

마찰에 의한 통증 입력이 작업자의 상지 고유수용성 감각에 미치는 영향

이현숙*, 김성중**, 유재호***

*신성대학 작업치료학과

**강원대학교 물리치료학과

***삼육대학교 대학원 물리치료학과

국문초록

목적 : 본 연구의 목적은 첫째, 체성감각 수용기의 활성화인 마찰에 의한 통증 입력이 고유수용성 감각에 미치는 영향을 알아보고 둘째, 작업수행 기술 수준에 따른 작업수행 요인 중 하나인 고유수용성 감각의 변화를 규명하는 것이다.

연구방법 : 실험군으로 1년 간 작업 실습에 참가한 제철 산업 전공 남자 대학생 22명과 대조군으로 일반 남자 대학생 22명을 선정하였고, 3차원 동작분석 장비 Winarm을 이용하여 주관절 굴곡 신전, 수근관절 굴곡 신전 시 관절 위치 오차를 측정하여 고유수용성 감각 정도를 구하였다. 이 후 빗질을 이용하여 마찰 통증을 발현하였고 고유수용성 감각을 재측정하였다. 수집된 자료는 계산식을 이용하여 오차의 평균을 산출한 뒤 통계분석 하였다.

결과 : 주관절 굴곡, 신전과 수근관절 굴곡, 신전 시 실험군과 대조군 모두 마찰에 의한 통증 입력 이후 자세 위치 오차가 증가하였다($p < .05$). 실험군과 대조군의 자세 위치 오차의 전후 차이를 비교한 결과 주관절의 y축 오차에서만 통계적으로 유의한 차이가 나타났고 ($p < .05$) 다른 변인들은 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

결론 : 체성 감각인 통증의 증가는 위치조절에 필요한 고유수용성 감각 활성을 감소시키고 통증 발현 시 작업수행 기술 수준과는 상관없이 고유수용성감각 감소는 일정한 것으로 나타났다. 따라서 산업재해 예방을 위해서는 통증을 감소시키고 고유수용성 감각을 증가시키는 프로그램이 필요할 것으로 사료된다.

주제어 : 고유수용성 감각, 작업수행기술, 작업수행요인, 통증

I. 서 론

작업수행(occupational performance)은 작업수행요소(occupational performance component)와 작업수행기술(occupational performance skill)에 의해 그 정도가 결정되는데 이들은 항상 상관관계를 가지고 있지 않기 때문에 최적의 작업수행을 위해서는 두 가지 모두 최상의 상태를 유지하는 것이 중요하다(최지선, 강대혁과 김진경, 2008). 일반적으로 작업수행 요소는 감각과 운동이 통합되는 신

경학적 과정으로부터 영향을 받고 작업수행기술은 작업행동에 의해 변화하게 된다(White, Mulligan, & Merrill, 2007).

현대 산업분야에서 자동화가 급속히 증가하고 있음에도 불구하고, 아직까지 산업 현장의 작업 중 수작업이 차지하는 비율은 매우 높아서 이윤 추구가 목적인 산업체의 작업수행 능력 증가에 대한 관심도는 매우 높지만 신체활동의 결여로 인한 작업수행 요소의 능력 저하는 작업장 상해로 이어질 수 있다(신성환 등, 2008). 국내에서는 2006년도 산업재해 보상보험법 적용사업장 1,292,696개소에

중사하는 근로자 11,688,797명 중에서 4일 이상 요양을 필요로 하는 재해자가 89,910명이 발생(사망 2,453명, 부상 78,343명, 업무상질병 요양자 9,114)하였다. 이로 인한 경제적 손실액은 직접손실액인 산업재해 보상급 지급액만 3,163,769백만원, 직접손실을 포함한 경제적 손실 추정액은 15,818,845백만원, 근로손실일수는 71,163,565일에 달하고 있다(한국산업안전보험공단, 2007). 또한 전체 작업자의 약 90%가 손으로 사용하는 공구를 이용한 수작업에 의존하기에 최대 악력 수준을 넘는 과도한 힘이 요구되는 동작이나 반복적인 작업은 상지의 상해를 유발하는 원인이 되고 그 발생 가능성은 높다(Nuckols et al., 2010).

작업수행에 있어 중요한 요소로는 고유수용성 감각(proprioception)이 있는데 이는 관절의 움직임과 위치에 대한 의식적인 감각으로 환자의 재활에 있어 그 효과를 관찰하는데 중요한 인자로 사용되어 왔다(Callaghan, 2010). 고유수용성 감각은 일반적으로 심각한 조직의 손상이나 만성적인 통증이 있는 경우 위치감각의 소실 및 이차적인 질병의 재발 원인이 된다(Baker, Bennell, Stillman, Cowan, & Crossley, 2002). 이러한 고유수용성 감각은 운동 시 위치감각을 증세하는 것으로 알려진 근방추를 이루는 Ia 신경섬유의 민감도와 중추신경계로 정보를 전달하는 능력에 의해 변화하며(Ribeiro, Mota, & Oliveira, 2007), 현재까지 질병으로 인해 감각의 저하가 동반된 환자들과 노인에게 있어 낙상과 같은 손상 예방을 위해 이를 향상시키려는 다양한 자극 훈련들과 관련된 연구들이 진행되어 왔다(Au-Yeung, 2003).

기존의 통증과 고유수용성 감각에 관한 연구들을 살펴보면 Panics, Tallay, Pavlik과 Berkes(2008)는 슬개대퇴동통증후군(patellofemoral pain syndrome) 환자에 있어 고유수용성 감각은 감소하며 이차적인 신경과 근육 손상 예방을 위해 운동조절(motor control) 훈련을 통한 이러한 감각의 전략적인 향상은 중요하다고 한 바 있으나 작업수행 기술이 뛰어난 선수와 일반인의 감각 저하 정도를 비교한 연구는 없다고 한 바 있다. 또한 Callaghan, Selfe, McHenry과 Oldham(2008)은 통증의 발현 시 모든 대상자에게서 고유수용성 감각의 감소가 나타나지는 않았다고 하여 기존의 연구와 다소 상반된 결과를 보고한 바 있다.

산업현장에서는 반복되는 마찰에 인해 그 손상률이 높아지는데 Samuelsson, Leffler, Johansson과 Hansson(2010)는 찰과상 등의 손상을 주지 않는 범위에서 무해자

극 통증(allodynia)을 가장 크게 발현시키는 빗질의 압력은 40g, 빗질의 속도는 30mm/sec라고 보고한 바 있고 이를 초과할 시 손상을 유발할 수 있다고 한 바 있다. 기계적인 자극들은 피부에서 가까운 부위에 주로 분포되어 있는 체성감각 수용기들을 지속적으로 활성화시키게 되는데 이러한 수용기로는 온각을 제공하는 루피니소체(ruffini corpscle), 냉각을 제공하는 크라우제 종말(krause end bulb), 통각을 제공하는 자유신경종말(free nerve ending), 촉각을 제공하는 마이스너 소체(meissner corpscle) 그리고 압각을 제공하는 파치니 소체(pacinian corpscle)가 있다(김종만 등, 2009). 이와 같은 체성 감각 수용기의 활성화도와 자세유지 및 위치정보 인식에 필수적인 고유감각 수용기 활성화 간의 역상관성은 아직 명확하게 밝혀지지 않은 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 첫째, 체성감각 수용기의 활성화인 마찰에 의한 통증 입력이 고유수용성 감각에 미치는 영향을 알아보고 둘째, 작업수행 기술 수준에 따른 작업수행 요인 중 하나인 고유수용성 감각의 변화를 규명하는 것이며 이를 위해 1년간 규칙적인 주조 및 용접 작업에 참여하여 상지 작업수행 기술이 뛰어난 실험군과 반면에 작업 수행 기술은 떨어지거나 비슷한 신체 조건의 대조군에 마찰 자극 입력 후 고유수용성 감각을 측정하여 비교하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2009년 7월 1일부터 2010년 6월 30일까지 1년 동안 주 3회 3시간 이상 반복적으로 주조 및 용접 실습에 참여한 S 대학교 제철 산업 전공 남학생 22명과 일반 남학생 22명을 대상으로 하였다. 대상자들은 본 연구의 내용을 이해하고 자발적으로 참여 의사를 밝힌 자로 근골격계와 신경계 병력이 없고 상지 관절가동범위에 문제가 없으며, 고유수용성 감각에 영향을 줄 수 있는 변수를 최대한 배제하기 위해 최근 1년간 규칙적인 운동에 참여하지 않은 자들을 선정하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성

(N=44)

일반적 특성	실험군(n=22)	대조군(n=22)
	M ± SD	M ± SD
연령(세)	22.59 ± .95	22.82 ± 2.06
신장(cm)	174.09 ± 6.83	175.64 ± 6.60
체중(kg)	68.59 ± 11.45	69.05 ± 6.62

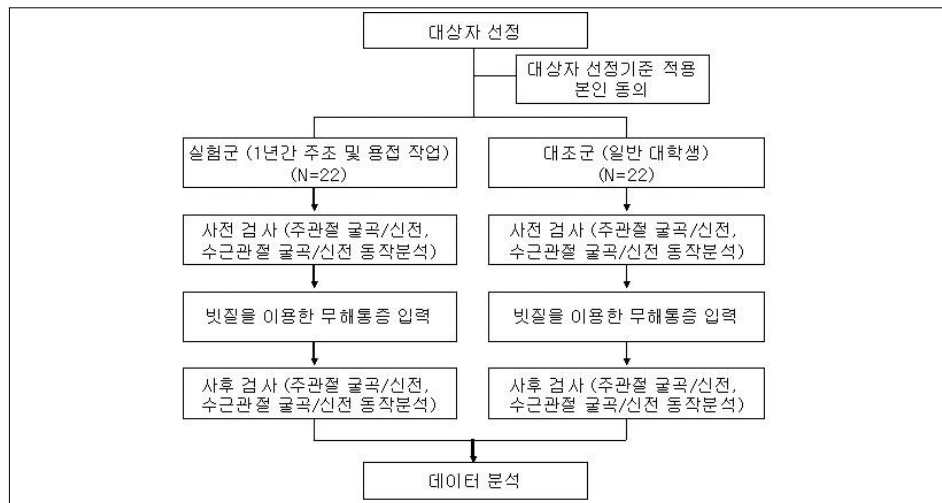


그림 1. 실험 절차

2. 실험 절차

1) 실험 절차

본 연구는 마찰에 의한 통증 입력이 고유수용성 감각에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험군으로 제철 산업 전공 남자 대학생 22명과 일반 남자 대학생 22명을 대조군으로 선정하였고 피험자들에게 실험 중 유의해야 할 사항과 기본적인 측정절차에 대한 설명을 한 뒤 숙지시킨 후 측정하였다. 또한 무해자극 통증 수준이지만 연구윤리를 위해 모든 참가자들에게 실험 방법과 목적에 대해 충분히 설명한 뒤 연구윤리 동의서를 받았다.

먼저 피험자들의 신체적 특성을 파악한 뒤 3차원 동작 분석 장비인 Winarm software(Zebris Medical GmbH, Germany)를 이용하여 상지 고유수용성 감각을 측정하였다. 측정이 끝난 즉시 브리쉬를 이용하여 20분간 상완에 전체적으로 빗질을 하였으며 이 후 고유수용성 감각을 재 측정하였다. 본 연구에 이용된 실험실의 온도는 22~24℃, 습도 60%가 유지되도록 하여 환경적인 요인에 의한

운동 생리적 반응의 변화를 최소화하였으며 진행절차는 다음과 같다(그림 1).

2) 작업 수행

실험군으로 제철 산업 전공 남자 대학생 22명이 1년 간 수행해온 작업은 주조와 용접실습이었다. 이들은 먼저 6개월 동안 규모가 작고 복잡하며 정밀한 입체형의 똑같은 모형을 대량 생산 할 수 있는 정밀주조 방법을 주 3회 3시간씩 실습하였는데 주형틀을 만들기 위해 반복적으로 망치질과 선반 작업 등의 수작업을 하였으며, 이외에도 마름질, 톱질, 줄질, 용해, 연마, 광택 등의 세공기법 실습이 포함되었다. 이 후 6개월간 주 3회 3시간씩 모재를 수평으로 놓고 용접봉을 아래로 향한 아래보기용접, 모재의 용접면이 수직 또는 수직면에 대하여 45° 이내이고 용접선이 수평인 수평용접, 용접면이 수직 또는 수직면과 45° 이내의 각을 이룬 면상에서 용접선이 상하로 위치하는 수직용접, 용접면이 수평인 면에서 용접선이 수평이며 용접봉을 모재의 하방향에 대고 위를 향한 위보기용접 등의 상지를 이

용한 작업을 수행하였다.

3) 마찰에 의한 통증 입력

실험군과 대조군은 모두 마찰에 의한 통증 입력을 위해 브러쉬 방법을 이용하였다. Samuelsson 등(2010)의 전산화된 시각상사척도(computerized visual analog scale)를 이용한 연구에 따르면 찰과상 등의 손상을 주지 않는 범위에서 무해자극 통증(allodynia)을 가장 크게 발현시키는 빗질의 압력은 40g, 빗질의 속도는 30mm/sec로 나타났다. 따라서 본 연구의 측정자들은 사전에 브러쉬를 잡고 브러쉬의 끝으로 저울을 누르는 방법을 이용하여 빗질 시 40g의 압력 부하 정도를 반복하여 파악하였고 이를 유지하며 30mm 거리를 1초간 움직이는 훈련을 실험 전 2주간 주 3회 30분씩 시행하였다.

3. 측정 방법

1) 고유수용성 감각 측정 장비

본 연구에서 고유수용성 감각 측정을 위해 사용된 Winarm software(Zebris Medical GmbH, Germany)는 손과 팔의 움직임을 3차원으로 분석할 수 있는 기능적인 도구이다. 움직임을 기록하기 위해서는 측정 시스템인 Compact measuring system 10(CMS10)과 CMS 지지대(holding device), 부착 마커(body surface markers), 부착 스티커(pads), 연결선(cables), 컴퓨터 장치가 필요하다. 테스트 결과는 모니터를 통해 그래프와 레포트로 분석된다.

이 도구를 통해 반복적 움직임(repetitive movement), 관절가동범위(range of motion), 최대속도 움직임(maximum speed movement), 겨냥 움직임(aiming movement)의 4가지 영역을 기능적으로 분석할 수 있다. 본 연구는 반복적 움직임 영역에서 우세손 주관절과 수근관절의 움직임을 정해진 각도에서 10회 시행하였다.

상지의 고유수용성 감각을 측정하기 위하여 피험자들은 안대를 이용하여 시각적 정보를 차단하였고, 귀에 메트로놈(Metro-tuner MT-30, USA)과 연결된 이어폰을 꽂아 움직임의 속도를 일정하게 만들 수 있도록 하였다. 상지의 움직임은 두 가지 동작으로 측정되었는데 주관절의 굴곡과 신전, 수근관절의 굴곡과 신전을 측정하였다.

2) 주관절 굴곡 신전시 고유수용성 감각 측정

주관절의 굴곡과 신전은 의자에 앉은 자세에서 상완을 체간과 일치되게 놓은 상태에서 주관절 30°와 110° 위치를 각도계로 측정한 뒤, 피험자가 인지 주지시켰다. 시작 위치는 주관절 110° 위치였으며 이 후 피험자는 메트로놈 속도에 맞춰 1초간 주관절 30° 위치를 찾으려 내려간다. 주관절 30° 위치를 찾은 뒤 피험자는 다시 1초간 주관절 110° 위치를 찾아가는 동작을 10회 반복하였다. 위치 감각의 정도를 파악하기 위한 실험이기 때문에 정확한 위치를 찾고 10회 동작을 최대한 동일하게 하는 것이 중요하다고 충분히 설명하였고, 움직임 범위를 기억하도록 하기 위해 3회 연습 뒤에 본 실험을 시행하였다. 주관절 굴곡과 신전에 대한 3차원 동작 분석을 위한 마커의 부착 위치는 상완골의 대결절(greater tubercle), 상완골의 외측상과(lateral epicondyle), 요수근관절(radiocarpal joint)의 3곳이었다.

3) 수근관절 굴곡 신전시 고유수용성 감각 측정

수근관절의 굴곡과 신전은 의자에 앉은 자세에서 책상 위에 손을 중앙위(mid position)으로 놓고 실시하였으며 전완과 손을 일치시킨 자세를 0°로 설정하고 70° 굴곡 위치에서 시작하여 70° 신전 위치까지 반복해서 움직이도록 하였으며 검사방법은 주관절과 동일하게 시행하였다. 수근관절의 굴곡과 신전 시 손가락은 곧게 편 채로 움직임 없이 유지하도록 하였고 마커의 부착 위치는 상완골의 외측상과(lateral epicondyle), 요수근관절(radiocarpal joint), 두 번째 손가락의 중수지절 관절(metacarpopharyngeal joint)이었다.

4. 분석 방법

실험에 의해 고유수용성 감각의 자료는 Winarm software에 의해 x축(관상면), y축(시상면), z축(수평면)으로 수집되었으며(그림 2), ASCII file로 추출하였다. 추출된 데이터를 Excell v2007 프로그램에 입력하여 계산식에 동작의 오차에 대한 평균을 구하였다. 모든 절차는 연구자에 의해 직접 시행되었고 계산식은 다음과 같다(그림 3).

본 연구는 실험군과 대조군 간의 일반적 특성, 고유수용성 감각의 평균과 표준편차를 구하기 위해 기술통계량을 사용하였고 집단 내 전후 차이를 분석하기 위하여 Paired

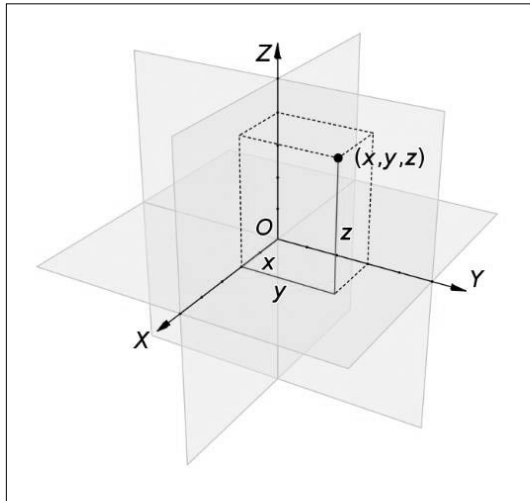


그림 2. 3차원 좌표 체계

$$\begin{aligned} \text{Coronal plane mean error} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_n - x_1)^2} \\ \text{Sagittal plane mean error} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{(y_n - y_1)^2} \\ \text{Transverse plane mean error} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{(z_n - z_1)^2} \end{aligned}$$

그림 3. 평균 오차 계산식

t-test를 사용하였고 집단 간 차이를 분석하기 위하여 Independent t-test를 사용하였다. 각 변수들의 통계적 유의수준은 $p < .05$ 로 하였으며 통계 분석방법은 SPSS version 12.0 프로그램을 사용하였다.

지절관절 위치에서의 y축 오차는 실험전 5.83 ± 4.29 , 실험 후 11.43 ± 7.74 , z축 오차는 실험전 9.53 ± 6.55 , 실험 후 16.57 ± 9.48 로 유의한 차이를 나타냈으며($p < .01$) 수근관절 위치에서의 y축 오차에서는 실험전 39.65 ± 6.31 , 실험 후 44.91 ± 8.21 로 유의한 차이를 보였다($p < .05$).

III. 연구 결과

1. 실험군의 마찰에 의한 통증 입력 전후 비교

실험군의 마찰에 의한 통증 입력 전후 차이는 (표 2)와 같다. 실험군의 주관절 굴곡신전 중 에서 견관절, 주관절, 수근관절 위치에서의 오차는 x, y, z축 모두 실험전후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었는데($p < .001$) 주관절 위치에서의 x축 오차는 실험전 12.54 ± 10.09 , 실험후 18.44 ± 10.11 로 차이를 보였고($p < .05$) 수근관절 위치에서의 y축 오차는 실험전 17.90 ± 11.76 , 실험후 27.82 ± 15.81 로 유의한 차이를 보였으나($p < .01$) 수근관절 위치에서의 x축 오차에서는 실험전 15.06 ± 9.88 , 실험후 35.15 ± 50.69 로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

실험군의 수근관절 굴곡신전 중에서도 주관절, 수근관절, 중수지절관절의 위치에서의 오차는 x, y, z축 모두 실험전후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었는데($p < .001$) 수근관절 위치에서의 z축 오차는 실험전 36.56 ± 5.76 , 실험후 40.66 ± 6.33 로 유의한 차이를 보였고($p < .01$) 중수

2. 대조군의 마찰에 의한 통증 입력 전후 비교

대조군의 마찰에 의한 통증 입력 전후 차이는 (표 3)과 같다. 대조군의 주관절 굴곡신전 중 에서 견관절, 주관절, 수근관절 위치에서의 오차는 x, y, z축 모두 실험전후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었는데($p < .001$) 주관절 위치에서의 x축 오차는 실험전 11.95 ± 9.62 , 실험후 26.38 ± 16.06 로 차이를 보였고($p < .01$) 수근관절 위치에서의 y축 오차는 실험전 17.90 ± 11.76 , 실험후 27.82 ± 15.81 로 유의한 차이를 보였으며($p < .01$) 수근관절 위치에서의 x축 오차는 실험전 16.78 ± 13.53 , 실험후 26.85 ± 15.78 , z축에서 실험전 17.38 ± 9.90 , 실험후 33.52 ± 20.47 로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .01$).

대조군의 수근관절 굴곡신전 중에서도 주관절, 수근관절, 중수지절관절 위치에서의 오차는 x, y, z축 모두 실험전후 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < .001$).

표 2. 실험군의 마찰에 의한 통증 입력 전후 비교

(N=22)

		축	실험전	실험후	t
			M ± SD	M ± SD	
주관절 굴곡신전	견관절 오차	x	6.10 ± 4.61	12.04 ± 4.73	-8.580 ^{***}
		y	5.86 ± 5.34	13.02 ± 6.17	-8.169 ^{***}
		z	2.79 ± 2.34	8.08 ± 4.59	-7.311 ^{***}
	주관절 오차	x	12.54 ± 10.09	18.44 ± 10.11	-2.770 [*]
		y	6.9 ± 6.05	12.17 ± 6.04	-5.848 ^{***}
		z	9.31 ± 7.90	17.85 ± 9.65	-5.188 ^{***}
	수근관절오차	x	15.06 ± 9.88	35.15 ± 50.69	-1.875
		y	17.90 ± 11.76	27.82 ± 15.81	-3.626 ^{**}
		z	10.03 ± 9.55	22.88 ± 14.42	-4.721 ^{***}
수근관절 굴곡신전	주관절오차	x	6.78 ± 0.89	7.49 ± 1.28	-7.309 ^{***}
		y	7.88 ± 1.06	8.94 ± 1.37	-6.554 ^{***}
		z	7.04 ± 0.74	8.09 ± 1.34	-4.394 ^{***}
	수근관절오차	x	34.76 ± 4.59	38.19 ± 0.99	-5.142 ^{***}
		y	39.65 ± 6.31	44.91 ± 8.21	-2.765 [*]
		z	36.56 ± 5.76	40.66 ± 6.33	-3.933 ^{**}
	중수지절관절 오차	x	13.24 ± 13.42	19.40 ± 12.99	-5.124 ^{***}
		y	5.83 ± 4.29	11.43 ± 7.74	-3.556 ^{**}
		z	9.53 ± 6.55	16.57 ± 9.48	-3.637 ^{**}

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

3. 실험군 대조군의 마찰에 의한 통증 입력 전후차 비교

실험군과 대조군의 마찰에 의한 통증 입력의 전후차 비교는 (표 4)와 같다. 주관절 굴곡신전에서 견관절, 주관절, 수근관절의 위치에서의 오차를 살펴본 결과 주관절 위치에서의 y축 오차에서 실험군 5.27 ± 4.22 , 대조군 10.33 ± 9.66 으로 유의미한 차이를 보였으나(p<.05), x축과 z축에서는 두 군간 통계적으로 의미있는 차이를 나타내지 않았고 견관절과 수근관절 위치에서의 오차 비교 결과에서도 두 군간 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았다.

수근관절 굴곡신전에서도 견관절, 주관절, 수근관절의 위치에서의 오차를 살펴본 결과 주관절, 수근관절, 중수지절관절에서 나타난 x축, y축, z축의 오차 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다.

IV. 고 찰

본 연구는 마찰에 의한 통증 입력이 작업자의 상지 고유 수용성 감각에 미치는 영향을 알아보고자 하였고, 그 결과를 토대로 논의 하고자 한다. 최근 작업치료 영역에서 감각통합(sensory integration)이론은 보편적으로 사용되고 있으나 이들의 신경학적 과정, 기능, 그리고 행동 간의 관계를 밝히는 임상적 근거는 부족하여 이를 찾기 위한 노력들이 시도되어 왔다(Miller, Anzalone, Lane, Cermak, & Osten, 2007). 감각통합이론에서는 단순한 신경학적 문제들인 작업수행 요소만 작업수행에 영향을 미치는 것이 아니라 행동과 같은 작업수행 기술이 함께 기여한다고 하였다. 또한 근력(strength)과 관절가동범위(range of motion)등의 작업수행 요소의 향상이 조작하기(manipulates)나 다루기(handles)와 같은 작업수행 기술의 향상과 반드시 일치한다고 하기 어렵다(최지선 등,

표 3. 대조군의 마찰에 의한 통증 입력 전후 비교

(N=22)

		측	실험전	실험후	t	
			M ± SD	M ± SD		
주관절 굴곡신전	견관절 오차	x	10.28 ± 7.97	17.66 ± 8.34	-4.800 ^{***}	
		y	7.78 ± 5.13	13.88 ± 4.93	-5.953 ^{***}	
		z	6.82 ± 8.13	11.60 ± 8.26	-8.721 ^{***}	
	주관절 오차	x	11.95 ± 9.62	26.38 ± 16.06	-3.824 ^{**}	
		y	7.57 ± 6.31	17.90 ± 8.87	-5.015 ^{***}	
		z	11.05 ± 7.05	22.42 ± 12.08	-4.250 ^{***}	
	수근관절오차	x	16.78 ± 13.53	26.85 ± 15.78	-3.288 ^{**}	
		y	20.79 ± 19.90	38.61 ± 28.51	-4.348 ^{***}	
		z	17.38 ± 9.90	33.52 ± 20.47	-4.022 ^{**}	
	수근관절 굴곡신전	주관절오차	x	6.22 ± 5.38	12.11 ± 5.95	-6.687 ^{***}
			y	5.47 ± 4.85	10.63 ± 6.21	-5.514 ^{***}
			z	4.78 ± 4.13	9.40 ± 5.11	-5.799 ^{***}
수근관절오차		x	8.50 ± 5.83	17.10 ± 6.23	-7.748 ^{***}	
		y	7.82 ± 6.95	15.62 ± 10.91	-3.804 ^{***}	
		z	6.58 ± 5.86	11.61 ± 7.09	-4.666 ^{***}	
중수지절관절오차		x	18.28 ± 13.13	24.50 ± 11.82	-7.136 ^{***}	
		y	10.18 ± 8.58	17.76 ± 9.79	-4.208 ^{***}	
		z	12.40 ± 7.94	22.71 ± 13.36	-3.586 ^{***}	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

2008). 이에 본 연구는 반복적인 숙련도로 인해 상지의 작업수행 기술이 높은 실험군과 상대적으로 상지의 작업수행 기술이 낮은 대조군의 작업 수행요소 중 신경학적 관절 위치감각인 고유수용성 감각의 통증 입력 시 변화를 비교하고자 하였다.

통증은 인체에서 일어나는 정상 신경생리학적, 일반생리학적, 심리학적, 그리고 행동학적 반응들을 변화시킨다(Cailliet, 1996). 기존의 연구에서 Hobbs, Adams, Shirley와 Hillier(2010)는 요통환자들과 통증이 없는 대조군의 11도, 13도, 15도, 17도, 19도 굴곡 자세에 대한 고유수용성 감각을 비교하여 요통환자들에게서 큰 오차 비율이 나타났다고 하였고 추간판 치환술(disc replacement) 이 후 요통환자들은 고유수용성 감각의 향상을 보였다고 하였다. 또한 Niessen 등(2009)은 뇌졸중 환자를 대상으로 견관절의 환측과 건측을 비교한 연구에서 환측에서의 견관절 통증 증가와 고유수용성 감각의 감

소를 보고한 바 있다.

하지만 기존의 연구들은 환자들을 대상으로 통증 발현 후 고유수용성 감각을 측정하고 치료적 접근을 통해 고유수용성 감각의 향상을 보고하였기에 손상 전 고유수용성 감각의 정도를 알 수 없어 반드시 통증의 발현이 고유수용성 감각을 감소시킨다고 단정하기는 어렵다(Callaghan, 2010).

본 연구의 결과에서 실험군 대조군은 모두 통증 입력 후 각 관절의 위치감각의 오차가 증가하여 고유수용성 감각의 감소를 보였다(p<.05). Segal 등(2010)은 30달간 시행한 종단적 연구에서 고유수용성 감각의 감소는 노인의 슬관절 관절염 예측인자가 될 수 있다고 보고한 바 있는데 노인과 20대 성인이라는 차이는 있지만 본 연구의 결과와 유사한 것으로 보인다. 하지만 이 연구는 경첩관절인 슬관절을 대상으로 시행하였기에 관절의 움직임이 상대적으로 크고 다양한 상지를 평가한 본 연구와 비교하기에는 다소

표 4. 실험군과 대조군의 마찰에 의한 통증 입력 전후차 비교

(N=44)

		측	실험군	대조군	t
			M ± SD	M ± SD	
주관절 굴곡신전	견관절 오차	x	5.94 ± 3.24	7.37 ± 7.20	-.851
		y	7.15 ± 4.10	6.09 ± 4.80	.787
		z	5.28 ± 3.39	4.78 ± 2.57	.554
	주관절 오차	x	5.90 ± 10.00	14.42 ± 17.69	-1.966
		y	5.27 ± 4.22	10.33 ± 9.66	-2.251*
		z	8.53 ± 7.72	11.37 ± 12.55	-.902
	수근관절오차	x	20.08 ± 50.23	10.07 ± 14.37	.898
		y	9.91 ± 12.82	17.82 ± 19.23	-1.605
		z	12.85 ± 12.76	16.14 ± 18.82	-.679
수근관절 굴곡신전	주관절오차	x	5.34 ± 3.42	5.88 ± 4.12	-.477
		y	4.66 ± 3.33	5.16 ± 4.39	-.432
		z	7.31 ± 7.80	4.62 ± 3.73	1.458
	수근관절오차	x	5.80 ± 5.29	8.60 ± 5.20	-1.766
		y	4.16 ± 7.05	7.80 ± 9.61	-1.431
		z	7.54 ± 8.99	5.03 ± 5.05	-1.143
	중수지절관절오차	x	6.15 ± 5.63	6.22 ± 4.09	-.046
		y	5.60 ± 7.38	7.58 ± 8.45	-.828
		z	7.03 ± 9.06	10.30 ± 13.48	-.946

*p<.05

무리가 있다. 이와 같이 고유수용성 감각을 미리 측정하
뒤 통증의 발현시키기 위해서는 인위적으로 통증을 입력
하는 연구 설계가 아닌 이상 장시간의 노력이 필요한 중단
적 연구 형식이 되어야 하기 때문에 고유수용성 감각의 통
증 발현 이후 변화에 대한 연구는 현재까지 거의 이루어지
지 않았다. 또한 Gay 등 (2007)은 복합부위통증후군
(complex regional pain syndrome) 환자들을 대상으로
시행한 연구에서 체성감각 입력인 진동(vibration) 자극이
고유수용성 감각 되먹임(feedback)을 증가시킨다고 하여
통증과 통증 역치 수준 이하의 진동자극이라는 차이를 가
지고 있지만 감각 입력이라는 관점에서 본 연구와는 상반
된 결과를 보고하기도 하였다.

Callaghan, McKie, Richardson, Gregory와 Oldham
(2010)은 대퇴동통증후군 환자들을 대상으로 고유수용
성 감각 훈련을 시행하며 기능적 자기공명영상(fMRI) 촬
영한 결과 대뇌피질의 활성화는 낮아지고 소뇌의 활성화

가 높아지는 결과를 보였다고 보고한 바 있는데 통증을 관
장하는 대뇌피질과 고유수용성 감각을 관장하는 소뇌간에는
역상관관계가 있음을 시사하였으나 연구에서 1명의 대
상자의 신경학적 변화만을 언급하였기에 대표성을 가지기
는 다소 무리가 있는 것으로 보인다. 하지만 이 연구는 본
연구에서 나타난 마찰에 의한 통증 입력 이후 고유수용성
감각이 감소한 결과와 유사한 결과로 보인다.

고유수용성 감각은 인체의 내부에 존재하는 위치감각
으로 정의되며, 1906년 Charles Scott Sherrington에 의
해 소개되었으며 의식적인 감각 정보의 전달, 자세 조절과
관절의 안정성에 기여한다(Hagert, Persson, Werner, &
Ljung, 2009). 고유수용성 감각기로부터 들어온 정보들은
운동 시 근육들의 움직임에 대한 무의식 조절과 자세와 운
동의 인식에 이용되기 때문에, 이러한 정보의 입력이 상실
되면 운동수행 능력은 저하되고, 일상생활 동작 수행에서
도 어려움을 겪게 된다(Hoon et al., 2009).

본 연구의 그룹 간 비교에서 실험군과 대조군은 주관절 굴곡, 신전 시 주관절의 y축 오차에서만 통계적으로 유의한 차이가 나타났고 그 외 다른 변인들은 모두 통계적으로 유의하지 않았다. Rosenkranz와 Rothwell(2006)은 건강한 대상자들에게 감각통합 운동을 적용하여 고유수용성 감각의 변화를 측정한 연구에서 그 능력이 향상되었음을 보고한 바 있고 Tripp, Faust와 Jacobs(2009)는 반복적인 작업 수행이 주관절의 관절 위치감각(joint position sense)를 개선시킨다고 하여 운동이나 훈련 시 감각 향상 정도에 관한 연구들은 이루어졌으나 손상 시 높은 작업수행기술을 가진 대상자와 낮은 작업수행기술을 가진 대상자들의 고유수용성 감각 감소 정도를 비교한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 김도경(2008)은 전방십자인대 재건술을 앞둔 환자들을 대상으로 수술 전 근력운동을 시행한 실험군과 시행하지 않은 대조군의 고유수용성 감각 변화를 비교한 연구에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다고 하였는데 본 연구의 결과와 유사하며 작업수행기술의 수준에 따른 고유수용성 감각의 감소폭 차이는 없는 것으로 사료된다.

본 연구는 작업치료 분야에서 체성감각 수용기의 활성화 마찰에 의한 통증 입력이 고유수용성 감각에 미치는 영향을 알아보고, 작업수행 기술 수준에 따른 작업수행 요인 중 하나인 고유수용성 감각의 변화를 규명하여 산업재해 예방을 위한 모델 구축에 도움이 되고자 하였다. 본 연구의 제한점으로는 1년 동안 작업 실습을 해온 대학생들을 통해 결과를 도출했기에 모든 작업자를 대표하긴 어렵다는 점이다. 따라서 앞으로 작업수행 기술이 더욱 높은 전문 작업자와 대조군을 대상으로 통증 입력에 대한 고유수용성 감각 변화를 비교하는 연구가 진행되어야 할 것이고 본 연구에서는 수많은 작업수행요인 중 단순히 고유수용성 감각 하나만의 차이를 비교했으나 다른 요인들도 기술 수준에 따른 변화에 대한 분석이 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 마찰에 의한 통증 입력이 고유수용성 감각에 미치는 영향을 알아보고, 작업수행 기술 수준에 따른 작업수행 요인 중 하나인 고유수용성 감각의 변화를 규명하기 위해 연구되었으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

주관절 굴곡, 신전과 수근관절 굴곡, 신전 시 실험군과 대조군 모두 마찰에 의한 통증 입력 이후 자세 위치 오차가 증가하였다($p < .05$). 실험군과 대조군의 자세 위치 오차의 전후 차이를 비교한 결과 주관절의 y축 오차에서만 통계적으로 유의한 차이가 나타났지만($p < .05$) 다른 변인들은 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

결과적으로 체성 감각인 통증의 증가는 위치조절에 필요한 고유수용성 감각 활성을 감소시키고 통증 발현 시 작업수행기술 수준과는 상관없이 고유수용성감각 감소는 일정한 것으로 나타났다. 따라서 작업치료 중 직업재활 분야에서 통증을 감소시키고 고유수용성 감각을 증가시키는 치료프로그램을 통해 작업자의 산업재해 예방에 도움을 줄 수 있을 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

- 김도경. (2008). 전방십자인대 재건술 전 재활운동이 인대 이완도와 고유수용성감각 및 슬관절 근력에 미치는 영향. 박사학위논문, 성균관대학교, 서울.
- 김종만, 국은주, 권미지, 김경윤, 김동완, 김동현 등. (2009). 신경과학. 서울: 정담미디어.
- 신성환, 김대환, 안진홍, 김희동, 김정호, 강현만 등. (2008). 부산지역 조선업 협력업체 근로자들의 산업재해 관련요인. 대한산업의학회지, 20(1), 15-24.
- 최지선, 강대혁, 김진경. (2008). 감각통합치료가 발달지연아동의 작업수행능력에 미치는 영향. 대한작업치료학회지, 16(1), 33-43.
- 한국산업안전보험공단. (2007). 2006년 산업재해현황. 경기도: 한국산업안전보험공단.
- Au-Yeung, S. S. (2003). Does weight-shifting exercise improve postural symmetry in sitting in people with hemiplegia? *Brain Injury*, 17(9), 789-797.
- Baker, V., Bennell, K., Stillman, B., Cowan, S. M., & Crossley, K. (2002). Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Orthopedic Research*, 20(2), 208-214.
- Cailliet, R. (1996). *Soft tissue pain and disability* (3rd

ed.). Philadelphia: F.A. Davis.

- Callaghan, M. J. (2010). What does proprioception testing tell us about patellofemoral pain? *Manual Therapy*, 16(1), 46–47.
- Callaghan, M. J., McKie, S., Richardson, P., Gregory, L., & Oldham, J. A. (2010). The effects of patellar taping on brain activity during a proprioception task. *Journal Orthopedic Sports Physical Therapy*, 40(3), 41–42.
- Callaghan, M. J., Selfe, J., McHenry, A., & Oldham, J. A. (2008). Effects of patellar taping on knee joint proprioception in patients with patellofemoral pain syndrome. *Manual Therapy*, 13(3), 192–199.
- Gay, A., Parratte, S., Salazard, B., Guinard, D., Pham, T., Legré, R., et al. (2007). Proprioceptive feedback enhancement induced by vibratory stimulation in complex regional pain syndrome type I: An open comparative pilot study in 11 patients. *Joint Bone Spine*, 74(5), 461–466.
- Hagert, E., Persson, J. K., Werner, M., & Ljung, B. O. (2009). Evidence of wrist proprioceptive reflexes elicited after stimulation of the scapholunate interosseous ligament. *American Journal of Hand Surgery*, 34(4), 642–651.
- Hobbs, A. J., Adams, R. D., Shirley, D., & Hillier, T. M. (2010). Comparison of lumbar proprioception as measured in unrestrained standing in individuals with disc replacement, with low back pain, and without low back pain. *Journal of Orthopedic Sports Physical Therapy*, 40(7), 439–446.
- Hoon, A. H., Stashinko, E. E., Nagae, L. M., Lin, D. D., Keller, J., Bastian, A., et al. (2009). Sensory and motor deficits in children with cerebral palsy born preterm correlate with diffusion tensor imaging abnormalities in thalamocortical pathways. *Development of Medical Child Neurology*, 51(9), 697–704.
- Miller, L. J., Anzalone, M. E., Lane, S. J., Cermak, S. A., & Osten, E. T. (2007). Concept evolution in sensory integration: A proposed nosology for diagnosis. *American Journal of Occupational Therapy*, 61(2), 135–140.
- Niessen, M. H., Veeger, D. H., Meskers, C. G., Koppe, P. A., Konijnenbelt, M. H., & Janssen, T. W. (2009). Relationship among shoulder proprioception, kinematics, and pain after stroke. *Archives Physical Medicine Rehabilitation*, 90(9), 1557–1564.
- Nuckols, T., Harber, P., Sandin, K., Benner, D., Weng, H., Shaw, R., et al. (2010). Quality measures for the diagnosis and non-operative management of carpal tunnel syndrome in occupational settings. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 21(1), 1001–1119.
- Panics, G., Tallay, A., Pavlik, A., & Berkes, I. (2008). Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 472–476.
- Ribeiro, F., Mota, J., & Oliveira, J. (2007). Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly. *European Journal of Applied Kinesiology*, 99(4), 379–385.
- Rosenkranz, K., Rothwell, J. C. (2006). Spatial attention affects sensorimotor reorganization in human motor cortex. *Experimental Brain Research*, 170(1), 97–108.
- Samuelsson, M., Leffler, A. S., Johansson, B., & Hansson, P. (2010). The influence of brushing force and stroking velocity on dynamic mechanical allodynia in patients with peripheral neuropathy. *European Journal of Pain*, 15(4), 389–394.
- Segal, N. A., Glass, N. A., Felson, D. T., Hurley, M., Yang, M., Nevitt, M., et al. (2010). The effect of quadriceps strength and proprioception on risk for knee osteoarthritis. *Medical Science Sports Exercise*, 42(11), 2081–2088.
- Tripp, B. L., Faust, D., & Jacobs, P. (2009). Elbow joint position sense after neuromuscular training with handheld vibration. *Journal of Athletic Training*,

44(6), 617–623.

White, B. P., Mulligan, S., & Merrill, K. (2007). An examination of the relationships between motor

and process skills and scores on the sensory profile. *American Journal of Occupational Therapy*, 61(2), 154–162.

Abstract

Effects of Pain Input From Friction on Upper Limb Proprioception of Work Participants

Lee, Hyeon-Sook^{*}, M.P.H., O.T., Kim, Sung-Joong^{**}, Ph.D., P.T.,
Yu, Jae-Ho^{***}, M.A., P.T.

^{*}Dept. of Occupational Therapy, Shinsung University

^{**}Dept. of Physical Therapy, Kangwon National University

^{***}Dept. of Physical Therapy, Sahmyook University

Objective : The purpose of this study was to know the effects of pain input from friction on proprioception, and to identify the change of proprioception, which is an occupational performance component.

Methods : Twenty-two males who had participated in working practice during 1 year were recruited for this study as an experimental group. Also, twenty-two healthy university students were recruited for this study as a control group. We measured the mean positioning error using Winarm three-dimensional motion analysis equipment by having the subjects move their elbow flexion-extension and wrist flexion-extension. Next, the subjects were given an intervention of pain using a brush. We then conducted a retest. The collected data were calculated using a formula and analyzed.

Results : Both the experimental and control groups showed significant increases in mean positioning error during an elbow flexion-extension and wrist flexion-extension after pain input ($p<.05$). However, the difference in mean positioning error before and after was not significant except for the elbow y axis error ($p<.05$).

Conclusion : An increase of pain, which is a somathetic sensory receptor, reduced the firing of proprioceptions for positioning control. When pain appeared, a reduction of proprioception firing was constant without reference to the level of occupational performance skill. Therefore, a program for decreasing pain and increasing proprioception for the prevention of industrial injuries is needed.

Key words : Occupational performance component, Occupational performance skill, Pain, Proprioception