

2024 의료 인공지능 아이디어 경진대회

[T2-62] 브라이트 루키

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI
아이세이프(AI-SAFE)”

주최  보건복지부

주관 **KHIDI** 한국보건산업진흥원

후원  대한의료인공지능학회
Korean Society of Artificial Intelligence in Medicine

 대한의료정보학회
The Korean Society of Medical Informatics

- I. 아이디어 발굴 배경
- II. 아이디어 구체화 계획
- III. 데이터 활용 계획
- IV. 시뮬레이션 결과
- V. 향후 진행 계획
- VI. 결론



I. 아이디어 발굴 배경



I. 아이디어 발굴 배경

정인이 사건 일지

관련기간 인지	신고내용	진행 상황	조치
5월 25일	어린이집 “아동 몸에 멍” 아동보호전문기관(아보전) 신고 ▶ 아보전 조사 뒤 경찰 수사 의뢰	아동학대 위험도 평가 3점 (총점 9점)	경찰 6월 16일 “학대 의심 정황 발견 안돼” 내사 종결
6월 29일	ㄱ씨 “아동 차량 30분 방치” 아보전 신고 ▶ 아보전 조사 뒤 경찰 수사의뢰	아동학대 위험도 평가 2점, 쇄골에 실금 발견	경찰 8월 12일 “학대 증거 없음” 불기소 의견 검찰 송치
9월 23일	소아과 의사 112 신고	아동학대 위험도 평가 3점, 다른 소아과에서 아동학대로 보기 어렵다는 소견 제시	경찰 아보전과 현장조사 뒤 모니터링 협의 (수사 진행 안 함)
10월 13일	병원 응급실 “심정지 아동, 학대 의심 ” 112신고, 정인이 사망		

I. 아이디어 발굴 배경

정인이 사건 일지

관련기간 인지	신고내용	진행 상황	조치
5월 25일	어린이집 “아동 몸에 멍” 아동보호전문기관(아보전) 신고 ▶ 아보전 조사 뒤 경찰 수사 의뢰	아동학대 위험도 평가 1점 (총점 9점)	경찰 6월 16일 “학대 의심 정황 발견 안돼” 내사 종결
6월 29일	ㄱ씨 “아동 차량 30분 방치” 아보전 신고 ▶ 아보전 조사 뒤 경찰 수사의뢰	아동학대 위험도 평가 1점, 쇄골에 실금 발견	경찰 8월 12일 “학대 증거 없음” 불기소 의견 검찰 송치
9월 23일	소아과 의사 112 신고	아동학대 위험도 평가 2점, 다른 소아과에서 아동학대로 보기 어렵다는 소견 제시	경찰 아보전과 현장조사 뒤 모니터링 협의 (수사 진행 안 함)
10월 13일	병원 응급실 “심정지 아동, 학대 의심 ” 112신고, 정인이 사망		

I. 아이디어 발굴 배경

1

아동학대 판정 기준의 한계

피해아동 위험도 평가척도			
	1차	2차	3차
아동에게 신체 외부 손상이 관찰되거나 신체 내부의 손상 혹은 정서적 피해가 의심된다.	○	X	○
아동의 주거 환경에 아동의 건강이나 안전상의 위험요소가 있다.	X	X	X
아동이 학대행위자로부터 2회 이상 학대를 당한 경험에 있다.	X	X	X
방임을 포함한 학대로 초래된 발육부진이나 영양실조, 혹은 비위생 상태가 관찰된다.	X	X	X
아동이 학대행위자에 대해 두려움이나 거부감을 표현한다.	X	X	X
아동이 학대행위자로부터 분리보호를 요구하는 의사를 표현한다.	X	X	X
아동이 스스로를 보호할 능력이 현저히 미약하다.(예 : 어린 나이, 심신 장애, 만성질환 등)	○	○	○
아동을 안전하게 보호할 수 있는 보호자(비학대행위자)가 없다.	○	○	○
학대행위자가 아동의 의사에 반하여 아동에게 접근할 여지가 많다.	X	X	X
*총점 4점 이상일 경우 조치 고려	3점	2점	3점

I. 아이디어 발굴 배경

1

아동학대 판정 기준의 한계

Escape Criteria(원문)	번역
Is the history consistent?	병력이 일관적 인가?
Was seeking medical help unnecessarily delayed?	내원하기까지 불필요한 지연 이 있었는가?
Does the onset of injury fit with the developmental level of the child?	아이의 발달 단계를 고려하였을 때 부상의 원인이 합리적 인가?
Is the behavior of the child, his/her carers and their interaction appropriate?	아동의 행동, 보호자의 행동, 그리고 아동과 보호자 사이의 상호작용은 적절 한가?
Are findings of head to toe examination in accordance with history?	보고한 병력과 이학적 검진의 발견 결과는 일치하는가?
Are there any other signals that make you doubt the safety of the child or other family members?	아동 혹은 다른 가족 구성원의 안전을 의심하게 하는 다른 요소가 존재하는가?

- 1생애주기에 대한 고려 부족
- 2주관적 요소가 많음
- 3국내 연구 부족

I. 아이디어 발굴 배경

정인이 사건 일지

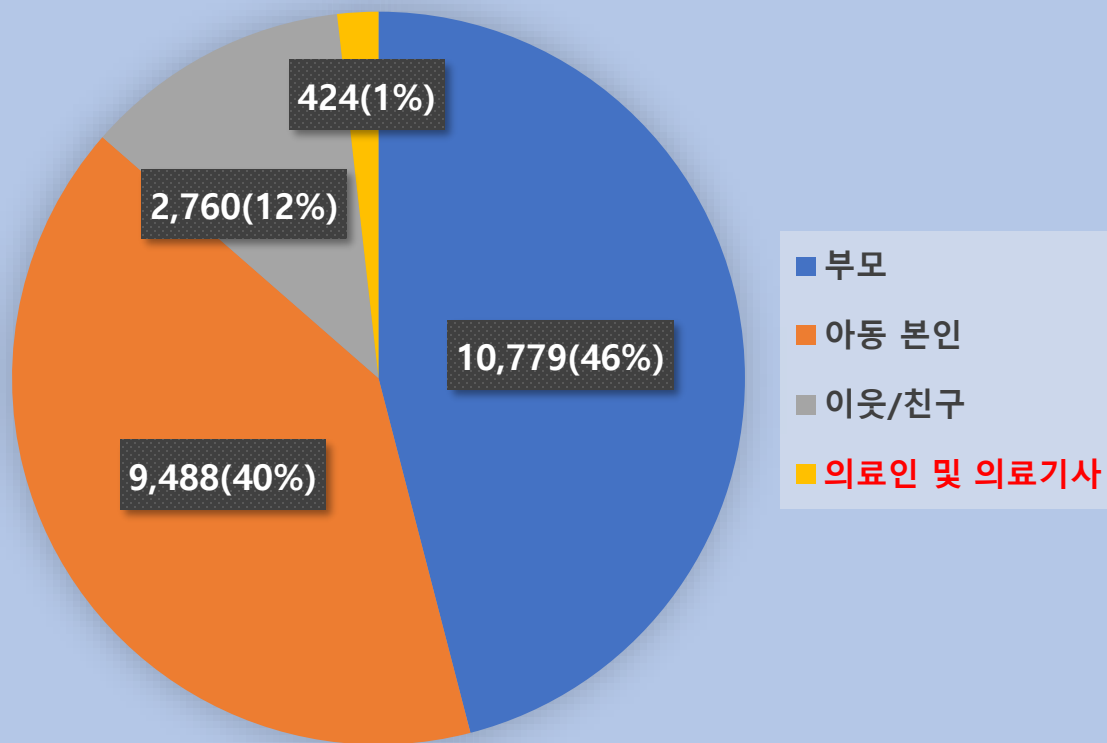
관련기간 인지	신고내용	진행 상황	조치
5월 25일	어린이집 “아동 몸에 멍” 아동보호전문기관(아보전) 신고 ▶ 아보전 조사 뒤 경찰 수사 의뢰	아동학대 위험도 평가 1점 (총점 9점)	경찰 6월 16일 “학대 의심 정황 발견 안돼” 내사 종결
6월 29일	ㄱ씨 “아동 차량 30분 방치” 아보전 신고 ▶ 아보전 조사 뒤 경찰 수사의뢰	아동학대 위험도 평가 1점, 쇄골에 실금 발견	경찰 8월 12일 “학대 증거 없음” 불기소 의견 검찰 송치
9월 23일	소아과 의사 112 신고	아동학대 위험도 평가 2점, 다른 소아과에서 아동학대로 보기 어렵다는 소견 제시	경찰 아보전과 현장조사 뒤 모니터링 협의 (수사 진행 안 함)
10월 13일	병원 응급실 “심정지 아동, 학대 의심 ” 112신고, 정인이 사망		

1. 아이디어 발굴 배경

2

아동학대 신고 의무 제도의 한계

신고의무자에 의한 신고(16,149건)



우리나라 다른 직종군에 비해,

응급실 내에서 신고되는
아동학대 비율(Jung JH, 2015)

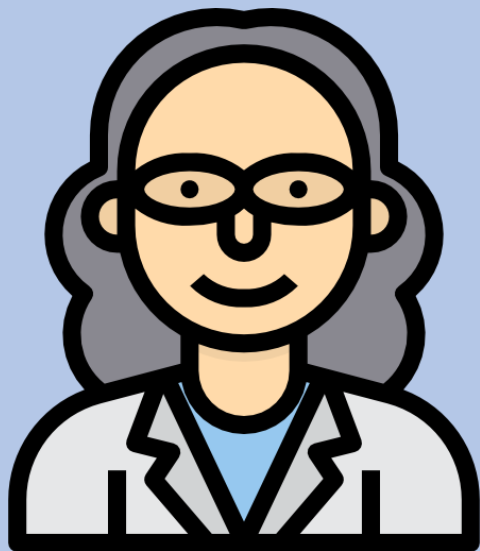


다른 나라 같은 직종군에 비해,

1. 아이디어 발굴 배경

2

아동학대 신고 의무 제도의 한계



'90~'94 소아과 전공의 수료,
현재 2차병원 소아과 교수



'19~'22 소아과 전공의 수료,
현재 3차병원 소아과 전임의



소아응급의학과 수련 6개월,
현재 3차병원 응급의학과 전공의

I. 아이디어 발굴 배경

2

아동학대 신고 의무 제도의 한계

1

발견의 어려움

한 명의 환자를 오래 진료할 수 없는 현재 의료 제도 내에서는 아동학대를 판단하기 위한 근거를 얻기 어려움

2

신고의 어려움

아동학대를 잘못 신고하는 경우 환자와 그 가족이 겪게 될 피해를 우려해 신고를 망설임

3

아동학대에 대한 인식 부족

아동학대 의무 교육 부족으로 신고 의무 인지가 미흡함

4

신변 보호 문제

신고자 신변 보호의 현실적 한계에 따른 가해자의 보복이 두려워 신고를 망설임

5

피드백 부족

신고 후 사후 처리 경과를 알 수 없어 아동학대에 대한 경험을 축적하기 어려움

I. 아이디어 발굴 배경

1

아동학대 판정 기준의 한계

1

생애주기에 대한 고려 부족

2

주관적 요소가 많음

3

국내 연구 부족

2

아동학대 신고 의무 제도의 한계

1

발견의 어려움

2

신고의 어려움

3

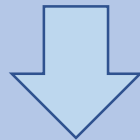
아동학대에 대한 인식 부족

4

신변 보호 문제

5

피드백 부족



의료진 진료 환경에서 AI를 활용하여 아동학대 판정 기준의 문제점과
아동학대 신고 의무제도의 한계를 개선

II. 아이디어 구체화 계획

1

AI를 활용해 아동학대를 선별하는 것의 장점

1

판단의 객관성 증가

2

판단에 대한 수치화된 근거 제시

3

의료진의 신고 부담 감소

4

아동학대 조기 발견 가능성 증가

II. 아이디어 구체화 계획

1

AI를 활용해 아동학대를 선별하는 것의 장점

1

판단의 객관성 증가

2

판단에 대한 수치화된 근거 제시

3

의료진의 신고 부담 감소

4

아동학대 조기 발견 가능성 증가

아동학대로 인한 사회경제적 비용



매년 최소 **803억 달러**
(Gelles and Perlman, 2012)
~ 최대 **4,200억 달러**
(Fang, Xiangming, et al, 2012)



매년 약 **101억 파운드**
(Radakin, F., et al, 2023)



2014년 최소 **3900억 원**
⇒ 아동학대 피해경험률과
물가상승률 고려 시
2024년 현재 최소 **1조 5200억 원**

II. 아이디어 구체화 계획

2

기존 아동학대 선별 AI의 한계 (Lupariello, et al.)

1

연구 현황

1985년부터 2023년까지 413편의 논문 중 7편 최종 선별

2

데이터셋 다양성

영상, EMR, 내원 시 특징 등 다양한 데이터셋을 활용

3

AI 모델

CNN, 자연어 처리 등 다양한 AI 모델 사용

4

한계점

- ▷ 하나의 modality만 사용해 낮은 정확도
- ▷ 기존 EMR 시스템과 독립적으로 실행되어 의료진의 작업이 더 늘어남
- ▷ 대부분 단일 병원 데이터로, 낮은 일반화 가능성

II. 아이디어 구체화 계획

3

AI-SAFE의 목표



1

아동학대에 있어서 **AI를 사용하는 것의 장점**을 살리면서,

판단의 **객관성** 증가, 판단에 대한 **수치화된 근거** 제시,
의료진의 **신고 부담 감소**, 아동학대 **조기 발견** 가능성 증가

2

다양한 modality를 종합적으로 고려해 **판정 정확도를 높이고**,

3

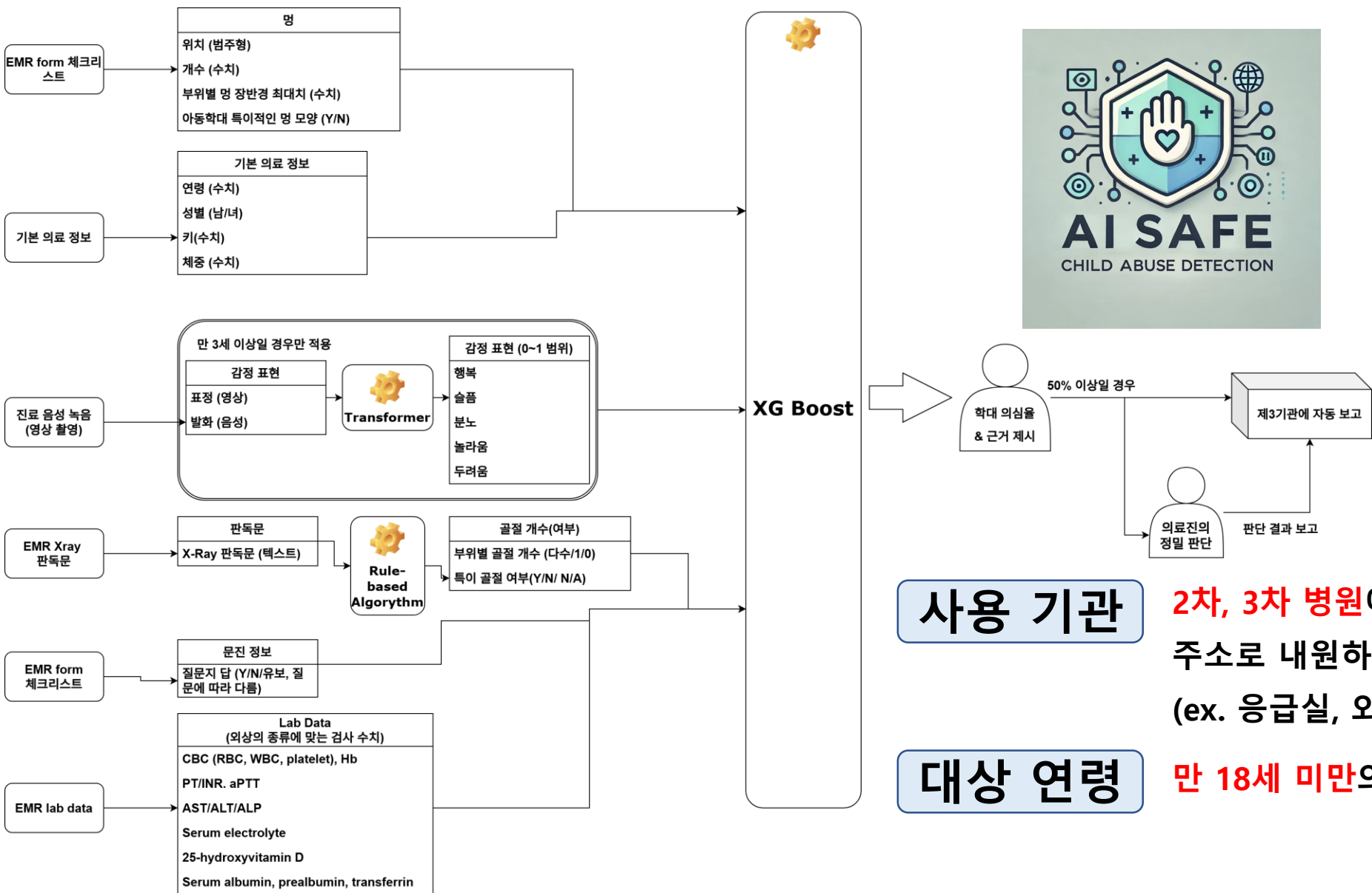
의료진의 워크플로우를 고려해 **추가 작업량을 최소화**하면서,

4

다양한 병원의 데이터를 활용해 **일반화 가능성**을 높임

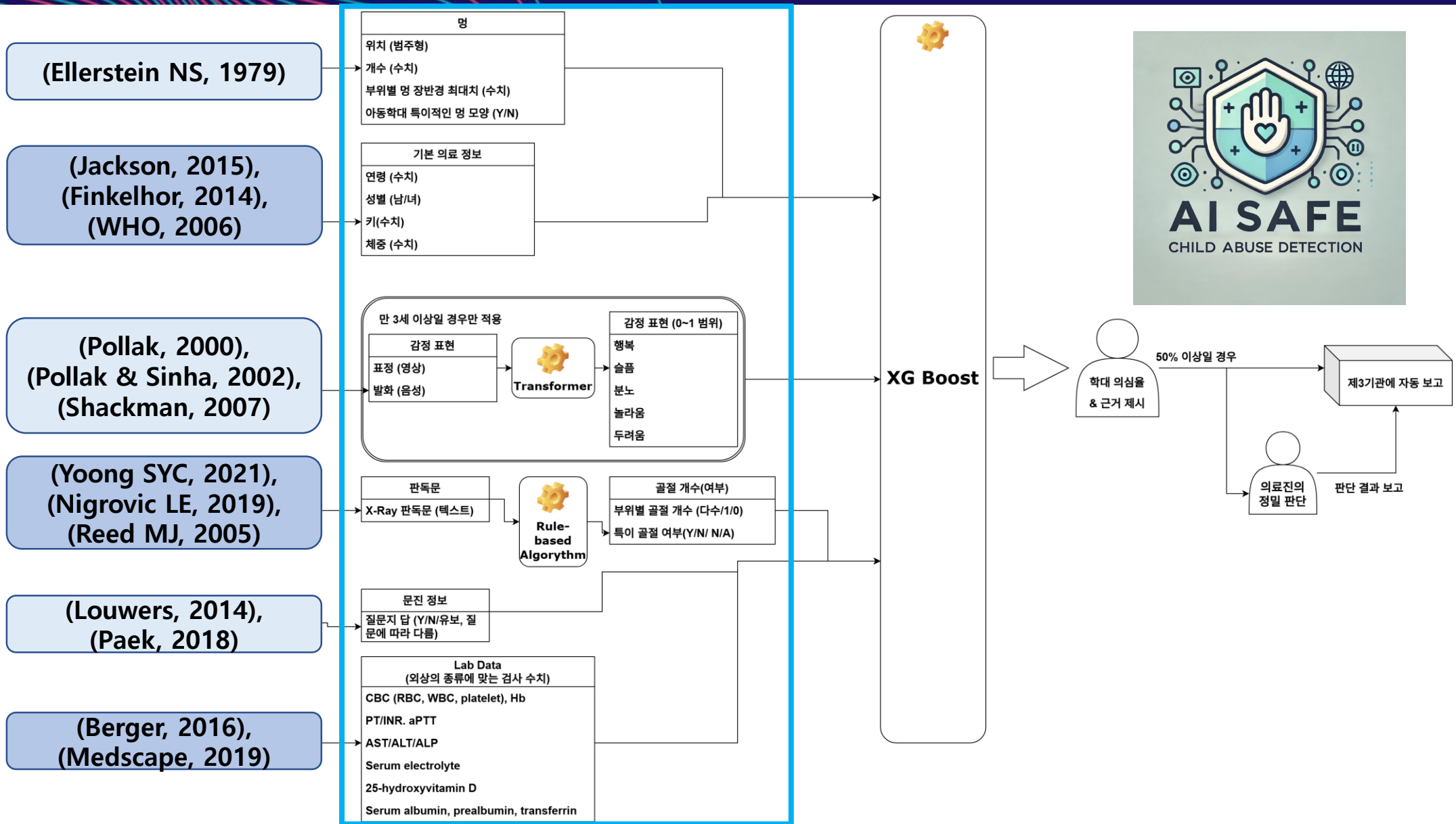
II. 아이디어 구체화 계획

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”



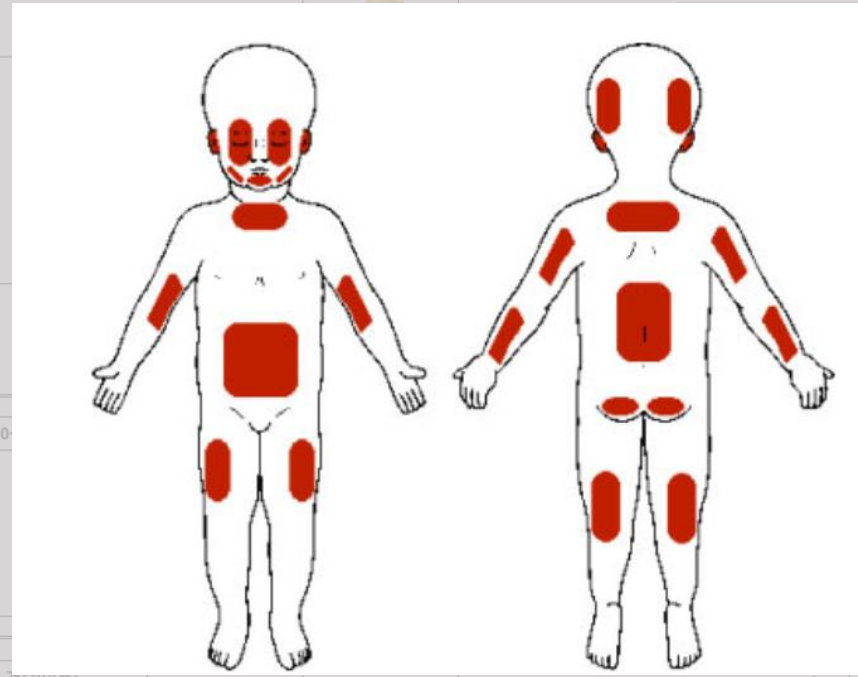
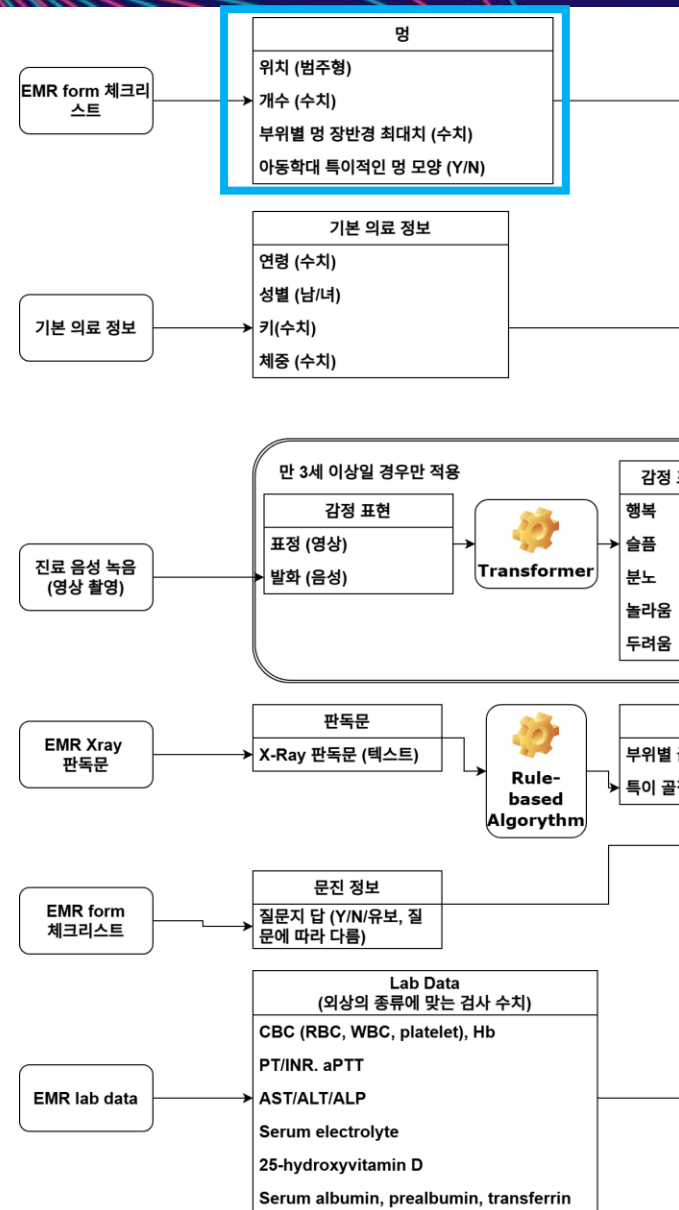
II. 아이디어 구체화 계획

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”



II. 아이디어 구체화 계획

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”



특이적인 명 모양

머리(Head & Neck)

팔(arms)

다리(legs)

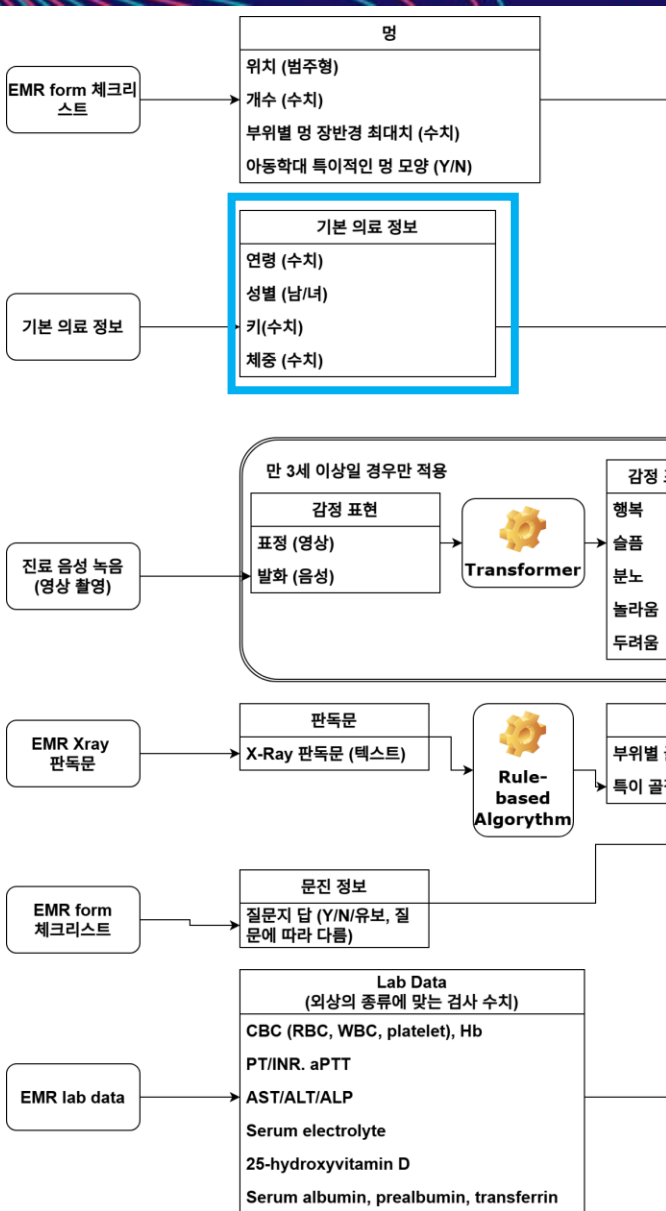
몸통(torso)

엉덩이(buttocks)



II. 아이디어 구체화 계획

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”



연령

아동의 발달 단계와 관련된 중요한 정보를 제공



2개월 남자

“침대에 두고 잠시 나갔다 왔는데 돌아와보니 떨어져 있었어요.”

성별

키

체중

아동의 성장 발달을 분석하고 영양실조 등의 학대 징후 파악 가능

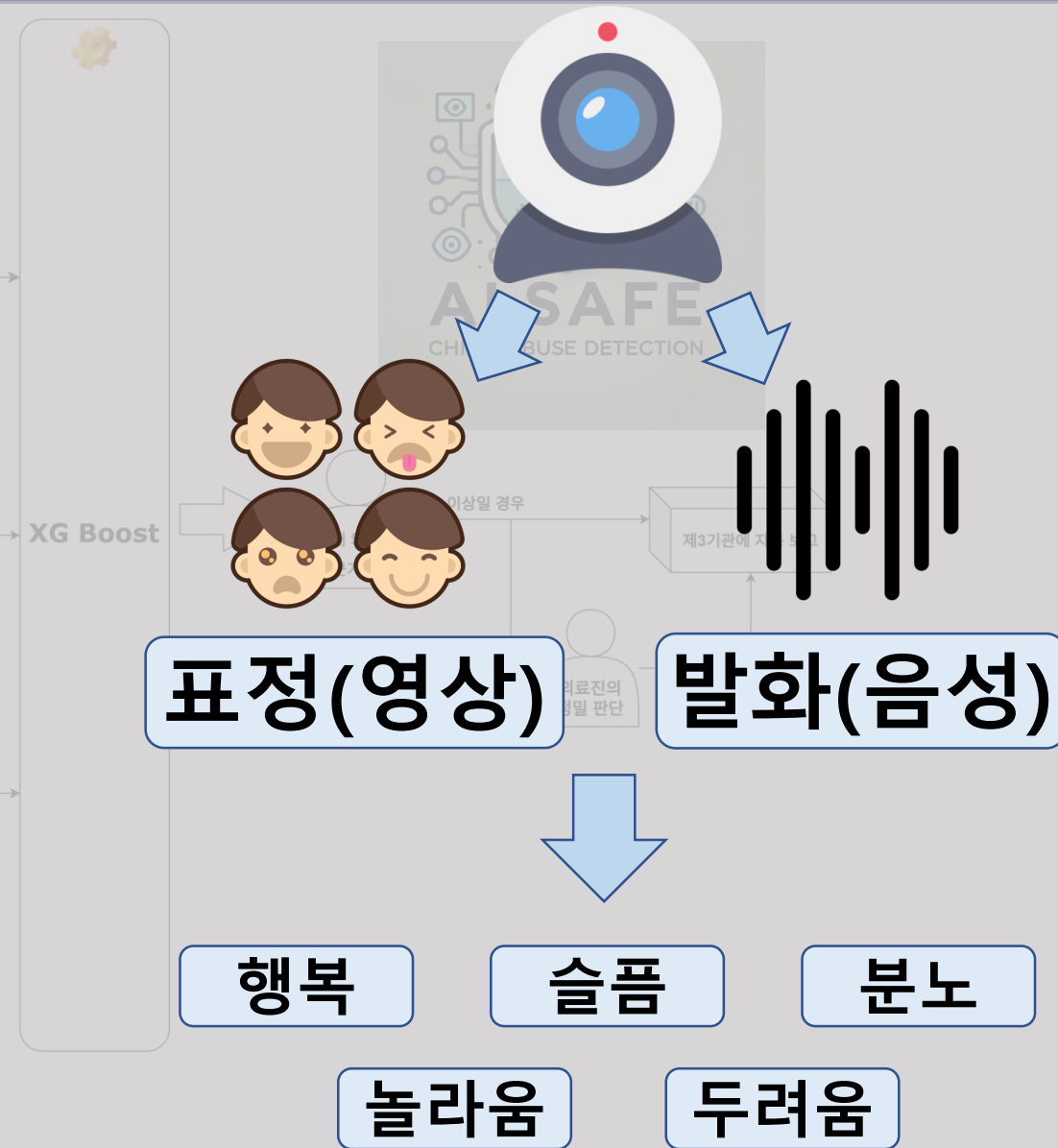
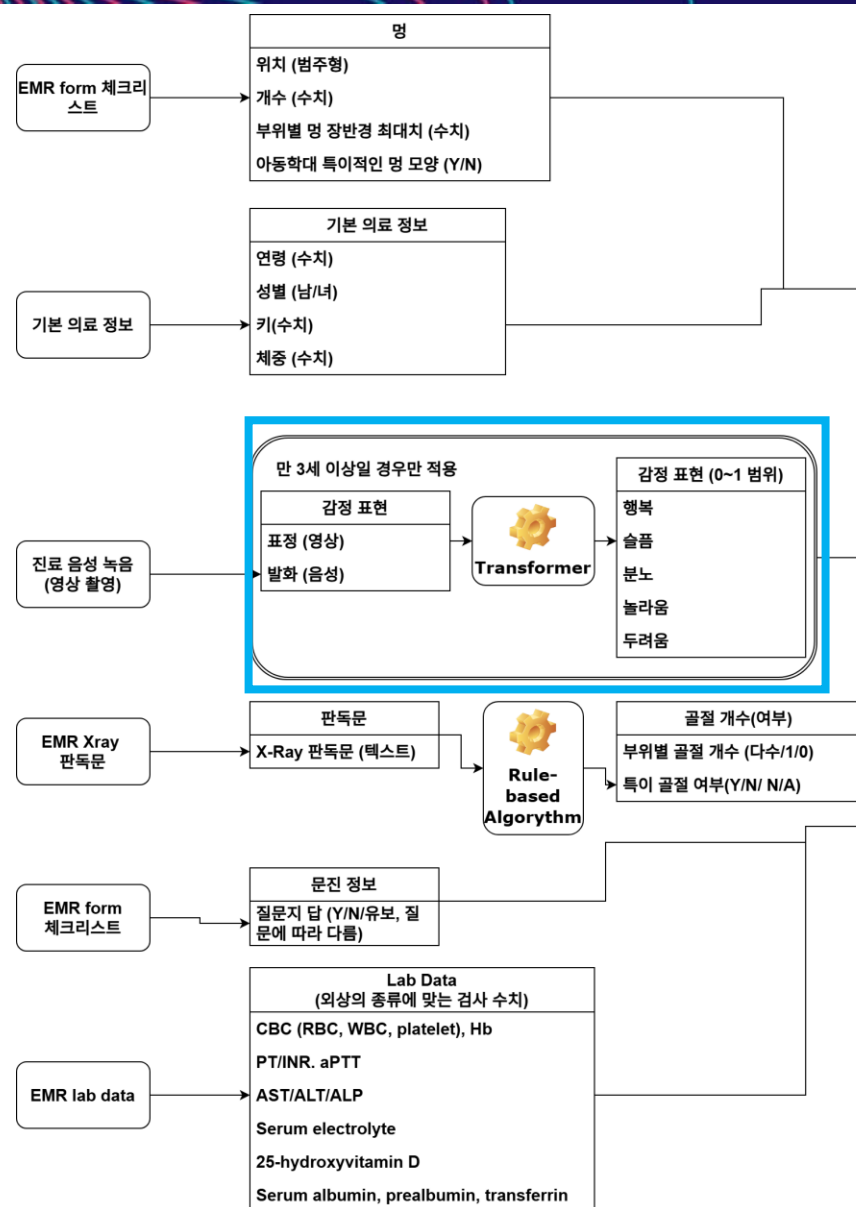


10개월 여자

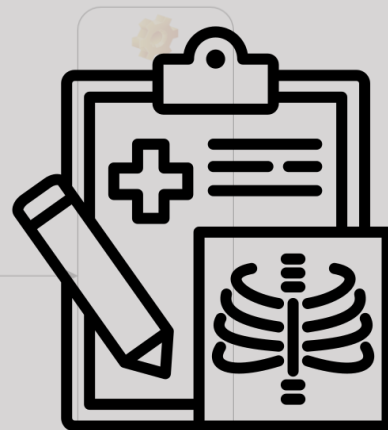
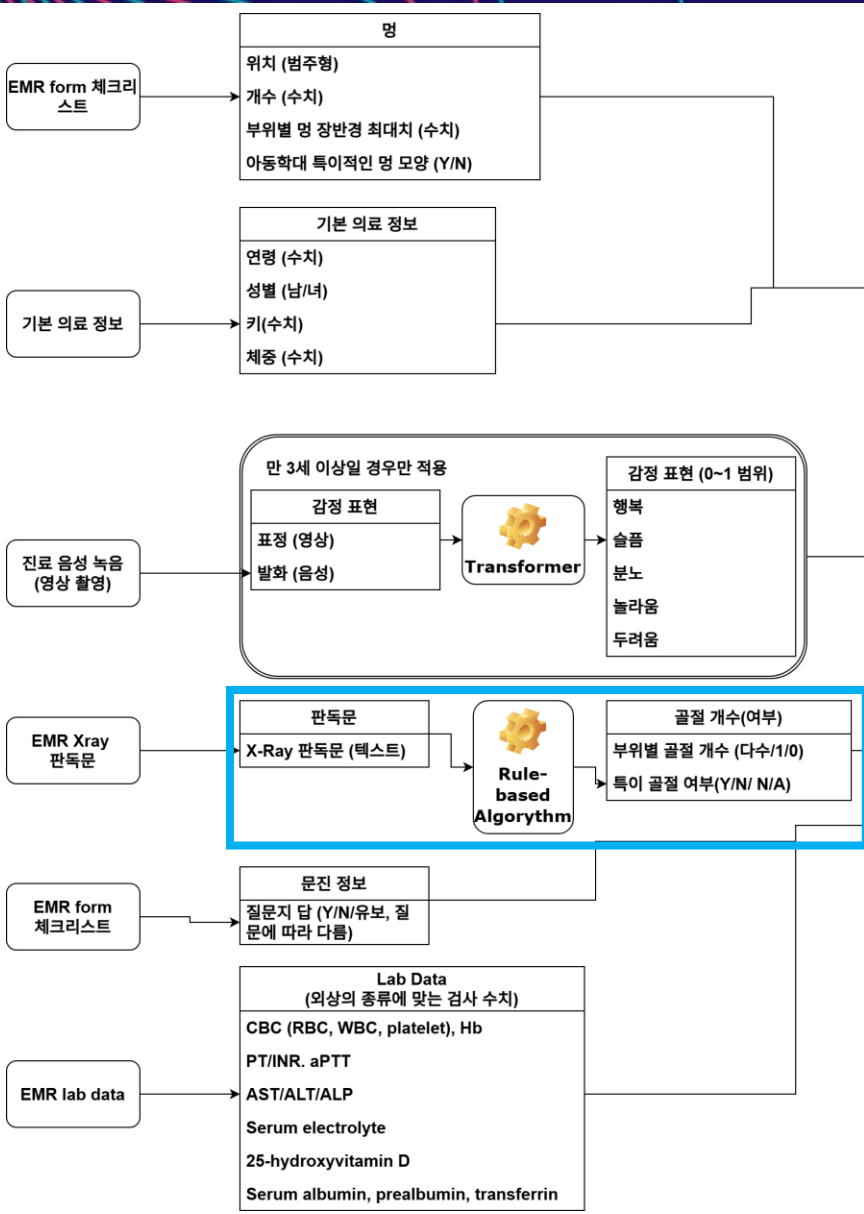
“아이가 수도꼭지에서 뜨거운 물을 틀어서 화상을 입었어요.”

II. 아이디어 구체화 계획

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”



II. 아이디어 구체화 계획



부위별 골절의 개수

There is **no evidence** of fracture in the **right arm**.

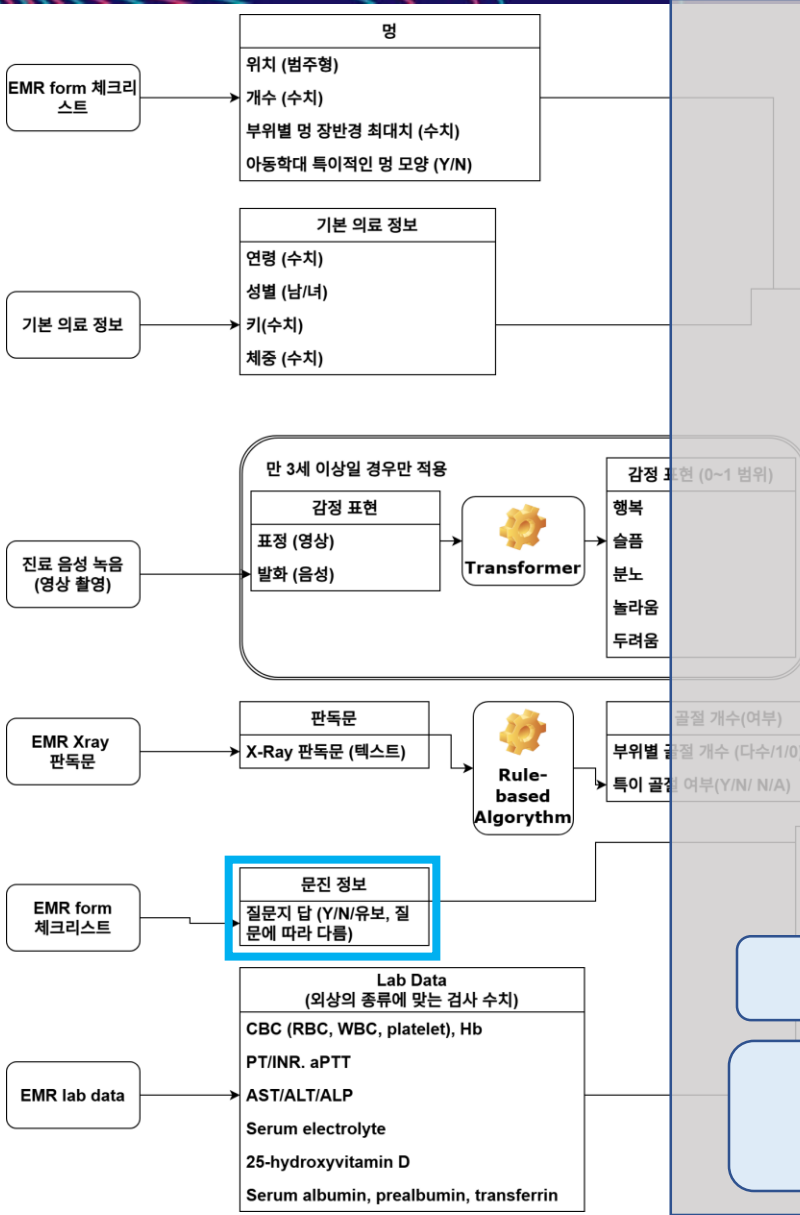
Suspected splenic injury based on contour irregularity. The liver, kidneys, and other abdominal organs appear normal. **Fractures of the right ribs #9, 10** are observed.

부위 관계 없이 특정 골절 유형 감지

Single metaphyseal/spiral fracture is noted in the right distal femur.

II. 아이디어 구체화 계획

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”



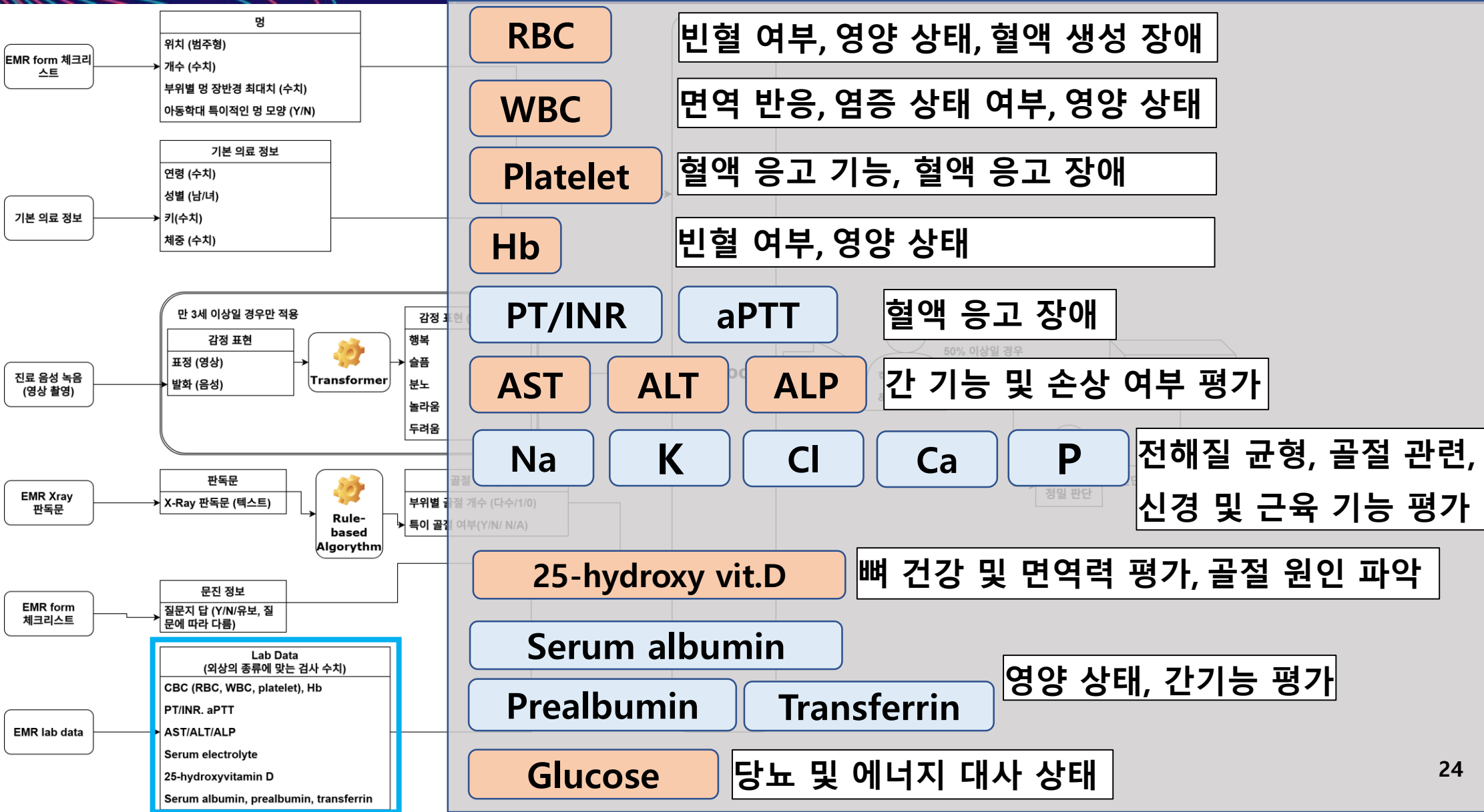
- 1) 환자/보호자가 주장하는 손상의 원인은 무엇인가요?
- 2) 환자가 의식이 정상인가요?
- 3) 현재 환자의 보호자는 누구인가요?
- 4) 환자/보호자가 제시한 손상 원인을 아동학대의 원인으로 볼 수 있나요?
- 5) 문진 내용과 신체 진찰에서 알게 된 내용이 일치하나요?
- 6) 아이의 연령/발달 단계에서 일어날 수 있는 손상인가요?
- 7) 병원의 내원이 적절한 이유 없이 지체되었나요?
- 8) 환자/보호자의 진술이 일치하나요?
- 9) 환자의 의복, 청결, 영양상태가 눈에 띄게 불량한가요?
- 10) 환자와 보호자와의 관계가 적절해 보이지 않나요?

간단한 문답을 사용해 워크플로우 최소화

EMR 기록을 작성하는 수고를 덜어주어
진료 편의 증가

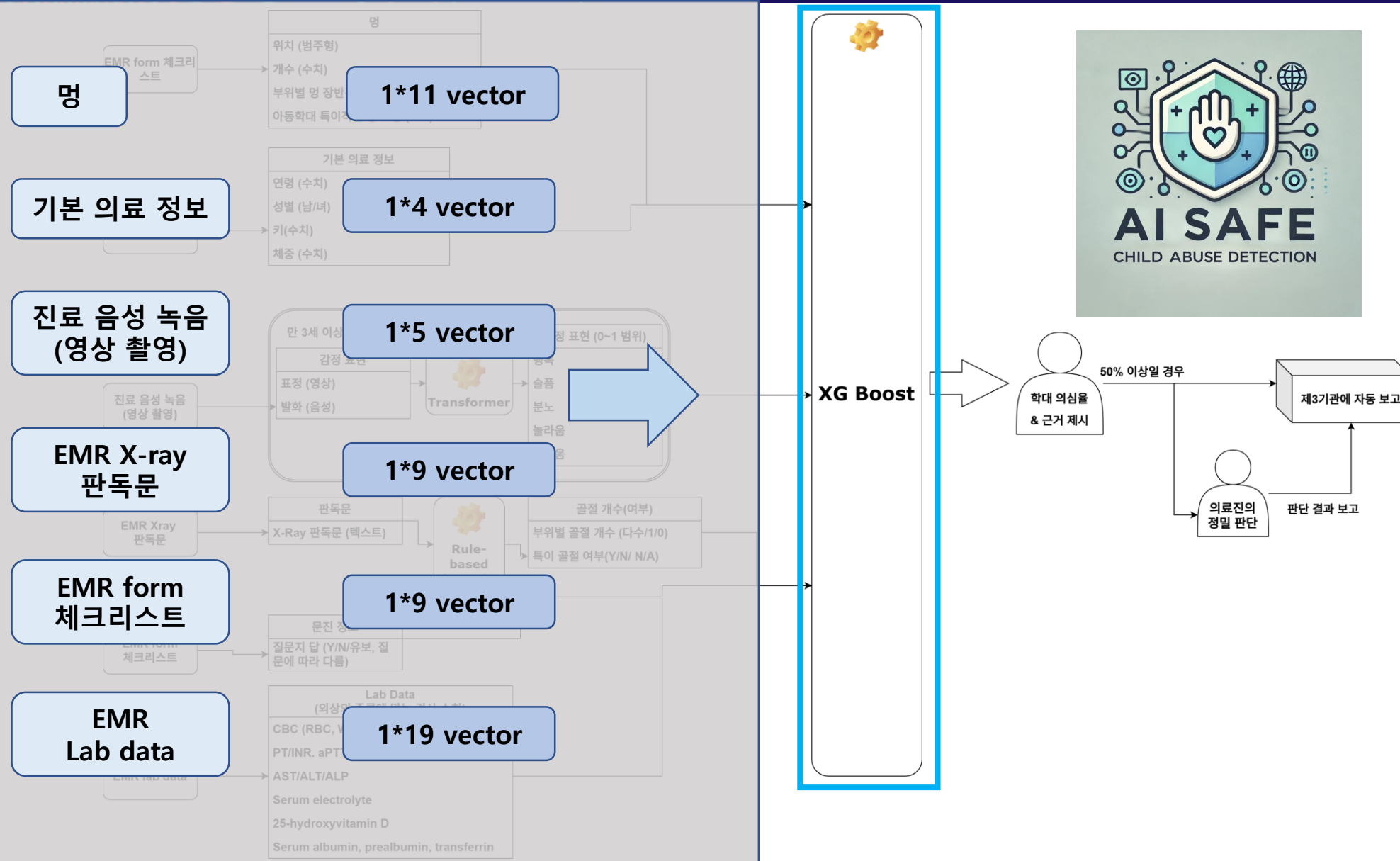
II. 아이디어 구체화 계획

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”



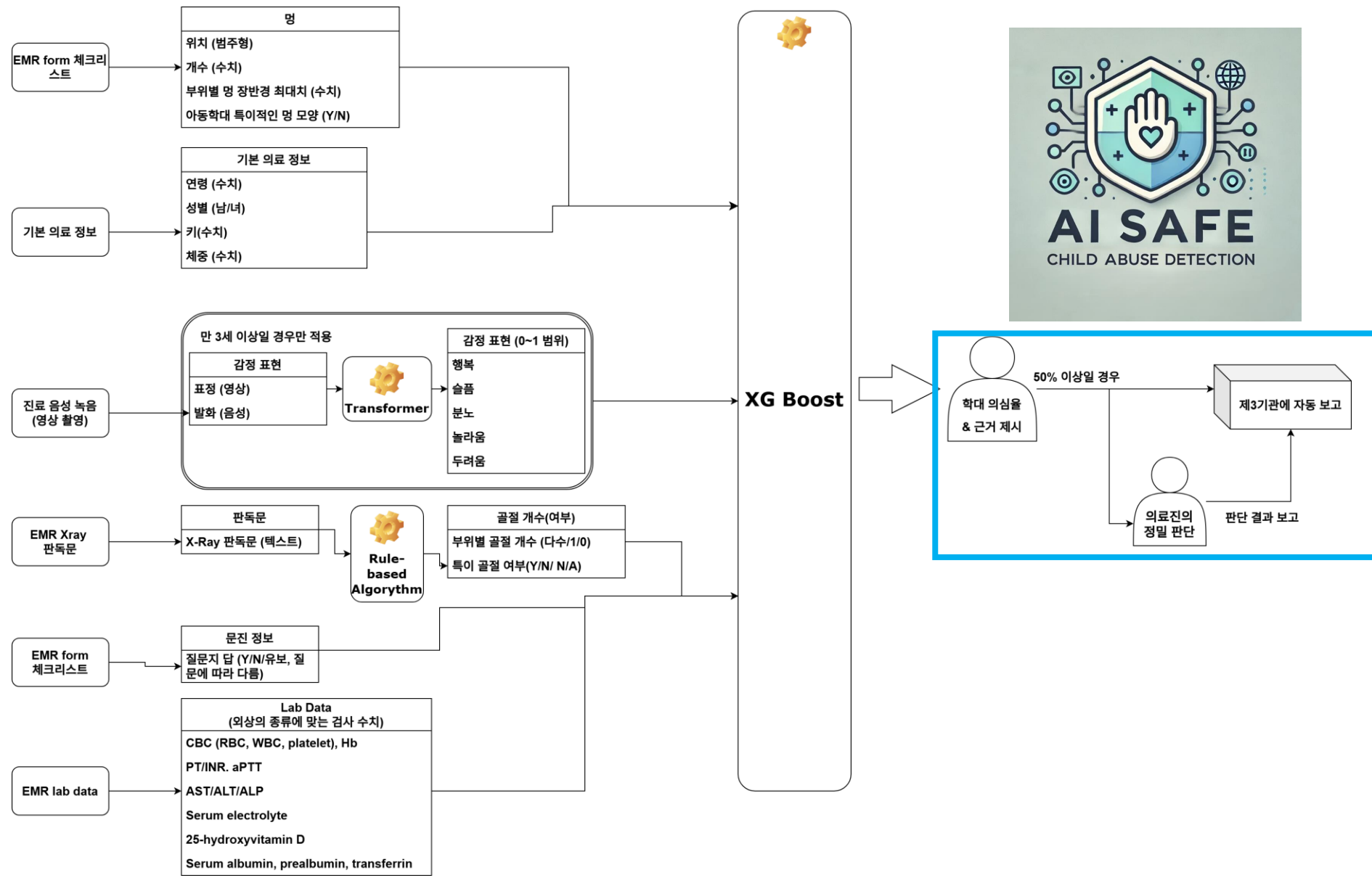
II. 아이디어 구체화 계획

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”



II. 아이디어 구체화 계획

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”



III. 데이터 활용 계획

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”

1

Mock data 활용



Case 30개

True 15개

False 15개



Training 21개

Test 9개

인적사항: 8세 여아
키/몸무게: 142.1cm/35.4kg
주소(내원한 이유): 아이가 철봉
에서 놀다가 걸려서 배에 멍이
들었다고 내원함.
실제 부상 이유: 엄마가 아이를
발로 세게 참.

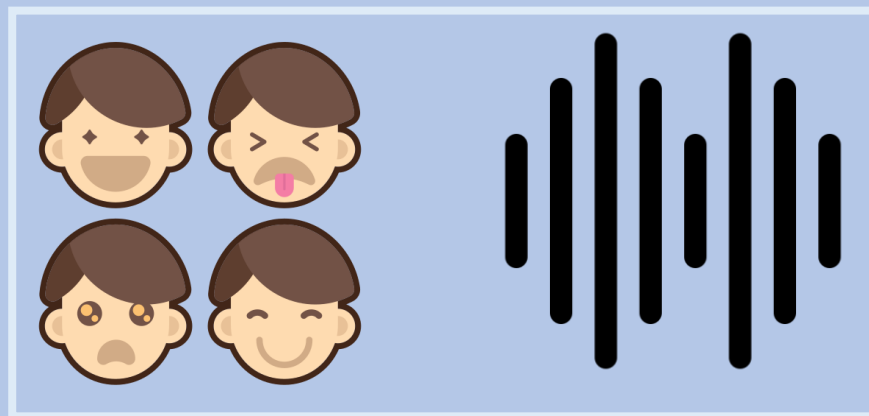
인적사항: 2세 남아
키/몸무게: 88cm/12kg
주소(내원한 이유): 넘어져서
머리에 큰 멍이 들어 내원함.

III. 데이터 활용 계획

2

표정과 발화

표정과 발화를 input으로 받는
기존 **multimodal AI** 활용



두 feature의 한계점을 보완할 수 있는
multimodal AI 기법을 사용

표정과 발화를 input으로 받는
기존 **multimodal AI** 활용

전향적으로 구축한 DB로
Transfer-learning

한국인 소아 음성 데이터셋
(AI-HUB)으로 **Fine-tuning**

III. 데이터 활용 계획

2

표정과 발화

모델명	출시연도	성능	저작권	데이터셋
Multi-Modal, Multi-Task Learning for Emotion Recognition (MMER)	2020	Weighted Accuracy (81.2%)	All Rights Reserved	IEMOCAP
Conversation Understanding Relational Temporal Graph Neural Network with Cross-Modality Interaction (CORECT)	2023	Weighted F1 Score(84.64%)	All Rights Reserved	IEMOCAP CMU-MOSEI
Multi-modal Masked Autoencoder for Dynamic Emotion Recongition (Multi-MAE DER)	2024	Weighted Sensitivity(83.61%)	Apache-v2.0	IEMOCAP RAVDESS CREMA-D

1

Sensitivity(민감도)가 가장 높음

2

데이터셋의 인종 다양성

3

저작권 관련 문제

4

오픈 소스화 정도

III. 데이터 활용 계획

3

데이터 확보 방안

1

True label case 확보

응급실 내원 환자 중 아동학대 환자의 비율

미국	10%
영국	1.4% ~ 6.5%
이탈리아	2%

국내 비율을 보수적으로 **1%**로 잡으면,
100개의 True label을 얻기 위해서
10,000개의 case가 필요함

국내 5개 소아전문응급의료 센터에서 연간
5,800여건의 소아외상 case가 내원하므로
약 2년 간 5개소 혹은 일부 기관을 선정하여
4-5년 간 필요한 데이터를 획득 가능

2

표정 및 발화 데이터셋의 크기

Aff-Wild2



비디오 260개
(약 48시간)

CAER

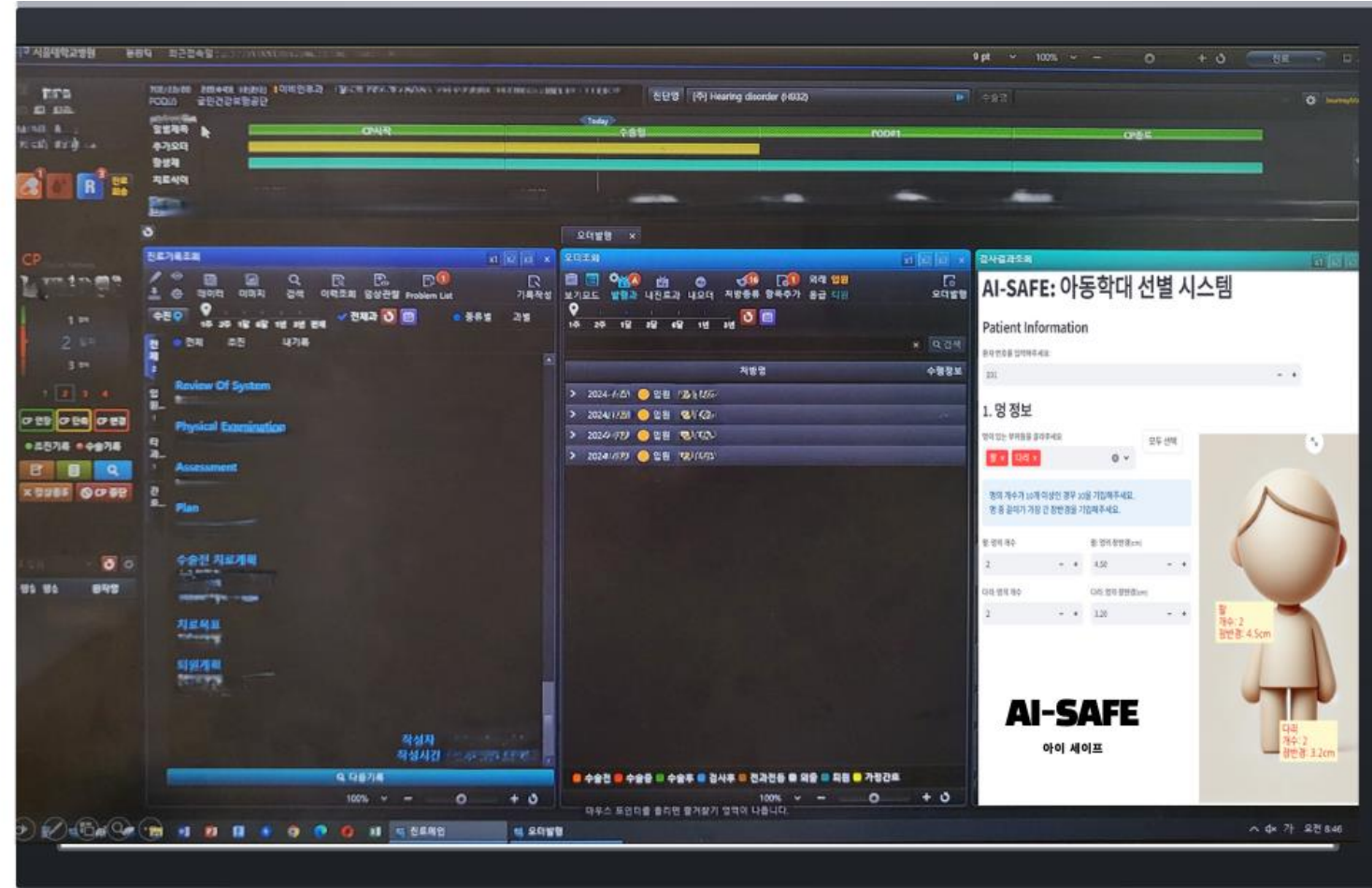


비디오 13,201개
(약 36시간)

10초 길이 label 14,400개
(약 40시간)

IV. 시뮬레이션 결과

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”



IV. 시뮬레이션 결과

“의료진의 아동학대 선별에 도움을 주는 AI 아이세이프(AI-SAFE)”



V. 향후 진행 계획

1

수익 창출 방법

1

B2B 모델: 병원 및 의료기관 대상 라이선스 비용 부과

국내: 소아 응급실 11곳, 일반 응급실 411곳
라이선스 비용을 병원 당 연간 5천만 원으로 잡으면,
국내 시장은 약 5억 5천만 원 ~ 205억 5천만 원

미국: 소아 응급실 200곳, 일반 응급실 4,807곳
미국 시장은 약 135억 원 ~ 3,245억 원

3

데이터 기반 서비스와 추가 솔루션 제공

AI-SAFE를 통해 수집된 데이터를 기반으로 **추가적인 아동학대 예방 및 대응 서비스를 개발해** 부가 수익 창출

(ex. 수집된 데이터를 활용한 보고서 제공,
아동학대 리스크 평가 및 대응 가이드라인 제공,
새로운 관련인자 제시)

2

정부와의 협력 및 공공예산 활용

아동학대 정보시스템 운영비: 연간 7억 원
E-아동행복지원시스템 운영비: 연간 6억 원

⇒ 연간 응급실을 방문하는 **아동 최소 30만 명**을
기준으로, 아동 한 건당 500원의 스크리닝 비용을
부과할 경우, 정부 또는 병원에 **연간 6억 원** 청구 가능

4

확장 가능성 및 글로벌 시장 진출

미국, EU를 비롯한 선진국에서 아동학대 예방에 대한
사회적 요구가 높음

=> AI-SAFE **글로벌 시장 진출 및 매출 확대** 기대

V. 향후 진행 계획

2

향후 확장 가능성

1

해외 적용 가능성

2

가정 폭력 및 학교 폭력으로의 확장



V. 향후 진행 계획

3

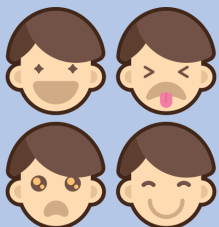
보안

1

훈련 데이터



개인식별정보 제거 후 이를
hash 값으로 대체하여 가명 처리



얼굴의 감정 상태를 나타내는 **주요 좌표나 특징점 추출**한 후 전체 영상 대신 이 좌표들만을 저장해 훈련



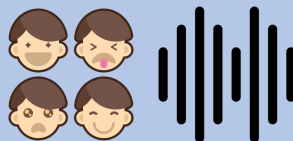
노이즈 추가, 주파수 조정, 속도 변화 등의 기법을 사용하여 **변조**하여 저장

2

모델 사용 단계



EMR 자체의 보안 시스템



3차 병원의 경우 내부 서버에서, 1-2차 병원 경우 보안 인증된 클라우드 서비스를 이용



이미 훈련이 완료된 XGBoost 모델로 **로컬 시스템 상에서 구현**

VI. 결론

아동학대 신고되고도 사망한 아이들

경상최 의료진이 정부로부터 받은 자료(2013~2020년)를 바탕으로 편별문·연문보도를 통해 재구성, 본명에 알려진 서한·행영·준비·정인 이외 어린이는 모두 가명



AI SAFE
CHILD ABUSE DETECTION

1. 기준(남, 만 2살)
사망: 2013년 1월10일
신고: 2012년 10월
장: 집을 집에서 신고
조사: 방영 학대로 판단, 친오의 양
가정보로, 친오 학대로 사망

2. 세웅(남, 만 2살)
사망: 2013년 1월30
신고: 2010년 11월
로 두고 외출해 방영
조사: 보호소에 입소, 친오의 요청으
과다출혈 쇼크사, 가해자 형량: 징역

3. 주현(남, 7개월)
사망: 2013년 6월18
신고: 2010년 11월
본드 출입 뒤 아동
할머니에게 달았으나 부모 여원에
돌연사(질식사), '혈의 입술'으로 증

4. 사형(여, 8살)
사망: 2013년 8월16
신고: 2013년 2월
알균·물에 영 보어
조사: 학대 판정, 영
치매 배를 맞고 외상성 복막염으로
게오 아동학대 사건으로 알려짐, 7
게오 징역 15년, 친부 징역 4년

5. 서현(여, 7살)
사망: 2013년 10월2
신고: 2011년 5월1
국에 교사 신고, 조
서인사 받고 모니터
로, 소풍날 아침, 끝까지 16개 부러
가해자 형량: 게오 징역 18년, 친부

6. 영진(여, 5살)
사망: 2015년 10
신고: 2014년 5월23일- 입
영을 보호자가 가부해 병행 신
고, 조사: 친오 양육 인지 보여
복귀, 친부가 발로 차 복부 손
상 사망, 가해자 형량: 징역 2
년6개월

16. 효영(남, 5살)
사망일: 2019년 9월26일
1차 신고: 2017년 1월26일- 영
자국이 있다는 신고, 조사: 형기
2차 신고: 2017년 3월4일- 게부 학대
가 신고, 조사: 형리 조치했으나 2년6
월 복귀, 게부가 휘두른 독검 맞고 불이
사망, 가해자 형량: 게부 징역 25년

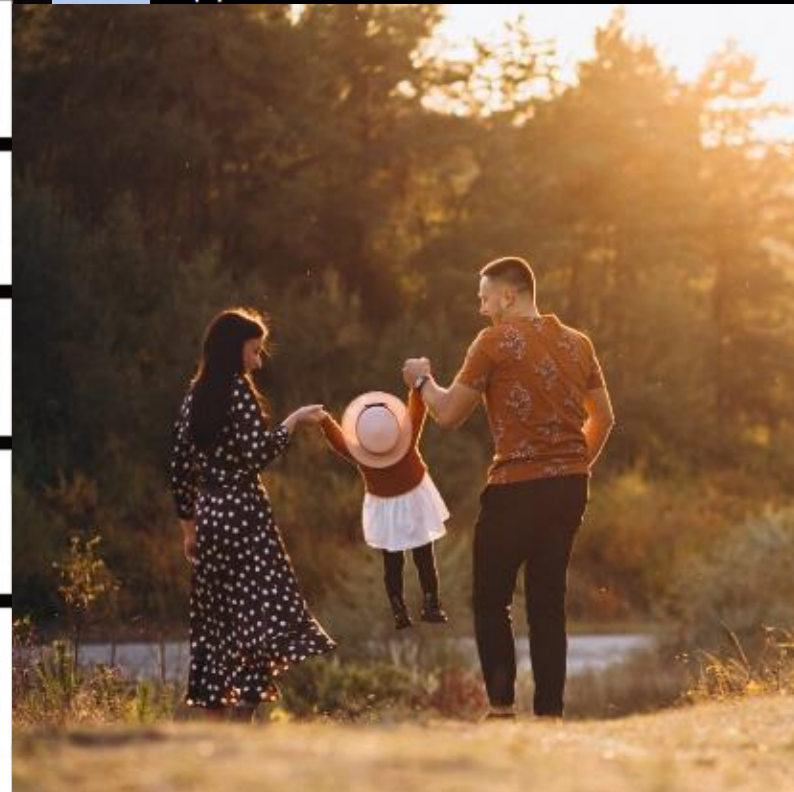
17. 민영(여, 3살)
사망: 2019년 11월14일
1차 신고: 2019년 8월6일-
아이만 두고 외출했다가 화재
발생해 사형목지가 신고
가정보로, 친오, 동가남 등이 행가행과
로 목행해 사망, 가해자 형량: 친오 징역
10년, 지인 징역 12년, 동가남 징역 8년

18. 다현(남, 9살)
사망: 2020년 1월10일
1차 신고: 2016년 2월- 경
찰 학대 판정, 조사: 본리 뒤
가정 복귀, 2차 신고: 2016
- 이웃 신고, 조사: 잘 카우과라는 친부
가정 복귀, 배관다 육조에서 발견다 지
으로 사망, 가해자 형량: 게오 징역 12년

19. 재민(남, 8살)
사망: 2020년 6월3일
1차 신고: 2020년 5월7일- 영
자국이 의사 신고, 조사: 간급하
지 없이 행가행보로, 여행을 기
간혀 최대 160kg 입막 발모어 사망, 가
량: 게오 징역 25년

20. 정민(여, 1살)
사망: 2020년 10월13일
1차 신고: 2020년 5월25일-
불 상처에 어린이집 신고, 조
차: 학대 확인할 수 없다에 중
신고: 2020년 6월29일- 해를 살균 기
치매와 신고, 조사: 불기스 치론, 3차 신
20년 9월23일- 영영상태가 좋지 않아
고, 조사: 학대로 보기 어렵다고 판단,
해자 형량: 영오 루기징역, 영부 징역 5
살 친통 중)

사회



안' 친모 징역

징역 17년...친모

가

지막 말은 "엄마 사랑해"

친부 "딸 혼자 못 보내" 극단선택
투명인간처럼 살다 간 딸
죽어서도 무연고시신될 뻔

Q&A

감사합니다.



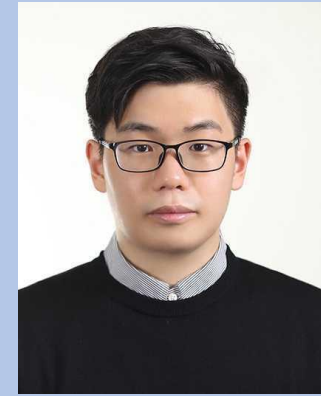
VII. 팀 활동 결과



이재영(의과대학 본과 4학년)



정영지(의과대학 본과 4학년)



신채범(의과대학 본과 3학년)



양지훈(의과대학 본과 2학년)



남신우(의과대학 본과 2학년)

I. 아이디어 발굴 배경

1	아동학대 판정 기준의 한계
---	----------------

학대행위자용 아동학대 위험도 평가척도			
	1차	2차	3차
아동에게 상해를 입히거나 아동을 위험한 상황에 방치하고 있다.	○	X	X
경찰이나 아동보호전문기관의 조사를 받은 경험 이 있다.	X	○	○
학대 및 체벌에 대한 그릇된 인식을 가지고 있다.	X	X	X
아동을 자신의 소유물로 인식하고 있다.	X	X	X
다른 이유를 주장하면서 학대행위의 정당화를 시도한다.	X	X	X
학대행위의 개선에 대해 노력하려는 의지를 보이지 않는다.	X	X	X
경찰이나 아동보호전문기관의 개입에 대해 비협조적이다.	X	○	○
알코올 및 정신건강 상의 문제로 인해 아동을 방임하거나 학대한다.	X	X	X
학대를 유발할 가능성이 있는 가정 내 만성적 스트레스가 있다.	X	X	X
아동의 양육에 어려움이 있고 이를 개선할 지원체계가 부족하다.	X	X	X
*총점 5점 이상일 경우 조치 고려	1점	2점	2점