하게 하였다.

사육케이지 개발을 통해 실험동물의 노출환경을 개선하여 실험동물이 받는 스트레스를 감소시켜 보다 신뢰성 있는 흡입독성시험 결과를 얻을 수 있도록 하였다.

* 연락처: TEL. 042-869-8514 / seeds@kosha.or.kr

개요 및 배경

1. 배경

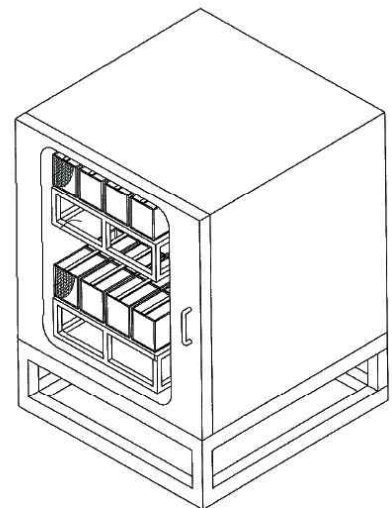
화학물질은 산업과 과학기술이 발전함에 따라 그 종류와 사용량이 증가하고 있다. 특히 산업 현장에서는 다양한 종류의 화학물질을 사용하는데, 유해 화학물질로부터 노동자의 건강을 보호하기 위해서는 그 유해성의 규명이 요구된다. 이를 위해 실험동물의 호흡기를 통해 실험 물질을 노출시켜 생체에 미치는 영향을 연구하는 ‘흡입독성시험’을 실시할 수 있다.

흡입독성시험은 신규 화학물질 평가, 대기오염 물질 등의 안전성 시험, 의약품 개발 시의 독성 시험, 약리실험 등 다양한 분야에서 적용되고 있다. 산업안전보건연구원은 2015년 12월 대전 산업화학연구실에 흡입독성연구센터를 설립해 독성 미확인 산업화학물질의 호흡기 노출에 의한 유해성·위험성 평가를 위한 흡입독성시험 수행하고 있다. 흡입독성시험의 결과는 산업 안전보건법 상의 관리대상 화학물질로 선정되는데 활용되고 있다.

2. 주요 관련 정보

흡입독성시험은 시험의 목적에 따라 단회투여독성시험과 반복투여독성시험으로 구분할 수 있으며, 반복투여독성시험은 아급성, 아만성, 만성 및 발암성시험으로 구분할 수 있다. 시험물질의 노출 형태에 따라 전신노출(Whole-body exposure)과 비부노출(Nose-only exposure) 흡입실험으로 구분할 수 있다. 흡입노출시험에는 마우스, 랫드 등 설치류 실험 동물이 주로 사용되고 있으며, 이러한 실험동물은 일정기간 사육 케이지에서 사육되어야 한다. 일례로 발암성 시험을 수행할 경우 실험동물을 약 2년간 사육해야 한다.

[그림 1]은 기존에 사용하던 실험동물 사육케이지 모형으로 실험동물이 수용되는 와이어 케이지와 하부의 배변판으로 구성되어 있다. 배변판은 와이어 케이지를 지지하는 프레임의 역할도 한다. 와이어 케이지와 배변판은 사육 챔버 내부에 구비된다.



[그림 1] 실험동물 사육 케이지 모형

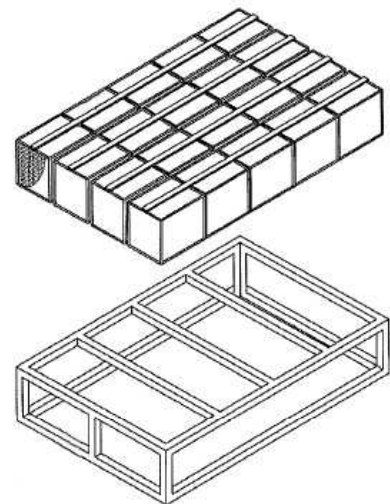
기존의 와이어 케이지는 [그림 2]와 같이, 4~5개 정도의 단위 케이지가 연결부재에 의해 서로 연결되어 있다. 연결부재에 의해 복수의 단위 케이지를 하나로 연결하여 사육 챔버 내부에 넣고 빼낼 수가 있다.

와이어 케이지 전체 무게는 단위 케이지가 5개일 경우 동물과 사료통 등의 무게를 합쳐 약 20~30 kg 정도가 된다. 그런데 실험동물의 건강상태를 확인하기 위해서는 주기적으로 와이어 케이지를 사육 챔버 외부로 빼내야 한다. 안쪽 케이지에 있는 동물은 챔버 밖에서 관찰하기가 어렵기 때문이다. 또한 실험동물이 배출하는 배설물 처리를 위해서는 배변판의 청소가 필요하다. 기존 실험동물 사육 케이지는 프레임 역할을 겸하는 배변판의 상부에 바로 와이어 케이지가 안착되는 구조로 되어있다.

따라서 실험동물의 일반상태를 관찰할 경우 20~30 kg에 달하는 와이어 케이지를 모두 챔버 밖으로 빼내야 한다. 특히 배변판은 자주 청소를 해야 하는데, 이럴 때마다 무거운 와이어 케이지를 챔버의 외부로 꺼내고 다시 집어넣는 작업을 반복해야 한다. 따라서 이를 취급하는 종사자가 근골격계 질환이 발생할 가능성이 높아지게 된다.

와이어 케이지를 구성하는 와이어는 직경 0.8mm 정도의 가는 와이어가 꼬여진 구조로 와이어 격자의 폭은 약 8mm로 넓다. 이로 인해 와이어 케이지를 챔버 외부로 빼고 다시 집어넣는 과정에서 동물의 발이나 꼬리가 손상되어 2차 감염을 일으킬 우려가 있으며, 동물의 앞니가 격자 사이에 끼여 사망에 이를 수도 있다. 또한 와이어 케이지에 장기간 실험동물을 사육할 경우 가는 와이어 및 넓은 격자로 인하여 실험동물이 스트레스를 받게 된다.

특히 발암성시험과 같이 사육기간이 2년씩 소요되는 경우 실험동물이 받는 스트레스가 더욱 가중된다. 뿐만 아니라 기존의 와이어 케이지는 육면체 형상의 단위 케이지 5개가 연결부재에 의해 서로 고정되어 있어 와이어 케이지를 보관하기 위해서는 넓은 공간이 필요하며, 와이어 케이지의 청소, 멸균 소독에도 어려움이 있다.



[그림 2] 와이어 케이지 구성 모형

개발내용

1. 차별성

본 발명은 기존 와이어 케이지의 문제점을 해결하기 위해 제안하는 것으로 다음의 내용을 목적으로 하였다.

- ① 와이어 케이지를 사육 챔버의 외부로 인출하지 않아도 배변판을 청소할 수 있어 실험 관련자 및 흡입독성시험 연구 관련자들의 종량물 작업을 감소시키도록 한다.
- ② 실험동물의 노출환경을 개선하여 실험동물이 받는 스트레스를 감소시킴으로써, 신뢰성 있는 흡입독성시험 결과를 얻을 수 있도록 한다.
- ③ 와이어 케이지를 사육 챔버의 외부로 인출하는 과정에서 동물의 발이나 꼬리가 손상되는 것을 방지하여 2차 감염을 예방할 수 있도록 한다.
- ④ 하나의 케이지로 다양한 크기의 동물을 사육할 수 있도록 한다.
- ⑤ 와이어 케이지를 용이하게 소독하고, 보관에 필요한 공간을 축소시킬 수 있도록 한다.

2. 발명의 세부내용

기존 와이어 케이지의 문제점을 해결하기 위해 [그림 3, 4]와 같이 여러 개의 와이어 케이지가 설치될 수 있도록 거치대를 추가하고, 배변판은 와이어 케이지가 거치대에 안착된 상태에서 사육 챔버 외부로 빼낼 수 있도록 설계하였다.

거치대는 좌우측 및 중간에 구비되는 제1 가이드부재와, 제1 가이드부재 사이에 구비되는 제2 가이드부재를 포함하여 구성되고, 제2 가이드부재는 배변판이 거치대의 하부로 넣고 빼는 것이 가능하도록 입구가 개방된 구조이다. 제2 가이드부재는 인접하는 와이어 케이지의 측면 하부를 지지한다. 배변판은 인접하는 와이어 케이지 2개당 하나씩 구비되는 것을 특징으로 한다.

REPORT_1

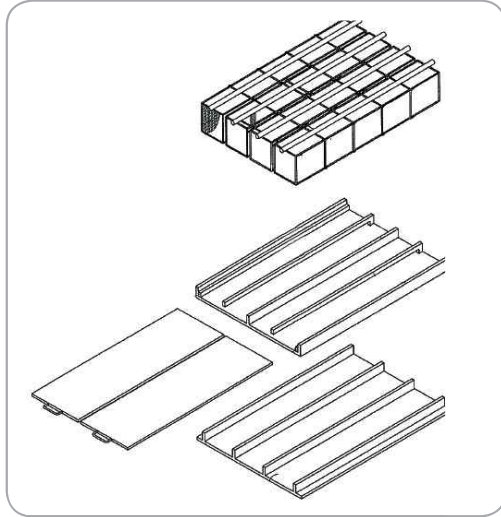
REPORT_2

REPORT_3

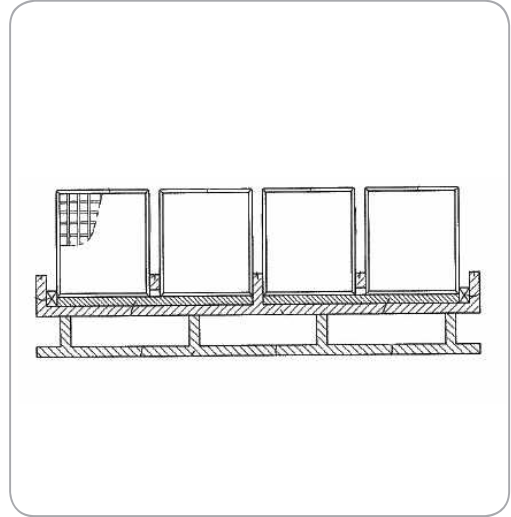
REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6

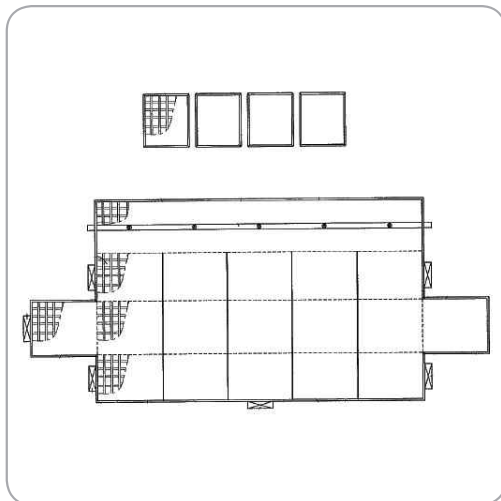


[그림 3] 거치대 모형

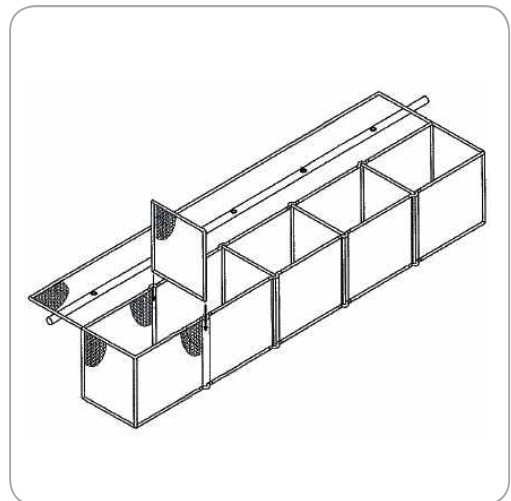


[그림 4] 가이드부재 및 배편판 구조

와이어 케이지의 바닥 재질은 와이어 직경이 2Φ 크기이며 격자의 간격은 4mm로 구성하였다. 와이어 케이지는 [그림 5]와 같이 평판 형상을 접어서 조립하는 접이식으로 구성하였다.



[그림 5] 접이식 구조 도면

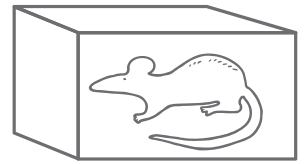


[그림 6] 구획판 모형

와이어 케이지의 내부는 [그림 6]과 같이 구획판이 삽입되어 실험동물의 크기에 따라 단위 케이지 크기의 변화를 줄 수 있도록 한 것이 특징이다. 또한 하면부, 전면부 및 후면부에 일정 간격으로 슬롯에 구획판을 끼울 수 있도록 하였다.

발명의 효과

본 발명은 전신흡입노출실험에 사용되는 실험동물 사육 케이지에 관한 것으로, 화학물질에 대한 흡입독성시험을 수행하기 위해 사용하는 마우스, 랫드 등 실험동물 사육용 와이어 케이지를 접이식으로 개선한 것이다. 케이지의 내부에 구획판을 조립하는 구조로 동물의 크기에 따라 단위 케이지의 공간을 조정하여 사용할 수 있으며, 와이어 케이지의 운반, 관리, 보관이 용이하다. 배변판 청소 시 와이어 케이지를 인출할 필요 없이 배변판만을 인출할 수 있도록 하여 청소와 보관을 용이하게 한 것도 특징이다. 이를 통해 작업자의 중량물 작업 부하를 감소하는데 도움을 줄 수 있다.



또한 와이어 케이지의 바닥 구조 및 격자 간의 간격을 개선함으로써 실험동물이 받는 스트레스를 감소시키는데 도움을 준다. 설치류의 앞니가 케이지 격자 사이에 끼여 사망하는 우발적 사고를 예방할 수 있어 실험결과의 신뢰성을 확보할 수 있는 효과가 있다. 와이어 케이지를 사육 챔버의 외부로 인출하는 과정에서 동물의 발이나 꼬리가 손상되는 것을 방지하는 효과도 기대할 수 있다.

이처럼 실험동물의 노출환경을 개선하여 실험동물이 환경으로부터 받는 스트레스를 최대한 감소시킴으로써 실험동물 생존율 향상에 도움을 줄 수 있다. 실험동물 사육 케이지 개선으로 보다 신뢰성 있는 흡입독성시험 결과 도출하는데 기여할 것으로 기대된다.



참고문헌

1. 특허문헌 1. 국내 공개특허 10-2016-0077534(2016. 07. 04. 공개)
2. 특허문헌 2. 국내 공개실용신안 20-2018-0000666(2018. 03. 08. 공개)

REPORT_1

REPORT_2

REPORT_3

REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6