

4차 산업혁명 시대의 기술 발전과 노동 환경 변화: 산업보건 관점에서의 고찰

함승헌*

가천대학교 의과대학 길병원 직업환경의학과, 보건대학원 산업 및 환경보건전공

The Fourth Industrial Revolution and the Changing World of Work: An Occupational Health Perspective

Seunghon Ham*

*Dept. of Occupational and Environmental Medicine, Gil Medical Center, College of Medicine,
Dept. of Occupational and Environmental Health, Graduate School of Public Health, Gachon Univ.,*

ABSTRACT

The rapid advancement of technologies within the Fourth Industrial Revolution is expected to bring significant changes to the work environment across industries. While automation and digitalization not only enhance productivity but also health and safety, they also pose new health risks such as isolation, technostress, and musculoskeletal disorders. The rise of remote work and platform labor necessitates strengthening social protections for workers' health rights. To ensure that technological progress leads to better worker health, proactive and comprehensive occupational health policies are essential. Cultivating interdisciplinary expertise in occupational health professionals is also crucial. Industrial hygienists can play a pivotal role in assessing and managing the health impacts of technological changes, as well as bridging the gap between innovation and worker well-being.

Key words: Fourth industrial revolution, occupational health, future of work, emerging technologies, platform labor

I. 서 론

4차 산업혁명으로 대표되는 기술(인공지능(artificial intelligence, AI), 로봇, 사물인터넷(internet of things, IoT) 등)의 급격한 발전은 전 산업 분야에 걸쳐 노동 환경에 중대한 변화를 가져올 것으로 예상된다. 이러한 첨단 기술의 도입으로 기존 일자리의 상당 부분이 자동화되는 한편, 새로운 직업이 생기며 기존의 업무 방식은 상당부분 변화할 전망이다(Schwab, 2016). 그러나 이러한 급격한 기술 발전이 산업 현장과 근로자의 일자리 그리고 건강에 미칠 영향에 대해서는 아직 충분한 분석과 대비책 마련이

이루어지지 않고 있다. 세계 노동환경의 변화에도 불구하고 한 가지 변하지 않는 사실은 여전히 직업으로부터 발생하는 안전보건문제는 지속적으로 발생하고 있다는 것이다. 전 세계적으로 직업병, 사고 및 사망은 여전히 발생하고 있고 그로인하여 개인, 가족 및 사회에 오랜 기간 영향을 준다(ILO, 2019).

4차 산업혁명의 기술 발전은 제조업에만 영향을 주는 것이 아니라 가전제품 시장에도 큰 변화를 가져올 것으로 전망된다. 예를 들어 세탁 대행 서비스의 등장으로 세탁기의 가정 내 필요성이 줄어들고, 새벽배송 서비스의 확산으로 대용량 냉장고의 수요가 줄어들고 있다. 모바일 기기의

*Corresponding author: Seunghon Ham, Tel: 032-458-2634, E-mail: shham@gachon.ac.kr
Department of Occupational and Environmental Medicine, Gachon University Gil Medical Center, 21, Nadongdaero774-gil, Namdong-gu, Incheon, 21565, Republic of Korea
Received: June 8, 2024, Revised: June 14, 2024, Accepted: June 27, 2024

Seunghon Ham <https://orcid.org/0000-0002-5167-9661>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

발전은 콘텐츠 시청 행태에도 변화를 주고 있으며, 이는 TV 판매량 하락으로 이어지고 있다. 또한, 간편식과 배달 음식 시장의 성장으로 주방가전의 수요가 감소되고 있다. 청소 서비스와 로봇, 시장의 성장으로 무선청소기의 보급 확대는 전통적인 청소기 시장을 위협하는 요인으로 작용하고 있다. 이와 같은 변화는 가전제품 제조업 근로자들의 작업환경 및 고용 구조에도 상당한 영향을 미칠 것으로 보인다. 일부 근로자들은 기존의 일자리를 잃게 되는 반면, 새로운 형태의 직업이 창출되는 등 고용 환경의 변화가 불가피할 것으로 예상된다. 금융 산업 역시 예외는 아니다. 빌 게이츠가 1994년에 언급한 “은행 업무는 필요하지만 은행은 필요하지 않다”라는 표현은 금융 산업의 혁신적 변화를 예견한 것으로 볼 수 있다. 실제로 현재 금융 산업은 큰 변화를 겪고 있으며, 전통적인 은행의 역할이 축소되고 있는 상황이다. 빌 게이츠의 발언으로부터 30년이 지난 지금, 은행의 역할과 형태는 그의 예측에 점점 가까워지고 있다.

그러나 이러한 급격한 기술 발전이 산업 현장과 근로자의 일자리, 그리고 건강에 미칠 영향에 대해서는 아직 충분한 분석과 대비책이 마련되어 있지 않은 실정이다. 따라서 새로운 기술 변화에 효과적으로 대응하여 근로자의 안전과 건강을 확보하는 것이 매우 중요한 과제이다. 이를 위해 다양한 측면에서 발생할 수 있는 예기치 못한 부작용을 최소화하기 위한 정책적, 제도적 노력이 필요할 것으로 판단된다.

이 단신에서는 4차 산업기술이 제조업, 건설업 등 전통 산업 분야와 함께 의료 서비스, 식품, 물류/운송 등 주요 산업 분야의 노동 환경에 가져올 변화를 전망하고, 근로자의 건강과 안전 측면에서 예상되는 영향과 과제를 논의하고자 한다. 아울러 재택근무, 플랫폼 노동 등 새로운 고용 형태에 따른 문제와 대응 방안도 함께 살펴보았다. 새로운 기술변화에 대응을 통한 근로자의 안전과 건강 확보는 필수적이며, 다양하게 발생할 수 있는 예기치 못한 부작용을 최소화하기 위한 정책적, 제도적 노력이 필요하다. 4차 산업혁명 시대를 맞아 기술 혁신이 산업 현장의 근로자 건강 증진과 삶의 질 향상으로 이어질 수 있도록 산업보건 분야의 역할과 과제를 제안하고자 한다.

II. 본 론

1. 미래의 위험과 기회를 만들어내는 주요 기술 변화

기술의 발전, 세계화, 인구 구조의 변화 등 다양한 요

인들이 복잡하게 연결되어 우리의 일상생활뿐만 아니라 일터 환경에도 큰 영향을 미치고 있다. 이러한 변화의 물결 속에서 산업보건분야는 새로운 도전에 직면하고 있다. 변화하는 고용과 근무형식, 기업 및 전문가로서의 책임에 대한 사회적 요구 증가, 인구구조 변화가 우리의 일자리에 영향을 미치고 있다. 전통적인 정규직 중심의 고용 형태에서 벗어나, 단기 계약직, 프리랜서, 특수고용 등 다양한 형태의 고용이 증가하고 있으며, 원격 근무, 유연 근무제 등 근무형식도 변화하고 있다. 또한 환경 문제, 인권, 노동 문제 등에 대한 소비자들의 인식이 높아지면서, 기업의 사회적 책임에 대한 요구도 증대되고 있다. 아울러 고령화, 여성 및 외국인 근로자 비중 증가 등 근로 인구 구성의 변화도 함께 다루어야 한다. 이처럼 가까운 미래에 일자리는 여러 변화 요인들로 인해 이전과 다른 모습을 보일 것이다. 변화를 정확하게 파악하고 선제적으로 대응해야 사회가 지속 가능한 성장을 이룰 수 있을 것이다. 융합을 통한 유연한 사고, 사회적 감수성, 다양성에 대한 포용력을 갖추는 것이 무엇보다 중요한 시대가 되었다.

건강, 안전, 복지와 밀접한 관련이 있는 주요 기술로는 첨단 제조 기술과 로봇 공학, VR/AR 등 첨단 인터페이스 기술, AI와 빅데이터 등 지능형 기술 등이 있다. 이러한 기술들은 근로자 보호, 업무 환경 개선, 안전보건 관리 혁신 등에 활용되어 산업 현장의 안전과 건강을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대한다. 하지만 기술 도입이 가져올 수 있는 부작용과 위험 요인도 간과할 수 없다. 기술 오작동, 개인정보 침해, 윤리적 이슈 등 다양한 문제점들이 제기되고 있기 때문이다. 따라서 기술 도입에 있어서는 충분한 사전 검토와 위험 관리 방안 마련이 필수적이며 미래의 위험과 기회는 우리가 기술을 어떻게 활용하고 관리하는지에 달려 있다.

2. 새로운 근무·고용 형태와 직업건강 문제

4차 산업혁명의 기술 발전은 노동의 시공간적 경계를 허물고 근무 방식의 유연성을 높이고 있다. 특히 코로나감염증-19(COVID-19)의 유행을 계기로 재택근무가 빠르게 확산되면서 새로운 노동 환경에서의 직업건강 과제가 대두되고 있다. 재택근무는 통근 부담을 덜고 일과 생활의 균형을 찾는 데 기여하지만, 업무와 개인생활 경계 모호, 장시간 근로, 외로움 등의 문제가 발생할 수 있다(Groarke et al., 2020). 원격 협업 과정에서 발생하는 소통 부재와 신뢰 저하 문제도 정신건강

에 부정적 영향을 줄 수 있다. 인간공학적으로 설계되지 않은 재택근무 환경은 근골격계 질환과 눈의 피로를 유발할 수 있다(HSE, 2022). 한편 특수형태근로종사자(플랫폼 노동, 프리랜서 등) 고용이 증가하면서 건강 보호를 위하여 우리나라에서는 2021년 7월부터 고용과 산재보험 가입을 직종에 따라 순차적으로 할 수 있도록 하고 있다. 사실 특수형태근로종사자는 새로운 것은 아니며 지금에 와서야 그 수가 늘어나면서 관심을 가지게 된 것이다. 특수형태근로종사자는 상대적으로 고용 불안정, 사회보험 사각지대 등에 노출되게 되고 플랫폼을 통한 단기 계약, 경쟁적 수주 구조는 장시간 노동, 과도한 업무 강도로 이어질 수 있다. 향후에는 플랫폼 노동의 직업건강 실태를 파악하기 위한 조사와 연구도 활성화되어야 한다.

3. 주요 산업 분야의 기술 발전과 노동 환경 변화

제조업, 건설업, 의료업, 물류운송업, 식품산업의 일부 예를 통하여 기술 발전과 노동 환경의 변화를 살펴보고자 한다. 향후에는 이러한 사례들이 정리되는 연구를 통하여 산업보건과 연관시켜 행정적, 제도적, 기술적 대응 방안을 마련할 필요가 있다.

1) 제조업

제조업에서는 산업용 및 협동 로봇, 3D 프린팅, AI 등의 기술 발전으로 기존의 노동집약적 생산 방식에서 벗어나 자동화, 무인화가 빠르게 진행되고 있다. 대량생산 체제의 단순 반복 업무들이 상당 부분 기계로 대체되는 반면, 로봇을 관리·감독하고 창의적 사고를 요구하는 업무의 비중이 늘어나고 있다. 이에 따라 근로자들은 빠른 기술 변화에 적응하고 새로운 역량을 습득하기 위한 직업 훈련과 평생교육이 필요하다. 또한 로봇, 무인운반차(automated guided vehicle, AGV) 등과 근로자의 협업이 늘어나면서 안전사고 위험에 대한 우려도 제기된다. 로봇의 오작동, 제어 실패 등이 근로자의 부상으로 이어질 수 있어, 인간-기계 인터페이스 개선, 협업 안전 기준 정립, 위험요인 사전제거 등 대책 마련이 시급하다(Giallanza et al., 2024). 아울러 3D 프린팅 공정 확산에 따른 새로운 화학물질 노출과 건강 문제도 선제적으로 평가, 관리해 나가야 할 것이다. 우리나라에서도 3D 프린터에 대한 건강상 영향에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다(Kim et al., 2015). 첨단 기술이 적용된 제조 현장에서 근로자의 안

전과 건강을 지키기 위해서는 기술 개발과 함께 인간공학 설계, 위험 요인 분석, 작업 환경 개선 등 다각도의 노력이 필요하다. 정부는 스마트 팩토리 지원사업을 지속적으로 확대하고 있는 만큼 기업과 정부, 연구기관 등 다양한 이해관계자들의 협력을 통해 안전하고 지속가능한 스마트 제조 환경을 구축해 나가야 할 것이다.

2) 건설업

건설업은 디지털트윈 전환이 상당히 많이 이루어진 분야이다. 컴퓨터를 이용한 설계, 건축정보모델링(building information modelling, BIM), 모듈러 공법, 3D 프린팅 건설, 드론, IoT 기술 등의 접목이 활발해지고 있다. 부품의 사전 제작과 조립으로 건설 현장의 작업량은 줄어드는 반면, 설계와 관리, 장비 운용 등의 비중은 높아질 전망이다. 한편 작업 현장에서 드론, IoT 센서 등을 통한 실시간 모니터링이 가능해지면서 안전사고 예방, 안전관리 등에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 비파괴 검사에 사용되는 방사성 물질에 의한 사고를 예방하기 위하여 로봇이 그 일을 대신할 수도 있다. 그러나 드론의 충돌, 추락 위험 등 새로운 유형의 사고 가능성에 대비할 필요가 있다. 또한 신소재의 사용 확대로 새로운 분진, 화학물질 노출에 대한 관리도 강화되어야 한다.

3) 의료업

AI, 로봇, 3D 프린팅 등 첨단기술과의 융합을 통해 정밀의료, 맞춤형 진단·치료를 향해가고 있다. AI 진단 보조 시스템의 도입으로 의사들은 방대한 의료 데이터를 신속하게 분석하고 의사결정에 활용할 수 있게 된다. 수술용 로봇과 3D 프린팅을 통한 맞춤형 의료기기 제작으로 보다 안전하고 효과적인 수술이 가능해지고 있다. 또한 웨어러블 디바이스, 비대면 진료 등을 통해 의료서비스의 시공간적 제약이 줄어들 것으로 기대된다. 실제로 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)가 유행했을 때 비대면 진료가 일시적으로 허용되면서 그 가능성을 보기도 하였다. 그러나 의료 현장에 인공지능 기술이 확산되면서 의료진의 역할 변화에 대한 우려도 제기된다. 단순 진단 업무는 감소하는 대신 AI 판독 결과의 해석과 설명, 환자와의 소통 등이 중요해질 것으로 보인다. 의사-환자 관계의 변화와 함께 새로운 의료 윤리 문제, 개인정보유출 및 보안, AI 진단의 오류로 인한 의료사고의 발생에 의한 책임소재 등 사회적 합의가

필요하다. 또한 방사선 노출, 감염 등 기존의 직업적 유해요인 관리와 함께 디지털 기기 사용에 따른 근골격계 질환, 눈의 피로도 등에 대한 예방책 마련이 필요하다.

4) 물류·운송업

물류·운송 산업은 무인 배송 로봇, 드론, 자율주행차 등 자동화 기술의 도입이 가속화되고 있다. 아마존 등 글로벌 전자상거래 기업은 이미 무인 배송 로봇을 상용화하기 시작했으며, 자율주행 트럭 개발도 추진하고 있다. 물류 창고에서는 로봇이 상품을 분류하고 운반하는 한편, 작업자의 동선과 행동을 실시간 모니터링하는 시스템이 도입되고 있다. 배달 현장에서도 앱을 통한 주문과 배차, 배송 경로 최적화 등으로 업무 효율성이 높아질 것으로 기대된다. 그러나 이러한 변화는 물류·운송 종사자들에게 새로운 건강 위험 요인이 될 수 있다. 무인화 된 물류창고에서는 사회적 고립이 정신건강 문제로 이어질 수 있다. 실시간 모니터링은 작업 강도 증가, 개인정보 침해 이로 인한 스트레스 가중 등의 부작용을 초래할 수 있다. 특히 플랫폼 노동, 특수 고용 형태로 일하는 배달 기사들은 장시간·과속 운전, 대기오염, 기후변화로 인한 온열질환 등으로 인한 건강 문제에 취약하다. 사회안전망 확대와 함께 과로 방지, 안전운전 교육 등 보호 대책 마련이 필요하다. 하지만 과속, 무리한 수주 등의 과열경쟁이 되지 않도록 제도적 장치를 마련하는 것도 동시에 진행이 되어야 한다.

5) 식품 산업

식품 산업에서는 스마트팜 기술 통한 농산물 생산 혁신과 함께 식품 가공·조리 과정의 자동화가 진행될 것으로 보인다. 농장에서는 IoT 기반 생육 환경 제어, 로봇을 활용한 수확 등으로 노동력 요구가 감소가 될 것으로 예상된다. 이미 일손이 부족한 농업에서는 이러한 변화가 기대되기도 하지만 이러한 기술을 도입하지 못하는 기존 농업인의 경우 큰 우려가 될 것이다. 식품 제조·가공 공정에서는 AI를 통한 품질 관리, 3D 푸드 프린팅 도입 등으로 맞춤형 건강식품 생산이 확대될 전망이다. 외식업에서도 로봇과 자동화 설비를 활용한 무인 주방, 키오스크를 통한 주문 등 비대면·무인화가 빠르게 진행되고 있다. 우리나라 식당에서도 음식 주문을 받고 손님에게 가져다 주는 로봇, 쌀국수, 커피, 스테이크 등을 만들어 주는 로봇 등 다양하게 활용이 되고 있다. 식품 산업의 디지털 전환은 근로자의 작업 환

경에도 큰 변화를 가져오고 있다. 주방 자동화 기기 도입으로 조리 본연의 업무에 집중할 수 있게 되지만, 시설 관리에 따른 새로운 노동 부담도 발생할 수 있다. 따라서 소비자는 물론 생산 현장 근로자의 건강에 미칠 수 있는 영향을 사전에 면밀히 검토하고 안전성을 확보하려는 노력이 필요하다.

4. 국제노동기구(ILO) 미래 노동 대응 전략 중 미래 근로자의 건강, 안전 및 복지에 영향을 미칠 주요 추세와 발전

국제노동기구(ILO)는 '일의 미래 글로벌 위원회'를 통해 기술 변화에 대응하는 미래 노동 정책 방향을 제시한 바 있다. ILO 일의 미래 대비 10개 권고사항(ILO Global Commission on the Future of Work, 2019)에서는 ① 기술변화에 대응하는 평생학습 체계 구축, ② 노동시장 변화에 대응하는 지원 강화, ③ 성평등 촉진, ④ 사회보호 확대, ⑤ 보편적 노동권 보장, ⑥ 근로시간 단축과 유연 근무제 확산, ⑦ 사회적 대화 활성화, ⑧ 디지털 플랫폼 노동에 대한 국제적 거버넌스 체계 구축, ⑨ 지속가능한 양질의 일자리 창출을 위한 투자 확대, ⑩ 기업 인센티브 구조 개선 등을 제안하였다. 이처럼 ILO에서도 새로운 변화를 감지하고 이에 대한 포괄적인 정책 방향을 제시한 것 처럼 우리나라 고용노동부에서도 큰 방향성을 설정하고 하나씩 해결해 나가는 것이 필요하다.

5. 산업보건 정책과 전문인력의 역할

위의 내용과 같은 이유로 산업안전보건 분야는 큰 변화를 겪고 있다. 기술의 발전, 산업 구조의 변화, 새로운 위험 요인의 등장 등 다양한 요인들로 인해 전문가들의 역할과 책임이 확대되고 있다. 가장 두드러진 변화는 전문가들의 업무 영역 확장으로, 환경, 보건, 지속가능성 등 더욱 광범위한 이슈들을 다루게 되었다. 또한 글로벌 기준에 발맞춘 법규 강화, 동시에 규제 합리화를 위한 원칙 기반 규제로의 전환 등 규제 패러다임의 변화가 나타나고 있다. 첨단 기술의 도입으로 산업안전 분야에도 새로운 대응방안과 도전 과제가 등장하고 있다. 이처럼 산업안전보건 전문가를 둘러싼 환경은 빠르게 변화하고 있다. 범위의 확장, 규제의 변화, 기술의 발전 등은 전문가들에게 새로운 도전과 기회를 동시에 제시하고 있다. 변화의 흐름을 읽고, 학습하고, 유연한 사고로 대응해 나가는 것이 미래 산업안전보건 전문가들에게 요구되고 있기 때문에 근로자의 안전보건을 위해서는 세상의 흐름을 영민하게 따라

가도록 해야 한다.

7. 산업안전보건 발전을 위한 이해관계자들의 역할과 협력

이러한 상황에서 산업안전보건 분야의 발전을 위해서는 정부, 기업, 전문가, 관련 기관 등 다양한 이해관계자들의 협력과 노력이 필수적이다. 정부는 국제기준에 부합하되 국내실정에 맞는 법·제도를 마련하고, 안전보건 문화 확산을 위해 노력해야 한다. 기업은 산업안전보건을 경영의 핵심 가치로 삼고, 근로자 참여형 안전보건경영을 추진해야 한다. 산업보건전문가들은 첨단 기술을 활용한 안전보건 관리 혁신을 주도하고, 새로운 위험에 선제적으로 대응하는 한편, 기업과 정부에 전문적 견해를 제공하며, 학회는 모든 이해관계자 간의 소통의 장을 마련하면서도 전문성과 객관성을 유지해야 한다.

궁극적으로 우리의 목표는 사업장에서 유해요인을 제거하고, 위험을 감소시키며, 근로자의 건강을 유지, 증진하는 것이다. 이를 위해 정부, 기업, 전문가, 관련 기관 등 모든 이해관계자들은 긴밀히 협력하고 소통하면서, 각자의 역할에 최선을 다해야 한다. 그것이 우리 사회의 지속가능성을 높이고, 모든 근로자가 건강하고 안전하게 일할 수 있는 환경을 조성하는 길이 될 것이다.

III. 결 론

첨단 기술의 발전은 지금보다도 더 빠르고 다양한 방법으로 작업환경과 건강에 영향을 미칠 것으로 전망된다. 다양한 산업에서 AI, 로봇, IoT 등의 기술이 빠르게 도입되면서 근로자의 직무 변화와 함께 새로운 건강 위험 요인이 대두되고 있다. 기계와의 협업 과정에서 발생할 수 있는 안전사고, 자동화로 인한 문제, 비대면·원격 근무에 따른 근골격계질환과 직무 스트레스 등은 산업보건 분야가 직면한 새로운 도전이라 할 수 있다. 특히 재택근무, 플랫폼 노동 등 새로운 고용 형태의 확산은 근로자의 일과 삶의 균형, 고용 안정성 등과 관련하여 새로운 노동 문제를 야기하고 있다. 이들 근로자의 건강권 확보를 위한 제도 구축이 중요해지고 있다. 국제사회와 각국 정부도 기술 변화에 대응한 미래 노동 정책 수립에 적극적으로 나서고 있다.

ILO는 근로자 역량 개발, 사회안전망 강화, 양질의 일자리 창출 등을 골자로 한 정책 방향을 제시하고 있는 만큼 기술 혁신이 근로자의 건강유지와 증진으로 이

어지기 위해서는 선제적이고 포괄적인 산업보건 정책 마련과 전문 역량 제고가 필수적이다. 기술 변화 과정에서 발생할 수 있는 건강관련 위험을 사전에 평가하고 관리하는 사전예방 중심의 접근이 필요하다. 이를 뒷받침하기 위한 융합형 산업보건 전문인력 양성 또한 중요한 과제라고 생각한다.

이 글은 짧지만 4차 산업혁명 시대의 노동 변화와 직업건강 문제를 조망하고 대응 방향을 일부 제시했다는 점에서 의미가 있다고 생각한다. 다만 기술의 발전 속도와 파급력을 고려할 때, 각 산업 분야에 미치는 구체적인 영향에 대해서는 지속적인 연구와 정책적 논의가 필요하다. 산업보건 분야의 모든 이해관계자들의 적극적인 노력으로 기술 발전이 근로자의 삶의 질 향상과 건강 증진으로 이어질 수 있기를 기대한다.

References

- Giallanza A, La Scalia G, Micale R, La Fata CM. Occupational health and safety issues in human-robot collaboration: State of the art and open challenges. *Safety Sci* 2024;169:106313
- Groarke JM, Berry E, Graham-Wisener L, McKenna-Plumley PE et al. Loneliness in the UK during the COVID-19 pandemic: Cross-sectional results from the COVID19 Psychological Wellbeing Study. *PLoS ONE* 2020;15(9)
- HSE. The Impact of the coronavirus pandemic on the interpretation of Health and Safety Statistics. 2022
- International Labour Office. Work for a brighter future. Geneva: International Labour Organization; 2019. [Accessed 18, Jun 2024]. Available from: <https://www.ilo.org/media/410956/download>
- International Labour Organization. Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience [Accessed 18, Jun 2024]. Available from: <https://www.ilo.org/media/410391/download>
- Kim Y, Yoon C, Ham S, Park J, Kim S et al. Emissions of nanoparticles and gaseous material from 3D printer operation. *Environ Sci Technol* 2015;49(20):12044-12053
- Schwab K. The fourth industrial revolution. Geneva: World Economic Forum; 2016

<저자정보>

함승헌(교수)