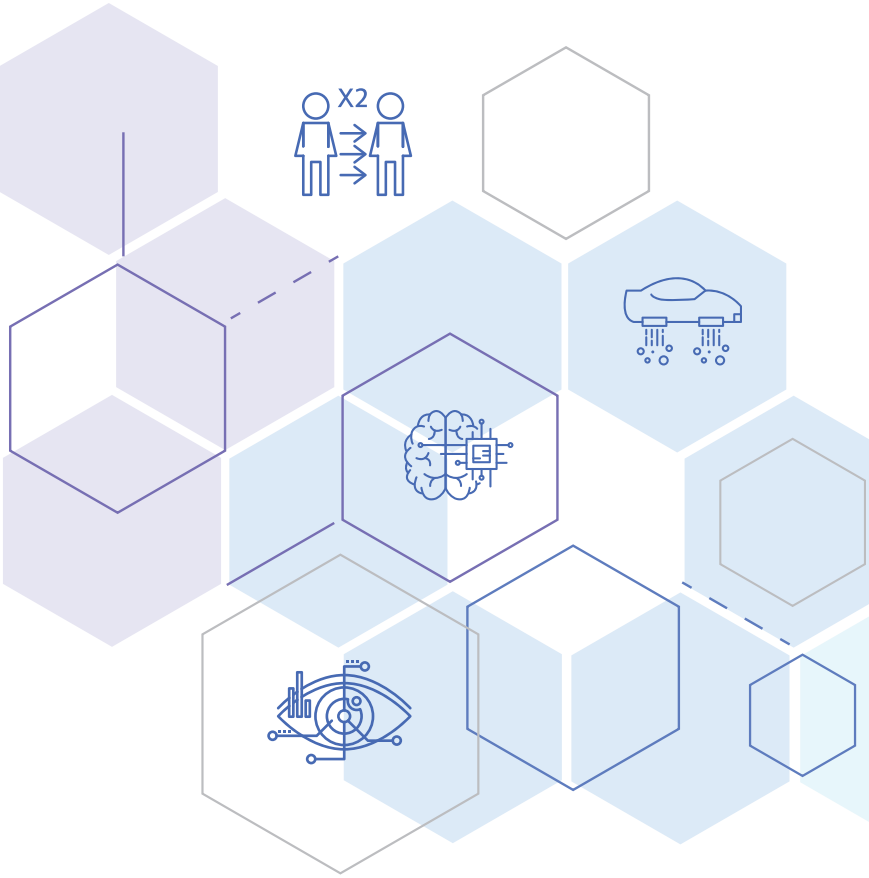
발 간 등 록 번 호
11-1352159-000843-08

ISSN 2586-081X

손상예방과 건강한 안전사회

Injury prevention for healthy & safe society

2023 NO. 1 호



특집기획 | 인공지능을 활용한 손상예방

- 첨단 자동차의 교통사고 예방 인공지능 기술
- 인공지능 기술을 활용한 산업안전도 향상

국내외 손상 예방 프로그램 소개 | Article review

- 직업손상 위험 완화:
  스마트 작업공간 감시를 위한 머신러닝 접근 방식 및 기능 최적화
- 엘리트 유소년 축구 선수의 부상 위험 평가를 위한 기계학습 접근법

손상예방과 안전사회 지킴이 인터뷰

- 응급실손상환자심층조사 사업 '운수사고' 심층분과
  김 유 진 교수
- 한국지능웰케어산업협회(KIWI)
  박 외 진 회장

기관탐방 | 한국지능웰케어산업협회(KIWI)

응급실손상환자심층조사 통계

질병관리청
Korea Disease Control and Prevention Agency

국가손상조사감시사업
중앙지원단

Injury prevention for healthy & safe society

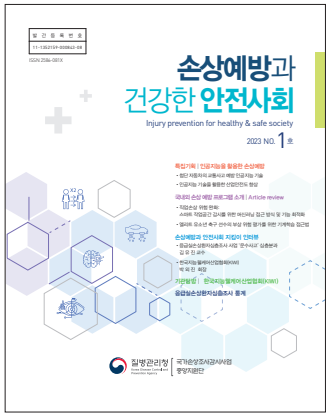
창 간 2017년 08월
발 행 2023년 05월
발 행 처 질병관리청, 국가손상조사감시사업 중앙지원단
발 행 인 지영미
공동편집인 배원초, 홍기정
공동편집위원 이정은, 이정선 (질병관리청)
김경환, 김동훈, 김민정, 김상철, 김선표, 김선휴, 김우정. 김유진, 류현욱, 류현호, 고유라, 박재욱, 송경준, 염석란, 이강현, 이덕희, 이승철, 임용수, 정태오, 조규종, 차원철, 한갑수, 김상철, 안재윤, 박정호, 이상헌, 김대곤, 윤현경, 이우진 (국가손상조사감시사업 중앙지원단)
발간기관 정보 질병관리청 건강위해대응관 손상예방관리과
(28159) 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 187
(T) 043-219-2942, (F) 043-219-2949
서울대학교병원 의생명연구원 응급의료연구실 국가손상조사감시사업 중앙지원단
(03080) 서울특별시 종로구 대학로 101 서울대학교병원 의생명연구원
(T) 02-2072-4052, (F) 02-744-3967
누 리 집 질 병 관 리 청 http://www.kdca.go.kr
국가손상정보포털 http://www.kdca.go.kr/injury
디자인 · 제작 ㈜신그라픽스 043-268-1241

질병관리청 Korea Disease Control and Prevention Agency
국가손상조사감시사업 중앙지원단

• 본지에 실린 내용은 저자의 개인적인 견해입니다.
• 본지에 게재된 글이나 사진, 자료를 질병관리청, 국가손상조사감시사업 중앙지원단의 허락없이 무단 복사, 전재하는 것을 금합니다.

손상예방과 건강한 안전사회

2023 NO.1호



CONTENTS

특집기획 | 인공지능을 활용한 손상예방

06 첨단 자동차의 교통사고 예방 인공지능 기술
신 동 훈 서울대학교 미래모빌리티기술센터 교수

12 인공지능 기술을 활용한 산업안전도 향상
박 승 충북대학교병원 인공지능센터장

국내외 손상 예방 프로그램 소개 | Article review

18 직업손상 위험 완화:
스마트 작업공간 감시를 위한 머신러닝 접근 방식 및 기능 최적화
김 대 곤 분당서울대학교병원 공공의료본부/응급의학과 임상조교수

26 엘리트 유소년 축구 선수의 부상 위험 평가를 위한 기계학습 접근법
윤 현 경 서울대학교병원 응급의학과 조교수

손상예방과 안전사회 지킴이 인터뷰

30 응급실손상환자심층조사 사업 '운수사고' 심층분과
김 유 진 분당서울대학교병원 응급의학과 교수

32 한국지능웰케어산업협회(KIWI)
박 외 진 한국지능웰케어산업협회 회장

기관탐방 | 한국지능웰케어산업협회(KIWI)

36 한국지능웰케어산업협회(KIWI)

응급실손상환자심층조사 통계

40 질병관리청 [응급실손상환자심층조사] 수집자료 분석결과

Injury prevention for healthy & safe society

특집기획 **인공지능을 활용한 손상예방**

첨단 자동차의 교통사고 예방 인공지능 기술

신 동 훈 서울대학교 미래모빌리티기술센터 교수

인공지능 기술을 활용한 산업안전도 향상

박　　승 충북대학교병원 인공지능센터장

첨단 자동차의 교통사고 예방 인공지능 기술

● 신 동 훈

서울대학교 미래모빌리티기술센터 교수

E. fusioni@snu.ac.kr T. 02-880-1942

1. 첨단 운전자 지원 시스템(ADAS) 개요

첨단 운전자 지원 시스템(Advanced Driver Assistance Systems, ADAS)은 운전자의 주행 경험을 향상시키고, 교통사고를 줄이기 위해 설계된 차량의 전자 시스템입니다. ADAS는 차량의 주변 환경을 감지하고, 운전자에게 필요한 정보를 제공하며, 필요한 경우 차량 제어를 자동화하여 안전과 편리성을 도모합니다. 최근의 동향과 기술 발전으로 인해 ADAS는 계속 진화하고 있으며, A사 같은 주요 차량 제조사들은 이러한 첨단 기술을 양산 차량에 도입하고 있습니다[1].

2. ADAS 최신 동향과 차량 제작사들의 기술 도입

A사는 자동주행 기술의 선두 주자로, ADAS와 관련된 다양한 기술을 도입하고 있습니다. A사의 자율 주행은 차선 유지, 자동 차선 변경, 적응형 크루즈 컨트롤 등의 기능을 제공하며, 차량 간의 거리와 속도를 조절하여 운전자에게 편리한 주행 경험을 제공합니다. 또한, A사는 완전 자율 주행 기능을 개발 중이며, 일부 시험 운전 중인 차량에서 이미 도입되어 사용되고 있습니다[2].

1) SAE International. (2018). Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. Retrieved fromhttps://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/.

2) Tesla. (2021). Autopilot. Retrieved from https://www.tesla.com/autopilot.

그림 1. 인공지능 기술 기반 테슬라의 카메라 센서를 활용한 운전자 사고예방 ADAS 기술

*자료 : "자율 주행차량이 더 안전할 수 있다" 테슬라 모델X의 사례(https://techit.kr/view/?no=20200219125459)

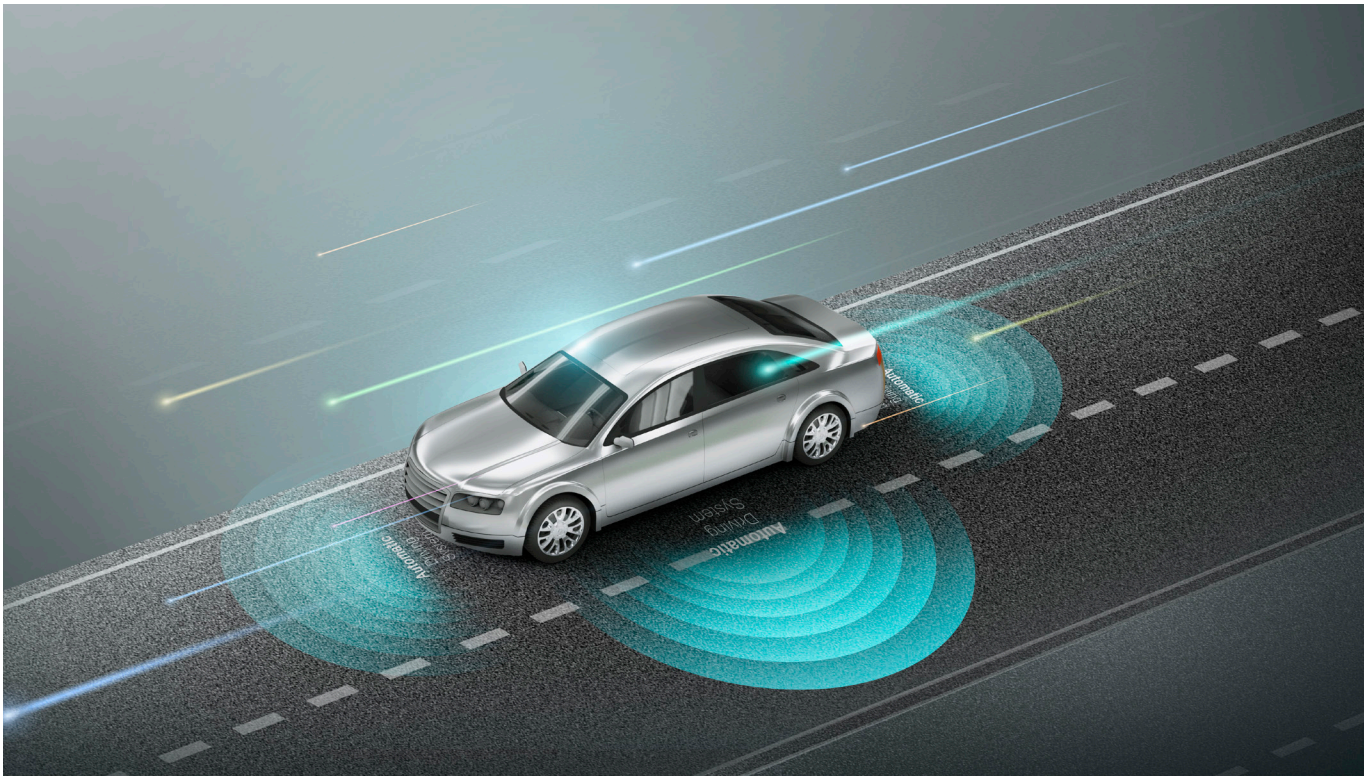
B사는 우리나라를 대표하는 자동차 제작사로서 ADAS 기술을 개발하여 도입하고 있습니다. B사는 스마트 크루즈 컨트롤, 전방 충돌 방지 보조 시스템, 차선 이탈 방지 보조 시스템, 후측방 충돌 방지 보조 시스템 등 다양한 ADAS 기술을 차량에 적용하고 있습니다[3].

일본의 C사 또한 ADAS를 개발하여 도입하고 있는 글로벌 자동차 제작사입니다. C사의 ADAS 기술인 'Safety Sense'는 차선 이탈 경고, 자동 긴급 제동, 적응형 크루즈 컨트롤 등의 기능을 제공하여 운전자의 안전과 편리성을 높입니다. 또한, C사는 자율 주행 기술 개발을 위한 전용 부서로써 자체 연구 시설을 설립하여 더욱 높은 수준의 ADAS 기술 개발에 힘쓰고 있습니다[4].

D사 역시 일본의 대표적인 자동차 제작사로서 ADAS 기술 개발에 큰 관심을 가지고 있습니다. D사의 ADAS 기술인 'Sensing'은 충돌 경고 및 자동 긴급 제동 시스템, 차선 이탈 방지 보조 시스템, 어댑티브 크루즈 컨트롤 등 다양한 기능을 포함하고 있습니다[5].

이외의 다양한 차량 제작사들도 자체적인 ADAS 기술을 개발하고 양산 차량에 적용하고 있습니다. 이러한 기술들은 차선 이탈 경고, 전방 충돌 경고, 사각지대 모니터링 등 다양한 운전자 지원 기능을 제공하여 안전성을 높이고 있습니다.

3) Hyundai. (2021). Hyundai SmartSense. Retrieved from https://www.hyundaiusa.com/us/en/smart-sense2.
4) Toyota. (2021). Toyota Safety Sense. Retrieved from https://www.toyota.com/safety-sense/.
5) Honda. (2021). Honda Sensing. Retrieved from https://automobiles.honda.com/sensing.



3. 인공지능 기술을 활용한 ADAS

인공지능(AI) 기술은 최근 몇 년 동안 급속한 발전을 이루며 다양한 산업 분야에 적용되고 있습니다. 특히 자동차 산업에서는 인공지능 기술을 활용한 ADAS가 주목을 받고 있으며, 차량의 안전과 운전자의 편의성을 높이는 것에 기여하고 있습니다. 인공지능 기술은 ADAS의 센서 데이터를 처리하고, 패턴 인식, 예측, 의사 결정 등에 활용되어 차량의 성능과 기능을 향상시키고 있습니다. 이 챕터에서는 인공지능 기술을 활용한 ADAS의 양산 및 개발 사례를 살펴보겠습니다.

4. 인공지능 기술이 적용된 ADAS 양산 및 개발 사례

A사의 자율 주행 시스템은 인공지능 기술을 활용하여 차량 센서에서 수집한 데이터를 실시간으로 분석하고 처리합니다. 인공지능 기술 알고리즘은 차량 주변 환경을 인식하고, 차선 유지, 속도 조절, 자동 차선 변경 등의 기능을 수행합니다. A사는 꾸준한 소프트웨어 업데이트를 통해 자율 주행의 성능을 개선하고 있으며, 완전 자율 주행 기능을 향한 발전을 이끌고 있습니다[6].

E사는 자율 주행 자동차용 인공지능 기술 컴퓨팅 플랫폼인 DRIVE를 개발하였습니다. 이 플랫폼은 인공지능 기술 알고리즘을 활용하여 센서 데이터를 처리하고, 차량 제어 및 주행 관련 의사 결정을 수행합니다[7].

F사는 인공지능 기술 기반의 ADAS 솔루션을 개발하고 있습니다. F사의 EyeQ 시스템은 카메라를 기반으로 한 센서 데이터를 처리하고, 차량 주변 환경을 인식하여 차선 이탈 경고, 자동 긴급 제동, 전방 충돌 경고 등 다양한 기능을 제공합니다[8].

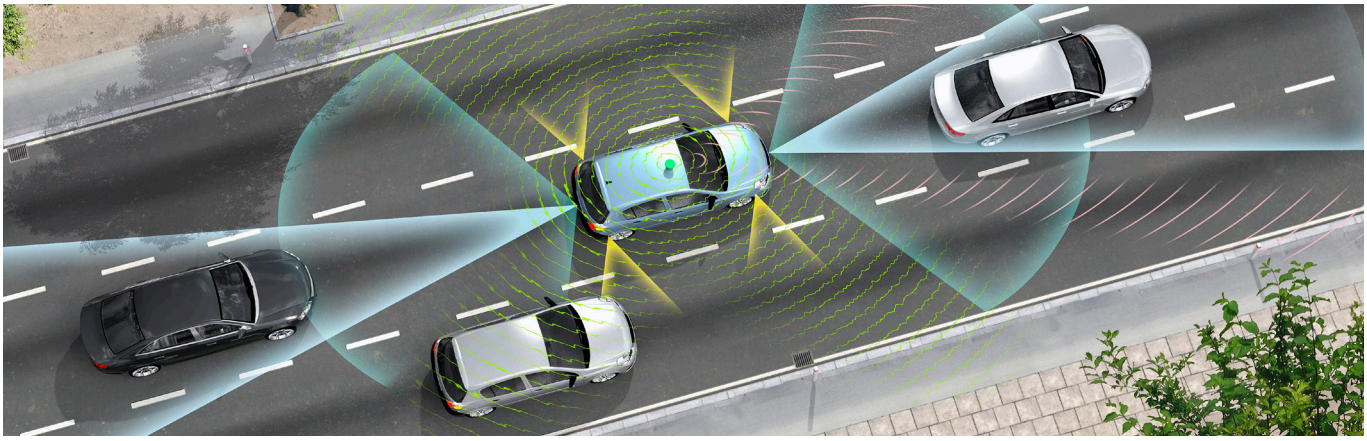


그림 2. 인공지능 기반 현대·기아자동차의 운전자 맞춤형 ADAS 기술

*자료 : 현대·기아자동차, 인공지능 기반의 부분 자율 주행 기술 (https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/press-release/hyundai-motor-group-develops-worlds-first-machine-learning-based-smart-cruise-control-scc-ml-technology/)

B사는 SCC-ML(Self-driving Connected Car Machine Learning)이라는 인공지능 기술 기반의 ADAS를 개발하였습니다. SCC-ML(그림 2)은 차량의 센서 데이터를 분석하여 자동 차선 변경, 속도 조절, 차간 거리 유지 등의 기능을 수행합니다. 또한 실시간 데이터를 수집하여 도로 상황을 예측하고, 주행 정보를 공유합니다[9].

G사는 인공지능 기술을 활용한 자율 주행 플랫폼을 개발하였습니다. G사는 레이더, 카메라, 라이다[10] 등 다양한 센서를 사용하여 차량 주변 환경을 인식하고, 자율 주행 관련 의사결정을 수행합니다. G사는 택시 서비스와 같은 비즈니스 모델을 통해 자율 주행 기술의 상용화를 추진하고 있습니다.

인공지능 기술을 활용한 ADAS는 차량의 안전성과 편의성을 향상시키는데 큰 역할을 하고 있습니다. 다양한 기업들이 인공지능 기술을 활용한 ADAS 및 자율 주행 기술을 개발하고 양산하고 있으며, 이를 통해 자동차 산업이 혁신적인 변화를 겪고 있습니다. 앞으로 인공지능 기술은 더욱 발전하여, 운전자와 차량이 보다 높은 수준의 상호 작용을 할 수 있는 자율 주행 차량의 상용화를 이끌 것으로 기대됩니다.

6) Tesla. (2021). Autopilot. Retrieved from https://www.tesla.com/autopilot.

7) Tesla. (2021). Autopilot. Retrieved from https://www.tesla.com/autopilot.

8) Mobileye. (2021). EyeQ. Retrieved from https://www.mobileye.com/our-technology/eyeq/.

9) Hyundai. (2021). SCC-ML. Retrieved from https://www.hyundai.com/worldwide/en/about-hyundai/newsroom/news/2019/hyundai-motordevelopsscc-m.

10) What Is Lidar?. https://www.mathworks.com/discovery/lidar.html.

5. 인공지능 기술이 적용된 ADAS 차량의 미래와 연구방향

1) 인공지능 기술이 적용된 ADAS 차량의 미래

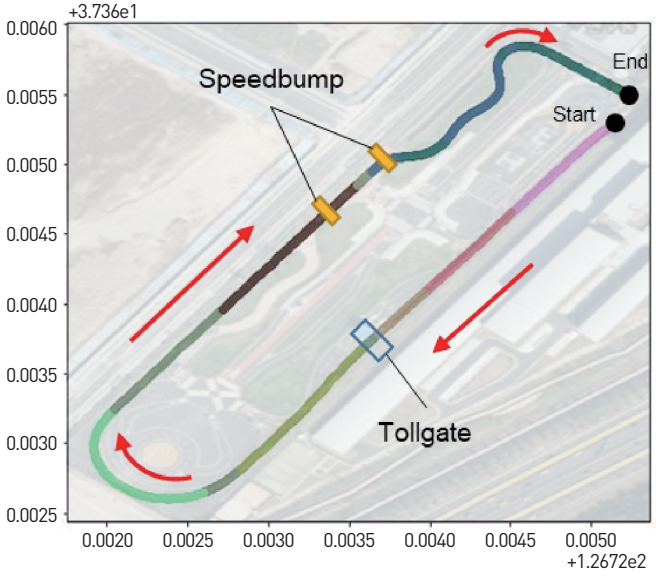
인공지능 기술이 적용된 ADAS 차량은 차량 운전자의 안전과 편의성을 높이는 것에 큰 역할을 합니다. 현재 ADAS는 차량 주행 관련 정보를 수집하고, 패턴 인식, 예측, 의사 결정 등에 활용하여 운전자에게 경고를 주거나 일부 차량 제어 기능을 자동화합니다. 미래에는 인공지능 기술이 더욱 발전하여, 자율 주행 차량의 상용화가 이루어질 것으로 예상됩니다. 이에 따라 운전자의 책임과 역할이 변화할 것이며, 운전자와 차량의 상호 작용이 더욱 중요해질 것으로 예상됩니다.

2) 운전자 혹은 탑승자의 수용성

인공지능 기술이 적용된 ADAS 차량의 발전은 운전자와 탑승자의 수용성에도 많은 영향을 미칩니다. ADAS는 차량 운전 중 운전자와 탑승자의 안전을 보장하기 위해 설계되었지만, 운전자와 탑승자의 인간적인 요소도 고려해야 합니다[11]. 운전자와 탑승자는 ADAS 경고음이나 진동, 자동화된 차량 제어 기능 등에 대한 이질감을 느낄 수 있습니다[12]. 여기서 인간적인 요소, 즉 Human Factor는 운전자들이 자동 주행 기능 혹은 ADAS 와 어떻게 상호작용하고 적응하는지를 연구하는 것입니다. 인간적인 요소는 운전자의 행동, 인지, 심리 등과 관련된 요소들을 포함하며, 기술의 성공적인 구현과 사용에 중요한 역할을 합니다.

3) 데이터 수집과 분석

운전자와 탑승자의 수용성을 고려하기 위해서는 ADAS 데이터 수집과 분석이 필요합니다. 운전자와 탑승자의 운전 패턴을 구간별로 그림 3과 같이 구현하는 연구가 최근 활발히 진행되고 있습니다. 또한 차량 내부 환경, 운전자의 피로도 등의 데이터를 수집하고, 이를 분석하여 ADAS 성능을 개선할 수 있습니다. 예를 들어, 운전자의 운전 패턴을 분석하여, ADAS 운전자의 선호에 맞게 동작하도록 조정할 수 있습니다.



ID	Color	Behavior state
1		Maintain speed with steering angle about -80°
2		Gentle deceleration with brake pressure about 1.8 *bar*
3		Slalom (fluctuation in steering angle)
4		Sharp deceleration to stop
5		Steady acceleration from 30*km/h* to 50*km/h*
6		Steady deceleration with brake pressure about 1.8 *bar*
7		Coasting from 50*km/h* without any input
8		Maintain speed with fluctuation in steering angle
9		Coasting: maintain speed
10		Sharp acceleration from stop to 50*km/h*

그림 3. 운전자와 탑승자의 운전 패턴을 고려한 수용성 높은 최신 인공지능 기술 기반 ADAS

11) Shin, D., Kim, B., Yi, K., Carvalho, A., & Borrelli, F. (2018). Human–centered risk assessment of an automated vehicle using vehicular wireless communication. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 20(2), 667–681.

12) Cho, Y., Kim, J., & Kim, T. (2021). A review of the research trend of advanced driver assistance systems (ADAS) from the perspective of human factors engineering. Applied Sciences, 11(8), 3553.

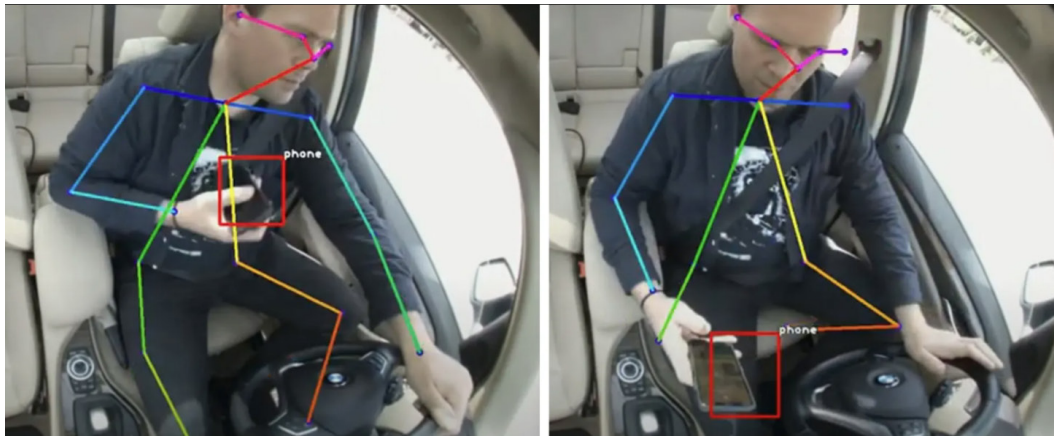


그림 4. 운전자와 탑승자의 생리적인 상태나 주의력을 감지하는 인공지능 기술 기반 센서를 활용한 사례

*자료 : 차량 실내 센서가 탑승자의 행동을 인공지능 알고리즘을 이용하여 실시간 감지하여 상태를 유추.
운전자의 사고 가능성을 선제적으로 평가(https://spectrum.ieee.org/driver-assistance-package)

4) 연구 방향성 제언

ADAS의 발전과 함께 운전자와 탑승자의 수용성에 대한 연구도 활발히 진행되고 있습니다. 특히, 운전자와 탑승자의 피로도나 이질감을 줄이기 위한 기술 개발이 중요한 연구 방향 중 하나입니다. 이러한 피로도는 장거리 운전하거나 교통체증 상황에서 많이 발견되고, 운전자의 주의력 분산 등으로 쉽게 이어집니다. 특히 이질감은 자동주행 기능이 탑승자의 예상과는 다르게 차량이 거동 제어를 함에 따라 심리적인 불안이 가중되는 것으로, 이를 줄이기 위해 운전자와 탑승자의 생리적인 상태를 감지하는 센서, 운전자의 주의력을 측정하는 센서, 운전자와 탑승자의 얼굴 표정을 인식하는 센서 등이 그림 4와 같이 개발되고 있습니다. 이러한 센서를 활용하여, ADAS가 운전자와 탑승자의 상태를 파악하여 적절한 대응을 취할 수 있도록 하는 기술 개발이 이루어지고 있습니다[13].

ADAS 는 인공지능 기술과 함께 더욱 발전할 것이며, 자율주행 차량의 상용화를 이루어낼 것입니다. 이에 따라 운전자와 탑승자의 수용성(운전자나 탑승자가 ADAS 혹은 자율주행 기능이 탑재된 차량에 탑승시 기술을 충분히 신뢰하며, 심리적인 안정감을 가지고서 일상생활에서 얼마나 자주 활용하느냐와 관련된 사안)을 고려하는 기술 개발이 중요한 연구 방향 중 하나가 될 것입니다.

참고문헌

1. SAE International. (2018). Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. Retrieved from https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806.
2. Shin, D., Kim, H., G, Park., K, M., & Yi, K. (2019). Development of deep learning based human-centered threat assessment for application to automated driving vehicle. Applied Sciences. 10(1). 253.
3. Shin, D., Kim, B., Yi, K., Carvalho, A., & Borrelli, F. (2018). Human-centered risk assessment of an automated vehicle using vehicular wireless communication. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 20(2). 667-681.
4. Bauchwitz, B., & Cummings, M. (2020). Evaluating the reliability of Tesla model 3 driver assist functions. Duke University 1.

13) Park, S. (2020). Driver status monitoring system for ADAS/AV using thermal imaging camera. Electronics, 9(6), 969.

14) Shin, D., Kim, H. G., Park, K. M., & Yi, K. (2019). Development of deep learning based human-centered threat assessment for application to automated driving vehicle. Applied Sciences. 10(1). 253.

인공지능 기술을 활용한 산업안전도 향상

● 박 승
충북대학교병원 인공지능센터장
E. spark.cbnuh@gmail.com

1. 산업재해사고 발생 현황

「산업안전보건법」(이하 산안법)은 정부차원에서 산업재해 피해 근로자 보호를 위해 산업안전보건 기준 정의, 노사정 역할 부여 등을 통해 산재예방 환경을 조성하고자 제정되었다. 산안법 제1장제2조1항에 따르면, 산업재해란 노무를 제공하는 사람이 업무에 관계되는 건설물·설비·원재료·가스·증기·분진 등에 의하거나 작업 또는 그 밖의 업무로 인하여 사망 또는 부상하거나 질병에 걸리는 것을 의미한다. 그러나, 산재예방을 위한 산안법의 지속적인 개정에도 불구하고 산업재해 사고는 여전히 끊이지 않고 있다.

2021년 고용노동부 산재예방정책과가 수행한 산업재해 현황 통계자료에 따르면, 2019년 코로나19 팬데믹으로 인해 전체 근로자 수는 잠시 주춤했었으나, 산업재해로 인한 재해자는 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있다(표1). 발생형태별 재해원인을 살펴보면 넘어짐, 끼임, 부딪힘, 베임 등 후진국형 사고유형이 대부분을 차지하고 있다(표2). 물론 이러한 사고유형은 사람의 불안전한 행동이 가장 큰 원인이긴 하나, 산업재해의 지속적인 발생은 산업환경 및 관리시스템이 사고원인을 명확히 규명하지 못하여 개선효과가 떨어지는 것을 시사한다.

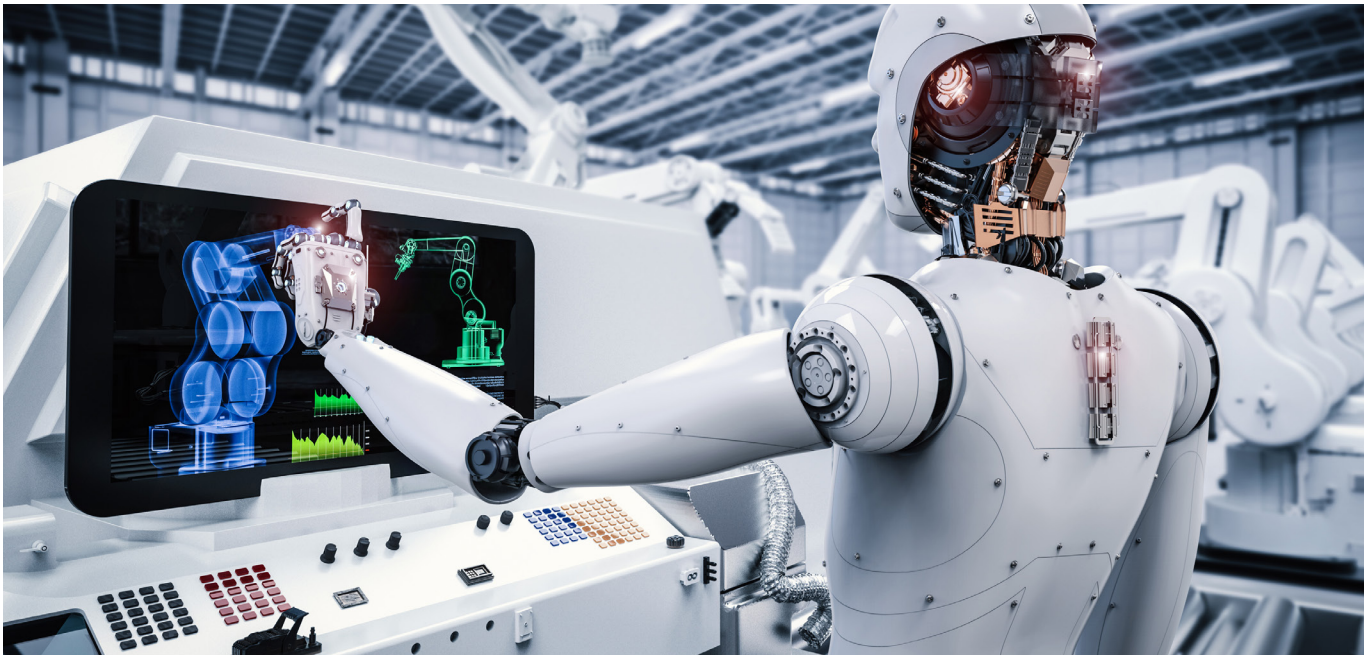
특히 인적오류(human error)로 인한 사고는 장기간의 교육 프로그램 운영과 산업환경의 개선을 통해서 예방할 수 있어, 단기간에 산업재해 감소 성과를 창출해야 하는 기업들에게는 실현하기 어려운 것이 현실이다.

표 1. 산업재해 발생보고 현황 – 재해자 (산업별 재해자 수)

대분류	중분류	연도 별 재해자 수 (명)				
		2017	2018	2019	2020	2021
전체	전체 근로자 수	18,560,142	19,073,438	18,725,160	18,974,513	19,378,565
	재해자 소계	52,476	59,999	67,370	72,063	82,349
산업별	제조업	16,463	18,283	20,251	20,506	22,948
	건설업	13,539	14,659	15,178	15,763	18,127
	숙박 및 음식점업	2,830	2,873	3,441	3,154	3,340
	도매 및 소매업	2,270	2,351	2,716	3,462	4,307
	사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	1,886	2,012	2,590	2,902	3,419
	보건업 및 사회복지 서비스업	1,425	1,804	2,141	2,365	2,842
	운수 및 창고업	1,379	1,751	2,003	2,244	2,629
	공공 행정, 국방 및 사회보장 행정	830	824	1,378	2,001	2,010
	교육 서비스업	663	859	1,333	1,260	2,100
	부동산업	747	901	947	965	956
	정보통신업	379	742	848	957	1,127
	수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업	533	786	833	1,000	1,106
	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	593	612	744	687	753
	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	452	544	668	637	929
	전문, 과학 및 기술 서비스업	404	470	607	618	675
	농업, 임업 및 어업	572	498	492	524	484
	금융 및 보험업	88	108	138	122	176
	광업	189	145	137	113	92
	전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	45	41	91	62	84
	가구 내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산활동	–	–	1	7	3
	국제 및 외국기관	1	1	–	–	–
	분류불능 또는 공란	7,188	9,735	10,833	12,714	14,242

표 2. 산업재해 발생보고 현황 – 재해자 (발생형태별 재해자 수)

대분류	중분류	연도 별 재해자 수 (명)				
		2017	2018	2019	2020	2021
전체	재해자 소계	52,476	59,999	67,370	72,063	82,349
발생형태별	넘어짐(사람이 미끄러지거나 넘어짐)	11,293	14,082	16,021	17,342	21,394
	끼임(기계설비에 끼이거나 감김)	8,049	8,560	9,017	9,313	10,189
	부딪힘(물체에 부딪힘)	5,297	6,466	7,434	8,212	9,841
	불균형 및 무리한 동작	3,559	4,368	5,791	7,071	8,015
	떨어짐(높이가 있는 곳에서 사람이 떨어짐)	7,633	7,390	7,249	7,299	7,229
	절단·베임·찔림	4,596	4,941	5,782	5,743	6,589
	물체에 맞음(날아오거나 떨어진 물체에 맞음)	4,095	4,422	4,793	4,987	5,506
	기타	2,283	2,856	3,804	4,046	4,918
	사업장외 교통사고	1,037	1,686	1,710	2,084	2,027
	이상온도 접촉	1,271	1,426	1,654	1,631	1,989
	분류불능 또는 공란	792	859	1,182	1,337	1,544
	깔림·뒤집힘(물체의 쓰러짐이나 뒤집힘)	1,011	920	885	825	923
	사업장내 교통사고	229	343	361	452	397
	화학물질누출·접촉	195	290	285	293	388
	동물상해	147	185	158	235	293
	폭발·파열	192	259	334	300	289
	화재	186	248	179	251	201
	감전	170	194	186	185	183
	폭력행위	79	115	143	166	182
	무너짐(건축물이나 쌓여진 물체가 무너짐)	190	150	162	150	121
	빠짐·익사	26	64	49	71	59
	체육행사 등의 사고	135	159	172	53	42
	산소결핍	11	14	19	15	30
	해상항공 교통사고	-	2	-	2	-



2. 산업 분야에서 인공지능의 도입

코로나19 팬데믹을 기점으로 사람 간 접촉을 최소화하기 위해 인공지능, 로보틱스, 사물인터넷, 웨어러블 등 4차 산업 기술이 발전하기 시작하면서, 사람에 의한 작업이 아닌 자동화된 프로그램을 통해 구동되도록 대다수 산업이 변화하고 있다. 처음에는 자율 주행, 공장자동화 등 사람의 편의성을 높여주는 산업 분야에서 발전이 진행되었으며 최근에는 안전관리, 의학 등 더욱 정밀하고 필수적인 분야로 그 저변을 넓히고 있다.

3. 산업재해 예방을 위한 스마트 안전관리 서비스

2018년을 기점으로 다양한 ICT 기업들이 산업재해 예방을 위해 재난안전산업 시장(시장규모 43조 7319억원)에 진출하고 있다. 특히, 대규모의 통신사·시스템통합기업이 재난안전산업분야의 디지털화를 이끌고 있으며, 이외 다양한 스타트업 및 중소기업(2022년 7월, 56개사 추정) 또한 스마트 안전기술 솔루션을 제공하고 있다. 스마트 안전기술은 그 목적에 따라 근로자 안전관리, 장비 및 위험구역관리, 출입통제, 교육관리, 관제시스템, 위험 모니터링 시스템으로 구분될 수 있으며 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 로봇 등과 같은 최신 기술들과 접목되고 있다.

4. 사물인터넷과 로봇을 활용한 스마트 안전관리 시스템의 도입

최근에는 집적회로의 소형화와 무선통신 기술의 발전으로 인해 다양한 센서에서 수집된 데이터를 분석하여 재난을 예방하는 스마트 안전관리 기술들이 널리 활용되고 있다. 카메라, 적외선 센서 등을 통해 작업자가 위험구역에 진입하는 것을 통제하거나, 일정시간 이상 작업하는 경우에는 작업자에게 휴식을 권하기도 하며, 안전모나 이어폰, 조끼 등에 센서를 부착하여 작업자의 위치를 실시간으로 추적하는 것도 가능하다. 또한, 유해가스 누출이나 질식 발생 우려가 있는 장소에서는 가스농도를 측정할 수 있는 센서를 설치하고 각 위치에서 측정된 가스농도를 관제실에서 감시함으로써 위험상황이 발생할 시 조기에 이를 통제할 수 있다.

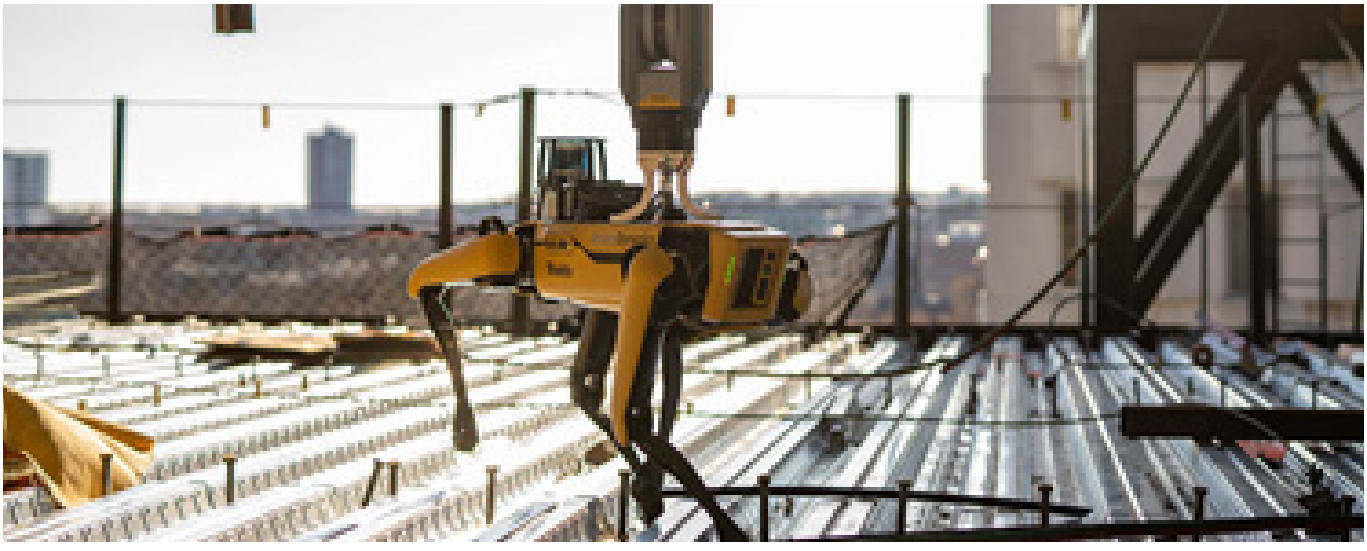
그림 1. 경기주택도시공사(GH)의 '스마트안전관제시스템'

출처: 경기주택도시공사

최근에는 인공지능 기술과 로봇 기술을 결합하여 위험한 작업을 수행하는 공간에서 안전관리를 수행하는 로봇들이 상용화되고 있다. 이러한 로봇들은 고해상도 카메라, 레이저 스캐너, 가스농도감지센서 등 다양한 센서를 사용하여 작업 공간을 감지하고 데이터를 수집하여 사용자에게 알려준다. 또한, 이렇게 수집된 데이터는 인공지능 기술을 사용하여 자동적으로 분석되어 위험한 상황일 시 관제 시스템을 통해 적합한 조치를 취하는 방식으로 안전관리 자동화를 도모할 수 있다.

그림 2. 미국 Boston Dynamics 사의 안전진단관리로봇

출처: Boston Dynamics.



5. 결론

산업안전은 인간의 생명과 안전을 보호하고, 기업의 생산성과 경쟁력을 유지하는데 매우 중요한 사항이다. 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 로봇과 같은 첨단기술을 통해 안전관리를 자동화·효율화함으로써, 작업자가 위험한 상황에 노출되는 것을 방지하고, 위험 상황에 빠진 작업자를 인식하여 최적의 대처를 제공하는 방식으로 산업안전을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 기술적 발전과 함께 정부부처·지자체·기업 간 협력을 통한 제도적 지원이 더해진다면 보다 안전하고 효율적인 산업안전 분야를 구축할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 박종식. (2021). 산업안전보건은 사업장의 '종합 예술'이어야 한다. 노동리뷰. 3–5.
2. 고용노동부. (2020). 「산업안전보건법」.
3. 고용노동부. (2021). 산업재해 발생보고 현황–재해자. 「산업재해현황」. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=118&tblId=DT_118006_001&conn_path=I2.
4. 김재형. (2022). 산업재해 예방을 위한 인간공학적 접근. 손상예방과 건강한 안전사회. 2022년 3월호. 6–17.
5. 홍성호. 조재용. (2022). 스마트 안전기술 동향분석과 시사점. 건설정책리뷰. 2022–05. https://www.ricon.re.kr/board/view.php?no=5251&group=publication&page=policy_review&cate=2&keyword=&year=2022&author=.
6. 윤민혁. (2022). 산업–IT, ICT기업, 年44조 재난안전시장 뛰어든다. 서울경제. https://www.sedaily.com/NewsView/26CGOKR0R5.
7. 조재정. (2021). 빅데이터와 산업안전보건의 미래. 산업보건. 2021년 3월호. 8–11.

직업손상 위험 완화:
스마트 작업공간 감시를 위한 머신러닝 접근 방식 및 기능 최적화

Occupational Injury Risk Mitigation:
Machine Learning Approach and Feature Optimization for Smart Workplace Surveillance

● **김 대 곤** 분당서울대학교병원 공공의료본부/응급의학과 임상조교수
E. ggondae85@naver.com **T.** 031-787-3297

1. 개요

국제노동기구(International Labour Organization, ILO)에 의하면 2016년부터 2019년까지 직업손상으로 인해 매년 278만 명의 작업자가 사망했으며 3억7400만 명이 생명에 위협이 되지는 않을 정도의 손상을 경험했다. 작업장에서 발생하는 손상은 세계 국내총생산(GDP)의 거의 4%의 손실을 초래했고, 특정 국가에서는 손실이 6%에 달했다. 또한 직업손상과 업무 관련 질병은 생산 공정의 감소, 숙련된 인력의 부족으로 인해 기업의 운영에 영향을 미쳐 기업의 생산성 저하 및 경쟁력 약화를 유발한다. 많은 나라에서 손상이 발생하지 않도록 지속적인 계획과 재발률을 줄이기 위한 정책에도 불구하고 직업손상 및 업무 관련 사고의 수는 여전히 많다.

산업재해 통계와 데이터는 가치가 있으므로, 인과관계를 관리하고 보다 효율적인 방법으로 직업손상 예측 패턴을 생성하기 위해 데이터의 정보를 추출하는 신뢰할 수 있고 강력한 기술이 필요하다. 관련된 직업 사고 중에는 근로자의 결근과 관련된 것들이 있다. 업무상 재해가 발생한 경우, 근로자는 고용주의 근로자 보상 프로그램과 의료비 지출로 충분히 보상받으면서 휴가를 낼 수 있다. 이에 따라 머신러닝 알고리즘은 운영 비용을 최적화하고 절감하는 도구로 활용되고 있다.

기존의 통계적 방법 및 머신러닝 접근법과 같이 직업손상 결과에 대한 예측 모델을 개발하는데 사용되는 다양한 기술이 있다. 현재 머신러닝 모델이 인기를 얻고 있으며 머신러닝 알고리즘이 대량의 원시 데이터를 처리할 수 있기 때문에 성능 예측이 기존의 통계 방법을 능가할 수 있다. 그러나, 직업손상의 결과를 예측하는데 있어서 이러한 기술의 탐구는 여전히 부족하다.

직업손상을 예측하는데 머신러닝 기법을 사용한 다른 관련 연구는 표 1에 요약되어 있다. 이전의 관련 연구를 바탕으로 여러 유형의 직업손상을 예측하는데 DT, RF, SVM, NB, ANN 및 기타 알고리즘과 같은 머신러닝 방법이 있음을 확인하였다.

본 연구의 목적은 직업손상과 관련된 요소를 사용하여 여러 머신러닝 기법을 비교하여 직업손상 중증도의 예측 모델을 제안하는 것이다. 본 연구의 특징은 아래와 같다. 첫째, 이전 관련 연구의 대부분은 산업 유형에만 초점을 맞췄지만, 본 연구는 광범위한 산업 분야를 포괄하는 대규모 직업상 재해 데이터 세트를 분석하는 것이다. 둘째, 표 1에서 언급한 관련 연구들은 더 높은 정확도의 예측 모델을 생성하는데 많은 요소를 활용하였다. 본 연구에서는 직업손상 예측 및 분류에 필요한 데이터의 양을 줄임으로써 예측 모델의 개발을 발전시킬 수 있다고 생각했다.

본 연구의 결과는 ILO를 비롯한 인적자원 관련 부서에서 작업장 사고 및 손상 발생 가능성을 보다 잘 이해하고 안전보건 실무자가 작업 손상 예방전략을 수립하는데 도움이 될 것이다.

표 1. 기존 연구에서 직업손상 예측을 위해 활용한 머신러닝 모델 요약

참고문헌	산업	입력 변수	머신러닝 모델	소견
[2]	건설	나이, 성별, 서비스 기간, 건설 종류, 고용자 규모, 사고 날짜	LR, DT, RF, AdaBoost	RF가 가장 높은 정확도를 보이는 제일 좋은 예측 모델임.
[3]	건설	연도, 작업 종류, 사고 종류, 손상 부위, 가해 물건, 사고 원인	SVM, Ensemble, PCA	SVM이 손상 중증도 예측에서 높은 정확도로 다른 모델들보다 우수함.
[4]	광산	부속품, 분류, 사고 종류, 직업, 활동, 손상 원인, 손상 특성, 손상 부위	DT, RF, ANN	ANN이 다른 모든 모델들보다 우수함.
[5]	건설	15개 변수: 건설 용도, 사고 종류, 손상 부위, 사고 원인, 할당된 업무	KNN, DT, RF	DT가 민감도, 재현율, 정밀도, F1 점수에서 다른 모델들보다 우수함.
[6]	건설	조직, 행동, 기술적 관리, 자원 지원, 계약 관리, 안전 훈련, 긴급 관리	LR, DT, SVM, NB, KNN, RF, MLP, AutoML	NB와 LR이 F1 점수에서 좋은 성능을 보였으며 AutoML이 직업손상 중증도 예측에 가장 좋은 모델이었음.

Note: Logistic Regression = LR, Decision Tree = DT, Random Forest = RF, Support Vector Machine = SVM, Naïve Bayes = NB, K–Nearest Neighbor = KNN, Artificial Neural Network = ANN, Principal Component Analysis = PCA, Multilayer Perceptron = MLP, AutoML = Automated Machine Learning.

2. 연구방법

2.1 데이터셋

이 연구에 사용된 자료는 미국 산업안전보건국(Occupational Safety and Health Administration, OSHA, 워싱턴 DC, 미국)의 중증 손상 보고서(https://www.osha.gov/severeinjury)를 이용하였다.

2.2 데이터 준비

자료의 범주형 변수는 산업 유형, 손상의 성격, 영향을 받는 신체의 일부, 사건 유형, 손상의 원인, 입원 및 신체부위의 절단이다. 산업의 유형은 북미산업분류체계(North American Industry Classification System, NAICS)를 사용하였으며, 농업, 임업, 광업, 건설 등 20개의 범주가 확인되었다. 손상의 성격은 신체적 특성을 설명하는 10가지 범주로 구성되어 있는데, 예를 들어 표면 손상, 외상성 손상 및 다발성 장애가 있다. 도구, 장비 및 기계와 같이 손상을 유발한 요인을 설명하는 9가지 범주가 있다.

사용된 변수의 데이터 분포는 표 2에 나타나 있으며, 그림 1은 2015년 1월부터 2021년 7월까지 발생한 직업손상의 영향을 받은 신체 부위의 비율을 보여준다.

본 연구를 수행함에 있어 모델개발을 위한 입력변수로 5개의 범주형 변수를 선정하였다. 입력변수들로는 (i) 산업의 유형, (ii) 손상의 성격, (iii) 사건의 유형, (iv) 영향을 받은 신체 부위 (v) 손상의 원인이 있다. 연구의 결과변수는 근로자가 병원에 입원했거나 절단 수술을 받는 등의 직업손상 중증도의 가능성을 예측하는 것이다.

2.3 데이터 전처리

데이터 전처리는 머신러닝 모델 개발에 필수적인 단계이다. 본 연구에서는 정보가 없는 0.4%의 변수를 제거하고 데이터 표준화를 위해 Standard Scaler 함수를 활용하였다.

2.4 데이터 분할

데이터셋은 훈련세트에 70%를 배정하였고 30%는 테스트세트로 배분하였다. 연구의 흐름도는 그림 2에 표시되어 있다.

2.5 예측 모델

연구를 위해 Support Vector Machine(SVM), Naïve Bayes (NB), K-Nearest Neighbors(KNN), Decision Tree(DT), Random Forest(RF)의 다섯 개의 머신러닝 알고리즘을 비교하였다.

2.6 머신러닝 모델 평가

Confusion Matrix 는 분류 알고리즘 평가에서 흔히 이용되는 기법이다. 모델을 평가할 때 성능 메트릭을 계산하는데 “True Positive(TP)”, “True Negative(TN)”, “False Positive(FP)” 및 “False Negative(FN)”가 사용된다(그림 3). 모델의 성능 평가에는 정확도(accuracy), 정밀도(precision), 재현율(recall), F1-score (정밀도와 재현율의 조화평균), 곡선하면적(Area Under the Curve, AUC)이 이용되었다.

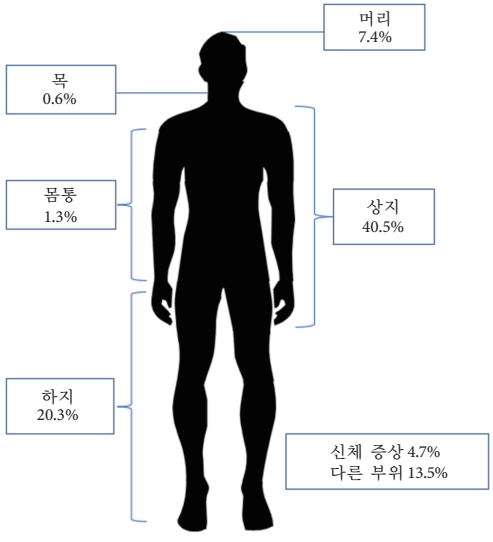


그림 1. 직업손상의 영향을 받은 신체 부위별 비율

표 2. 범주형 변수와 데이터 분포

변수	범주	분포
손상 특성	N10 외상성 손상과 질환들	2.3%
	N11 뼈, 신경, 척수의 외상성 손상	31.9%
	N12 근육, 인대, 건, 관절의 외상성 손상	1.8%
	N13 개방성 상처	34.2%
	N14 표면 상처와 멍	1.1%
	N15 화상과 부식	5.4%
	N16 두개골 내 손상	3.6%
	N17 환경 상태의 영향	2.6%
	N18 다발성 외상성 손상과 질환	3.1%
	N19 기타 외상성 손상과 질환	14%

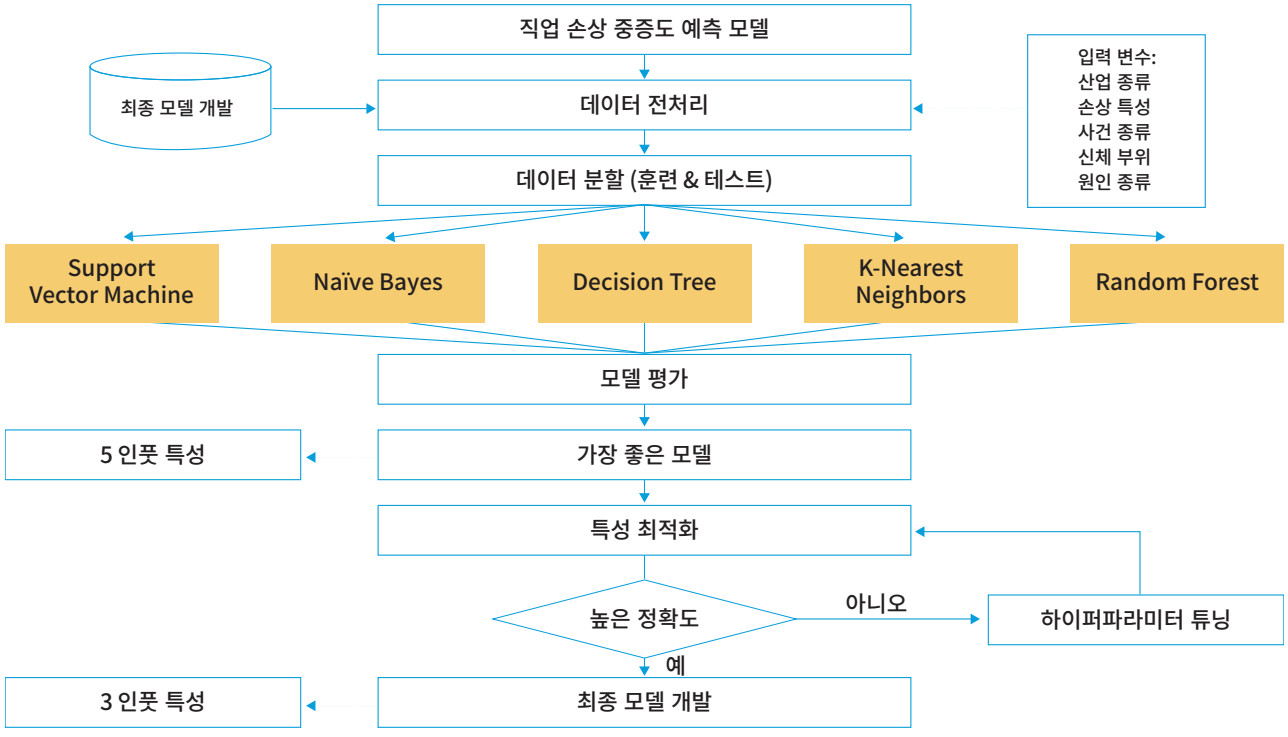


그림 2. 전반적인 연구 방법론

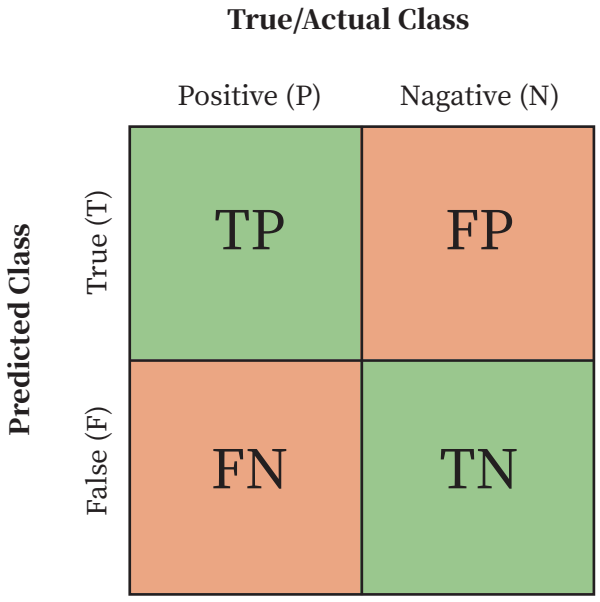


그림 3. 컨퓨전 행렬

3. 결과

연구 결과의 첫 번째 부분은 입원 가능성 예측 시 SVM, KNN, NB, DT 및 RF의 예측 성능 비교이고, 두 번째 부분은 절단 가능성 예측 시 이들 모델의 성능비교이다.

3.1 입원

입원을 예측하는데 있어서 RF의 정확도는 0.89로 가장 우수했다. F1 score에서도 RF는 DT 모델과 동일한 0.928의 최고 성능을 달성했다. 다음으로 정밀도가 가장 높은 머신러닝 알고리즘은 NB가 0.985로 나타났으며, SVM(0.984)과 DT(0.98) 모델이 뒤를 이었다. 재현율의 경우 KNN 모델이 0.895의 최고 점수를 받았다. 반면, 모든 머신러닝 모델에 대한 AUC 값은 0.86에서 0.91 사이의 상당한 성능 편차를 보였다. 입원 가능성 예측 모델에서 RF 모델이 최고의 정확도와 F1-score를 달성하였고 NB 모델이 다른 알고리즘에 비해 정확도, 재현율, F1-score에서 가장 낮은 점수를 기록함에 따라 RF가 최고의 모델로 확인되었다(표 3).

표 3. 입원 가능성을 예측하기 위한 머신러닝 모델별 성능 비교

머신러닝 모델	정확도	정밀도	재현율	F1 점수	곡선하면적
KNN	0.883	0.957	**0.895**	0.925	0.86
DT	0.880	0.980	0.881	**0.928**	0.90
NB	0.879	**0.985**	0.862	0.920	**0.91**
SVM	0.884	0.984	0.870	0.924	**0.91**
RF	**0.890**	0.978	0.883	**0.928**	0.90

표 4. 절단 예측을 위한 머신러닝 모델의 성능

머신러닝 모델	정확도	정밀도	재현율	F1 점수	곡선하면적
KNN	0.945	**0.869**	0.948	0.902	0.95
DT	0.948	0.861	0.959	0.907	0.95
NB	0.934	0.831	0.942	0.883	0.94
SVM	0.939	0.831	**0.967**	0.894	0.95
RF	**0.949**	0.860	0.963	**0.909**	0.95

3.2 절단

다음으로 절단 예측의 경우 RF가 가장 높은 정확도 (0.949)를 KNN이 가장 높은 정밀도 (0.869)를 보였으며, SVM 모델은 이 다섯 가지 알고리즘 중 가장 높은 재현율 (0.967)을 달성하였다. 또한 F1-score의 경우 RF가 0.909점으로 가장 높은 점수를 얻었으며, DT와 KNN이 각각 0.907점과 0.902점으로 그 뒤를 이었다. NB 모델 0.94를 제외한 모든 모델의 AUC 값은 0.95였다. 절단의 중증도를 예측하는 측면에서 RF는 다른 알고리즘에 비해 가장 우수하고 신뢰할 수 있는 모델로 나타났다(표 4).

3.3 성능 비교

전체 정확도 결과는 분류 작업에 가장 자주 사용되는 성능 측정 지표로, 입원 및 절단 모두에서 각 머신러닝 모델의 정확도 점수를 비교하여 본 연구에 대한 최상의 예측 모델을 결정했다. RF는 SVM, NB, KNN, DT 모델에 비해 정확도가 비교적 우수한 것으로 확인되었다(그림 4).

3.4 특성 최적화

성능이 가장 좋은 RF 모델에서 직업손상 중증도에 영향을 미치는 인자를 분석하였다. 분석 결과 '손상의 성격'이 가장 중요한 변수로 확인되었고, 그 다음으로 '사건의 유형'과 '영향을 받은 신체 부위'가 확인되었다(표 5).

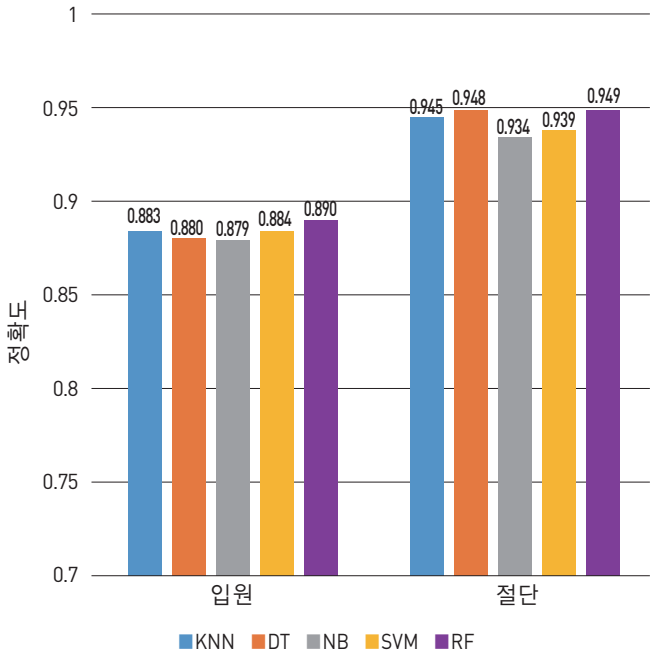


그림 4. 머신러닝 모델의 정확도 비교
K-Nearest Neighbors (KNN), Decision Tree (DT), Naïve Bayes (NB), Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF).

표 5. 직업손상 중증도에 영향을 미치는 요인 등급

특성	중요도 값	결과
손상 특성	0.406367	직업 손상의 주요 육체적 특성 반영
사건 종류	0.254030	직업 손상 발생 규명
손상 받은 신체 부위	0.243115	직업 손상 특성에 영향을 받은 신체 부위
손상 원인	0.064195	직업 손상 발생에 영향을 미친 물체, 물질, 장비, 외부 요인과 같은 작업장 요인 규명
산업 종류	0.032293	조직, 회사, 산업 특성 규명

4. 논의

이번 연구에서는 RF 모델이 정확도 측면에서 다른 모델보다 성능이 우수한 것을 확인했다. 또한 RF는 직업손상의 인과적 요인 예측을 포함하여 직업손상을 예측하는 다중 분류 모델에서 가장 기능적인 모델로 확인되었다. 이 연구결과를 통해 직업손상의 중증도를 예측하는데 있어 정확도가 높은 기술 간 앙상블 방식을 선택할 것을 추천한다. RF 모델이 '다수결 결정규칙'을 따르기 때문에 이러한 결과의 조합은 일반화 과정이 쉬워서 정확도가 더 높아진다.

직업손상에 영향을 미치는 중요한 변수를 밝히고, 작업 안전 교육 프로그램, 적절한 엔지니어링 제어 및 개인 보호 장비의 제공, 위생 유지 등과 같은 '작업장 부상 관리 계획'을 설계하고 체계적으로 개선하는 것이 사고 사례를 줄이고 직업손상의 중증도를 줄이는데 있어 도움이 될 것이다.

예를 들어, 작업자가 기계를 다루어야 하는 경우, 그들의 작업 현장에 적합한 개인 보호 장비를 제공받고 기계를 다루는 안전한 작동 방법을 교육하는 것이 필요하다. 또한, 직원들이 작업 중에 넘어지거나 미끄러져 손상을 입었을 경우, 적절한 작업장 검사를 실시해야 한다.

인공지능 모델이 근로자의 직업손상의 중증도를 예측하는 것 뿐만 아니라 손상의 성격과 위험인자를 포함할 수 있는 것도 중요하다. 이러한 인공지능 모델은 안전보건 실무자를 위한 시정 및 예방 조치를 위한 발전적인 미래 전략을 제공해 줄 것이다.

예측 모델에서는 변수가 많은 것보다는 변수가 적은 모델이 좋은 모델로 간주된다. 단순한 모델이 현장의 실무자와 운영자에게는 해석이 쉽고 구현이 용이하기 때문이다. 이에 따라 본 연구에서는 정확도가 높은 예측 모델을 개발하는데 있어 중요한 변수를 적게 선택하는데 유용한 기법으로 특징 최적화를 사용하였다.

이번 연구에서는 데이터세트가 직업손상을 입은 근로자의 사회인구학적 정보로 구성되어 있어서 나이, 성별, 경력, 업무 특성 등에 대한 정보는 생략되어 있다는 제한점이 있다.

5. 결론

본 연구에서는 직업손상 중증도를 분류할 때 SVM, KNN, NB, DT 및 RF의 5가지 머신러닝 알고리즘의 성능을 평가하였다. 입원과 절단 예측 모델 모두에서 RF 모델이 높은 정확도, F1 점수 및 AUC 값으로 다른 모델보다 성능이 우수했다. 직업손상을 유발하는 인자 중 직업손상 중증도 예측의 가장 중요한 3가지 요인으로 '손상의 성격', '사건의 유형', '영향을 받은 신체 부위'가 확인되었다.

참고문헌

1. Khairuddin, M. Z. F., Lu Hui, P., Hasikin, K., Abd Razak, N. A., Lai, K. W., Mohd Saudi, A. S., & Ibrahim, S. S. (2022). Occupational Injury Risk Mitigation: Machine Learning Approach and Feature Optimization for Smart Workplace Surveillance. International journal of environmental research and public health. 19(21). 13962. doi: 10.3390/ijerph192113962.
2. Choi, J., Gu, B., Chin, S., & Lee, J. S. (2020). Machine learning predictive model based on national data for fatal accidents of construction workers. Automation in Construction. 110. 102974. doi:10.1016/j.autcon.2019.102974.
3. Lee, J., Yoon, Y., Oh, T., Park, S., & Ryu, S. (2020). A Study on Data PreProcessing and Accident Prediction Modelling for Occupational Accident Analysis in the Construction Industry. Applied Sciences. 10. 7949. doi: 10.3390/app10217949.
4. Yedla, A., Kakhki, F. D., & Jannesari, A. (2020). Predictive Modeling for Occupational Safety Outcomes and Days Away from Work Analysis in Mining Operations. International journal of environmental research and public health. 17. 7054. doi: 10.3390/ijerph17197054.
5. Sukumar, D., Zhang, J., Tao, X., Wang, X., & Zhang, W. (2020). Predicting Workplace Injuries Using Machine Learning Algorithms. Proceedings of the 2020 IEEE 7th International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA). Sydney. Australia.
6. Zhu, R., Hu, X., Hou, J., & Li, X. (2021). Application of machine learning techniques for predicting the consequences of construction accidents in China. Process Safety and Environmental Protection. 145. 293–302. doi: 10.1016/j.psep.2020.08.006.

엘리트 유소년 축구 선수의 부상 위험 평가를 위한 기계학습 접근법

A Machine Learning Approach to Assess Injury Risk in Elite Youth Football Players

● **윤 현 경** 서울대학교병원 응급의학과 조교수

E. noonup@naver.com **T.** 02-2072-3257

사물인터넷(IoT)과 인공지능(AI) 기술 발전에 따라 스포츠 분야에서 기계 학습의 활용범위도 넓어지고 있다. 최근 2022년 베이징 동계올림픽에서 선수들의 기록을 측정하기 위해 AI 기술을 도입한 것이 대표적인 예이다. 선수들이 착용한 센서를 통해 체공시간, 거리, 높이, 속도 등 정보를 실시간으로 수집·분석하여 이를 판정, 점수 예측을 위해 활용하였다. 이런 기술은 경기 결과 예측뿐만 아니라 선수들의 경기력 향상을 위한 훈련과 부상예측에도 사용되고 있다. 스포츠 부상 예방을 위한 인공지능 기술의 활용을 다룬 연구 논문을 소개하고자 한다[1].

1. 서론

엘리트 수준의 유소년 축구는 높은 부상을 수반하는 것으로 알려져 있다. 부상은 많은 훈련 양과 높은 훈련(게임) 강도에 기인하는데, 유소년 축구 선수들의 부상 위험을 낮추려면 교정 가능한 위험 요소와 교정 불가능한 위험 요소 모두에 대한 이해가 중요하다.

실제로 구단과 감독이 부상 위험 관리 목적으로 철저한 개별 선수 심사를 수행하는 것은 시간과 재정적 한계로 실현 가능하지 않은 경우가 많다. 따라서 이미 많은 구단에서는 선수들의 운동 성능 테스트와 같이 비교적 쉬운 선별검사를 바탕으로 부상 위험도를 평가하려고 시도하고 있다.

스포츠 부상의 복잡한 특성 때문에, 일반적으로 단일 변수만으로는 선수의 부상 위험에 대한 의미 있는 추정치를 제공하기에 충분하지 않다. 따라서 이러한 특성을 고려할 때, 모든 부상 위험 분석에 다수의 위험 요인을 통합하는 것이 중요하다. 기계학습을 포함한 더 진보된 데이터 과학 접근법은 전통적인 통계와 비교하여 부상 발생의 복잡성을 더 잘 반영하며, 이러한 접근법은 많은 변수 사이의 상호 작용을 고려할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구의 목적은 기계학습 접근법을 사용하여 인체측정학, 운동성능 평가, 인구통계학적 정보를 기반으로 유소년 엘리트 축구선수의 부상 위험을 평가하는 것이다. 첫 번째 목표는 시즌 전 테스트 결과를 사용하여 시즌 중 부상을 예측하는 기계학습 모델의 정확성을 평가하는 것이고, 두 번째 목표는 유사한 모델을 적용하여 서로 다른 유형의 부상, 즉 신체 과다사용 부상(overuse injury)과 급성 부상(acute injury)을 정확하게 분류하는 것이다.

2. 연구방법

연구대상자 및 연구 설계

본 연구는 전향적인 연구로 2017년 시즌부터 2018년 시즌까지(2017년 8월부터 2018년 5월까지) 벨기에의 7개 프리미어리그 축구 클럽의 유소년 아카데미에서 10세 이하(U10)부터 15세 이하(U15)의 남자 청소년 축구선수 734명을 대상으로 진행하였다. 연구 설계와 참여 시 잠재적 위험 및 이점에 대한 구두 및 서면 정보가 참가자와 부모 또는 법률 관리인에게 제공되었다.

연구 과정

경기 시즌(2017년 8월)이 시작될 때, 인체측정, 운동 능력 및 체력 측정 평가가 결과의 표준화를 보장하기 위해 주 조사관이 선임한 훈련된 평가자 그룹에 의해 수행되었다. 동시에 축구 경력(년 단위)과 신체정보 및 인구통계학적 정보는 설문지를 통해 수집되었다. 인체측정학, 성장 및 성숙 상태, 몸 높이와 앉은 자세는 0.1cm 단위까지 측정되었다. 성숙시기 지표는 키가 가장 많이 크는 시기인 신장최대속도[1](Peak Height Velocity, PHV)를 이용하여 추정한 값을 사용하였다.

운동 능력 평가

선수들의 일반적인 운동 조정(motor coordination) 능력을 1) 옆으로 점프 (Jumping sideways, JS), 2) 옆으로 이동 (Moving Sideways, MS), 3) 뒤로 균형을 잡는 (Balancing Backward, BB) 검사 결과로 측정하였다.

신체 능력 평가

유연성, 지구력과 같은 선수들의 기초적인 신체 능력을 평가하기 위해 스탠딩 멀리뛰기(Standing Broad Jump, SBJ), 카운터 움직임 점프(Countermovement Jump, CMJ), 그리고 컬업 테스트를 시행하였다. 스피드와 민첩성은 각각 반복적인 스프린트 테스트와 회전 테스트(t 테스트)로 평가하였다.

1) PHV란 신장최대속도로 청소년이 가장 크게 키가 성장하는 기간을 의미한다. 즉 신체적으로 가장 큰 발달이 일어나는 시기이다.

훈련(경기) 참여 기록

팀 코치들은 개별 경기 및 훈련 참여 시간과 부상 여부를 기록하였다. 훈련 참석 및 개인 경기 시간은 선수 감시 시스템이나 연구팀이 설계한 엑셀 시트를 사용하여 기록했다.

부상자 등록

부상자 등록은 각 청소년 아카데미 의료진이 소정의 부상자 등록 양식을 이용해 등록했다. 이 양식에는 부상의 발생일, 유형, 장소 및 경기나 훈련에 복귀하는 날짜가 포함되어있다. 부상은 의학적 처치가 필요한 손상으로 정의되었으며 모든 청소년 아카데미는 모든 훈련과 경기에서 의료진을 이용할 수 있었다. 부상들은 과다사용 또는 급성 부상으로 분류되었다. 급성 부상은 특정한 식별 가능한 사건에서 비롯되는 반면, 과다사용 부상은 해당 부상에 책임이 있는 단일 식별 가능한 사건이 없는 부상으로 정의되었다.

3. 통계 분석

참가자의 기본 특성은 모든 변수에 대해 평균 및 표준 편차로 표시되었다. 첫 번째 모델은 시즌 전 선별 검사 결과를 기반으로 부상을 예측했으며, 두 번째 모델에서는 급성 및 과다사용 부상을 정확하게 분류하는 것을 목표로 했다. 모든 분석은 XGBoost 애플리케이션을 사용하여 Python 프로그램에서 수행되었다. XGBoost는 기계학습의 예측력을 높이기 위해 여러개의 의사결정나무를 조합해서 사용하는 부스팅 기법을 이용하여 구현한 알고리즘의 병렬학습을 지원하는 오픈소스 라이브러리 중 하나이다.

수집된 모든 데이터의 80%를 무작위로 추출한 훈련(training) 데이터를 사용하여 모델을 구축했다. 모델이 구축된 후 교차검증을 사용하여 모델을 평가하였다. 마지막으로, 수집된 모든 데이터의 나머지 20%로 구성된 테스트 데이터에서 평가한 모델 중 가장 성능이 좋은 모델을 검사하였다.

각 모델의 출력을 해석하고 시각화하기 위해 SHAP (SHapley Additive exPlanations) 접근법을 사용했다. SHAP 접근법은 예측에 대한 유의미한 분석을 돕는 인공지능 기법 중 하나로 결과 예측에 영향을 미치는 변수를 파악할 수 있는 방법이다. SHAP 접근법은 예측 모델에 사용된 변수들을 중요한 순서에 따라 나타내며, 상위 변수는 하위 변수보다 모델에 더 큰 영향을 미친다. SHAP 값은 어떤 변수가 결과 도출과정에서 긍정적인 영향을 끼쳤는지, 부정적인 영향을 끼쳤는지 나타낼 수 있으며, 양의 SHAP 값은 긍정적 예측 확률이 높다는 것을 의미한다. 모델의 정확도를 평가하기 위해 훈련 데이터 세트(80%)와 테스트 데이터 세트(20%) 모두에 대해 정밀도(precision), 리콜(recall) 또는 민감도(sensitivity) 및 f1 점수(정밀도와 리콜의 조화 평균)를 계산했다.

4. 결과

U10에서 U15 연령 범주의 734명의 데이터가 분석에 사용되었다. 이 중 368명은 2017~2018시즌 중에 축구에 노출된 129,209시간(훈련 112,745시간, 경기 노출 16,464시간) 동안 최소 1번 이상의 부상을 입었다.

5. 부상 예측

XGBoost 모델은 587명의 선수가 포함된 훈련 데이터 세트에서 84%의 정밀도로 부상을 예측할 수 있었다. 이는 기계학습 모델이 부상자로 지목한 선수 중 실제로 부상이 없는 선수는 16%에 불과하다는 것을 의미한다. 이 모델은 83%의 리콜과 83%의 f1 점수를 기록했다. 147명의 선수가 포함된 테스트 데이터세트에서 모델을 실행했을 때 정밀도, 리콜, f1 점수가 모두 85%로 모델은 합리적인 정확도와 민감도를 보였다. 부상 위험과 관련된 가장 중요한 변수는 SHAP 접근법을 사용하여 표시되었다(그림 1). PHV에서의 더 높은 예측 연령, 더 큰 키와 긴 다리 길이, 더 낮은 체지방율, 그리고 낮은 SBJ 평균 점수가 부상에 대한 가장 중요한 5가지 예측 변수로 식별되었다.

과다사용 부상과 급성 부상의 구분

부상을 입은 368명의 부상은 모두 과다사용(n = 173명) 또는 급성(n = 195명) 부상으로 분류되었다. 294명의 훈련 데이터 세트에서 XGBoost 모델은 부상 분류에서 82%의 정밀도와 리콜 점수, 그리고 81%의 f1 점수를 보였다. 74명의 부상자가 포함된 테스트 데이터 세트에서는 78%의 정밀도, 리콜 및 f1 점수를 보였다. 이는 모델이 부상의 종류를 정확하게 분류하는데 상당히 정확하다는 것을 보여준다. 부상 구분 결정 과정에서 가장 영향력 있는 변수는 SHAP 접근법에 의해 시각화되었다(그림 2). 대부분의 변수는 SHAP 값이 0.4를 초과하지 않는 제한된 범위에서만 의사결정에 영향을 미쳤다. PHV에서의 낮은 예측 연령, 큰 앉은키, 느린 t 테스트 수행 능력, 낮은 MS 점수가 과다사용 부상과 관련이 있었다.

6. 결론

이 독특한 연구를 통해 비시즌 테스트 결과를 기반으로 한 기계 학습 모델이 유소년 축구 선수들의 부상을 합리적으로 예측한다는 것을 관찰했다. 동일한 자료를 이용하여 약간 낮은 정확도로 과다사용 부상과 급성 부상을 구분하는 것도 가능하였다. 축구 선수들을 관리하는 실무자는 이 정보를 사용하여 경기 시즌이 시작되기 전에 특정 유형의 부상 위험을 평가할 수 있고, 부상 위험 관리를 위해 가용한 (재정적) 자원을 부상 위험이 높은 선수들에게 집중할 수 있다.

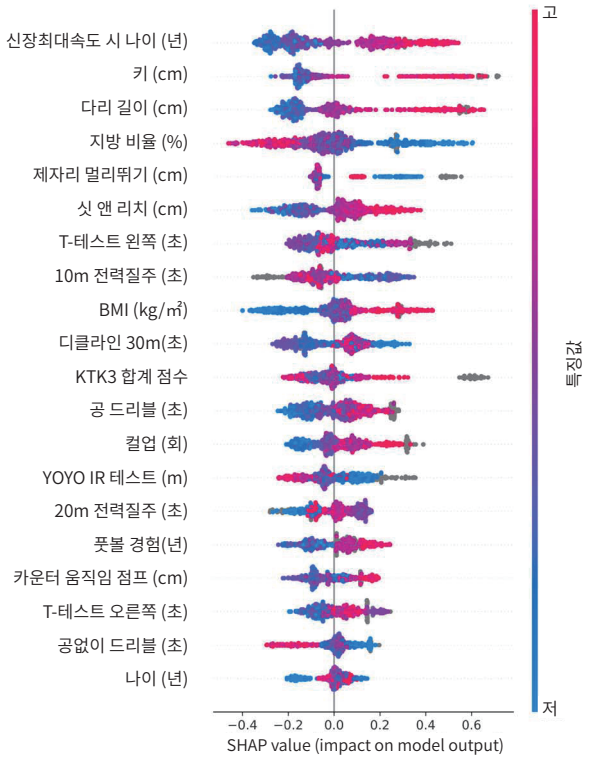


그림 1. 부상 예측 모델에 사용된 변수들의 SHAP 값

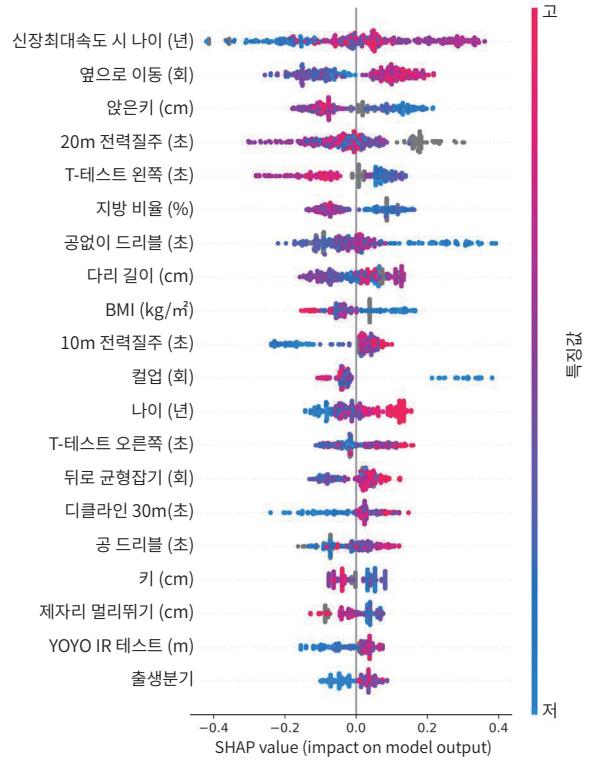


그림 2. 부상 종류 구분 모델에 사용된 변수들의 SHAP값

참고문헌

1. Rommers, N., Rössler, R., Verhagen, E., Vandecasteele, F., Verstockt, S., Vaeyens, R., Lenoir, M., D'Hondt, E., & Witvrouw, E. (2020). A Machine Learning Approach to Assess Injury Risk in Elite Youth Football Players. Medicine and science in sports and exercise. 52(8). 1745-1751. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002305.

손상예방과 안전사회 지킴이 인터뷰

응급실손상환자심층조사 사업 '운수사고' 심층분과

김 유 진

분당서울대학교병원 응급의학과 교수

'손상예방과 건강한 안전사회'는 손상과 관련된 국내 통계 자료를 소개하고, 손상과 관련된 주제를 선정하여 손상 현황 및 예방에 대한 특집 기획 및 연구, 예방사업을 소개하는 계간지입니다.

질병관리청과 국가손상조사감시사업 중앙지원단(이하 손상중앙지원단)이 참여하고 있는 국가손상조사감시사업의 하나로, 본 계간지를 통해 사업에 참여 중인 질병관리청과 손상중앙지원단, 그리고 23개 참여병원을 소개하고 있습니다. 2023년 1호에서는 응급실손상환자심층조사 사업의 4개 주요 분과 중 '운수사고' 분과의 분당서울대학교병원 김유진 교수님을 소개해 드리겠습니다.

분당서울대학교병원 SEOUL NATIONAL UNIVERSITY BUNDANG HOSPITAL

Q1. 안녕하십니까? '손상예방과 건강한 안전사회' 발간팀입니다. 먼저, 교수님 소개와 분당서울대학교병원 소개를 부탁드립니다.

안녕하세요. 저는 현재 경기도 성남시에 있는 분당서울대학교병원 응급의학과에서 근무하고 있습니다. 저희 병원은 2010년부터 응급실손상환자심층조사 사업 운수사고 분과에 참여하게 되었습니다. 사업 시작부터 실무 담당 연구원을 담당하였고 2014년부터는 책임연구원으로서 현재까지 운수사고 심층조사 사업을 수행하고 있습니다. 저희 병원은 2003년 496병상을 시작으로 증축을 거쳐 2013년부터는 1,335병상을 운영하고 있습니다. 응급의료센터 방문 환자는 한 때 93,000명(2018년)에 달하였으나 코로나19 이후로 급격히 감소하여 최근 3년 동안은 연간 약 62,000명의 환자가 응급실을 이용하고 있습니다. 이들 중 약 70%의 환자가 KTAS[1] 1~3으로서 분당서울대학교병원 권역응급의료센터는 경기 동남권의 중증 응급 환자 진료에 최선을 다하고 있습니다.

1) Korean Triage and Acuity Scale : 한국형 응급환자 분류도구

Q2. 분당서울대학교병원에서 진행 중인 손상 예방 관련된 연구와 사업(예방 프로그램)이 있다면 소개 부탁드립니다.

분당서울대학교병원은 2021년 질병관리청 정책연구용역으로 〈손상예방을 위한 안전수칙 개발〉을 수행한 바 있습니다. 이 연구는 국내 손상자료를 분석하여 우리나라 손상 현황을 검토하고, 손상 기전별로 발생, 입원, 사망에 취약한 인구 집단을 선정하였습니다. 이를 토대로 안전 수칙 개발 후보 10가지를 선별하고 우선순위 선정기법을 적용하여 어린이의 비의도적 중독 예방에 대한 안전 수칙 개발을 우선 과제로 선정하였습니다. 어린이 비의도적 중독을 예방하기 위해 국내외 안전 수칙을 수준별, 중재 전략별로 검토하고 Haddon's Matrix[2]를 적용하여 분류한 결과를 토대로 어린이를 돌보는 보호자를 대상으로 한 직관적이고 단순한 수칙을 제시하도록 하였습니다.

의약품의 경우, 용량, 용법, 주의사항을 확인하고 본인 처방약만 복용하도록 하며, 안전용기를 그대로 사용하고 아이의 손이 닿지 않도록 보관하며, 유통기한이 지났거나 사용하지 않는 약은 즉시 폐기하도록 권장합니다. 가정용 화학물질의 경우, 사용 전 주의사항을 확인하고 원래 용기에 보관하며, 아이의 손이 닿지 않는 곳에 두고 음식물과 함께 두지 않도록 하는 중독 예방에 효과적인 안전 수칙을 개발하였습니다. 안전 수칙을 대중에게 효과적으로 전달하고 홍보할 수 있도록 애니메이션과 카드 뉴스 형태로 제작하였고 결과물은 현재 인터넷 기반 동영상 공유 플랫폼 서비스(OTT), 사회관계망 서비스(SNS), 질병관리청 홈페이지 등에 게시되어 있으니 편리하게 활용하실 수 있습니다(어린이 중독사고 예방을 위한 안전수칙–애니메이션 URL;https://www.youtube.com/watch?v=SJVHRWu3isg).

2) 사고 전, 사고, 사고 후 간의 인과 및 영향 관계를 나타내는 매트릭스

Q3. 현재 진행되고 있는 연구나 사업 이외에 '운수사고' 손상 예방을 위해 지역사회에서 시행하고 있는 정책이 있다면 소개 부탁드립니다.

현재 경기도에서는 PM(Personal Mobility, 개인형 이동 장치) 안전 사고 예방 및 도민 안전 교육 활성화를 위해 〈PM 안전 이용 활성화〉 정책을 추진하고 있습니다. 무면허, 무헬멧 등 교통 법규를 위반하는 PM 운행은 도민들의 안전을 위협하고 도로에 불법 주차된 PM은 보행자의 통행 불편을 초래하기 때문입니다. 따라서 경기도는 PM 이용 안전 인식 제고를 위해 전용 주차시설 조성을 추진하고, PM 주행 도로 및 주차시설을 강화하며, 안전교육 및 연수를 실시하는 등 다양한 사업을 추진하고 있습니다. 이를 통해 경기도에서는 PM 안전 이용 활성화를 추진하고 도민들의 교통안전을 위해 앞장서고 있습니다.

Q4. 마지막으로 운수사고 손상예방을 위한 분당서울대학교병원의 앞으로의 계획에 대해 말씀 부탁드립니다.

분당서울대학교병원 응급의학과는 운수사고 예방을 위한 다양한 활동을 계획하고 있습니다. 우선, 기존에 개발된 안전 수칙과 국내외 우수 사례를 활용하여 응급실 방문 손상 환자를 대상으로 안전 수칙과 교통 법규 등 운수사고 예방에 대한 교육을 시행하고, 개별적 취약 상황에 맞는 예방 방법을 안내하여 운전자 및 보행자의 안전 의식을 높이고자 노력을 기울일 것입니다. 더불어 수집된 자료를 기반으로 실증적인 학술 연구를 통해 운수사고 발생 원인과 예후에 대해 분석하고 이 결과를 통해서 근거 기반의 운수사고 예방 방안을 제안하겠습니다. 또한 지역사회 및 유관기관과의 협력을 강화하여 지역 내 운수사고 예방을 위한 다양한 캠페인과 교육 프로그램을 개최하도록 하겠습니다. 앞으로도 다양한 노력을 통해 분당서울대학교병원 응급의학과는 운수사고 예방을 위한 전반적인 활동을 지속할 예정입니다.

손상예방과 안전사회 지킴이 인터뷰

박 외 진

한국지능웰케어산업협회(KIWI) 회장

경력사항

전) CEO, WRG Inc.

현) 지능정보산업협회(AIIA) 부회장

현) 성균관대학교 컴퓨터공학과 겸임교수

현) 주식회사 아크릴 대표이사

현) 한국지능웰케어산업협회(KIWI) 회장

안녕하십니까? '손상예방과 건강한 안전사회' 편집위원회입니다. 본 계간지는 질병관리청과 국가손상조사감시사업 중앙지원단에서 2017년부터 발간하여 손상과 관련된 통계자료 및 손상 예방에 관련한 내용을 소개하고 있습니다. 그중 손상 예방을 위해 애써주시는 안전사회 지킴이 인터뷰를 진행하고 있는데요, 2023년 1호에서는 '인공지능을 활용한 손상예방'을 주제로 하여 한국지능웰케어산업협회 박외진 회장님의 이야기를 들어보겠습니다.

Q 안녕하십니까? '손상예방과 건강한 안전사회' 발간팀입니다. 바쁜 시기에 인터뷰에 응해주셔서 감사드립니다. 먼저, 회장님에 대한 간단한 소개 부탁드립니다.

A 안녕하세요. 한국지능웰케어산업협회의 회장을 맡고있는 박외진입니다, 저는 인공지능 플랫폼 기업인 ㈜아크릴의 대표를 맡고 있으며, 헬스케어, 보험, 그리고 지능형 반도체 부문의 많은 기업들과 인공지능 기술을 이용한 다양한 서비스 개발 사업을 진행하고 있습니다. 특히 헬스케어 부문에서는 의료 기관과 집을 연결하는 통합적 건강 관리 서비스 공간을 만들어 내는 방법에 대해 끊임없는 고민을 해왔는데, 예방적 건강 관리 산업인 웰케어는 자연스럽게 가장 큰 관심 부문이었던 것 같습니다.

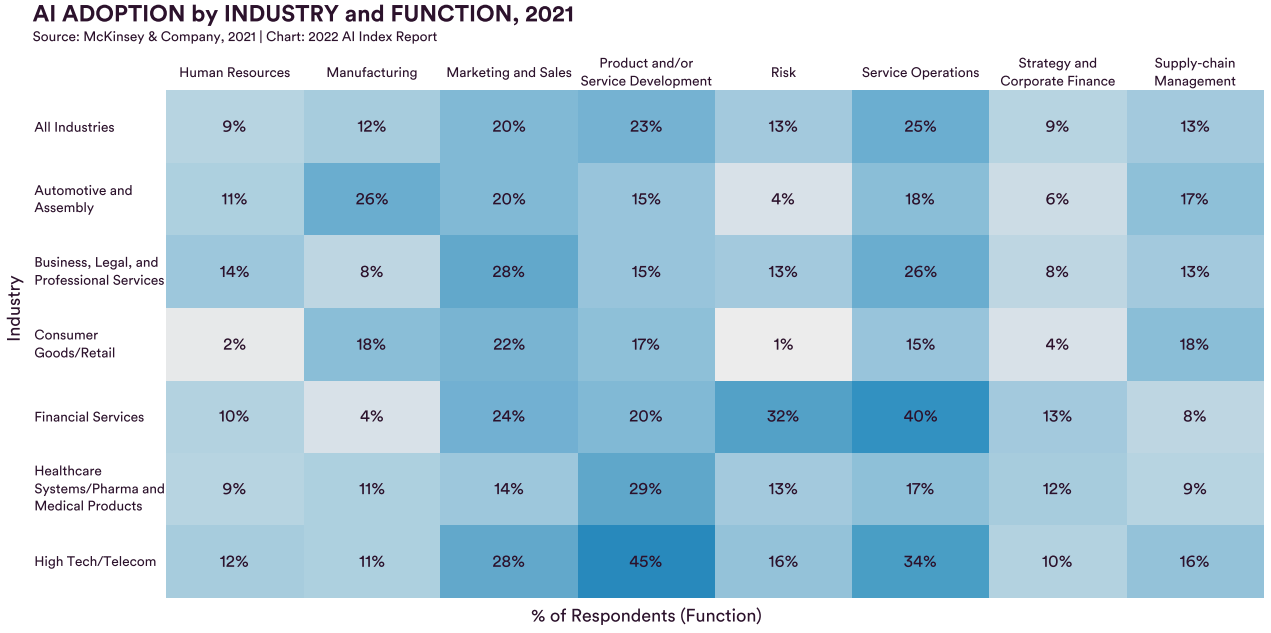
Q '웰케어' 에 대해 설명 부탁드립니다.

A 웰케어는 전통적인 '웰니스' 개념이 데이터, 인공지능 등의 4차 산업혁명 기술 들을 통해 헬스케어, 뷰티, 식품 등 유관 산업의 기술적, 산업적 융합이 이루어지면서 확장 및 진화한 산업 개념입니다[1]. 기존 '웰니스'의 개념이 육체적, 정신적, 감성적, 사회적, 지적 영역에서 최적의 상태를 추구하여 도달할 수 있는 인간의 상태, 행위에 집중하고 있는 개념이라면, 웰케어는 이러한 목적 달성에 관심을 갖는 관련 산업들이 혁신적인 기술에 기반하여 입체적인 융합이 이루어지는 현상에 더 주목하고 있는 개념이라고 볼 수 있습니다. 또한 소비자 중심 산업 구조를 개인 맞춤형 산업 구조로 진화시키는데 더 집중하고 있는 개념이기도 합니다. 따라서 웰케어 산업은 개인 진단 서비스, 헬스케어, 뷰티, 건강기능 식품, 개인 맞춤형 제품 및 서비스 산업과 이들 산업간 융합을 기술적으로 지원하는 인공지능, 데이터 산업을 포함한다고 볼 수 있습니다.

Q 인공지능과 헬스케어 분야에 관심을 가지게 된 계기가 있을까요?

A 저는 인공지능 기술이 주목받는 것 대비, 상대적으로 산업적 활성화가 이루어지고 있지 않은 원인은 다양하지만 그 중에서도 "인공지능의 활용이 정말 의미있는 분야"에서 적용과 활용이 적절히 이루어지지 않았기 때문이라고 생각합니다. "인공지능의 활용이 정말 의미있는지"에 대한 판단은 제 개인적으로 다음 3가지 질문을 통해 확인 가능하다고 생각합니다. 첫 번째는 "사람을 대체해야 하는 이유가 있는가?" 이며, 두 번째는 "그러면 대체해야 하는 사람만큼 인공지능이 잘 하는가?"입니다. 그리고 마지막 질문이 "해당 인공지능의 도입 및 운영 비용은 적절한가?" 입니다. 현재 인공지능이 활발히 활용되고 있는 분야는 이러한 질문에 적절히 대답이 이루어진 분야들이며, 이런 분야들은 그 유명한 스탠포드 인간중심연구소(Human-centered AI, HAI)의 2022년 리포트에서도 확인 가능합니다(그림 1).

그림 1. 산업계에서의 인공지능 기술의 도입비율



* 자료출처 : Stanford HAI AI index 2022(https://hai.stanford.edu/research/ai-index-2022)

헬스케어 산업은 이러한 저의 3가지 질문에 좋은 대답을 할 수 있는 분야입니다. 인간을 대체한다는 측면에서는 의료 자원이 부족한 상황은 언제나 발생가능하며, 지역에 따라 문제가 될 수 있으므로 대답이 가능하고, 인간의 대체 가능성도 특정 과업(task)에서는 이미 인간의 기본 능력(human baseline)을 넘었다는 연구들의 보고로 대답 가능하지요. 그리고 도입 및 운영 비용도 지속적으로 절감이 이루어지고 있는데, 이러한 기본 질문들과 더불어 다른 인공지능 기업을 운영하는 분들도 마찬가지겠지만, 저도 제가 만드는 인공지능이 누군가의 삶을 행복하게 만들어 주는 직접적인 경험을 늘 동경해왔고, 그 누군가는 제 가족, 제 부모님일 수도 있다고 생각했습니다. 그런 생각들이 자연스럽게 헬스케어 영역으로의 인공지능 기술의 기여에 대한 제 관심을 만들어 왔다고 생각합니다.

Q 회장님께서 진행하신 연구 및 사업 중에 가장 기억에 남는 대표적인 실적을 소개해 주세요.

A 저희 협회의 전신은 2019년에 충북 오송에서 결성된 웰케어 컨소시엄으로 저는 충북이 '천연의 융합산업'인 웰케어를 진행할 수 있는 '천연의 지구'라고 생각했습니다. 왜냐하면 충북 지역은 충북 내 각 지역 특화 산업들을 연결한 '바이오 5각 밸리(괴산의 유기농, 오송의 바이오, 제천의 한방/뷰티, 충주의 바이오헬스)'가 이미 정의되어 있었는데, 이 5각 밸리를 하나로 묶을 수 있는 단어가 놀랍게도 "웰케어" 였기 때문입니다. 그래서 충북도민 분들과 "웰케어" 산업에 대한 많은 이야기를 나누어 왔고 이 과정에서 웰케어 산업에 관심있는 충북지자체를 포함한 25개 기관이 모여서 결성한 컨소시엄이 지금 협회로 발전하게 되었습니다. 여러 기관들이 모이게 되면, 구심점이 될 수 있는 공동 사업의 발굴이 늘 고민스러울 수 밖에 없는데, 다행히도 국내 최초의 정부 주도형 웰케어 관련 사업을 기획하는데 협회가 기여할 수 있었고 해당 사업이 발주되어 수행될 수 있었다는 사실이 제겐 가장 자랑스럽고 잊을 수 없는 실적인 것 같습니다 (산업통상자원부의 산업혁신기반구축사업인 "웰케어 산업 특화 인공지능 기술 지원 플랫폼 구축 사업").

Q 향후 한국지능웰케어산업협회의 운영 계획에 대해 말씀해 주십시오.

A 현재 진행 중인 산업통상자원부의 산업혁신기반구축 사업이 올해 마지막 수행연차인 만큼 성공적으로 수행될 수 있도록 협회 내 회원사들과 다양한 비즈니스 모델들을 구축해 내기 위한 노력을 경주하는 것이 가장 중요한 계획이라고 말씀드릴 수 있겠습니다. 이미 한 기업과 협회는 작년 3월에 웰케어 부문의 데이터 연결을 통한 공동 서비스 발굴 협력을 위한 MOU를 체결하였으며, 이외에도 몇몇 스타트업 및 중견기업들과 웰케어 부문 서비스의 공동 발굴을 위한 협력을 꾸준히 진행하고 있습니다. 이와 더불어 취약계층, 고령계층으로의 웰케어 사업 확산을 손상예방 부문부터 시작해 나가기 위한 사업 기획을 몇몇 지자체와 협의를 시작하였는데, 올해 안에 공식적인 사업이 추진될 수 있을 것으로 예상하고 있습니다.

Q 마지막으로 인공지능을 활용한 손상 예방과 관련하여 당부하실 말씀이 있다면 부탁드립니다.

A 의료 서비스가 모든 국민의 권리인 것처럼, 웰케어 서비스도 중요한 권리로서 '민주화'의 대상으로 인식될 수 있도록 저희 협회는 민간 부문에서 할 수 있는 다양한 노력들이 활발하게 발굴되는 공론 플랫폼으로서의 역할을 지향하고 있습니다. 기술에 '민주화'라는 단어가 붙을 때는 다음의 2가지 측면이 오픈되었다는 의미라고 생각합니다. 첫 번째는 '접근 가능성이 매우 높아졌다'는 것. 그리고 두 번째는 해당 접근 가능성이 '매우 용이해졌다'는 것. 웰케어 서비스는 모든 국민에게 이러한 2가지 측면을 '오픈'하여 다가가야 한다고 생각하며, 이는 어떤 계층에게도 마찬가지라고 믿습니다. 특히 예방적 건강관리로서 웰케어와 손상예방 분야는 그 기본 철학과 문제들을 많이 공유하고 있다고 생각하며, 손상예방 분야의 많은 전문가 분들께서 앞으로 더 많이 웰케어에 대해 관심을 가져주셔서 공동 사업들이 활발하게 발굴될 수 있기를 희망합니다. 감사합니다.

참고문헌

1) Vocke, R., Fricker, R., Williams, B., & Dimitrova, D. (2017). The rise of wellcare: a new market at the nexus of health, food, and beauty.

"The Leading group of Intelligent Wellcare Industries"

한국·지능·웰케어·산업의·리더·선언

한국지능웰케어산업협회

안녕하십니까? '손상예방과 건강한 안전사회' 편집위원회입니다.
본 계간지는 국가손상조사감시사업의 하나로 질병관리청과 국가손상조사감시사업 중앙지원단에서
2017년부터 손상 통계 자료 및 손상 예방에 관련한 내용을 소개하고 있습니다.
이번 2023년 1호의 주제는 '인공지능을 활용한 손상예방'으로 한국지능웰케어산업협회를 탐방하였습니다.

www.wellcare.or.kr

■ 한국지능웰케어산업협회가 어떤 기관인지 소개 부탁드립니다.

한국지능웰케어산업협회는 일상속에서의 예방적 건강 관리에 대한 디지털 헬스케어, 뷰티, 영양 산업 등의 입체적이며 융합적 접근 방법인 '웰케어(wellcare) 산업'의 본격적인 국내 협력 생태계 조성, 산업군 간 데이터 융합을 위한 교류 플랫폼 구축 및 관련 서비스/제품의 공동 홍보 및 확산을 통해 글로벌 시장에서의 국내 웰케어 산업의 리더쉽을 강화하기 위한 목표로 2020년 10월에 설립된 국내 최초이며 유일한 웰케어 분야의 협회입니다. 설립 후 현재까지 약 116개의 회원사가 가입했으며, ICT, 제약/바이오, 의료기기, 화장품, 건강기능식품 등 다양한 산업 부문에서 참여하고 있습니다. 이는 "관련 산업 분야 간 융합을 통해 새로운 가치를 창출한다"는 웰케어의 본질적 가치에 기인한 현상이라고 볼 수 있습니다(표 1)[1].

표 1. 웰케어 산업의 범위

구 분	내 용
개인진단	건강검진, 유전체분석, IoT 기기를 통한 개인 상태 정보 수집 등
헬스케어	질병에 대한 예방 및 건강관리 (운동·생활·식습관 등)
뷰 티	건성/지성, 아토피, 여드름, 노화(주름, 탄력), 모공/각질, 미백, 자외선 차단, 바디/ 헤어 등
건강식품	헬스케어·이너뷰티를 위한 한방·천연물·유기농·건강기능성 식품산업
서 비 스	개인 진단 서비스와 연계한 개인 맞춤형 헬스케어, 뷰티, 식품 관련 제품·서비스

※ 한국표준산업분류(KSIC) 기준 500101(단백질의약품) ~ 500705 (기타 그린 바이오 제품/기술)에 해당하는 산업군

*자료출처 : 한국지능웰케어산업협회 내부 자료.

■ 한국지능웰케어산업협회의 그간의 성과와 진행 중인 사업에 대해 간략하게 소개 부탁드립니다.

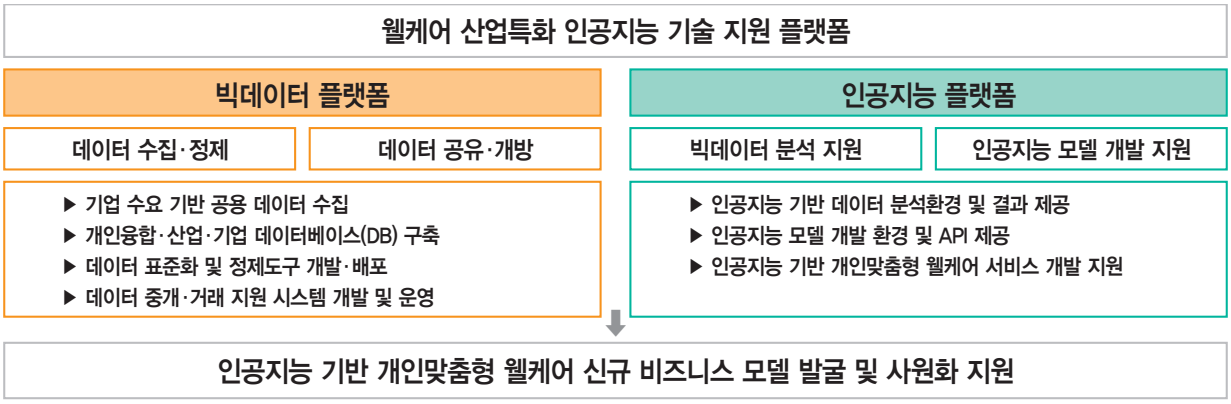
한국지능웰케어산업협회는 설립 직전해인 2019년에 25개의 기관들이 모여 결성한 "웰케어 컨소시엄"이 그 전신이었기에 2019년부터 웰케어 부문의 다양한 활동을 시작해 왔습니다(그림 1). 대표적으로 과학기술정보통신부에서 추진하고 있는 데이터 바우처 사업의 공동 설명회 등을 개최한 바 있으며, "웰케어 인공지능 빅데이터 컨퍼런스"를 매년 개최해 오고 있습니다. 이러한 노력을 기반으로, 2021년에는 국내 최초의 정부 주도형 웰케어 사업이 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 주관하는 산업혁신기반 구축사업으로 기획 및 발주된 "웰케어 산업특화 인공지능 기술 지원 플랫폼 구축 사업"으로 총 사업비 143억으로 3년 동안 진행되고 있습니다(주관기관 : 충북 과학기술 혁신원). 본 사업은 1,200명을 대상으로 본격적인 웰케어 융합 데이터를 수집하고, 이를 기반으로 새로운 웰케어 분야의 다양한 서비스 개발을 지원하는 데이터/인공지능 플랫폼을 구축하는 사업으로서 한국지능웰케어산업협회 및 소속 회원사들이 주축이 되어 의미있는 데이터 구축 및 서비스 발굴을 진행하고 있습니다(그림 2).

그림 1. 웰케어 컨소시엄 결성 모습(2019년)

* 자료출처 : 한국지능웰케어산업협회 내부 자료.

KIWI Korea association of Intelligent Wellcare Industries

그림 2. 산업통상자원부의 웰케어 산업특화 인공지능 기술 지원 플랫폼 구축 사업의 개요

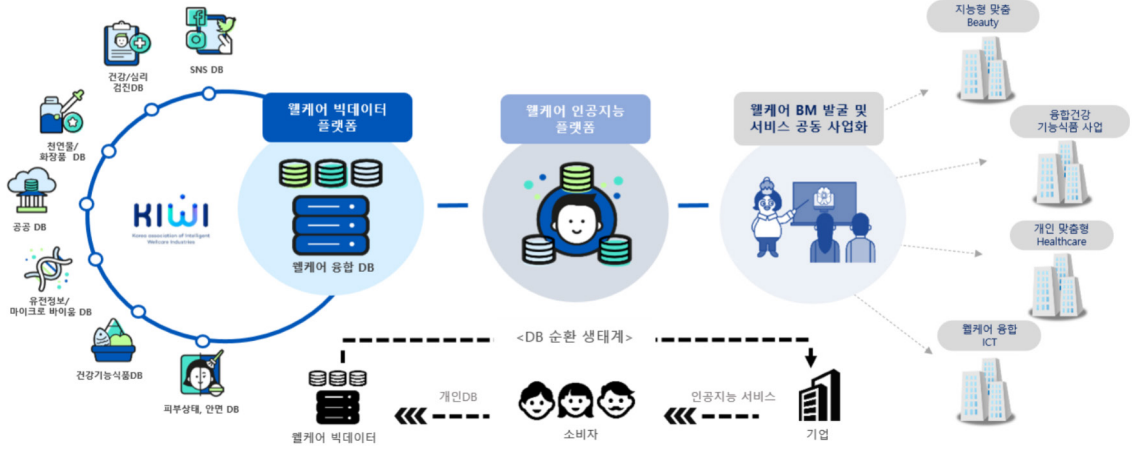


* 자료출처 : 한국지능웰케어산업협회 내부 자료

그림 2 에 나타난 바와 같이, 본 사업은 (1) 웰케어 융합 데이터 수집을 위한 데이터 플랫폼 구축, (2) 웰케어 특화 인공지능 서비스 개발의 전주기를 지원하는 인공지능 플랫폼의 구축과 (3) 본 플랫폼을 활용하여 다양한 웰케어 서비스 모델의 발굴 및 개발을 지원하는 거버넌스를 구축한다는 3대 추진 전략 하에 진행되고 있습니다. 즉, 본 사업을 통해 구축되는 플랫폼을 기반으로 웰케어 산업군에서 활동 중인 기관, 기업들의 다양한 데이터를 융합하고, 이를 필요로 하는 기업들에게 공급하여 새로운 서비스의 시장 출현을 촉진시켜 다시 서비스들을 통해 수집되는 데이터들이 플랫폼으로 공유되는 "데이터와 서비스의 선순환" 플랫폼을 통해 국내 웰케어 산업 생태계 형성의 중심 역할을 할 수 있도록 협회는 다양한 노력을 기울이고 있습니다(그림 3).

또한, 산업통상자원부 웰케어 사업을 통해 구축된 웰케어 데이터는 전 세계적으로 구축 사례가 보고된 바 없는 유전체, 건강검진, 식품영양, 운동역량, 마이크로 바이옴 등의 융합 데이터로서 다양한 데이터와의 결합을 통해 새로운 건강 관리 서비스들의 시장 출시를 촉진시킬 수 있습니다. 이러한 가능성에 주목하고 있는 국내 대표 손해보험사인 한 기업과 협회 간 2022년 3월에 데이터 결합을 통한 협력 사업 발굴을 위한 MOU가 체결된 것은 매우 의미있는 성과라고 생각합니다.

그림 3. 웰케어 특화 플랫폼의 구조

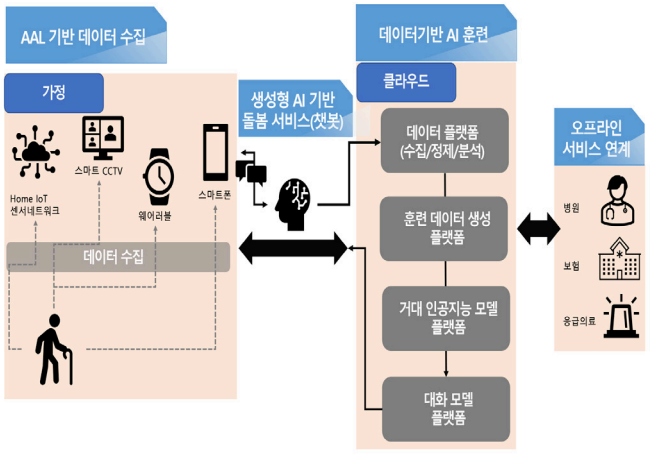


* 자료출처 : 한국지능웰케어산업협회 내부 자료.

■ 한국지능웰케어산업협회에서 인공지능을 활용한 손상예방 관련하여 핵심적으로 추진하고 있는 연구 및 사업이 있다면 어떤 것이 있을까요?

한국지능웰케어산업협회의 협회명에서도 강조되고 있는 기술이 "지능"인 것처럼, 향후 협회에서의 주요 키워드는 인공지능의 실생활에서의 활용을 통한 가치를 만드는 것으로 이에 대해 끊임없이 고민하고 준비하고 있습니다. 특히, 작년 11월에 공개되어 전 사회적, 산업적으로 큰 영향을 끼치고 있는 챗GPT와 같은 초거대 인공지능 기술의 웰케어 부문의 활용에 대해 큰 관심을 갖고 있으며, 개인 데이터의 특화 학습을 통한 고성능의 "개인화"와 이전 세대와 비교할 수 없을 만큼 진화한 "대화 성능"의 활용에 주목하고 있습니다. 예를 들어, '홈케어'라는 측면을 살펴보면, 집안 내에서의 사람의 행동 데이터들을 학습하여, 맞춤형 운동 프로그램을 준비하고, 이를 사용자와의 대화를 통한 상호 협력을 통해 효율적으로 전달할 수 있습니다. 이러한 초거대 인공지능이 저희 협회가 참여하고 있는 웰케어 플랫폼과 통합된다면 더 큰 가치를 창출할 수 있을 것입니다. 이는 손상예방에서 주요한 비중을 차지하고 있는 집안 내 낙상 사고나 약물 남용 등의 사전 예방, 또는 사고 발생 시 응급 대처와 지역 의료 자원과의 연계를 지원하는 서비스의 개발로 예방적 지원이 가능할 것입니다(그림 4).

그림 4. AAL(Active Assisted Living) 기반 손상예방을 위한 초거대인공지능 융합형 웰케어 플랫폼



* 자료출처 : 한국지능웰케어산업협회 내부 자료.

웰케어 데이터는 운동 역량, 영양 상태 등이 포함되므로, 인공지능에 기반한 행동인식이나 지능형 IoT 기기를 기반으로 사용자의 물리적 상태를 인식하는 AAL(Active Assisted Living) 기술들과 결합되면 시너지를 낼 수 있습니다. 특히 고령계층이나 의료 취약지역에서는 매우 필요한 지원 서비스로서 활용될 수 있을 것으로 판단하고 있으며, 이와 관련된 사업 기획을 현재 지자체 및 협회 회원사들과 함께 진행하고 있습니다. 이와 같이 고령계층과 취약계층을 위한 웰케어 사업의 확장은 손상예방 부문에서부터 시작될 것으로 예상되며, 현재 산업통상자원부 웰케어 사업 수행, 민간 보험사들과의 데이터 결합 서비스 출시와 더불어 가장 중요한 올해 사업으로 현재 추진 중입니다.

■ 마지막으로 한국지능웰케어산업협회의 앞으로의 목표에 대해서 한 말씀 부탁드립니다.

웰케어는 '웰니스'와는 다른, 데이터, 인공지능 기술을 활용하여 본격적인 유관 산업 간의 구체적이며 실효성있는 융합을 통해 '건강의 새로운 가치'를 창출해 내는 '신산업 현상'을 지칭하는 개념이며, 건강의 특정한 상태를 일컫는 기존의 개념을 초월한 '구체적인 실행'을 요구하는 시장 패러다임이기도 합니다. 한국지능웰케어산업협회는 전 세계적으로 7,000억 달러에 달하는 글로벌 웰케어 산업 분야에서의 국내 리더쉽을 확보하기 위한 구심점으로서, 웰케어와 관련된 지속적인 사업 기획과 협력 생태계의 구축 및 운영을 위한 다양한 사업들을 지속적으로 수행해 나갈 예정입니다[1]. 또한, 웰케어 서비스를 취약계층과 의료 지원 서비스가 더욱 더 필요한 고령계층을 위한 서비스로서 확대할 수 있는 사업 발굴과 추진에 더욱 더 노력해 나갈 예정입니다. 감사합니다.

참고문헌

1) Vocke, R., Fricker, R., Williams, B., & Dimitrova, D. (2017). The rise of wellcare: a new market at the nexus of health, food, and beauty.

응급실손상환자심층조사 통계

조사기간 2022.10.01.~12.31.

질병관리청 「응급실손상환자심층조사」를 통해 수집된 자료를 분석한 결과
(본 통계는 중간 질관리단계 분석결과로 최종결과와 일부 차이가 있을 수 있습니다.)

자료원 설명

응급실손상환자심층조사 사업

응급실에 내원한 손상환자의 손상기전을 비롯한 손상 관련 심층자료를 전향적으로 수집하여 손상통계를 산출하고 이를 바탕으로 손상예방과 정책수립에 유용한 자료를 제공하고자 「응급실손상환자심층조사」를 2006년부터 도입

분석자료 : 2022.10.01.~12.31.

응급실손상환자심층조사 참여기관

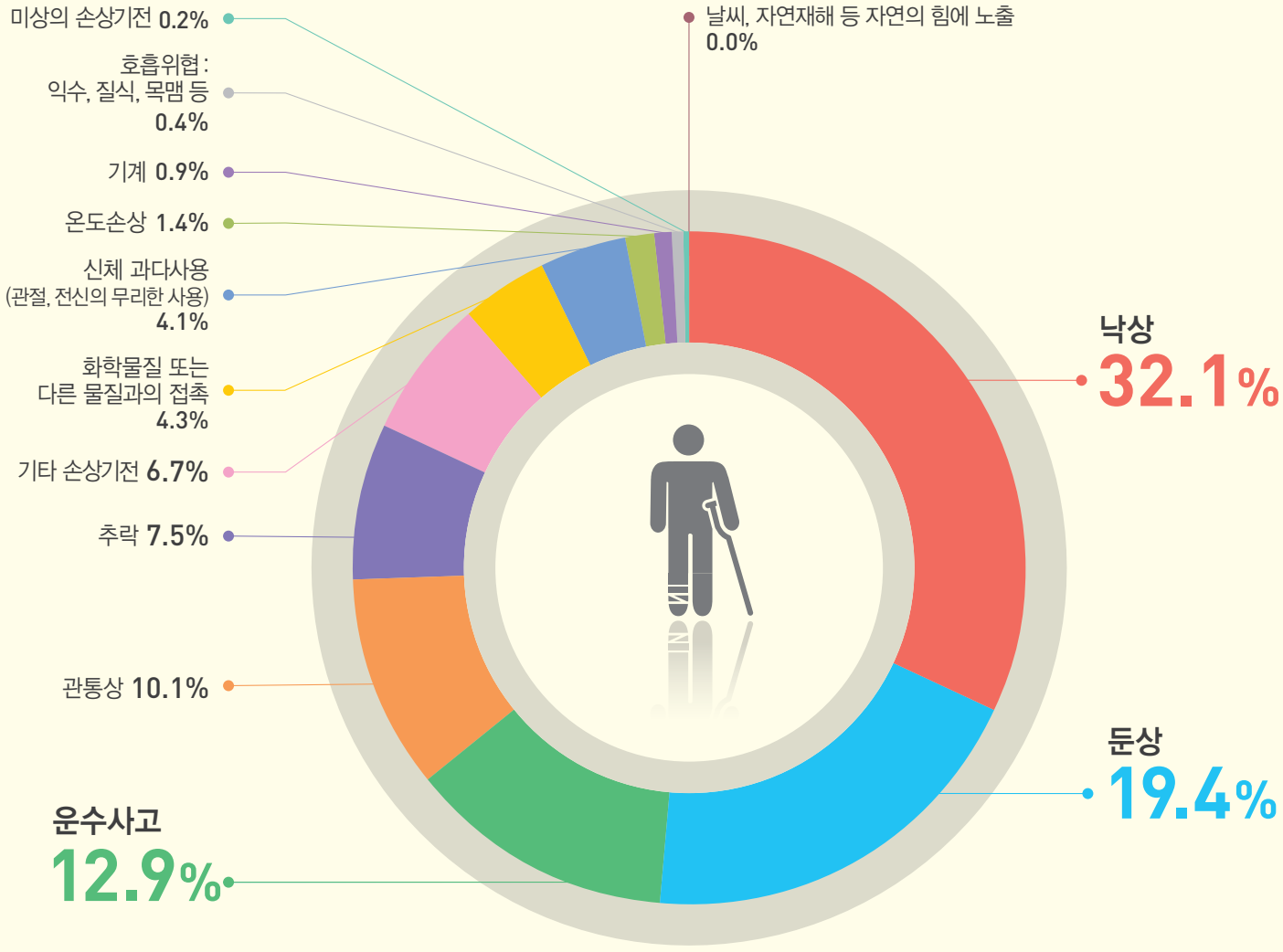
심층 영역	기관명	지역	조사시작년도
운수사고 8개	경북대학교병원	대구	2008
	길의료재단 길병원	인천	2010
	부산대학교병원	부산	2010
	분당서울대학교병원	경기	2010
	삼성서울병원	서울	2010
	전남대학교병원	광주	2010
	전북대학교병원	전북	2010
	연세대학교 원주세브란스기독병원	강원	2006
머리·척추 5개	경상대학교병원	경남	2010
	동국대학교 일산병원	경기	2010
	서울대학교병원	서울	2006
	서울특별시 보라매병원	서울	2007
	제주대학교병원	제주	2010
자살, 중독, 추락 및 낙상 6개	강동성심병원	서울	2010
	아주대학교병원	경기	2006
	연세대학교 세브란스병원	서울	2010
	울산대학교병원	울산	2010
	이화여자대학교 목동병원	서울	2006
	조선대학교병원	광주	2008
취학전어린이 4개	경기도의료원 파주병원	경기	2015
	고려대학교 안암병원	서울	2019
	인제대학교 일산백병원	경기	2006
	충북대학교병원	충북	2017

해석상 유의사항

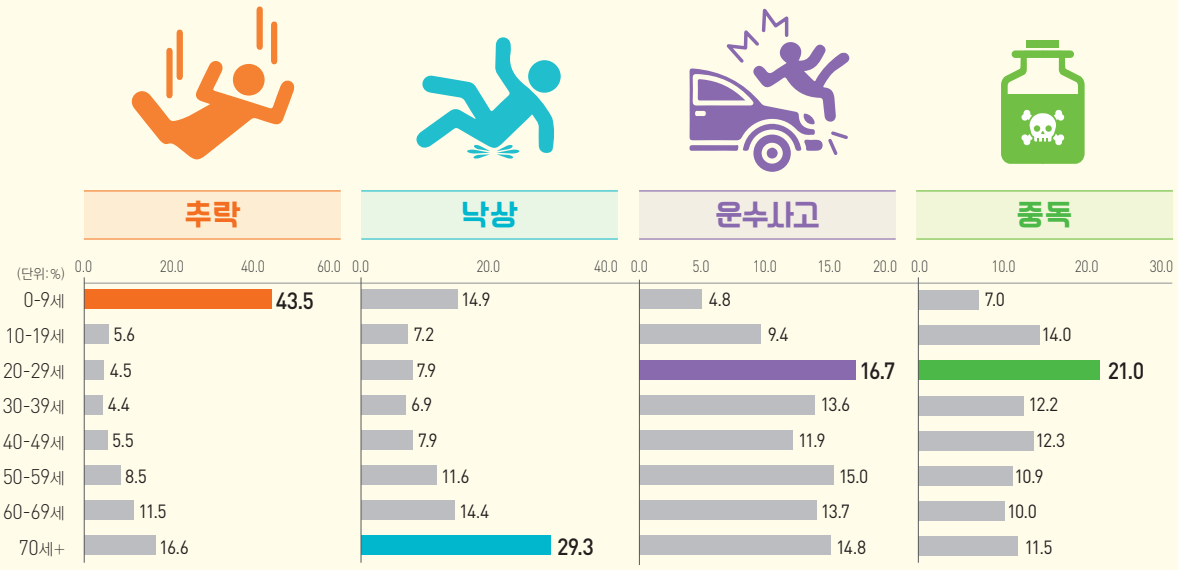
- **일반정보** : 23개 참여병원의 응급실에 내원한 모든 손상환자의 자료를 분석한 결과
- **심층정보** : 23개 참여병원별 특정 손상에 해당하는 자료를 추가로 수집하여 분석한 결과
- **특정손상** : 운수사고, 머리·척추, 자살·중독·추락 및 낙상, 취학전어린이

일반정보 총 51,051건

해당 기간 중 전체 51,051건이 발생하였으며, **손상기전 중 낙상(32.1%)**이 가장 많았고, 다음이 **둔상(19.4%)**이었다. 진료결과 측면에서는 **총 15.5%**가 **입원**하였고, **1.3%**가 **사망**하였다. 연령별 손상기전은 0~39세에서는 **둔상**이, 그 외의 연령대에서는 **낙상**이 가장 많았다. 입원환자의 연령별 손상기전은 0~9세에서는 추락이, 10~59세에서는 **운수사고**가, 60세 이상에서는 낙상이 가장 많았다. 전체 손상환자의 손상기전별로 진료결과를 살펴보면 **호흡위협**(익수, 질식, 목맴 등)의 **사망률**이 **37.0%**로 가장 높았다.



전체 손상환자 손상기전별 분포



손상기전별 환자연령분포

중독 총 2,020건

중독은 해당 기간 총 2,020건이 발생하였으며, 연령대별로 **20~29세**가 **21.0%**로 가장 많았다. **70세 이상**에서 **입원율과 사망률이 각각 54.9%, 8.2%**로 가장 높은 비율을 보였다. 의도적 중독 환자에서 가장 흔한 중독 물질은 **진정제·항정신병약제·수면제(48.3%)**이었으며, 사망자 수가 가장 많은 중독 물질은 **제초제(10건)**였다. 비의도적 중독 환자에서 가장 흔한 중독 물질은 **일산화탄소(27.5%)**였다.

가장 흔한 의도적 중독
진정제·항정신병약제·수면제 중독
48.3%

가장 흔한 비의도적 중독
일산화탄소 중독
27.5%

일산화탄소

가장 흔한 중독 물질

운수사고 총 6,581건

운수사고는 해당 기간 총 6,581건이 발생하였으며, 세부 유형손상별로 **차량탑승자 사고 (10인승 이내)**가 **33.6%**로 가장 많았고, 다음으로 보행자 사고가 19.2%, 자전거 사고 17.5%, 오토바이,스쿠터 사고 16.8%의 순이었다. 차량탑승자의 운수사고 발생 시 **안전벨트 착용률**(만 6세 이상)은 **72.8%, 안전의자 착용률**(만 6세 미만)은 **50.0%**이었으며, 이륜차 운수사고 환자의 **헬멧 착용률**은 **48.1%**이었다.

차량탑승자 사고

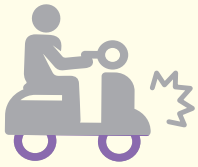
33.6%

보행자 사고

19.2%

자전거 사고

17.5%



오토바이, 스쿠터 사고

16.8%

운수사고 환자 세부 손상기전

안전벨트 착용률

72.8%

안전의자 착용률

50.0%

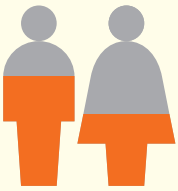
헬멧 착용률

48.1%

운수사고 환자 보호장비 착용 특성

추락
총 3,814건

추락은 해당 기간 총 3,814건이 발생하였으며, **남자**가 **60.4%**로 여자보다 많았다. 연령대별로는 **0~9세**에서 **43.5%**로 가장 많이 발생하였으며, 사망률은 **20~29세**에서 **10.6%**로 가장 높았다. 추락 장소는 **집**이 **58.1%**로 절반 이상 차지하였다.



남자 / 여자

60.4%/39.6%

추락환자 성별 분포

0~9세

43.5%

추락환자 발생률

집

58.1%

추락 환자 손상 발생 장소

낙상
총 16,372건

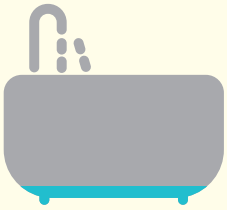
낙상은 해당 기간 총 16,372건이 발생하였으며, 연령대별 분포는 **70세 이상**에서 **29.3%**로 가장 많이 발생하였다. 세부손상 발생장소별로는 **계단**이 **17.5%**로 가장 많았으며, 다음으로 거실 17.4%, 화장실 및 욕실 14.7% 순으로 많이 발생하였다.

계단

17.5%

거실

17.4%



화장실·욕실

14.7%

낙상환자 세부 손상 발생 장소

Ⅰ. 응급실손상환자심층조사 일반정보

1. 손상기전

(1) 전체 손상환자[1]의 연령별 손상기전 발생 순위

구분	0~9세	10~19세	20~29세	30~39세	40~49세	50~59세	60~69세	70세 이상
1위	**둔상**	**둔상**	**둔상**	**둔상**	**낙상**	**낙상**	**낙상**	**낙상**
2위	낙상	낙상	낙상	둔상	둔상	운수사고	운수사고	운수사고
3위	추락	운수사고	관통상	운수사고	운수사고	둔상	둔상	추락
4위	기타	관통상	운수사고	관통상	관통상	관통상	기타	둔상

1) 응급실로 내원한 손상환자

(2) 손상 입원환자의 연령별 손상기전 순위

구분	0~9세	10~19세	20~29세	30~39세	40~49세	50~59세	60~69세	70세 이상
1위	**추락**	**운수사고**	**운수사고**	**운수사고**	**운수사고**	**운수사고**	**낙상**	**낙상**
2위	낙상	낙상	화학물질 또는 다른 물질과의 접촉	낙상	낙상	낙상	운수사고	운수사고
3위	운수사고	화학물질 또는 다른 물질과의 접촉	낙상	화학물질 또는 다른 물질과의 접촉	추락	추락	추락	추락
4위	기타	둔상	둔상	추락	화학물질 또는 다른 물질과의 접촉	둔상	둔상	화학물질 또는 다른 물질과의 접촉

(3) 손상 사망환자의 연령별 손상기전 순위

구분	0~9세	10~19세	20~29세	30~39세	40~49세	50~59세	60~69세	70세 이상
1위	**운수사고/추락 (3건)**	**추락 (14건)**	**추락 (18건)**	**추락/호흡위협 (13건)**	**추락 (20건)**	**운수사고 (33건)**	**운수사고 (47건)**	**낙상 (88건)**
2위	호흡위협/기타	호흡위협	둔상	운수사고	운수사고	추락	추락	운수사고
3위	–	화학물질 또는 다른 물질과의 접촉	운수사고	둔상	호흡위험	낙상	낙상	추락
4위	–	운수사고/둔상	호흡위협	관통상/온도 손상/화학물질 또는 다른 물질과의 접촉	관통상	호흡위협	호흡위협	호흡위협

(4) 전체 손상환자[1]의 손상기전별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	51,051	100.0	7,895	15.5	662	1.3
운수사고	6,581	12.9	1,828	27.8	193	2.9
추락	3,814	7.5	949	24.9	146	15.4
낙상	16,372	32.1	3,015	18.4	133	4.4
둔상	9,927	19.4	582	5.9	47	0.5
관통상	5,134	10.1	332	6.5	8	0.2
기계	436	0.9	114	26.1	3	0.7
온도손상	717	1.4	18	2.5	5	0.7
호흡위협: 익수, 질식, 목맴 등	216	0.4	54	25.0	80	37.0
화학물질 또는 다른 물질과의 접촉	2,206	4.3	598	27.1	36	1.6
신체 과다사용(관절, 전신의 무리한 사용)	2,098	4.1	210	10.0	2	0.1
날씨, 자연재해 등 자연의 힘에 노출	0	0.0	0	-	0	-
기타 손상기전	3,440	6.7	153	4.4	1	<0.1
미상의 손상기전	110	0.2	42	38.2	8	7.3

1) 응급실로 내원한 손상환자
*입원율(%)=입원건수(건)/분류별 총건수(건), **사망률(%)=사망건수(건)/분류별 총건수(건) (이하 동일)

2. 손상의도성

(1) 전체 손상환자[1]의 손상의도성별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	51,051	100.0	7,895	15.5	662	1.3
비의도적 손상	46,631	91.3	6,978	15.0	475	1.0
자해, 자살	2,439	4.8	745	30.5	136	5.6
폭력, 타살	1,798	3.5	107	6.0	5	0.3
기타	33	0.1	5	15.2	0	0.0
미상	150	0.3	60	40.0	46	30.7

1) 응급실로 내원한 손상환자

3. 음주 관련성

(1) 전체 손상환자[1]의 음주여부별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	51,051	100.0	7,895	15.5	662	1.3
정보 없음	2,591	5.1	342	13.2	51	2.0
음주 증거 없음	43,197	84.6	6,777	15.7	565	1.3
본인 음주	4,647	9.1	740	15.9	42	0.9
관련자 음주	71	0.1	4	5.6	0	0.0
모두 음주*	545	1.1	32	5.9	4	0.7

1) 응급실로 내원한 손상환자
*모두 음주: 본인 음주 및 관련자 음주 모두 해당

4. 응급진료결과

(1) 전체 손상환자[1]의 응급실 진료결과별 최종 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	51,051	100.0	7,895	15.5	662	1.3
귀가	41,612	81.5	0	0.0	0	0.0
전원	1,100	2.2	0	0.0	0	0.0
입원	7,895	15.5	7,895	100.0	343	4.3
사망	319	0.6	0	0.0	319	100.0
기타, 미상	125	0.2	0	0.0	0	0.0

1) 응급실로 내원한 손상환자

5. 손상발생 당시 활동

(1) 전체 손상환자의 손상발생 시 활동별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	51,051	100.0	7,895	15.5	662	1.3
업무*	5,435	10.6	1,217	22.4	75	1.4
무보수 업무**	3,796	7.4	523	13.8	37	1.0
교육	1,265	2.5	79	6.2	0	0.0
운동	2,103	4.1	262	12.5	3	0.1
여가활동	9,694	19.0	1,507	15.5	106	1.1
기본일상생활	23,891	46.8	3,290	13.8	252	1.1
치료	366	0.7	87	23.8	4	1.1
여행	116	0.2	20	17.2	0	0.0
기타	4,273	8.4	869	20.3	142	3.3
미상	112	0.2	41	36.6	43	38.4

*업무: 경제활동이나 급여를 받는 업무로 출퇴근, 출장, 회식, 야유회 포함
**무보수 업무: 자원봉사, 가사노동 등 무급노동

6. 손상발생장소

(1) 전체 손상환자[1]의 손상장소별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	51,051	100.0	7,895	15.5	662	1.3
집	22,186	43.5	3,011	13.6	283	1.3
주거시설	469	0.9	137	29.2	16	3.4
의료시설	935	1.8	141	15.1	6	0.6
학교·교육시설	1,858	3.6	118	6.4	0	0.0
운동시설	2,127	4.2	218	10.2	4	0.2
도로	12,233	24.0	2,535	20.7	226	1.8
도로 외 교통지역*	935	1.8	137	14.7	13	1.4
공장·산업·건설시설	2,064	4.0	510	24.7	41	2.0
농장, 기타 일차산업장	498	1.0	146	29.3	11	2.2
문화시설 및 공공행정 구역	1,072	2.1	124	11.6	4	0.4
상업시설	5,166	10.1	505	9.8	40	0.8
야외, 바다, 강	1,388	2.7	279	20.1	18	1.3
기타	16	<0.1	1	6.3	0	0.0
미상	104	0.2	33	31.7	0	0.0

1) 응급실로 내원한 손상환자

*도로 외 교통지역: 주차장, 대중교통지역(공항, 버스터미널, 기차역, 버스정거장, 지하철역) 등

II. 응급실손상환자심층조사 심층정보

1. 운수사고

가. 성별, 연령별 운수사고

(1) 운수사고 환자[1]의 성별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	6,581	100.0	1,828	27.8	193	2.9
남자	4,292	65.2	1,294	30.1	132	3.1
여자	2,289	34.8	534	23.3	61	2.7

1) 손상기전이 운수사고인 경우

(2) 운수사고 환자[1]의 연령별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	6,581	100.0	1,828	27.8	193	2.9
0–9세	315	4.8	37	11.7	3	1.0
10–19세	621	9.4	113	18.2	1	0.2
20–29세	1,102	16.7	213	19.3	11	1.0
30–39세	896	13.6	213	23.8	11	1.2
40–49세	782	11.9	190	24.3	16	2.0
50–59세	988	15.0	314	31.8	33	3.3
60–69세	903	13.7	319	35.3	47	5.2
70세 이상	974	14.8	429	44.0	71	7.3

1) 손상기전이 운수사고인 경우

나. 운수사고 유형

(1) 운수사고 환자[1] 세부 손상기전별 분포

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	6,581	100.0	1,828	27.8	193	2.9
보행자	1,261	19.2	468	37.1	88	7.0
자전거	1,149	17.5	201	17.5	11	1.0
오토바이,스쿠터	1,104	16.8	429	38.9	49	4.4
차량–탑승자(10승 이내)	2,210	33.6	495	22.4	31	1.4
차량–탑승자(11–19인승)	63	1.0	23	36.5	2	3.2
차량–탑승자(20인승 이상)	257	3.9	78	30.4	4	1.6
농업용 특수차량	54	0.8	37	68.5	3	5.6
산업용 및 기타 특수차량	20	0.3	12	60.0	1	5.0
기타 육상 운송수단	449	6.8	81	18.0	3	0.7
미상의 육상 운송수단	2	<0.1	1	50.0	0	0.0
선로 차량	6	0.1	0	0.0	0	0.0
수상 운송수단	2	<0.1	0	0.0	0	0.0
항공 운송수단	1	<0.1	1	100.0	1	100.0
기타 운송수단	3	<0.1	2	66.7	0	0.0
미상 운송수단	0	0.0	0	-	0	-

1) 손상기전이 운수사고인 경우

다. 운수사고 환자역할

(1) 운수사고 환자[1]의 사고당시 역할별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	6,581	100.0	1,828	27.8	193	2.9
운전자 또는 조작자	4,213	64.0	1,149	27.3	93	2.2
동승자, 승객	1,065	16.2	203	19.1	11	1.0
보행자	1,255	19.1	466	37.1	88	7.0
승하차 중인 사람	34	0.5	5	14.7	1	2.9
외부에 있는 사람	12	0.2	4	33.3	0	0.0
기타	2	<0.1	1	50.0	0	0.0
미상	0	0.0	0	-	0	-

1) 손상기전이 운수사고인 경우

라. 운수사고 발생 당시 상대방

(1) 운수사고 환자[1]의 상대편별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	6,581	100.0	1,828	27.8	193	2.9
보행자	21	0.3	9	42.9	0	0.0
자전거	112	1.7	13	11.6	0	0.0
오토바이	224	3.4	63	28.1	8	3.6
사륜 이상의 소형 탈것	3,354	51.0	950	28.3	116	3.5
대형 탈것	378	5.7	154	40.7	27	7.1
선로 차량(지하철 등)	2	<0.1	0	0.0	0	0.0
농업용, 산업용, 건설용 특수차량	96	1.5	49	51.0	7	7.3
고정된 물체	572	8.7	203	35.5	16	2.8
동물	4	0.1	1	25.0	0	0.0
상대편이 없는 경우	1,753	26.6	362	20.7	14	0.8
기타 운송수단	25	0.4	5	20.0	0	0.0
미상	40	0.6	19	47.5	5	12.5

1) 손상기전이 운수사고인 경우

마. 운수사고 발생장소

(1) 운수사고 환자[1]의 도로종류별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	6,581	100.0	1,828	27.8	193	2.9
고속도로	308	4.7	106	34.4	7	2.3
자동차전용도로	78	1.2	22	28.2	2	2.6
일반도로*	4,566	69.4	1,321	28.9	140	3.1
횡단보도	344	5.2	108	31.4	18	5.2
골목길	671	10.2	98	14.6	8	1.2
농로	66	1.0	33	50.0	4	6.1
기타	509	7.7	127	25.0	13	2.6
미상	39	0.6	13	33.3	1	2.6

1) 손상기전이 운수사고인 경우
*일반도로 : 일반국도, 지방도로, 특별광역시도, 시군도

바. 보호장비 착용

(1) 자동차 탑승 운수사고 환자의 보호장비 착용여부별 진료결과 – **안전벨트**[1]

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	2,418	100.0	588	24.3	36	1.5
아니오	564	23.3	147	26.1	17	3.0
예	1,761	72.8	397	22.5	9	0.5
(앞좌석)	1,592	65.8	364	22.9	7	0.4
(뒷좌석)	161	6.7	31	19.3	2	1.2
(좌석미상)	8	0.3	2	25.0	0	0.0
미상	93	3.8	44	47.3	10	10.8

1) 손상기전이 운수사고의 차량 – 탑승자이며 만 6세 이상인 경우

(2) 자동차 탑승 운수사고 환자의 보호장비 착용여부별 진료결과 – **안전의자**[1]

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	108	100.0	7	6.5	1	0.9
아니오	47	43.5	6	12.8	1	2.1
예	54	50.0	1	1.9	0	0.0
미상	7	6.5	0	0.0	0	0.0

1) 손상기전이 운수사고의 차량 – 탑승자이며 만 6세 미만인 경우

(3) 이륜차 운수사고 환자의 보호장비 착용여부별 진료결과 – **헬멧착용**[1)]

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	2,253	100.0	630	28.0	60	2.7
아니오	1,071	47.5	255	23.8	23	2.1
예	1,083	48.1	348	32.1	25	2.3
미상	99	4.4	27	27.3	12	12.1

1) 손상기전이 자전거 및 오토바이인 경우

(4) 이륜차 운수사고 환자의 보호장비 착용여부별 진료결과 – **관절보호대**[1)]

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	158	100.0	24	15.2	1	0.6
아니오	138	87.3	21	15.2	1	0.7
예	7	4.4	2	28.6	0	0.0
미상	13	8.2	1	7.7	0	0.0

1) 손상기전이 자전거 및 오토바이인 경우

(5) 자동차 탑승 운수사고 환자의 보호장비 착용여부별 진료결과 – **에어백 장착**[1)]

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	2,323	100.0	572	24.6	34	1.5
아니오	258	11.1	63	24.4	7	2.7
예	1,893	81.5	428	22.6	18	1.0
미상	172	7.4	81	47.1	9	5.2

1) 손상기전이 차량 – 탑승자인 경우

(6) 자동차 탑승 운수사고 환자의 보호장비 착용여부별 진료결과 – **에어백 작동**[1)]

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	1,893	100.0	428	22.6	18	1.0
아니오	1,235	65.2	181	14.7	5	0.4
예	568	30.0	201	35.4	10	1.8
미상	90	4.8	46	51.1	3	3.3

1) 손상기전이 차량 – 탑승자이며 에어백을 장착한 경우, 23개 병원별 선택조사

사. 운수사고 발생 당시 활동

(1) 운수사고 환자[1]의 손상 시 활동별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	6,581	100.0	1,828	27.8	193	2.9
업무*	912	13.9	373	40.9	22	2.4
무보수 업무**	565	8.6	137	24.2	24	4.2
교육	30	0.5	5	16.7	0	0.0
운동	49	0.7	12	24.5	0	0.0
여가활동	2,563	38.9	664	25.9	55	2.1
기본일상생활	2,409	36.6	622	25.8	82	3.4
치료	8	0.1	3	37.5	0	0.0
여행	20	0.3	4	20.0	0	0.0
기타	11	0.2	2	18.2	1	9.1
미상	14	0.2	6	42.9	9	64.3

1) 손상기전이 운수사고인 경우
* 업무: 경제적 활동 및 직업과 관련된 활동으로 출퇴근, 회식, 출장 등 포함
** 무보수 업무: 봉사활동, 요리, 애보기, 쇼핑, 청소하기, DIY, 집수리, 텃밭 가꾸기 등

아. 음주 관련성

(1) 운수사고 환자[1]의 운전자 음주여부별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	6,581	100.0	1,828	27.8	193	2.9
정보 없음	306	4.6	57	18.6	10	3.3
음주 증거 없음	5,794	88.0	1,618	27.9	176	3.0
본인 음주	459	7.0	142	30.9	7	1.5
관련자 음주	8	0.1	4	50.0	0	0.0
모두 음주*	14	0.2	7	50.0	0	0.0

1) 손상기전이 운수사고인 경우
* 모두 음주: 본인 음주 및 관련자 음주 모두 해당

2. 중독

가. 성별, 연령별 중독환자

(1) 중독 환자[1)]의 성별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	2,020	100.0	596	29.5	36	1.8
남자	784	38.8	248	31.6	24	3.1
여자	1,236	61.2	348	28.2	12	1.0

1) 손상기전이 중독인 경우

(2) 중독 환자[1)]의 연령별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	2,020	100.0	596	29.5	36	1.8
0–9세	141	7.0	10	7.1	0	0.0
10–19세	283	14.0	90	31.8	2	0.7
20–29세	424	21.0	99	23.3	1	0.2
30–39세	247	12.2	64	25.9	1	0.4
40–49세	269	13.3	65	24.2	2	0.7
50–59세	220	10.9	67	30.5	6	2.7
60–69세	203	10.0	73	36.0	5	2.5
70세 이상	233	11.5	128	54.9	19	8.2

1) 손상기전이 중독인 경우

나. 중독물질 분포

(1) 의도적 중독 환자[1)]에서 중독물질별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	1,493	100.0	521	34.9	30	2.0
치료약물	1,185	79.4	381	32.2	8	0.7
진통제, 항류마티스제	149	10.0	70	47.0	0	0.0
(진통제–아세트아미노펜)	120	8.0	62	51.7	0	0.0
(진통제–마약성)	2	0.1	1	50.0	0	0.0

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
(진통제–그 외)	27	1.8	7	25.9	0	0.0
진정제, 항정신병약제, 수면제	721	48.3	207	28.7	6	0.8
(진정제–벤조다이아제핀계)	302	20.2	86	28.5	2	0.7
(진정제–독시라민)	11	0.7	7	63.6	0	0.0
(진정제–졸피뎀)	183	12.3	53	29.0	2	1.1
(항정신병약)	82	5.5	24	29.3	2	2.4
(기타진정제, 항정신병제, 수면제)	143	9.6	37	25.9	0	0.0
항우울제	131	8.8	42	32.1	1	0.8
(항우울제–TCA계)	6	0.4	1	16.7	0	0.0
(항우울제–그 외)	125	8.4	41	32.8	1	0.8
심장혈관제	67	4.5	32	47.8	0	0.0
구강혈당제	11	0.7	6	54.5	0	0.0
항경련제	35	2.3	8	22.9	0	0.0
감기, 기침약	8	0.5	0	0.0	0	0.0
항생제, 항균제	3	0.2	1	33.3	0	0.0
각성제, 습관성의약품	2	0.1	2	100.0	0	0.0
이뇨제	0	0.0	0	-	0	-
항응고제	1	0.1	1	100.0	0	0.0
소화제, 위장약	8	0.5	4	50.0	0	0.0
진단용 약물	0	0.0	0	-	0	-
항암제	0	0.0	0	-	0	-
마취약	0	0.0	0	-	0	-
근이완제	2	0.1	1	50.0	0	0.0
마약길항제	1	0.1	0	0.0	0	0.0
눈. 귀. 코. 목 약	0	0.0	0	-	0	-
국소적 약물	0	0.0	0	-	0	-
비타민, 식이보충제	1	0.1	0	0.0	0	0.0
전해질, 미네랄 약물	1	0.1	0	0.0	0	0.0

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
백신, 톡소이드	0	0.0	0	-	0	-
호르몬제, 피임약	11	0.7	2	18.2	0	0.0
천식약	0	0.0	0	-	0	-
항히스타민제	8	0.5	0	0.0	0	0.0
기타 치료약물	9	0.6	1	11.1	0	0.0
미상 치료약물	16	1.1	4	25.0	1	6.3
농약	142	9.5	95	66.9	15	10.6
제초제	72	4.8	48	66.7	10	13.9
(제초제–파라쿼트)	2	0.1	1	50.0	2	100.0
(제초제–글라이포세이트)	44	2.9	27	61.4	7	15.9
(제초제–그 외)	26	1.7	20	76.9	1	3.8
살충제	54	3.6	38	70.4	4	7.4
(살충제–유기인계)	11	0.7	10	90.9	1	9.1
(살충제–피레스로이드)	7	0.5	5	71.4	0	0.0
(살충제–카바메이트)	4	0.3	0	0.0	1	25.0
(살충제–그 외)	32	2.1	23	71.9	2	6.3
살서제	6	0.4	5	83.3	0	0.0
기타 농약	5	0.3	2	40.0	0	0.0
미상 농약	5	0.3	2	40.0	1	20.0
가스	88	5.9	22	25.0	3	3.4
일산화탄소	82	5.5	22	26.8	3	3.7
기타 가스	6	0.4	0	0.0	0	0.0
미상 가스	0	0.0	0	-	0	-
인공독성물질	67	4.5	18	26.9	3	4.5
부식성물질	46	3.1	9	19.6	1	2.2
(부식성물질–빙초산)	0	0.0	0	-	0	-
(부식성물질–기타산성물질)	5	0.3	0	0.0	0	0.0
(부식성물질–락스)	30	2.0	6	20.0	1	3.3

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
(부식성물질–기타알칼리성물질)	11	0.7	3	27.3	0	0.0
(부식성물질–불산)	0	0.0	0	-	0	-
(부식성물질–기타부식성물질)	0	0.0	0	-	0	-
알코올	7	0.5	3	42.9	1	14.3
중금속	0	0.0	0	-	0	-
탄화수소	5	0.3	2	40.0	0	0.0
기타 인공독성물질	9	0.6	4	44.4	1	11.1
미상 인공독성물질	0	0.0	0	-	0	-
자연독성물질	2	0.1	2	100.0	0	0.0
기타 독성물질	2	0.1	2	100.0	0	0.0
미상 독성물질	7	0.5	1	14.3	1	14.3

1) 손상기전이 중독이며 의도성이 자해·자살, 폭력·타살인 경우

(2) 비의도적 중독 환자[1]에서 중독물질별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	488	100.0	62	12.7	3	0.6
치료약물	145	29.7	16	11.0	0	0.0
진통제	21	4.3	5	23.8	0	0.0
(진통제–아세트아미노펜)	9	1.8	5	55.6	0	0.0
(진통제–마약성)	2	0.4	0	0.0	0	0.0
(진통제–그 외)	10	2.0	0	0.0	0	0.0
진정제, 항정신병약제, 수면제	40	8.2	4	10.0	0	0.0
(진정제–벤조다이아제핀계)	17	3.5	1	5.9	0	0.0
(진정제–독시라민)	0	0.0	0	-	0	-
(진정제–졸피뎀)	11	2.3	1	9.1	0	0.0
(항정신병약)	6	1.2	2	33.3	0	0.0
(기타진정제, 항정신병제, 수면제)	6	1.2	0	0.0	0	0.0

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
항우울제	2	0.4	0	0.0	0	0.0
(항우울제–TCA계)	0	0.0	0	-	0	-
(항우울제–그 외)	2	0.4	0	0.0	0	0.0
심장혈관제	11	2.3	3	27.3	0	0.0
구강혈당제	0	0.0	0	-	0	-
항경련제	2	0.4	0	0.0	0	0.0
감기, 기침약	15	3.1	0	0.0	0	0.0
항생제, 항균제	10	2.0	1	10.0	0	0.0
각성제, 습관성의약품	0	0.0	0	-	0	-
이뇨제	0	0.0	0	-	0	-
항응고제	0	0.0	0	-	0	-
소화제, 위장약	4	0.8	0	0.0	0	0.0
진단용 약물	6	1.2	0	0.0	0	0.0
항암제	0	0.0	0	-	0	-
마취약	0	0.0	0	-	0	-
근이완제	1	0.2	0	0.0	0	0.0
마약길항제	0	0.0	0	-	0	-
눈, 귀, 코, 목 약	0	0.0	0	-	0	-
국소적 약물	3	0.6	0	0.0	0	0.0
비타민, 식이보충제	12	2.5	2	16.7	0	0.0
전해질, 미네랄 약물	0	0.0	0	-	0	-
백신, 톡소이드	0	0.0	0	-	0	-
호르몬제, 피임약	5	1.0	0	0.0	0	0.0
천식약	1	0.2	0	0.0	0	0.0
항히스타민제	7	1.4	0	0.0	0	0.0
기타 치료약물	5	1.0	1	20.0	0	0.0
미상 치료약물	0	0.0	0	-	0	-

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
농약	14	2.9	6	42.9	0	0.0
제초제	3	0.6	2	66.7	0	0.0
(제초제–파라쿼트)	0	0.0	0	-	0	-
(제초제–글라이포세이트)	2	0.4	1	50.0	0	0.0
(제초제–그 외)	1	0.2	1	100.0	0	0.0
살충제	10	2.0	4	40.0	0	0.0
(살충제–유기인계)	0	0.0	0	-	0	-
(살충제–피레스로이드)	1	0.2	1	100.0	0	0.0
(살충제–카바메이트)	0	0.0	0	-	0	-
(살충제–그 외)	9	1.8	3	33.3	0	0.0
살서제	1	0.2	0	0.0	0	0.0
기타 농약	0	0.0	0	-	0	-
미상 농약	0	0.0	0	-	0	-
가스	156	32.0	22	14.1	3	1.9
일산화탄소	134	27.5	20	14.9	3	2.2
기타가스	17	3.5	2	11.8	0	0.0
미상가스	5	1.0	0	0.0	0	0.0
인공독성물질	140	28.7	13	9.3	0	0.0
부식성물질	62	12.7	5	8.1	0	0.0
(부식성물질–빙초산)	2	0.4	2	100.0	0	0.0
(부식성물질–기타산성물질)	7	1.4	0	0.0	0	0.0
(부식성물질–락스)	28	5.7	1	3.6	0	0.0
(부식성물질–기타알칼리성물질)	21	4.3	2	9.5	0	0.0
(부식성물질–불산)	0	0.0	0	-	0	-
(부식성물질–기타부식성물질)	4	0.8	0	0.0	0	0.0
알코올	23	4.7	3	13.0	0	0.0
중금속	3	0.6	0	0.0	0	0.0
탄화수소	4	0.8	1	25.0	0	0.0

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
기타 인공독성물질	48	9.8	4	8.3	0	0.0
미상의 인공독성물질	0	0.0	0	-	0	-
자연독성물질	28	5.7	5	17.9	0	0.0
기타 독성물질	5	1.0	0	0.0	0	0.0
미상 독성물질	0	0.0	0	-	0	-

1) 손상기전이 중독이며 의도성이 비의도적 손상인 경우

다. 의도성별

(1) 중독 환자[1)]의 손상의도성별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	2,020	100.0	596	29.5	36	1.8
비의도적 손상	488	24.2	62	12.7	3	0.6
자해, 자살	1,491	73.8	520	34.9	30	2.0
폭력, 타살	2	0.1	1	50.0	0	0.0
기타	27	1.3	4	14.8	0	0.0
미상	12	0.6	9	75.0	3	25.0

1) 손상기전이 중독인 경우

라. 음주 관련성

(1) 중독 환자[1)]에서 음주여부별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	2,020	100.0	596	29.5	36	1.8
정보 없음	68	3.4	18	26.5	2	2.9
음주 증거 없음	1,376	68.1	399	29.0	28	2.0
본인 음주	576	28.5	179	31.1	6	1.0
관련자 음주	0	0.0	0	-	0	-
모두 음주*	0	0.0	0	-	0	-

1) 손상기전이 중독 인 경우
* 모두 음주: 본인 음주 및 관련자 음주 모두 해당

3. 추락

가. 성별 · 연령별 추락환자

(1) 추락손상 환자[1]의 성별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	3,814	100.0	949	24.9	146	3.8
남자	2,305	60.4	664	28.8	97	4.2
여자	1,509	39.6	285	18.9	49	3.2

1) 손상기전이 추락(떨어지거나 뛰어내리거나 떠밀림)인 경우

(2) 추락손상 환자[1]의 연령별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	3,814	100.0	949	24.9	146	3.8
0~9세	1,658	43.5	99	6.0	3	0.2
10~19세	212	5.6	54	25.5	14	6.6
20~29세	170	4.5	44	25.9	18	10.6
30~39세	167	4.4	51	30.5	13	7.8
40~49세	209	5.5	81	38.8	20	9.6
50~59세	323	8.5	161	49.8	16	5.0
60~69세	440	11.5	200	45.5	26	5.9
70세 이상	635	16.6	259	40.8	36	5.7

1) 손상기전이 추락(떨어지거나 뛰어내리거나 떠밀림)인 경우

나. 추락 기전

(1) 추락손상 환자[1]의 추락 높이별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	3,814	100.0	949	24.9	146	3.8
1m 미만	2,119	55.6	282	13.3	8	0.4
1m 이상 4m 미만	1,291	33.8	450	34.9	28	2.2
4m 이상	320	8.4	196	61.3	90	28.1
미상의 높이	84	2.2	21	25.0	20	23.8

1) 손상기전이 추락(떨어지거나 뛰어내리거나 떠밀림)인 경우

다. 의도성별

(1) 추락손상 환자[1]의 의도성별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	3,814	100.0	949	24.9	146	3.8
비의도적 손상	3,661	96.0	882	24.1	63	1.7
자해, 자살	115	3.0	57	49.6	53	46.1
폭력, 타살	2	0.1	1	50.0	1	50.0
기타	1	<0.1	1	100.0	0	0.0
미상	35	0.9	8	22.9	29	82.9

1) 손상기전이 추락(떨어지거나 뛰어내리거나 떠밀림)인 경우

라. 추락 발생장소

(1) 추락손상 환자[1]의 손상 장소별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	3,814	100.0	949	24.9	146	3.8
집	2,216	58.1	356	16.1	86	3.9
집단주거시설	66	1.7	26	39.4	4	6.1
의료시설	73	1.9	28	38.4	3	4.1
학교 · 교육시설	106	2.8	15	14.2	0	0.0
운동시설	99	2.6	25	25.3	0	0.0
도로	132	3.5	49	37.1	7	5.3
도로 외 교통지역*	57	1.5	20	35.1	3	5.3
공장 · 산업 · 건설시설	393	10.3	230	58.5	22	5.6
농장, 기타 일차산업장	82	2.1	37	45.1	2	2.4
문화시설 및 공공행정 구역	151	4.0	23	15.2	1	0.7
상업시설	290	7.6	76	26.2	12	4.1
야외, 바다, 강	138	3.6	57	41.3	6	4.3
기타	1	<0.1	0	0.0	0	0.0
미상	10	0.3	7	70.0	0	0.0

1) 손상기전이 추락(떨어지거나 뛰어내리거나 떠밀림)인 경우
*도로 외 교통지역: 주차장, 대중교통지역(공항, 버스터미널, 기차역, 버스정거장, 지하철역) 등

(2) 추락손상 환자[1]의 세부 손상 장소별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	3,487	100.0	823	23.6	130	3.7
화장실 및 욕실	37	1.1	4	10.8	0	0.0
부엌, 주방	146	4.2	8	5.5	0	0.0
거실	542	15.5	47	8.7	3	0.6
방, 침실	1,084	31.1	157	14.5	15	1.4
사무실	373	10.7	123	33.0	12	3.2
교실	28	0.8	2	7.1	0	0.0
놀이방	5	0.1	1	20.0	0	0.0
식당(구내, 교내)	9	0.3	2	22.2	0	0.0
베란다, 발코니	62	1.8	26	41.9	22	35.5
계단	28	0.8	7	25.0	1	3.6
엘리베이터	12	0.3	7	58.3	0	0.0
에스컬레이터	1	<0.1	1	100.0	0	0.0
현관(작은)	4	0.1	1	25.0	1	25.0
로비	3	0.1	0	0.0	0	0.0
복도	7	0.2	4	57.1	1	14.3
정원, 마당	102	2.9	49	48.0	3	2.9
진입로	10	0.3	0	0.0	4	40.0
수영장	2	0.1	0	0.0	0	0.0
테니스 코드	0	0.0	0	-	0	-
다른스포츠시설	54	1.5	14	25.9	0	0.0
놀이터 운동장	340	9.8	54	15.9	0	0.0
사설도로	9	0.3	4	44.4	0	0.0
사설 주차공간	18	0.5	3	16.7	1	5.6
지붕 옥상	58	1.7	37	63.8	8	13.8
기타옥외공간	527	15.1	262	49.7	59	11.2
기타	15	0.4	3	20.0	0	0.0
미상	11	0.3	7	63.6	0	0.0

1) 손상기전이 추락(떨어지거나 뛰어내리거나 떠밀림)이며 손상발생장소가 도로, 도로 외 교통지역, 야외, 바다, 강 이외인 경우

마. 추락 발생 당시 활동

(1) 추락손상 환자[1]의 손상 시 활동별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	3,814	100.0	949	24.9	146	3.8
업무*	623	16.3	329	52.8	25	4.0
무보수 업무**	233	6.1	92	39.5	9	3.9
교육	64	1.7	7	10.9	0	0.0
운동	87	2.3	25	28.7	1	1.1
여가활동	526	13.8	110	20.9	6	1.1
기본일상생활	2,077	54.5	304	14.6	23	1.1
치료	38	1.0	13	34.2	1	2.6
여행	11	0.3	2	18.2	0	0.0
기타	122	3.2	62	50.8	54	44.3
미상	33	0.9	5	15.2	27	81.8

1) 손상기전이 추락(떨어지거나 뛰어내리거나 떠밀림)인 경우
* 업무: 경제적 활동 및 직업과 관련된 활동으로 출퇴근, 회식, 출장 등 포함
** 무보수 업무: 봉사활동, 요리, 애보기, 쇼핑, 청소하기, DIY, 집수리, 텃밭 가꾸기 등

바. 음주 관련성

(1) 추락손상 환자[1]에서 음주여부별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	3,814	100.0	949	24.9	146	3.8
정보 없음	118	3.1	26	22.0	18	15.3
음주 증거 없음	3,566	93.5	876	24.6	118	3.3
본인 음주	127	3.3	44	34.6	10	7.9
관련자 음주	0	0.0	0	-	0	-
모두 음주*	3	0.1	3	100.0	0	0.0

1) 손상기전이 추락(떨어지거나 뛰어내리거나 떠밀림)인 경우
* 모두 음주: 본인 음주 및 관련자 음주 모두 해당

4. 낙상

가. 성별·연령별 낙상환자

(1) 낙상 환자[1]의 성별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	16,372	100.0	3,015	18.4	133	0.8
남자	8,311	50.8	1,370	16.5	80	1.0
여자	8,061	49.2	1,645	20.4	53	0.7

1) 손상기전이 낙상(계단에서 구름, 동일면상에서의 넘어짐)인 경우

(2) 낙상 환자[1]의 연령별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	16,372	100.0	3,015	18.4	133	0.8
0~9세	2,441	14.9	84	3.4	0	0.0
10~19세	1,171	7.2	98	8.4	0	0.0
20~29세	1,291	7.9	86	6.7	0	0.0
30~39세	1,134	6.9	120	10.6	0	0.0
40~49세	1,300	7.9	170	13.1	9	0.7
50~59세	1,891	11.6	289	15.3	11	0.6
60~69세	2,355	14.4	506	21.5	25	1.1
70세 이상	4,789	29.3	1,662	34.7	88	1.8

1) 손상기전이 낙상(계단에서 구름, 동일면상에서의 넘어짐)인 경우

나. 낙상 기전

(1) 낙상 환자[1]의 손상기전별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	16,372	100.0	3,015	18.4	133	0.8
동일면상에서 걸려 넘어짐	1,945	11.9	238	12.2	3	0.2
동일면상에서 미끄러져 넘어짐	6,722	41.1	1,301	19.4	57	0.8
동일면상에서 기타 넘어짐	5,449	33.3	1,049	19.3	47	0.9
계단에서 미끄러짐	461	2.8	77	16.7	6	1.3
계단에서 넘어짐	1,743	10.6	334	19.2	17	1.0
계단에서 뛰어내림	31	0.2	9	29.0	2	6.5
계단에서 떠밀림	21	0.1	7	33.3	1	4.8

1) 손상기전이 낙상(계단에서 구름, 동일면상에서의 넘어짐)인 경우

다. 낙상 발생장소

(1) 낙상 환자[1]의 손상 장소별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	16,372	100.0	3,015	18.4	133	0.8
집	6,842	41.8	1,549	22.6	92	1.3
집단주거시설	193	1.2	64	33.2	1	0.5
의료시설	219	1.3	55	25.1	2	0.9
학교·교육시설	598	3.7	35	5.9	0	0.0
운동시설	515	3.1	74	14.4	1	0.2
도로	4,548	27.8	689	15.1	15	0.3
도로 외 교통지역*	508	3.1	73	14.4	2	0.4
공장·산업·건설시설	112	0.7	19	17.0	1	0.9
농장, 기타 일차산업장	84	0.5	27	32.1	1	1.2
문화시설 및 공공행정 구역	443	2.7	66	14.9	0	0.0
상업시설	1,664	10.2	238	14.3	16	1.0
야외, 바다, 강	623	3.8	114	18.3	2	0.3
기타	5	<0.1	1	20.0	0	0.0
미상	18	0.1	11	61.1	0	0.0

1) 손상기전이 낙상(계단에서 구름, 동일면상에서의 넘어짐)인 경우
* 도로 외 교통지역: 주차장, 대중교통지역(공항, 버스터미널, 기차역, 버스정거장, 지하철역) 등

(2) 낙상 환자[1]의 세부 손상 장소별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	10,693	100.0	2,139	20.0	114	1.1
화장실 및 욕실	1,570	14.7	333	21.2	22	1.4
부엌, 주방	224	2.1	49	21.9	2	0.9
거실	1,861	17.4	370	19.9	20	1.1

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
방, 침실	1,424	13.3	406	28.5	23	1.6
사무실	807	7.5	135	16.7	6	0.7
교실	188	1.8	5	2.7	0	0.0
놀이방	32	0.3	0	0.0	0	0.0
식당(구내, 교내)	46	0.4	1	2.2	0	0.0
베란다, 발코니	59	0.6	13	22.0	0	0.0
계단	1,871	17.5	375	20.0	27	1.4
엘리베이터	25	0.2	4	16.0	0	0.0
에스컬레이터	58	0.5	5	8.6	0	0.0
현관(작은)	172	1.6	51	29.7	4	2.3
로비	49	0.5	7	14.3	0	0.0
복도	112	1.0	16	14.3	3	2.7
정원, 마당	238	2.2	76	31.9	3	1.3
차고	11	0.1	1	9.1	0	0.0
진입로	69	0.6	5	7.2	0	0.0
수영장	16	0.1	3	18.8	0	0.0
테니스코트	2	<0.1	1	50.0	0	0.0
다른 스포츠 시설	236	2.2	34	14.4	0	0.0
놀이터, 운동장	732	6.8	92	12.6	1	0.1
사설도로	140	1.3	28	20.0	0	0.0
사설 주차공간	75	0.7	12	16.0	2	2.7
지붕, 옥상	16	0.1	3	18.8	0	0.0
기타 옥외공간	604	5.6	97	16.1	1	0.2
기타	31	0.3	6	19.4	0	0.0
미상	25	0.2	11	44.0	0	0.0

1) 손상기전이 낙상(계단에서 구름, 동일면상에서의 넘어짐)이며 손상발생장소가 도로, 도로 외 교통지역, 야외, 바다, 강 이외인 경우

라. 낙상 발생 당시 활동

(1) 낙상 환자[1]의 손상 시 활동별 진료결과

구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	16,372	100.0	3,015	18.4	133	0.8
업무*	574	3.5	111	19.3	4	0.7
무보수 업무**	971	5.9	197	20.3	3	0.3
교육	462	2.8	26	5.6	0	0.0
운동	630	3.8	112	17.8	1	0.2
여가활동	4,135	25.3	597	14.4	33	0.8
기본일상생활	9,390	57.4	1,923	20.5	90	1.0
치료	96	0.6	27	28.1	2	2.1
여행	45	0.3	11	24.4	0	0.0
기타	64	0.4	7	10.9	0	0.0
미상	5	<0.1	4	80.0	0	0.0

1) 손상기전이 낙상(계단에서 구름, 동일면상에서의 넘어짐)인 경우
* 업무: 경제적 활동 및 직업과 관련된 활동으로 출퇴근, 회식, 출장 등 포함
** 무보수 업무: 봉사활동, 요리, 애보기, 쇼핑, 청소하기, DIY, 집수리, 텃밭 가꾸기 등

마. 음주 관련성

(1) 낙상 환자[1]에서 음주여부별 진료결과

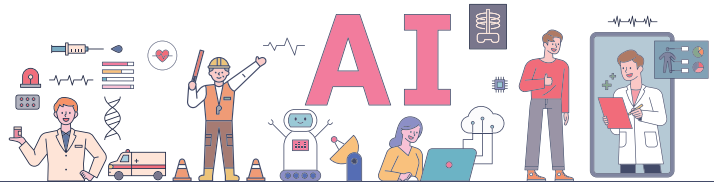
구분	총건수	분율(%)	입원건수	입원율(%)	사망건수	사망률(%)
전체	16,372	100.0	3,015	18.4	133	0.8
정보 없음	966	5.9	166	17.2	4	0.4
음주 증거 없음	12,974	79.2	2,578	19.9	114	0.9
본인 음주	2,411	14.7	271	11.2	15	0.6
관련자 음주	3	<0.1	0	0.0	0	0.0
모두 음주*	18	0.1	0	0.0	0	0.0

1) 손상기전이 낙상(계단에서 구름, 동일면상에서의 넘어짐)인 경우
*모두 음주: 본인 음주 및 관련자 음주 모두 해당

Injury prevention for healthy & safe society

손상예방과 건강한 안전사회

2023 NO. 1호



2023년 1호 손상예방과 건강한 안전사회의 주제는 '인공지능을 활용한 손상예방'으로, 인공지능 기술을 활용하여 교통사고 예방 및 산업 안전도 향상에 대한 내용을 다루고 있습니다. 2호에서는 재난 관련 손상을 주제로 다룰 예정입니다. 앞으로도 손상과 손상 예방에 대한 지역사회의 관심을 반영한 계간지를 만들어 나가겠습니다. 많은 관심 부탁드립니다.

– 질병관리청/국가손상조사감시사업 중앙지원단 –

질병관리청 Korea Disease Control and Prevention Agency | 국가손상조사감시사업 중앙지원단

손상예방과 건강한 안전사회 2023년 NO.1호는
질병관리청(KDCA) 누리집 http://www.kdca.go.kr
국가손상정보포털 http://www.kdca.go.kr/injury 에서
다운로드 가능합니다.

국가손상중독감시체계구축 사업에 참여하는
질병관리청과 국가손상조사감시사업 중앙지원단, 23개 참여병원

질병관리청

국가손상조사감시사업
중앙지원단

가천대 길병원
Gachon University Gil Medical Center

한림대학교의료원
강동성심병원

경기도의료원 파주병원
GYEONGGI PROVINCIAL MEDICAL CENTER PAJU HOSPITAL

KNUH 경북대학교병원

GNUH 경상대학교병원
Gyeongsang National University Hospital

고려대학교안암병원
KOREA UNIVERSITY ANAM HOSPITAL

동국대학교일산병원
dongguk university ilsan hospital

PNUH 부산대학교병원
Pusan National University Hospital

SNUH 분당서울대학교병원
SEOUL NATIONAL UNIVERSITY BUNDANG HOSPITAL

SAMSUNG 삼성서울병원

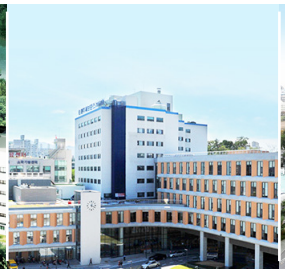
SNUH 서울대학교병원
SEOUL NATIONAL UNIVERSITY HOSPITAL

서울대학교병원운영
SNUH 서울특별시보라매병원
SMG-SNU BORAMAE MEDICAL CENTER

세브란스병원
SEVERANCE HOSPITAL

아주대학교병원
Ajou University Hospital

울산대학교병원
ULSAN UNIVERSITY HOSPITAL


원주세브란스기독병원
Wonju Severance Christian Hospital

EUMC 이대목동병원
MOKDONG

인제대학교일산백병원
INJE UNIVERSITY ILSAN PAIK HOSPITAL

전남대학교병원
CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY HOSPITAL

전북대학교병원
CHONBUK NATIONAL UNIVERSITY HOSPITAL

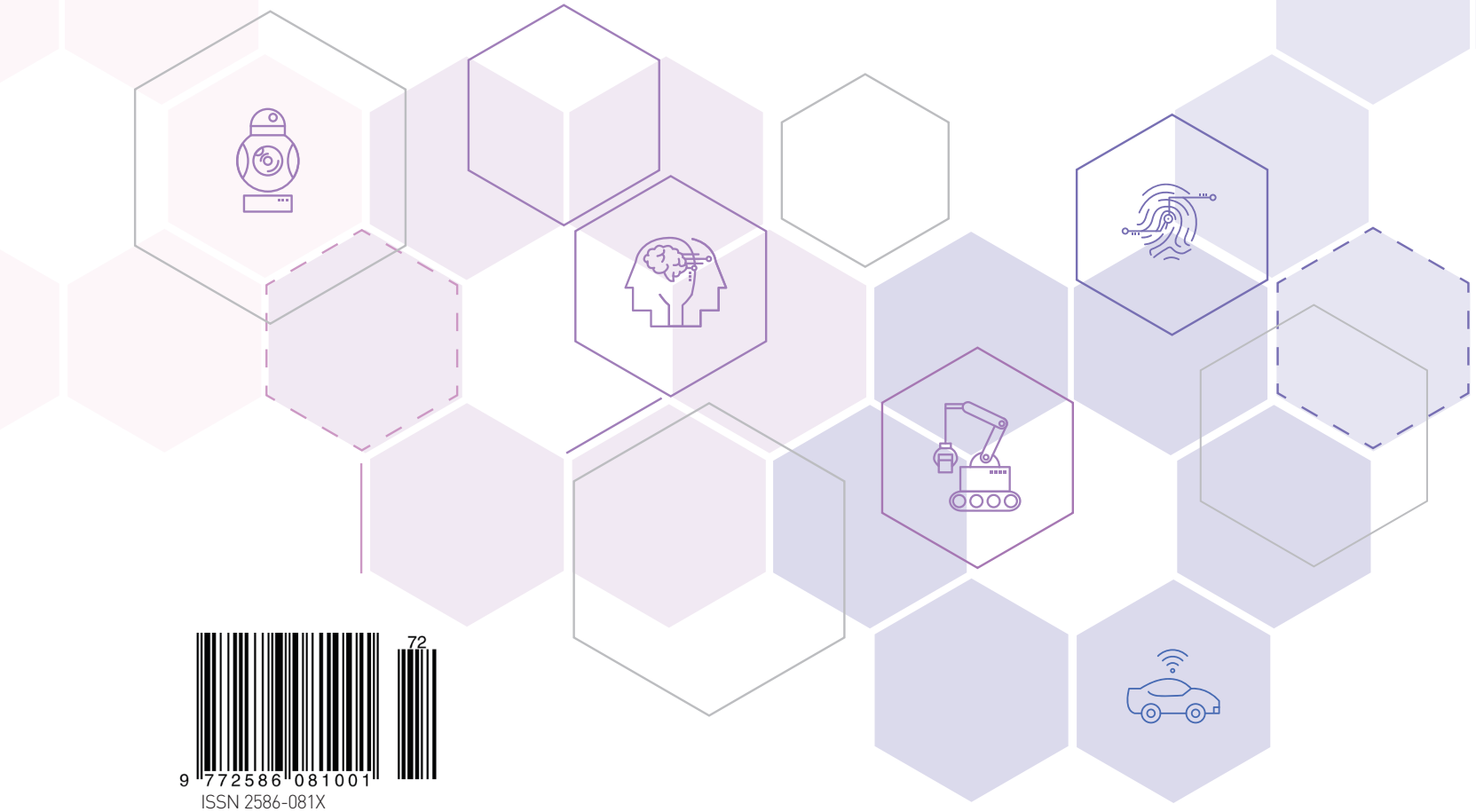
제주대학교병원
JEJU NATIONAL UNIVERSITY HOSPITAL

조선대학교병원
CHOSUN UNIVERSITY HOSPITAL

충북대학교병원
CHUNGBUK NATIONAL UNIVERSITY HOSPITAL

질병관리청
Korea Disease Control and Prevention Agency

국가손상조사감시사업
중앙지원단



72
9 772586 081001
ISSN 2586-081X