

# 사무직 근로자들의 VDT 증후군 예방을 위한 자동 관찰 및 진동 피드백 시스템의 효과성 검증

안지연\* · 오세진\*\*†

## The Effect of Automated Observation and Vibration Feedback System for Preventing VDT Syndrome of Office Workers

Ji Yeon Ahn\* · Shezeen Oah\*\*†

### †Corresponding Author

Shezeen Oah

Tel : +82-2-820-5129

E-mail : Shezeen@cau.ac.kr

Received : March 25, 2019

Revised : June 3, 2019

Accepted : June 19, 2019

**Abstract** : The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of a vibration feedback system in improving two safe seating postures of office workers. In addition, the relative effectiveness of positive and negative feedback procedures was examined. Participants were four office workers. The dependent variables were the percentages of time participants spent in the safe sitting postures including shoulder, back, and overall body positions during the experimental sessions. A multiple-baseline design counterbalanced across participants was adopted. For two participants, the negative procedure was introduced first after baseline and positive procedure was introduced in the next phase. For the other two participants, the sequence of introducing the positive and negative feedback procedures was reversed. The result showed that the vibration feedback system, regardless of the type of the procedure, was effective in improving the safe sitting postures for all participants. However, the difference between the two procedures was not clearly shown. The benefits of the automated observation and vibration feedback system in workers' safety were discussed.

Copyright©2019 by The Korean Society of Safety All right reserved.

**Key Words** : VDT syndrome, immediate feedback, vibration feedback, positive procedure, negative procedure, technology-based intervention

## 1. 서론

대부분의 사무직 근로자들은 장시간 컴퓨터 작업을 수행하고 있으며, 이는 VDT 증후군(Visual Display Terminal Syndrome)의 위험을 증가시키고 있다. VDT 증후군이란 컴퓨터와 같은 영상 기기를 사용함으로써 나타나는 건강상의 문제를 총칭하며, 안과적 장애, 심리적 장애, 근골격계 장애 등의 증상이 포함된다. 특히, 근골격계 장애(Musculoskeletal Disorders, MSDs)는 VDT 증후군 증상 중 가장 일반적인 증상으로, 영상 기기를 사용하는 사람 중 약 삼분의 일이 허리 또는 목의 통증을 경험한다고 한다<sup>1)</sup>. 또한, 근골격계 질환은 국내외에서 작업 관련 질병 중 가장 큰 비율을 차지하여<sup>2,3)</sup> 그 예방책을 세우는

것이 시급하다.

근골격계 장애의 한 가지 원인은 장시간의 컴퓨터 작업 동안 바르지 못한 자세를 유지하는 것이다<sup>4,5)</sup>. 따라서 근로자들이 컴퓨터 작업 시 올바른 자세를 취하도록 행동을 변화시키는 것이 근골격계 장애를 예방하기 위한 한 가지 방법이 될 수 있다. 행동 분석적 접근 방법은 이러한 행동 변화에 초점을 맞추는 방법으로 목표설정, 셀프 모니터링, 피드백, 강화 등과 같은 다양한 처치를 사용하며, 그 효과는 다양한 분야에서 성공적으로 나타나고 있다<sup>6-8)</sup>. 특히, 근로자들의 올바른 자세를 증진시키기 위해 수행된 연구에서도 역시 그 효과가 입증되었다<sup>9-12)</sup>.

예를 들어, McCann, & Sulzer-Azaroff<sup>10)</sup>에서는 앉은

\*중앙대학교 심리학과 석사 (Department of Psychology, Chung-Ang University)

\*\*중앙대학교 심리학과 교수 (Department of Psychology, Chung-Ang University)

자세의 향상을 위해 행동 분석적 접근 방법을 최초로 사용하였다. 훈련, 셀프모니터링, 피드백, 목표 설정 및 강화로 구성된 처치 패키지가 사용되었으며 이를 통해 전반적 자세와 손목 자세에서 향상이 나타났다. 또한 Culig, Dickinson, Lindstrom-Hazel, & Austin<sup>12)</sup>에서도 자세 향상을 위해 행동 분석적 처치(피드백, 강화)를 사용하였다. 이 연구에서는 인체공학적 처치(작업환경 평가 및 조정)와, 인체공학적 처치에 더해 행동 분석적 처치를 추가하였을 때의 효과를 비교하였다. 연구 결과, 인체공학적 처치 단독으로 적용하였을 때 비해 행동 분석적 처치를 추가하였을 때 54.3-80.1%의 자세 향상이 나타났다.

행동 분석적 접근 방법의 다양한 처치 기법 중 가장 빈번히 사용되는 기법은 피드백이다<sup>13-14)</sup>. 근로자들의 올바른 자세 증진을 위해 수행된 대부분의 연구들 역시 행동 분석적 처치방법으로 피드백을 사용했다<sup>9-12)</sup>. 피드백은 증진시키고자 하는 목표 행동 이후 즉각적으로 제공되었을 때 더욱 효과적인 것으로 알려져 있으며<sup>15)</sup>, 여러 경험적 연구에서도 이러한 사실이 증명된 바 있다<sup>16-18)</sup>. 특히, 자세 향상을 목표로 한 연구에서도 즉각적 피드백의 중요성이 나타났다. 예를 들어, Yu, Moon, Oah, & Lee<sup>18)</sup>에서는 자동으로 자세 관찰 및 피드백을 제공할 수 있는 시스템을 개발하여 자세 향상에 있어서 지연된 피드백과 즉각적 피드백의 효과 차이를 검증하였다. 그 결과, 두 가지 피드백 모두 올바른 자세 향상에 효과적이었으나, 즉각적 피드백을 제공한 경우 유의미하게 더 높은 향상이 나타났다. 이에 따라 본 연구에서는 Yu et al.<sup>18)</sup>에서 사용한 자동 관찰 및 피드백 시스템과 유사한 시스템을 개발하여 자세 향상에 있어서 즉각적 피드백의 효과를 재검증하였다.

그러나 Yu et al.<sup>18)</sup>의 자동 관찰 피드백 시스템에는 한계점이 존재하였다. Yu et al.<sup>18)</sup>에서 사용한 피드백은 시각적 피드백으로, 컴퓨터 모니터에 팝업창을 띄워 제공하는 방식이었다. 컴퓨터 작업이 주요한 업무인 사무실 환경에서 이러한 피드백은 업무를 수행하는 근로자의 주의를 분산시킬 수 있었으며 이러한 점이 한계점으로 지적됐다.

이와 같이 시각적 피드백은 사무실 상황에서 주의의 분산이라는 한계점을 지닌다. 이러한 한계점을 보완할 수 있는 방법으로 진동 피드백이 있다. 다중-자원 이론(multi-resource theory)에 따르면 인간이 가진 주의의 자원은 한 종류가 아니라 여러 종류가 존재하며, 같은 자원을 요구하는 두 과제보다 서로 다른 자원을 요구하는 두 과제가 부하가 낮고 상호 간섭을 덜 일으킨다고

알려져 있다<sup>19)</sup>. 대부분의 사무실 작업 환경에는 주의를 쏟아야 할 시각적 자극이 매우 많다. 따라서 시각적인 피드백을 주게 된다면 작업 부하가 증가하여 주의력이 하락할 수 있다. 그러나 진동은 사무실 작업 환경에서 거의 나타나지 않는 자극이며, 인간의 주의에서 시각과는 다른 종류의 자원을 요구한다. 따라서 진동을 이용한 피드백은 주의력 하락을 막을 수 있어, 시각적 피드백의 대안이 될 수 있다.

자세 향상을 위한 피드백이 더욱 효과적이기 위해서는 피드백이 제공되는 절차 역시 고려해야 한다. 피드백이 제공되는 절차는 크게 긍정적 절차(positive procedures)와 혐오적/부정적 절차(aversive/negative procedures)로 나누어질 수 있다. 구체적으로 설명하면, 긍정적 절차란 증진시키고자 하는 바람직한 행동에 대해 피드백을 제공하는 것이고, 혐오적 절차란 감소시키고자 하는 행동에 대해 피드백을 제공하는 것이다. 대부분의 행동적 처치 기법 연구에서는 주로 긍정적 절차를 사용하였으며, 혐오적 절차를 사용한 연구<sup>20-22)</sup>는 극히 드물다<sup>23)</sup>. 이와 같이 혐오적 절차가 행동적 처치 연구에서 사용되지 않았던 이유는 윤리적 문제나 혐오적 자극에 따른 부정적/공격적 감정 등과 더불어 긍정적 절차가 더 효과적이라는 인식이 있었기 때문이다<sup>15,24)</sup>.

그러나 이와는 대조적으로 올바른 자세를 증진시키기 위한 연구인 Moon & Oah<sup>25)</sup>, Yu et al.<sup>18)</sup>에서는 부정적 절차가 적용되었다. 구체적으로, 두 연구에서는 참가자들의 앉은 자세가 불안정할 때에 이에 대한 피드백을 제공하였다. 연구 결과, 두 연구 모두 부정적 절차를 적용하였음에도 불구하고 피드백이 매우 효과적인 것으로 나타났다. 이러한 결과와 유사하게 일부 행동분석가들은 긍정적 절차와 혐오적 절차의 효율성 차이를 뒷받침할 수 있는 충분한 경험적 증거가 부족하다는 문제점을 제기하고 있다<sup>26-30)</sup>. 앞에서 제시한 두 연구는 부정적 절차의 효과성에 대해서는 밝혔으나, 긍정적 절차와 부정적 절차의 효과 차이에 대한 검증이 없었기 때문에 행동분석가들의 의문점에 대한 명확한 답이 될 수 없었다. 따라서 본 연구에서는 진동 피드백을 이용하여 긍정적 절차(올바른 자세에 대한 피드백을 제공하는 절차)와 부정적 절차(올바르지 않은 자세에 대한 피드백을 제공하는 절차)의 효과 차이에 대한 검증을 시도하였다.

요약하면, 본 연구의 목적은 진동 피드백이 올바른 자세 증진에 효과적인지에 대한 검증과 더불어 진동 피드백을 긍정적 절차와 부정적 절차의 두 방법으로 제시하여, 그 효과 차이에 대한 검증을 하는 것이었다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 실험 참가자 및 환경

본 연구의 참가자는 C 대학 학과 사무실에서 근무하는 조교 4명이었으며, 남성 1명, 여성 3명으로 이루어져 있었다. 참가자들의 업무는 대부분 컴퓨터를 사용하는 일이었으며, 대부분의 시간동안 앉은 자세를 취하고 있었다. 또한 실험 시작 전 모든 참가자들이 근골격계 장애를 가지고 있지 않은 것을 확인하였다.

실험 장소는 참가자들이 근무하는 사무실에서 진행되었다. 참가자들은 평소와 동일한 업무를 수행하는 동시에 실험에 참여하였다. 또한 실험 시작 전 안전보건공단에서 발표한 영상표시단말기(VDT) 취급근로자 지침<sup>31)</sup>에 따라 가능한 범위 내에서 참가자들의 작업환경을 일부 수정하였다. 구체적으로, 참가자들의 책상, 모니터의 높이는 각각 72 cm, 42 cm이었으며, VDT 지침에 따라 모니터를 10~15도 내려다 볼 수 있는 높이인 118~123 cm로 참가자들의 앉은키를 조정하였다. 이 높이는 개인에 따라 무릎의 각도가 90도 정도를 유지할 수 있는 높이였다. 또한 키보드를 높이 두고 사용하고 있는 참가자에게는 위치를 조정하도록 하여 팔꿈치가 90도 정도를 유지하도록 하였다.

### 2.2 자세의 정의

참가자들의 자세가 올바른지 또는 올바르지 않은지 측정하기 위해 올바르게 앉은 자세의 조작적 정의를 내렸다. 조작적 정의는 자세 관련 선행 연구들<sup>18,25)</sup>과 한국 안전보건공단의 VDT 증후군 예방 수칙<sup>31)</sup>을 바탕으로 내려졌으며, 그 내용은 다음과 같다.

Table 1. Definitions of safe sitting postures

Body positions	Definitions
Shoulders	Shoulders are in line with the back and do not slouch forward
Back	Lower back is firmly supported by the back of the chair

본 연구에서는 어깨와 허리의 두 신체부위를 선택하여 측정하였다. 가장 정확한 결과를 위해서는 신체의 모든 부위를 측정하는 것이 좋겠지만, 현실적인 어려움이 존재한다. 따라서 근골격계 장애가 가장 빈번히 발생하는 신체부위가 몸통과 상지<sup>2,3)</sup>라는 점을 고려하여 어깨와 허리를 선택하여 측정하였다.

### 2.3 연구 도구 개발

자세의 관찰 및 즉각적인 피드백 제공을 위해 자동 관찰 및 피드백 시스템을 개발하였다. 시스템의 기본

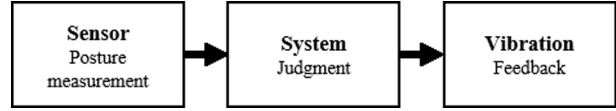


Fig. 1. Automated observation and feedback system.

적인 개요는 Fig. 1과 같다. 참가자의 의자에 설치된 센서(TS-1212T-A14-White, 시티전자)를 통해 자세를 측정하고, 측정된 자세가 올바른 자세인지 그렇지 않은지 시스템이 판단하여, 즉각적으로 진동 피드백을 제공하는 것이다.

참가자들의 의자에는 총 4개의 센서가 설치되었으며, 그 위치는 각 참가자들이 의자에 앉았을 때 어깨와 허리, 허벅지가 닿는 부분이었다. 연구에서 사용된 센서는 접촉/비접촉을 판단하는 센서로, 조작적 정의에 따라 참가자들의 어깨, 등이 완전하게 등받이에 붙어 있는지를 판단하였다. 또한 4개 중 1개의 센서는 측정 대상 부위가 아닌 허벅지에 설치되었는데, 이것은 참가자가 의자에 앉아 있는 총 시간을 측정하기 위해 설치하였다.

구체적으로, 각 신체 부위가 올바른 자세인지 판단하는 것은 다음과 같이 이루어졌다, 어깨 자세는 2개의 센서를 통해 판단하였으며, 의자의 어깨가 닿는 부분 왼/오른쪽에 나란히 설치되었다. 이 두 센서에 어깨가 모두 닿아 접촉 상태이면 조작적 정의(허리와 일직선에 있으며, 앞으로 굽히지 않는다.)와 일치하는 것으로 보아 안전한 자세로 판단하였다. 허리 자세를 판단하는 센서는 1개로 어깨와 마찬가지로 의자의 허리 부분



Fig. 2. A chair with sensors and a vibration device.

에 설치되었으며, 허리가 등받이에 닿아 센서가 접촉 상태일 때 안전한 자세로 판단하였다. 이 두 자세가 모두 안전하다고 판단될 때 전반적 자세가 안전하다고 판단하였으며, 둘 중 하나라도 불안정한 경우에는 전반적 자세가 불안정하다고 판단하였다. 즉각적 피드백은 이 전반적 자세에 따라 제공되었다.

이 피드백은 의자의 왼쪽 허벅지 부분에 부착된 진동 기기를 통해 제공되었다. 허벅지 부분은 의자에 어떤 방식으로 앉아도 신체와 닿아 있는 부분임과 동시에 진동이 제공되었을 때 참가자들이 불편해하지 않는 부위였기 때문에 선정하였다. 또한 진동은 약 0.5초간 제공되었으며, 부정적 절차에서 1회, 긍정적 절차에서 2회 제공되었다. 각 절차에서 횟수를 구분한 이유는 한 참가자에게 두 가지 절차 모두를 진행하기 때문에 두 절차의 구분을 위해서였다. 또한 진동의 세기는 의자 제작 과정에서 미리 테스트를 진행하여 진동을 느낄 수 있으면서 너무 불쾌하지 않은 강도를 찾아 제공했다.

## 2.4 종속변인

본 연구의 종속변인은 각 참가자들이 하루 근무(6시간)에서 의자에 앉아 있던 시간 중 올바르게 앉은 시간의 비율이었으며, 세부적으로 허리 자세, 어깨 자세, 전반적 자세로 구분하였다. 올바른 자세 비율이 산출되는 공식은 다음과 같다.

$$\frac{\text{올바른 자세를 유지한 시간}}{\text{의자에 앉아있던 총 시간}} \times 100$$

허리와 어깨 자세는 각 센서가 안전하다고 판단하였을 때의 시간을 측정하였으며, 전반적 자세는 허리와 어깨 자세가 동시에 올바른 자세를 유지했을 때의 시간을 측정하였다. 의자에 앉아있던 총 시간은 허벅지 부위의 센서가 접촉된 시간으로 측정하였다.

## 2.5 독립변인

본 연구의 독립변인은 피드백 제공 절차였다. 피드백 제공 절차는 부정적 절차와 긍정적 절차로 구분하여 제공되었다. 각 절차는 다음과 같이 정의하였다. 우선, 부정적 절차는 전반적 자세가 15초 이상 불안정할 때 진동 피드백을 주는 것으로 정의하였다. Yu et al.<sup>18)</sup>와 같이 15초의 여유시간을 설정하여 전화 받기/펜 쓰기 등과 같은 잠깐 동안의 움직임은 불안정으로 판단하지 않았다. 또한 불안정 상태로 판단되어 진동 피드백을 제시한 뒤 15초 동안 자세를 올바르게 수정하지 않으면 다시 진동 피드백이 제시되었다. 이 때 진동은

1회 제공되었으며 약 0.5초간 지속되었다.

반대로 긍정적 절차는 전반적 자세가 15초 이상 안정할 때 진동 피드백을 주는 것으로 정의하였다. 긍정적 절차 단계에서도 진동 피드백이 제시된 뒤 15초 동안 계속 올바른 자세를 유지하면 다시 진동 피드백이 제시되었다. 이 때 진동은 2회 제공되었으며 약 0.5초간 지속되었다. 피험자 내 설계를 사용하여 참가자들이 두 가지 독립변인 모두를 경험하기 때문에 두 독립변인의 구분을 위하여 진동의 횟수를 다르게 제공하였다.

## 2.6 실험설계 및 절차

본 연구는 다중-기저선 ABC/ACB 피험자내 역균형 설계를 적용하였다. 이에 따라, 총 네 명의 참가자 중 두 명의 참가자(참가자 1, 2)는 기저선(A, 피드백 없음) 이후 부정적 절차(B), 긍정적 절차(C)의 순으로 단계가 진행되었으며, 나머지 두 명의 참가자(참가자 3, 4)는 기저선(A) 이후 긍정적 절차 단계(C), 부정적 절차(B) 단계의 순으로 진행되었다.

실험을 실시하기 전에 참가 동의서 작성 및 자세 교육이 이루어졌다. 실험 전 이루어진 자세 교육은 모든 참가자들의 올바른 자세에 대한 지식이 동일한 조건하에서 실험을 진행하기 위해 실시되었으며, 올바른 자세에 대해 알려주고, 실제로 앉아보는 방식으로 이루어졌다. 또한 실험은 약 6주간 주말이나 공휴일을 제외한 평일에 이루어졌으며 총 26일이었다. 연구자는 매일 오전 9시와 오후 6시에 참가자들의 사무실에 방문하여 시스템 on/off 및 데이터를 수집하고, 시스템 이상을 점검하였다.

## 3. 연구 결과

Table 2는 모든 참가자들의 조건 별 올바른 자세 비율 및 표준편차를 보여준다. 이에 따르면 올바른 자세 비율의 전체 평균은 부정적 절차( $M = 47.77\%$ )에서 가장 높았고, 그 다음으로 긍정적 절차( $M = 43.47\%$ ), 기저선( $M = 27.24\%$ ) 순으로 나타났다. 이러한 결과는 전반적, 어깨, 허리의 모든 자세에서 유사하게 나타났으나, 허리 자세에서는 부정적 절차와 긍정적 절차 간 차이(0.43%)가 크지 않았다.

세부적으로 개별 참가자의 올바른 자세 비율을 확인해보면, 기저선보다 처치를 실시하였을 때 모든 참가자가 일관적으로 올바른 자세 비율이 증가하였다. 그러나 긍정적/부정적 절차 조건에서의 올바른 자세 비율은 참가자 별로 차이를 보였다. 참가자에 따라 부정적 절차에서 더 높은 비율을 보인 참가자(참가자1, 2,

3)도 있었지만, 반대로 긍정적 절차에서 더 높은 비율을 보인 참가자(참가자4)도 있었다.

실험 조건 간 올바른 자세 비율의 차이를 통계적으로 검증하기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. Table 3에서 분산분석 결과를 확인할 수 있다. 분석 결과, 모든 신체 부위에서 처치가 올바른 자세 비율에 영

**Table 2.** Means and standard deviations of the percentages of safe sitting postures across experimental conditions

(unit: %)

Body positions	Participant	Baseline(A)	Negative procedures(B)	Positive procedures(C)
		M(SD)	M(SD)	M(SD)
Overall	1	51.05(10.46)	80.74(7.05)	56.77(19.43)
	2	0.00(0.00)	6.95(9.71)	2.51(2.96)
	3	0.09(0.06)	37.33(10.74)	31.70(7.15)
	4	20.12(8.66)	35.87(12.31)	44.62(9.75)
	Total	17.95(21.79)	39.45(29.86)	33.50(22.36)
Shoulders	1	53.83(11.65)	81.04(7.16)	58.59(19.33)
	2	23.75(10.55)	26.75(13.54)	26.15(12.14)
	3	17.23(5.78)	46.27(6.32)	38.77(6.42)
	4	20.20(8.62)	39.82(12.82)	45.01(11.61)
	Total	28.25(17.04)	48.18(23.70)	41.65(16.62)
Back	1	69.62(6.06)	87.90(6.53)	75.62(12.38)
	2	11.26(13.42)	25.90(16.40)	17.35(11.71)
	3	18.99(6.65)	62.73(10.95)	63.28(5.47)
	4	40.92(6.39)	51.11(14.27)	64.28(12.28)
	Total	35.53(23.97)	55.68(26.91)	55.25(24.23)
Total	1	58.17(12.24)	83.23(7.42)	63.66(18.79)
	2	11.67(13.5)	19.87(15.97)	15.34(13.77)
	3	12.1(10.02)	48.78(14.08)	44.58(15.06)
	4	27.08(12.53)	42.27(14.13)	51.3(14.35)
	Total	27.24(21.95)	47.77(27.46)	43.47(22.98)

**Table 3.** Results of repeated measure ANOVA for the percentages of safe sitting postures

Body positions	Source	df	F	Partial Eta <sup>2</sup>	p
Overall	Treatment	2	19.987	.325	.000
	Participant	3	100.669	.784	.000
	Error	83	*(140.104)		
Shoulders	Treatment	2	13.622	.247	.000
	Participant	3	40.284	.593	.000
	Error	83	*(158.275)		
Back	Treatment	2	18.391	.307	.000
	Participant	3	82.291	.748	.000
	Error	83	*(164.492)		

Note. Error: \*(Mean Square Errors)

**Table 4.** Post-hoc results of experimental conditions at each body position

Body positions	Comparison	Mean difference	Standard error	p
Overall	A vs. B	-21.50	3.59	.000
	A vs. C	-15.55	3.40	.000
	B vs. C	5.95	2.82	.116
Shoulders	A vs. B	-19.93	3.82	.000
	A vs. C	-13.40	3.62	.002
	B vs. C	6.53	3.01	.101
Back	A vs. B	-20.15	3.89	.000
	A vs. C	-19.72	3.69	.000
	B vs. C	0.43	3.07	.990

Note. A: Baseline, B: Negative procedures, C: Positive procedures

향을 미치는 것으로 나타났다( $p < .01$ ). 또한 그 효과크기를 나타내는 Partial Eta<sup>2</sup>값은 전반적, 어깨, 허리에서 각각 .325, .247, .307로 나타났다.

구체적으로, 각 조건 별 올바른 자세 비율의 차이를 검증하기 위하여 Scheffe 사후검증을 실시하였다. 분석 결과, 모든 자세에서 동일한 결과를 보였다(Table 4 참조). 기저선과 부정적 절차, 기저선과 긍정적 절차 간에는 유의미한 차이가 나타났으며( $p < .01$ ), 부정적 절차와 긍정적 절차 간에는 차이가 나타나지 않았다.

#### 4. 논의

본 연구의 주요한 목적은 올바른 앉은 자세 증진에 대한 진동 피드백 시스템의 효과를 검증하는 것이었다. 또한 추가적으로 피드백 제공 절차(긍정적 절차, 부정적 절차)의 효과 차이를 검증하였다. 연구결과, 진동 피드백은 모든 참가자의 올바른 자세 비율을 증가시켜 그 효과가 입증되었다. 그러나 긍정적 절차와 부정적 절차 간의 효과 차이는 명확하지 않았다. 오히려 기존의 믿음과는 반대로 부정적 절차가 더 높은 효과를 보이는 경향이 있었다. 이러한 결과는 부정적 절차가 긍정적 절차에 비해 효과가 떨어진다는 기존의 믿음<sup>15,24</sup>과는 상이한 결과이며, 이와 동시에 일부 행동분석가들이 제시한 두 절차간의 효과 차이가 모호하다는 의견<sup>26-30</sup>과 일치하는 결과이다. 본 연구의 결과는 행동분석가들이 제시한 문제에 답을 했다는 것에 의의가 있다. 다만, 본 연구 결과는 단일 실험의 결과이기 때문에, 두 절차간의 차이가 없다는 것을 명확히 하기 위해서는 반복검증이 필요할 것이다.

또한 본 연구에서 사용한 자동 관찰 피드백 시스템은 그 효과성 외에도 여러 가지 이점이 존재한다. 연구



장면에서 센서를 활용한 자동 관찰 시스템을 적용하면 관찰에 따른 반응성을 없앨 수 있으며, 행동 관찰과 피드백 제공에 따른 노력을 경감시켜 실제 근무 현장과 유사하게 오랜 시간동안 연구를 진행할 수 있다. 또한 실제 근무 상황에서도 마찬가지로 행동을 관찰하고 피드백을 제공하는데 추가적인 노력이 필요하지 않기 때문에 쉽게 적용이 가능하며, 혼자서 근무하는 근로자들에게도 사용할 수 있다는 것 역시 장점이다.

이와 더불어 본 연구에서 사용한 진동 피드백도 다양한 이점이 존재한다. 자세 향상을 위해 실행된 대부분의 연구들은 피드백으로 시각적 자극을 제공하였다<sup>18,25)</sup>. 시각적 피드백은 근로자의 주의력을 하락시킬 수 있을 뿐만 아니라 피드백을 제공할 수 있는 모니터와 같은 장비가 필수적으로 요구된다는 한계점이 있다. 본 연구의 대상인 사무직과 같이 컴퓨터를 주로 사용하는 직군의 경우 모니터를 이용하여 피드백을 제공할 수 있지만, 사무직과 유사하게 오랜 시간동안 앉아 있어 올바른 앉은 자세가 중요한 트럭 운전기사의 경우 피드백을 제공하기 위한 모니터를 추가로 설치해야 한다. 또한 위험도가 높은 업무에서는 안전의 문제로 연결될 수 있다. 예를 들어, 트럭 운전기사에게 운전 도중 시각적 피드백을 제공하면 피드백을 확인하는 동안 전방 주시를 할 수 없다. 그러나 진동 피드백은 모니터가 필요 없고, 운전기사에게 제공하였을 때도 피드백을 받는 동시에 전방 주시가 가능하기 때문에 불안전 행동을 유도하지 않는다.

이와 같이 진동 피드백은 다양한 이점이 존재하지만, 본 연구에서는 직접적인 생산성 측정이 없어 실제로 진동 피드백이 생산성에 악영향을 미치지 않았는지 명확하게 밝혀지지 않았다. 또한 본 연구와 시각적 피드백을 사용한 연구<sup>18,25)</sup>의 효과크기를 비교하면 진동 피드백이 비교적 낮은 효과크기를 보였다. 하지만, 두 연구가 실시된 상황과 조건이 달랐기 때문에 정확한 비교는 불가능하다. 따라서 시각적 피드백과 진동 피드백의 효과 및 생산성에 미치는 영향을 직접적으로 비교하여 어느 피드백이 더 효과적인지, 그리고 생산성에 미치는 부정적 영향에 차이가 있는지 명확히 할 필요가 있다.

이외에도, 본 연구에는 몇 가지 한계점이 존재한다. 첫 번째로, 본 연구에서는 여러 신체 자세 중 어깨와 허리만을 종속변수로 선택하여 측정하였다. 의자에 설치된 센서를 통해 모든 신체 자세를 측정 하는 것은 어려움이 있었기 때문에, 통계 자료에 따라 가장 중요한 신체 자세로 판단되는 어깨와 허리 자세를 선정하였다. 그러나 정확한 올바른 자세 측정을 위해서는 어깨와

허리뿐 아니라 목, 손목, 허벅지 등의 자세도 측정해야 한다. 따라서 향후 연구에서는 센서를 이용한 자동 측정 시스템뿐만 아니라 연구자가 직접 참가자를 관찰하는 전통적 관찰 절차를 함께 실시하여 앉은 자세를 정확하게 측정하는 것이 필요할 것이다.

두 번째로, 참가자의 수가 적은 것 역시 연구의 한계점이다. 참가자의 수가 적었던 이유는 자동 피드백 시스템 제작비용에 한계가 있었기 때문이다. 실험을 위해서는 참가자 1명 당 1개의 시스템이 필요하였으나 비용의 한계 때문에 많은 시스템을 제작하지 못하였다. 또한 본 연구는 실제 사무직 대상 현장 연구였기 때문에 많은 참가자를 구하는 것에 어려움이 있었다. 이러한 현실적인 이유로 연구의 참가자가 4명으로 제한되었고, 이 때문에 많은 참여자를 요구하지 않는 피험자 내 설계 방법을 적용하여 연구를 진행하였다.

또 다른 한계점은 두 가지 처치를 비교하기 위해 피험자 내 설계 방법을 적용하였다는 것이다. 일반적으로, 두 처치를 비교하는 경우에는 집단 간 설계 방법을 적용하는 것이 추천된다<sup>32)</sup>. 그러나 본 연구에서는 장치의 개수 부족과 같은 현실적인 한계 때문에 많은 피험자를 요구하는 집단 간 설계 방법을 적용하기에 어려움이 있었다. 이 때문에 본 연구에서는 피험자 내 설계 방법을 적용하였으며, 피험자 내 설계 방법의 단점인 순서 효과를 줄이기 위해 피험자를 두 집단에 할당하여 집단 별로 처치 순서를 상이하게 적용하는 피험자 내 역균형 설계를 적용하였다. 다만, 본 연구에서는 집단에 각 2명씩 할당되었기 때문에 집단 내 2명의 결과가 일치하지 않았을 때 명확한 결과를 확인하기 어려웠다. 따라서 향후 연구에서는 각 집단에 3명 이상의 피험자를 포함하는 것이 필요할 것이다.

마지막으로, 사무직의 근골격계 장애 예방을 위해서는 주기적으로 스트레칭을 해주는 것이 중요함에도 본 연구에서는 이러한 부분을 고려하지 않았다. 올바른 자세 유지에만 초점을 맞추어 오히려 정적인 자세를 유도하는 것처럼 보인다. 그러나 연구에서 사용된 도구는 의자에서 일어나거나, 잠깐 움직이는 것(15초 이내)은 불안전하다고 판단하지 않았으며, 이 사실을 모든 참가자들에게 고지하였다. 따라서 본 연구의 도구가 참가자들의 정적 자세를 유도하거나, 근골격계 질환에 악영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 다만 추후 연구에서는 스트레칭을 유도하는 알람 등의 장치를 통해 참가자들의 동적인 자세도 함께 고려하는 것이 좋을 것이다.

또한 본 논문의 결과를 해석 할 때 주의할 점이 있다. 각 조건에서 제공된 피드백의 빈도 차이가 결과에

영향을 미쳤을 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 참가자들의 자세에 따라 즉각적으로 피드백을 제공하여 피드백의 빈도를 통제할 수 없었다. 다만 참가자 1의 결과를 보면, 기저선부터 비교적 올바른 자세를 취해 긍정적 절차보다 부정적 절차에서 더 적은 피드백을 받았을 것으로 추측할 수 있다. 그러나 참가자 1은 부정적 절차에서 더 높은 향상을 보였다. 피드백이 자주 제공될수록 더 효과적이라는 기존의 이론<sup>15)</sup>과는 다른 결과로, 본 연구에서는 피드백의 빈도가 큰 영향이 없었다고 추측해 볼 수 있다. 하지만 정확한 검증을 위해서는 피드백이 제공된 빈도를 측정하여 어떤 영향을 주었는지 조사하는 것이 바람직할 것이다.

이러한 한계점에도 불구하고, 본 연구에서 사용한 진동 피드백은 효과적이었으며, 시각 피드백의 대안이 될 수 있었다. 따라서 진동 피드백을 실제 업무에 적용한다면, 근로자의 안전을 증진시킬 수 있는 유용한 방법이 될 것이다.

**감사의 글:** 이 논문은 2017년도 대학원생지원장학금의 지원에 의해 작성되었음.

## References

- 1) W. G. Yoo, C. H. Yi and M. H. Kim, "Effects of a Proximity-sensing Feedback Chair on Head, Shoulder, and Trunk Postures when Working at a Visual Display Terminal", *Journal of Occupational Rehabilitation*, Vol. 16, No. 4, pp. 631-637, 2006.
- 2) KOSHA, Report of Industrial Accidents in 2016, 2017.
- 3) Bureau of Labor Statistics, 2016 Survey of Occupational Injuries & Illnesses Charts Package, 2017.
- 4) D. C. Shin, W. S. Shin and C. H. Song, "The Effects of a Deep Cervical Flexion Exercise for Sedentary Workers with VDT Syndrome", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol. 27, No. 4, pp. 59-64, 2008.
- 5) S. J. Mirmohammadi, A. H. Mehrparvar, M. B. Olia and M. Mirmohammadi, "Effects of Training Intervention on Non-ergonomic Positions among Video Display Terminals (VDT) Users", *Work*, Vol. 42 No. 3, pp. 429-433, 2012.
- 6) K. Noh, S. Oah and K. Moon, "The Effect of Behavior Based Safety Program on Safe Behaviors of Bus Drivers and Passengers: A Field Case Study", *J. Korean Soc. Saf.*, Vol. 33, No. 1, pp. 109-117, 2018.
- 7) J. Lee, S. Oah and K. Moon, "An Effect of Safety Leadership Coaching Program on Safety Behaviors of Construction Workers: Based on Behavior Based Safety", *J. Korean Soc. Saf.*, Vol. 33, No. 6, pp. 115-122, 2018.
- 8) Y. So, K. Lee and S. Oah, "Relative Effects of Daily Feedback and Weekly Feedback on Customer Service Behavior at a Gas Station" *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 33, No. 2, pp. 137-151, 2013.
- 9) R. Fante, N. Gravina and J. Austin, "A Brief Pre-intervention Analysis and Demonstration of the Effects of a Behavioral Safety Package on Postural Behaviors of Pharmacy Employees", *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 27, No. 2, pp. 15-25, 2007.
- 10) K. B. McCann and B. Sulzer-Azaroff, "Cumulative Trauma Disorders: Behavioral Injury Prevention at Work", *Journal of Applied Behavioral Science*, Vol. 32, No. 3, pp. 277-291, 1996.
- 11) S. O. Sigurdsson, and J. Austin, "Using Real-time Visual Feedback to Improve Posture at Computer Workstations", *Journal of Applied Behavior Analysis*, Vol. 41, pp. 365-375, 2008.
- 12) K. M. Culig, A. M. Dickinson, D. Lindstrom-Hazel and J. Austin, "Combining Workstation Design and Performance Management to Increase Ergonomically Correct Computer Typing Postures", *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 28, pp. 146-175, 2008.
- 13) B. R. Bucklin, A. M. Alvero, A. M. Dickinson, J. Austin, and A. K. Jackson, "Industrial-organizational Psychology and Organizational Behavior Management: An Objective Comparison", *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 20, No. 2, pp. 27-75, 2000.
- 14) T. V. Nolan, K. A. Jarema and J. Austin, "An Objective Review of the Journal of Organizational Behavior Management: 1987-1997", *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 19, No. 3, pp. 83-114, 1999.
- 15) A. C. Daniels and J. S. Bailey, "Performance Management: Changing Behavior That Drives Organizational Effectiveness", Performance Management Publications, Atlanta, pp. 157-262, 2014.
- 16) R. E. Dihoff, G. M. Brosvic, M. L. Epstein and M. J. Cook, "Provision of Feedback during Preparation for Academic Testing: Learning is Enhanced by Immediate But Not Delayed Feedback", *The Psychological Record*, Vol. 54, No. 2, pp. 207-231, 2004.
- 17) M. A. Mason and W. K. Redmon, "Effects of Immediate Versus Delayed Feedback on Error Detection Accuracy in a Quality Control Simulation", *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 13, No. 1, pp. 49-83, 1993.
- 18) E. Yu, K. Moon, S. Oah and Y. Lee, "An Evaluation of the Effectiveness of an Automated Observation and Feedback

- System on Safe Sitting Postures”, *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 33, No. 2, pp. 104-127, 2013.
- 19) C. D. Wickens, “Multiple Resources and Performance Prediction”, *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, Vol. 3, No. 2, pp. 159-177, 2002.
  - 20) L. D. Larson, J. F. Schnelle, R. Kirchner, A. F. Carr, M. Domash and T. R. Risley, “Reduction of Police Vehicle Accidents through Mechanically Aided Supervision”, *Journal of Applied Behavior Analysis*, Vol. 13, No. 4, pp. 571-581, 1980.
  - 21) J. H. Leslie, and S. K. Adams, “Programmed Safety through Programmed Learning”, *Human Factors*, Vol. 15, No. 3, pp. 223-236, 1973.
  - 22) S. Rubinsky and N. Smith, “Safety Training by Accident Simulation”, *Journal of Applied Psychology*, Vol. 57, No. 1, pp. 68-73, 1973.
  - 23) J. Lee and S. Oah, “A Comparison of the Effects of Incentive and Penalty Procedures on Work Performance: A Simulation”, *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 35, No. 3-4, pp. 336-345, 2015.
  - 24) E. S. Geller, *The Psychology of Safety Handbook*, CRC Press, Boca Raton, pp. 203-231, 2001.
  - 25) K. Moon and S. Oah, “A Comparison of the Effects of Feedback and Prompts on Safe Sitting Posture: Utilizing an Automated Observation and Feedback System”, *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 33, No. 2, pp. 152-162, 2013.
  - 26) A. Baron, Avoidance and punishment, In I. H. Iversen and K. A. Lattal (Eds.), “Techniques in the Behavioral and Neural Sciences: Vol. 6. Experimental Analysis of Behavior”, Elsevier, Amsterdam, pp. 173-217, 1991.
  - 27) A. Baron, and M. Galizio, “Positive and Negative Reinforcement: Should the Distinction be Preserved?”, *The Behavior Analyst*, Vol. 28, No. 2, pp. 85-98, 2005.
  - 28) A. Baron and M. Galizio, “The Distinction between Positive and Negative Reinforcement: Use with Care”, *The Behavior Analyst*, Vol. 29, No. 1, pp. 141-151, 2006.
  - 29) J. Michael, “Positive and Negative Reinforcement: A Distinction that is No Longer Necessary; or a Better Way to Talk about Bad Things”, *Behaviorism*, Vol. 3, No. 1, pp. 33-44, 1975.
  - 30) M. Perone, “Negative Effects of Positive Reinforcement”, *The Behavior Analyst*, Vol. 26, No. 1, pp. 1-14, 2003.
  - 31) KOSHA, *Work Manual for Prevention of Musculoskeletal Disorders*, 2014.
  - 32) J. L. Komaki and S. M. Goltz, Within-group Research Designs: Going Beyond Program Evaluation Questions, In C. M. Johnson, W. K. Redmon and T. C. Mawhinney (Eds.), “Handbook of Organizational Performance: Behavior Analysis and Management”, The Haworth Press, Inc., New York, pp. 81-137, 2001.