

맥파 스트레스 지수를 활용한 도시철도 건설공사자의 안전보건관리 방안에 관한 연구

채정식* · 이유정** · 이종빈** · 장성록***†

A Study on the Safety and Health Management Plan of Subway Construction Workers using Macpa Stress Index

Joung Sik Chae* · Yu Jeong Lee** · Jong bin Lee** · Seong Rok Chang***†

†Corresponding Author

Seong Rok Chang

Tel : +82-51-629-6468

E-mail : srchang@pknu.ac.kr

Received : August 29, 2022

Revised : December 1, 2022

Accepted : December 7, 2022

Abstract : South Korea will soon be a super-aged society, as more than 20.6% of its population will be 65 years and older by 2025. As of 2022, 17.5% of the total population in South Korea is 65 years and older, which exceeds the set threshold for an aged society, where more than 14% of the population is 65 years and older. The proportion of older subway construction workers has increased. Aging workers and their work stress negatively impact their workability. A previous study demonstrated that the stress index measured using the uBioMacpa measurement device (Macpa stress index) had a significant correlation with work stress in South Korea. The device tests vascular health and measures stress levels via Macpa signal analysis. In this study, the pulse waves of subway construction workers were measured using uBioMacpa to identify their stress levels. The stress levels were analyzed by age, years of service, job position, employment type, and work type. Herein, these statistics could not be easily represented by a normal distribution; therefore, the Kruskal-Wallis test, a nonparametric statistical method, was used for the analysis of data. The results showed that age, job position, employment type, and working type affected the Macpa stress index and the stress levels of workers increased with age. In terms of job position, technical engineers were more stressed than other workers because of their poor working environment. In terms of employment type, daily-wage workers were more stressed than other workers. In terms of working type, tunneling, waterproofing, and construction scored the highest Macpa stress indexes without any significant difference, whereas earthworks scored the lowest. Based on the analysis of Macpa stress index, safety and health management plans were proposed to reduce the stress levels of workers. Moreover, a manual for efficient stress management must be developed for subway construction workers.

Key Words : macpa stress index, subway construction workers, safety and health management plan

Copyright©2022 by The Korean Society of Safety All right reserved.

1. 서론

도시철도란 대도시에서 교통의 혼잡을 완화하고 빠른 속도로 운행하기 위하여 부설한 철도 대중교통을 말한다. 도시철도 건설공사는 토목, 건축, 기계설비,

궤도, 전차선, 신호 그리고 통신으로 총 6개의 대공종으로 분류된다. 이중 토목공종은 가설공사, 굴착공사, 흙막이 지보공사, 구조물공사로 총 4개의 단위 공사 및 16개의 세부공종으로 구성되어 있다. 가설공사는 연약지반 보강공사, 지장물 이설공사, 지장물 메달기

*부경대학교 안전공학과 박사과정 (Department of Safety Engineering, Pukyong National University)

**부경대학교 방재연구소 전임연구원(The Protection Research Center, Pukyong National University)

***부경대학교 안전공학과 교수(Department of Safety Engineering, Pukyong National University)

공사, 복공판 설치공사, 점검통로 설치공사의 5개 세부공정으로 분류되고, 굴착공사는 지장물 줄파기 공사, 본선 정거장 굴착공사의 2개 세부공정이며, 흙막이 지보공 공사는 본선·정거장의 천공공사, CIP공사, 토류벽 설치공사, 흙막이 콘크리트 타설공사, H-Beam 설치공사의 5개 세부공정으로 분류되고, 구조물 공사는 철근 가공·조립공사, 거푸집 설치·해체 공사, 구조물 콘크리트 타설공사, 지하구조물 방수공사의 4개 세부공정으로 분류된다¹⁾. 도시철도 공사 중 발생하는 재해유형은 추락(떨어짐), 낙하·비래(물체에 맞음), 전도(넘어짐), 충돌(부딪침), 협착(끼임), 요통, 기타로 분류된다²⁾. 건설업 종사자 대다수가 직무스트레스를 재해발생의 주요요인으로 받아들이고 있으며, 실제 직무스트레스로 인해 재해를 경험한 사람이 46.5%로 알려져 있다³⁾. 또한 직무스트레스는 작업능력에 영향을 미치는 것으로 선행연구에서 밝혀졌다⁴⁾. 미국의 산업안전보건연구소 (NIOSH; National Institute of Occupational Safety & Health)에서는 여러 학자들이 제시한 스트레스 모형을 기초로 하여 새로운 직무스트레스에 관한 모형을 제안하였다⁵⁾. 또한, 직무스트레스 평가를 위하여 한국산업안전보건공단에는 “한국인 직무스트레스 측정도구”를 개발하였다⁶⁾. 이를 이용하여 “한국인 직무스트레스요인 측정도구(KOSS)의 원전종사자 적용성 검토”⁷⁾ 등 많은 사업장에서 근로자들의 직무 스트레스를 평가하고 이를 개선하기 위한 많은 연구를 수행하였다. 한국인 직무 스트레스 평가 방법은 자기 기입식 설문을 실시하는데 사업장에서 종사자의 설문조사는 시간적 제약으로 용이하지 않은 경우가 있다. 유비오맥파(uBioMacpa) 측정기를 사용한 맥파 스트레스 측정은 측정자의 왼손 검지에 2분 50초 동안 측정기를 장착시켜 측정하면 맥파 스트레스 지수가 수치로 측정되므로 현장에서 출퇴근 시 간단하게 측정 자료를 수집 할 수 있다. 선행연구에서 맥파 측정을 통한 도시철도 건설종사자의 맥파 스트레스 지수와 한국인 직무스트레스 지수와의 상관관계를 분석하였고⁸⁾, 맥파 스트레스 지수와 작업능력의 상관관계를 분석하였다⁹⁾. 또한 “일부 남성 소방공무원에서 한국인 직무스트레스 측정도구와 맥파전파속도와와의 관계”도 연구되었으며, “보건의로 산업 종사자의 감정노동과 MBTI 성격유형, 직무, 근무 및 건강 특성의 관련성과 영향요인 연구”에서 맥파측정기를 활용하여 연구하였다¹⁰⁾. 따라서 본 연구에서는 부산도시철도 사상~하단선 건설종사자를 대상으로 맥파 측정기를 사용하여 맥파 스트레스 지수를 측정하여 스트레스 지수를 산출하였다. 측정된 맥파 스트레스 지수를 분석하여 도시철도

건설종사자의 스트레스 감소를 통한 안전보건관리 방안을 도출하고자 한다.

2. 연구대상 및 방법

2.1 연구대상

본 연구에서는 부산도시철도 사상~하단선 건설공사 토목 공정(가설공사, 굴착공사, 흙막이 지보공 공사, 구조물공사)에 종사하는 356명을 대상으로 맥파 스트레스 지수를 측정하였다. 인구통계학적으로 분류하면 Table 1과 같다.

연구 대상자의 연령은 20~69세, 평균연령은 54세 인 것으로 나타났다. 연령대별 분포는 56~65세에서 전체 대상자의 51%로 가장 많았고, 근속년수 21년 이상에서 23%, 남성이 97%, 고용형태에서는 일용직이 83%로 가장 높게 분포된 것으로 나타났다.

Table 1. Demographic distribution of subjects

Sortation		N
Age	44 younger	49
	45~54	94
	55~64	183
	65 older	30
Year of service	5 lower	71
	6~10	78
	11~15	59
	16~20	67
Job position	21 higher	81
	Manager	36
	Skilled worker	212
	Machine operator	79
Employment type	Ordinary worker	29
	daily worker	297
	regular occupation	59
Working type	civil worker	36
	temporary worker	20
	tunnel worker	84
	waterproof worker	9
	structure worker	183
	Special form worker	24

2.2 연구방법

맥파 스트레스 지수 측정은 2022년 02월 03일부터 06월 02일까지 이루어졌다. 측정 참여자는 측정 1시간 전 심한 운동이나 음주, 흡연, 음식물 섭취를 제한하고, 검사 중에는 말하거나 심한 움직임, 호흡, 한숨을 내쉬

는 것, 다른 생각하기 등 자율신경계에 영향을 주는 행동은 자제하도록 하였다. 맥파 스트레스 지수를 측정하기 위하여 현장에 출근하여 교육장에서 15분 동안 안정을 취하게 한 후 편하게 책상 앞의 의자에 앉은 자세에서 심장 높이의 책상 위에 손을 올리고 힘을 뺀 상태에서 측정기를 왼손 검지에 장치시켜 손가락을 통한 빛을 수광하는 센서를 통해서 적외선에 의해 심박변이도를 2분 50초 동안 측정하였다. 측정은 3회 실시하고 3회 평균을 스트레스 지수로 하였다. 박동파형은 대동맥의 기시부에서 혈압이 상승하고 그 부위의 혈관을 확장시키는데, 시간의 경과에 따라 또 심실로부터 혈액이 계속 박출 됨에 따라 대동맥 내 혈액의 관성을 증가하여 압력의 증가는 점점 말초 혈관으로 퍼져간다. 이와 같은 심박에 따른 흥벽 및 혈관에서의 박동파형을 맥파라고 한다. 맥파에는 압력 맥파(pressure pulse)와 용적 맥파(volume pulse)로 나누어지며, 용적 맥파는 말초세동맥의 용적변화를 비관혈적으로 검사하는 방법이다.

따라서 경동맥파와 같은 압력파가 아니고, 용적맥파라고 한다¹¹⁾. 광용적맥파 측정기(Photoplethysmography)는 광센서를 통해서 피부 근처에 분포하는 모세혈관들의 시간에 따른 혈액 용적변화를 기록하는 장치로 비침습적이고 생체신호 검출의 용이성이 있다¹²⁾. 시간에 따른 심박의 주기적인 변화를 심박변이도(HRV-Heart Rate Variability)라고 하는데, 하나의 심박 주기로부터 다음 심박 주기 사이의 미세한 변이를 보여주는 것이다¹³⁾. 심박변이도는 혈관건강 및 스트레스 검사에 이용할 수 있는 것으로 알려져 있으며 여러 연구 분야에서 활용되고 있다¹⁴⁾. 본 연구에서 측정된 맥파 스트레스 지수는 한국 과학기술연구원 벤처재단 (주)바이오센스 크리에이티브에서 개발한 유비오맥파(uBioMacpa) 측정기¹⁵⁾가 사용되었다. 맥파의 측정은 유럽 심장학회와 북미 심조율 전기생리학회의 심박동 변이(HRV-Heart Rate Variability) 신호의 분석방법과 표준 가이드라인¹⁶⁾을 근거로 하였다. 본 연구에서 사용된 맥파 측정기에서 측정된 맥파 스트레스 지수는 맥박변화도 (맥박다양성의 수치), 심박분포도 (HRV의 분포), 자율신경균형도 (스트레스의 유형)의 상세분석 각 항목의 값을 종합하여 수치로 표현한 것이다¹⁷⁾. 상세분석으로 LF (Low Frequency - 교감활성지표)는 긴장이나 흥분 상태를 나타낸다. HF(High Frequency - 부교감활성지표)는 분노, 근심, 공포상태에서 낮게 표시된다. LF/HF(자율신경의 균형척도), Mean BPM(1분당 평균 심박수), SDNN(맥박 표준편차)는 외부 환경에 대한 신체의 적응력을 나타낸다. RMSSD(평균편차)는 심장 안전도라고도 표기하며 부교감활성 정

도를 확인하며, 위의 상세분석을 통해 스트레스를 분석하게 된다. 맥파 스트레스 지수 해석은 25% 이하는 스트레스가 거의 없는 상태, 26~35% 이하는 일시적인 스트레스 상태, 36~45% 이하는 초기 스트레스 상태, 46~60% 이하는 스트레스 내성이 약해지기 시작하는 시기, 61% 이상은 만성 스트레스로 진행되는 상태로 평가하였다¹⁸⁾. 통계분석은 SPSS 12.0K 통계프로그램을 사용하였으며, 상관관계 분석은 비모수 통계분석법인 Kruskal-Wallis 검정을 하고, Spearman correlation 분석을 하였다.

선행연구 결과 및 관리 매뉴얼 작성을 통하여 스트레스 감소를 위한 안전보건관리 방안을 도출하였다.

3. 연구결과

3.1 맥파 스트레스 지수 측정

맥파 스트레스 지수를 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 맥파 스트레스 지수를 분석한 결과는 45~60이하에 145명(41%)으로 가장 많은 인원이 분포되어 있고, 다음으로 60이상에 128명(36%), 35~45이하에 53명(15%), 26~35이하에 24명(6%)이며, 25이하에 6명(2%)으로 가장 적은 인원이 분포되어 있는 것으로 나타났다.

맥파 스트레스 지수 평가 기준에 따르면 이 결과는 맥파 스트레스 지수가 45~60은 일시적인 스트레스가 반복적으로 쌓이며 스트레스 내성이 약해지기 시작하는 수준에 해당하며, 60 이상인 경우에는 만성 스트레스로 진행되는 상태인 것으로 평가된다.

따라서 이 결과는 연구 대상자의 77%(273명)가 일시적인 스트레스가 반복적으로 쌓이며 스트레스 내성이 약해지기 시작하고, 만성 스트레스로 진행되는 상태인 것으로 분석되었다.

즉, 도시철도 건설 종사자의 스트레스 수준이 매우 높은 것을 알 수 있다.

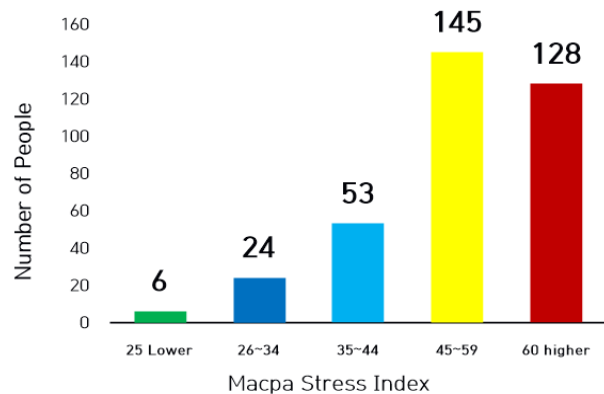


Fig. 1. Analysis of macpa stress index.

3.2 연령에 따른 맥파 스트레스 지수 분석

연령에 따른 맥파 스트레스 지수 분석결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Analysis of t macpa stress index by age

Age	Number of people	Macpa stress Index	
		Median	Average
44 younger	49	43	96
45~54	94	56	175
55~64	183	58	196
65 older	30	61	222
P-value		0.0001	

맥파 스트레스 지수는 95% 신뢰수준에서 연령에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다 ($p = 0.0001 < 0.05$). 그 중에서 65세 이상의 연령에서 맥파 스트레스 지수가 가장 높은 것으로 나타났으며, 56세~64세, 46~54세가 근소한 수치로 그 뒤를 이었다. 그리고 45세 이하의 연령대에서 맥파 스트레스 지수가 가장 낮은 것으로 분석되었다.

3.3 근속년수에 따른 맥파 스트레스 지수 분석

근속년수를 5년 이하부터 21년 이상으로 분류하여 분석한 맥파 스트레스 지수 결과는 Table 3와 같다.

신뢰수준 95%에서 근속년수에 따른 맥파 스트레스 지수는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다 ($p = 0.0409 < 0.05$). 맥파 스트레스 지수 평균은 근속년수 5년 이하에서 가장 낮고, 다음으로 21년이상, 6~10년, 11~15년 순으로 높아지며, 16~20년이 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 3. Analysis of macpa stress index by year of service

Year of service	Number of people	Macpa stress index	
		Median	Average
5 lower	71	53	156
6~10	78	58	178
11~15	59	58	191
16~20	67	60	206
21 higher	81	56	168
p - value		0.0409	

3.4 직책에 따른 맥파 스트레스 지수 분석

직책에 따른 맥파 스트레스 분석결과는 Table 4와 같다.

신뢰수준 95%에서 직책에 따른 맥파 스트레스 지수는 관리자부터 보통인부까지 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다 ($p = 0.0056 < 0.05$).

Table 4. Analysis of macpa stress index by job position

Job position	Number of people	Macpa stress index	
		Median	Average
Manager	36	56	167
Skilled worker	212	59	194
Machine operator	79	52	149
Ordinary worker	29	55	163
P-value		0.0056	

직책에 따른 맥파 스트레스 지수는 기능공이 가장 높게 나타났으며, 건설기계운전원이 가장 낮은 것으로 나타났다.

3.5 고용형태에 따른 맥파 스트레스 지수 분석

고용형태에 따른 맥파 스트레스 지수 분석결과는 Table 5와 같다. 고용형태에 따른 맥파 스트레스 지수는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다 ($p = 0.6929 > 0.05$).

본 연구 대상자 중 84%(n=297명)인 일용직의 맥파 스트레스 지수가 정규직보다 약간 높은 것으로 나타났다.

Table 5. Analysis of macpa stress index by employment type

Employment type	Number of people	Macpa stress index	
		Median	Average
Daily worker	297	58	179
Regular occupation	59	56	173
p - value		0.6929	

3.6 근로직종에 따른 맥파 스트레스 지수분석

근로직종에 따른 맥파 스트레스 지수 분석결과는 Table 6과 같이 분석되었다. 신뢰수준 95%에서 근로직종에 따른 맥파 스트레스 지수는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다 ($p = 0.0670 > 0.05$). 그 중에서 구조물공, 터널공의 맥파 스트레스 지수가 높고, 토공이 가장 낮게 나타났다.

Table 6. Analysis of macpa stress index by working type

Working type	Number of people	Macpa stress index	
		Median	Average
Earthworks worker	36	52	139
Temporary worker	20	55	153
Tunnel worker	84	57	181
Waterproof worker	9	54	169
Structure worker	183	58	191
Special form worker	24	56	159
p - value		0.0670	

4. 결론 및 고찰

본 연구에서는 맥파스트레스 지수를 측정하고, 측정 결과 스트레스가 높은 집단에 대한 안전보건관리방안을 제시하였다.

맥파 스트레스 지수는 연령에 따라 95% 신뢰수준에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. ($p = 0.0001 < 0.05$). 근속년수에 따른 맥파 스트레스 지수는 신뢰수준 95%에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다 ($p = 0.0409 < 0.05$). 직책에 따른 맥파 스트레스 지수는 관리자부터 보통인부까지 신뢰수준 95%에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다 ($p = 0.0056 < 0.05$).

1) 연구 대상자 356명 중 맥파 스트레스 지수가 45 이상인 종사자가 77% (273명)로 분석되어 스트레스 수준이 매우 높게 분석되었다. 맥파 스트레스 지수가 45 이상인 종사자에 대하여 주기적 스트레스 지수 측정·관리, 작업 전·후 스트레칭 실시, 규칙적인 휴식시간 부여, 일요일 휴무제 실시, 작업환경관리 등 직무 스트레스를 줄일 수 있는 안전보건관리 방안의 도입이 필요하다. 2) 연령이 높은 사람이 스트레스 지수가 높게 나오는 이유는 체력 및 근력 저하, 고소작업에 대한 불안감 증가이다. 따라서 맥파 스트레스 지수가 가장 높은 65세 이상에 대하여 작업 강도에 따른 순환배치, 고소작업 지향 등 작업배치의 개선을 통해 스트레스로 인한 개인의 질병을 줄이고 작업에 집중할 수 있는 방안을 강구하는 것이 필요하고, 규칙적인 스트레칭 실시 등의 안전보건관리 방안이 필요하다. 3) 16~20년 종사자가 스트레스 지수가 높게 나오는 이유는 숙련공에게 집중되는 어려운 작업의 배분 및 단기작업으로 인한 이직에 대한 불안감이다. 따라서 근속년수 분석에서 맥파 스트레스 지수가 가장 높은 16~20년 종사자에 대하여 수시 개인건강 상담 실시, 지속적이고 연속적인 공정 진행으로 이직에 대한 불안감 해소, 적정한 1일 작업량 배분의 기준 수립 등의 안전보건관리 방안이 필요하다. 4) 연구대상자의 60%(212명)인 기능공의 스트레스 지수가 높게 분석되었다. 기능공의 스트레스 지수가 높게 나오는 이유는 협소한 공간작업, 고소작업, 중량물 자재(유로폼, 스틸 장선, 명에재, 버팀 솔져 등) 운반 작업에 따른 피로의 증가 때문이다.

따라서 맥파 스트레스 지수가 가장 높은 기능공에 대하여 안전설계를 통한 안전하고 편안한 작업대 설치, 편안하고 실용성 있는 개인보호구 지급, 건설기계를 활용한 중량물작업 지향, 쾌적한 작업환경 조성 방안 등의 안전보건관리방안이 필요하다. 5) 스트레스 지수

가 높게 분석된 구조물공에 대하여 송풍시설 설치의 작업환경 개선, 휴게시설 설치 및 규칙적인 휴게 시간 부여가 필요하다. 6) 구조물공의 스트레스 지수가 높게 나오는 이유는 고소작업, 협소한 공간작업, 중량물작업, 작업공정의 일방적 지시, 공정 달성에 대한 무리한 작업 진행 때문이다. 맥파 스트레스 지수가 가장 높은 구조물공에 대하여 고소작업시 시스템 발판 설치, 떨어짐에 대한 심리적 스트레스를 줄일 수 있는 떨어짐 방지망 2중 설치, 좁은 공간 작업 시 환풍시설 설치, 중량물 작업시 건설기계 지원, 작업 공정에 대한 정보의 소통과 공유, 작업 중 휴게시간 부여 등의 안전보건관리 방안이 필요하다. 7) 일시적인 스트레스 상태인 스트레스 지수가 34이하(30명-8%)는 유스트레스로 개인과 조직의 안전보건관리에는 유익하게 작용하나, 초기 스트레스 상태인 스트레스 지수 35 이상(326명 - 92%)에서는 디스트레스로 근로자의 신체적·정신적 부작용을 초래하여 도시철도 건설종사자의 안전을 저해하는 주요 요인이 될 수 있기 때문에 이의 예방을 위한 작업전·후 스트레칭 실시, 휴게시간 준수, 특수건강검진 실시, 작업환경 측정 등의 적절한 지원이나 대안이 필요한 것으로 사료된다. 생리학적으로 연령이 높아지고 근속년수가 증가할수록 맥파 스트레스 지수가 증가하는 결과는 연령이 높아지고 근속년수가 많아지면 체력 저하로 인한 작업능력 감소에 따른 스트레스를 많이 받는 것으로 볼 수 있다. 고용형태에서 상용직과 일용직은 유의한 관계가 없는 것으로 나타남은 고용형태에 따른 맥파 스트레스 지수는 영향을 덜 받는 것을 알 수 있다.

선행연구에서 연령별 그룹에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다($P<0.05$). 그 중에서 65세 이상의 연령에서 맥파 스트레스가 가장 높은 것으로 나타났다으며, 직책에 따른 맥파 스트레스는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다 ($P<0.05$). 그 중에서 기능공이 맥파 스트레스가 가장 높게 나타났다¹⁹⁾.

현장에서의 맥파 스트레스 지수 활용 방안으로 수시 측정과 정기 측정방안을 도입하였다. 근로자의 맥파 스트레스 지수 측정 요청이 있을 시 휴대폰에 스마트 앱을 설치하여 스트레스를 측정하고 그 결과를 현장에서 바로 알려주어 측정자의 현재 스트레스 지수를 확인할 수 있도록 하였다. 측정 결과 스트레스 지수가 높을 시 명상 등의 개인휴식, 작업 재배치 요청, 병원 진료를 받도록 권고한다. 또한 정기 측정은 매월 1회 맥파 스트레스 지수를 측정하여 누적 스트레스 데이터를 활용하여 스트레스 감소를 위한 안전보건관리에 활용하도록 안전보건관리 매뉴얼에 반영하였다.

References

- 1) I. K. Han, "A Study on the Risk Level of Work Ttypes in Urban Railway Construction", Master Thesis, Graduate School of Technology, Pukyong National University, pp. 11-13, 2015.
- 2) J. K. Yang, "Study on Solution by Subway Construction Accident Type - Mainly in Daegu Subway Line 2 Construction-", Master Thesis, Graduate School, Keimyung University, pp. 29-32, 2005.
- 3) Y. S. Park, S. Y. Park and D. H. Lee, "The Effects of Job Stress of Construction Workers on Construction Accidents and Turnover Intention", Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering, Vol. 40, No. 3, pp. 59-65, 2017.
- 4) Y. J. Lee and S. R. Chang, "Relationship between Job Stress and Work Ability", J. Korean Soc. Saf., Vol. 27, No. 3, pp. 125-130, 2012.
- 5) L.R. Murphy and T.F. Scheonborn, "Stress Management in Work Settings", NIOSH, 1987.
- 6) S. J. Chang et al., "Developing an Occupational Stress Scale for Korean Employees", Korean J. Occup. Environ. Med., Vol. 17, No. 4, pp. 297-317, 2005.
- 7) S. S. Kim, Y. J. Oh, T. I. Jang and Y. H. Lee, "A Review on the Applicability of Korea Occupational Stress Scale (KOSS) to Nuclear Workers", The Autumn Conference, Ergonomics Society of Korea, pp. 396-402, 2012.
- 8) J. S. Chae, Y. J. Lee and S. R. Chang, "Analysis of the Relationship between Heart Rate Variability Stress and Korea Job Stress Level - Focusing on Subway Construction Workers", J. Korean Soc. Saf., Vol. 37, No. 1, pp. 64-69, 2022.
- 9) H, J. Jeon, S. J. Park, D. H. Shin, I. S. Jeong and M. Y. Lee, "The Relationship between the Korea Occupational Stress Scale and Pulse Wave Velocity among Male Firefighters", Journal of the Korea J. Occup. Environ. Med., Vol. 23, No. 4, pp. 450-462, 2011.
- 10) J. M. Kwon, "Relevance and Influence Factors of Emotional Labor and MBTI Character Type, Type of Duty, Working Conditions, and Health Characteristics among the Healthcare Workers", Doctorate, Graduate School, Daegu Haany University, 2019.
- 11) B. C. Choi, C. H. Kim, D. K. Jung and D. J. Suh, "On Study of Pulse Wave Signal According to Postural Change Using Finger Plethysmography", The Spring Conference, Korean Society of Medical & Biological Engineering, pp. 125-126, 1998.
- 12) Y. H. Jang and Y. J. Park, "A Study on the Relationship between Luminous Pulse Wave and SF-36 in Women's Quality of Life", Journal of Korean Medicine, Vol. 41, No. 2, pp. 34-42, 2020.
- 13) D. S. Han, N. R. Jeong, D. W. Kim, Y. E. Kim and C. H. Lee, "Analysis of Stress Level of Korean by Heart Rate Variability Measurement", The Korean Journal of Stress Research, Vol. 15, No. 3, pp. 163-169, 2017.
- 14) N. Michels et al., "Children's Heart Rate Variability as Stress Indicator; Association with Reported Stress and Cortisol", Biological Psychology, Vol. 94, No. 2, pp. 433-440, 2013.
- 15) M. R. Ryuk, "The Effect of Duty and Psychosocial Stress in Driver on Stress ring of Iris and Autonomic Nervous System", Master Thesis, Graduate School, Daejeon University, pp. 49-54, 2017.
- 16) B. C. Choi, C. H. Kim, D. K. Jung and D. J. Suh, "On Study of Pulse Wave Signal According to Postural Change Using Finger Plethysmography", The Spring Conference, Korean Society of Medical & Biological Engineering, pp. 125-126, 1998.
- 17) Y. H. Jang and Y. J. Park, "A Study on the Relationship between Luminous Pulse Wave and SF-36 in Women's Quality of Life", Journal of Korean Medicine, Vol. 41, No. 2, pp. 34-42, 2020.
- 18) S. Y. Boo, "Effects of Dance/Motion Psychotherapy on Infertility Stress and Depression Reduction in Infertile Women Based on Blanche Evan's Theory", Master Thesis, Department of Art Psychotherapy, Myongji University. pp. 29-30, 2015.
- 19) J. S. Chae, Y. J. Lee and S. R. Chang, "Analysis of the Relationship between Heart Rate Variability Stress and Korean Job Stress Level - Focusing on Subway Construction Workers" Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering, Vol. 37, No. 13, pp. 64-69, 2022.