

암컷을 포함하면 동물이 두 배로 필요한가

누구를 포함하고, 어디까지 말할 것인가 — 동물연구의 성별 설계와 윤리

김명현 목사

기독교대한감리회 · 연구실 동물윤리 자문

REPORT SCOPE

암컷과 수컷을 함께 연구하려
할 때 어떤 고민이 생기는가.
필요한 동물 수에서 결과의 해석,
돌봄의 책임까지 연구실에서
함께 이야기할 질문을 정리했다.

분당서울대학교병원 연구자·의대생·실무자
2026. 09. 15

동물 수를 묻는 데서 시작하여

“암컷도 넣으면 동물이 두 배로 필요한가?” 사육 공간과 연구비를 생각하면 쉽게 넘길 수 없는 질문이다. 동물이 늘면 그만큼 처치를 받는 생명도 늘어난다. 한편 수컷만으로 얻은 결과를 어디까지 적용할 수 있는지도 마음에 걸린다. 이번 호에서는 어느 한쪽의 걱정을 성급히 접어 두지 않고, 이 선택에 어떤 이유가 필요한지 살펴보려 한다.

DESIGN

꼭 두 배가 필요한 것은 아니다

기존 총수 안에서 암컷과 수컷을 배치할 수 있는 연구도 있다. 그러나 두 성의 반응 차이까지 밝히려면 더 많은 동물이 필요할 수 있다. 먼저 알아야 할 것은 그 연구가 어떤 질문에, 얼마나 분명한 답을 구하는가이다.

RESPONSIBILITY

포함했어도 모르는 것은 남는다

암컷을 포함했다는 사실만으로 성차를 충분히 판단할 수 있는 것은 아니다. “여기까지는 알았지만 이 부분은 아직 모른다”는 설명이 있어야 독자도 결과를 적절한 범위에서 사용할 수 있다.

필자는 의학·생물학의 비전공자로서 연구의 이유와 책임을 묻는 자문을 하고자 한다. 개별 실험의 표본수나 분석법을 제안하는 글은 아니다. 설계에 관한 설명은 [NC3Rs 안내](#)와 [Sex Inclusive Research Framework](#)에 기대어 정리했다.

같은 24마리라도 묻는 것은 다를 수 있다

가령 대조군과 처치군에 암컷 6마리, 수컷 6마리씩을 배치하면 모두 24마리다. 총수를 늘리지 않고 두 성을 포함하는 배치가 어떤 모습인지 보여 주는 가상 예다. 이것만으로 24마리가 충분하다고 말할 수는 없다. 다음 두 질문부터 구별할 필요가 있다.

QUESTION A

이 집단에서 처치가 효과를 보이는가

암수를 포함한 집단의 평균 처치 효과가 주된 관심일 수 있다. 다만 평균만으로는 서로 다른 반응이 가려질 수 있으므로, 성을 설계와 분석에 어떻게 반영할지는 미리 정해 두어야 한다.

QUESTION B

그 효과가 암수에서 다른가

여기서는 두 처치 효과 사이의 차이를 묻는다. 통계에서는 이를 성×처치 상호작용으로 다룬다. 앞의 질문에 답할 수 있는 수라도 이 차이를 밝히기에는 부족할 수 있다.

예시의 범위: 총 N=24, 대조군 6F+6M, 처치군 6F+6M은 배치 구조만 설명한다. NC3Rs가 설명하는 성의 차이를 보정하는 차단 분석과 성×처치 상호작용 분석은 같은 답을 주지 않는다. 필요한 수와 분석은 함께 정한다. [Karp·Reavey, 2019](#) · [NC3Rs](#)

“암컷은 주기 때문에 어렵다”는 설명에 대하여

발정주기 때문에 암컷의 결과가 더 들쭉날쭉할 것이라는 우려가 있다. Prendergast 등이 마우스 연구를 종합한 결과는 이 우려만으로 암컷을 일괄 제외하기 어렵다는 쪽에 가깝다. 그렇다고 주기를 고려할 필요가 없다는 뜻은 아니다. 결국 해당 실험에서 무엇을 측정하는지가 중요하다.

EVIDENCE

이번 연구에도 해당하는 우려인가

종과 계통, 나이, 측정 항목에 따라 판단은 달라질 수 있다. 생식·내분비 기능이 핵심인 연구라면 특히 더 살필 이유가 있다. 막연히 복잡할 것이라 예상하기보다 해당 모델의 자료에서 출발하는 편이 타당하다.

CARE

더 측정하는 일이 늘 좋은가

주기를 확인하려면 동물을 추가로 다루어야 할 수 있다. 그 과정의 부담도 작게 취급해서는 안 된다. 확인해서 얻을 정보가 무엇이며, 확인하지 않을 때 무엇을 놓치는지 함께 따져 볼 문제다.

근거 수준: 여러 마우스 연구를 종합한 메타분석이다. 모든 종·모델에 적용되는 보장은 아니다. 이 보고서에서 해당 논문은 초록과 출판사 기록 범위로 확인했다.

Prendergast 등, 2014

“차이가 있다”는 문장을 쓰기 전에

01

한쪽에서만 유의한 결과

수컷에서만 통계적으로 유의한 결과가 나왔다고 해서 암수의 반응이 다르다고 할 수는 없다. 성별 결과를 나누어 보여 주는 것과 두 효과가 다르다고 주장하는 것은 별개다. 후자에는 그 차이를 직접 평가한 근거가 필요하다.

02

찾지 못한 차이

상호작용이 유의하지 않았다는 결과도 “효과가 같다”는 증명은 아니다. 차이의 추정값이 얼마나 불확실한지까지 보아야 한다. 자료가 적어 중요한 차이를 가려내지 못했을 가능성도 있기 때문이다.

03

자료를 합치는 결정

성차가 유의하지 않았으니 성을 빼고 합치자는 판단 역시 조심스럽다. 평균 효과와 성별 효과, 두 효과의 차이 중 무엇을 추정할지는 결과를 보기 전에 논의해 둘 일이다.

Garcia-Sifuentes·Maney는 출판된 논문을 검토해 이런 분석·해석의 문제를 살폈다. 그 조사에서 나온 오류 비율을 오늘날 모든 연구의 실태로 볼 수는 없다. 결과를 본 뒤 발견한 차이라면, 처음부터 확인하려던 차이와 구분해 보고할 필요가 있다. [eLife, 2021](#)

무엇을 하나로 세고 있는가

“몇 마리를 썼다”는 설명만으로 연구의 규모를 이해하기 어려울 때가 있다. 한 동물에서 여러 번 측정해도 독립된 동물이 늘어나지는 않는다. 우리별로 처치를 배정한 연구라면 마릿수와 함께 우리의 수도 보아야 한다. 이 차이를 놓치면 얻은 정보가 실제보다 많아 보일 수 있다.

UNIT

동물 사이의 관계도 자료의 일부다

같은 우리에 살거나 한 어미에게서 태어난 동물의 자료를 어떻게 다룰지 정할 필요가 있다. 암수의 사육실이나 측정 날짜가 완전히 같려 있다면, 관찰된 차이가 성 때문인지 환경·일정 때문인지 구별하기 어려울 수도 있다.

PRECISION

필요한 수에는 가정이 따른다

어느 정도의 효과를 찾으려는지, 자료가 얼마나 흩어질지, 탈락이나 군집을 어떻게 고려할지에 따라 필요한 수가 달라진다. 따라서 “총수를 유지할 수 있다”는 말에는 어떤 조건에서 가능한지도 따라붙어야 한다.

주결과와 분석 계획, 표본수의 근거, 실험단위는 서로 연결해 설명해야 한다. [ARRIVE 2.0](#)은 이 정보를 보고하도록 돕는 지침이며, 개별 설계의 적절성을 대신 판정하는 인증은 아니다.

한 성만 연구할 이유도 있을 것이다

두 성을 포함하자는 제안에도 반론은 있다. 특정 성의 생식기관이나 질환 기전을 묻는 연구라면 한 성에 집중하는 것이 타당할 수 있다. 제한된 자원으로 먼저 좁은 질문에 답하고 다음 단계로 가자는 주장도 들어 볼 필요가 있다. 다만 자원이 부족하다는 사정만으로 과학적 정당화가 끝나지는 않는다.

JUSTIFICATION

제한된 질문에는 제한된 결론을

생물학적 이유와 선행근거, 확보 가능한 표본을 설명하는 일이 먼저다. 비용이나 관행 때문에 한 성을 택했다면 그 사정도 밝힐 수 있다. 다만 그것이 다른 성에 결과를 적용할 근거까지 되지는 않는다.

REVIEW

언제 다시 검토할 것인가

“이번에는 한 성만”이라는 결정이 후속 연구에서도 반복될 수 있다. 어떤 근거가 쌓이면 범위를 넓힐지, 언제 이 선택을 돌아볼지 적어 두면 처음의 사정이 그대로 관행이 되는 것을 경계할 수 있다.

NIH 정책은 적용 대상 척추동물·사람 연구에서 성을 고려하고 단일 성 사용에 강한 과학적 정당화를 요구한다. 이는 미국 연구지원 정책이며 국내 모든 연구의 일률적 규정으로 제시하지 않는다. [NIH · Karp 등, 2025](#)

배치표에 다 담기지 않는 동물의 삶

REPLACEMENT

동물을 쓰기 전에 알 수 있는 것

기존 자료나 세포·조직 연구로 질문을 더 좁힐 수는 없을까. 이때도 자료의 성과 출처가 중요할 수 있다. 대체법에 기대할 수 있는 답의 범위를 살피는 일부터 시작할 수 있다.

REDUCTION

실험에 들어오지 못한 동물

번식·선별 과정에서 사용되지 않은 동물은 최종 배치표에 보이지 않는다. 두 성을 쓰면 이런 수가 줄 수도 있지만 유전자형·주령·공급 방식에 따라 다르다. 줄었다는 판단은 실제 기록을 통해 확인할 일이다.

REFINEMENT

매일의 사육과 취급

종과 계통에 따라 합사, 공격성, 격리, 취급 스트레스의 문제가 다르다. 수의사와 관리 담당자는 어떤 관찰이 더 필요한지 판단하는 데 중요한 역할을 한다. 달라진 사육 조건은 결과 해석에도 남겨야 할 정보다.

적게 썼다는 이유만으로 충분한 감축이라고 보기는 어렵다. 답을 얻기 어려운 작은 실험을 반복한다면 어떨까. 얻을 정보와 동물이 겪을 부담을 함께 살펴야 하는 이유다.

Karp·Reavey의 종설 · NC3Rs 안내

이 연구는 누구에게 도움이 될 것인가

동물을 사용하는 이유를 설명할 때 치료와 건강에 기여할 가능성은 중요한 자리를 차지한다. 그렇다면 결과를 누구에게 적용할 수 있는지도 윤리적 검토의 일부가 된다. 한 성에서 얻은 결과를 다른 성에도 적용하려 한다면, 그 기대를 뒷받침할 근거는 무엇인지 물을 수 있다.

FAIRNESS

누구에 관한 근거가 비어 있는가

암컷 동물을 포함했다고 여성 환자에게 좋은 치료가 곧바로 생기는 것은 아니다. 동물에서 사람으로 가는 길에는 여러 검증이 남아 있다. 그 점을 인정하면서도, 한 성을 거듭 제외해 생기는 공백이 정당한지는 물을 수 있다.

ACCOUNTABILITY

더 알기 위해 어디까지 부담시킬 것인가

적용 범위를 과장하면 연구에 기대하는 이익도 부풀려진다. 그렇다고 더 넓은 근거를 얻겠다며 동물 수를 계속 늘릴 수도 없다. 추가로 알게 될 내용이 그 동물들의 부담을 정당화할 만큼 중요한지 판단이 필요하다.

여기서 제기하는 것은 연구의 정당화와 공정성에 관한 윤리적 질문이다. 성 편향이 특정 임상 피해를 직접 일으켰다는 인과관계를 주장하는 것은 아니다. 설계 선택의 배경은 [Karp-Reavey, 2019](#)를 참고했다.

기독교적 자문은 무엇을 물을 수 있는가

DIGNITY

관심에서 밀려나는 사람은 없는가

창세기 1장 27절은 남자와 여자를 하나님의 형상으로 말한다. 이 말씀에서 필자가 떠올리는 것은 연구가 동물 사람들 가운데 누구의 필요를 뒤로 미루고 있는가 하는 질문이다. 성별 배치 비율이나 통계 방법을 이 본문에서 정할 수는 없다.

CARE

필요하다는 판단 뒤에도 남는 책임

잠언 12장 10절은 의인이 자기 동물의 생명을 돌보는 태도를 말한다. 필자는 이를 연구에 적용해, 필요하다고 판단한 실험에서도 고통과 낭비를 얼마나 세심하게 살피는지 묻고 싶다. 연구윤리에 대한 이 연결은 본문을 읽는 필자의 해석이다.

여기에도 이견은 남는다. 치료의 필요에 더 무게를 둘지, 동물 이용의 한계를 더 엄격하게 볼지에 따라 판단은 달라진다. 가톨릭 공식 문서 『찬미받으소서』 130항은 합리적 한계 안의 동물실험을 인정하면서 불필요한 고통과 생명 낭비를 경계한다. 참고할 입장이지만 기독교 전체의 합의는 아니다. [창 1](#) · [잠 12](#) · [회칙 § § 130-132](#)

계획서를 함께 읽을 때 확인할 네 가지

01 답하려는 질문

처치 효과와 성별 반응 차이 중 무엇이 주된 관심인가? 대상 동물의 종·계통·연령·성을 적고, 이 범위 밖에서는 무엇을 아직 말할 수 없는지 덧붙인다.

02 동물을 고르고 배치한 이유

두 성을 포함하거나 한 성만 택한 이유가 있는가? 사육실·측정 일정이 성별로 완전히 갈리는지 확인하고, 처치를 배정한 단위가 개체·우리·어미 중 무엇인지 적는다.

03 필요한 수와 분석 계획

효과 크기·변이·탈락·군집 구조를 어떻게 가정했는가? 평균 효과, 성별 효과와 상호작용을 다룰 계획을 남긴다. 차이를 못 찾았을 때의 해석도 미리 논의한다.

04 돌봄과 보고에서 빠진 것

번식·선별에서 남는 동물과 사육·취급의 부담도 살폈는가? 성별 수, 제외 사유, 동물 특성을 기록하고 예상 밖의 발견에는 탐색 결과임을 표시한다.

이 네 가지는 연구실 대화를 돕는 제안이다. 실제 계획에는 기관의 현행 절차와 수의·생물통계 검토를 적용한다. [ARRIVE 2.0](#) · [Sex Inclusive Research Framework](#)

다음 연구실 모임에서 나누고 싶은 질문

지금 진행하는 연구 하나를 놓고 책임연구자, 학생, 동물관리 담당자가 각자의 답을 이야기해 보면 어떨까. 같은 계획서를 읽고도 중요하게 보는 부분은 다를 수 있다. 아래 질문은 그 차이를 이야기해 보기 위한 제안이다.

- Q1 연구가 끝나면 무엇을 알았다고 말하고 싶은가? 지금의 성별 배치와 표본수로 그 결론까지 갈 수 있는가?
- Q2 한 성을 제외한 이유 중 생물학적 근거와 자원·관행에 따른 제약은 각각 무엇인가? 어떤 새 근거가 생기면 이 선택을 바꾸겠는가?
- Q3 성별 반응 차이를 찾지 못했을 때, 정말 차이가 작다고 말할 수 있는가? 아니면 중요한 차이도 놓칠 만큼 자료가 불확실한가?
- Q4 실험에 배정한 수만 세었을 때 보이지 않는 동물의 부담은 무엇인가? 이번 계획에서 실제로 줄이거나 완화할 수 있는 한 가지는 무엇인가?

이 글이 연구의 답을 대신 정할 수는 없다. 다만 한 성을 포함하거나 제외한 이유, 더 알아내기 위해 동물에게 지우는 부담을 조금 더 구체적으로 이야기하는 데 도움이 되었으면 한다.

변이, 설계와 해석에 관한 문헌

S1 Prendergast BJ, Onishi KG, Zucker I.

Female mice liberated for inclusion in neuroscience and biomedical research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2014;40:1-5. [DOI 10.1016/j.neubiorev.2014.01.001](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.01.001) · [PMID 24456941](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24456941/). 마우스 자료의 변이를 종합한 메타분석. 이 보고서의 접근 범위: 초록·출판사 기록.

S2 Karp NA, Reavey N.

Sex bias in preclinical research and an exploration of how to change the status quo. *British Journal of Pharmacology*. 2019;176(21):4107-4118. [DOI 10.1111/bph.14539](https://doi.org/10.1111/bph.14539) · [PMID 30418665](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30418665/). 성 편향, 설계와 실무 장벽을 다룬 종설.

S3 Garcia-Sifuentes Y, Maney DL.

Reporting and misreporting of sex differences in the biological sciences. *eLife*. 2021;10:e70817. [DOI 10.7554/eLife.70817](https://doi.org/10.7554/eLife.70817) · [PMID 34726154](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34726154/). 출판 논문의 분석과 성차 주장을 검토한 메타연구.

접근일: 2026-09-15. S1은 기존 실험 결과의 종합, S2는 종설, S3는 연구 관행에 대한 조사다. 서로 다른 종류의 근거를 개별 실험의 표본수 보증으로 사용하지 않는다.

연구계획과 보고를 돕는 자료

S4 Karp NA et al.

The Sex Inclusive Research Framework to address sex bias in preclinical research proposals. *Nature Communications*. 2025;16(1):3763. [DOI 10.1038/s41467-025-58560-5](https://doi.org/10.1038/s41467-025-58560-5) · [PMID 40263253](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40263253/). 성 포함과 단일 성 선택의 근거를 계획 단계에서 평가하는 프레임워크.

S5 Percie du Sert N et al.

The ARRIVE guidelines 2.0: Updated guidelines for reporting animal research. *PLOS Biology*. 2020;18(7):e3000410. [DOI 10.1371/journal.pbio.3000410](https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000410) · [PMID 32663219](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32663219/). 설계 · 표본수 · 실험 단위 · 동물 특성 등을 다루는 보고 지침.

G1 NIH Office of Research on Women's Health.

Sex as a Biological Variable. 적용 대상 연구에서 성을 설계 · 분석 · 보고에 고려하도록 하는 미국 NIH의 정책 안내. 국내 기관의 내부 규정과 구분해 읽는다.

접근일: 2026-09-15. 프레임워크, 보고 지침과 연구지원 정책은 역할이 다르다. 지침을 따랐더라도 개별 결론의 타당성은 따로 살펴야 한다.

공식 안내와 신학적 읽기의 출처

G2 NC3Rs Experimental Design Assistant.

Animal characteristics — Sex. 두 성의 포함, 차단·요인 설계와 단일 성 사용을 설명하는 공식 설계 안내.

T1 성경, 창세기 1장, 특히 27절.

USCCB 온라인 *New American Bible, Revised Edition*(NABRE). 창조 이야기에서 남자와 여자를 하나님의 형상으로 말하는 문맥. 직접 인용 없이 윤리적으로 해석했다.

T2 성경, 잠언 12장, 특히 10절.

USCCB 온라인 NABRE. 의인과 악인의 태도를 대조하며 동물을 돌보는 일을 언급하는 지혜문학 본문. 연구윤리 적용은 필자의 해석이다.

T3 Francis.

Laudato si' [『찬미받으소서』]. 회칙, 2015-05-24, § § 130–132. 동물실험·인간의 개입·한계를 다루는 가톨릭 공식 문서. 동물실험에 대한 직접 논의는 § 130.

접근일: 2026-09-15. 공식 문서의 입장과 이 보고서의 윤리적 해석을 구분했다. 성경 본문이나 회칙을 통계 설계의 직접 명령으로 사용하지 않았다.

Does Including Females Double the Animal Count?

Who is included, and what may we conclude? Sex, study design and animal research ethics

Rev. Myung-Hyun Kim

Korean Methodist Church · Laboratory Animal Ethics Advisory

REPORT SCOPE

What concerns arise when female and male animals are studied together? Questions for laboratory discussion, from animal numbers and interpretation to the responsibilities of care.

Researchers, medical students and laboratory staff at Seoul National University Bundang Hospital

2026. 09. 15

Beginning with the question of numbers

“Will including females double the animal count?” With limited housing and funding, the concern deserves a hearing. More animals may also mean more lives exposed to procedures. Yet there is another concern: how far can findings from males alone be applied? This report asks what reasons a choice needs, without setting either concern aside too quickly.

DESIGN

The total need not double

Some studies can include both sexes within an existing total. Detecting a difference in their responses may, however, require more animals. The first question is what the study seeks to learn, and how precise an answer it needs.

RESPONSIBILITY

Inclusion still leaves questions open

Including females does not by itself allow a firm judgment about sex differences. Readers need to know both what was learned and what remains uncertain if they are to use the findings appropriately.

I write as an ethical adviser without specialist training in medicine or biology, asking about the reasons for research choices and the responsibilities they carry. This is not advice on sample sizes or analysis for individual experiments. The design explanations draw on [NC3Rs guidance](#) and the [Sex Inclusive Research Framework](#).

The same 24 animals, but different questions

Imagine a control group and a treatment group, each with six females and six males: 24 animals altogether. This hypothetical example shows what including both sexes within a fixed total might look like. It does not tell us whether 24 is enough. Two questions need to be distinguished first.

QUESTION A

Does the treatment work in this population?

The primary interest may be the average treatment effect across a population containing both sexes. An average can conceal different responses, so the place of sex in the design and analysis still needs to be planned.

QUESTION B

Does its effect differ between the sexes?

This asks about the difference between two treatment effects, assessed statistically as a sex-by-treatment interaction. A sample sufficient for the first question may be too small to resolve this difference.

Illustration only: N=24; control 6F+6M; treatment 6F+6M. Accounting for sex through the blocking analysis described by NC3Rs does not test a sex-by-treatment interaction. Choose the sample size and analysis together. [Karp & Reavey, 2019](#) · [NC3Rs](#)

The concern about the estrous cycle

One concern is that the estrous cycle makes results from females more variable. Prendergast and colleagues' synthesis of mouse studies challenges using that concern alone to exclude females across the board. It does not mean the cycle can always be disregarded. Much depends on what the experiment measures.

EVIDENCE

Does the concern apply here?

The judgment may differ with species, strain, age and outcome. Reproductive or endocrine research gives particular reason to look closely. Evidence from the relevant model offers a better starting point than a general expectation of difficulty.

CARE

Is more measurement always better?

Monitoring the cycle may require additional handling, and that burden matters too. What information would monitoring provide? What would be lost without it? Both questions belong in the decision.

Evidence: A meta-analysis of mouse studies, not a guarantee across species or models. This report consulted the abstract and publisher record for this paper. [Prendergast et al., 2014](#)

Before writing that the effects differ

01

Significant in only one sex

A significant result in males but not females does not establish different responses. Showing results for each sex is one thing; claiming that the effects differ is another. That claim needs a direct assessment of the difference.

02

A difference not detected

A nonsignificant interaction does not prove equal effects. The uncertainty around the estimated difference matters. With limited data, even an important difference may remain undetected.

03

The decision to pool

A nonsignificant sex-difference test is not, by itself, a reason to remove sex and pool the data. Which average effects, effects within sex and differences to estimate is a discussion to have before seeing the results.

Garcia-Sifuentes and Maney examined these analytical and interpretive problems in published papers. Their error estimates should not be read as the current rate across all research. Distinguish differences noticed after examining results from those the study set out to test. [eLife, 2021](#)

What counts as one?

The number of animals alone may not explain the scale of a study. Repeated measurements from one animal do not create more independent animals. If treatment is assigned by cage, the number of cages matters as well. Overlooking this distinction can make the information seem more extensive than it is.

UNIT

Relationships between animals matter

Data from animals sharing a cage or a dam need appropriate treatment. If females and males are housed in separate rooms or measured on entirely different dates, it may also be hard to distinguish sex effects from environmental or scheduling effects.

PRECISION

Numbers rest on assumptions

The effect sought, expected variability, attrition and clustering all affect the numbers needed. A claim that the total can stay the same therefore needs an account of the conditions under which that is possible.

Connect the primary outcome, analysis, sample-size rationale and experimental unit. [ARRIVE 2.0](#) supports reporting this information; following it does not certify a particular design.

There may be reasons to study one sex

There are objections worth hearing to a general call for both sexes. A question about a sex-specific reproductive organ or disease mechanism may justify focusing on one sex. Answering a narrow question first and broadening the work later is also an argument worth considering. Limited resources alone, however, do not settle the scientific justification.

JUSTIFICATION

A narrow question, a bounded conclusion

The biology, prior evidence and available samples need explaining. Cost or custom may also have shaped the choice, and can be acknowledged. They do not, however, establish that the findings apply to the other sex.

REVIEW

When will the choice be reconsidered?

“One sex for now” can become a recurring decision. Recording what evidence would allow broader inclusion, and when to review the choice, helps prevent an initial constraint from becoming unquestioned practice.

For covered vertebrate animal and human research, NIH expects consideration of sex and strong scientific justification for one sex. This is US research-funding policy, not a universal rule for Korean laboratories. [NIH](#) · [Karp et al., 2025](#)

What the allocation table leaves out

REPLACEMENT

Before animals are used

Could existing data, cells or tissues narrow the question first? Sex and provenance may matter here too. A useful starting point is to ask which answers an alternative method can reasonably provide.

REDUCTION

Animals outside the experiment

Animals left unused after breeding and selection are absent from the final allocation table. Including both sexes may reduce their number, depending on genotype, age and supply arrangements. Actual records are needed to establish a reduction.

REFINEMENT

Everyday housing and handling

Grouping, aggression, isolation and handling stress vary with species and strain. Veterinarians and animal-care staff have an important part in deciding what further observation is needed. Changed housing conditions also matter for interpreting results.

Using fewer animals is not enough by itself. What if small studies repeatedly fail to answer their questions? This is why the information sought and the burden on animals need to be considered together. [Karp & Reavey's review](#) · [NC3Rs guidance](#)

Whom might this research help?

The prospect of better treatment and health has an important place in explaining why animals are used. Who the results may apply to is therefore part of ethical review. If findings from one sex are expected to apply to the other, we can ask what evidence supports that expectation.

FAIRNESS

Where is evidence missing?

Including female animals does not immediately produce better treatments for female patients. Several stages of validation stand between animal studies and human use. Acknowledging that does not prevent us from asking whether a gap left by repeated exclusion is justified.

ACCOUNTABILITY

How much burden for further knowledge?

Overstating applicability inflates expected benefits. Yet seeking broader evidence cannot justify adding animals indefinitely. A judgment is needed about whether the additional knowledge warrants the burden on those animals.

These are ethical questions about justification and fairness, not a claim that preclinical sex bias directly caused particular clinical harms. The design background draws on [Karp & Reavey, 2019](#).

What might a Christian adviser ask?

DIGNITY

Whose needs might be neglected?

Genesis 1:27 describes male and female in God's image. For me, this raises a question about the people research hopes to help: whose needs are being put off? The passage cannot determine allocation ratios or statistical methods.

CARE

Responsibility after deciding research is needed

Proverbs 12:10 speaks of the righteous person's care for an animal's life. Applying it to research, I would ask how closely suffering and waste are attended to even in an experiment judged necessary. This connection is my ethical reading of the passage.

Disagreement remains. Judgments differ with the weight given to treatment needs and to limits on animal use. The Catholic encyclical *Laudato si'* § 130 accepts experimentation within reasonable limits while warning against needless suffering and wasted lives. It offers a position to consider, not a consensus among all Christians. [Genesis 1](#) · [Proverbs 12](#) · [§ § 130–132](#)

Four things to check when reading a protocol together

01 The question being asked

Is the primary interest treatment effects or differences by sex? Record species, strain, age and sex, and what cannot yet be said beyond that scope.

02 Selection and allocation

Why include both sexes or only one? Check whether rooms or measurement schedules are completely separated by sex. Record whether treatment is assigned to animals, cages or dams.

03 Numbers and analysis

What is assumed about effect size, variability, attrition and clustering? Document plans for average effects, effects by sex and interactions, including interpretation when a difference is not detected.

04 Care and reporting

Have unused animals from breeding and selection, and housing and handling burdens, been considered? Record numbers by sex, exclusions and animal characteristics. Label unexpected findings as exploratory.

These notes support discussion. Apply current institutional procedures and veterinary and statistical review to actual protocols. [ARRIVE 2.0](#) · [Sex Inclusive Research Framework](#)

Questions to bring to the next laboratory meeting

What if the investigator, students and animal-care staff each offered an answer about one current study? People can read the same protocol and notice different things. These questions are an invitation to discuss those differences.

- Q1 What do we hope to say we have learned by the end? Can our allocation by sex and sample size support that conclusion?
- Q2 Which reasons for excluding one sex concern biology, and which concern resources or custom? What new evidence would change the choice?
- Q3 If we find no sex difference in response, can we say it is small, or are our data too uncertain to rule out an important difference?
- Q4 Which animal burdens disappear from view when we count only the final experiment? What is one burden this plan could reduce or alleviate?

This report cannot decide the answers for a study. I hope it helps make discussion more specific: why a sex was included or excluded, and what animals are being asked to bear so that more can be learned.

Evidence on variability, design and interpretation

S1 Prendergast BJ, Onishi KG, Zucker I.

Female mice liberated for inclusion in neuroscience and biomedical research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2014;40:1–5. [DOI 10.1016/j.neubiorev.2014.01.001](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.01.001) · [PMID 24456941](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24456941/). Meta-analysis of variability in mouse data. Access for this report: abstract and publisher record.

S2 Karp NA, Reavey N.

Sex bias in preclinical research and an exploration of how to change the status quo. *British Journal of Pharmacology*. 2019;176(21):4107–4118. [DOI 10.1111/bph.14539](https://doi.org/10.1111/bph.14539) · [PMID 30418665](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30418665/). Review of sex bias, design and practical barriers.

S3 Garcia-Sifuentes Y, Maney DL.

Reporting and misreporting of sex differences in the biological sciences. *eLife*. 2021;10:e70817. [DOI 10.7554/eLife.70817](https://doi.org/10.7554/eLife.70817) · [PMID 34726154](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34726154/). Meta-research examining analysis and claims in published papers.

Accessed 15 Sep 2026. S1 synthesizes existing experiments, S2 reviews the literature and S3 examines research practice. None supplies a guaranteed sample size for a particular experiment.

Resources for planning and reporting

S4 Karp NA et al.

The Sex Inclusive Research Framework to address sex bias in preclinical research proposals. *Nature Communications*. 2025;16(1):3763. [DOI 10.1038/s41467-025-58560-5](https://doi.org/10.1038/s41467-025-58560-5) · [PMID 40263253](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40263253/). Framework for assessing sex inclusion and reasons for single-sex research at the proposal stage.

S5 Percie du Sert N et al.

The ARRIVE guidelines 2.0: Updated guidelines for reporting animal research. *PLOS Biology*. 2020;18(7):e3000410. [DOI 10.1371/journal.pbio.3000410](https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000410) · [PMID 32663219](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32663219/). Reporting guidance covering design, sample size, experimental units and animal characteristics.

G1 NIH Office of Research on Women's Health.

Sex as a Biological Variable. US NIH policy guidance on considering sex in the design, analysis and reporting of covered research. Distinguish this from Korean institutional requirements.

Accessed 15 Sep 2026. A framework, reporting guideline and funding policy have different roles. Compliance alone does not establish the validity of a particular conclusion.

Official guidance and texts used in ethical reflection

G2 NC3Rs Experimental Design Assistant.

Animal characteristics — Sex. Official guidance on including both sexes, blocking, factorial designs and single-sex research.

T1 Genesis 1, especially verse 27.

USCCB online *New American Bible, Revised Edition* (NABRE). Male and female in God's image within the creation narrative. Used for ethical interpretation without direct quotation.

T2 Proverbs 12, especially verse 10.

USCCB online NABRE. Wisdom literature contrasting righteous and wicked conduct, including care for animals. Application to research is the author's interpretation.

T3 Francis.

Laudato si'. Encyclical letter, 24 May 2015, § § 130–132. Official Catholic teaching on animal experimentation, human intervention and limits. Direct discussion of animal experimentation appears in § 130.

Accessed 15 Sep 2026. Official positions are distinguished from this report's ethical reading. Neither Scripture nor the encyclical is used as a direct statistical instruction.