

2026

社團  
法人

# 韓國畜産學會 國際學術發表會

2026 Annual International Conference of KSAST

“축산 70년의 비전과 도약:  
인간, 동물, 환경이 함께 걷는  
지속가능한 축산 혁신”

Vision and Leap Forward of Livestock's 70 Years:  
Sustainable Innovation for Humans,  
Animals, and the Environment

제주국제컨벤션 센터 (ICC JEJU)

2026년 7월 8일(수)~10일(금)

- 주최/주관 : (사)한국축산학회, (사)한국가금학회, 농림축산식품부, 국립축산과학원, 축산관련단체 연합회
- 후원기관 : 한국과학기술단체총연합회, 제주특별자치도
- 후원업체 : 대한한돈협회, (사)전국한우협회, 한우자조금관리위원회, 서울우유협동조합, (주)우성사료, (주)이지홀딩스, (주)카길애그리퓨리나, BASF, 노보네시스 코리아, (주)모닝바이오, 우유자조금관리위원회, 제일사료 축산기술연구소, (주)팜스코, De Heus Korea, 농협경제지주, 낙농진흥회, 농축산용미생물산업육성지원센터, (주)다운, (주)선진, (주)솔로몬, 우리와(주), 유진바이오, 축산환경관리원, (주)파이지노믹스, (사)한국단미사료협회, (주)휘드베스트, 김유용 교수, 체리부로, (주)ACC, NH순한한우조합공동사업법인, 다산데이터, (주)마크로젠, (주)미래생명자원, 성우라이프사이언스, 에스엠티정보기술(주), (주)인프로, 정농바이오, (주)진바이오텍, 포스코리아, 한양사료주식회사, 한국반추미생물연구회, 달사랑 연구회, 고려비엔피, 나우피드, 대한사료(주), (주)대호, (주)도드람양돈서비스, (주)린도, 마리동물의학연구소, (주)솔튼바이오켄, 임실치즈&식품연구소, (주)티엔티리서치, 한국종축개량협회, 한국유가공협회, 전국낙농관련조합장협의회, 농심, 매일유업

(사) 한국 축 산 학 회

Korean Society of Animal Science and Technology



## 마연구회 심포지엄

### ● 행사 개요

- ▶ 주제: 국내 말(馬)산업 분야 연구 동향
- ▶ 일시 및 장소: 2026.7.9.(목) 09:30~11:30, 제주국제컨벤션 센터(ICC JEJU), 303호
- ▶ 참석자: 20명 (실예약 및 배치시)

### ● 세부 일정

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| 9:00 ~ 9:30 | 등 록               |
| 9:30 ~ 9:40 | 개 회 / 회장인사 / 안내말씀 |

#### 연 사 및 제 목

(좌장: 경북대학교 윤민중 교수)

|               |                      |   |
|---------------|----------------------|---|
| 9:40 ~ 10:10  | 오정섭 석사과정생<br>(제주대학교) | 말 장애 현장의 안전·복지 향상을 위한<br>한국형 하이브리드 모델 설계                                  |
| 10:10 ~ 10:40 | 최재영 박사<br>(난지축산연구센터) | 난지축산연구센터 말 연구 현황  |
| 10:40 ~ 11:10 | 정용욱 박사과정생<br>(경북대학교) | Neurophysiological and Emotional Effects of<br>Equine-Assisted Activities |
| 11:10 ~ 11:30 | 종합토론 및 폐회            |   |

## ○ 마연구회 심포지엄

- 말 장애 현장의 안전·복지 향상을 위한 한국형 하이브리드 모델 설계 ..... 5  
오 정 섭 석사과정생 | 제주대학교
  
- 난지축산연구센터 말 연구 현황 ..... 25  
최 재 영 박사 | 난지축산연구센터
  
- Neurophysiological and Emotional Effects of Equine-Assisted Activities ..... 41  
정 용 옥 박사과정생 | 경북대학교

## 마연구회 심포지엄

- 
- 
-



# 말 장제 현장의 안전·복지 향상을 위한 한국형 하이브리드 모델 설계

오 정 섭  
(제주대학교)

## Curriculum Vitae

- ▶ 2026~현재 백록장제 대표
- ▶ 2024~2026 제주대학교 산업대학원 말산업학과 석사과정
- ▶ 2015~2021 제주한라대학교 마사학과 졸업



말 장애 현장의 안전·복지 향상을 위한

# 한국형 하이브리드 모델 설계

고위험 장애 상황에서의 방문 동물보건사(AHT) 활용과 수의사 원격지도 체계를 중심으로

국내 말(馬)산업 분야 연구 동향 강연 | 한국축산학회 마연구회

발표자 오정섭  
제주대학교 산업대학원 말산업학과 · 백록장제

2026년 7월

발표 구성

02

## 발표 구성: 문제에서 실행 로드맵까지

### I. 문제제기

고위험 장애 상황과 공백  
3-8장

### II. 연구설계

연구질문·방법·평가기준  
9-11장

### III. 과학적 근거

작업자 안전·말 복지·진정  
12-17장

### IV. 비교법

영국·미국·일본 공통 조건  
18-21장

### V. 국내 병목

직접진찰·AHT 장소·지도 요건  
22-24장

### VI. 한국형 모델

방문 AHT+원격지도+SOP  
25-29장

### VII. 정책대안

안1→안2→안3·KPI·결론  
30-32장

핵심 포인트 | 25분 발표 기준으로, 실제 디테일보다 '현장 문제 → 설계 원칙 → 실행 가능성'에 초점을 둔다.

말 장애 현장의 안전·복지 향상을 위한 한국형 하이브리드 모델 설계

2

### 발표의 출발점: 위험한 장제 상황



말 장제 현장의 안전·복지 향상을 위한 한국형 하이브리드 모델 설계

### 연구의 출발점: 일반 장제가 아니라 고위험 장제 상황

말 장제는 반복적인 현장 절차이지만, 일부 상황에서는 작업자 안전과 말 복지가 동시에 흔들릴 수 있다.

#### 일반 장제

- 순치된 말
- 안정된 작업공간
- 정상 부중 가능
- 표준 장제 절차 적용

#### 고위험 장제

- 순치 부족
- 통증·파행
- 협소·미끄러운 환경
- 강한 거부 반응

#### 제도 설계 문제

- 절차 공백
- 감독 공백
- 기록 공백
- 책임 공백



핵심 포인트 | 본 연구의 대상은 일반 장제가 아니라, 표준 절차만으로 안전 확보가 어려운 고위험·특수 상황이다.

말 장제 현장의 안전·복지 향상을 위한 한국형 하이브리드 모델 설계

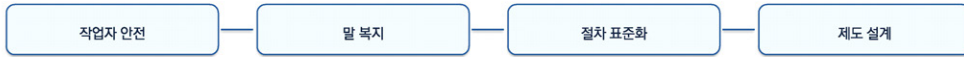
### 말 장애 현장의 이중 위험 구조

#### 작업자 안전 위험

- 반복적 허리 굴곡과 비대칭 하중
- 발차기·충돌에 의한 급성 외상
- 두부·안면 손상 가능성
- 순치 미흡·통증·협소 공간에서 위험 급상승

#### 말 복지 위험

- 낮선 작업자·구속·소음에 따른 스트레스
- 회피·공격 행동 증가
- 부정적 학습과 관리 회피 강화
- 과도한 물리적 보정 시 복지 침해 가능성



핵심 포인트 | 고위험 장치는 '작업자 안전'과 '말 복지'를 분리하지 않고 함께 관리해야 하는 문제이다.

### 국내 말산업 변화: 수요 증가와 현장 인력 병목

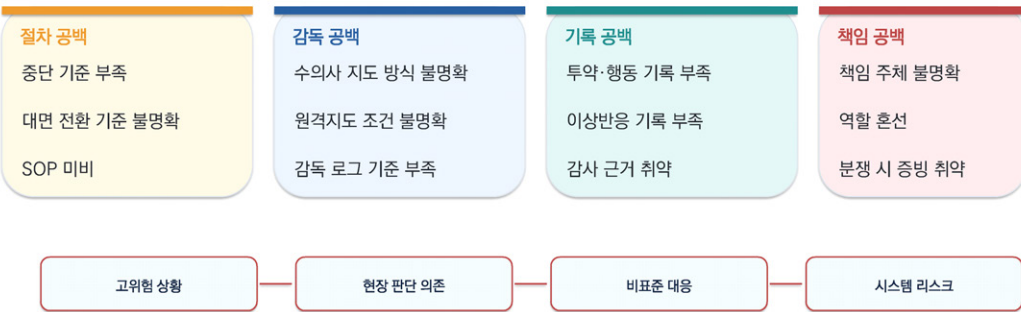
말 보유·승마 수요는 증가하는 반면, 장제·수의 협진 접근성은 지역과 현장 조건에 따라 크게 달라진다.



핵심 포인트 | 산업 수요 증가 자체보다 중요한 쟁점은 고위험 현장에서 협진 접근성과 절차 표준화가 부족하다는 점이다.

## 문제의 핵심: 위험보다 '공백'이다

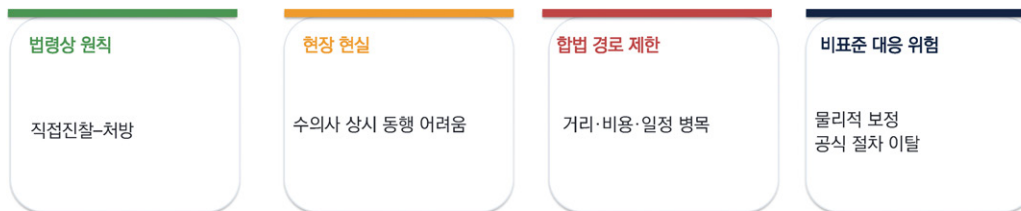
고위험 상황의 본질은 많이 위험하다는 사실보다, 절차·감독·기록·책임 구조의 공백 속에서 대응이 이루어진다는 데 있다.



핵심 포인트 | 초점은 진정을 쉽게 쓰는 것이 아니라, 고위험 현장을 통제 가능한 절차로 바꾸는 것이다.

## 정책문제의 본질: '음성화 가능성'

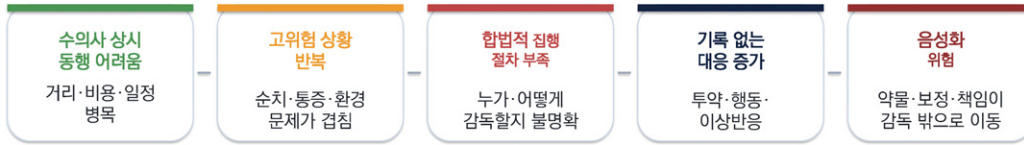
직접진찰-처방 원칙을 완화하지는 주장이 아니다. 문제는 합법적 집행 경로가 부족할 때 비표준 대응이 커질 수 있다는 점이다.



핵심 포인트 | 공식 경로가 없으면 현장은 비공식 경로로 움직인다. 따라서 제한적·기록 가능한 공식 절차가 필요하다.

### 공식 경로가 없으면 비공식 대응이 자리 잡는다

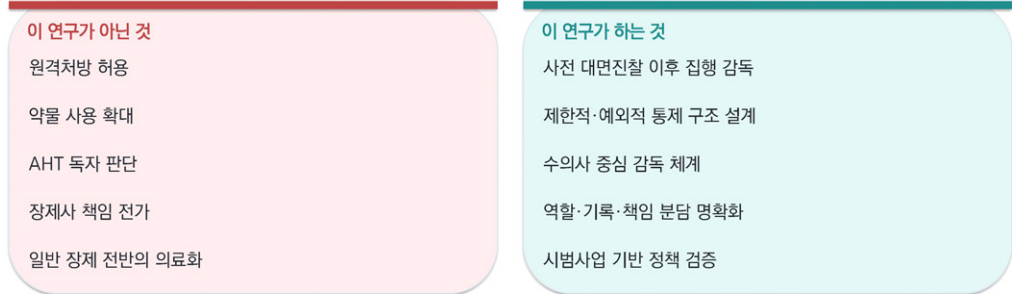
직접진찰-처방 원칙은 유지되어야 한다. 다만 병원 밖 고위험 강제 상황에는 집행 절차의 빈틈이 남는다.



**비공식 대응은 개인의 일탈로만 볼 문제가 아니다.**  
공식 절차가 없을 때 현장은 경험·관행·암묵적 해결 방식에 의존하게 된다.

**핵심 포인트** | 문제는 약물을 쓰느냐가 아니라, 위험한 상황이 감독과 기록 밖에서 처리될 수 있다는 점이다.

### 연구 목적: 약물 확대가 아니라 감독 구조 설계



**핵심 포인트** | 초점은 '누가 약을 쓰느냐'가 아니라, 누가 판단하고 누가 감독하며 어떻게 기록·책임질 것인가이다.

## 연구 질문: 근거 → 비교 → 설계

### RQ1. 과학적 근거

고위험 장제 상황에서 작업자 안전과 말 복지를 위협하는 요인은 무엇인가?

진정과 표준질차는 어떤 근거를 갖는가?

### RQ2. 비교법적 근거

영국·미국·일본은 원격지도와 보조인력 활용에서 어떤 조건을 요구하는가?

주치관계·감독·기록 조건은 무엇인가?

### RQ3. 정책 설계

직접진찰-처방 원칙을 유지하면서 집행 단계 감독 모델을 어떻게 설계할 수 있는가?

한국형 하이브리드 모델의 조건은 무엇인가?

현장 문제 확인

제도 조건 비교

한국형 모델 제안

핵심 포인트 | 연구질문은 단순히 진정 사용 가능성을 묻는 것이 아니라, 고위험 장제를 제도적으로 통제할 조건을 묻는다.

## 연구방법: 3중 병렬 분석

### ① 문헌·과학적 근거

장제 위험·말 복지

hoof trimming stress

standing sedation

veterinary telehealth / tele-supervision

### ② 법령·비교법 분석

수의사법·시행령·시행규칙

법제처 행정해석

영국 Schedule 3 / RCVS

미국 VCPR / 일본 원격진료

### ③ 전문가 인터뷰

수의사 4명

장제사 4명

현장 위험 인식

수용성·우려 쟁점 확인

자료 수집

5대 기준 평가

정책대안 연결

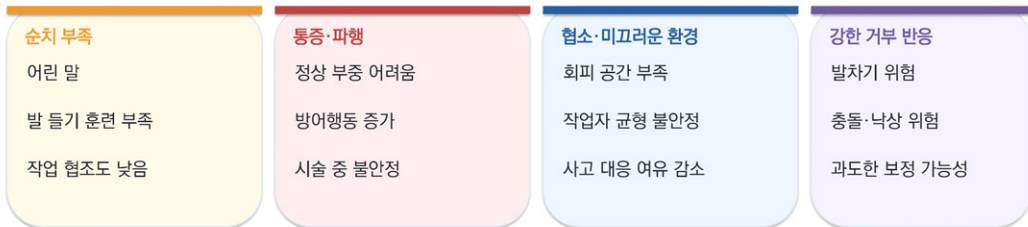
핵심 포인트 | 자료 나열이 아니라, 문헌·법제·인터뷰를 정책대안 평가기준으로 통합한 설계 연구이다.

### 분석 기준: 정책대안 평가 5기준

- 1 **근거 기반 필요성**      안전·복지 위험이 실제로 존재하는가?
- 2 **법적 정합성**      직접진찰·처방 원칙과 충돌하지 않는가?
- 3 **집행 가능성**      현장에서 운영 가능한 절차인가?
- 4 **비용·수용성**      수의사·장제사·시설이 받아들일 수 있는가?
- 5 **책임·데이터 거버넌스**      사고·기록·감사 책임이 명확한가?

핵심 포인트 | 5기준은 제안 모델이 '좋은 아이디어'가 아니라 실제 제도 후보인지 검토하기 위한 필터이다.

### 고위험 장제 조건: 위험은 중첩될 때 커진다



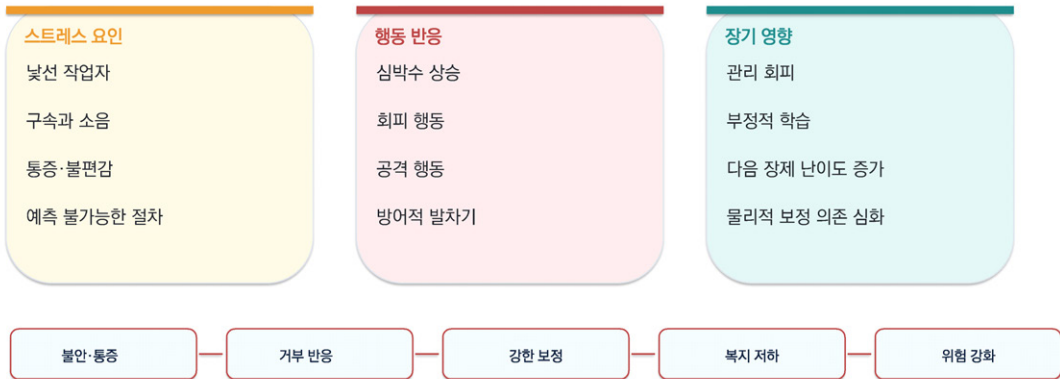
핵심 포인트 | 위험은 한 요소가 아니라 말 상태·환경·반응 강도가 겹칠 때 급격히 커진다.

### 작업자 안전: 직업적 위험의 실증 근거



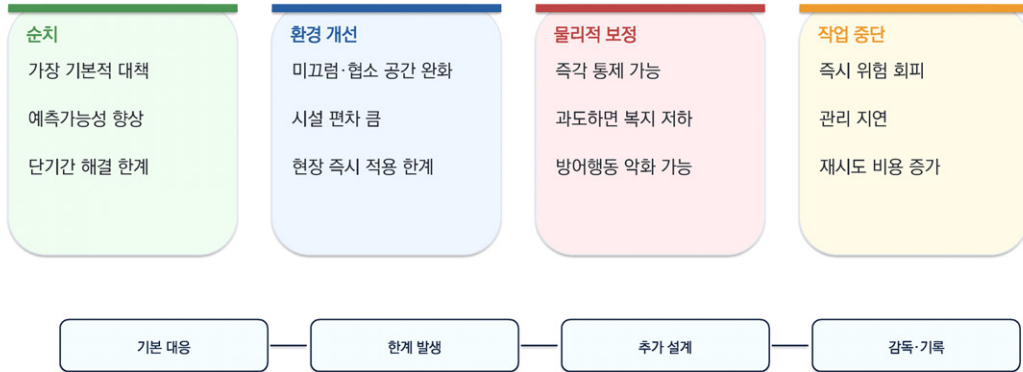
핵심 포인트 | 장제사의 직업적 위험은 단순 피로가 아니라 반복 자세 부담과 급성 외상이 결합된 구조적 위험이다.

### 말 복지 근거: 스트레스와 부정적 학습



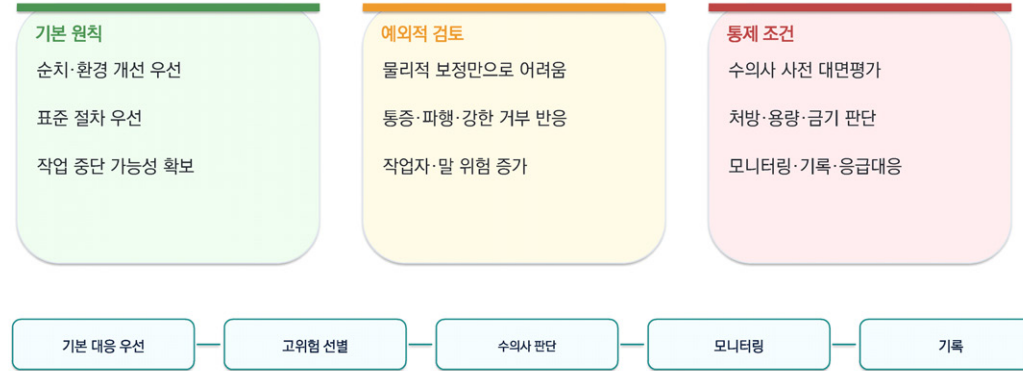
핵심 포인트 | 말 복지 관점에서 핵심은 '말을 억제하는 것'이 아니라 절차의 예측가능성과 통증·스트레스 관리이다.

### 기존 대응의 한계: 기본 대책은 필요하지만 충분하지 않을 수 있다



핵심 포인트 | Standing sedation은 기본 대책이 아니라, 기본 대책으로 통제되지 않는 예외적 고위험 상황에서 검토된다.

### Standing sedation의 위치: 기본 대책이 아닌 제한적 수단



핵심 포인트 | 핵심은 진정을 쓸 수 있느냐가 아니라, 누가 판단하고 어떤 조건에서 어떻게 감독·기록하는가이다.

### 약물 사용의 위험관리: 회복기까지 절차로 통제해야 한다

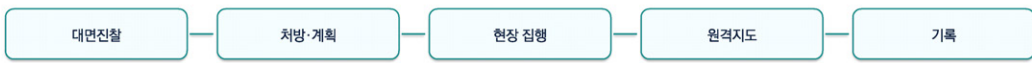
|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>진정의 기대 효과</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>시술 통제 가능성 향상</li> <li>작업자와 말의 급성 위험 감소</li> <li>과도한 물리적 보정 감소</li> <li>고위험 상황의 제한적 보조수단</li> </ul> | <p><b>주의해야 할 위험</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ataxia(운동실조)</li> <li>과진정·흥분 반응</li> <li>회복기 낙상 위험</li> <li>금지 판단 필요</li> </ul> | <p><b>감독이 필요한 이유</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>약물 선택·용량은 임상 판단</li> <li>추가 투여 금지</li> <li>회복기 관찰 필요</li> <li>Stop rule과 응급전환 기준 필요</li> </ul> |
|---|--|--|

참고 예: Detomidine gel 연구, Detomidine+opioid 병용 연구 등은 현장 진정 가능성과 동시에 회복기 ataxia 관리 필요성을 보여준다.

**핵심 포인트** | 진정은 작업 편의 수단이 아니라, 수의사 판단과 회복기 관리가 포함된 제한적 안전 절차이다.

### 핵심 개념 구분: 원격진료 vs 원격지도

|  |   |
|--|---|
| <p><b>원격진료 Telemedicine ✗</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>원격 수단으로 진단·치료결정·처방에 관여</li> <li>주치관계를 원격으로 새로 성립</li> <li>직접진찰-처방 원칙과 충돌 가능</li> <li>본 연구의 대상 아님</li> </ul> | <p><b>원격지도 Tele-supervision ✓</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>수의사 사전 대면진찰로 처방 이미 성립</li> <li>집행 단계에서 절차 이행을 감독</li> <li>실시간 영상·음성 지도</li> <li>본 연구의 핵심 제안</li> </ul> |
|--|---|



**핵심 포인트** | 원격지도는 직접진찰·처방을 대체하지 않고, 처방 이후 집행 단계의 안전·준법성 강화 장치로 위치한다.

## 해외 비교 1: 영국 — Schedule 3와 Under Care

### 위임 구조

Veterinary Surgeons Act 1966  
Schedule 3

수의사의 direction and supervision  
하에 제한적 위임

행위 범위의 목록화

### Under Care

수의사가 동물을 알고 있음

임상 책임 부담

수의사-보조인력-시설 관계 명확화

### 감독 수준 단계화

Direct supervision

General supervision

교육·역량평가와 위임 범위 연동

### 시사점

- 행위 범위 목록화 + 교육·역량 검증 + 감독 수준 단계화가 하나의 패키지로 설계된다.

핵심 포인트 | 영국 사례는 보조인력 활용이 '무조건 허용'이 아니라, 감독 수준과 역량 검증을 동반해야 함을 보여준다.

## 해외 비교 2: 미국·일본 — 주치관계와 운영요건

### 미국: VCPR과 Telehealth

VCPR(Veterinary-Client-Patient Relationship)을 핵심 전  
제로 설정

원격 수단만으로 VCPR 신규 성립에는 제한

주별 규율 차이는 있으나 임상 책임은 수의사 중심

전문인증제는 숙련도 검증 모델로 참고 가능

### 일본: 산업동물 원격진료와 보조인력

산업동물 영역에서 원격진료 운영·기록 요건 정비

愛玩動物看護師 국가자격화로 업무범위와 교육체계 명확화

운영요건과 보조인력 자격제도를 병행 추진

핵심 포인트 | 미국과 일본도 결국 주치관계 선형, 행위범위 명확화, 감독 책임, 기록 체계로 수렴한다.

### 영·미·일 비교 종합: 공통 설계 원칙

| 설계 축  | 핵심 의미               | 한국형 모델 반영               |
|-------|---------------------|-------------------------|
| 주치관계  | 사전 임상평가와 책임 성립      | 수의사 대면평가 선행             |
| 위임범위  | 보조인력이 할 수 있는 행위의 한계 | Positive list + 금지행위 명시 |
| 감독수준  | 현장·원격·사후감독의 구분      | 실시간 영상지도 + 대면전환 기준      |
| 기록·감사 | 절차 증빙과 분쟁 예방        | 체크리스트·감독 로그 보존          |
| 약물·응급 | 부작용과 응급전환 관리        | 1회분·잔량회수·Stop rule      |

핵심 포인트 | 해외 사례의 공통 결론은 원격·보조인력 활용을 허용하려면 5개 요소를 하나의 패키지로 설계해야 한다는 점이다.

### 직접진찰-처방 원칙과 현장 간극

#### 법령 원칙

- 수의사의 진료 독점
- 직접 진찰 후 처방 발급
- 적법성·안전성 담보
- 법제처 행정해석: 상담만으로 처방 불가 취지

#### 현장 현실

- 말 장애 현장은 농장·승마장·조련시설
- 수의사 상시 동행은 거리·비용·일정 조율 어려움
- 즉시 협진이 어려운 상황 반복
- 고위험 상황에서 합법 경로 병목

법제처 행정해석(2015) 취지: 수의사가 동물을 직접 진찰하지 않고 상담만으로 처방전 발급은 어렵다.

핵심 포인트 | 직접진찰 요건 완화가 아니라, 직접진찰 이후 집행 단계 감독체계를 명확히 하는 것이 설계의 출발점이다.

### 방문 AHT의 병목: 장소·지도·책임 요건

#### ① 장소 요건

동물병원 내 업무 전제  
승마장·목장·조련시설은 병원 외부  
방문형 운영과 충돌

#### ② 감독 방식

실시간 영상지도가 법률상 '지도'인지 불  
명확  
대면 지도와 원격지도 차이  
감독 로그 기준 필요

#### ③ 책임 귀속

사고·이상반응 책임 분담 필요  
수의사·AHT·장제사 역할 혼선  
분쟁 시 증빙력 확보 필요

#### 결론

• 방문 AHT+원격지도 모델은 현행 규정의 단순 확장이 아니라, 특례 또는 시범사업 근거를 전제로 제한적으로 검토해야 한다.

핵심 포인트 | 장소·지도·책임 병목을 해결하지 않으면 수의사와 AHT 모두 참여를 기피할 수밖에 없다.

### 설계 원칙: 직접진찰 유지 + 집행감독 강화

#### 원칙 유지

직접진찰-처방 원칙은 유지한다

#### 범위 제한

일반 장애가 아니라 고위험·특수 상황에 한정한다

#### 권한 고정

임상 판단은 수의사에게 고정한다

#### 행위 제한

AHT는 준비·모니터링·기록·제한적 보조만 수행한다

#### 감사 가능성

SOP·영상·로그·기록으로 증빙력을 확보한다

대면평가

처방

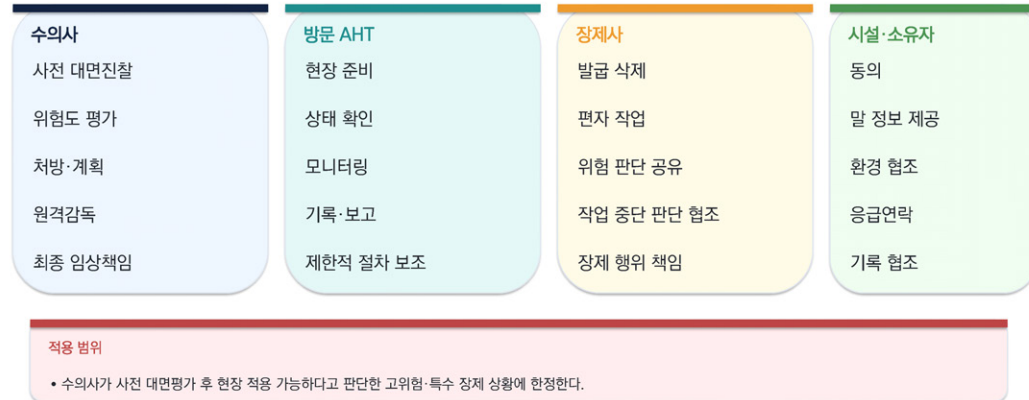
집행감독

기록

감사

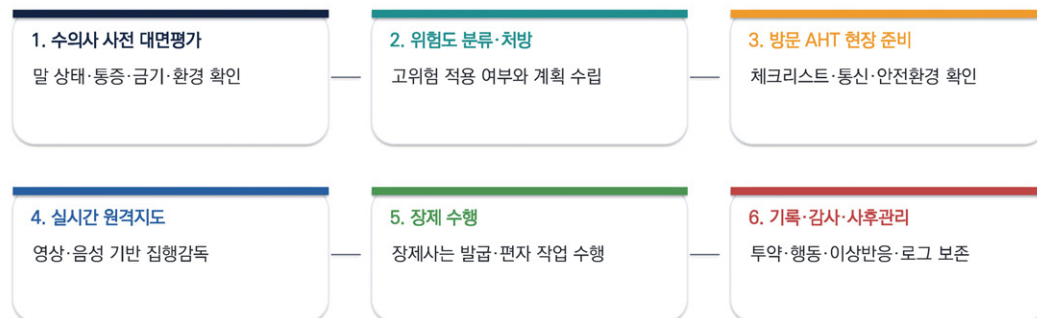
핵심 포인트 | 설계의 핵심은 원칙을 낮추는 것이 아니라, 집행 단계의 통제 수준을 높이는 것이다.

## 한국형 하이브리드 모델: 수의사 주도팀



핵심 포인트 | AHT는 독자 판단자가 아니라 수의사 중심 팀 안에서 현장 보조·기록·모니터링을 담당한다.

## 절차 흐름: 대면평가에서 사후관리까지



핵심 포인트 | 원격지도는 절차 중간에 끼워 넣는 장치가 아니라, 사전평가·현장준비·기록까지 이어지는 운영체계의 일부이다.

## 약물 집행 체인 6단계: 1회분 원칙과 폐쇄형 관리



### 허용 가능 범위

수 의사 사전 설계 1회분

도포·경구 투여 중심

실시간 확인·모니터링·기록

### 금지·제외 범위

약물 선택·용량 변경·추가 투여

주사·침습 술기

AHT 독자 판단

핵심 포인트 | 약물 사용을 확대하는 것이 아니라, 처방 이후 과정을 제한적이고 투명하게 관리하는 것이 핵심이다.

## 역할·책임 분담: 책임을 흐리는 구조가 아니라 명확히 나누는 구조

| 업무       | 수 의사 | 방문 AHT | 장제사 | 시설·소유자 |
|----------|------|--------|-----|--------|
| 대면평가·처방  | A/R  | I      | C   | C      |
| 현장 준비    | C    | A/R    | C   | R      |
| 약물 집행 지도 | A    | R      | I   | I      |
| 장제 수행    | C    | I      | A/R | I      |
| 모니터링·기록  | A    | R      | C   | I      |
| 이상반응 대응  | A/R  | R      | C   | I      |
| 기록보존·감사  | A    | R      | C   | C      |

A=최종책임 / R=실행책임 / C=협의 / I=통보 | 임상결정의 A는 항상 수 의사에게 고정

핵심 포인트 | 임상 판단은 수 의사에게 고정하고, AHT는 절차 이행·모니터링·기록 보존으로 제한한다.

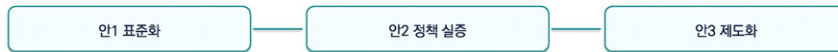
## SOP와 Stop rule: 중단 기준이 있어야 안전한 절차가 된다



핵심 포인트 | SOP의 핵심은 절차를 계속 진행하는 방법이 아니라, 언제 멈춰야 하는지를 명확히 하는 것이다.

## 정책대안 비교: 표준화 → 실증 → 제도화

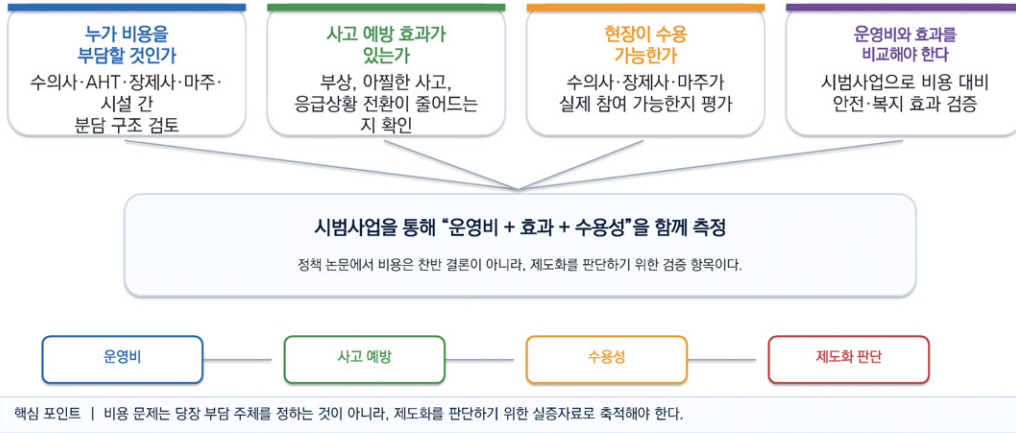
| 평가 기준     | 안1 행정지침      | 안2 특례·시범        | 안3 모범 개정 |
|-----------|--------------|-----------------|----------|
| 목표        | SOP·동의·기록 정비 | 방문 AHT 제한 운영 검증 | 상설 제도화   |
| 법적 정합성    | 높음           | 특례 전제           | 완전       |
| 집행 가능성    | 즉시           | 중기              | 장기       |
| 비용·수용성    | 낮음           | 중간              | 높음       |
| 데이터 축적    | 기초           | 강함              | 제도 내장    |
| AHT 현장 투입 | 미포함          | 제한적             | 상설       |



핵심 포인트 | 현실적 경로는 즉시 입법이 아니라, 안1로 표준화하고 안2로 데이터를 축적한 뒤 안3을 검토하는 순차 전략이다.

### 비용은 결론이 아니라 검증해야 할 정책 근거이다

비용 논의의 목적은 담당 부처 주체를 확정하는 것이 아니라, 제도화 가능성을 판단할 근거를 만드는 데 있다.



### KPI와 실행 로드맵: 데이터가 있어야 제도화가 가능하다



핵심 포인트 | 파일럿 KPI는 안2의 운영 범위와 안3의 입법 타당성을 판단하는 근거가 된다.

### 결론: 고위험 장애 현장을 안전·복지 시스템으로 관리하자

#### 결론 1

직접진찰-처방 원칙은 유지한다  
원격처방이 아니다

#### 결론 2

원격지도는 집행 단계 감독 도구이다  
사전 대면평가 이후에만 작동한다

#### 결론 3

SOP·기록·감사 기반으로 단계적 도입한다  
안1→안2→안3 순차 전략

고위험 장애 현장은 개인 숙련만으로 해결할 문제가 아니라,  
법·인력·기술·절차가 결합된 안전·복지 시스템으로 관리되어야 한다.



핵심 포인트 | 핵심은 진정의 확대가 아니라, 고위험 장애 현장의 책임 있는 협진·감독 구조를 만드는 것이다.

# 난지축산연구센터 말 연구 현황

최재영  
(난지축산연구센터)

## Curriculum Vitae

- ▶ 2019~현재 국립축산과학원 농업연구사
- ▶ 2015~2022 부산대학교 이학박사
- ▶ 2013~2015 부산대학교 이학석사
- ▶ 2006~2013 부산대학교 이학사





난지축산연구센터  
말 연구 현황

2026. 7. 9.

최재영

난지축산연구센터

## Contents

---

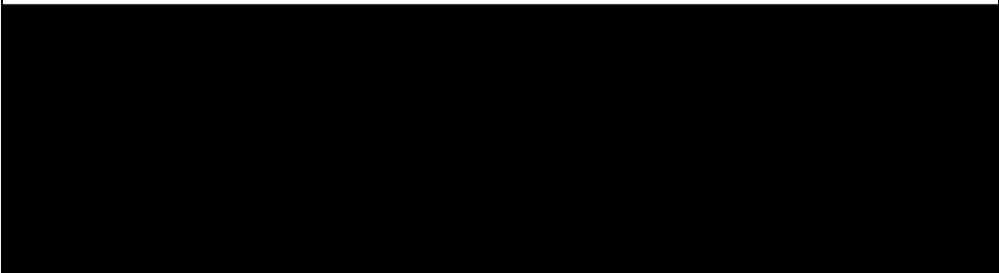
1 RDA승용마

---

2 난지축산연구센터 말 연구 현황

---

# 1 RDA승용마



## 국내 말 산업

국내 말 산업의 주요 형태



더러브릿 경마



제주마 경마



스포츠 승마



재활 승마



레저용 승마

## 국내 말 산업

### 제주마 경마 전면 시행

news1 구독

#### 제주경마장, 내년부터 '제주마 경주' 전면 시행...한라마 경주 중단

입력 2022.08.31. 오전 11:31 · 수정 2022.08.31. 오전 11:32 · 기사원문

김승남 기자 >

추천 댓글

공유



한국마사회 제주지역본부는 내년 1월부터 제주경마장에서 한라마 경주를 중단하고, 제주마 경주를 전면 시행한다고 31일 밝혔다. 제주시 애월읍 곡지해수욕장에서 열린 '곡지해변을 도르(달리는)馬' 행사에서 제주마와 기수들이 해변을 달리고 있다. 2019.7.7/뉴스1 © News1 DB

## 국내 말 산업

### 제3차 말 산업 육성 종합계획

아시아경제 구독

#### 2026년 정기 승마인구 8만명으로...승마산업 5000억원 키운다

입력 2022.06.30. 오전 11:00 · 수정 2022.06.30. 오전 11:01 · 기사원문

김혜원 기자 >

1 댓글

공유

#### | 제3차(2022~2026) 말산업 육성 종합계획



## RDA승용마

### RDA승용마의 육성 목적

- 국내 최초로 단일 축종인 말에 대해 말산업육성법 제정(2011.9.)
- 과거 국내 승마 산업은 미미한 수준이었으나 점차 성장 추세
- 국내 승용마의 경우 **외국에서 수입한 말** 또는 **경마용 말**을 대부분 활용하고 있어서 **승용마로 육성된 고유의 품종 개발이 필요함**



<흑색>



<흑백 얼루기>

RDA 승용마 모색 특성

## RDA승용마

### RDA승용마 육성 현황

#### ○ 개량 목표

- 체고 : 145~150cm, 체형은 체고 대 체장이 1:1인 장방형
- 털색 : 흑색, 흑백얼루기
- 품성이 온순하고 지구력이 좋은 말

#### ○ 흑모색 및 얼루기 유전자 분석으로 모색 고정

- 흑색계열 생산율 : ('14) 93% → ('16) 100%
- 흑모색 유전자 고정( $E^*E^*$ ) : ('14) 39% → ('16) 69% → ('26) 92%

#### ○ 품성 평가 기법 개발 연구

- 기질 평가 및 접촉 평가
- 품성 연관 유전자 및 신경전달물질 분석



<번식용 승용마>



<승용마 방목>

## RDA승용마

국내에서 활용중인 승용마 품종 별 특성

| 구분         | 웜블러드  |  | 한라마   |  | RDA승용마(3세대)   |  |
|------------|---|--|---|--|---|--|
| 사진         |  |  |  |  |  |  |
| 품종<br>기원   | 핫블러드 X 콜드블러드  |  | 더러브렛 X 제주마  |  | 더러브렛 X 제주마  |  |
| 활용         | 스포츠 승마용   |  | 생활 승마용  |  | 생활 승마용  |  |
| 체형         | 체고: 162~167cm   |  | 체고: 140~150cm   |  | 체고: 140~145cm   |  |
| 모색         | 흑색, 갈색, 밤색, 흑갈색,<br>적갈색, 회색 등 다양  |  | 흑색, 갈색, 밤색, 흑갈색,<br>적갈색, 회색 등 다양  |  | 흑색, 흑백 얼룩기  |  |
| 모색<br>유전자형 | MC1R*<br>ASIP**   | E <sup>E</sup> /E <sup>E</sup> , E <sup>E</sup> /E <sup>e</sup> , E <sup>e</sup> /E <sup>e</sup><br>A <sup>A</sup> /A <sup>A</sup> , A <sup>A</sup> /A <sup>a</sup> , A <sup>a</sup> /A <sup>a</sup> | MC1R<br>ASIP  | E <sup>E</sup> /E <sup>E</sup> , E <sup>E</sup> /E <sup>e</sup> , E <sup>e</sup> /E <sup>e</sup><br>A <sup>A</sup> /A <sup>A</sup> , A <sup>A</sup> /A <sup>a</sup> , A <sup>a</sup> /A <sup>a</sup> | MC1R<br>ASIP  | E <sup>E</sup> /E <sup>E</sup><br>A <sup>a</sup> /A <sup>a</sup> |

\*색소세포 자극 호르몬 수용체(MC1R, melanocyte stimulating hormone receptor)

\*\*아구티 신호 단백질(ASIP, agouti signaling protein)

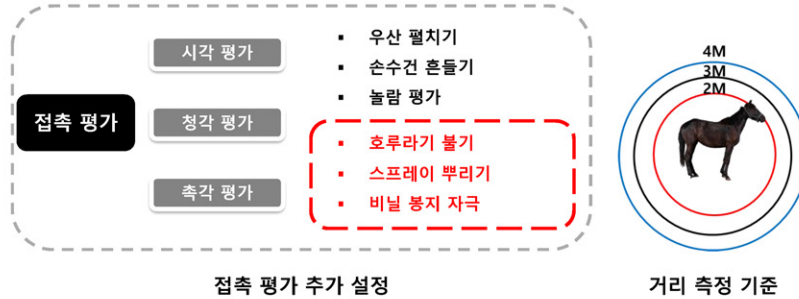
2

## 난지축산연구센터 말 연구 현황

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

- **접촉 평가 항목 추가 설정** 및 기존 방식과의 **상관성** 분석
  - **촉각**(비닐 봉투, 에어 스프레이), **청각**(호루라기)에 대한 배점 설정
  - 기질 평가 5항목과 접촉 평가 5항목간 상관성 분석
  - 공시축 : RDA승용마 46두(21년생 26두, 22년생 20두)



## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

- **접촉 평가 항목 추가 설정** 및 기존 방식과의 **상관성** 분석

표1. 품성 평가 항목별 상관성 분석

|       | 온순성      | 인내성      | 공격성      | 과민성      | 대인친화성   | 손수건     | 우산    | 비닐       | 스프레이    | 호루라기 |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|-------|----------|---------|------|
| 온순성   |          |          |          |          |         |         |       |          |         |      |
| 인내성   | 0.857*** |          |          |          |         |         |       |          |         |      |
| 공격성   | 0.876*** | 0.848*** |          |          |         |         |       |          |         |      |
| 과민성   | 0.789*** | 0.813*** | 0.737*** |          |         |         |       |          |         |      |
| 대인친화성 | 0.883*** | 0.865*** | 0.806*** | 0.683*** |         |         |       |          |         |      |
| 손수건   | 0.062    | 0.176    | -0.004   | 0.212    | 0.125   |         |       |          |         |      |
| 우산    | 0.397**  | 0.409**  | 0.364*   | 0.345*   | 0.388** | 0.448** |       |          |         |      |
| 비닐    | 0.297*   | 0.097    | 0.225    | 0.293    | 0.204   | 0.049   | 0.202 |          |         |      |
| 스프레이  | 0.402**  | 0.245    | 0.26     | 0.432**  | 0.278   | -0.024  | 0.165 | 0.652*** |         |      |
| 호루라기  | 0.150    | -0.013   | 0.067    | 0.113    | 0.083   | -0.236  | 0.136 | 0.242    | 0.415** |      |

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

#### ○ 세대별 품성 평가 점수 비교 분석

- 2세대와 3세대 간 통계적으로 유의한 차이는 관찰되지 않음

표2. 세대별 품성 평가 비교 결과

| 항목                   | 2세대 (n=26)  | 3세대 (n=18)  | t value | p value |
|----------------------|-------------|-------------|---------|---------|
| 온순성 (Gentleness)     | 4.41 ± 0.68 | 4.37 ± 0.48 | 0.227   | 0.822   |
| 인내성 (Patience)       | 4.22 ± 0.79 | 4.11 ± 0.64 | 0.496   | 0.623   |
| 공격성 (Aggressiveness) | 4.51 ± 0.55 | 4.54 ± 0.31 | -0.186  | 0.853   |
| 민감성 (Sensitivity)    | 3.72 ± 0.73 | 3.87 ± 0.64 | -0.702  | 0.487   |
| 친화성 (Friendliness)   | 4.31 ± 0.72 | 4.15 ± 0.50 | 0.868   | 0.39    |
| 손수건                  | 3.13 ± 0.86 | 2.76 ± 0.80 | 0.163   | 0.871   |
| 우산                   | 1.59 ± 1.17 | 1.00 ± 0.89 | 1.47    | 0.151   |
| 비닐봉지                 | 3.43 ± 1.10 | 3.47 ± 1.08 | 1.76    | 0.087   |
| 에어스프레이               | 3.81 ± 1.25 | 4.24 ± 0.95 | -0.12   | 0.904   |
| 호루라기                 | 4.26 ± 0.94 | 4.32 ± 0.82 | -1.22   | 0.231   |

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

#### ○ 생애 시기 별 말의 기질 비교를 통한 평가 기준 설정

- 22년산 망아지(12개월령) 및 육성마(18, 24 30개월령) 시기 접촉 평가 점수 비교

- 기질 평가 5항목과 접촉 평가 5항목에 대한 평가

- 공시축 : RDA승용마 20두(22년생 20두)

- 조사 및 분석항목

\* 기질 평가 방법(시각) : 온순성, 인내성, 공격성, 과민성, 대인친화성

\* 접촉 평가 방법(시각) : 우산 펼치기, 손수건 흔들기

\* 접촉 평가 방법(촉각) : 에어 스프레이 분사, 비닐 봉투 자극

\* 접촉 평가 방법(청각) : 호루라기 불기

## RDA승용마 연구 현황

RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

- 생애 시기 별 말의 기질 비교를 통한 평가 기준 설정
  - 생애 시기별(12, 18, 24, 30개월) 접촉 평가 점수 비교

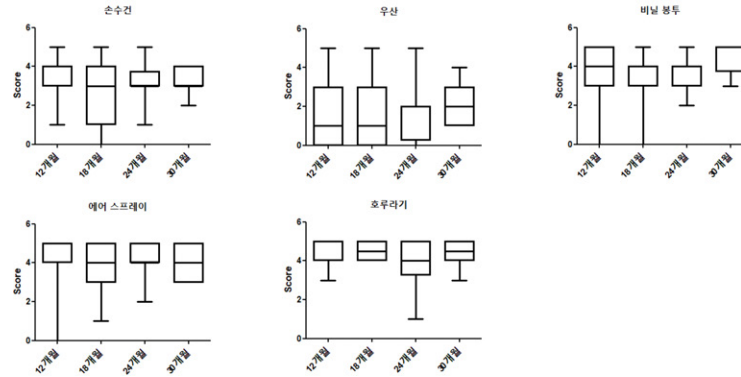
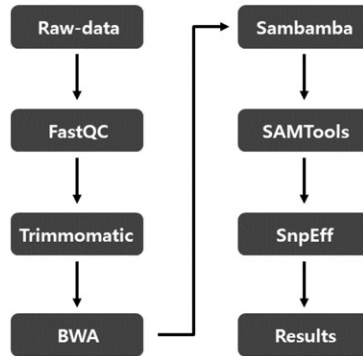


그림1. 생애 시기별 품성 평가 점수 변화

## RDA승용마 연구 현황

RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

- NGS 기법을 활용한 신경전달물질 및 품성 연관 변이 발굴
  - 전장 유전체 분석(Whole genome sequencing, WGS) 등을 활용한 후보 변이 발굴
  - 공시축 : 승용마 10두



분석 모식도

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

- NGS 기법을 활용한 신경전달물질 및 품성 연관 변이 발굴
  - 승용마(10두) DNA 채취 및 전장유전체 분석

표3. Mapped data Stats

| Sample ID | Ref.Length (bp) | Mapped Sites (>=1x) | Total reads | Mapped reads | Mapped Bases    | Mean Depth |
|-----------|-----------------|---------------------|-------------|--------------|-----------------|------------|
| S1        | 2,506,966,135   | 2,489,376,066       | 721,041,306 | 720,356,213  | 101,839,339,521 | 40.62      |
| S2        | 2,506,966,135   | 2,491,177,598       | 718,879,654 | 718,165,838  | 101,683,628,787 | 40.56      |
| S3        | 2,506,966,135   | 2,490,059,401       | 685,621,454 | 684,966,394  | 97,769,186,932  | 39.00      |
| S4        | 2,506,966,135   | 2,490,221,709       | 677,524,014 | 676,845,482  | 96,286,512,093  | 38.41      |
| S5        | 2,506,966,135   | 2,490,076,361       | 588,583,034 | 587,720,096  | 80,747,554,420  | 32.21      |
| S6        | 2,506,966,135   | 2,490,301,384       | 583,194,022 | 582,317,310  | 79,927,933,693  | 31.88      |
| S7        | 2,506,966,135   | 2,489,731,271       | 660,515,836 | 659,522,909  | 88,684,512,854  | 35.38      |
| S8        | 2,506,966,135   | 2,489,945,880       | 605,666,854 | 604,769,210  | 83,137,094,484  | 33.16      |
| S9        | 2,506,966,135   | 2,489,317,324       | 713,564,240 | 712,488,004  | 97,907,335,020  | 39.05      |
| S10       | 2,506,966,135   | 2,490,409,341       | 708,742,922 | 707,717,997  | 98,725,679,033  | 39.38      |

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

- NGS 기법을 활용한 승용마 내 품성 연관 유전자 및 변이 확인
  - 10두의 승용마에서 평균 580만개의 SNP를 발굴

표4. Summary of Variant Calling

| Sample ID | No. of SNPs | No. of Insertions | No. of Deletions |
|-----------|-------------|-------------------|------------------|
| S1        | 5,894,102   | 243,685           | 261,476          |
| S2        | 5,679,069   | 234,639           | 251,882          |
| S3        | 5,719,442   | 237,845           | 255,723          |
| S4        | 5,482,370   | 226,984           | 242,765          |
| S5        | 5,770,851   | 223,953           | 240,469          |
| S6        | 5,890,308   | 230,133           | 246,993          |
| S7        | 5,734,791   | 227,611           | 242,965          |
| S8        | 5,942,152   | 234,389           | 252,337          |
| S9        | 6,003,359   | 239,454           | 256,827          |
| S10       | 6,009,049   | 241,929           | 257,843          |

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

- NGS 기법을 활용한 승용마 내 품성 연관 유전자 및 변이 확인
- 말 신경전달물질 및 품성 연관 후보 유전자 38개 선발

표5. 후보 유전자 리스트

| No. | Gene   | Description of gene                                   | Reference | No. | Gene   | Description of gene                          | Reference |
|-----|--------|---|-----------|-----|--------|--|-----------|
| 1   | DRD2   | Dopamine receptor D2                                  | BRT       | 20  | COMT   | Catechol-O-methyltransferase                 | BRT       |
| 2   | DRD3   | Dopamine receptor D3                                  | BRT       | 21  | MAOA   | Monoamine oxidase A                          | BRT       |
| 3   | DDC    | Dopamine Decarboxylase                                | BRT       | 22  | MAOB   | Monoamine oxidase B                          | BRT       |
| 4   | NLN    | Neurolysin  | BRT       | 23  | HTR1A  | 5-Hydroxytryptamine receptor 1A              | BRT       |
| 5   | NTSR1  | Neurotensin receptor 1                                | BRT       | 24  | HTR1B  | 5-hydroxytryptamine receptor 1B              | BRT       |
| 6   | HTR2C  | 5-Hydroxytryptamine receptor 2C                       | BRT       | 25  | HTR2A  | 5-Hydroxytryptamine receptor 2A              | BRT       |
| 7   | TPH1   | Tryptophan hydroxylase 1                              | BRT       | 26  | HTR3A  | 5-Hydroxytryptamine receptor 3A              | BRT       |
| 8   | AVPR1A | Arginine vasopressin receptor 1A                      | BRT       | 27  | SLC6A4 | Solute carrier family 6 member 4             | BRT       |
| 9   | AVPR1B | Arginine vasopressin receptor 1B                      | BRT       | 28  | TPH2   | Tryptophan hydroxylase 2                     | BRT       |
| 10  | EBAG9  | Estrogen receptor binding site associated, antigen, 9 | BRT       | 29  | AR     | Androgen receptor                            | BRT       |
| 11  | ESRRA  | Estrogen-related receptor alpha                       | BRT       | 30  | ESR1   | Estrogen receptor 1                          | BRT       |
| 12  | ESRRG  | Estrogen-related receptor gamma                       | BRT       | 31  | ESR2   | Estrogen receptor 2 (estrogen receptor beta) | BRT       |
| 13  | GPBR1  | G protein-coupled estrogen receptor 1                 | BRT       | 32  | BDNF   | Brain derived neurotrophic factor            | BRT       |
| 14  | FOXP2  | Forkhead box P2                                       | BRT       | 33  | CREB1  | cAMP responsive element binding protein      | BRT       |
| 15  | DRD5   | Dopamine receptor D5                                  | BRT       | 34  | DRD4   | Dopamine receptor D4                         | 품성        |
| 16  | NTS    | Neurotensin   | BRT       | 35  | IGF1   | Insulin like growth factor 1                 | 개의 겁      |
| 17  | AVPR2  | Arginine vasopressin receptor 2                       | BRT       | 36  | HMG2   | High mobility group A2                       | 개의 겁      |
| 18  | DRD1   | Dopamine receptor D1                                  | BRT       | 37  | GNAT3  | G Protein Subunit Alpha Transducin 3         | 개의 겁      |
| 19  | DBH    | Dopamine beta-hydroxylase                             | BRT       | 38  | CD36   | cluster of differentiation 36                | 개의 겁      |

(BRT : Song et al. 2017, 품성 : Hill et al. 2010, 개의 겁 : Zapata et al. 2016)

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

- neurotransmitter 연관 변이 발굴 및 기질 특성과 비교 분석
- DDC\_rs69612064, GNAT3\_rs395660537, NLN\_rs1148100304 유전자형이 고정
- 대부분의 변이에서 유전자형 빈도가 0.8이상으로 확인 됨

표6. Neurotransmitter 연관 변이 유전자형 빈도

|                     | No | Allele frequency |       |       | Genotype frequency |       |  |
|---------------------|----|------------------|-------|-------|--------------------|-------|--|
|                     |    | T                | C     | TT    | TC                 | CC    |  |
| AR_rs396154649      | 46 | 0.076            | 0.924 | 0.891 | 0.065              | 0.043 |  |
| COMT_rs3431120406   | 46 | C                | T     | CC    | CT                 | TT    |  |
|                     |    | 0.957            | 0.043 | 0.913 | 0.087              | 0.000 |  |
| DBH_rs393793869     | 46 | A                | G     | AA    | AG                 | GG    |  |
|                     |    | 0.011            | 0.989 | 0.000 | 0.022              | 0.978 |  |
| DDC_rs69612064      | 46 | C                | A     | CC    | CA                 | AA    |  |
|                     |    | 0.000            | 1.000 | 0.000 | 0.000              | 1.000 |  |
| DRD5_rs68544698     | 46 | T                | A     | TT    | TA                 | AA    |  |
|                     |    | 0.935            | 0.065 | 0.870 | 0.130              | 0.000 |  |
| DRD5_rs68544696     | 46 | A                | T     | AA    | AT                 | TT    |  |
|                     |    | 0.543            | 0.457 | 0.283 | 0.522              | 0.196 |  |
| ESR1_rs69463001     | 46 | A                | C     | AA    | AC                 | CC    |  |
|                     |    | 0.598            | 0.402 | 0.304 | 0.587              | 0.109 |  |
| GNAT3_rs395660537   | 46 | G                | A     | GG    | GA                 | AA    |  |
|                     |    | 1.000            | 0.000 | 1.000 | 0.000              | 0.000 |  |
| NLN_rs69182332      | 46 | A                | G     | AA    | AG                 | GG    |  |
|                     |    | 0.098            | 0.902 | 0.022 | 0.152              | 0.826 |  |
| NLN_rs394249960     | 46 | T                | C     | TT    | TC                 | CC    |  |
|                     |    | 0.130            | 0.870 | 0.000 | 0.283              | 0.717 |  |
| NLN_rs1148100304    | 46 | C                | T     | CC    | CT                 | TT    |  |
|                     |    | 0.000            | 1.000 | 0.000 | 0.000              | 1.000 |  |
| SLC6A4_rs1139567503 | 46 | A                | C     | AA    | AC                 | CC    |  |
|                     |    | 0.109            | 0.891 | 0.783 | 0.217              | 0.000 |  |

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

○ 세대별 품성연관 유전자 **유전자형 빈도** 비교 분석

- 세대 간 유전자형 분포 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 확인

표7. 세대별 유전자형 빈도 비교 결과

| 유전자  | Genotype | 2세대 (%) | 3세대 (%) | $\chi^2$ | p     | 유전자    | Genotype | 2세대 (%) | 3세대 (%) | $\chi^2$ | p     |
|------|----------|---------|---------|----------|-------|--------|----------|---------|---------|----------|-------|
| AR   | TT       | 92.6    | 84.2    | 0.96     | 0.623 | DDC_2  | CC       | 66.7    | 68.4    | 0.24     | 0.887 |
|      | TC       | 3.7     | 10.5    |          |       |        | CA       | 25.9    | 21.1    |          |       |
|      | CC       | 3.7     | 5.3     |          |       |        | AA       | 7.4     | 10.5    |          |       |
| COMT | CC       | 85.2    | 100     | 1.5      | 0.221 | DRD5_1 | TT       | 85.2    | 89.5    | 0        | 1     |
|      | CT       | 14.8    | 0       |          |       |        | TA       | 14.8    | 10.5    |          |       |
| DBH  | GG       | 96.3    | 100     | 0        | 1     | DRD5_2 | AA       | 22.2    | 36.8    | 3.06     | 0.217 |
|      | AG       | 3.7     | 0       |          |       |        | AT       | 63      | 36.8    |          |       |
|      |          |         |         |          |       |        | TT       | 14.8    | 26.3    |          |       |

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

○ neurotransmitter 연관 변이 발굴 및 기질 특성과 비교 분석

- COMT(rs3431120406), DRD5(rs68544698)변이는 호루라기 불기와 연관성이 있음

표8. 유전자 변이에 따른 접촉 평가 점수

| Gene Symbol | SNPs ID      | Genotype | 손수건       | 우산        | 비닐        | 스프레이      | 호루라기                   |
|-------------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| AR          | rs306154649  | TT       | 3.02±0.80 | 1.38±1.28 | 3.41±1.26 | 3.96±1.17 | 4.23±0.96              |
|             |              | TC       | 3.00±0.82 | 1.67±0.47 | 3.67±0.47 | 4.67±0.47 | 4.67±0.47              |
|             |              | CC       | 2.00±0.00 | 0.25±0.25 | 3.75±0.25 | 3.50±0.50 | 4.75±0.25              |
| COMT        | rs3431120406 | CC       | 2.98±0.82 | 1.37±1.29 | 3.51±1.13 | 4.05±1.09 | 4.35±0.82 <sup>*</sup> |
|             |              | CT       | 3.00±0.71 | 1.13±0.54 | 2.75±1.68 | 3.38±1.39 | 3.63±1.56 <sup>*</sup> |
| DBH         | rs393793869  | AG       | 3.00±0.00 | 0.00±0.00 | 2.00±0.00 | 2.00±0.00 | 4.00±0.00              |
|             |              | GG       | 2.98±0.82 | 1.38±1.24 | 3.48±1.20 | 4.03±1.11 | 4.29±0.94              |
| DDC         | rs69612064   | AA       | 2.98±0.81 | 1.35±1.24 | 3.45±1.20 | 3.99±1.13 | 4.28±0.93              |
|             |              | TT       | 2.95±0.85 | 1.40±1.24 | 3.54±1.13 | 4.08±1.06 | 4.34±0.83 <sup>*</sup> |
| DRD5        | rs68544696   | TA       | 3.17±0.47 | 1.00±1.19 | 2.83±1.49 | 3.42±1.43 | 3.92±1.37 <sup>*</sup> |
|             |              | AA       | 2.73±0.80 | 1.31±0.97 | 3.62±1.11 | 4.04±1.18 | 4.35±1.06              |
|             | rs68544698   | AT       | 3.17±0.75 | 1.56±1.45 | 3.52±1.09 | 3.94±0.97 | 4.38±0.60              |
|             |              | TT       | 2.83±0.88 | 0.83±0.71 | 3.00±1.47 | 4.06±1.42 | 3.94±1.30              |

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

○ neurotransmitter 연관 변이 발굴 및 기질 특성과 비교 분석

- ESR1(rs69463001)의 유전자형에 따라 호루라기 불기와 유의적 차이 있음

표9. 유전자 변이에 따른 접착 평가 점수

| Gene Symbol | SNPs ID      | Genotype | 손수건       | 우산        | 비닐        | 스프레이      | 호루라기        |
|-------------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| ESR1        | rs69463001   | AA       | 2.79±0.96 | 1.21±1.35 | 3.39±1.18 | 4.25±0.98 | 4.68±0.45** |
|             |              | AC       | 3.07±0.74 | 1.52±1.19 | 3.41±1.30 | 3.93±1.23 | 4.09±1.07** |
|             |              | CC       | 3.00±0.63 | 0.80±0.98 | 3.80±0.40 | 3.60±0.80 | 4.20±0.75** |
| GNAT3       | rs395660537  | GG       | 2.98±0.81 | 1.35±1.24 | 3.45±1.20 | 3.99±1.13 | 4.28±0.93   |
|             |              | AA       | 4.00±0.00 | 3.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 4.00±0.00   |
| NLN         | rs69182332   | AG       | 2.79±0.52 | 1.36±1.22 | 3.79±0.36 | 3.86±0.35 | 4.21±0.65   |
|             |              | GG       | 2.99±0.85 | 1.30±1.23 | 3.45±1.24 | 4.09±1.13 | 4.30±0.98   |
|             | rs394249960  | TC       | 2.81±0.89 | 1.15±0.99 | 3.23±0.85 | 3.88±0.79 | 4.08±1.05   |
|             |              | CC       | 3.05±0.77 | 1.42±1.32 | 3.53±1.31 | 4.03±1.24 | 4.36±0.86   |
|             | rs1148100304 | TT       | 2.98±0.81 | 1.35±1.24 | 3.45±1.20 | 3.99±1.13 | 4.28±0.93   |
| SLC6A4      | rs1136657503 | AA       | 3.03±0.82 | 1.40±1.34 | 3.42±1.27 | 3.89±1.22 | 4.29±0.82   |
|             |              | AC       | 2.80±0.75 | 1.15±0.78 | 3.55±0.91 | 4.35±0.63 | 4.25±1.25   |

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

○ neurotransmitter 연관 변이 발굴 및 기질 특성과 비교 분석

- COMT(rs3431120406) 변이는 공격성, 대인 친화성과 유의적인 차이가 있었음

표10. 유전자 변이에 따른 기질 평가 점수

| Gene Symbol | SNPs ID      | Genotype  | 온순성        | 인내성       | 공격성       | 과민성       | 대인친화성      |
|-------------|--------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| AR          | rs396154649  | TT        | 4.38±0.60  | 4.17±0.70 | 4.51±0.45 | 3.75±0.66 | 4.23±0.64  |
|             |              | TC        | 4.89±0.16  | 4.89±0.16 | 5.00±0.00 | 4.56±0.42 | 4.78±0.16  |
|             |              | CC        | 3.83±0.17  | 3.17±0.17 | 4.00±0.33 | 3.33±0.67 | 3.67±0.00  |
| COMT        | rs3431120406 | CC        | 4.42±0.54* | 4.19±0.68 | 4.53±0.43 | 3.80±0.64 | 4.26±0.56* |
|             |              | CT        | 4.17±0.96* | 4.00±1.00 | 4.50±0.69 | 3.58±0.98 | 4.08±1.09* |
| DBH         | rs393793869  | AG        | 4.33±0.00  | 4.33±0.00 | 4.33±0.00 | 3.67±0.00 | 4.33±0.00  |
|             |              | GG        | 4.40±0.60  | 4.17±0.72 | 4.53±0.46 | 3.79±0.69 | 4.24±0.64  |
| DRD5        | rs69612064   | AA        | 4.39±0.60  | 4.17±0.72 | 4.52±0.46 | 3.78±0.68 | 4.24±0.63  |
|             |              | TT        | 4.44±0.59  | 4.21±0.71 | 4.53±0.47 | 3.83±0.70 | 4.28±0.63  |
|             | rs68544696   | TA        | 4.11±0.57  | 3.94±0.70 | 4.50±0.37 | 3.50±0.50 | 4.00±0.54  |
|             |              | AA        | 4.59±0.42  | 4.21±0.52 | 4.64±0.31 | 3.81±0.60 | 4.41±0.53  |
|             | rs68544698   | AT        | 4.26±0.74  | 4.08±0.89 | 4.42±0.55 | 3.73±0.81 | 4.15±0.76  |
| TT          | 4.44±0.22    | 4.37±0.37 | 4.59±0.31  | 3.89±0.38 | 4.22±0.22 |           |            |

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

- neurotransmitter 연관 변이 발굴 및 기질 특성과 비교 분석

표11. 유전자 변이에 따른 기질 평가 점수

| Gene Symbol | SNPs ID      | Genotype | 온순성       | 인내성       | 공격성       | 과민성       | 대인친화성     |
|-------------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ESR1        | rs69463001   | AA       | 4.38±0.66 | 4.18±0.76 | 4.59±0.54 | 3.74±0.67 | 4.26±0.66 |
|             |              | AC       | 4.45±0.52 | 4.22±0.66 | 4.50±0.43 | 3.78±0.71 | 4.28±0.58 |
|             |              | CC       | 4.13±0.69 | 3.93±0.83 | 4.47±0.34 | 3.93±0.53 | 4.00±0.73 |
| GNAT3       | rs395660537  | GG       | 4.39±0.60 | 4.17±0.72 | 4.52±0.46 | 3.78±0.68 | 4.24±0.63 |
|             |              | AA       | 5.00±0.00 | 5.00±0.00 | 5.00±0.00 | 3.50±0.00 | 5.00±0.00 |
| NLN         | rs69182332   | AG       | 4.29±0.42 | 3.86±0.47 | 4.43±0.39 | 3.71±0.45 | 4.10±0.39 |
|             |              | GG       | 4.40±0.62 | 4.21±0.74 | 4.53±0.47 | 3.81±0.73 | 4.25±0.66 |
|             | rs394249960  | TC       | 4.36±0.42 | 4.05±0.61 | 4.44±0.40 | 3.64±0.59 | 4.18±0.50 |
|             |              | CC       | 4.41±0.65 | 4.23±0.75 | 4.56±0.47 | 3.84±0.71 | 4.27±0.67 |
|             | rs1148100304 | TT       | 4.39±0.60 | 4.17±0.72 | 4.52±0.46 | 3.78±0.68 | 4.24±0.63 |
| SLC6A4      | rs1139567503 | AA       | 4.41±0.59 | 4.2±0.71  | 4.52±0.45 | 3.79±0.70 | 4.27±0.61 |
|             |              | AC       | 4.33±0.61 | 4.1±0.73  | 4.53±0.48 | 3.77±0.63 | 4.13±0.69 |

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

- **신경전달물질(코티솔)활용 품성 평가 점수** 및 변이와의 연관성 비교
  - 국내산 승용마의 신경전달물질 연관 변이와 코티솔간 연관성 분석
  - 공시축 : 국내산 승용마 16두(21년생 및 22년생)
  - 조사 및 분석항목
    - \* 기질 평가 5항목과 접촉 평가 5항목, 변이 12개, 코티솔 수치 비교

## RDA승용마 연구 현황

### RDA승용마 기질 연관 특성 구명 연구

#### ○ 후보 변이, 품성 평가 및 신경전달 물질 연관성 분석

- 코티솔 수치는 품성평가 점수에 대해 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않음

\* 품성 특성이 단기적 스트레스 지표보다는 반복적·누적된 생리·환경 요인의 영향을 받을 가능성을 시사

표12. 항목별 상관성 분석

|          | Cortisol | 순수건    | 우산    | 비닐     | 스프레이   | 호루라기  | 온순성     | 인내성     | 공격성     | 과민성     | 대문조화성 |
|----------|----------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Cortisol |          |        |       |        |        |       |         |         |         |         |       |
| 순수건      | 0.016    |        |       |        |        |       |         |         |         |         |       |
| 우산       | -0.378   | 0.289  |       |        |        |       |         |         |         |         |       |
| 비닐       | -0.011   | -0.107 | 0.030 |        |        |       |         |         |         |         |       |
| 스프레이     | -0.043   | -0.070 | 0.235 | 0.607* |        |       |         |         |         |         |       |
| 호루라기     | 0.131    | -0.259 | 0.200 | 0.633* | 0.732* |       |         |         |         |         |       |
| 온순성      | 0.138    | 0.099  | 0.479 | 0.234  | 0.735* | 0.455 |         |         |         |         |       |
| 인내성      | 0.018    | 0.150  | 0.474 | -0.009 | 0.538* | 0.163 | 0.829** |         |         |         |       |
| 공격성      | 0.051    | 0.027  | 0.379 | 0.008  | 0.421  | 0.194 | 0.695*  | 0.803** |         |         |       |
| 과민성      | 0.169    | 0.405  | 0.465 | 0.128  | 0.478  | 0.262 | 0.735** | 0.841** | 0.687** |         |       |
| 대문조화성    | 0.094    | 0.129  | 0.461 | 0.169  | 0.619  | 0.218 | 0.819** | 0.804** | 0.683** | 0.628** |       |

감사합니다

# Neurophysiological and Emotional Effects of Equine-Assisted Activities

정 용 욱

Jung, Youngwook

(경북대학교)

(Kyungpook National University)

## Curriculum Vitae

- ▶ 2022~2026 경북대학교 대학원(축산BT학과) Animal Biology 농학박사
- ▶ 2020~2022 경북대학교 대학원(축산BT학과) Animal Science 농학석사
- ▶ 2014~2020 경북대학교 말/특수동물학과 및 축산학과 농학사





# Neurophysiological and Emotional Effects of Equine-Assisted Activities

**Youngwook Jung**

Department of Animal Science and Biotechnology,  
Kyungpook National University, Republic of Korea

Advisor:

*Prof. Minjung Yoon (Department of Horse, Companion, and Wild Animal Science)*



## Contents

- Introduction
- Materials and Methods
- Results and Discussion
- Conclusions
- Acknowledgement
- References



## Introduction



Chronic **stress** causes adverse psychological and physiological effects  
(Faucher et al., 2023).



Pharmacological treatments may have side effects.  
→ Growing need for **alternative approaches**



**Animal-assisted interventions (AAIs)** have emerged as a **complementary approach** for promoting psychological well-being.

3 / 40

## Introduction



- Highly sensitive to environmental and human signals
- Responsive to behavioral and emotional cues
- Capable of affiliative bonding

**Suitable for providing feedback on human states**

(Hama et al., 1996; Merckies et al., 2014; Smith et al., 2016; Smith et al., 2018; Trösch et al., 2019)

4 / 40

## Introduction

### Importance of integrating psychological and neurophysiological measures

- Psychological benefits of AAls are consistently reported (Pendry et al., 2018; Wood et al., 2018).
- However, psychological improvements do not always correspond with physiological changes (Ein et al., 2018; Huber et al., 2024).
- Studies integrating psychological and neurophysiological measures remain limited.



Psychological states



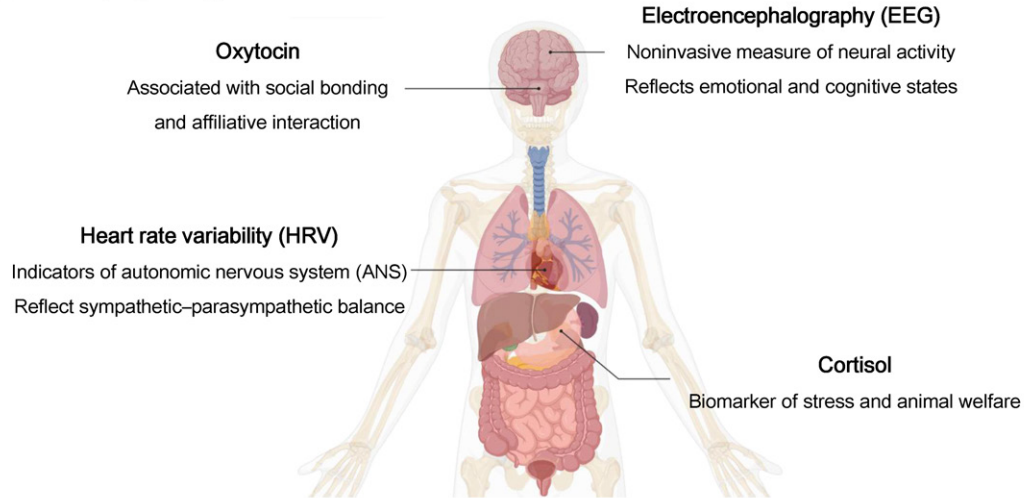
Neurophysiological states

A multimodal approach integrating self-reported psychological states with neurophysiological indicators may better capture the effects of AAls.

5 / 40

## Introduction

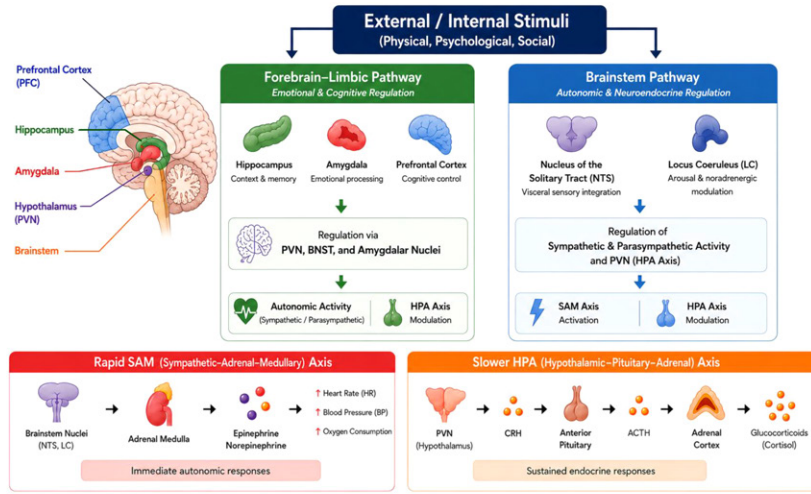
### Neurophysiological markers in AAls



6 / 40

# Introduction

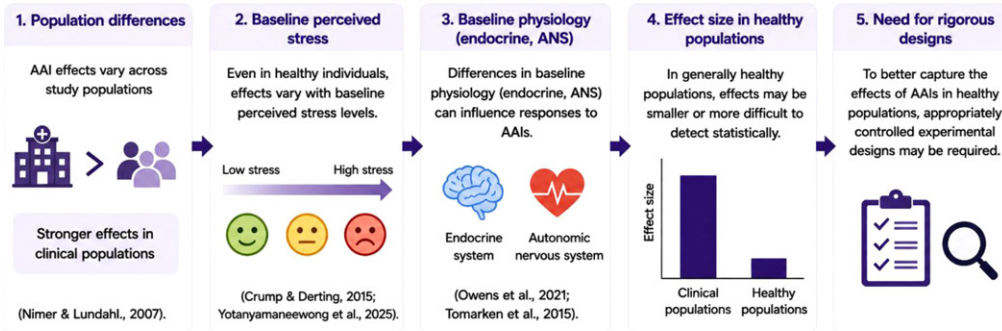
## Neurophysiological mechanisms of stress response



7 / 40

# Introduction

## Variability in AAI effects across populations and conditions



## Welfare of participating animals

- Monitoring **physiological responses** is essential in AAIs to determine whether these interventions compromise **animal welfare**.
- Salivary biomarkers** are widely used to assess endocrine responses in animals during HAIs (Kapteijn et al., 2025).

8 / 40

## Introduction

### Objectives of this study

- To investigate emotional, endocrine, neural, and autonomic responses in humans under experimentally induced stress during EAls
- To assess endocrine responses in horses during EAls

### ✓ Hypotheses

- 1 Short-term EAls are hypothesized to improve psychological and neurophysiological outcomes in normal individuals under experimentally induced stress.
- 2 Participation in EAls is hypothesized not to adversely affect the welfare of participating horses.

9 / 40

## Materials and Methods

### Participants

- 18 students (9 males, 9 females; 22.22 [2.691] years)

### Ethical approvals

- 6 horses (1 stallion, 5 mares; 15.83 [2.317] years)
- Two Thoroughbreds, two Haflingers, and two Quarter Horses



### Ethical approvals

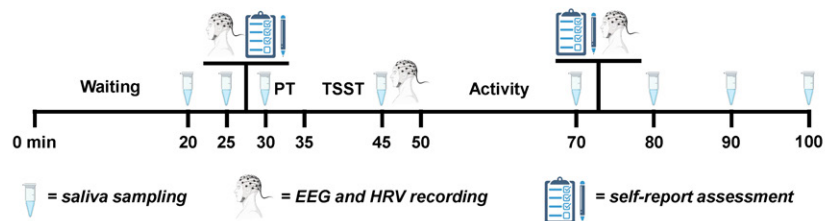
- Institutional Review Board (Kyungpook National University): 2025-0225
- Animal Experimentation Ethics Committee (Kyungpook National University): 2025-0389

10 / 40

## Materials and Methods

### Experimental procedures

- Participants completed four distinct activities, at intervals of at least one week, in a randomized cross-over design.



11 / 40

## Materials and Methods

### Trier Social Stress Task (TSST)

- Standardized protocol for inducing psychosocial stress (Birkett, 2011; Kudielka et al., 2004)
- Performed before each activity session
- 10 min task (5 min speech + 5 min mental arithmetic)
  - ✓ **Speech task:** continuous speaking (prompted if stopped early)
  - ✓ **Mental arithmetic:** serial subtraction (restart if incorrect)
- Stress induction components (Kirschbaum et al., 1993)
  - ✓ **Social-evaluative threat** (neutral evaluative panel, video recording)
  - ✓ **Uncontrollability** (continuous speaking, task restart)



12 / 40

## Materials and Methods

### Meditation

- Included as a **relaxation** and comparison condition
- Participants sat comfortably with eyes closed and remained silent.
- Instructed to allow thoughts to arise naturally without control or suppression



### Cognitive stress task

- Designed to elicit psychological stress using **social-evaluative threat** and **cognitive demands** (Dedovic et al., 2005; Dickerson & Kemeny, 2004).
- Participants were informed that performance would be scored and compared to normative data.
- Task included **English vocabulary (TOEFL-level)** and **mental arithmetic challenges**.
- Responses were given verbally within a limited time, with neutral feedback for errors or timeouts.



13 / 40

## Materials and Methods

### Static activity (interaction-focused)

- ✓ Tactile interaction: grooming, rubbing, hugging
- ✓ Mane braiding and decorative activities
- ✓ Free interaction without supervision



### Dynamic activity (task-based)

- ✓ Leading the horse through barrels
- ✓ Basic riding skills: halting, initiating movement, directional control
- ✓ Riding the horse through barrels



Ayala et al., 2021; Naber et al., 2025

14 / 40

# Materials and Methods

## Self-report measures

- Pet Attitude Scale (PAS)
  - ✓ Measures participants' attitudes toward animals (Templer et al., 1981)
  - ✓ 18 items rated on a 7-point Likert scale
- Semantic Differential Method (SDM)
  - ✓ Assesses emotional states before and after each activity (Osgood, 1957)
  - ✓ 9 items rated on a 7-point Likert scale
  - ✓ Evaluates comfort, relaxation, enjoyment, and vitality

# Materials and Methods

Pet Attitude Scale (PAS)

다음 질문에 대해 진로 느끼는 감정을 솔직하게 답변해 주십시오. 이 설문지는 익명으로 진행되며, 어떤 답변을 했는지 다른 사람은 절대 알 수 없습니다. 그러나 다른 사람들이 어떻게 답할지 신경 쓰지 마십시오. 얼마나 좋은 답변은 없으며, 중요한 것은 여러분의 진실한 생각을 표현하는 것입니다.

각 질문에 7가지 숫자 중 하나를 골라 표시해 주십시오.

|            |               |            |    |        |           |        |
|------------|---------------|------------|----|--------|-----------|--------|
| 1          | 2             | 3          | 4  | 5      | 6         | 7      |
| 매우 동의하지 않음 | 어느 정도 동의하지 않음 | 약간 동의하지 않음 | 중립 | 약간 동의함 | 어느 정도 동의함 | 매우 동의함 |

- 나는 반려동물이 용서를 받았을 때 기분 좋게 하는 모습을 보는 것이 정말 좋다.
- 내 반려동물은 나에게 어떤 친구보다도 더 중요한 존재이다.
- 나는 내 집에 반려동물이 없기를 원한다.
- 반려동물들 키우는 것은 돈 낭비라고 생각한다.
- 반려동물은 내 삶에 행복을 더해준다 (또는 반려동물이 있다면 그럴 것이다).

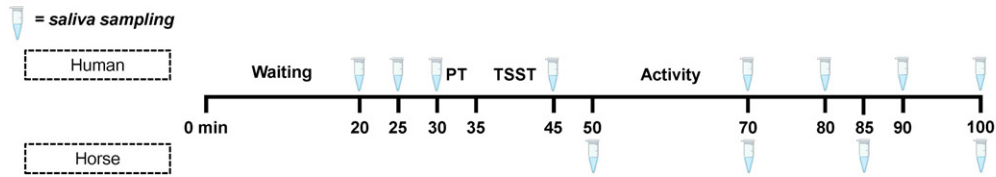
Semantic Differential Method (SDM)

FI Post PC

|           |                                     |   |   |   |   |   |        |  |
|-----------|-------------------------------------|---|---|---|---|---|--------|--|
|           | 1                                   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7      |  |
| 불편하다.     | ----- ----- ----- ----- ----- ----- |   |   |   |   |   | 편안하다.  |  |
| 압박감을 느낀다. | ----- ----- ----- ----- ----- ----- |   |   |   |   |   | 여유롭다.  |  |
| 초조하다.     | ----- ----- ----- ----- ----- ----- |   |   |   |   |   | 안정적이다. |  |
| 불안하다.     | ----- ----- ----- ----- ----- ----- |   |   |   |   |   | 침착하다.  |  |
| 충분하다.     | ----- ----- ----- ----- ----- ----- |   |   |   |   |   | 차분하다.  |  |
| 걱정스럽다.    | ----- ----- ----- ----- ----- ----- |   |   |   |   |   | 평온하다.  |  |
| 우울하다.     | ----- ----- ----- ----- ----- ----- |   |   |   |   |   | 즐겁다.   |  |
| 무기력하다.    | ----- ----- ----- ----- ----- ----- |   |   |   |   |   | 활기차다.  |  |
| 비관적이다.    | ----- ----- ----- ----- ----- ----- |   |   |   |   |   | 낙관적이다. |  |

## Materials and Methods

### Saliva sample collection



- For animals, samples were collected in triplicate per activity.



17 / 40

## Materials and Methods

### Hormonal analysis

Baseline: mean of three saliva samples collected -10, -5, and 0 min before TSST (Pérez-Edgar et al., 2008)



Oxytocin ELISA  
 ADI-900-153A (Enzo)  
 Sensitivity: 15.6 pg/mL



Cortisol ELISA  
 1-3002 (Salimetrics)  
 Sensitivity: 0.007 µg/dL

| Species | Intra-CV(%) | Inter-CV(%) |
|---------|-------------|-------------|
| Human   | 2.673       | 6.508       |
| Horse   | 3.596       | 8.509       |

| Species | Intra-CV(%) | Inter-CV(%) |
|---------|-------------|-------------|
| Human   | 4.482       | 10.570      |
| Horse   | 7.994       | 19.371      |

18 / 40

## Materials and Methods

### ECG (Electrocardiography)

- Recording for 3 min using QEEG-64Fx system (Laxtha, Republic of Korea)



- Electrodes placed on both wrists.
- R-peak detection: R (R studio, USA) / HRV analysis: Kubios HRV Scientific Lite (v 4.1.1, Finland)
- Spectral bands: extremely low frequency (0–0.04 Hz), low frequency (LF; 0.04–0.15 Hz), high frequency (HF; 0.15–0.40 Hz)
- HRV metrics (Shaffer & Ginsberg, 2017; Song et al., 2026)
  - ✓ SDNN (the standard deviation of normal-to-normal intervals)
  - ✓ RMSSD (root mean square of successive RR interval differences)
  - ✓ LF/HF ratio

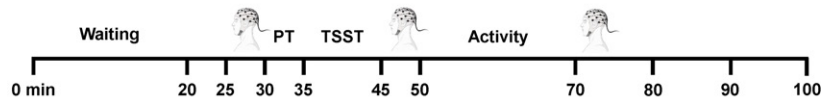


19 / 40

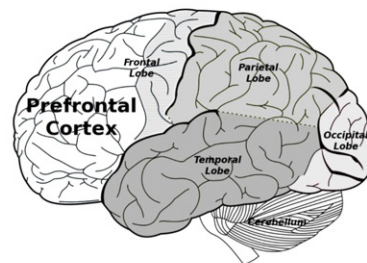
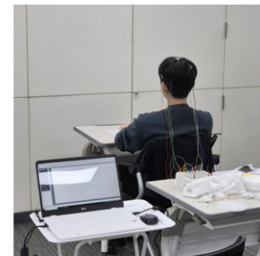
## Materials and Methods

### EEG (Electroencephalography)

- Recording for 3 min using QEEG-64Fx system and Telescan (Laxtha, Republic of Korea)



- Electrodes placed over prefrontal (Fp), frontal (F), temporal (T), and parietal (P) regions.
  - ✓ International 10-20 system (Song et al., 2026)
- Power spectral analysis of four bands
  - ✓ Delta (0.5-4 Hz), Alpha (8-13 Hz), Low-beta (13-19 Hz), High-beta (20-30 Hz)
  - ✓ Relative power calculated as band power / total power (0.5-50 Hz)



20 / 40

## Materials and Methods

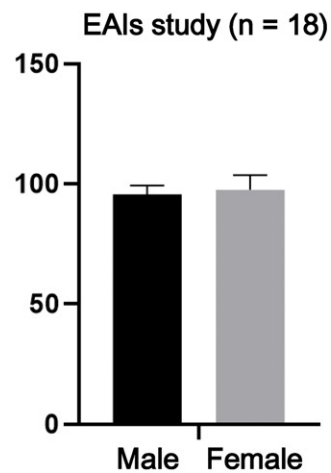
### Statistical analysis

- G\*power (v 3.1.9.7, Germany), SPSS (v 29.0.2.0, USA), SAS (v 9.4, USA)
  - ✓ G\*Power: sample size estimation for repeated-measures design
  - ✓ **Independent t-test**: comparison of PAS scores between sexes
  - ✓ Principal factor analysis: identification of SDM subscales
  - ✓ **Linear mixed-effects model (SAS PROC MIXED)**: analysis of emotional, endocrine, neural, and autonomic responses with fixed effects of sex, activity, and time
  - ✓ Model-based contrasts: targeted pairwise comparisons between time points and activities
  - ✓ Akaike information criterion/ Bayesian information criterion: selection of covariance structure

21 / 40

## Results and Discussion

### Pet Attitude Scale scores



22 / 40

## Results and Discussion

### Emotional state scores during EAIs (n = 18)

- Values: mean (SE)
- A, B: across time (within activity,  $p < 0.05$ )
- a, b, c: across activities (within time,  $p < 0.05$ )

|                     | Time point | Meditation                | Cognitive stress task        | Static activity              | Dynamic activity             |
|---------------------|------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Emotional stability | Pre        | 4.77 (0.259)              | 4.79 (0.259) <sup>A</sup>    | 4.59 (0.259) <sup>A</sup>    | 4.98 (0.259)                 |
|                     | Post       | 5.04 (0.259) <sup>a</sup> | 3.88 (0.259) <sup>B, b</sup> | 5.62 (0.259) <sup>B, c</sup> | 5.48 (0.259) <sup>ac</sup>   |
| Vitality            | Pre        | 4.74 (0.241)              | 4.72 (0.241) <sup>A</sup>    | 4.39 (0.241) <sup>A</sup>    | 4.78 (0.241) <sup>A</sup>    |
|                     | Post       | 4.72 (0.241) <sup>a</sup> | 4.13 (0.241) <sup>B, b</sup> | 5.61 (0.241) <sup>B, c</sup> | 5.91 (0.241) <sup>B, c</sup> |

- Previous studies have reported improvements in stress and emotional states following EAIs (Chakales et al., 2020; Pasiuk et al., 2023).
- These effects may be associated with increased [endorphin release](#) (Brown et al., 2020).

23 / 40

## Results and Discussion

### Salivary concentrations of cortisol (nmol/L) during EAIs (n = 18)

| Time point            | Meditation                     | Cognitive stress task         | Static activity               | Dynamic activity              |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Baseline              | 4.23 (0.552) <sup>AB</sup>     | 4.59 (0.569) <sup>A</sup>     | 3.88 (0.531) <sup>AB</sup>    | 3.49 (0.559) <sup>ABC</sup>   |
| Post-TSST             | 4.86 (0.622) <sup>AB, ab</sup> | 5.95 (0.639) <sup>BC, a</sup> | 4.63 (0.600) <sup>A, ab</sup> | 4.33 (0.634) <sup>AB, b</sup> |
| Post-activity (0 min) | 4.61 (0.545) <sup>A, a</sup>   | 6.00 (0.557) <sup>B, b</sup>  | 3.96 (0.529) <sup>A, a</sup>  | 4.05 (0.557) <sup>B, a</sup>  |
| +10 min               | 4.56 (0.555) <sup>AC, ab</sup> | 5.51 (0.570) <sup>AB, a</sup> | 3.56 (0.538) <sup>A, b</sup>  | 4.02 (0.567) <sup>B, b</sup>  |
| +20 min               | 3.87 (0.459) <sup>B, a</sup>   | 4.90 (0.473) <sup>AC, b</sup> | 3.02 (0.450) <sup>B, a</sup>  | 3.32 (0.471) <sup>AC, a</sup> |
| +30 min               | 3.85 (0.462) <sup>BC, a</sup>  | 4.86 (0.473) <sup>AB, b</sup> | 2.84 (0.452) <sup>B, c</sup>  | 3.13 (0.473) <sup>C, ac</sup> |

#### Cortisol

Indicator of stress response

- Values: mean (SE)
- A, B, C: across time (within activity,  $p < 0.05$ )
- a, b, c: across activities (within time,  $p < 0.05$ )

EAIs may facilitate [post-stress cortisol recovery](#) in humans.

24 / 40

## Results and Discussion

### Salivary concentrations of oxytocin (pg/mL) during EAls (n = 18)

| Time point            | Meditation                       | Cognitive stress task       | Static activity             | Dynamic activity               |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Baseline              | 78.25 (11.482) <sup>AB, ab</sup> | 84.31 (11.482) <sup>a</sup> | 84.68 (11.482) <sup>a</sup> | 56.82 (11.482) <sup>A, b</sup> |
| Post-TSSST            | 96.05 (12.122) <sup>AB</sup>     | 86.16 (11.621)              | 77.90 (11.873)              | 70.51 (12.124) <sup>AB</sup>   |
| Post-activity (0 min) | 72.18 (10.827) <sup>A</sup>      | 82.27 (10.827)              | 86.62 (11.212)              | 76.70 (11.038) <sup>AB</sup>   |
| +10 min               | 97.06 (9.637) <sup>B</sup>       | 79.62 (9.646)               | 91.63 (9.460)               | 86.09 (9.282) <sup>B</sup>     |
| +20 min               | 73.88 (10.856) <sup>AB</sup>     | 81.91 (10.856)              | 82.37 (10.856)              | 67.18 (10.966) <sup>AB</sup>   |
| +30 min               | 72.63 (11.083) <sup>A</sup>      | 82.31 (10.763)              | 79.16 (10.859)              | 71.88 (11.092) <sup>AB</sup>   |

#### Oxytocin

Associated with social interaction and bonding

- Values: mean (SE)
- A, B: across time (within activity,  $p < 0.05$ )
- a, b: across activities (within time,  $p < 0.05$ )

Dynamic activity may have induced increases in oxytocin through interaction.

25 / 40

## Results and Discussion

### HRV parameters during EAls (n = 18)

| Parameter   | Time point | Meditation                     | Cognitive stress task      | Static activity              | Dynamic activity           |
|-------------|------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| SDNN        | Pre        | 63.05 (5.680)                  | 56.49 (5.533)              | 57.16 (5.569)                | 55.99 (5.751)              |
|             | TSSST      | 56.30 (5.799)                  | 53.90 (5.639)              | 60.35 (5.681)                | 57.17 (5.877)              |
|             | Post       | 59.52 (5.665)                  | 55.32 (5.519)              | 54.20 (5.555)                | 51.89 (5.735)              |
| RMSSD       | Pre        | 68.77 (6.516) <sup>A</sup>     | 57.88 (6.519)              | 59.08 (6.598)                | 56.35 (6.700)              |
|             | TSSST      | 57.77 (6.407) <sup>B</sup>     | 55.10 (6.410)              | 63.19 (6.484)                | 63.56 (6.582)              |
|             | Post       | 66.63 (5.766) <sup>AB, a</sup> | 55.70 (5.769) <sup>b</sup> | 61.40 (5.810) <sup>ab</sup>  | 54.16 (5.883) <sup>b</sup> |
| LF/HF ratio | Pre        | 1.14 (0.192)                   | 1.21 (0.211)               | 0.88 (0.199) <sup>AB</sup>   | 1.19 (0.198)               |
|             | TSSST      | 1.11 (0.176)                   | 1.15 (0.185)               | 1.28 (0.186) <sup>A</sup>    | 1.16 (0.178)               |
|             | Post       | 0.86 (0.170) <sup>a</sup>      | 1.27 (0.175) <sup>ab</sup> | 0.84 (0.180) <sup>B, a</sup> | 1.33 (0.183) <sup>b</sup>  |

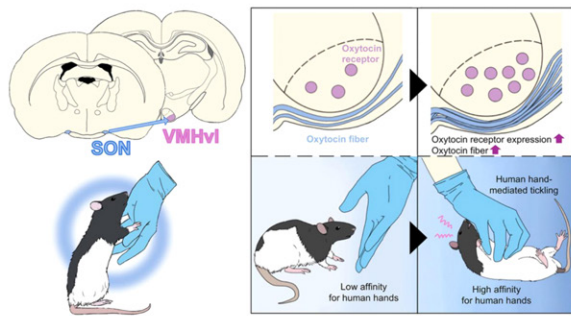
- SDNN: overall HRV (Chand et al., 2024; Wu et al., 2026).
- RMSSD: parasympathetic activity (Song et al., 2026).
- LF/HF ratio: sympathovagal balance (Shaffer & Ginsberg, 2017).

Static activity may reduce stress-related autonomic arousal.

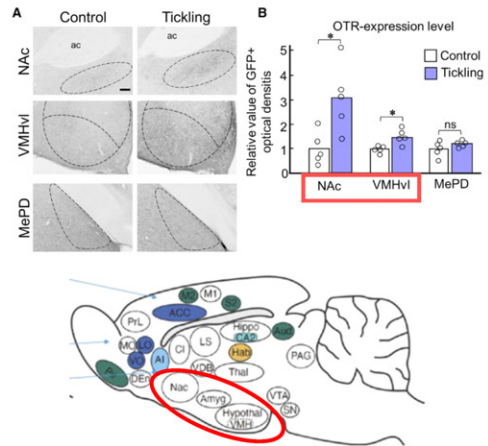
26 / 40

# Results and Discussion

## Tactile interaction activates the oxytocin system

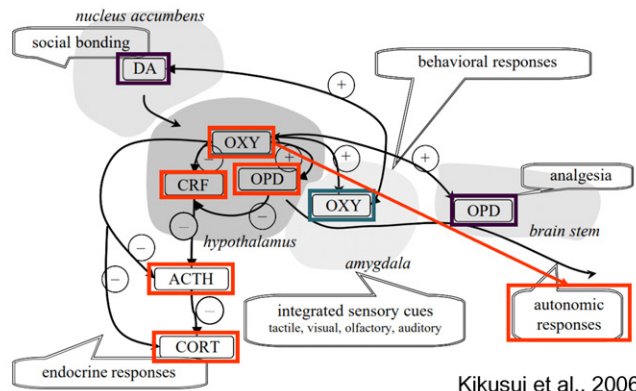
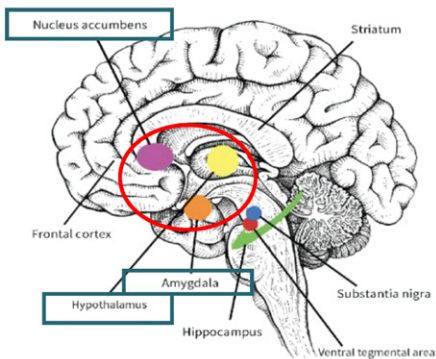


Hayashi et al., 2025



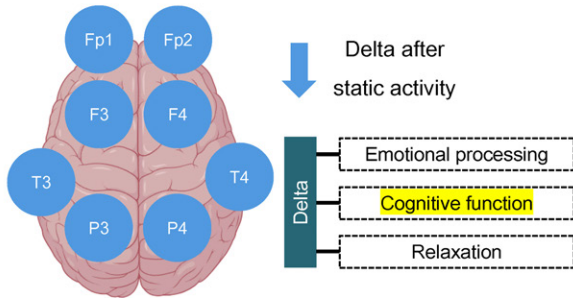
# Results and Discussion

## Social buffering mechanisms



Kikusui et al., 2006

## Relative delta power during EAIs (n = 18)

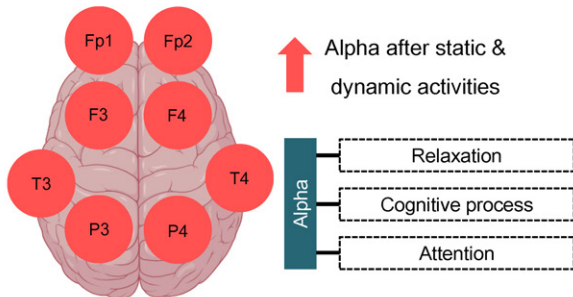


- Decreased delta power is associated with increased cognitive processing (Knyazev, 2012).
- Suggests enhanced cognitive engagement during horse interaction

| Site | Time point | Meditation                    | Cognitive stress task        | Static activity               | Dynamic activity              |
|------|------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Fp1  | Pre        | 0.64 (0.054) <sup>a</sup>     | 0.62 (0.054)                 | 0.64 (0.054) <sup>a</sup>     | 0.66 (0.054)                  |
|      | TSST       | 0.60 (0.049) <sup>a</sup>     | 0.63 (0.049)                 | 0.65 (0.049) <sup>a</sup>     | 0.62 (0.049)                  |
|      | Post       | 0.53 (0.045) <sup>b, a</sup>  | 0.57 (0.045) <sup>b</sup>    | 0.53 (0.045) <sup>b, a</sup>  | 0.61 (0.045) <sup>b</sup>     |
| Fp2  | Pre        | 0.66 (0.051) <sup>a</sup>     | 0.62 (0.051)                 | 0.65 (0.051) <sup>a</sup>     | 0.62 (0.051)                  |
|      | TSST       | 0.60 (0.049) <sup>a</sup>     | 0.63 (0.049)                 | 0.65 (0.049) <sup>a</sup>     | 0.61 (0.049)                  |
|      | Post       | 0.50 (0.045) <sup>b, a</sup>  | 0.57 (0.045) <sup>b</sup>    | 0.51 (0.045) <sup>b, a</sup>  | 0.60 (0.045) <sup>b</sup>     |
| F3   | Pre        | 0.49 (0.045) <sup>a</sup>     | 0.48 (0.045) <sup>a</sup>    | 0.50 (0.045) <sup>a</sup>     | 0.46 (0.045)                  |
|      | TSST       | 0.47 (0.040) <sup>a</sup>     | 0.46 (0.040) <sup>a</sup>    | 0.43 (0.040) <sup>b</sup>     | 0.43 (0.040)                  |
|      | Post       | 0.38 (0.035) <sup>b</sup>     | 0.39 (0.035) <sup>b</sup>    | 0.38 (0.035) <sup>b</sup>     | 0.40 (0.035)                  |
| F4   | Pre        | 0.47 (0.046) <sup>a</sup>     | 0.46 (0.046) <sup>a</sup>    | 0.49 (0.046) <sup>a</sup>     | 0.43 (0.046)                  |
|      | TSST       | 0.42 (0.042) <sup>a</sup>     | 0.44 (0.042) <sup>a</sup>    | 0.39 (0.042) <sup>b</sup>     | 0.41 (0.042)                  |
|      | Post       | 0.36 (0.036) <sup>b</sup>     | 0.38 (0.036) <sup>b</sup>    | 0.36 (0.036) <sup>b</sup>     | 0.39 (0.036)                  |
| T3   | Pre        | 0.47 (0.041) <sup>a</sup>     | 0.49 (0.041) <sup>a</sup>    | 0.49 (0.041) <sup>a</sup>     | 0.46 (0.041)                  |
|      | TSST       | 0.42 (0.040) <sup>ab</sup>    | 0.43 (0.040) <sup>a</sup>    | 0.40 (0.040) <sup>b</sup>     | 0.42 (0.040)                  |
|      | Post       | 0.37 (0.035) <sup>b</sup>     | 0.36 (0.035) <sup>b</sup>    | 0.36 (0.035) <sup>b</sup>     | 0.41 (0.035)                  |
| T4   | Pre        | 0.48 (0.047) <sup>a</sup>     | 0.52 (0.047) <sup>a</sup>    | 0.52 (0.047) <sup>a</sup>     | 0.43 (0.047)                  |
|      | TSST       | 0.42 (0.046) <sup>ab</sup>    | 0.44 (0.046) <sup>b</sup>    | 0.39 (0.046) <sup>b</sup>     | 0.43 (0.046)                  |
|      | Post       | 0.35 (0.040) <sup>b</sup>     | 0.37 (0.040) <sup>b</sup>    | 0.36 (0.040) <sup>b</sup>     | 0.43 (0.040)                  |
| P3   | Pre        | 0.34 (0.042) <sup>a</sup>     | 0.37 (0.042) <sup>a</sup>    | 0.40 (0.042) <sup>a</sup>     | 0.36 (0.042) <sup>a</sup>     |
|      | TSST       | 0.30 (0.035) <sup>ab</sup>    | 0.34 (0.035) <sup>a</sup>    | 0.29 (0.035) <sup>b</sup>     | 0.31 (0.035) <sup>b</sup>     |
|      | Post       | 0.25 (0.031) <sup>b, ab</sup> | 0.25 (0.031) <sup>b, a</sup> | 0.26 (0.031) <sup>b, ab</sup> | 0.32 (0.031) <sup>ab, a</sup> |
| P4   | Pre        | 0.36 (0.042)                  | 0.39 (0.042) <sup>a</sup>    | 0.41 (0.042) <sup>a</sup>     | 0.34 (0.042)                  |
|      | TSST       | 0.31 (0.038)                  | 0.35 (0.042) <sup>a</sup>    | 0.30 (0.038) <sup>b</sup>     | 0.32 (0.038)                  |
|      | Post       | 0.28 (0.032)                  | 0.27 (0.032) <sup>b</sup>    | 0.27 (0.032) <sup>b</sup>     | 0.29 (0.032)                  |

29 / 40

## Relative alpha power during EAIs (n = 18)



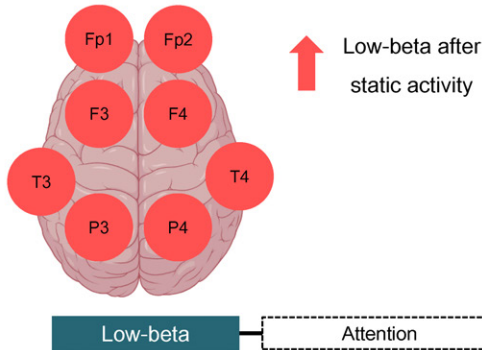
Increased alpha power indicates enhanced attentional engagement and emotional stability.

Klimesch et al., 2007; Knyazev, 2007;  
Pascucci et al., 2025; Song et al., 2026

| Site | Time point | Meditation                   | Cognitive stress task      | Static activity               | Dynamic activity           |
|------|------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Fp1  | Pre        | 0.17 (0.032) <sup>a</sup>    | 0.20 (0.033)               | 0.16 (0.032) <sup>a</sup>     | 0.16 (0.032)               |
|      | TSST       | 0.19 (0.029) <sup>a</sup>    | 0.19 (0.029)               | 0.16 (0.029) <sup>a</sup>     | 0.17 (0.029)               |
|      | Post       | 0.24 (0.029) <sup>b</sup>    | 0.20 (0.029)               | 0.22 (0.029) <sup>b</sup>     | 0.20 (0.029)               |
| Fp2  | Pre        | 0.16 (0.033) <sup>a</sup>    | 0.21 (0.033)               | 0.17 (0.033) <sup>a</sup>     | 0.19 (0.033)               |
|      | TSST       | 0.20 (0.031) <sup>a</sup>    | 0.19 (0.031)               | 0.16 (0.031) <sup>a</sup>     | 0.18 (0.031)               |
|      | Post       | 0.26 (0.029) <sup>b, a</sup> | 0.21 (0.029) <sup>b</sup>  | 0.22 (0.029) <sup>b, ab</sup> | 0.21 (0.029) <sup>b</sup>  |
| F3   | Pre        | 0.24 (0.031) <sup>a</sup>    | 0.27 (0.031)               | 0.24 (0.031) <sup>a</sup>     | 0.26 (0.031) <sup>a</sup>  |
|      | TSST       | 0.27 (0.029) <sup>a</sup>    | 0.28 (0.029)               | 0.26 (0.029) <sup>ab</sup>    | 0.28 (0.029) <sup>a</sup>  |
|      | Post       | 0.31 (0.028) <sup>b</sup>    | 0.29 (0.028)               | 0.30 (0.028) <sup>b</sup>     | 0.31 (0.028) <sup>b</sup>  |
| F4   | Pre        | 0.26 (0.032) <sup>a</sup>    | 0.28 (0.032)               | 0.24 (0.032) <sup>a</sup>     | 0.28 (0.032) <sup>ab</sup> |
|      | TSST       | 0.29 (0.029) <sup>a</sup>    | 0.28 (0.030)               | 0.28 (0.029) <sup>b</sup>     | 0.28 (0.029) <sup>a</sup>  |
|      | Post       | 0.33 (0.028) <sup>b</sup>    | 0.30 (0.028)               | 0.31 (0.028) <sup>b</sup>     | 0.32 (0.028) <sup>b</sup>  |
| T3   | Pre        | 0.21 (0.024) <sup>a</sup>    | 0.22 (0.025)               | 0.21 (0.024) <sup>a</sup>     | 0.22 (0.024)               |
|      | TSST       | 0.23 (0.024) <sup>a</sup>    | 0.23 (0.024)               | 0.22 (0.024) <sup>ab</sup>    | 0.23 (0.024)               |
|      | Post       | 0.28 (0.024) <sup>b</sup>    | 0.25 (0.024)               | 0.26 (0.024) <sup>b</sup>     | 0.26 (0.024)               |
| T4   | Pre        | 0.19 (0.026) <sup>a</sup>    | 0.18 (0.027) <sup>a</sup>  | 0.17 (0.026) <sup>a</sup>     | 0.21 (0.026)               |
|      | TSST       | 0.23 (0.025) <sup>a</sup>    | 0.20 (0.026) <sup>ab</sup> | 0.22 (0.025) <sup>b</sup>     | 0.21 (0.025)               |
|      | Post       | 0.27 (0.025) <sup>b</sup>    | 0.23 (0.025) <sup>b</sup>  | 0.25 (0.025) <sup>b</sup>     | 0.23 (0.025)               |
| P3   | Pre        | 0.36 (0.033) <sup>a</sup>    | 0.35 (0.033)               | 0.33 (0.033) <sup>a</sup>     | 0.34 (0.033) <sup>a</sup>  |
|      | TSST       | 0.39 (0.029) <sup>ab</sup>   | 0.37 (0.030)               | 0.38 (0.029) <sup>ab</sup>    | 0.37 (0.029) <sup>ab</sup> |
|      | Post       | 0.43 (0.029) <sup>b</sup>    | 0.38 (0.029)               | 0.42 (0.029) <sup>b</sup>     | 0.40 (0.029) <sup>b</sup>  |
| P4   | Pre        | 0.35 (0.036) <sup>a</sup>    | 0.34 (0.036)               | 0.33 (0.036) <sup>a</sup>     | 0.38 (0.036) <sup>ab</sup> |
|      | TSST       | 0.38 (0.034) <sup>ab</sup>   | 0.37 (0.034)               | 0.38 (0.034) <sup>ab</sup>    | 0.38 (0.034) <sup>a</sup>  |
|      | Post       | 0.42 (0.033) <sup>b</sup>    | 0.40 (0.033)               | 0.41 (0.033) <sup>b</sup>     | 0.43 (0.033) <sup>b</sup>  |

30 / 40

## Relative low-beta power during EAIs (n = 18)

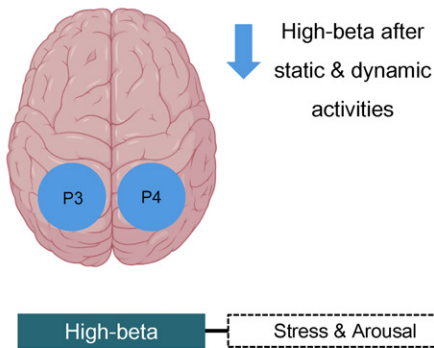


- Increased low-beta power indicates enhanced attentional engagement (Habelt, 2026).

| Site | Time point | Meditation                  | Cognitive stress task       | Static activity             | Dynamic activity          |
|------|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Fp1  | Pre        | 0.03 (0.004) <sup>a</sup>   | 0.03 (0.004)                | 0.03 (0.004) <sup>a</sup>   | 0.02 (0.004)              |
|      | TSST       | 0.03 (0.003) <sup>a</sup>   | 0.027 (0.003)               | 0.03 (0.003) <sup>a</sup>   | 0.03 (0.003)              |
|      | Post       | 0.04 (0.003) <sup>h,a</sup> | 0.03 (0.003) <sup>h</sup>   | 0.04 (0.003) <sup>h,a</sup> | 0.03 (0.003) <sup>h</sup> |
| Fp2  | Pre        | 0.03 (0.004) <sup>a</sup>   | 0.03 (0.004)                | 0.03 (0.004) <sup>a</sup>   | 0.03 (0.004)              |
|      | TSST       | 0.03 (0.003) <sup>a</sup>   | 0.03 (0.003)                | 0.03 (0.003) <sup>a</sup>   | 0.03 (0.003)              |
|      | Post       | 0.04 (0.003) <sup>h,a</sup> | 0.03 (0.003) <sup>h</sup>   | 0.03 (0.003) <sup>h,a</sup> | 0.03 (0.003) <sup>h</sup> |
| F3   | Pre        | 0.05 (0.004)                | 0.04 (0.004) <sup>a</sup>   | 0.04 (0.004) <sup>a</sup>   | 0.04 (0.004)              |
|      | TSST       | 0.05 (0.004)                | 0.04 (0.004) <sup>a</sup>   | 0.05 (0.004) <sup>h</sup>   | 0.05 (0.004)              |
|      | Post       | 0.05 (0.003)                | 0.05 (0.003) <sup>h</sup>   | 0.05 (0.003) <sup>h</sup>   | 0.05 (0.003)              |
| F4   | Pre        | 0.04 (0.004)                | 0.04 (0.004)                | 0.04 (0.005) <sup>a</sup>   | 0.04 (0.004)              |
|      | TSST       | 0.05 (0.004)                | 0.05 (0.004)                | 0.05 (0.004) <sup>h</sup>   | 0.05 (0.004)              |
|      | Post       | 0.05 (0.003)                | 0.05 (0.003)                | 0.05 (0.003) <sup>h</sup>   | 0.05 (0.003)              |
| T3   | Pre        | 0.06 (0.005)                | 0.05 (0.006) <sup>a</sup>   | 0.05 (0.006) <sup>a</sup>   | 0.06 (0.005)              |
|      | TSST       | 0.07 (0.005)                | 0.06 (0.005) <sup>h</sup>   | 0.07 (0.005) <sup>h</sup>   | 0.06 (0.005)              |
|      | Post       | 0.07 (0.004)                | 0.07 (0.004) <sup>h</sup>   | 0.07 (0.004) <sup>h</sup>   | 0.06 (0.004)              |
| T4   | Pre        | 0.06 (0.007)                | 0.05 (0.007) <sup>a</sup>   | 0.06 (0.007) <sup>a</sup>   | 0.07 (0.007)              |
|      | TSST       | 0.07 (0.008)                | 0.07 (0.008) <sup>h</sup>   | 0.07 (0.008) <sup>h</sup>   | 0.07 (0.008)              |
|      | Post       | 0.07 (0.007)                | 0.07 (0.007) <sup>h</sup>   | 0.07 (0.007) <sup>h</sup>   | 0.06 (0.007)              |
| P3   | Pre        | 0.06 (0.006)                | 0.06 (0.006) <sup>a</sup>   | 0.05 (0.006) <sup>a</sup>   | 0.06 (0.006)              |
|      | TSST       | 0.07 (0.006)                | 0.06 (0.006) <sup>a</sup>   | 0.07 (0.006) <sup>h</sup>   | 0.07 (0.006)              |
|      | Post       | 0.07 (0.005)                | 0.08 (0.005) <sup>h</sup>   | 0.07 (0.005) <sup>h</sup>   | 0.06 (0.005)              |
| P4   | Pre        | 0.06 (0.005)                | 0.05 (0.005) <sup>a</sup>   | 0.05 (0.006) <sup>a</sup>   | 0.06 (0.005)              |
|      | TSST       | 0.06 (0.005)                | 0.06 (0.005) <sup>a</sup>   | 0.06 (0.005) <sup>h</sup>   | 0.06 (0.005)              |
|      | Post       | 0.06 (0.005) <sup>h</sup>   | 0.07 (0.005) <sup>h,a</sup> | 0.06 (0.005) <sup>h</sup>   | 0.06 (0.005) <sup>h</sup> |

31 / 40

## Relative high-beta power during EAIs (n = 18)



- Decreased high-beta power suggests reduced stress.

| Site | Time point | Meditation                  | Cognitive stress task       | Static activity             | Dynamic activity            |
|------|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Fp1  | Pre        | 0.03 (0.005) <sup>h</sup>   | 0.03 (0.005)                | 0.03 (0.006)                | 0.03 (0.005)                |
|      | TSST       | 0.03 (0.005) <sup>a</sup>   | 0.03 (0.005)                | 0.03 (0.005)                | 0.03 (0.005)                |
|      | Post       | 0.04 (0.006) <sup>h</sup>   | 0.04 (0.006)                | 0.03 (0.006)                | 0.03 (0.006)                |
| Fp2  | Pre        | 0.03 (0.005)                | 0.03 (0.005)                | 0.03 (0.006)                | 0.03 (0.005)                |
|      | TSST       | 0.03 (0.005)                | 0.03 (0.005)                | 0.03 (0.005)                | 0.03 (0.005)                |
|      | Post       | 0.04 (0.006)                | 0.04 (0.006)                | 0.03 (0.006)                | 0.03 (0.006)                |
| F3   | Pre        | 0.04 (0.006)                | 0.04 (0.006) <sup>a</sup>   | 0.04 (0.006)                | 0.04 (0.006)                |
|      | TSST       | 0.04 (0.006)                | 0.05 (0.006) <sup>h</sup>   | 0.05 (0.006)                | 0.05 (0.006)                |
|      | Post       | 0.05 (0.006)                | 0.05 (0.006) <sup>h</sup>   | 0.04 (0.006)                | 0.04 (0.006)                |
| F4   | Pre        | 0.05 (0.006)                | 0.05 (0.006)                | 0.04 (0.007)                | 0.05 (0.006)                |
|      | TSST       | 0.05 (0.006)                | 0.05 (0.006)                | 0.05 (0.006)                | 0.06 (0.006)                |
|      | Post       | 0.05 (0.006)                | 0.05 (0.006)                | 0.04 (0.006)                | 0.05 (0.006)                |
| T3   | Pre        | 0.06 (0.007)                | 0.05 (0.007) <sup>a</sup>   | 0.05 (0.007)                | 0.05 (0.007)                |
|      | TSST       | 0.07 (0.007)                | 0.06 (0.007) <sup>h</sup>   | 0.06 (0.007)                | 0.06 (0.007)                |
|      | Post       | 0.06 (0.007) <sup>h</sup>   | 0.07 (0.007) <sup>h,a</sup> | 0.05 (0.007) <sup>h</sup>   | 0.06 (0.007) <sup>h</sup>   |
| T4   | Pre        | 0.06 (0.009)                | 0.06 (0.010) <sup>a</sup>   | 0.05 (0.009) <sup>a</sup>   | 0.06 (0.009)                |
|      | TSST       | 0.07 (0.010)                | 0.07 (0.010) <sup>h</sup>   | 0.07 (0.010) <sup>h</sup>   | 0.06 (0.010)                |
|      | Post       | 0.07 (0.010) <sup>h</sup>   | 0.08 (0.010) <sup>h,a</sup> | 0.06 (0.010) <sup>h,b</sup> | 0.06 (0.010) <sup>h</sup>   |
| P3   | Pre        | 0.06 (0.007)                | 0.05 (0.007) <sup>a</sup>   | 0.05 (0.007) <sup>a</sup>   | 0.05 (0.007) <sup>h</sup>   |
|      | TSST       | 0.06 (0.007)                | 0.06 (0.007) <sup>a</sup>   | 0.06 (0.007) <sup>h</sup>   | 0.06 (0.007) <sup>a</sup>   |
|      | Post       | 0.06 (0.007) <sup>a</sup>   | 0.07 (0.007) <sup>h,b</sup> | 0.05 (0.007) <sup>h,a</sup> | 0.05 (0.007) <sup>h,a</sup> |
| P4   | Pre        | 0.06 (0.007) <sup>h</sup>   | 0.05 (0.007)                | 0.05 (0.007) <sup>a</sup>   | 0.05 (0.007)                |
|      | TSST       | 0.06 (0.007) <sup>a</sup>   | 0.06 (0.007)                | 0.06 (0.007) <sup>h</sup>   | 0.06 (0.007)                |
|      | Post       | 0.05 (0.007) <sup>h,a</sup> | 0.06 (0.007) <sup>a</sup>   | 0.05 (0.007) <sup>h,b</sup> | 0.05 (0.007) <sup>h</sup>   |

32 / 40



# Results and Discussion

## Cortisol concentrations (nmol/L) during EAIs (n = 6)

| Time point            | Resting activity          | Static activity | Dynamic activity |
|-----------------------|---------------------------|-----------------|------------------|
| Baseline              | 2.75 (0.443) <sup>A</sup> | 2.55 (0.443)    | 2.73 (0.443)     |
| Post-activity (0 min) | 3.09 (0.443) <sup>A</sup> | 2.94 (0.443)    | 2.76 (0.443)     |
| +15 min               | 2.69 (0.443) <sup>A</sup> | 2.80 (0.443)    | 2.46 (0.443)     |
| +30 min               | 2.05 (0.443) <sup>B</sup> | 2.46 (0.443)    | 2.39 (0.443)     |

## Log-transformed oxytocin concentrations during EAIs (n = 6)

| Time point            | Resting activity          | Static activity               | Dynamic activity          |
|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Baseline              | 4.64 (0.348) <sup>a</sup> | 4.31 (0.348) <sup>A, ab</sup> | 4.17 (0.348) <sup>b</sup> |
| Post-activity (0 min) | 4.66 (0.348)              | 4.67 (0.348) <sup>B</sup>     | 4.44 (0.348)              |
| +15 min               | 4.61 (0.348)              | 4.61 (0.348) <sup>AB</sup>    | 4.45 (0.348)              |
| +30 min               | 4.63 (0.348) <sup>a</sup> | 4.82 (0.348) <sup>B, a</sup>  | 4.18 (0.348) <sup>b</sup> |

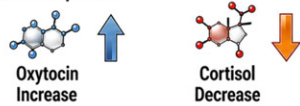
Values represent natural log-transformed concentrations of oxytocin.

- Previous studies have reported increased oxytocin concentrations following **interaction-based activities** (Handlin et al., 2011; Lopez-Arjona et al., 2021; MacLean et al., 2017; Odendaal & Meintjes, 2003; Ogi et al., 2020).
- Notably, **physical contact** such as stroking has been identified as a **key factor** driving this effect (Handlin et al., 2023).
- Therefore, **tactile interaction-based** activities may induce **stronger oxytocin responses**.

# Conclusions

## NEUROPHYSIOLOGICAL EFFECTS (HUMAN)

### Hormonal Response



### EEG Brainwave Changes



### HRV Analysis



## PSYCHOLOGICAL IMPACT (HUMAN)

### Emotional Stability Increase



### Vitality Boost



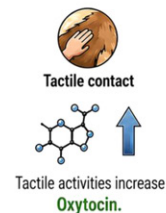
These effects may vary depending on activity type and animal species.

## ANIMAL WELFARE & STRESS

### STRESS LEVELS



### Positive Physiological Response



## Acknowledgement



Prof. Minjung Yoon  **KNU** KYUNGPPOOK NATIONAL UNIVERSITY

## Acknowledgement



Prof. Youngtae Heo  
Prof. Kyongwon Yoo



Dr. Kayoung Yang



Junyoung Kim  
Yubin Song  
Yujin Song  
Gaeun Jeong  
Suhyun Kim



Sungwook Ha  
Taelang Kim  
Hyunyoung Yoo



Prof. Heejun Jung

Dr. Yeonju Choi

Geumhui Lee



Dr. Shakeel Muhammad



Jaewoo Choi

Junseo Ko

## References

- Ayala, M. D., Carrillo, A., Iniesta, P., & Ferrer, P. (2021). Pilot study of the influence of equine assisted therapy on physiological and behavioral parameters related to welfare of horses and patients. *Animals*, 11(12), 3527.
- Birkett, M. A. (2011). The Trier Social Stress Test protocol for inducing psychological stress. *Journal of visualized experiments: JoVE*(56), 3238.
- Brown, S., Snelders, J., Godbold, J., Moran-Peters, J., Driscoll, D., Donoghue, D., Mathew, L., & Eckardt, S. (2020). Effects of animal-assisted activity on mood states and feelings in a psychiatric setting. *Journal of the American Psychiatric Nurses Association*, 26(6), 555-567.
- CHAKALES, P. A., LOCKLEAR, J. & WHARTON, T. 2020. Medicine and horsemanship: the effects of equine-assisted activities and therapies on stress and depression in medical students. *Cureus*, 12.
- Chand, K., Chandra, S., & Dutt, V. (2024). A comprehensive evaluation of linear and non-linear HRV parameters between paced breathing and stressful mental state. *Heliyon*, 10(11).
- Dedovic, K., Renwick, R., Mahani, N. K., Engert, V., Lupien, S. J., & Pruessner, J. C. (2005). The Montreal Imaging Stress Task: using functional imaging to investigate the effects of perceiving and processing psychosocial stress in the human brain. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 30(5), 319-325.
- Dickerson, S. S., & Kemeny, M. E. (2004). Acute stressors and cortisol responses: a theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychological bulletin*, 130(3), 355.
- Ein, N., Li, L., & Vickers, K. (2018). The effect of pet therapy on the physiological and subjective stress response: A meta-analysis. *Stress and Health*, 34(4), 477-489.
- Faucher, C., Behler, A., Campbell, M., & Thienel, R. (2023). Effect of brief dog-assisted interventions on stress biomarkers: a systematic review. *medRxiv*, 2023.2012.2010.23299796.
- Habelt, B. (2026). The potential of event-related beta oscillations as biomarkers for neuromodulatory treatment efficacy. *Frontiers in psychology*, 17, 1779055.
- Hama, H., Yogo, M., & Matsuyama, Y. (1996). Effects of stroking horses on both humans' and horses' heart rate responses. *Japanese Psychological Research*, 38(2), 66-73.
- Handlin, L., Hydrbring-Sandberg, E., Nilsson, A., Ejdebäck, M., Jansson, A., & Uvnäs-Moberg, K. (2011). Short-term interaction between dogs and their owners: effects on oxytocin, cortisol, insulin and heart rate—an exploratory study. *Anthrozoös*, 24(3), 301-315.
- Handlin, L., Novembre, G., Lindholm, H., Kämpe, R., Paul, E., & Morrison, I. (2023). Human endogenous oxytocin and its neural correlates show adaptive responses to social touch based on recent social context. *Elife*, 12, e81197.
- Hayashi, H., Tateishi, S., Inutsuka, A., Maejima, S., Hagiwara, D., Sakuma, Y., Onaka, T., Grinevich, V., & Sakamoto, H. (2025). Oxytocin facilitates human touch-induced play behavior in rats. *Current biology*, 35(12), 2916-2926.
- Huber, A., Klug, S. J., Abraham, A., Westenberg, E., Schmidt, V., & Winkler, A. S. (2024). Animal-assisted interventions improve mental, but not cognitive or physiological health outcomes of higher education students: A systematic review and meta-analysis. *International journal of mental health and addiction*, 22(3), 1597-1628.
- Kapteijn, C. M., Vinke, C. M., van Lijth, H., Eendenburg, N., Rodenburg, T. B., & Rault, J.-L. (2025). Straight from the horse's mouth: changes in salivary oxytocin, cortisol and behaviour in horses interacting with unfamiliar humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 106826.
- Kikusui, T., Winslow, J. T., & Mori, Y. (2006). Social buffering: relief from stress and anxiety. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 361(1476), 2215-2228.

37 / 40

## References

- Kirschbaum, C., Pirke, K.-M., & Hellhammer, D. H. (1993). The 'Trier Social Stress Test'—a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28(1-2), 76-81.
- Klimesch, W., Sauseng, P., & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: the inhibition–timing hypothesis. *Brain research reviews*, 53(1), 63-88.
- Knyazev, G. G. (2007). Motivation, emotion, and their inhibitory control mirrored in brain oscillations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 31(3), 377-395.
- Knyazev, G. G. (2012). EEG delta oscillations as a correlate of basic homeostatic and motivational processes. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(1), 677-695.
- Kudielka, B. M., Schommer, N. C., Hellhammer, D. H., & Kirschbaum, C. (2004). Acute HPA axis responses, heart rate, and mood changes to psychosocial stress (TSST) in humans at different times of day. *Psychoneuroendocrinology*, 29(8), 983-992.
- Lopez-Arjona, M., Mateo, S. V., Ceron, J. J., & Martinez-Subiela, S. (2021). Changes in salivary oxytocin after stroking in dogs: Validation of two assays for its assessment. *Research in veterinary science*, 136, 527-534.
- MacLean, E. L., Gesquiere, L. R., Gee, N. R., Levy, K., Martin, W. L., & Carter, C. S. (2017). Effects of affiliative human–animal interaction on dog salivary and plasma oxytocin and vasopressin. *Frontiers in psychology*, 8, 1606.
- Merkies, K., Sievers, A., Zakrajsek, E., MacGregor, H., Bergeron, R., & von Borstel, U. K. (2014). Preliminary results suggest an influence of psychological and physiological stress in humans on horse heart rate and behavior. *Journal of Veterinary Behavior*, 9(5), 242-247.
- Naber, A., Kreuzer, L., Zink, R., Millesi, E., Palme, R., Hediger, K., & Glenk, L. (2025). Heart rate and salivary cortisol as indicators of arousal and synchrony in clients, therapy horses and therapist in equine-assisted therapy. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 59, 101937.
- Odendaal, J. S., & Meintjes, R. A. (2003). Neurophysiological correlates of affiliative behaviour between humans and dogs. *The Veterinary Journal*, 165(3), 296-301.
- Ogi, A., Mariti, C., Baragli, P., Sergi, V., & Gazzano, A. (2020). Effects of stroking on salivary oxytocin and cortisol in guide dogs: preliminary results. *Animals*, 10(4), 708.
- Osgood, C. E. (1957). The measurement of meaning. University of Illinois.
- Pascucci, D., Menétrey, M. Q., Passarotto, E., Luo, J., Paramento, M., & Rubega, M. (2025). EEG brain waves and alpha rhythms: Past, current and future direction. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 106288.
- PASIUK, E. L., RUDD, C., WEBBERSON, E., ANDERSON, N. C., HALL, N., STELLATO, A. C. & SCHROEDER, K. 2023. Investigating human experiences and perceptions of unmounted activities commonly practiced in equine-assisted services. *Human-Animal Interactions*.
- Pendry, P., Carr, A. M., Roeter, S. M., & Vandagriff, J. L. (2018). Experimental trial demonstrates effects of animal-assisted stress prevention program on college students' positive and negative emotion. *Human-Animal Interaction Bulletin*.

38 / 40

## References

- Pérez-Edgar, K., Schmidt, L. A., Henderson, H. A., Schulkin, J., & Fox, N. A. (2008). Salivary cortisol levels and infant temperament shape developmental trajectories in boys at risk for behavioral maladjustment. *Psychoneuroendocrinology*, 33(7), 916-925.
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in public health*, 5, 258.
- Smith, A. V., Proops, L., Grounds, K., Wathan, J., & McComb, K. (2016). Functionally relevant responses to human facial expressions of emotion in the domestic horse (*Equus caballus*). *Biology letters*, 12(2).
- Smith, A. V., PROOPS, L., GROUNDS, K., WATHAN, J., SCOTT, S. K. & MCCOMB, K. 2018. Domestic horses (*Equus caballus*) discriminate between negative and positive human nonverbal vocalisations. *Scientific Reports*, 8, 13052.
- Song, Y., Jung, Y., Yang, K., Yoo, K., Heo, Y., & Yoon, M. (2026). Effects of static and dynamic canine-assisted intervention in young adults: sex differences in hormonal, EEG, HRV, and emotional responses. *Scientific Reports*, 16(1), 4943.
- Templer, D. I., Salter, C. A., Dickey, S., Baldwin, R., & Veleber, D. M. (1981). The construction of a pet attitude scale. *The Psychological Record*, 31(3), 343-348.
- Trösch, M., Cuzol, F., Parias, C., Calandreau, L., Nowak, R., & Lansade, L. (2019). Horses categorize human emotions cross-modally based on facial expression and non-verbal vocalizations. *Animals*, 9(11), 862.
- Wood, E., Ohlsen, S., Thompson, J., Hulin, J., & Knowles, L. (2018). The feasibility of brief dog-assisted therapy on university students stress levels: The PAwS study. *Journal of Mental Health*, 27(3), 263-268.
- Wu, X., Wang, J., Jian, L., Shi, L., Li, J., Zhong, J., Peng, G., & Guo, J. (2026). SDNN predicts 90-day disability after intravenous thrombolysis: autonomic dysfunction as a novel predictors in acute ischemic stroke. *Frontiers in Neurology*, 17, 1756026.

39 / 40

■ Thanks for your attention.

