중년 남성 소방관의 심폐체력과 동맥경직도, 심박수변이도 및 수면의 질 간의 연관성

강설중¹⁾ · 하지철²⁾ · 윤재량²⁾ · 고광준^{3)*}

1) 창원대학교, 2) 한국체육대학교, 3) 국민체력센터

ABSTRACT

Seol-Jung Kang · Gi-Chul Ha · Jae-Ryang Yoon · Kwang-Jun Ko. Relationship between Cardiovascular Fitness and Arterial Stiffness, Heart Rate Variability, Quality of Sleep in Middle-aged Male Firefighters. *KINESIOLOGY*, 2017, 19(2): 23-31. **[PURPOSE]** The aim of this study was the relationship between cardiovascular fitness and arterial stiffness, heart rate variability, and quality of sleep in middle-aged male firefighters. **[METHODS]** The subjects were 180 firefighters who were examined for cardiovascular fitness, arterial stiffness, heart rate variability, and sleep quality at the National Fitness Center in 2016. The maximal oxygen uptake was measured by exercise test. The marker of arterial stiffness was the brachial-ankle pulse wave velocity. The heart rate variability index used time domain analysis and frequency domain. The quality of sleep was assessed by the quality index of the Korean version of Pittsburgh. **[RESULTS]** There was a correlation between cardiorespiratory fitness and arterial stiffness($r=-0.292$, $p<.05$). LF/HF in cardiovascular fitness and heart rate variability($r=-0.318$, $p<.05$). However, there was no correlation between cardiorespiratory fitness and sleep quality. **[CONCLUSIONS]** These results can be used as a basis for judging the importance of cardiorespiratory fitness enhancement to prevent the risk of cardiovascular disease in firefighters.

Key words : firefighters, cardiovascular fitness, arterial stiffness, heart rate variability, quality of sleep

주요어 : 소방관, 심폐체력, 동맥경직도, 심박수변이도, 수면의 질

서론

소방관은 화재 예방과 진압, 각종 재난·재해 등의 위급한 상황에서 구조, 구급이라는 현장대응 업무 시 육체적 활동을 기본으로 직무를 수행한다. 이러한 소방관의 직무수행 시 물리적, 화학적, 인체공학적 등의 다양한 위험인자에 직, 간접적으로 노출되기 쉬운 편이기 때문에 고위험 직업군으로 분류되고 있다(Kim et al., 1997; Markowitz et al., 1989). 특히 소방관은 타 직종에 비해 심혈관질환, 근골격계 질환 및 정신질환 등에 쉽게 노출되는 것으로 알려져 있다(Heinrichs et al., 2005; Soteriades et al., 2011; Szubert & Sobala, 2002). 이는 소방관의 직무 수행 시 신체적 부담이 높기 때문인 것으로 볼 수 있다. 그러므로 소방관은 효율적으로 직무를 수행하기 위해서 높은 수준의 신체적 능력과 체력 등이 요구된다(Brownlie et al., 1985; Misner et al., 1987; Rhea et

al., 2004).

그러나 소방관의 심폐체력은 동일 연령대에 비해 낮으며, 심폐체력이 낮을수록 각종 손상의 위험도가 높아지는 것으로 나타났다(Jin & Im, 2015; Poplin et al., 2014). 선행 연구에 의하면 심폐체력은 심혈관질환의 발생 위험도를 예측하는 데 활용되는 동맥경직도와 관련이 있는 것으로 나타났다(Evenson et al., 2004). 동맥경직도는 혈관의 기능적, 구조적 변화를 반영하며 맥파 속도(pulse wave velocity)로 평가할 수 있다(Laurent et al., 2006). 죽상동맥경화증이 있는 경우 맥파 속도가 상승되어 있는 것으로 나타났다(McLeod et al., 2004).

또한 심폐체력은 자율신경계 기능을 평가하는 심박수변이도에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Carter, et al., 2003; Lynn & Julian, 1988). 심박수변이도는 심혈관 질환 발생 예측인자로 심장의 전기적 활동을 반영하는 심전도에서 R-R 간격의 변화율(R-R Interval Variability)

* 교신저자: tigerkor80@naver.com

을 관찰하여 자율신경계 활성도를 측정한다. 자율신경계에 이상이 오면 교감신경과 부교감신경 간 상호작용이 감소되어 심박수변이도의 감소가 일어난다(Malliani et al., 1991; Servant et al., 2009).

한편 소방관의 근무체계는 지방자치단체별로 다르지만 대체적으로 3교대 형식을 채택하고 있다. 이러한 소방관의 일주기 생체 리듬(cadian rhythm)을 교란시키는 교대근무로 인해 수면장에도 문제가 된다(Akerstedt, 2003; Lim et al., 2014). 최근 국가인권위원회(National Human Rights Commission of Korea, 2016)의 소방관 7,583명을 대상으로 한 건강문제에 대한 조사에 의하면 불면증 또는 수면장애가 43.2%로 나타났으며, 소방방재청(National Emergency Management Agency, 2014)의 조사에서는 37,093명의 소방관 중 36.6%는 수면장애 관리, 21.9%는 수면장애 치료가 필요한 것으로 나타났다. 수면장애로 인한 주의집중력 저하, 피로감 등의 여러 증상은 각종 사고의 원인 및 심혈관질환 발생에도 부정적 영향을 미치게 된다(Kim et al., 2002; Parish, 2009). 수면의 질에 영향을 주는 요인이 여러 가지로 제시되고 있으며 체력과 수면 간의 인과 관계를 결론내기에는 미흡하지만 Markham et al.(2009)의 연구에 의하면 유산소 운동능력과 수면의 질 간 연관성이 있는 것으로 보고하였다.

이러한 측면에서 소방관의 심폐체력은 심혈관질환 발생을 예측하는 데 활용되는 동맥경직도, 심박수변이도 및 수면의 질 등에 영향을 줄 수 있을 것으로 본다. 하지만 화재진압, 구조, 구급 업무를 수행하는 중년 남

성 소방관을 대상으로 심폐체력에 따른 동맥경직도, 심박수변이도와 수면의 질을 비교, 분석 및 각 변인 간의 연관성을 규명한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 중년 남성 소방관의 심폐체력과 동맥경직도, 심박수변이도 및 수면의 질 간의 연관성에 대해 확인하고자 하는 데 있다.

연구방법

연구대상

본 연구의 대상자는 2016년 서울시 국민체력센터에서 운동부하검사, 동맥경직도, 심박수변이도 및 수면의 질 검사를 실시한 50대 중년 남성 소방관 180명을 대상으로 하였다. 중년 남성 소방관은 화재진압, 구조 및 구급 업무를 수행하는 근무자로 구성하였으며, 이들 중 내분비질환과 심혈관질환 등의 신체적 질환 및 자율신경계에 영향을 미치는 약물을 복용하는 경우는 대상자에서 제외하였다.

심폐체력 수준은 운동부하검사에 의한 최대산소섭취량($\dot{V}O_2\max$)의 자료 표본을 삼분위수 [Tertile: Low (0~33.3%), Middle(33.3~66.9%), High(66.9~100%)]로 하여 낮은 체력 수준($n=58$), 중간 체력 수준($n=62$), 높은 체력 수준($n=60$)으로 집단을 분류하였다. 이에 따른 피험자의 신체적 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. Physical characteristics of according to level of cardiovascular fitness

Cardiovascular fitness	Low ^a (n=58)	Middle ^b (n=62)	High ^c (n=60)	p	post hoc
$\dot{V}O_2\max$ (ml/kg/min)	31.61±3.26	37.8±1.39	44.12±3.74	.000	a<b<c
Age (years)	57.86±2.46	56.98±2.98	55.63±5.59	.009	a, b>c
Height (cm)	171.21±4.78	170.36±3.93	171.72±4.01	.207	ns
Weight (kg)	75.03±7.50	72.06±6.65	70.65±12.41	.033	a>b, c
Body mass index (kg/m ²)	25.55±2.09	24.77±2.02	24.64±1.79	.028	a>b, c
Body fat (%)	25.14±3.47	23.53±2.47	23.11±3.04	.001	a>b, c
Systolic blood pressure (mmHg)	127.17±13.06	127.24±10.22	124.93±10.42	.445	ns
Diastolic blood pressure (mmHg)	76.55±8.10	77.47±7.97	75.03±7.69	.234	ns
Exercise status (%)	70.7	72.6	93.3	.003	a, b<c
Smoking status (%)	22.4	21.0	20.0	.954	ns
Drinking status (%)	93.1	91.9	91.7	.950	ns

Exercise status; ≥30 min/day on ≥3 day/week, Smoking status; ≥1 cigarettes daily, Drinking status; ≥ once/month
ns: no significant

본 연구는 헬싱키 선언의 윤리 원칙을 준수하여 수행되었으며 피험자에게 실험에 관한 내용을 설명하였으며 동의서를 작성 받은 후 실시하였다.

측정 항목 및 방법

신체계측과 혈압 검사

신장과 체중은 전자계측기(inBody 3.0, Biospace, Korea)를 이용하여 측정하였다. 체질량지수(body mass index; BMI)는 체중(kg)을 신장(m²)의 제곱으로 나누어 계산하였다.

안정 시 수축기와 이완기 혈압을 측정하기 위해서 10분 이상 안정을 취한 상태에서 심장 높이에 자동 혈압계(FT-500R plus, Jawon)를 위치하고 오른쪽 상완동맥을 커퍼에 넣은 후 움직이지 않도록 한 상태에서 2회 측정하여 평균값을 기록하였다.

심폐체력 검사

심폐체력은 자동 호흡가스 분석 시스템(Q4500, Quinton, Bothell, WA)을 이용하여 운동부하검사를 실시하여 $\dot{V}O_2\text{max}$ 를 측정하였다. 운동부하검사 시 프로토콜은 변형된 Balke 프로토콜을 변형하였다. 운동부하검사의 판정기준은 운동자각도 17 이상, 심박수가 최대심박수의 ± 5 이상, 호흡교환율 1.15 이상일 때로 정의하였다.

동맥경직도 검사

동맥경직도 검사는 대상자가 누운 상태에서 맥파속도 측정 전에 최소 5분 이상 안정을 취한 후, 자동파형분석기(automatic waveform analyzer; VP-1000, Komaki, Japan)를 사용하여 ba-PWV를 측정하였다. 본 연구에 이용된 ba-PWV는 양측 ba-PWV의 수치를 평균화하여 얻어진 값이다.

심박수변이도 검사

심박수변이도는 SA-2002E(Medicore Co Ltd. Korea)를 사용하였다. 5분간의 심박변동을 측정한 후 다음의 지표들을 사용하였다. 시간영역 분석을 통하여 심박동수(mean heart rate), 전체 R-R 간격의 표준편차

(Standard Deviation of all the Normal R-R intervals; SDNN), 연속한 R-R간격의 차이를 제공한 값의 평균의 제곱근(Root Mean Square of Successive Differences between The Normal Heart Beats, RMSSD) 등을 구하였다.

주파수 영역 분석을 통해서 저주파 영역(Low frequency; LF), 고주파 영역(High frequency; HF)를 구했으며 LF/HF ratio를 확인하였다. 주파수 영역 지표는 로그 변화된 값을 이용하였다.

수면의 질 조사

수면의 질은 Buysse et al.(1989)이 개발한 피츠버그 수면 질 지수(Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI)를 Sohn et al.(2012)이 번역한 한국판 피츠버그 수면의 질 지수로 평가하였다.

PSQI는 주관적인 수면의 질, 수면 잠복기, 수면 기간, 평소의 수면 효율, 수면 방해, 수면제 사용, 주간 기능장애의 7가지 세부 항목으로 구성되어 있으며 각 영역별로 0~3점으로 측정하고 총점은 7개항목 점수를 더한 0점에서 21점까지이며 총점이 높을수록 수면의 질이 떨어진다고 한다. 총점이 5점 이하일 경우 수면이 양호한 군으로 분류한다.

수면의 질 개발 당시 신뢰도 검정 결과, 내적 일치도를 나타내는 Cronbach's α 값은 .83이었고 본 연구에서는 .72이었다.

자료 분석

모든 통계분석은 SPSS Win (ver 18.0)을 이용하였다. 심폐체력 수준에 따른 동맥경직도, 심박수변이도, 수면의 질 차이를 알아보기 위해서 일원배치분산분석(one-way ANOVA)과 사후검증(post hoc)은 SNK(Student Newman Keuls)를 실시하였다.

심폐체력과 동맥경직도, 심박수변이도 및 수면의 질 간의 연관성은 연령, 운동상태, 흡연상태, 음주상태를 공변량으로 하여 편상관계분석(partial correlation analysis)을 실시하였다. 본 연구의 통계적 유의수준(α)은 .05로 설정하였다.

Table 2. Comparison of arterial stiffness, heart rate variability, and quality of sleep according to level of cardiovascular fitness

Cardiovascular fitness classification	Low ^a (n=58)	Middle ^b (n=62)	High ^c (n=60)	<i>p</i>	post hoc
Arterial stiffness					
Left ba-PWV (cm/sec)	1380.21±189.40	1384.82±119.98	1333.85±156.03	.188	ns
Right ba-PWV (cm/sec)	1356.40±188.16	1369.08±121.69	1324.35±154.64	.325	ns
Mean ba-PWV (cm/sec)	1368.30±185.34	1376.95±117.69	1329.10±153.65	.241	ns
Heart rate variability					
Mean heart rate (bpm)	72.39±10.34	67.74±6.92	67.22±8.51	.104	ns
SDNN (ms)	54.94±39.36	43.80±27.23	38.34±16.19	.148	ns
RMSSD (ms)	23.17±16.23	20.69±12.14	19.91±8.48	.667	ns
Log LF	6.16±1.32	5.54±0.95	5.52±0.83	.075	ns
Log HF	5.37±1.76	5.01±1.18	5.15±1.05	.666	ns
LF/HF ratio	2.52±1.64	2.00±1.56	1.45±0.88	.041	a>b, c
Quality of sleep					
Subjective sleep quality (score)	1.16±0.61	1.17±0.70	1.08±0.68	.731	ns
Sleep latency (score)	1.00±0.90	0.98±0.71	1.06±0.91	.892	ns
Sleep duration (score)	1.26±0.58	0.91±0.65	1.08±0.58	.031	a>b, c
Habitual sleep efficiency (score)	0.19±0.50	0.32±0.81	0.26±0.65	.642	ns
Sleep disturbances (score)	1.79±0.74	1.70±0.91	1.70±0.80	.832	ns
Use of sleeping medication (score)	0.05±0.21	0.15±0.51	0.06±0.23	.289	ns
Day time dysfunction (score)	0.37±0.58	0.34±0.73	0.26±0.52	.672	ns
Total (score)	5.81±2.48	5.57±3.35	5.49±2.75	.856	ns

baPWV; brachial-ankle pulse wave velocity, bpm; beats per min, SDNN; standard deviation of all the normal R-R intervals, RMSSD; root mean square of successive differences between the normal heart beats. Log LF; log transformation of the low frequency component, Log HF; log transformation of the high frequency component
no; no significant

결과

심폐체력 수준에 따른 동맥경직도, 심박수변이도 및 수면의 질 비교

<Table 2>에서 보는 바와 같이 소방관의 심폐체력 수준에 따른 ba-PWV는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

심박수변이도 지표 중 LF/HF의 경우 낮은 체력에 비해 중간 체력과 높은 체력 집단에서 유의하게 높게 나타났지만($p<.05$), mean heart rate, SDNN, RMSSD, LF 및 HF에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

또한 수면의 질 지표 중 수면 기간은 낮은 체력에 비해 중간 체력과 높은 체력 집단에서 유의하게 높게 나타났지만($p<.05$), 다른 항목에서는 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

심폐체력과 동맥경직도, 심박수변이도, 수면의 질 간의 연관성

<Table 3>에서 보는 바와 같이 소방관의 심폐체력과 동맥경직도 간의 연관성에서는 음의 상관관계가 나타났다($r=-.292$, $p<.05$).

Table 3. Correlation coefficients of between cardiovascular fitness and baPWV, heart rate variability, quality of sleep

Variables	ba-PWV	MHR	SDNN	RMSSD	log LF	log HF	LF/HF	Quality of sleep
Cardiovascular fitness	<i>r</i> -0.292	-0.135	-0.166	-0.041	-0.164	0.024	-0.318	0.178
	<i>p</i> .027	.316	.216	.763	.222	.859	.016	.185

baPWV; brachial-ankle pulse wave velocity, MHR; mean heart rate, SDNN; standard deviation of all the normal R-R intervals, RMSSD; root mean square of successive differences between the normal heart beats, LF; log transformation of the low frequency component, Log HF; log transformation of the high frequency component
r; correlation coefficient

Adjusted for age, exercise, smoking and drinking.

심폐체력과 심박수변이도 간의 연관성에서는 LF/HF와 음의 상관관계를 나타냈지만($r=-.318$, $p<.05$), mean heart rate, SDNN, RMSSD, LF 및 HF에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

또한 심폐체력과 수면 질 간에서도 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

논의

본 연구는 중년 남성 소방관의 심폐체력과 동맥경직도, 심박수변이도 및 수면의 질 간의 연관성에 대한 것이다. 본 연구의 결과, 심폐체력 수준에 따른 심박수변이도 지표의 LF/HF와 수면의 질 항목 중 수면 기간에서 유의한 차이가 나타났다. 또한 심폐체력과 동맥경직도 및 심박수변이도의 LF/HF에서 유의한 연관성이 있는 것으로 나타났다. 하지만 심폐체력과 수면의 질 간에는 연관성이 없는 것으로 나타났다.

소방관은 직무 특성상 화재진압 및 각종 사고현장에서 구조와 구급 업무를 수행하기 때문에 신체적, 정신적으로 긴장된 상태로 근무환경에 노출된다. 이에 소방관은 직무와 관련된 체력은 업무 수행 시 중요시된다(Rhea et al., 2004). 특히 소방관의 직무 수행 시 심폐체력이 실질적으로 필요하며(Davis & Dotson, 1987; Misner et al., 1987), 근무 중 사망 원인은 심혈관질환이 45%로 높은 수치를 보이고 있다(Kales et al., 2007). 대다수의 연구에 의하면 심폐체력은 심혈관질환의 위험인자로 증명되고 있으며(LaMonte et al., 2005; Lee, Blair & Jackson, 1999), 심폐체력이 높을수록 심혈관질환 위험을 예측하는데 활용되고 있는 동맥경직도의 감소에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Levy et al., 2007). 동맥경직도를 반영하는 지표로 상완-발목 맥파 속도(ba-PWV)가 유용한 검사법으로 사용되고 있다(Zheng et al., 1997). ba-PWV는 혈관이 경직될수록 빨라지게 되므로 심혈관질환 발생 여부를 파악하는데 도움이 된다(McLeod et al., 2004).

본 연구의 결과, 소방관의 심폐체력 수준에 따른 ba-PWV에 유의한 차이가 나타나지 않았지만 심폐체력과 동맥경직도 간에는 유의한 연관성이 있는 것으로

나타났다. 기존의 연구에서도 심폐체력과 동맥경직도 간 역상관 관계를 보이고 있다(Boreham et al., 2004; Tanaka et al., 1998; Vaitkevicius et al., 1993). 이는 소방관의 심혈관질환 발생 위험도를 낮추기 위해 심폐체력을 높이고 동맥경직도를 감소시키는 방안이 중요하다고 볼 수 있다.

또한 심폐체력은 자율신경계의 교감신경 활성도는 낮추며 부교감신경 활성도는 높이는 것으로 여러 연구에서 증명되었다. 자율신경계 활성도를 정량화할 수 있는 심박수변이도는 시간에 따른 심박동의 주기적인 변화로 SDNN는 부교감신경의 상대적 우세를 나타내며, 심박수변이도의 주파수 변인인 HF는 부교감신경의 활동에 의해서 조절되며 LF는 교감신경과 부교감신경 모두에서 조절을 받지만 교감신경이 더 우위에 있다. LF/HF 비는 교감신경과 부교감신경의 균형 상태를 반영한다(Lombardi, 2002). 특히 심박수변이도의 주요 지표가 되는 LF/HF 비가 높을 경우 교감신경의 활성도가 높거나 부교감신경의 활성도가 낮음을 의미한다. 이러한 심박수변이도는 심혈관질환의 예측지표로 활용된다(Servant et al., 2009; Tsuji et al., 1996).

본 연구의 결과, 소방관의 심폐체력 수준에 따른 심박수변이도 지표 중 LF/HF에서 유의한 차이가 나타났다. 심폐체력과 LF/HF 간에 유의한 연관성도 나타났다. 이러한 결과는 심폐체력과 심박수변이도 간 연관성이 있는 연구들과 유사한 결과이다(Buchheit & Gindre, 2006; Hwang et al. 2016). 이는 소방관의 심폐체력은 자율신경기능 장애를 낮추어 심혈관질환 발생 위험을 예방하는 데 효과적임을 알 수 있는 내용으로 볼 수 있다.

한편 소방관은 교대근무로 인한 일주기 생체리듬을 교란시켜 수면장애가 높은 것으로 나타났다(Carey et al., 2011; Mehrdad et al., 2013). 수면은 신체기능 유지, 학습과 기억 과정, 감정 처리 및 스트레스에 대한 적응 등에 필수적인 요소이다(Germain, 2013). 하지만 수면장애는 삶의 질과 업무 수행능력을 저하시키고 각종 사고와 부상의 위험을 높이며 심혈관질환 발생과도 연관이 있다(Garbarino et al., 2016; Pilcher, et al., 1997).

본 연구의 결과, 소방관의 심폐체력에 따른 수면의 질 지수 중 수면기간에서만 유의한 차이가 나타났으며 심폐체력과 수면의 질 간의 연관성은 나타나지 않았

다. Oudegeest-Sander et al.(2013)의 연구에서도 체력과 수면 간 연관성이 나타나지 않았다. 하지만 일부 연구에 의하면 규칙적인 신체활동은 깊은 수면을 유도한다고 보고하고 있다(Sherrill, Kotchou & Quan, 1998; Youngstedt, O'Connor & Dishman, 1997; Youngstedt, 2005). 소방관의 경우 수면의 질은 본 연구에서 분석하지 못한 일상생활 신체활동량 등의 생리적 요인뿐만 아니라 직무 스트레스, 외상 후 스트레스 및 우울증 등 다양한 심리적 요인에 의해 영향을 받는 것으로 제시되고 있다(Spoormaker & Montgomery, 2008). 따라서 차후에는 이러한 매개요소를 통제하여 소방관의 심폐체력과 수면의 질 간의 연관성을 분석할 필요가 있다고 본다. 더욱이 본 연구에서 수면의 질 전체 점수가 5점 이상으로 나타나 수면이 양호하지 못하였다. 이는 소방관의 수면 문제를 개선시킬 방안이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 일개 지역 소방관을 대상으로 연구가 진행되었기에 일반화하기에는 한계가 있다고 본다. 또한 본 연구에서 소방관의 심박수변이도 측정은 각 대상자의 3교대 근무상황 조건에 따른 스트레스와 피로도 등을 고려하지 못하였기에 차후에는 이를 고려하여 분석할 필요가 있다고 본다. 수면의 질 측정도 신뢰도와 타당도가 입증된 주관적인 설문지인 PSQI를 이용하였지만 객관적인 수면 평가를 하지 못하였다고 본다. 즉 소방관의 수면 상태를 명확하게 판정하기 위해 수면의 영향을 미치는 다양한 요인과 수면다원화 검사 등을 이용하여 심폐체력과 수면의 질 간에 대한 반복 연구가 필요하다고 본다.

이외에도 본 연구는 소방관의 직무와 연관된 체력 중 심폐체력만을 분석하였다. 차후에는 소방관의 직무수행 시 중요시되는 근체력 등도 포함시켜 포괄적으로 분석할 필요가 있다고 본다. 이러한 연구 제한점에도 불구하고 본 연구에서 소방관의 심폐체력은 심혈관질환 발생 위험도를 반영하는 동맥경직도와 심박수변이도와 연관이 있음을 확인하였다.

결론

본 연구에서 중년 남성 소방관의 심폐체력은 심혈관질환 발생 위험도를 반영하는 동맥경직도와 심박수변이도 지표 중 LF/HF에서 연관성이 있는 것으로 나타났다. 이는 소방관의 심혈관질환 발생 위험을 예방하기 위해 심폐체력 증진의 중요성을 판단할 수 있는 근거로 활용할 수 있을 것이다. 하지만 심폐체력과 수면의 질 간에는 연관성이 없는 것으로 나타났다. 이에 대해서는 주관적, 객관적 수면 평가 방법을 이용한 다각적인 분석을 통해 후속연구가 필요하다고 본다.

참고문헌

- Akerstedt, T. (2003). Shift work and disturbed sleep/wakefulness. *Occupation Medicine*, 53(2): 89-94
- Boreham, C. A., Ferreira, I., Twisk, J. W., Gallagher, A. M., Savage, M. J., & Murray, L. J. (2004). Cardiorespiratory fitness, physical activity, and arterial stiffness: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Hypertension*, 44: 721-726.
- Boullosa, D. A., Tuimil, J. L., & Leicht, A. S. (2009). Parasympathetic modulation and running performance in distance runners. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2): 626-631.
- Brownlie, L., Brown, S., Diewert, G., Good, P., Holman, G., Laue, G., & Banister, E. (1985). Cost-effective selection of fire fighter recruits. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17: 661-666.
- Buchheit, M., & Gindre, C. (2006). Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *American Journal of Physiology Heart Circulatory Physiology*, 291:

- 451-458.
- Buyse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kuper, D. J. (1989). The Pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28: 193-213.
- Carey, M. G., Al-Zaiti, S. S., Dean, G. E., Sessanna, L., & Finnell, D. S. (2011). Sleep problems, depression, substance use, social bonding, and quality of life in professional firefighters. *Journal of Occupation Environment Medicine*, 53(8): 928.
- Carter, J. B., Banister, E. W., & Blaber, A. P. (2003). The effect of age and gender on heart rate variability after endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(8): 1333-1340.
- Davis, P. O. & Dotson, C. O. (1987). Physiological aspects of fire fighting. *Fire Technology*, 23: 280-291.
- Evenson, K. R., Stevens, J., Thomas, R., & Cai J. (2004). Effect of cardiorespiratory fitness on mortality among hypertensive and normotensive women and men. *Epidemiology*, 15: 565-572.
- Garbarino, S., Guglielmi, O., Sanna, A., Mancardi, G. L., & Magnavita, N. (2016). Risk of occupational accidents in workers with obstructive sleep apnea: Systematic review and meta-analysis. *Sleep*, 39: 1211-1218.
- Germain, A. (2013). Sleep disturbances as the hallmark of PTSD: where are we now? *American Journal of Psychiatry*, 170(4): 372-382.
- Hwang, B. G., Byun, J. J., & Lee, J. H. (2016). The relationship of maximal oxygen uptake with heart rate variability and post-exercise heart rate recovery in young male adults. *Journal of Korean Society Living Environmental System*, 23(5): 645~651.
- Heinrichs, M., Wagner, D., Schoch, W., Soravia, L. M., Hellhammer, D. H., & Ehler, U. (2005). Predicting post traumatic stress symptoms from peritraumatic risk factors: A 2-year prospective follow-up study in firefighters. *American Journal of Psychiatry*, 162: 2276-2286.
- Jin, J. K., & Lim, S. K. (2015). The norm-referenced standard for physical fitness in middle-aged firefighters. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 62: 785~794.
- Kales, S. N., Soteriades, E. S., Christophi, C. A., & Christiani, D. C. (2007). Emergency duties and deaths from heart disease among fire fighters in the United States. *New England Journal of Medicine*, 356(12): 1207-1215.
- Kim, D. K., Ha, E. A., & Yi, C. H. (1997). Work-related diseases and health management of firefighters. *The Occupational Health*, 113: 27-34.
- Kim, Y. G., Yoon, D. Y., Kim, J. I., Chea, C. H., Hong, Y. S., Yang, C. G., Kim, J. M., Jung, K. Y., & Kim, J. Y. (2002). Effect of health on shift work: general and psychological health, sleep, stress, quality of life. *Korean Journal of Occupation Environment Medicine*, 14(3): 247-256.
- LaMonte, M. J., Barlow, C. E., Jurca, R., Kampert, J. B., Church, T. S., & Blair, S. N. (2005). Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: a prospective study of men and women. *Circulation*, 112(4): 505-512.
- Laurent, S., Cockcroft, J., Van Bortel, L., Boutouyrie, P., Giannattasio, C., Hayoz, D., Pannier, B., Vlachopoulos, C., Wilkinson, I., & Struijker-Boudier, H. (2006). Expert consensus document on arterial stiffness: Methodological issues and clinical applications. *European Heart Journal*, 27:

- 2588-2605.
- Lee, C. D., Blair, S. N., & Jackson, A. S. (1999). Cardiorespiratory fitness, body composition, and all cause and cardiovascular disease mortality in men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69: 373-380.
- Levy, D., Larson, M. G., Benjamin, E. J., Newton-Cheh, C., Wang, T. J., Hwang, S. J., Vasan, R. S., & Mitchell, G. F. (2007). Framingham Heart Study 100K Project: genome-wide associations for blood pressure and arterial stiffness. *BMC Medical Genetics*, 8: 3.
- Lim, D. K., Baek, K. O., Chung, I. S., & Lee, M. Y. (2014). Factors related to sleep disorders among male firefighters. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 26: 11.
- Lombardi, F. (2002). Clinical implications of present physiologic understanding of HRV components. *Cardiac Electrophysiology Review*, 6: 245-249.
- Lynn, A. R., & Julian, F. H. (1988). Fitness and gender-related differences in heart period variability. *Psychosomatic Medicine*, 60: 773-781.
- Malliani, A., Pagani, M., Lombardi, F., & Cerutti, S. (1991). Cardio-vascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*, 84(2): 482-492.
- Markham, A. E., McKenna, B. S., Drummond, S. P. A., & Taylor, M. K. (2009). Relationship between aerobic capacity and sleep quality in military men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(5): 50-51.
- Markowitz, J. S., Gutterman, E. M., Schwartz, S., Link, B., & Gorman, S. M. (1989). Acute health effects among firefighters exposed to a polyvinyl chloride (PVC) fire. *American Journal of Epidemiology*, 129(5): 1023-1031.
- McKenna, M., Wolfson, S., & Kuller, L. (1991). The ratio of ankle and arm arterial pressure as an independent predictor of mortality. *Atherosclerosis*, 87: 119-128.
- McLeod, A. L., Uren, N. G., & Wilkinson, I. B. (2004). Non-invasive measures of pulse wave velocity correlate with coronary arterial plaque load in humans. *Journal of Hypertension*, 22: 363-368.
- Mehrdad, R., Haghighi, K. S., & Esfahani, A. H. (2013). Sleep quality of professional firefighters. *International Journal of Prevention Medicine*, 4(9): 1095-1100.
- Misner, J. E., Plowman, S. A., & Boileau, R. (1987). Performance difference between males and female on simulated firefighting tasks. *Journal of occupational medicine*, 29(10): 801-805.
- National Emergency Management Agency (2014). 2014 year *National firefighters personnel psychological assessment questionnaire analysis*. National Emergency Management Agency.
- National Human Rights Commission of Korea (2016). *Survey on human rights situation of firefighters*. National Human Rights Commission of Korea.
- Oudegeest-Sander, M. H., Eijsvogels, T. H., Verheggen, R. J., Poelkens, F., Hopman, M. T. E., Jones, H., & Thijssen, D. H. J. (2013). Impact of physical fitness and daily energy expenditure on sleep efficiency in young and older humans. *Gerontology*, 59(1): 8-16.
- Parish, J. (2009). Sleep-related problems in common medical conditions. *Chest*, 35: 563-572.
- Pilcher, J. J., Ginter, D. R., & Sadowsky, B. (1997). Sleep quality versus sleep quantity: relationships between sleep and measures of health, well-being and sleepiness in college students. *Journal of Psychosomatic Research*, 42(6): 583-596.

- Poplin, G. S., Roe, D. J., Peate, W., Harris, R. B., & Burgess, J. L. (2014). The association of aerobic fitness with injuries in the fire service. *American Journal of Epidemiology*, 179(2): 149-155.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Gray, R. (2004). Physical fitness and job performance of firefighters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2): 348-352.
- Servant, D., Logier, R., Moustier, Y., & Goudemand, M. (2009). Heart rate variability: applications in psychiatry. *L'Encéphale*, 35: 423-428.
- Sherrill, D. L., Kotchou, K., & Quan, S. F. (1998). Association of physical activity and human sleep disorders. *Archives of Internal Medicine*, 158: 1894-1898.
- Shin, J. H., Lee, J. Y., Yang, S. H., & Chung, I. S. (2016). Factors related to heart rate variability among firefighters. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 28: 25.
- Sohn, S. I., Kim, D. H., Lee, M. Y., & Cho Y. W. (2012). The reliability and validity of the Korean version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Sleep and Breathing*, 16(3): 803-812.
- Soteriades, E. S., Smith, D. L., Tsismenakis, A. J., Baur, D. M., & Kales, S. N. (2011). Cardiovascular disease in US firefighters: a systemic review. *Cardiology in Review*, 19(4): 202-215.
- Spoomaker, V. I., & Montgomery, P. (2008). Disturbed sleep in post-traumatic stress disorder: Secondary symptom or core feature?. *Sleep Medicine Review*, 12(3): 169-184.
- Szubert, Z., & Sobala, W. (2002). Work-related injuries among firefighters: site and circumstances of their occurrence. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 15(1): 49-55.
- Tanaka, H., DeSouza, C. A., & Seals, D. R. (1998). Absence of age-related increase in central arterial stiffness in physically active women. *Arteriosclerosis Thrombosis, and Vascular Biology*, 18(1): 127-132.
- Tsuji, H., Larson, M. G., Venditti, F. J., Jr Manders, E. S., Evans, J. C., Feldman, C. L., & Levy, D. (1996). Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. The Framingham Heart Study. *Circulation*, 94(11): 2850-2855.
- Vaitkevicius, P. V., Fleg, J. L., Engel, J. H., O'Connor, F. C., Wright, J. G., Lakatta, L. E., Yin, F. C., & Lakatta, E. G. (1993). Effects of age and aerobic capacity on arterial stiffness in healthy adults. *Circulation*, 88: 1456-1462.
- Youngstedt, S. D., O'Connor, P. J., & Dishman, R. K. (1997). The effects of acute exercise on sleep: a quantitative synthesis. *Sleep*, 20: 203-214.
- Youngstedt, S. D. (2005). Effects of exercise on sleep. *Clinical Sports Medicine*, 24: 355-365.
- Zheng, Z. J., Sharrett, A. R., Chambless, L. E., Rosamond, W. D., Nieto, F. J., Sheps, D. S., Dobs, A., Evans, G. W., & Heiss, G. (1997). Associations of ankle-brachial index with clinical coronary heart disease, stroke, and preclinical carotid and popliteal atherosclerosis: the Atherosclerosis Risk in Community (ARIC) study. *Atherosclerosis*, 131: 115-125.