

보도시점 2026. 8. 21.(금) 06:00 (금요일 석간) 배포 2026. 8. 20.(목)

세계 최초로 '제브라피쉬 배아' 활용한 동물대체시험법 국제검증 돌입

- 국립환경과학원, 경제협력개발기구(OECD) 시험지침 공식사업으로 추진
- 동물시험 대비 비용 50분의1, 속도 10배 향상으로 산업계 부담 경감

기후에너지환경부 소속 국립환경과학원(원장 박연재)은 열대 및 아열대 민물고기인 제브라피쉬*의 배아를 활용한 신경발달독성 동물대체시험법이 8월 20일부터 세계 최초로 경제협력개발기구(OECD) 공식 사업으로 추진된다고 밝혔다.

* 생명과학 연구 실험에서 중요하게 활용되는 어류로 이름처럼 몸에 파란색과 은색의 줄무늬가 있어 '얼룩말물고기'로도 불리며, 배아가 투명해서 발생 과정을 관찰하기 좋음

국립환경과학원이 제안한 제브라피쉬 배아 동물대체시험법은 생체 내 복잡한 메커니즘 규명이 필요한 신경발달독성(전신 독성) 분야에서 경제협력개발기구 공식 사업으로 채택*된 세계 최초 사례다. 그동안 경제협력개발기구의 승인을 받은 동물대체시험법은 피부자극, 안자극, 광독성 등 국소적인 독성 평가에 집중된 것에 비해 한 단계 발전한 것으로 볼 수 있다.

* '26.4.21.~24. 프랑스 파리에서 개최된 제38차 경제협력개발기구(OECD) 국가시험지침 프로그램조정자 작업반(WNT) 회의에서 국내 개발 신경발달독성 대체시험법의 공동 검증연구를 만장일치로 승인

제브라피쉬 배아 동물대체시험법은 수정 후 배아를 시험물질에 노출하여 꼬리 감기, 자극 반응, 자유 수영, 뇌 조직 등을 관찰하는 방식으로 기존의 포유류(설치류) 동물시험을 사용하지 않는 것이 핵심이다.

기존의 설치류를 활용한 신경발달독성 시험(OECD 시험지침 No. 426)에서는 한 가지 물질을 평가할 때 선진국 기준 약 천 마리의 동물이 희생되고 3년간 약 10억 원 이상의 비용이 소요됐다.

반면, 제브라피쉬 배아를 활용하면 기존 동물시험에 비해 비용은 약 50분의 1 수준으로 줄어들고, 독성 탐색 속도는 10배 이상 빨라질 것으로 예측된다.

국립환경과학원은 제브라피쉬의 배아를 활용한 신경발달독성 동물대체시험법을 2031년 경제협력개발기구 시험지침에 등재하기 위해 신경발달독성 전문가 그룹과 연계하여 해당 시험법의 정확도, 민감도*, 재현성 확인 등 검증연구를 추진할 계획이다.

* 독성이 있는 물질에 대한 정확도

이번 연구 사업은 국립환경과학원과 국가독성과학연구소가 협력하여 국제표준화 작업도 수행하고 있다.

박연재 국립환경과학원장은 “이번에 개발하는 신경발달독성 동물대체시험법은 국내 유통되고 있는 수만 종의 화학물질에 대한 독성 평가 비용과 시간을 크게 줄여 국내외 산업계의 규제 부담을 낮추고 신속하게 화학물질의 독성을 탐색하여 이로부터 국민을 보호할 수 있는 현실적인 대안이 될 것”이라고 밝혔다.

붙임 1. 전문용어 설명.

2. 경제협력개발기구 시험지침 등재를 위한 국제표준화 현황. 끝.

담당 부서 <총괄>	국립환경과학원 환경위해성연구과	책임자	과 장	이상희 (032-560-7231)
		담당자	연구사	송명하 (032-560-7176)



○ 동물대체시험법

- 3R 원칙*에 따라 시험법에 사용되는 동물의 개체 수를 감소시키거나 고통을 줄일 수 있는 결과를 초래하는 시험법

* 동물을 사용하지 않거나(Replacement), 부득이하게 동물시험법을 수행해야 하는 경우 사용하는 동물의 수를 줄이고(Reduction), 동물시험법에 사용되는 동물의 고통을 경감(Refinement)

- 시험질적으로 동물을 대체하는 시험법으로 인체 세포, 인공 장기 등을 이용하는 비동물 시험법(*in vitro*)과 컴퓨터 프로그램 등을 이용하여 유해성을 예측하는 전산 방법(*in silico*) 등이 있음

○ 제브라피쉬 배아

- 제브라피쉬(*Danio rerio*) : 인간과 유전적으로 약 70% 이상 동일하고 OECD 급성어류독성(OECD 시험지침 No. 203), 배아급성독성시험법(OECD 시험지침 No. 236) 등 다수의 시험지침에 등재된 국제표준모델
- 제브라피쉬 배아는 수정 후 120시간 동안 운동이 가능한 치어 단계까지 발달하지만 스스로 먹이 섭취가 불가능함
- 따라서, OECD는 수정 후 120시간 이내의 제브라피쉬 배아를 비동물로 정의하고 이를 활용한 시험법을 동물대체시험법으로 인정하고 있음

○ 신경발달독성 동물대체시험법

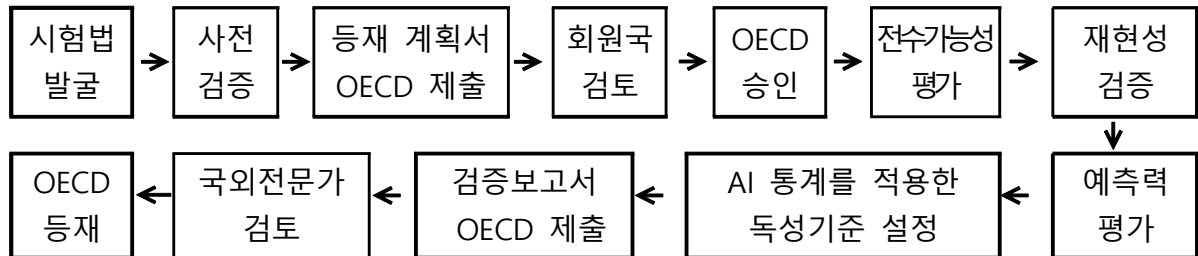
- 현재 OECD 시험지침에 등재된 신경발달독성 동물대체시험법 없음
- 제브라피쉬 배아 활용 신경발달독성 동물대체시험법
 - 화학물질을 제브라피쉬 배아에 수정 후 96시간 동안 처리하면서 발달과정 중에 꼬리 감기, 자극에 대한 반응, 자유 수영, 뇌 등 신경조직 발달 등을 관찰
 - 화학물질이 운동 신경, 자극 신경, 신경 조직 발달에 미치는 영향을 확인하고 이에 근거하여 물질의 신경발달독성 여부를 평가하는 방법

※ 설치류를 활용한 신경발달독성시험(OECD 시험지침 No. 426)의 경우 약 1,000마리의 동물이 희생되고 3년간 약 10억 원 이상(선진국 기준)의 비용이 소요되는 반면, 제브라피쉬 배아를 활용한 시험법의 경우 3개월, 2천만 원 정도 소요될 것으로 예상됨

○ 검증 연구 관련 용어

- 표준작업지침서(SOP): 시험법의 모든 수행절차와 조건을 표준화하여 상세하게 기술한 문서
- 정확도 : 시험법이 화학물질의 독성 여부를 정확하게 맞추는 정도(%)
- 민감도 : 시험법이 독성이 있는 화학물질의 독성을 정확하게 확인하는 정도(%)
- 재현성(Reproducibility): 동일한 표준작업지침서를 사용하여 동일한 물질을 시험했을 때 얻은 결과 간 일치하는 정도

○ OECD 시험지침 등재 절차



○ OECD 국가시험지침프로그램조정자 작업반(WNT*)

* Working party of the National Coordinators for the Test Guidelines Programme

- 1992년 OECD 화학물질 생명공학위원회 산하에 설립된 작업반
- 시험지침의 제·개정·폐지, 시험법 검증 사업의 계획서·보고서·시험지침(안) 등에 대한 회원국의 의견 수렴·논의·조정·승인함

○ 신경발달독성 동물대체시험법 관련 국립환경과학원 추진 현황

- 신경발달독성 동물대체시험법 발굴 및 OECD 등재 계획서 제출('25)
- OECD 회원국 의견에 대한 답변서 및 등재계획서 수정안 제출('26.2.)
- 신경발달독성 동물대체시험법 OECD 등재 계획서 승인('26.4.)
- 전수가능성 등 국제 공동검증 연구 추진('26.8.~)