JESK J Ergon Soc Korea 2025; 44(6): 855-866
https://dx.doi.org/10.5143/JESK.2025.44.6.855
https://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

Analysis of Job Stress Factors Among Domestic Office Workers – Utilizing Random Forest Method Based on the 7th Working Environment Survey Data

Seungnam Min[1,2], Kyung Chun Song[2]

[1]Dongyang University, Department of Smart Safety System, Dongducheon, 11307
[2]Dongyang University, Safety Engineering, Dongducheon, 11307

국내 사무직 근로자의 직무스트레스 요인 분석 – 제7차 근로환경조사 자료 기반 랜덤 포레스트 기법 활용

민승남[1,2], 송경천[2]

[1]동양대학교 스마트안전시스템학부
[2]동양대학교 안전공학과

Corresponding Author
Kyung Chun Song
Dongyang University, Safety Engineering, Dongducheon, 11307
Email : pianosong814@proton.me

Received : October 15, 2025
Revised : October 21, 2025
Accepted : November 03, 2025

Copyright@2025 by The Human Factors & Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

Objective: This study aims to clarify the factor structure of job stress among South Korean office workers by applying a multidimensional, data-driven approach to nationally representative survey data.

Background: Previous research on occupational stress has predominantly focused on psychosocial risk factors such as inadequate rewards, organizational culture, and emotional demands. However, these approaches have often overlooked structural and physical conditions specific to office-based jobs, including ergonomic strain and employment instability.

Method: Using data from the 7th Korean Working Conditions Survey, we analyzed responses from 981 office workers. A Random Forest classification model was implemented to evaluate the relative importance of multiple job-related variables in predicting high stress levels. Variables were drawn from validated theoretical models and included job security, working hours, colleague relationship, and etc.

Results: The analysis revealed that posture-related fatigue, job insecurity, time pressure, and lack of coworker support were the most influential predictors of job stress in this population. In contrast, factors such as inadequate compensation and negative workplace culture, which have often been highlighted in previous literature, appeared less relevant in this context.

Conclusion: These findings suggest that the stress structure of office workers differs meaningfully from patterns reported in prior occupational studies. Physical and structural job conditions, particularly ergonomic strain and employment instability, may play a more decisive role in perceived stress than conventional psychosocial factors alone.

Application: The results highlight the need for occupational stress interventions that prioritize ergonomic improvements, reduction of posture-related fatigue, and enhancement of employment stability, alongside strengthening coworker support. Organizational policies focused solely on rewards or culture may therefore be insufficient for effectively reducing stress in office environments.

Keywords: Job stress, Office workers, Random Forest, Occupational health, Working Conditions Survey

1. Introduction

직무스트레스(Job Stress)는 현대 직장 생활에서 불가피하게 경험되는 보편적 현상으로, 개인의 신체적·정신적 건강뿐 만 아니라 조직의 생산성과 지속 가능성에도 중대한 영향을 미친다(Maulik, 2017). 특히 직무스트레스는 만성 피로, 직무 소진, 우울증 등 정신건강 문제뿐만 아니라, 심혈관 질환 등 신체적 질환과도 밀접히 연결된 것으로 보고되고 있다. 국제적으로 직무스트레스는 만성 피로, 직무 소진, 우울증, 심혈관계 질환 등 다양한 건강 문제와 직결되는 것으로 보고되고 있으며, 이는 조직 차원에서도 결근율 증가, 생산성 저하, 직무 몰입도 감소와 같은 부정적 결과로 이어진다. 특히 한국의 직무스트레스 수준은 OECD 국가 중에서도 최상위권으로 보고되며, 이는 장시간 노동문화, 고용 불안정, 상명하복식 조직문화 등 한국적 특성과 결합하여 그 심각성이 더욱 부각된다(Kim et al., 2015). 이러한 맥락에서 직무스트레스는 더 이상 개인적 차원의 문제가 아니라 사회적·국가적 차원에서 반드시 해결해야 할 핵심 과제로 자리 잡았다.

기존 연구들은 직무스트레스의 원인을 다양한 이론적 틀을 통해 규명해 왔다. Karasek (1979)의 직무 요구-통제 모형(Demand-Control Model)은 높은 업무 요구와 낮은 통제력이 결합할 때 스트레스 수준이 크게 증가한다고 설명하였으며, Siegrist (1996)의 노력-보상 불균형 모형(Effort-Reward Imbalance Model)은 불충분한 보상이 과도한 업무 부담과 결합할 때 부정적 건강 결과를 초래함을 제시하였다. 나아가 Bhui et al. (2016)은 직무스트레스가 단순히 업무량의 문제가 아니라 대인관계 갈등, 조직 내 의사소통 부족, 고용 불안정 등 조직적 요인과도 밀접하게 연관되어 있음을 보고하였다. 최근에는 물리적·환경적 요인이 새롭게 조명되며, 소음·진동·조명·불편한 작업 자세 등 인간공학적 부담이 직무스트레스를 심화시키는 주요 요인으로 나타났다(Chaharaghran et al., 2022). 이는 직무스트레스가 단일 요인에 의해 발생하는 것이 아니라, 물리적·심리적·조직적·사회적 요인이 복합적으로 작용하는 다차원적 현상으로 나타났다.

그러나 지금까지의 연구들은 주로 전통적 통계분석(예: 회귀분석, 기술통계)에 의존하여 제한된 요인을 개별적으로 검증하는 데 머물렀다. 이로 인해 요인 간 상호작용이나 비선형적 관계, 집단 간 이질성 등 실제 직무환경의 복잡성을 충분히 반영하지 못했다. 이로 인해 직무스트레스에 영향을 미치는 다양한 요인 간 상호작용이나 비선형적 관계를 정밀하게 분석하는 데에는 한계가 있었다. 특히 국내 연구는 설문 기반의 기술통계나 회귀분석 수준에 머무르는 경우가 많으며, 데이터 기반의 정교한 예측 모형을 통해 주요 요인을 체계적으로 도출하고 그 상호작용을 탐색하려는 시도는 상대적으로 미비한 실정이다. 즉, 방대한 데이터를 활용하더라도 단순 평균이나 선형적 관계에 의존하는 방식은 실제 직무환경의 복잡성을 충분히 반영하지 못한다는 한계가 존재한다.

이에 본 연구는 국내 공공데이터인 제7차 근로환경조사를 활용하여 사무직 종사자의 직무스트레스 요인을 심층적으로 분석하고자 한다. 특히 최근 주목 받고 있는 머신러닝 기법 중 하나인 랜덤 포레스트(Random Forest) 알고리즘을 적용하여, 전통적 분석 방법이 간과하기 쉬운 변수 간 복합적·비선형적 관계를 규명하고 주요 영향 요인을 탐색하는 데 중점을 두었다. 이러한 방법론적 접근은 직무스트레스 연구의 새로운 방향성을 제시함과 동시에, 실증적 데이터 기반의 예측 가능성을 높일 수 있다는 점에서 의의가 있다. 본 연구의 목적은 세 가지로 요약된다. 첫째, 사무직 근로자의 직무스트레스에 영향을 미치는 주요 요인을 규명한다. 둘째, 머신러닝(Random Forest) 기법을 활용하여 이들 요인의 상대적 중요도를 평가한다. 셋째, 이를 토대로 조직 차원의 직무환경 개선 및 정책적 개입을 위한 실증적 근거를 제시한다.

2. Method

2.1 Data source and collection procedures

본 연구는 한국산업안전보건공단(KOSHA)에서 제공하는 제7차 근로환경조사(Working Conditions Survey, WCS) 데이터를 활용하였다. 근로환경조사는 국내 근로자의 직무 특성, 작업환경, 건강 상태, 직무 만족도 및 조직문화 등을 종합적으로 파악하기 위해 정기적으로

실시되는 대규모 전국 단위 공공조사이다. 이 조사는 유럽의 European Working Conditions Survey (EWCS)를 참조하여 개발되었으며, 그 결과 한국 근로자의 직무환경과 안전보건 수준을 국제적 차원에서 비교·분석할 수 있는 기반 자료로 널리 활용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 직무스트레스 요인을 체계적이고 실증적으로 규명하기 위해 WCS 자료를 활용하는 것이 타당하다고 판단하였다.

제7차 근로환경조사는 2023년에 실시되었으며, 표본은 전국 산업별·직종별·지역별 분포를 고려하여 층화다단계확률추출(stratified multi-stage probability sampling) 방식을 통해 선정되었다. 조사 대상은 만 15세 이상의 임금 근로자와 자영업자를 포함한 경제활동인구 전반으로, 이는 특정 직군에 국한되지 않고 우리나라 노동시장의 구조적 특성을 반영할 수 있도록 설계되었다.

자료 수집은 훈련된 조사원이 직접 참여자와의 대면 면접조사(face-to-face interview)를 통해 구조화된 설문지를 활용하여 이루어졌다. 이러한 방법론은 응답의 신뢰도를 높이고, 조사 항목에 대한 일관된 해석을 가능하게 하여 데이터 품질을 확보하는 데 기여하였다. 최종 데이터셋은 10만 건 이상의 응답으로 구성되어 있어, 국내 근로자의 직무환경과 건강 관련 요인을 실증적으로 분석할 수 있는 대표성과 신뢰성이 높은 자료라 할 수 있다.

2.2 Variable selection and theoretical basis

본 연구에서는 직무스트레스에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위하여 국내외 선행연구를 광범위하게 검토하였다. 기존 이론적 틀은 직무스트레스 연구의 방향을 제시하는 중요한 기반이 되어왔다. Karasek (1979)의 직무 요구-통제 모형(Demand-Control Model)은 높은 업무 요구와 낮은 통제력이 결합할 때 스트레스 수준이 급격히 증가함을 강조하였으며, Siegrist (1996)의 노력-보상 불균형 모형(Effort-Reward Imbalance Model)은 불충분한 보상과 과도한 업무 부담 간의 불균형이 근로자의 건강 악화를 초래한다고 설명하였다. 또한 Demerouti et al. (2001)이 제안한 직무자원-요구 모형(Job Demands-Resources, JD-R)은 자율성, 사회적 지원 등 자원의 부족이 직무 요구와 상호작용하여 스트레스 반응을 심화시키는 것으로 나타났다. 이와 같이 세 가지 이론적 틀은 공통적으로 직무스트레스가 업무 요구와 자원 간의 불균형에서 비롯된다는 점을 강조하며, 본 연구의 변수 선택에 중요한 이론적 근거를 제공하였다. 이러한 이론적 배경을 토대로, 본 연구에서는 선행연구에서 반복적으로 검증된 요인을 실제 제7차 근로환경조사 데이터와 매핑하여 분석 변수로 도출하였다. 변수 선정 과정은 (1) 선행연구에서 직무스트레스와의 관련성이 입증된 요인을 확인하고, (2) 해당 요인과 일치하거나 대응되는 설문 항목을 데이터에서 추출하는 순서로 진행되었다.

첫째, 심리사회적 요인으로는 워라밸, 직무 수행에 따른 책임, 고용 형태 및 직위, 조직 체계, 감정 소진 등을 포함하였다. 이들 요인은 근로자가 직무 수행 과정에서 느끼는 정서적 안정감, 직무 안정성, 조직 내 상호작용의 질과 밀접히 관련되며, 여러 연구에서 직무스트레스의 핵심 요인으로 확인된 바 있다. 둘째, 업무 요구 요인으로는 업무량과 시간 압박(workload), 장시간 근로 및 반복 업무로 인한 피로 누적을 고려하였다. 과도한 업무 요구는 직무스트레스의 전통적 원인으로서, 근로자의 심리적 긴장을 고조시키고 탈진을 가속화하는 주요 기제로 보고되고 있다. 셋째, 근로 만족 요인으로는 직무 만족을 주요 변수로 선정하였다. 직무 만족은 근로자가 자신의 직무를 긍정적으로 평가하는 정도를 반영하는데, 낮은 직무 만족은 직무스트레스와 높은 상관관계를 보이는 것으로 다수의 연구에서 보고되었다.

이와 같은 변수들은 국내외 연구에서 직무스트레스와의 유의한 관련성이 반복적으로 확인되었으며, 동시에 제7차 근로환경조사 데이터 내에서도 대응되는 항목이 존재하기 때문에 본 연구의 분석 변수로 채택할 수 있었다(Bhui et al., 2016; Lee et al., 2017). 특히 워라밸, 직무 책임, 고용 안정성, 조직 체계, 감정 소진, 직무 만족도는 다양한 맥락에서 그 중요성이 검증된 바 있어, 본 연구에서도 핵심 독립변수로 활용되었다.

2.3 Analytical procedure using random forest

본 연구에서는 사무직 근로자의 직무스트레스에 영향을 미치는 주요 요인을 규명하기 위하여 랜덤 포레스트(Random Forest) 알고리즘을 분석 도구로 활용하였다. 랜덤 포레스트는 다수의 결정트리(decision tree)를 생성하고 이를 배깅(bagging) 기법으로 결합하여 최종 예측을 산출하는 앙상블(ensemble) 학습 방법이다. 각 결정트리는 원자료로부터 무작위 복원추출(bootstrap sampling)을 통해 학습되며, 개별 노드 분할(split)에서는 무작위로 선택된 일부 독립변수만을 고려한다. 이러한 절차는 트리 간 상관성을 줄이고 모델의 편향

을 보정하며, 동시에 과적합(overfitting)을 효과적으로 방지할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 랜덤 포레스트는 변수 간 복합적 상호작용을 탐색하고, 예측 변수의 상대적 중요도를 평가하는 데 적합한 방법론이라 판단하였다.

랜덤 포레스트의 작동 원리는 비교적 직관적인 방식으로 구성되어 있다. 전체 데이터를 여러 개의 하위 표본으로 나누고(복원추출), 각 표본마다 결정나무(Decision Tree)를 하나씩 만들되, 분기 기준이 되는 변수도 무작위로 선택함으로써 각 나무가 서로 다른 방식으로 데이터를 해석하게 된다. 이렇게 다양하게 만들어진 나무들의 예측 결과를 종합(예: 다수결 투표)하여 최종 판단을 내리는 방식이 랜덤 포레스트의 기본 구조이다. 이 알고리즘은 변수 간 복잡한 상호작용이나 비선형적 관계를 자동으로 탐지할 수 있으며, 변수 간 상관성이나 분포 형태에 크게 제약을 받지 않기 때문에 실제 직무환경과 같이 다양한 요인이 혼재된 데이터를 분석하는 데 유리하다. 또한 개별 변수의 예측 기여도를 수치화해 주는 변수 중요도(feature importance) 기능을 통해 결과의 해석 가능성을 제공하며, 이는 단지 정확도만 높은 블랙박스 모델이 아닌, 실무적으로 유의미한 요인을 식별할 수 있는 투명한 분석 도구로 작동하게 한다. 본 연구는 이러한 랜덤 포레스트의 구조적 강점을 활용하여, 기존 통계 기법이 포착하지 못했던 다양한 스트레스 요인 간의 복합 관계를 규명하고자 하였다.

분석은 통계 소프트웨어 JASP (Version 0.95.1.0)의 머신러닝 모듈을 활용하여 수행하였다. 총 설문조사 표본 수는 981명이며 종속변수는 근로환경조사 설문 응답을 기반으로 산출된 직무스트레스 수준(5점 척도)으로 설정하였다. 독립변수는 선행연구 고찰을 통해 확인된 요인들로, 급여 예측 가능성(Predictability of Salary), 동료관계(Interpersonal Relationships with Colleagues), 직무 안정성(Perceived Job Security), 일·생활 균형(Work-Life Balance), 업무 완수에 필요한 시간 압박(Perceived Time Pressure to Complete Tasks), 자율적 근로환경(Autonomy in the Work Environment), 근로시간(Working Hours), 피로 또는 불편을 유발하는 작업 자세(Work Postures Causing Fatigue), 근로환경 만족도(Overall Satisfaction with the Work Environment)로 설정하였다. 이와 같은 변수 선정은 기존 연구에서의 중요성 검증 결과와 데이터 가용성을 동시에 고려한 것이다.

3. Results

3.1 Model performance: Random Forest classification

본 연구에서는 랜덤 포레스트(Random Forest) 분류 모형을 구축하여 직무스트레스 수준에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 분석 결과 총 42개의 의사결정나무(Trees = 42)가 생성되었으며, 각 분할(split)에서 고려된 독립변수의 수는 3개(Features per split = 3)로 설정되었다. 전체 표본은 훈련용(52명), 검증용(13명), 테스트용(16명)으로 구분하여 모형의 학습과 성능 평가를 체계적으로 수행하였다(Table 1). 검증 단계의 분류 정확도는 92.3%, 테스트 단계의 정확도는 87.5%로 나타나, 제한된 표본 규모에도 불구하고 모형이 전반적으로 높은 수준의 예측 성능을 보였음을 확인하였다.

Table 1. Model summary: Random Forest classification

Trees	Features per split	n (Train)	n (Validation)	n (Test)	Validation accuracy	Test accuracy
42	3	52	13	16	0.923	0.875

3.2 Relative importance of predictors

본 분석에서는 예측 정확도 감소(Mean decrease in accuracy), 노드 순수도 증가(Total increase in node purity), 드롭아웃 손실 평균(Mean dropout loss) 세 가지 지표를 활용하여 각 독립변수가 직무스트레스 분류에 기여하는 상대적 중요도를 평가하였다. 분석 결과, 피로 또는 통증을 유발하는 작업 자세(0.179), 업무 완수에 필요한 시간 압박(0.172), 직무 안정성(0.165)이 가장 높은 상대적 중요도를 보여, 직무스트레스 수준을 구분하는 핵심 요인으로 확인되었다. 이는 근로자의 신체적·정신적 부담과 직무 지속성에 대한 불안정성이 스트레스 수준에 밀접하게 연결되어 있음을 보여준다. 또한 동료관계(0.144)와 자유로운 근로환경(0.134) 역시 높은 중요도를 보였는데, 이는 직무스트레스가 업무량이나 물리적 조건뿐만 아니라 사회적 지지와 조직문화와 같은 심리·사회적 요인에도 크게 영향을

받는다는 점을 시사한다. 반면, Work-Life Balance (0.085)와 Overall Satisfaction with the Work Environment (0.060)은 상대적으로 낮은 중요도를 보여, 해당 요인들이 직무스트레스와 일정한 관련성은 있으나 모형의 분류 성능을 크게 향상시키지는 못한 것으로 해석된다. 이는 해당 요인들이 직무스트레스와 일정 부분 관련되지만, 다른 변수들에 비해 분류 성능을 크게 향상시키지는 못했다(Table 2).

Table 2. Feature importance metrics

	Mean decrease in accuracy	Total increase in node purity	Mean dropout loss
Job security	0.165	0.140	26.88
Colleague relationships	0.144	0.124	27.74
Working in a tiring or painful posture	0.179	0.067	29.11
Time to complete tasks	0.172	0.067	23.20
Flexible work environment	0.134	0.065	22.53
Working hours	0.105	0.055	25.81
3-month salary prediction	0.132	0.039	23.17
Work-life balance	0.085	0.031	20.22
Job satisfaction with work environment	0.060	0.030	20.31

3.3 Explainable predictions using additive explanations

랜덤 포레스트 모형의 예측 결과를 보다 세밀하게 이해하기 위해, 본 연구에서는 Additive Explanations for Predictions 기법을 적용하였다. 사례별 분석 결과, 우선 스트레스 수준 1(매우 낮음)으로 보고된 사례는 기본 확률 0.039에서 출발했으나, 근로시간(0.092), 일을 완수하기 위한 시간(0.071), 급여 예측 가능성(0.075) 등의 요인이 누적 기여하면서 최종적으로 스트레스 수준 5(예측 확률 = 0.452)로 분류되었다. 이는 물리적·시간적 업무 부담 요인이 개별 근로자의 직무스트레스 수준 예측에 있어 핵심적 기여 요인으로 작용했음을 보여준다.

한편, 스트레스 수준 2~4(낮음~높음)에 해당하는 사례들은 공통적으로 수준 4로 분류되었으며, 이 과정에서 직무 안정성(0.125~0.140), 근로환경 만족도(최대 0.107), 동료관계(0.078)가 반복적으로 주요 기여 요인으로 확인되었다. 특히 직무 안정성은 모든 사례에서 일관되게 높은 양의 기여도를 보여, 해당 요인이 직무스트레스 분류에 있어 핵심 변수로 작용한 것으로 판단했다.

또한 스트레스 수준 5(매우 높음) 사례는 실제 수준이 최고치였음에도 불구하고 모형에서는 수준 4로 분류되었다. 이때 기본 확률(0.337)에 더해, 동료관계(0.090)와 직무 안정성(0.150)이 두드러진 기여 요인으로 나타났다. 이는 개인의 직무스트레스가 단순한 업무 강도나 시간적 요구뿐 아니라 사회적 관계와 직무 지속성 요인에 의해 크게 영향을 받은 것으로 판단될 수 있다(Table 3).

Table 3. Additive explanations for predictions of test set cases

Case (Stress level)	Predicted (Prob.)	Base	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1 (Very low)	5 (0.452)	0.039	0.075	0.035	0.021	0.043	0.071	0.026	0.092	0.005	0.044
2 (Low)	4 (0.643)	0.337	0.073	0.078	0.125	-0.013	0.010	-0.051	0.057	-0.002	0.029
3 (Normal)	4 (0.690)	0.337	0.002	-0.014	0.140	0.098	0.013	0.043	-0.065	0.031	0.107

Table 3. Additive explanations for predictions of test set cases (Continued)

Case (Stress level)	Predicted (Prob.)	Base	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
4 (High)	4 (0.452)	0.337	0.050	-0.010	-0.060	0.043	0.122	-0.043	0.041	-0.045	0.017
5 (Very high)	4 (0.857)	0.337	-0.065	0.090	0.150	0.054	0.056	0.055	0.093	0.015	0.072

(1) 3-month salary prediction, (2) Colleague relationships, (3) Job Security, (4) Work-Life Balance, (5) Time to complete tasks, (6) Flexible work environment, (7) Working hours, (8) Working in a tiring or painful posture, (9) Job satisfaction with work environment

3.4 Decision tree analysis of job stress factors

직무스트레스에 영향을 미치는 주요 요인을 확인하기 위해 랜덤 포레스트 분석에서 대표적인 의사결정나무(Decision Tree)를 도출하였다(Figure 1). 종속변수는 예측된 직무스트레스 수준(Predicted Stress)이며, 독립변수는 직무 안정성(Job Security), 피로 또는 통증을 유발하는 작업 자세(Working in a tiring or painful posture), 근로시간(Working Hours), 급여 예측 3개월(3-month salary prediction), 동료관계(Colleague relationships), 그리고 근무환경 만족도(Job satisfaction with work environment) 등으로 구성되었다.

최상위 분기(root node)는 직무 안정성(Job Security)으로 나타났으며, 이는 직무 불안정성을 높게 인식할수록 전반적인 직무스트레스 수준이 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 고용 안정성에 대한 인식이 직무스트레스의 가장 강력한 예측 요인임을 판단할 수 있었다.

직무 안정성이 낮은 집단에서는 다음으로 피로 또는 통증을 유발하는 작업 자세(Working in a tiring or painful posture)가 주요 분기 요인으로 나타났다. 이 집단 내에서 근로시간이 6시간을 초과하고(Working hours > 2.5), 업무 완료 압박감이 높은 경우(Time to complete tasks ≥ 2.5) 예측 스트레스 수준이 5.00점으로 가장 높게 나타났다. 반면, 근무환경에 대한 전반적 만족도(Job satisfaction with work environment)가 높거나 급여의 예측 가능성(Predictability of Salary/Payroll)이 높을수록 스트레스 수준은 낮게 나타났으며(예측 스트레스 = 1.00~2.17), 이는 심리적 안정감이 스트레스 완화에 기여함을 보여준다.

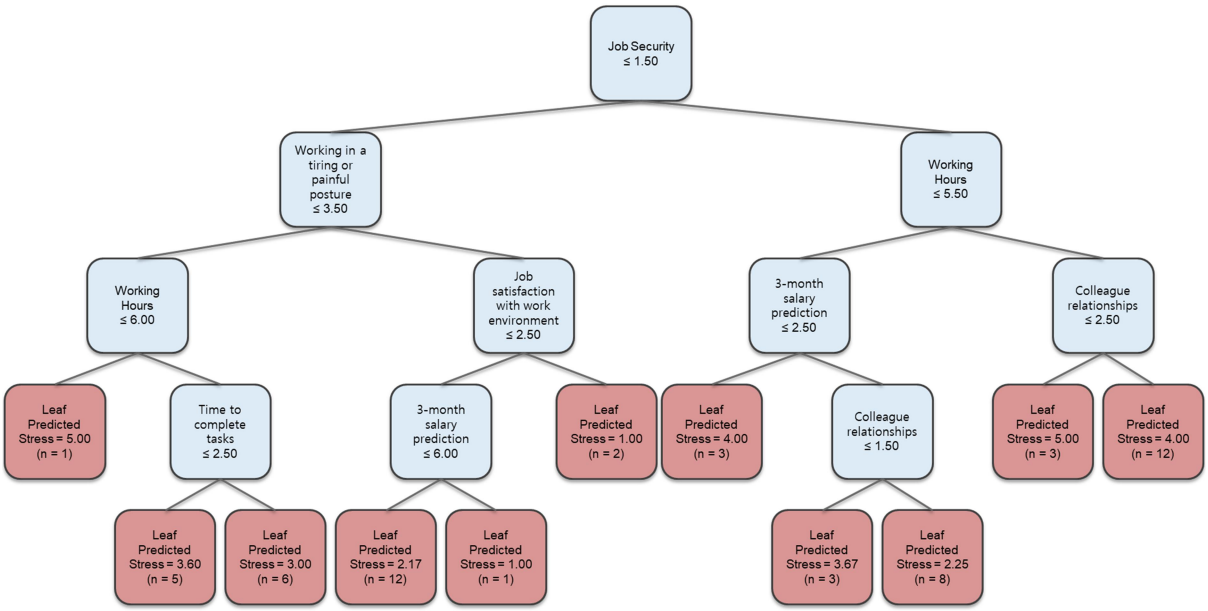

Figure 1. Decision tree structure illustrating hierarchical predictors of perceived job stress (extracted from Random Forest model)

반면, 직무 안정성을 높게 인식한 집단에서는 근로시간(3-month salary prediction ≤ 5.5)과 동료와의 관계(Colleague relationships ≤ 2.5)가 중요한 분기 요인으로 작용하였다. 특히, 동료와의 관계가 원활하지 않은 경우 예측 스트레스는 5.00점으로 높았던 반면, 긍정적 관계를 유지한 경우 스트레스 수준은 2.25~3.67점으로 상대적으로 낮았다. 이는 사회적 관계 요인이 직무 안정성을 확보한 근로자에게는 주요한 스트레스 조절 요인으로 작용함을 시사한다.

4. Discussion

4.1 Interpretation of key stressors

본 연구를 통해 사무직 근로자의 직무스트레스에 유의한 영향을 미치는 몇 가지 핵심 요인이 확인되었다. 직무 안정성 저하(고용 불안), 불량한 동료관계(낮은 사회적 지원), 피로와 통증을 유발하는 부적절한 업무 자세, 그리고 과중한 업무량 및 시간 압박 등이 특히 스트레스 수준을 높이는 요인으로 나타났다. 반면 전반적인 작업환경 만족도와 일과 삶의 균형(워라밸) 역시 일정 부분 기여도를 보였으나, 상대적으로 그 영향력은 제한적이었다. 이러한 결과는 안정된 고용과 원만한 대인관계와 같은 심리사회적 자원이 결핍될 때 근로자가 느끼는 긴장이 크게 증폭되며, 동시에 업무상 요구도가 높고 신체적 부담이 큰 작업환경에 놓일수록 스트레스 반응이 강화되는 것으로 판단된다. 예를 들어 고용 불안이 높은 경우 미래에 대한 불확실성으로 인해 만성적인 불안과 긴장이 유발될 수 있으며, 이는 두통이나 근육통과 같은 신체 증상은 물론 우울·불안 등의 정신건강 악화로까지 이어질 수 있다고 보고된다(Pires, 2025).

직장 내 사회적 지원 부족도 중요한데, 동료나 상사로부터 도움을 받지 못하고 대인관계 갈등이 있는 환경에서는 정서적 고립감으로 인해 스트레스 대처 자원이 제한되고 번아웃(Burn-Out) 위험이 높아진다(Bhui et al., 2016). 피로 또는 통증을 유발하는 부적절한 작업 자세와 업무 완수에 필요한 시간 압박은 직무스트레스를 설명하는 핵심 요인으로 확인되었다. 이는 물리적 작업조건과 업무과부하가 심리적 긴장과 직무스트레스 수준을 결정하는 데 중요한 역할을 함을 의미한다. 이는 최근 산업보건 분야에서 소음, 진동 등의 물리적 인자나 불편한 작업 자세가 심리적 스트레스 상승과 연관된다(Chaharaghran et al., 2022).

한편 근로환경 만족도나 워라밸 요인이 본 연구에선 상대적으로 낮은 중요도를 보였으나 완전히 무시할 수는 없었다. 실제로 일과 가정 사이 갈등이 잦으면 직무스트레스 수준도 유의미하게 높아진다는 선행연구들이 있으며(Abdullah et al., 2021), 우리 결과에서도 워라밸 저하가 어느 정도 스트레스 증가 방향으로 작용함이 관찰되었다. 그러므로 안정적인 고용, 지원적인 인간관계, 적정한 업무 부담과 쾌적한 작업환경은 스트레스 완화에 중요한 반면, 이들 조건이 충족되지 않을 때 개인의 긴장은 가중될 수 있는 것으로 나타났다.

4.2 Comparison with previous studies

본 연구에서 도출된 스트레스 요인들은 선행연구에서 보고된 직무스트레스 유발 요인들과 대체로 일치하는 양상을 보인다. 우선, 과도한 업무량과 시간 압박이 직무스트레스의 주요인이 된다는 점은 수많은 선행연구들과 같았다. Abdullah et al. (2021)은 말레이시아 공공기관 직원을 대상으로 한 조사에서 업무과부하가 직무스트레스에 가장 강력한 영향 요인임을 밝혔고, 업무량이 많을수록 스트레스 수준도 유의하게 상승한다고 보고하였다(β=0.551, p<0.001). 이는 업무 요구도가 높을 때 스트레스 반응이 커진다는 요구-통제 모델 이론과도 부합하는 결과이다(Karasek, 1979). 아울러 동 연구에서 일-가정 갈등 역시 스트레스를 유발하는 중요한 요인으로 지적되었는데(높은 work-family conflict 일수록 스트레스 상승), 이러한 발견은 본 연구에서 워라밸 부족이 스트레스에 기여하는 것으로 판단된다.

한편 역할 모호성이나 사회적 지원 부족과 같은 조직 요인의 영향력도 선행연구와 비교해볼 수 있다. Bhui et al. (2016)의 영국 직장인 대상 질적 연구에 따르면, 직원들이 지각하는 주요 스트레스 원인으로 불명확한 업무 역할, 인력 부족에 따른 과중한 업무, 그리고 관리자의 지원 부재 및 비협조적인 조직 분위기 등이 반복적으로 언급되었다. 참여자들은 이러한 구조적 요인들이 결합되어 신체건강 악화, 동기 저하 및 심리적 스트레스를 초래한다고 설명하였는데(Bhui et al., 2016), 이는 본 연구에서 동료관계 미흡이나 조직 지원 부족이 스트레스 수준을 높은 요인으로 나타난 것과 일치한다. 그러므로 업무가 너무 많고 역할은 불분명하며 지원이 부족한 직장은 공통적으로 드러나는 높은 스트레스 위험환경이라 판단된다.

물리적 작업환경 요인의 중요성은 연구들마다 강조점에 차이가 있었으나, 최근에는 그 영향력을 뒷받침하는 증거가 점차 축적되고 있다. 전통적으로 사무직 스트레스 연구는 업무량, 역할 갈등, 대인관계와 같은 심리사회적 요인에 초점을 맞춰왔으나, Chaharaghran et al. (2022)의 연구처럼 작업장 소음 노출과 불편한 작업 자세가 스트레스 수준을 유의하게 높인 사례도 보고되고 있다. 본 연구 결과와 동일하게 사무직도 장시간 반복되는 나쁜 자세나 경미한 진동·소음에 지속 노출될 경우 생리적 긴장 반사가 유발되고, 축적된 신체 피로가 심리적 스트레스로 전이될 수 있다.

조직 구조조정이나 경제 불황기에 직업 안정성이 위협받으면 직원들의 스트레스 수준이 급격히 높아지며 불안, 우울 등의 위험이 커진다는 연구들이 보고되고 있다(Pires, 2025). 본 연구에서 직무 안정성(고용 안정) 변수의 중요성이 확인된 것 또한 이러한 선행연구들과 같다. Hasan et al. (2025)의 연구에서는 업무량 과다와 역할 모호성이 약 27%, 원활하지 않은 의사소통(즉, 불충분한 조직 지원 및 소통)이 17%, 긍정적인 작업환경의 부재가 약 16%로 주요 스트레스 요인으로 식별되었다. 이는 업무상 과도한 요구와 조직 차원의 지원·소통 부족이 어디서나 핵심적이며, 건강한 작업환경 조성 역시 무시될 수 없는 요인으로 판단된다.

국내 직무스트레스 연구에서도 업무 강도, 자유로운 근무환경 항목에 비해 직무 안정성이나 동료관계 등은 강조되지 않았음을 알 수 있다(Han et al., 2009).

반면 본 연구에서는 사무직 근로자의 환경 특성을 반영하기 위해 VDT 등 정적 작업 자세와 조직 내 구조적 요인을 분석에 포함시켰다. 그 결과 작업 자세로 인한 피로가 유의미한 스트레스 요인으로 도출되었는데, 이는 정적 작업환경이 근육 긴장과 요통 등 신체적 부담을 유발함을 보여주는 선행연구 결과와 일치한다. 또한, 직무 안정성 요인은 이전 연구에서 상대적으로 간과되던 요소였지만 본 연구에서도 중요한 변수로 확인되었다. 예를 들어, 사무직 근로자를 대상으로 한 대규모 조사에서도 직무 수요와 함께 직무 불안정이 피로 위험을 높이는 요인으로 보고된 바 있다(Cha et al., 2008). 이와 같이 본 연구는 작업자의 고용 형태 및 업무환경 등을 반영하여 분석한 결과, 직무 안정성과 더불어 조직 내 동료관계 역시 스트레스에 영향을 미치는 요인으로 나타났다.

4.3 Policy and organizational implications

사무직 근로자의 스트레스를 완화하기 위해 조직 및 정책 차원의 다각적인 개입이 필요하다는 시사점을 얻을 수 있다. 첫째로, 고용 안정성 제고가 중요하다. 조직은 가능한 한 안정적인 고용을 보장하고, 불가피하게 고용 조정이 필요한 경우에도 투명한 소통과 지원 프로그램을 통해 직원들의 불안을 경감시켜야 한다. 고용 안정은 근로자의 기본적인 심리적 안정감을 높여주며, 그 결과 직무스트레스 반응을 줄이는 효과가 있다. 정부 차원에서도 비정규직의 남용을 억제하고, 전직 및 실업에 대비한 사회안전망을 강화하는 정책이 뒷받침된다면 직원들이 느끼는 불안감이 완화되어 업무에 몰입할 수 있을 것이다. 둘째, 직무 재설계 및 업무량 관리가 필수적이다. 업무과부하와 과도한 시간 압박은 본 연구는 물론 여러 선행연구에서 일관되게 가장 큰 스트레스 요인으로 지목된다(Abdullah et al., 2021; Bhui et al., 2016). 따라서 조직은 현실적인 인력충원과 공정한 업무배분을 통해 근로자 1인당 적정 업무량을 유지해야 하며, 만성적 야근과 촉박한 마감에 의존하는 조직문화는 구조적으로 개선될 필요가 있다. 이는 본 연구에서 확인된 시간 압박 요인이 직무스트레스의 주요 결정 요인으로 작용한 결과와 직접적으로 연결된다. 구성원들이 업무 요구를 감당할 수 있을 만큼만 부여하고 충분한 재량권과 통제력을 가질 때 스트레스가 감소한다는 것은 직무스트레스 이론 및 실증연구에서 반복 확인된 바 있다(Bhui et al., 2016; Karasek, 1979). 셋째, 인간공학적 작업환경 개선이 요구된다. 사무직 근로자라 하더라도 장시간 잘못된 자세로 PC 작업을 하거나, 지속적인 미세 진동·소음 등에 노출되면 신체 피로 누적과 함께 스트레스 호르몬 분비가 증가할 수 있다. 그러므로 인간공학적으로 설계된 책상·의자와 적절한 장비를 제공하고, 정기적인 스트레칭이나 자세 전환을 장려하는 프로그램이 필요하다. 또한 사무실 내 밝기, 환기, 소음 수준을 쾌적하게 유지하는 것도 중요하다. 이러한 작업환경 개선 조치들은 근로자의 신체적 안락감을 높여줄 뿐 아니라 심리적 스트레스 반응을 경감시키는 효과가 있으며, 실제 연구에서도 작업장 소음과 신체 부담을 줄이는 것이 직무스트레스 완화에 기여함이 보고된 바 있다(Chaharaghran et al., 2022). 넷째, 조직문화 및 대인관계 개선이 스트레스 관리의 핵심 전략으로 강조된다. 본 연구에서 동료관계의 중요성이 드러난 만큼, 상사 및 동료의 사회적 지원을 강화하는 조직문화 구축이 필요하다. 관리자 교육을 통해 지원적 리더십과 공정한 인사를 실천하도록 하고, 팀 차원에서는 동료 간 협력과 소통을 촉진하는 프로그램(예: 팀 빌딩, 멘토링)을 운영할 수 있다. Bhui et al. (2016)의 연구에서도 직원들은 스트레스 감소 방안으로 경영진의 소통 노력, 동료 간 협력 증진, 유연한 조직문화 조성을 꼽았는데, 이는 구조적·체계적 변화를 통해 스트레스 요인을 완화해야 한다는 점을 잘 보여준다. 나아가 직장 내 괴롭힘 방지와 심리상담 지원 등도 병행하여, 직장에서 정서적으로 안전하다고 느낄 수 있는 환경을 조성하는 것이 중요하다. 마지막으로, 일

과 삶의 균형을 높이기 위한 제도적 노력이 요구된다. 근로시간 유연제도(예: 시차출퇴근제, 재택근무)와 휴가 사용 활성화, 정시 퇴근 문화 정착 등은 직원들의 일-가정 갈등을 줄여주어 결과적으로 업무 집중도를 높이고 스트레스를 낮출 수 있다. Abdullah et al. (2021)의 연구에서도 일-가정 양립을 저해하는 갈등이 높을수록 스트레스가 증가하므로, 고용주는 유연근무제나 업무공유제 등을 도입해 직원들의 워라밸을 지원할 것을 제언하고 있다. 이러한 조직 차원의 정책들은 직무스트레스 자체를 줄이는 1차 예방책이 될 뿐 아니라, 직원들의 직무 만족과 헌신도를 높임으로써 조직에도 긍정적 효과를 가져올 것으로 판단된다.

4.4 Comparison of job stress factor characteristics with prior studies

본 연구에서 제7차 근로환경조사 자료를 통해 파악된 사무직 근로자의 직무스트레스 요인은 전체 또는 다른 직무군과 비교하여 몇 가지 특징적 차이를 보였다. Cha et al. (2008)에 따르면 사무직 근로자의 경우 남성에서는 업무 요구도, 보상부적절이, 여성에서는 업무 요구도, 보상부적절, 직장 내 분위기가 주요 스트레스 요인으로 지적되었으며 보고된 바 있다. Yu et al. (2011)도 남성에서는 조직 분위기, 여성에서는 보상 수준이 정신건강 위험 요인임을 확인하였다. 또한 Lee and Park (2016)은 저임금 및 상사·동료로부터의 지지 수준이 직무스트레스와 유의미하게 관련됨을 밝혀냈다. 이러한 기존 연구들은 주로 보상, 조직 분위기, 상사·동료와의 관계 등 심리·사회적 요인들을 강조하였다.

반면, 본 연구에서는 기존 연구에서 강조된 보상이나 직장문화의 영향력은 상대적으로 약하게 나타난 반면, 작업 자세와 같은 물리적 작업환경 요인, 계약 형태에 따른 고용 불안정 등 구조적 요인의 중요성이 두드러졌다. 사무직 환경과 유사한 유럽 근로자들을 대상으로 한 연구에서도 계약 불안정이 강력한 스트레스 요인으로 확인되었으며(Bolliger et al., 2022), 실제 작업 현장의 조사에서는 부적절한 작업 자세가 직무스트레스와 유의미한 상관을 보이는 것으로 밝혀진 바 있다(Chaharaghran et al., 2022). 본 연구에서도 이와 같이 업무 내용과 환경에 따른 새로운 변수를 포함하여 분석하였으며, 이를 통해 단순히 디지털 기기 사용 정도에 그치지 않고 다양한 작업 특성이 스트레스에 미치는 영향력을 살펴보았다.

또한, Jang and Kim (2025)은 7차 근로환경조사 자료를 이용하여 디지털 기기 사용량과 직무스트레스 간 관계를 위계적 회귀분석으로 검증하여, 디지털 활용도가 높을수록 스트레스가 증가하고 세대별로 그 영향 정도가 다름을 확인하였다. 반면 본 연구에서는 디지털 활용 외에도 고용 불안정이나 동료관계 등 업무환경과 내용에 따른 새로운 변수를 도입함으로써 이들 요인이 스트레스에 미치는 영향력으로 나타났다.

본 연구는 사무직 근로자의 스트레스 요인을 종합적·신경향적으로 조명한다는 점에서 기존 연구들과 차별화된다. 과거 연구들이 주로 특정 심리적 스트레스 요인을 회귀분석 중심으로 제시한 데 비해, 본 연구는 최신 조사 데이터를 기반으로 Random Forest 기반 다변량 분석 기법을 활용하여 직무별 특성과 변수 간 상호작용을 반영한 새로운 패턴을 밝혀냈다. 이를 통해 사무직 근로자의 직무스트레스에 대한 기존 이해를 보완하고, 직종 특성을 고려한 예방 및 관리 전략 수립을 위한 기초 자료를 제공한다(Table 4).

Table 4. Compared to previous studies

Author	Analysis method	Data	Job stress factors
Cha et al. (2008)	Survey-based comparative analysis	KOSS	• Job demands • Inadequate compensation • Workplace culture
Yu et al. (2011)	Regression analysis	KOSS	• Organizational atmosphere • Compensation levels
Lee and Park (2016)	Regression analysis	Worker survey	• Low wages
Bolliger et al. (2022)	Survey-based comparative analysis	European workers survey	• Job insecurity • Contract instability

Table 4. Compared to previous studies (Continued)

Author	Analysis method	Data	Job stress factors
Chaharaghran et al. (2022)	Correlation analysis based on field surveys	Field observation survey	• Improper work posture
Jang and Kim (2025)	Hierarchical regression analysis	The 7th Working Conditions Survey	• Digital utilization
The results of this study	Random forest	The 7th Working Conditions Survey	• Time to complete tasks • Job security • Working in a tiring or painful posture • Colleague relationships • Flexible work environment

4.5 Decision tree analysis of job stress factors

의사결정나무 분석 결과는 다양한 직무스트레스 요인들이 위계적으로 작용함을 보여준다. 첫째, 직무 안정성의 인식이 가장 결정적인 요인으로, 고용 불안은 스트레스 반응을 유발하는 주요 심리사회적 요인으로 작용하였다. 이러한 결과는 De Witte et al. (2015)의 연구에서 제시한 바와 같이, 직무 불안정이 개인의 심리적 건강과 조직몰입을 저하시킨다는 기존 연구와 일치한다.

둘째, 피로를 유발하는 작업 자세는 물리적 피로와 심리적 스트레스의 상호작용을 반영한다. 이는 근골격계 부담이 높은 작업환경에서 신체적 피로가 직무스트레스 인식에도 영향을 미친다는 선행연구(Aptel et al., 2002)와 일치한다.

셋째, 근로시간, 급여의 예측 가능성, 동료관계 등 조직적·사회적 요인은 직무 안정성이 확보된 상황에서 주요한 스트레스 조절 요인으로 작용하였다. 이러한 결과는 Karasek (1990)이 제시한 직무요구-통제-사회적 지지 모형(Job Demand-Control-Support Model)의 이론적 틀과 일치한다. 즉, 업무 요구가 높더라도 사회적 지지(social support)가 충분하면 스트레스 수준이 완화될 수 있는 것으로 해석될 수 있다.

결론적으로 본 분석은 직무스트레스 관리에 있어 심리사회적 요인(고용 안정성, 대인관계)과 인간공학적 요인(작업 자세, 피로도)을 통합적으로 고려해야 되는 것으로 판단된다. 따라서 조직 차원에서는 고용 안정성 확보, 작업환경 개선, 동료 간 신뢰 증진 프로그램 등을 병행하여 종합적 스트레스 저감 전략을 구축할 필요가 있다.

5. Conclusion

본 연구는 제7차 근로환경조사 데이터를 활용하여 사무직 근로자의 직무스트레스에 영향을 미치는 요인을 랜덤 포레스트 모형으로 분석하였다. 분석 결과, 직무 안정성, 업무 시간 압박, 신체적 부담 요인(불편한 자세 및 피로), 그리고 동료 관계가 직무스트레스 수준을 분류하는 핵심 요인으로 나타났다. 이는 직무스트레스가 단순히 개인의 업무량 문제에 국한되지 않고, 고용 안정, 조직 내 사회적 지원, 물리적 근로환경이 상호작용하며 형성된다는 점을 보여준다. 그러므로 본 연구 결과를 토대로 사무직 근로자에 대한 직무스트레스를 감축할 수 있는 자료로 활용 가능하다.

References

Abdullah, D.N.M.A., Omar, M.K., Dahalan, N.A., Zakaria, R. and Ibrahim, Z., Relationships between Workload, Role Ambiguity, Work-Family Conflict, Workplace Bullying and Job Stress. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11, 2021. https://doi.org/10.6007/ijarbss/v11-i7/10587

Aptel, M., Aublet-Cuvelier, A. and Cnockaert, J.C., Work-related musculoskeletal disorders of the upper limb. *Joint Bone Spine*, 69(6), 546-555, 2002. https://doi.org/10.1016/S1297-319X(02)00450-5

Bhui, K., Dinos, S., Galant-Miecznikowska, M., de Jongh, B. and Stansfeld, S., Perceptions of work stress causes and effective interventions in employees working in public, private and non-governmental organisations: a qualitative study. *BJPsych Bulletin*, 40, 318-325, 2016. https://doi.org/10.1192/pb.bp.115.050823

Bolliger, L., Lukan, J., Colman, E., Boersma, L., Luštrek, M., De Bacquer, D. and Clays, E., Sources of Occupational Stress among Office Workers—A Focus Group Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 2022. https://doi.org/10.3390/ijerph19031075

Cha, K.T., Kim, I.W., Koh, S.B., Hyun, S.J., Park, J.H., Park, J.K., Cha, B.S. and Chang, S.J., The Association of Occupational Stress with Self-perceived Fatigue in White Collar Employees. *Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 20, 182, 2008. https://doi.org/10.35371/kjoem.2008.20.3.182

Chaharaghran, F., Tabatabaei, S. and Rostamzadeh, S., The impact of noise exposure and work posture on job stress in a food company. *Work*, 73, 1227-1234, 2022. https://doi.org/10.3233/WOR-210872

De Witte, H., Vander Elst, T. and De Cuyper, N., *Job insecurity, health and well-being*. Sustainable working lives: Managing work transitions and health throughout the life course, 109-128, 2015. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9798-6_7

Demerouti, E., Nachreiner, F., Bakker, A.B. and Schaufeli, W.B., The job demands-resources model of burnout. *Journal of Applied Psychology*, 86, 499-512, 2001. https://doi.org/10.1037/0021-9010.86.3.499

Han, S.H., Lee, J.Y., Kim, J.D., Choi, K.N., Jang, S.H., Lee, K.H., Park, S.B. and Kim, M.J., Risk Factor, Job Stress and Quality of Life in VDT Workers with Low Back Pain. *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 33(2), 225-236, 2009.

Hasan, M.J., Sultana, J., Ahmed, S. and Momen, S., Early detection of occupational stress: Enhancing workplace safety with machine learning and large language models. *PLOS ONE*, 20, 2025. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0323265

Jang, S.E. and Kim, H.I., Analysis of the Impact of Digital Transformation on Worker Job Stress-Focusing on Generational Differences. *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, 35(3), 282-291, 2025. https://doi.org/10.15269/JKSOEH.2025.35.3.282

Karasek, R.A, *Stress, productivity, and the reconstruction of working life*. Health work, 1990.

Karasek, R.A., Job Demands, Job Decision Latitude, and Mental Strain: Implications for Job Redesign. *Administrative Science Quarterly*, 24, 285, 1979. https://doi.org/10.2307/2392498

Kim, Y., Hyun, H.S. and Yoo, J.H., A Study on the Relationship between Fatigue Level, Job Stress and Quality of Life for Workers. *Korean Journal of Occupational Health Nursing*, 24, 372-380, 2015. https://doi.org/10.5807/kjohn.2015.24.4.372

Lee, E.K. and Park, J.H., Converged Study of Influencing Factors on Occupational Stress in Workers. *Journal of the Korea Convergence Society*, 7, 15-24, 2016. https://doi.org/10.15207/jkcs.2016.7.3.015

Lee, S., Basit, A. and Hassan, Z., *Impact of Job Stress on Employee Performance*, 2017. Https://Papers.Ssrn.Com/Sol3/Papers.Cfm?Abstract_id=3125336

Maulik, P.K., Workplace stress: A neglected aspect of mental health wellbeing. In *Indian Journal of Medical Research*, 146, 4410444, 2017. Indian Council of Medical Research. https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1298_17

Pires, M.L., The Effects of Job Insecurity on Psychological Well-Being and Work Engagement: Testing a Moderated Mediation Model. *Behavioral Sciences*, 15, 2025. https://doi.org/10.3390/bs15070979

Siegrist, J., Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. In *Journal of Occupational Health Psychology*, 1, 27-41, 1996. https://doi.org/10.1037/1076-8998.1.1.27

Yu, K.Y., Lee, K.J., Min, K.B., Park, C.K., Chai, S.K. and Park, J.B., Association between Job Stress and mental health among Workers in a Large Company. *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, 21(3), 146-155, 2011.

Author listings

Seungnam Min: msnijn12@hanmail.net
Highest degree: PhD, Industrial Engineering, Hanyang University
Position title: Professor, Safety Engineering, Dongyang University
Areas of interest: Artificial Intelligence, Human Error, Biomechanics, Musculoskeletal Disorders, Early Detection of Occupational Diseases, Ergonomics

Kyung Chun Song: pianosong814@proton.me
Highest degree: Undergrad. Student, Safety Engineering, Dongyang University
Position title: Master's Student, Safety Engineering, Dongyang University
Areas of interest: Musculoskeletal disorders, ergonomics, safety training, Artificial Intelligence, Human Error