

## 사무직 근로자들에게 나타나는 직업 관련 목 통증에 관한 직장 내 스트레스와 작업자세의 전향적 조사

전덕훈<sup>†</sup>

경성대학교 물리치료학과

### A Prospective Investigation into the Effects of Workplace Stress and Working Postures on Work-related Neck Pain in Office Workers

Deok-Hoon Jun<sup>†</sup>

*Department of Physical therapy at Kyung Sung University*

Received: April 26, 2019 / Revised: May 28, 2019 / Accepted: May 28, 2019

© 2019 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

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.

#### | Abstract |

**Purpose:** The purpose of this study was to identify the causal relationship between workplace stress and working posture and the development of work-related neck pain in office workers.

**Methods:** The study participants included 62 office workers who had not experienced neck pain in the previous 12 months. A battery of measures to evaluate potential workplace risk factors in an office setting were conducted at baseline, and the 12-month incidence of work-related neck pain was reported via monthly questionnaires. Survival analysis was used to evaluate the longitudinal relationship between the workplace risk factors and the development of work-related neck pain.

**Results:** The incidence of work-related neck pain was 1.91 (95% CI: 1.06–3.45) per 100 person months. The incidence of neck pain was predicted to be less likely to happen when workers had a more upright thorax posture during computer work (hazard ratio, 0.94; 95% CI: 0.89–0.99). However, stress may deteriorate the preventative effects of other risk factors on neck pain and showed a positive relationship with episodes of neck pain (hazard ratio, 1.37; 95% CI: 1.03–1.84).

**Conclusion:** Understanding the psychophysiological effects of neck pain may explain the development of neck pain in office workers. Our interest in prevention plans and treatments should therefore involve a multifactorial pathology of neck pain in the workplace.

**Key Words:** Neck pain, Risk factors, Stress, Working posture

<sup>†</sup>Corresponding Author : Deok-Hoon Jun (hoon@ks.ac.kr)

## I. 서론

목 통증은 재발성 질환으로 70% 이상의 사람들이 일생에 한번쯤 겪게 되는 통증이다(Cote et al., 2004; Manchikanti et al., 2009). 그 특이성으로 인하여, 목 통증은 개인 뿐 아니라, 가족, 직업사회, 그리고 나아가 건강관리 체계에도 악영향을 미친다(Guzman et al., 2008a). 특히 직장 내 근로자의 장기부재, 그로 인한 감소된 생산력과 직업복귀를 위한 치료비용 등은 산업 사회에 막대한 손실을 초래한다(Van eerd et al., 2011).

직업별간 목 통증의 유병률과 발병률은 사무직 근로자들 사이에서 가장 높게 보고 되고 있다(Cote et al., 2009). 사무직 근로자들의 장시간 컴퓨터 사용과 좌식 근무 형태는 신체의 먼 쪽 관절의 반복적인 움직임과 몸쪽 자세 유지근들의 지속적인 수축을 일으킨다(Punnett & Bergqvist, 1997). 이런 비대칭적인 움직임은 컴퓨터 업무 동안 척추만곡 유지를 힘들게 하여 근골격계 질환을 유발할 수 있다(Gerr et al., 2006; Kotani et al., 2007). 또한, 물리적 원인을 넘어 사무직 근로자들은 높은 강도의 심리적 근무 스트레스를 경험하게 된다. 주목할 점은, 심리학적 부담이 역학적 스트레스가 일으키는 목 통증 병리현상을 가속화 시키는 역할을 하게 된다(Griffiths et al., 2011; Sjogaard et al., 2000).

이렇듯 목 통증은 재발성 특성을 가지고 물리적, 심리적 요인이 복합적으로 작용하는 다인성 질환(multifactorial disorder)이다. 이런 특이성이 목 통증과 위험인자(risk factors)의 인과관계에 대한 연구 실행을 어렵게 만든다. 예를 들어, 비교적 수행하기 쉬운 횡단면 연구를 통한 목 통증 위험인자 조사는 단적 상관관계를 나타낼 뿐, 종적 인과 관계를 설명하지 못한다(Jun et al., 2017). 종적 연구의 실행을 어렵게 만드는 시간과 경제적 이유로 인하여 (Toledano et al., 2015), 지금까지 종적 연구를 통한 목 통증 위험인자에 대한 물리적, 심리적 요인의 복합적인 국내 조사는 보고된 바 없다. 따라서 직업관련 목 통증과 위험인자의 인과관계를 이해하기 위한 종적 연구의 필요성은 크다. 그러므로, 이 연구의 목적은 전향적 조사를 통해 직장

내에 존재하는 다양한 물리적, 심리적 위험 인자들을 평가하고 그 인자들과 직업관련 목 통증 발생률(incidence) 과의 인과관계를 밝히는 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 설계 및 대상자 선정

본 연구는 12 개월 전향적 연구(prospective design study) 로 경산시 D 대학교의 사무직 근로자를 대상으로 하였다. 대상자 모집은 사내 공지, 건물 내 광고지 등을 통하여 진행하였다. 모든 대상자는 참여 동의서를 읽고 실험 내용을 충분히 인지한 후 참여의사를 밝혔다. 본 실험은 연구 관리 위원회의 승인아래 시행되었다(Human Research Ethics Committee in University of Queensland; Approval number-2014000308). 두 달간 진행된 대상자 모집에서 총81 명의 자발적 참여의사를 받았으며, 그 중 62명의 지원자만이 연구 대상자 자격조건을 만족하였다.

### 2. 대상자 자격 조건

연구 대상자 자격 조건은 다음과 같다. 1) 18세 이상 성인, 2) 정규직 근로자로 주간 30시간 이상 근무, 3) 주간 20 이상의 컴퓨터 사용, 4) 지난 1년간 근골격계 질환을 가지지 않은 자. 목 통증은 성인기 이전에 발병을 할 수 있으며(Hogg-Johnson et al., 2008), 재발성이기 때문에, 목 통증 병력은 현 대상자의 목 통증 병리에 영향을 미친다(Guzman et al., 2008b). 따라서, 최근 1년간 근골격계 질환을 가진 지원자는 제외되었다.

### 3. 대상자 위험인자 측정

직장 내 존재하는 위험인자와 개인적 요소 평가는 설문지와 피실험자의 직장 내 직접 방문을 통해 이루어졌다.

### 1) 설문지 조사

설문지는 대상자의 일반적 특성(나이, 키, 몸무게, 직업, 흡연 유무, 음주량) 과 근무조건(근무 시간, 컴퓨터 사용량, 근무간 휴식 시간), 그리고 근로자가 가지는 심리적 인자(우울, 불안, 스트레스), 그리고 신체활동 수준으로 구성되었다. 심리적 인자 측정을 위하여 한국형으로 번역된 Depression, Anxiety, and Stress Scale (DASS-21)을 사용하였다. 이 평가지는 각 증상 평가를 위해 7개의 항목으로 구성되어 있으며, 높은 수준의 신뢰성과 타당도를 가진다(Jun et al., 2018). 근로자의 신체활동 수준을 평가하기 위하여 신뢰성과 타당도를 갖춘 the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-SF)를 사용하였다(Oh et al., 2007).

### 2) 직장 내 방문

직장 내 방문을 통하여 대상자의 근무자세, 사무책상 환경을 평가하였다.

대상자의 근무자세를 평가하기 위해 흉곽의 움직임을 실시간으로 조사하였다. 흉곽의 움직임은 가속도 센서(3-space-data logger USB, YOST Labs product, USA)를 복장패임 아래 1cm 부근에 부착하여, 정중면 내의 흉곽의 굽힘/펴 각도를 통해 해석하였다(50Hz). 측정시간은 1시간을 기준으로 하였으며, 역학적인 부하가 없는 중립적 자세를 평가 기준으로 정하였다(Teschke et al., 2009). 중립적 자세는 중력 수직선을 기준으로 흉곽의 굽힘/펴 10° extension~10° flexion 구간으로 정의하였다. 최종 분석을 위한 자료해석은 대상자가 중립적 자세를 취한 누적시간을 총 측정시간 대비 백분위로 나타내었다. 이 측정도구의 신뢰성과 측정방법은 본 연구자의 지난 연구에 자세히 보고되고 있다(Jun et al., 2019). 대상자의 사무책상 환경요소인 모니터의 높이(눈높이/눈높이 이하/눈높이 이상), 마우스와 키보드의 위치(책상 끝에서부터 입력장치 끝부분 까지의 거리(cm), 책상의 높이(cm), 종이 문서의 위치(몸 쪽 가깝게/몸쪽과 멀게), 의자의 높이

(바른 앉은자세에서 대상자의 팔꿈관절 높이가 책상 높이와 일치/팔꿈관절 높이가 책상 높이보다 낮음/팔꿈관절 높이가 책상 높이보다 높음).

### 4. 목 통증 추적 조사

대상자의 목 통증 발병 유무와 기간을 조사하기 위해 실험참여 날짜를 기준으로 매 다가오는 30일째 추적검사를 하였다. 목 통증의 유무는 Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force 의 목 통증 정의를 기준으로 판별하였다(Guzman et al., 2008b). 목 통증의 정의는 다음과 같다; 1) 일상생활을 방해할 정도의 통증(잠, 독서, 컴퓨터 활동, 운전, 사회생활 등), 2) 결근이나 의학적 처치(마사지, 재활, 통증약)를 초래한 정도의 통증, 3) 통증의 범위는 견갑골의 극상(spine of scapular) 부위와 목 아래 패임(supra sternal notch)을 연결하는 부위부터 목덜미선(superial nuchal line)까지로 정함. 직업관련 목 통증과 외상성 목 통증을 구별하기 위하여 운동이나 불편한 잠자리 등 특정한 신체활동 중 발생한 목 통증은 제외시켰다.

### 5. 통계 분석

직업관련 목 통증의 발병률과 생존분석(survival analysis)을 위해 Stata version 13를 사용하였다. 목 통증 발병률은 Kaplan-Meier survival estimates를 통해 분석하였다(Kaplan & Meier, 1958). 위험인자들과 목 통증 발병률의 인과관계를 분석하기 위하여 Multivariate Cox Proportional Hazard Analyses를 적용하여 목 통증 발생 위험비(Hazard Ratio)를 분석하였다(Shahidi et al. 2015). 다인자 분석(multivariable analysis)에서 필요한 분석 인자들 선택에 대한 오류를 최소화 하기 위해 least absolute shrinkage and selection operator (lasso) 회귀분석 모형을 적용하였다(Tibshirani, 1996). 모델의 최적화 판단을 위해 Akaike's information criteri 검증을 실시하였다(Akaike, 1974).

Table 1. Distribution of risk factors included in the survival analysis

Variables	Index (n=58)	SD / %
Age (years)	37.17	±9.98
Female (n/%) *	24	41.38%
BMI (kg <sup>2</sup> /m) *	22.62	±3.50
Drinking per week (by 1 standard drinking)	2.06	±0.81
Smoking (n/%)	17	29.31%
Hours of sitting during week days work and home (hr)	49.53	±13.32
Hours of work per week (hr)	41.79	±4.43
Hours of computer work per day (n/%)		
Less than 6 hours per day	14	24.14%
More than 6 hours per day	44	75.86%
Hours of work prior to break (hr)	2.26	0.71
Physical activity (total MET)*	2018.00	±1756.84
Depression symptom (score/21)	3.19	±2.75
Anxiety symptom (score/21)	2.64	±2.57
Stress symptom (score/21)	5.18	±3.06
Computer screen levels (n/%)		
Eye level	34	58.62%
Lower than eye level	18	31.03%
Higher than eye level	6	10.34%
Distance of keyboard from the edge of the table (cm)	31.43	±10.19
Distance of mouse from the edge of the table (cm)	25.50	±9.31
Hard copy document positions (n/%)		
Adjacent to body	41	70.69%
Far from body	17	29.31%
Height of desk from floor (cm)	73.37	±2.09
Neutral thorax posture time (%)	24.40	±23.81

MET: Metabolic equivalent minutes. Neutral thorax posture were defined as the angular range between 10° extension and 10° flexion.

### Ⅲ. 연구 결과

#### 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

62명의 초대된 대상자중 4명의 대상자는 실험을 완료하지 못하였다. 남은 58명은 1년간 추적조사를 모두 완료하였다. 대상자의 기본 정보와 위험인자에 대한 정보는 Table 1에 기술하였다.

#### 2. 목 통증 발병률

1년 직업관련 목 통증의 평균 발병률(incidence rate)은 1.91(95% CI: 1.06 - 3.45) per 100 person months로 나타났다(Fig. 1). 본 연구 대상자들의 1년간 누적 발병률(cumulative incidence)은 19.0%로 총 11명이 직업관련 목 통증을 호소하였다. 발병률에서 남녀간 유의한 차이는 나타나지 않았다( $p=0.73$ ).

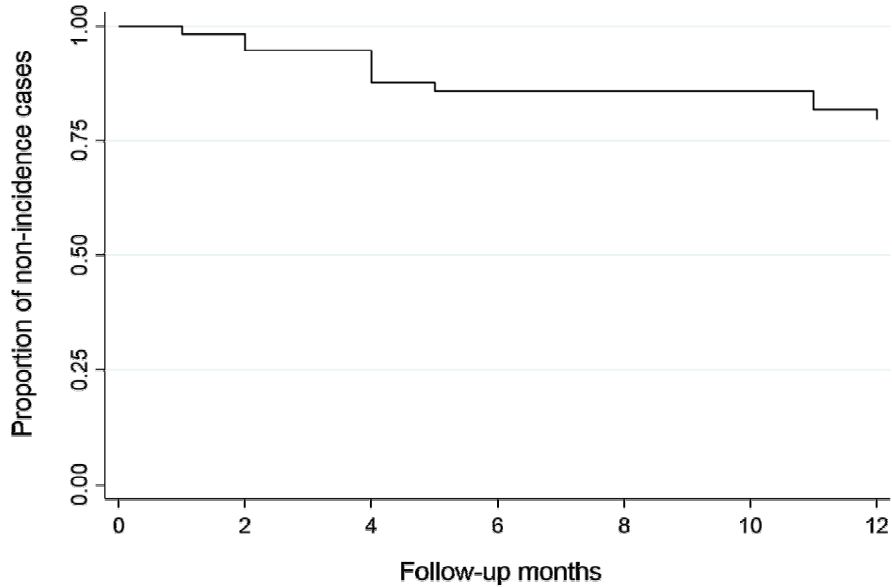


Fig. 1. Kaplan-Meier survival curves for the incidence of work-related neck pain during the 12 month follow-up. The Y-axis describes the percent of participants each month of the follow-up period who did not report an episode of work-related neck pain.

### 3. 직업관련 목 통증과 위험인자간의 인과관계

다변량 생존 분석시 대상자의 기본 정보인 나이, 성별, BMI는 인자간 상관관계에 관련없이 분석에 포함되었다. Lasso 회귀분석을 통해 선택된 위험인자는 흉곽자세, 신체활동 수준(total MET score), 키보드 위치, 스트레스 증상, 근무시간, 휴식 시간 형태로 정해졌

다(Table 2). 대상자의 연령, 성별, BMI 등의 기본 인자는 목 통증과의 유의한 인과관계를 나타내지 않았다. 또한 직장 내 존재하는 사무실 책상의 환경과 신체활동 또한 유의한 인과관계를 보이지 않았다. 흉곽의 중립적 자세는 직업관련 목 통증 발생을 막는 예방적 효과를 보였다(Hazard Ratio: 0.94, 95% CI: 0.89-0.99). 하지만 개인이 가지는 스트레스 증상은 목 통증 발생

Table 2. Multivariate Cox Proportional Hazard models indicating the calculated Hazard Ratio and significant association for risk factors and development of neck pain in office workers (n=58)

Risk factors	Adjusted HR	p	95% CI
Age (decades)	0.37	0.08	0.12 – 1.13
Female	2.32	0.41	0.32 – 16.88
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	1.24	0.12	0.94 – 1.64
Neutral thorax posture (%)	0.94	0.05	0.89 – 0.99
Stress symptom (score)	1.37	0.03	1.03 – 1.84
Physical activity (total MET)	1.00	0.24	0.99 – 1.00
Hours of work per week (hr)	1.13	0.14	0.96 – 1.33
Hours of work prior to break (hr)	2.92	0.13	0.73 – 11.65
Keyboard located in front of and close to the body (yes/no)	0.91	0.07	0.83 – 1.01

을 일으키는 위험 인자로 나타났다(Hazard Ratio: 1.37, 95% CI: 1.03-1.84).

#### IV. 고 찰

본 연구결과는 개인이 가지는 기본 인자와 직장내의 존재하는 위험인자들과의 상관관계와 목 통증 위험률과의 인과관계를 조사하여 사무직 근로자들을 위한 목 통증 예방법과 치료방법에 근거가 될 수 있는 위험인자들을 보고하고 있다. 현재까지 한국 내 사무직 근로자들을 대상으로 다변량 생존분석을 통한 목 통증 발생률과 위험인자의 인과관계 분석연구는 보고되고 있지 않다. 본 연구결과는 위험인자들의 분석을 넘어 목 통증을 임상적 예방 방향과 연구방향을 제시하는데 있어 중요한 연구가 될 것이다.

본 연구의 생존분석에서 나타난 위험비와 흉곽의 자세는 서로 유의한 인과관계를 보여주었다. 위험비 0.94는 사무직 근로자의 흉곽 중립자세 유지가 1% 증가할때마다 6%의 목 통증 발생 위험비 감소를 나타낸다. 근로자의 흉곽 중립자세 유지가 10%가 증가한다면 환자의 목 통증 발생 위험비는 86%까지 감소할 수 있다는 것으로 해석된다. 흉곽 자세의 중립은 앉은 자세에서 임상적으로 권고되는 자세이며 그 역학적 이점은 지난 연구들에서 보고 되고 있다(Caneiro et al., 2010; Edmondston et al., 2007). 중력선의 수직축에서 벗어난 척추자세는 척추근육들의 과도한 활성화와 변화된 근육 활성화 패턴을 야기 시키며, 습관적으로 유지된 자세는 잠재적인 목 통증을 유발할 수 있다(Edmondston et al., 2011; Straker et al., 2009). 이 연구에서 밝혀낸 흉곽의 중립자세와 목 통증과의 인과관계는 사무직 근로자의 흉곽자세평가의 중요성을 보여준 것이다. 이는 근로자의 목 통증 발생여부를 예측하는데 큰 도움이 될 것이다.

근로자의 인체역학적 위험성뿐 아니라, 심리적 요인들 또한 주요한 위험인자로 나타났다. 본 연구에서 측정된 심리적 인자들인 우울 증상, 불안 증상, 스트레

스 증상 중 목 통증 발생과 스트레스 증상이 가장 유의한 인과관계를 보였다. 특히 본 연구의 스트레스 증상은 설문지 각 항목의 점수를 합하여 총점을 통해 나타난 점수로, 그 증상의 범위는 0 점부터 21 점까지 넓은 범위로 나타난다. 본 연구에서 유의하게 나타난 위험비 1.37은 스트레스 증상 점수의 각 1점 증가에 대한 위험비이다. 스트레스 증상 점수가 2점 증가 시 그 위험도는 1.88로 증가하며, 5점 증가 시 그 위험비는 4.82로 다섯배에 가까운 목 통증 발생 위험을 경고할 수 있다. 목 통증 발생과 스트레스 및 심리적 요인들의 인과관계는 체계적 문헌 고찰 등에서 많이 보고되었다(Kraatz et al., 2013; McLean et al., 2010). 사무직 근로자의 특징적인 위험성은 바로 장시간의 컴퓨터 근무와 함께 상당한 수준의 정신적 요구(mental demand)에 있다(Sjogaard & Jensen, 2000). 지속된 정신적 요구는 목 통증으로 이어지는 근골격계 부상을 초래할 수 있다(Lundberg & Johansson, 2000; Waersted et al., 1996). 예를 들어 마감시간의 압박과 늘어난 업무량은 반복적이고 증가된 키보드와 마우스 활동을 초래한다(Birch et al., 2000; Eijkelhof et al., 2013). 또한 평소와 다른 근무활동은 근육의 활동 변화와 컴퓨터 사용 및 근무 휴식의 다른 패턴을 유발할 수 있다(Bongers et al., 2006; Potvin, 2012). 그러므로, 근무자의 스트레스 증상은 목 통증 예방 치료에 있어 꼭 평가되어야 할 중요한 인자로 여겨져야 할 것이다.

본 연구에서 사무책상 환경 인자들과 목 통증 발생과의 유의한 인과관계는 나타나지 않았다. 사무책상 환경의 영향은 흉곽자세와 목 통증 발생과의 인과관계에 의해 그 효과가 감소된 것으로 예측된다. 흉곽자세를 결정하는 많은 인자들 중 하나는 사무책상의 높이, 컴퓨터 입력장치의 위치, 그리고 모니터의 높낮이들이다(Kotani et al., 2007). 복합적인 사무책상환경 인자들에 의해 결정된 근로자의 흉곽자세가 다변량 생존분석에서 더 강한 예측인자로 작용하였을 것이다.

흉곽자세와 스트레스 증상의 위험성은 환자들이 갖는 기본인자들과 달리 수정이 가능한 인자들이다. 본 연구 결과는 목 통증 예방에 있어 실질적으로 적용

가능한 치료계획들을 제공할 수 있을 것이다. 특히, 한가지 특징적 인자들만을 위한 치료계획이 아닌 다인자 목표성(multi-oriented plan) 접근이 필요할 것이다. 목 통증의 병인은 다인성 질병으로 보고되고 있다 (Cote et al., 2009). 그럼으로, 목 통증 예방 및 치료 계획 시, 환자들의 기본적 인자, 심리학적 인자, 신체 생리학적 인자, 직업적 인자 등 다양한 인자들의 중재가 필요하다. 본 연구에서 다양한 위험인자들을 평가 하였지만, 대상자의 신체적 능력, 근무지에서 존재하는 사회심리적 인자들과 대상자의 스트레스 대처방안 등 다른 잠재적 위험 인자들의 평가가 이루어 지지 못하였다. 또한 흉곽 자세와 사무책상환경을 제외한 다른 인자들의 평가는 대상자의 주관적 평가에 기댄 설문지를 통하여 이루어졌다. 후속 연구에서는 다른 잠재적 인자를 포함하는 평가를 통해 목 통증의 위험성과 그 인과관계를 밝히고, 또한 더 객관적인 평가도구들을 사용하여 연구결과와의 질을 높일 수 있기를 기대한다.

## V. 결론

본 연구 결과는 사무직 근로자의 컴퓨터 작업 시 흉곽의 자세와 스트레스 증상이 목 통증 발생에 미치는 영향과 인과관계를 설명하였다. 두 위험인자는 수정 가능한 인자들이며, 또한 목 통증 발병의 인과관계는 다인자 병인론에 근거함을 뒷받침 해주었다. 특히 본 연구 결과가 자세와 근무 환경과 같은 물리적 인자들뿐만 아니라, 개인의 스트레스 수준이 목통증 발병률에 주요한 위험인자로 작용한다는 인과관계를 나타내었다. 그럼으로, 목 통증 예방 및 치료계획은 포괄적인 위험인자 평가를 기반으로 실행되어야 하며, 근무 환경이나 개개인의 근무 자세 그리고 스트레스 증상 같은 수정 가능한 위험인자들의 개선을 목표로 하여야 할 것이다.

## Acknowledgements

이 연구는 Office Ergonomic Research Committee 지원아래 연구 되었음을 알립니다.

## References

- Akaike H. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*. 1974; 19(6):716-723.
- Birch L, Juul-Kristensen B, Jensen C, et al. Acute response to precision, time pressure and mental demand during simulated computer work. *Scandinavian journal of work, environment & health*. 2000;26(4):299-305.
- Bongers PM, Ijmker S, van den Heuvel S, et al. Epidemiology of work related neck and upper limb problems: psychosocial and personal risk factors (part I) and effective interventions from a bio behavioural perspective (part II). *Journal of occupational rehabilitation*. 2006;16(3):279-302.
- Caneiro JP, O'Sullivan P, Burnett A, et al. The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. *Manual therapy*. 2010;15(1):54-60.
- Cote P, Cassidy JD, Carroll LJ, et al. The annual incidence and course of neck pain in the general population: a population-based cohort study. *Pain*. 2004; 112(3):267-273.
- Cote P, van der Velde G, Cassidy JD, et al. The burden and determinants of neck pain in workers: results of the bone and joint decade 2000-2010 task force on neck pain and its associated disorders. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2009; 32(2 Suppl):S70-86.
- Edmondston SJ, Chan HY, Ngai GC, et al. Postural neck pain: an investigation of habitual sitting posture, perception of 'good' posture and cervicothoracic

- kinaesthesia. *Manual therapy*. 2007;12(4):363-371.
- Edmondston SJ, Sharp M, Symes A, et al. Changes in mechanical load and extensor muscle activity in the cervico-thoracic spine induced by sitting posture modification. *Ergonomics*. 2011;54(2):179-186.
- Eijkelhof BH, Huysmans MA, Bruno Garza JL, et al. The effects of workplace stressors on muscle activity in the neck-shoulder and forearm muscles during computer work: a systematic review and meta-analysis. *European journal of applied physiology*. 2013;113(12):2897-2912.
- Gerr F, Monteilh CP, Marcus M. Keyboard use and musculoskeletal outcomes among computer users. *Journal of occupational rehabilitation*. 2006; 16(3):265-277.
- Griffiths KL, Mackey MG, Adamson BJ. Behavioral and psychophysiological responses to job demands and association with musculoskeletal symptoms in computer work. *Journal of occupational rehabilitation*. 2011;21(4):482-492.
- Guzman J, Haldeman S, Carroll LJ, et al. Clinical practice implications of the bone and Joint decade 2000-2010 task force on neck pain and its associated disorders: from concepts and findings to recommendations. *Spine*. 2008a;33(4 Suppl):S199-213.
- Guzman J, Hurwitz EL, Carroll LJ, et al. A new conceptual model of neck pain: linking onset, course, and care: the bone and joint decade 2000-2010 task force on neck pain and its associated disorders. *Spine*. 2008b;33(4 Suppl):S14-23.
- Hansson EK, Hansson TH. The costs for persons sick-listed more than one month because of low back or neck problems. A two-year prospective study of Swedish patients. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2005; 14(4): 337-345.
- Hogg-Johnson S, van der Velde G, Carroll LJ, et al. The burden and determinants of neck pain in the general population: results of the bone and joint decade 2000-2010 task force on neck pain and its associated disorders. *Spine*. 2008;33(4 Suppl):S39-51.
- Jun D, Johnston V, Kim JM, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the depression, anxiety and stress scale-21 (DASS-21) in the Korean working population. *Work (Reading, Mass)*. 2018; 59(1): 93-102.
- Jun D, Johnston V, McPhail SM, et al. Are measures of postural behavior using motion sensors in seated office workers reliable? *Human factors*. 2019;Online published..
- Jun D, Zoe M, Johnston V, et al. Physical risk factors for developing non-specific neck pain in office workers: a systematic review and meta-analysis. *International archives of occupational and environmental health*. 2017;90(5):373-410.
- Kaplan EL, Meier P. Nonparametric estimation from incomplete observations. *Journal of the American Statistical Association*. 1958;53(282):457-481.
- Kotani K, Barrero LH, Lee DL, et al. Effect of horizontal position of the computer keyboard on upper extremity posture and muscular load during computer work. *Ergonomics*. 2007; 50(9):1419-1432.
- Kraatz S, Lang J, Kraus T, et al. The incremental effect of psychosocial workplace factors on the development of neck and shoulder disorders: a systematic review of longitudinal studies. *International archives of occupational and environmental health*. 2013; 86(4):375-395.
- Lundberg U, Johansson G. Stress and health risks in repetitive work and supervisory monitoring work. Erlbaum. New Jersey. 2000.
- Manchikanti L, Singh V, Datta S, et al. Comprehensive review of epidemiology, scope, and impact of spinal pain.



- Pain physician*. 2009;12(4):E35-70.
- McLean SM, May S, Klaber-Moffett J, et al. Risk factors for the onset of non-specific neck pain: a systematic review. *Journal of epidemiology and community health*. 2010;64(7):565-572.
- Oh JY, Yang YJ, Kang JH. Validity and reliability of Korean version of international physical activity questionnaire (IPAQ) short form. *Journal of the Korean Academy Family Medicine*. 2007;28:532-541.
- Potvin JR. Predicting maximum acceptable efforts for repetitive tasks: an equation based on duty cycle. *Human factors*. 2012;54(2):175-188.
- Punnett L, Bergqvist U. Visual display unit work and upper extremity musculoskeletal disorders: a review of epidemiological findings; in Life NifW (ed). Sweden. Ergonomic Expert Committee Document No 1. 1997.
- Shahidi B, Curran-Everett D, Maluf, KS. Psychosocial, physical, and neurophysiological risk factors for chronic neck pain: a prospective inception cohort study. *The journal of pain: official journal of the American Pain Society*. 2016;16:1288-1299.
- Sjogaard G, Jensen BR. Low-level static exertions. Boca Raton. CRC. 2000.
- Sjogaard G, Lundberg U, Kadefors R. The role of muscle activity and mental load in the development of pain and degenerative processes at the muscle cell level during computer work. *European journal of applied physiology*. 2000;83(2-3):99-105.
- Straker L, Skoss R, Burnett A, et al. Effect of visual display height on modelled upper and lower cervical gravitational moment, muscle capacity and relative strain. *Ergonomics*. 2009;52(2):204-221.
- Teschke K, Trask C, Johnson P, et al. Measuring posture for epidemiology: comparing inclinometry, observations and self-reports. *Ergonomics*. 2009; 52(9):1067-1078.
- Tibshirani R. Regression shrinkage and selection via the Lasso. *Journal of the Royal Statistical Society*. 1996; 58(1):267-288.
- Waersted M, Eken T, Westgaard RH. Activity of single motor units in attention-demanding tasks: firing pattern in the human trapezius muscle. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1996;72(4):323-329.