Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 23, No. 4 pp.1-8, November 2004

인력물자취급작업시 작업 대상물의 위치가 신체자세동요에 미치는 영향

Effects of Material Position on Postural Stability during Manual Material Handling Tasks

박 재 규*, 박 성 하**

ABSTRACT

The objective of this study is to identify the effects of material position and physical fatigue on postural stability. Ten male subjects participated in this study. After bicycling exercises, their centers of pressure (COPs) were measured under four material handling positions and four excercise levels. The measured COPs were then utilized to calculate postural sway length in each experimental condition. Subjects' postural stability was quantified using the sway length. Results showed that the effect of different material handling position was significant on the postural sway length in both the posterior-anterior axis and the medio-lateral axis. Results also showed that the postural sway length was increased as physical fatigue accumulated, significantly in subject's posterior-anterior axis. The results imply that bearing a material on the back or front with both hands appeared to cause least sway length and instability.

Keyword: Postural sway, Sway length, Manual materials handling task, COP

*한남대 산업시스템공학과, 현재 고려대 산업시스템정보공학과
**한남대학교 산업시스템공학과
주 소 : 306-791 대전광역시 대덕구 오정동 133
전 화 : 042-629-7535
E-mail: shpark@hannam.ac.kr

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

1. 서 론

생산현장에서는 작업자들에게 쾌적하고 안전한 작업환경을 제공하기 위한 노력의 일환으로 다양한 형태의 자동화를 시도하고 있다. 그러나 건설, 제조, 물류(운수), 컨베이어 벨트로부터 원자재를 운반하거나 적재하는 등의 작업분야에서는 인간의 육체노동을 요하는 인력물자취급 (MMH: Manual Materials Handling) 작업이 상존하고 있는 실정이다(정성학, 김홍기, 1999).

운반, 상·하역 작업 등 인력물자취급 작업과 연관된 전도 및 추락 재해는 산업재해의 주요 원인의 하나이다. 미국의 경우, National Safety Council(2000)의 분석에 의하면 1998년 한 해 동안 16,600명이 추락 및 전도에 의해 사망에 이르는 중대재해를 당하였으며, 이 중 10,700명(약 65%)이 산업현장에서 작업 중에 사망 재해를 당한 것으로 보고하고 있다. 또한 전체 사망재해를 원인별로 분류하면 추락 및 전도가 두 번째로 높은 원인이라고 보고하고 있다. 우리나라의 경우, 최근의 산업재해원인 조사에 따르면 전체 재해 발생 작업내용 중 운반 및 상·하역 작업이 1,680명(23.3%)으로 산업재해 중 가장 높게 나타났다(한국산업안전관리공단, 2002). 산업안전공단의 2001년 발생형태별 산업재해 통계자료에 의하면, 추락 및 전도에 의한 재해는 전체 산업재해의 약 30.02%를 차지하는 것으로 보고되어 있다. 또한 산업재해 중 건설 현장에서 발생하는 재해는 산업재해 전체의 약 20.59%를 차지하고 있으며(통계청, 2001), 그 중 추락 및 전도로 인한 재해는 약 47.58%에 이르고 있다. 또한 산업재해로 인한 사망재해는 건설업이 48.65%로 가장 높게 나타났으며 그 중에 가장 큰 원인이 추락에 의한 사망재해로서 39.98%에 달하고 있다(노동부, 2002).

인력물자취급이 요구되는 작업을 수행하는 작업자들은 육체적 피로의 누적을 호소하게 된다. 육체적 피로를 정신적 피로와 구분하여 명확히 정의하기는 어려운 점이 있으나, Christensen(1960)은 육체적인 피로를 인체 내의 균형을 유지하려는 항상성(homeostasis)이 교란된 상태라고 정의하고 있다(Astrand and Rodall, 1986). 인간의 자세균형능력은 근골격계, 자기수용감각체계(proprioceptive system), 시각체계 및 전정감각체계(vestibular system)의 상호작용에 의해 유지되는 것으로 판단된다(Christensen, 1960). 육체적인 피로는 이러한 감각체계들의 작용을 저하시키며, 결과적으로 자세균형능력의 저하로 이어진다. 건설현장 등 육체적인 작업이 빈번한 산업현장에서 피로에 의한 신체의 자세균형능력 저하는 다양한 유형의 근골격계질환 뿐만 아니라 추락 및 전도재해의 주요 원인이 된다고 볼 수 있다(Holbein and Chaffin, 1997; Pan and Chiou, 1999). 인력물자취급시 작업 대상물의 위치 또한 신체의 자세균형능력에 영향을 줄 수 있다. 이와 관련된 연구는 많이 보고되어 있지 않으나, Pan, Chiou, Long, Zwiener, Skidmore 등(2000)은 건설현장에서 주로 수행되는 건판(drywall sheet)을 들고 유지하는 작업환경에서 건판의 위치와 작업 자세에 따른 신체동요의 정도를 정량화하여 보고하고 있다.

자세균형능력의 정량화를 위해서는 다양한 방법들이 시도되고 있으나, 힘판을 이용하여 신체자세의 동요(postural sway)를 측정하는 방법이 주로 사용되고 있다 (정병용, 박경수, 1996). COP는 신체가 지면을 누르는 압력의 중심을 의미하며, 일정시간 동안의 COP 위치좌표는 자세동요의 정도를 정량적으로 나타내는 동요길이(sway length), 동요속도(sway velocity), 동요면적(sway area) 등의 계산에 이용된다. 예를 들어, Pan, Chiou, Long, Zwiener, Skidmore 등(1999)은 건설현장에서 작업 자세에 따른 신체동요의 정도를 정량화하기 위해 동요길이 및 동요면적을 이용하였다.

본 연구는 신체 압력중심(COP: center of pressure) 측정을 통한 신체의 자세동요 측정 방법을 이용하여 인력물자취급시 작업 대상물의 위치에 따른 신체균형능력의 변화를 파악하고 정량화하기 위해 수행하였다. 또한 작업자의 육체적 피로가 이러한 신체균형능력에 미치는 영향 또한 파악하고자 하였다.

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

2. 연구 방법

2.1 피실험자

과거 심장질환 및 지난 6개월간 근골격계질환에 노출되지 않은 남성(나이: 23.6±1.7세, 키: 177±6.8cm, 휴식 시 심박수: 83.3±9.2회/분) 10명이 실험에 참여하였다. 실험참여는 피실험자들의 서면동의를 통해 이루어졌으며, 실험대상 결정을 위한 기본 정보를 파악하기 위해 설문지를 통하여 연령, 실험 당일의 몸 상태 등을 조사하였다. 피실험자에게는 실험참여에 대한 수당이 지급되었으며, 실험 당일에는 신체균형능력에 영향을 줄 수 있는 흡연이나 커피, 알코올 복용을 하지 않도록 하였다.

2.2 실험장비

신체 압력중심(COP)의 위치좌표 측정을 위해 Bertec사의 힘판(Model # K90701, Type 4060-08, 규격 60cm×40cm×8.8cm)을 사용하였다. 자료 수집을 위한 샘플링 주파수는 60Hz로 하였으며, 획득된 COP 위치좌표는 X축(피실험자의 anterior-posterior 방향의 축)과 Y축 (피실험자의 medio-lateral 방향의 축) 동요길이(sway length)를 계산하는데 이용되었다.

피실험자에게 다양한 수준의 피로를 부과하기 위해 MONARK사의 Ergonomic Bicycle(Model: Ergomedic 828E)을 사용하였다. Ergonomic bicycle의 페달을 일정한 속도로 유지하도록 피실험자에게 청각신호를 제공하기 위해 YAMAHA사의 QT-1 메트로놈을 사용하였으며, 박자주기를 100회/분으로 하여 바퀴의 회전율이 50회/분이 되도록 하였다. 휴식상태에서와 실험 중 피실험자의 심박수를 검토하기 위해서 POLAR사의 휴대용 심박수 측정기 SPORT TESTER™를 사용하였다. 또한, 다음의 실험계획에서 상세히 기술하고 있는 각 수준의 일을 수행한 후, 피실험자가 주관적으로 느끼는 피로의 정도를 파악하기 위해 Borg의 RPE 스케일을 이용하였다(Borg, 1962). Borg 스케일은 6에서 20으로 구분되어 있으며, 7은 "매우 매우 가벼운 정도(very, very light)", 19는 "매우 매우 어려운 정도(very, very hard)"의 수준을 의미한다.

인력물자취급 작업의 작업대상물은 현재 우리나라

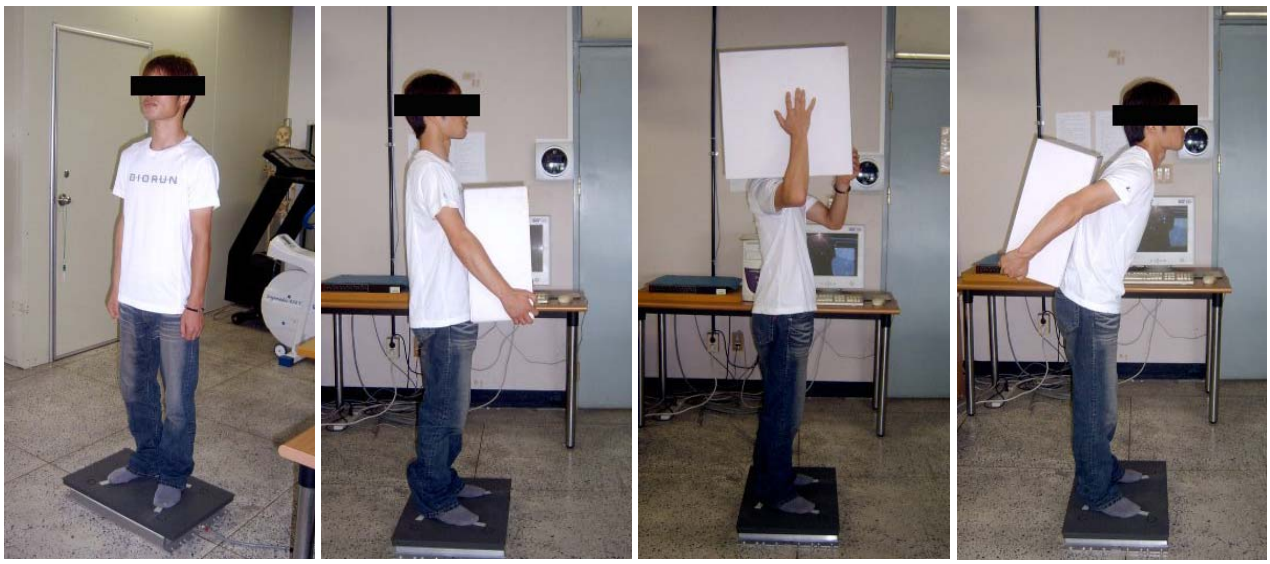

그림 1. 작업 대상물의 위치에 따른 작업 자세 – 왼쪽으로부터 작업 대상물이 없는 자세(None), 앞쪽으로 드는 자세(Front), 어깨로 드는 자세(Shoulder), 등으로 드는 자세(Back)를 나타냄.

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

에서 많이 판매되는 공구용 박스나 부품 박스로서 인체심리학적 연구 및 일반 산업현장에서 많이 사용되어지고 있는 가로 45cm, 세로 45cm, 높이 21cm의 박스형 상자를 사용하였다. 재질은 종이 골판지를 사용하여 만들었으며 하중을 가하기 위해 각종 물체를 채운 후 대칭적으로 배열하여 무게 중심이 중앙에 오도록 하여 위치 변화에 따른 변동을 최소화하였다(유우혁, 윤훈용, 2002). 작업물의 중량은 우리나라와 비슷한 일본의 연령별 중량물 취급 중량의 권장기준을 바탕으로 연속 작업 시 19~35세 남성의 허용기준인 15 kg으로 하였다(한국산업안전관리공단, 1998).

2.3 실험계획

실험에 이용된 독립변수는 4수준의 작업 대상물 위치와 4수준의 피로정도로 하여 16개(4×4) 조합수준에서 반복 측정하도록 하였다. 작업 대상물의 위치는 작업 대상물이 없는 경우(None), 앞쪽(Front), 어깨(Shoulder), 등(Back)으로 하였다(그림 1 참조). 피로 정도의 수준은 Ergonomic bicycle을 이용하여 과업의 양을 다르게 함으로써 조절되었으며, 4수준은 각기 휴식수준(rest), 300watt 수준(work300), 600 watt 수준 (work600), 900watt 수준(work900)으로 정의하여 Ergonomic bicycle 페달의 마찰력과 총 이동거리를 조절하여 부과하였다.

실험에 이용된 종속변수는 1초당 60회의 주기로 신체 압력중심(COP)의 위치좌표를 측정한 후, 이들 좌표를 이용하여 계산된 X축, Y축의 동요 길이로 하였다.

2.4 실험절차

실험에 앞서 실험의 목적과 방법, 실험의 위험정도에 대한 설명이 이루어졌으며, 실험참여에 동의한 피실험자에 대한 휴식 시 심박수, 신장, 체중측정 및 기타 근골격계와 심장계통 상태에 대한 설문조사를 수행하였다. 설문조사 결과 이상이 발견된 경우 실험대상에서 제외하였다. 실험 당일에는 휴식시의 기초자료를 획득하기 위해 피실험자에게 무선 심박수 측정기가 부착되었고, 힘판 위에서 COP의 위치좌표를 측정하는 동안에는 선 자세에서 안정을 유지하고 개안 상태에서 전면을 주시하도록 하였다. 피실험자에게 작업물의 위치를 다르게 하여 들도록 하고 가능한 한 몸의 균형을 유지하도록 지시하였다. 측정 시에 발을 두는 모양을 일정하게 하기 위해 뒤꿈치 중심의 간격은 15cm, 양발을 벌리는 각도는 30°가 되도록 힘판 위에 표시하고 그 위에 서도록 하였다. 자료획득을 위한 샘플링 주파수는 60Hz로 작업 대상물 위치를 무작위의 순서로 10초 동안 측정하였다.

휴식시의 자료를 획득한 후에는 앞의 실험계획에서 언급한 각 피로수준을 부과하기 위해 ergonomic bicycle을 타도록 하였으며, 측정 전에는 메트로놈의 청각신호에 따라 규칙적으로 페달을 돌리기 위한 연습의 기회가 주어졌다. 각 수준의 측정이 끝나기 직전에는 Borg의 RPE 스케일을 이용하여 피실험자의 주관적 평가 자료를 수집하였다. 휴식수준을 제외한 피로의 수준은 무작위의 순서로 부과되었으며, 각 측정간에는 충분한 휴식을 주어 다음 측정에 영향을 최소화하였다. 상당시간 휴식을 취한 후에도 초기 휴식시의 심박수에 도달하지 않는 경우에는 다음날 실험을 계속하였다. 각 피로수준이 부과된 직후에는 위의 휴식 시에서와 동일한 방법으로 작업 대상물 위치에 따른 COP의 위치좌표를 측정하였다.

실험 중에는 계속하여 심박수 측정기가 부착되었으며 1분 단위로 심박수를 검토하여 피실험자의 건강상태를 확인하였다. 실험 중 피실험자의 실험포기 요구가 있거나 심박수가 피실험자의 예상 최대 심박수의 80% 수준에 이르는 경우에는 실험을 중지하도록 하였다.

3. 실험 결과

각 수준의 과업을 수행한 후 주관적으로 느끼는 일의 정도를 Borg의 RPE 스케일로 측정한 자료를 분석한 결과, 피실험자들은 실험에서 부과된 work 300

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

표 1. X축 동요거리에 대한 분산분석 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	Pr>F
피로정도	3	0.037	0.012	4.731	0.0035*
작업대상물위치	3	0.042	0.014	5.358	0.0016*
피로정도× 작업대상물 위치	9	0.022	0.002	0.944	0.4895
잔차	144	0.374	0.003		

(*: 유의수준 0.05에서 유의함)

표 2. X축 동요길이의 피로정도 수준간 평균 비교 (단위: m)

Fisher's PLSD for X축의 동요길이				
Effect: 피로정도				
Significance Level: 5%				
	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
휴식 수준, 300watt 수준	-.003	.023	.8250	
휴식 수준, 600watt 수준	-.021	.023	.0671	
휴식 수준, 900watt 수준	-.037	.023	.0013	S
300watt 수준, 600watt 수준	-.018	.023	.1067	
300watt 수준, 900watt 수준	-.035	.023	.0026	S
600watt 수준, 900watt 수준	-.016	.023	.1511	

수준을 평균 11.6±1.174(fairly light와 somewhat hard의 중간), work600 수준을 평균 14.7±1.160 (hard), work900 수준을 평균 16.6±1.578(very hard)로 각각 평가한 것으로 나타났다.

자세동요의 정도를 정량적으로 분석하기 위해 각 실험조건에서 측정된 COP 위치좌표를 이용하여 X축 (anterior-posterior 방향의 축) 및 Y축(medio-lateral 방향의 축) 동요길이(sway length)를 계산하였다. 동요길이는 샘플링한 위치좌표에서 전후 프레임 간의 길이를 계산한 후 이를 모두 합산하는 방법으로 계산하였다.

X축 동요길이에 대한 분산분석 결과, 피로정도의 주효과와 작업대상물 위치의 주효과는 각각 유의수준 5%에서 유의한 것으로 나타났다(각기 p=0.0035, p=0.0016). 피로정도×작업 대상물 위치의 2인자

표 3. X축 동요길이의 작업대상물 위치 수준간 평균 비교 (단위: m)

Fisher's PLSD for X축의 동요길이				
Effect: 작업물의 위치				
Significance Level: 5%				
	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
작업대상물이 없는 자세, 앞쪽으로 드는 자세	.0144	.0225	.2077	
작업대상물이 없는 자세, 어깨로 드는 자세	-.0295	.0225	.0106	S
작업대상물이 없는 자세, 등으로 드는 자세	.0023	.0225	.8421	
앞쪽으로 드는 자세, 어깨로 드는 자세	-.0440	.0225	.0002	
앞쪽으로 드는 자세, 등으로 드는 자세	-.0121	.0225	.2882	
어깨로 드는 자세, 등으로 드는 자세	.0318	.0225	.0060	S

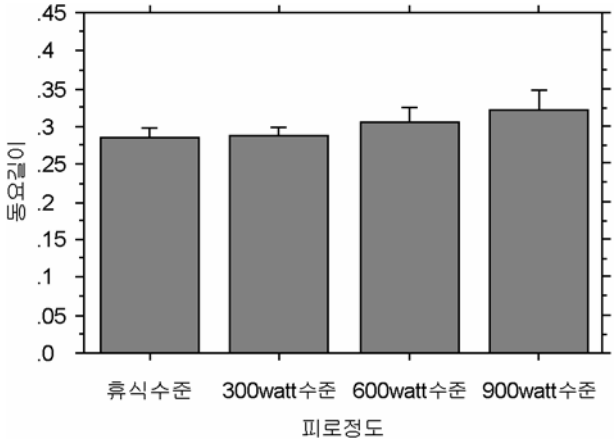

그림 2. 피로정도 각 수준에서의 X축 동요길이 평균(단위: m)

교호작용 효과는 유의하지 않은 것으로 나타났다 (p=0.4895). 표 1은 X축 동요길이에 대한 분산분석 결과를 보여주고 있다. 표 2와 표 3은 각각 분산분석 결과 유의한 것으로 나타난 X축 동요길이의 피로정도와 작업대상물 위치에 대한 수준간 평균 비교 결과를 보여주고 있다. 피로정도의 수준간 평균 동요길이를 비교한 결과, 휴식수준(rest)과 work900 수준, work300 수준과 work900 수준간에는 X축 동요길이의 차이가 유의한 것으로 나타났다(각기 p=

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

표 4. Y축 동요거리에 대한 분산분석 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	Pr>F
피로정도	3	0.006	0.002	0.858	0.4644
작업대상물 위치	3	0.041	0.014	5.689	0.0010*
피로정도× 작업대상물 위치	9	0.012	0.001	0.575	0.8160
잔차	144	0.344	0.002		

(*: 유의수준 0.05에서 유의함)

표 5. Y축 동요길이의 작업 대상물 위치 수준간 평균 비교 (단위: m)

Fisher's PLSD for Y축의 동요길이				
Effect: 작업물의 위치				
Significance Level: 5%				
	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
작업대상물이 없는 자세, 앞쪽으로 드는 자세	.0363	.0216	.0011	S
작업대상물이 없는 자세, 어깨로 드는 자세	.0024	.0216	.8266	
작업대상물이 없는 자세, 등으로 드는 자세	.0290	.0216	.0088	S
앞쪽으로 드는 자세, 어깨로 드는 자세	-.0339	.0216	.0023	S
앞쪽으로 드는 자세, 등으로 드는 자세	-.0073	.0216	.5054	
어깨로 드는 자세, 등으로 드는 자세	.0266	.0216	.0161	S

0.0013, p=0.0026). 작업 대상물 위치의 수준간 동요길이를 비교한 결과, 작업물이 없는 경우(None)와 어깨(Shoulder), 앞쪽(Front)과 어깨, 어깨와 등(Back) 간에 X축 동요길이의 차이가 유의한 것으로 나타났다(각기 p=0.0106, p=0.0002, p=0.006). 그림 2와 그림 3은 각기 피로정도와 작업물대상물 위치의 각 수준에서 평균 X축 동요길이를 보여주고 있다.

Y축 동요길이에 대한 분산분석 결과, 작업 대상물 위치의 주효과가 유의수준 5%에서 유의한 것으로 나타났다(p=0.0010). 피로정도의 주효과와 피로정도× 작업대상물 위치의 2인자 교호작용 효과는 유의하지 않은 것으로 나타났다(각기 p=0.4644, p=0.8160). 표 4는 Y축 동요길이에 대한 분산분석 결과를 보여주

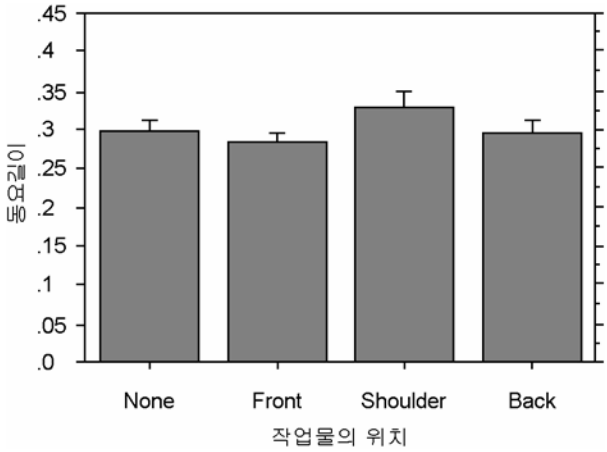

그림 3. 작업 대상물 위치 각 수준에서의 X축 동요길이 평균(단위: m)

고 있다. 표 5는 분산분석 결과 유의한 것으로 나타난

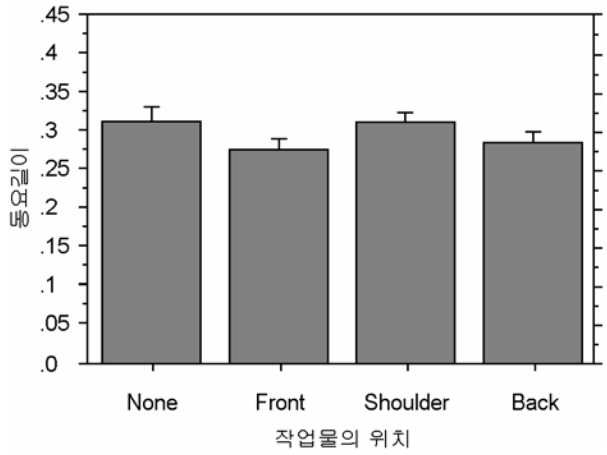

그림 4. 작업대상물 위치 각 수준에서의 Y축 동요길이 (단위: m)

Y축 동요길이의 작업 대상물 위치에 대한 Fisher's PLSD 분석 결과를 보여주고 있다. 피로정도의 수준간 평균 동요길이를 비교한 결과, 작업물의 위치에 있어서 작업물이 없는 경우와 앞, 작업물이 없는 경우와 등, 앞쪽과 어깨, 어깨와 등에서 Y축 동요길이의 차이가 유의한 것으로 나타났다 (각기 p=0.0011, p=0.0088, p=0.0023, p=0.0161). 그림 4는 작업물대상물 위치 각 수준에서의 평균 Y축 동요길이를 보여주고 있다.

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

4. 토의 및 결론

본 연구는 COP 측정을 통한 신체의 자세동요 측정 방법을 이용하여 인력물자취급시 피로정도와 작업 대상물의 위치가 신체균형능력에 미치는 영향을 파악하고 정량화하기 위해 수행하였다. 분산분석 결과 육체적인 일의 양이 증가함에 따라 실험에서 사용한 X축 방향 즉, 신체의 전후방향으로의 동요정도는 유의한 차이가 있는 나타났다. 일의 각 수준을 세부적으로 비교한 결과 휴식수준과 300watt(work300) 수준간에는 유의한 차이가 없었으나 이들 두 수준과 900watt(work900) 수준간에는 각기 유의한 차이가 있는 것으로 파악되었다. Borg의 RPE 스케일에 따른 주관적 평가를 이용하여 해석하면, 피실험자들은 일의 양이 없거나 "다소 힘든" 정도에서는 신체동요에 유의한 차이를 보이지 않으나 일의 양의 "매우 힘든" 정도에서는 신체동요가 유의하게 증가한다고 해석할 수 있다. Y축 방향(신체의 좌우방향)으로의 신체동요는 그 정도가 통계적으로 유의하지는 않았으나 일의 양이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보여주고 있다. 이러한 결과는 이전의 관련연구 결과와도 일치하는 것으로 육체적 일의 양이 많고 결과적으로 육체적 피로가 증가 할수록 신체의 자세균형유지 능력은 저하되며 따라서 작업 중 신체자세의 중심을 잃을 확률이 높다는 것을 의미한다(박성하, 구준모, 2003).

작업 대상물의 위치가 신체균형능력에 미치는 영향을 분석한 결과, 작업 대상물의 위치는 작업자의 전후방향(X축)과 좌우방향(Y축)의 신체 동요길이에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다. 작업 대상물을 앞으로 드는 자세(Front)와 등으로 드는 자세(Back) 간에는 동요길이에 유의한 차이가 없었으나, 어깨로 드는 자세(Shoulder)에서는 앞의 두 자세에 비교하여 신체 동요길이가 유의하게 증가함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 인력물자 취급 시 어깨 짐을 지는 자세는 신체균형능력을 현저히 저하시킬 수 있음을 보여주며 상대적으로 신체 앞쪽이나 등쪽에 짐을 지는 것이 신체자세 유지에 유리하다는 것을 시사하고 있다. 또한 작업자의 좌우방향(Y축)의 신체 동요길이가 작업물이 없는 자세(None)에 비해 앞쪽이나 등쪽에 짐을 지는 자세에서 유의하게 줄어드는 것으로 나타났다. 이는 작업 대상물의 위치가 상대적으로 낮고 좌우균형이 이루어진 경우에는 신체자세의 균형유지에 어느 정도 도움이 되는 것으로 해석될 수 있다.

본 연구의 결과는 추락 및 전도 위험이 상존하고 있는 산업현장, 특히 고층건물 건축현장에서 다양한 작업물을 인력물자취급하는 작업자에게 요구되는 올바른 작업 자세를 제공하기 위한 기초자료로 활용이 가능하다. 본 실험의 결과는 또한 육체적인 작업에 따른 피로누적을 방지하기 위한 휴식기간 및 휴식주기 산정의 기초자료로 활용이 가능하며, 과도한 육체노동을 수행하는 작업자에게는 그들의 자세균형능력이 저하되어 있으며 결과적으로 추락 및 전도에 의한 재해발생 위험성도 증가되어 있음을 인지시켜 주어야 한다고 판단된다.

참고 문헌

노동부, 2001년도 건설업 사망재해 분석, [http://www.molab.go.kr], 2002.

박성하, 구준모, 육체적인 피로가 자세균형 능력에 미치는 영향 연구, 한남대학교 논문집 33권 189-196, 2003.

유우혁, 윤훈용, 한국인의 들기 작업시 작업빈도에 따른 인체심리학적, 생리학적 연구, 대한인간공학회 추계 학술대회, 2002.

정병용, 박경수, 자세의 유지성 및 안정성에 관한 연구, 대한인간공학회지, Vol.15, No.1., 1996.

정성학, 김홍기, 인력물자취급시 작업빈도에 따른 생리적 작업능력의 연구, 대한인간공학회지, Vol. 18, No.2, 1999.

통계청, 산업별 재해건수, [http://www.nso.go.kr], 2001.

한국산업안전관리공단, 선진국의 인력운반 재해예방 실태-안전재해예방세미나, pp. 7-10, 1997.

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

한국산업안전관리공단, 2001년 산업재해원인조사, [http://www.kosha.net], 2002.

Astrand, P. O., and Rodall, "Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise", 3rd Ed., McGraw-Hill Book Company, New York, 1986.

Borg, G. A. V., "Physiological Performance and Perceived Exertion", Gleerups, Lund, 1962.

Christensen, E. H., "Muscular Work and Fatigue", Ch. 9 in K. Rodahl and S. M. Horvath (eds.), Muscle as a Tissue, mcGraw-Hill Book Company, New York, 1960.

Holbein and Chaffin, "D. B. Stability Limits in Extreme Postures: Effects of load positioning", foot placement and strength, Human Factors, 39(3), 309-320, 1997.

NSC, Injury Facts: Deaths due to unintentional injuries, 1998, National Safety Council, 2000.

Pan, C. S., and Chiou, S., Analysis of Biomechanical Stresses during Drywall Lifting, Imternational Journal of Industrial Ergonomics, Volume 23, 505-511, 1999.

Pan, C. S., Chiou, S., Long D., Zwiener, J., and Skidmore, P., Postural Stability During Simulated Drywall Lifting and Hanging Tasks. Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress, 5-679-682, 2000.

◐ 저자 소개 ◑

❖박 재 규❖

한남대학교 산업시스템공학과 (학사)

고려대학교 산업시스템정보공학과 (석사 과정)

주요관심분야: 인체역학, 안전공학, 작업생리

❖박 성 하❖

Texas Tech University 산업공학과(박사)

현재 한남대학교 산업시스템공학과 부교수

주요관심분야: 인지공학, 인체역학, 안전공학

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2004년 08월 13일

논문게재승인일 (Date Acepted) : 2004년 10월 14일

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.