Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 29, No. 3 pp.279-286, June 2010 DOI:10.5143/JESK.2010.29.3.279

비대칭적 입식자세에서 상지 조립 작업 시 체간 및 둔부 근육의 좌우 근활성도 비교

정지윤[1] · 전혜선[2] · 이충휘[2] · 이정원[3]

[1]자생한방병원 척추건강센터 / [2]연세대학교 보건환경대학원 인간공학치료학과 / [3]여주대학 작업치료과

Comparison Between Right and Left Muscle Activities of Hip and Trunk During Manual Task in Asymmetric Weight-Bearing Posture

Ji Yun Choung[1], Hye Seon Jeon[2], Chung Hwi Lee[2], Jeon Won Lee[3]

[1]Department of Physical Therapy, Jaseng Hospital of Oriental Medicine, Seoul, 404-156
[2]Department of Ergonomic Therapy The Graduate School of Health and Environment, Yonsei University, Wonju, 220-710
[3]Department of Occupational Therapy Yeojoo Institute of Technology, Yeojoo, 469-705

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the electromyographic(EMG) activities of trunk and hip muscles between right and left sides while subjects performed prolonged manual task in asymmetric and symmetric weight-bearing posture. Fifteen healthy male college students were recruited for this study. The subjects were asked to perform bimanual upper extremity task for 6 minutes in two different standing postures. In the symmetric weight-bearing posture, the subjects were standing with evenly distributed body weights to both legs. In the asymmetric weight-bearing posture, the subjects distributed about 90% of their body weight onto their preferred(supporting) leg and 10% of their body weight onto the opposite leg while they were standing. EMG activities of the right and left internal oblique, erector spinae, gluteus maximus, and gluteus medius were measured and normalized as % MVIC. Then the EMG data were statistically analyzed using paired t-tests. The EMG activities of all measured muscles were not significantly different between the right and left side in the symmetrical weight-bearing posture($p>0.05$). However, the EMG of the supporting side internal oblique was significantly lower than the opposite side($p<0.05$), and the EMG of the erector spinae, gluteus maximus, and gluteus medius were significantly greater on the supporting side($p<0.05$). The results of this study support that unbalanced use of right and left muscle possibly causes the changes in muscle length which results in asymmetry of trunk and hip muscles. Furthermore, the uneven weight support onto right and left legs will cause a distortion of viscoelastic ligaments around hip and sacroiliac joints in the long run. Further studies to determine the effect of various manual tasks on the trunk and hip muscles as well as the effect of asymmetrical weight-bearing standing posture on hip and back muscle fatigue may be required.

Keyword: Manual task, Muscle activities, Weight bearing

교신저자: 전혜선
주 소: 220-710 강원도 원주시 흥업면 매지리 234, 전화: 033-760-2363, E-mail: hyeseonj@yonsei.ac.kr

1. 서 론

요통은 많은 사람들이 경험하는 증상 중의 하나로 성인 중 80% 이상이 일생 동안 한번 이상 경험하고 있으며, 사회가 산업화 될수록 그 발생 빈도가 증가되고 있다(Anthony, 1995). 2007년도 산업재해 현황분석에 따르면 전체 업무상 질병자의 61.8%가 신체부담 작업 및 요통(사고성 요통재해 포함) 등의 근골격계 질환과 관련되어 있다(노동부, 2007). 노동부고시 제 2003-24호에 따르면 컴퓨터 작업, 반복 작업, 부적절한 작업자세, 무리한 동작 및 중량물 작업 등이 근골격계 부담작업에 해당된다. 최근에는 동일한 동작이 오랜 시간 동안 지속되는 단순반복 작업에 의한 요통이나 누적 외상성 질환과 같은 근골격계 질환의 위험성이 높게 보고되고 있다. 컴퓨터의 보급 및 컴퓨터 사용 작업의 증가와 기계화와 자동화 작업에 따른 단순반복 작업의 증가는 골격계 질환을 호소하는 작업자들이 증가되는 원인이 된다.

입식자세에서 이루어지는 상지 조립 작업은 조리, 미용, 보건, 그리고 대형할인 매장 산업체 등의 여러 작업장에서 흔히 볼 수 있는 작업 형태이며, 일반적으로 같은 자세에서 긴 시간 동안 작업이 지속되는 경우가 많다. 입식 작업에서 근무하는 작업자들이 경험한 요통과 불편함은 오랜 시간 서 있는 자세와 연관이 있다고 한다(Phyllis, 2002). Ryan (1989)은 조립식 작업에서 종사하는 작업자들 40~50%가 그들의 발이나 하지 그리고 허리에 통증을 가지고 있다고 하였고, A전자 사업장에 근무하는 작업자를 대상으로 작업자들의 부위별 통증에 대한 자각증상에 기초한 연구에 따르면 조립 작업에 근무하는 작업자들은 허리 58.6%, 어깨 46.6%순으로 통증을 가지고 있는 것으로 나타났다(임창준 등, 2003). 또한 Madeleine 등(1998)은 오랜 시간 서 있는 자세는 고정된 자세로 인한 하지 근육 피로와 혈액순환 감소에 의한 전신 피로와 불편함을 증가 시킨다고 하였다. 결국 혈액순환의 감소는 발이나 하지에 부종과 같은 울혈이 초래되어 말초 부분에서의 혈액이 심장까지 순환되는 정맥 내 펌프장치(venous pump mechanism)의 기능 감소로 까지 이어질 수 있다(Winkle 1986).

서 있는 자세를 유지하는 동안 대퇴이두근, 가자미근, 비복근에 의해 하지의 안정자(intrinsic muscular stabilizer)는 반극근, 다열근, 회선근, 극간근, 횡돌기간근이 포함되며 외재성 안정자(extrinsic muscular stabilizer)는 복직근, 외복사근, 내복사근, 복횡근, 척추기립근, 요방형근, 대요근, 그리고 골반과 하지를 연결하는 고관절 근육들이다. 정상적인 기립자세를 유지하기 위해서는 이와 같은 체간, 골반의 안정성에 관여하는 근육들이 정상적으로 작용하여야 한다(Neumann, 2002).

요부의 문제가 있는 사람들은 부적절한 요부 근육의 활성 형태를 보이며, 이러한 요통과 연관된 복근들과 척추기립근의 불안정성은 조직 상해 또는 요통 같은 질병을 유발하고 나아가 또 다른 척추의 불안정성을 초래하는 악순환을 초래할 수 있다고 한다(배지혜 등, 2001: Richardson et al., 1999). 이러한 악순환의 고리를 끊기 위해 요부 안정화를 위한 많은 형태의 운동들에 대한 연구가 진행되고 있다(luoto et al., 1998). 척추의 안정화에 빗근들이 복직근 보다 더욱 중요하게 작용하며, 빗근들의 좌우 균형이 이루어져야 체간의 안정성이 유지되며, 입식 작업 시 체간의 회전이 유발되는 작업자에게 체간의 회전을 조절해주는 안쪽빗근과 가쪽빗근의 좌우 균형은 매우 중요하다(Begmark et al., 1989; Souza et al., 2001).

Snijders 등(1998)은 다양한 입식자세에서 체간 근육의 근활성도의 차이를 연구했는데 양쪽 하지에 균등하게 체중지지를 하는 입식자세에 비해, 한쪽 하지에 체중의 대부분을 지지한 상태의 입식자세에서 지지측 척추기립근의 근활성도가 반대측에 비해 높았고, 안쪽빗근의 근활성도는 반대측에 비해 지지측에서 낮았다고 보고하였다. 이러한 지지측 안쪽빗근의 근활성도는 반대측에 비해 지지측에서 낮았다고 보고하였다. 이러한 지지측 안쪽빗근의 근활성도 감소에 의해 천장관절에 가해지는 전단력(shear force)이 감소되어 신체의 좌우 비대칭을 유발하고 한쪽 고관절의 하중이 집중됨으로 골반을 회전시켜 요추관절에 작용하는 회전 모멘트를 증가시키게 된다(정연길, 2005).

Granata 등(2001)은 척추의 안전성에 체간자세가 미치는 영향에 대해서 연구하였는데 입식자세에서 체간의 비대칭적 자세는 척추에 가해지는 부하(spinal load)를 증가시킨다고 하였다. 뿐만 아니라 고관절 회전 각도에 따라 고관절 골두에 가해지는 스트레스에 대한 연구에 따르면 고관절 골두(femoral head)에 지속적인 국소적 하중 또한 골두에 괴사나 손상을 입히는 위험한 요소로 작용할 수 있다(Chen et al., 2005). Satoshi 등(2005)은 작업장에서 다리의 원위부 근육들은 지속적으로 수축하고 두 다리 교대로 체중을 옮겨가며 지지하는 것은 장시간 동안 기립자세를 유지하기 위한 대상작용 기전(compensatory mechanism)이라고 하였는데 이러한 대상작용도 체간의 비대칭을 야기한다고 하였다.

그러나 선행연구들의 관점은 상지의 작업자세별로 최대하중을 측정하거나, 작업대의 높이 등에만 국한되어 있고, 입식자세에서 상지 작업 수행 시 작업자세에 따른 체간과 하지 근육의 근활성도에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 대칭적 기립자세와 비대칭적 기립자세에서 상지 작업 수행 시 체간과 고관절에 작용하는 근육들의 좌우 근활성도를 비교를 통하여 바람직한 작업자세를 제안하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 연구의 목적과 방법에 대한 충분한 설명을 들은 후 실험에 자발적으로 참여한 원주 소재의 ○○대학교에 재학 중인 건강한 성인 남자 15명을 대상으로 실시하였다. 하지에 선천적인 기형, 심각한 외과적 혹은 신경학적 질환, 지난 6개월 동안 하지의 외상, 발이나 고관절, 허리부위의 통증을 경험했거나 디스크 진단을 받은 적이 있는 대상자는 제외시켰다.

연구대상자의 평균 연령은 27세이었고, 평균 신장은 173.7cm, 평균 체중은 69.7kg이었다. 비대칭적 입식자세 시 14명은 오른쪽 다리로 체중을 지지하였고, 1명은 왼쪽 다리로 지지하였다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특징

(N=15)

특성	평균 ± 표준편차	범위
나이(세)	27±2.5	23~30
신장(cm)	173.7±3.6	167~178
체중(kg)	69.7±5	61~78

2.2 실험기기 및 도구

2.2.1 표면 근전도 시스템

표면 근전도 자료의 수집과 분석을 위해 MP100WSW[1]와 Bagnoli EMG System[2]을 사용하였다. 표면 근전도 신호는 8개의 DE-3.1 이중차등(double differential) 전극들과 접지전극(ground electrode)을 사용하여 측정하였다. 사용된 이중차등 전극에는 폭 1mm, 길이 10mm의 순은 막대 3개가 10mm 간격으로 나란히 배열되었으며, 양쪽 끝의 두 개는 활성전극(active eletrode), 가운데 하나는 기준전극(reference electrod)으로 이중차등 앰프에 연결되어 있다. 또한 8개 채널의 표면 근전도 아날로그 신호는 MP100에서 디지털 신호로 전환되어 개인용 컴퓨터에서 Acqknowledge 3.72[3] 소프트웨어를 이용하여 처리되었다.

근전도 신호의 표본추출률(sampling rate)은 1,024Hz로 설정하였고, 주파수 대역폭(band width)은 Bagnoli EMG System의 측정 주파수 대역인 20~450Hz이었으며, 60Hz 노치 필터(notch filter)를 사용하였다. 본 연구에서각 근육별 근전도 신호는 제곱 평균 제곱근법(root mean square: RMS)처리하여 분석하였다.

[1]BIOPAC.System. Inc. CA. USA.
[2]Delsys INC.Boston. MA. USA.
[3]BIOPAC System. INC. Santa Barbara. USA.

2.2.2 체중지지 측정계

대칭적 입식자세와 비대칭적 입식자세에서 좌우 체중계에 실리는 체중분포 상태를 확인하기 위해 두 개의 전자체중계의 측정값을 컴퓨터 모니터를 통해 확인할 수 있도록 제작하여 사용하였다.

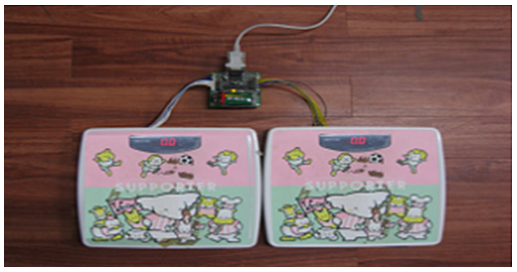

그림 1. 체중지지 측정 도구

2.2.3 상지 작업 도구

상지 작업으로 선택된 컵쌓기 동작을 위해 60g의 종이컵 50개를 사용하였다.

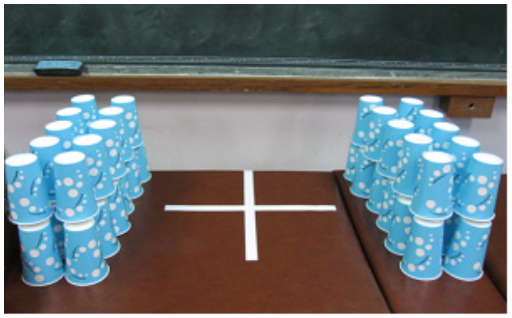

그림 2. 상지 작업 도구

2.3 실험방법

2.3.1 근전도 전극 부착

본 실험에서는 좌우의 안쪽빗근, 기립근, 중둔근, 대둔근의 근전도를 측정하였다(그림 3). 기존의 연구들과 근전도 관련 서적을 참고하여 전근 부착 위치를 결정한 후, 맨손근력검사(manual muscle testing: MMT) 관련 서적을 근거로 하여 안쪽빗근은 대상자가 양팔은 체간 옆에 붙이고 바로 누운자세, 대둔근과 기립근은 대상자가 양팔은 체간 옆에 붙이고 엎드린 자세, 중둔근은 옆으로 누운자세에서 근

수축 시 뚜렷이 보이는 근복을 고려하여 근전도 전극 부착 부위를 최종적으로 표시하였다(Daniels, 2007; Cram et al., 1998). 표면 근전도 신호에 대한 피부저항을 감소시키기 위해 부착부위를 가는 사포로 3~4회 문질러 피부각질층을 제거하고, 소독용 알코올로 피부지방을 제거한 후에 소량의 전해질 겔(electrolyte gel)을 바른 표면전극을 피부에 부착하였고 접지전근(ground electrode)은 왼쪽 발목에 부착하였다.

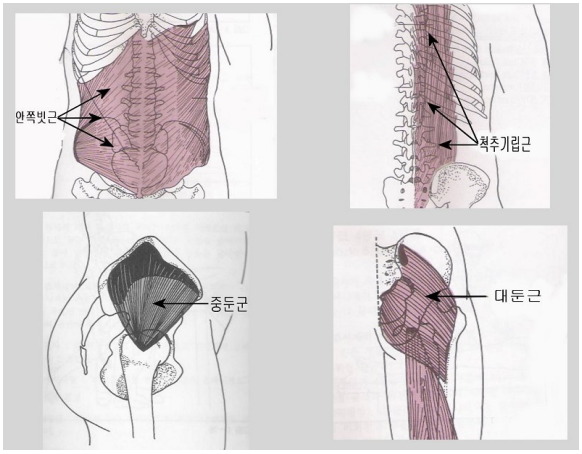

그림 3. 근전도 측정 근육

표 2. 근전도 전극의 근육별 부착 위치

근육	전극의 부착 위치
좌우 안쪽빗근	위앞엉덩뼈가시(ASIS)와 배꼽 중심선을 수평으로 연결한 중간지점.
좌우 기립근	L2 가시돌기 가쪽 좌우 2cm 지점
좌우 중둔근	대전자와 장골능(iliac crest) 사이 ⅓ 지점
좌우 대둔근	대전자와 천추 ½ 지점

2.3.2 실험과정

본 연구에서 상지 작업은 김해진(2000)의 연구를 참고하여 작업장에서 흔히 볼 수 있는 가벼운 부품의 조립 작업과 유사한 실험실적 상지 작업으로 배꼽을 중심으로 좌우 측 20cm 지점에 놓인 60g 무게의 종이컵들을 양손을 동시에 사용해서 체간 앞에 쌓는 작업을 선정하였다(그림 4).

상지 작업은 대칭적 입식자세와 비대칭적 입식자세에서 각각 6분 동안 실시하였으며, 두 가지 입식자세의 순서는 무작위로 진행하였다. 대칭적 입식자세에서는 대상자들이 양쪽 발바닥이 지면에 닿은 상태에서 체중이 좌우 균등하게 분포하게끔 서도록 하였으며, 비대칭적 입식자세에서는 양쪽 발바닥이 지면에 닿은 상태에서 대상자가 선호하는 한쪽 다

그림 4. 상지 작업 모형

리에 90%의 체중을 지지하고 서도록 하였다. 본 실험에서 지지측 하지란 비대칭적 입식자세에서는 90%의 체중지지를 위해 사용된 하지를, 반대측 하지란 상대적으로 적은 체중지지를 위해 사용된 하지를 뜻하며, 대칭적 입식자세에서는 좌측 하지를 지지측, 우측 하지를 반대측으로 지칭하였다. 두 가지 입식자세 모두 양 발 간의 거리는 발 하나 길이(one foot width)로 유지하도록 하였다(Snijders et al., 1998). 근전도 신호는 2분과 3분 사이, 5분과 6분 사이에서 각각 1분간 측정하여, 각 구간에서 처음 10초와 마지막 10초를 제외한 40초 동안 측정된 자료의 평균값을 분석에 사용하였다.

본 실험 시작 전에 상지 작업자세에 대한 교육을 실시하였고, 각각의 입식자세에서 연습동작을 3회 실시하였다. 연속적인 측정으로 인해 발생할 수 있는 근피로를 최소화하기 위해 대상자들은 기립자세 조건 사이에 5분 동안의 휴식을 가지도록 하였다(Kothiyal, & Kayis, 2001). 작업대 높이는 높이 조절 가능한 보바스 전동 테이블을 사용하여 실험자 팔꿈치 높이보다 10cm 아래 위치(산업안전공단 근골격계 예방지침)하도록 하였다.

2.3.3 최대 등척성 수축 근전도 신호량 측정

안쪽빗근, 척추기립근, 중둔근, 대둔근의 근활성도를 표준화하기 위해 맨손근력검사 자세에서 최대 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction: MVIC) 시 각 근육의 최대 근활성도를 5초 동안 유지, 3회 반복 측정하였다.

2.4 자료분석

2.4.1 자료처리 및 정량화

각 자세별 두 구간에서 수집된 근활성도는 5초 동안의 자료값을 제곱 평균 제곱근법(root mean square: RMS)처리한 후 처음과 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 100% MVIC로 정량화시켜 그 평균값을 통계분석에 사용하였다.

2.4.2 통계방법

두 가지의 입식 작업자세에 따른 안쪽빗근, 척추기립근, 중둔근, 대둔근의 좌우 근활성도를 비교하기 위하여 짝비교 t-검정(paired t-test)을 사용하였다. 통계학적 유의수준 α=0.05로 정하였다. 자료의 통계처리를 위해 상용 통계프로그램인 윈도용 SPSS(Statistical Package for the Social Science)13.0 프로그램을 사용하였다.

3. 연구결과

3.1 대칭적 체중지지 입식자세에서 좌우 근활성도의 비교

대칭적 체중지지 입식 작업에서는 안쪽빗근, 척추기립근, 대둔근 그리고 중둔근의 좌측과 우측의 근활성도 간에는 통계학적 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(표 3)(그림 5).

그림 5. 상지 작업

3.2 비대칭적 체중지지 입식자세에서 체중지지측과 반대측의 근활성도 비교

비대칭적 체중지지 입식 작업에서는 체중지지 반대측의 안쪽빗근의 근활성도가 지지측에 비해 유의하게 높았고, 척추기립근, 대둔근, 그리고 중둔근의 근활성도는 지지측이 반대측에 비해 통계학적으로 유의하게 높았다(p<0.05)(표 3)(그림 6).

표 3. 작업자세 별 각 근육의 근활성도

근육	자세	방향	평균 ± 표준편차	t-값	p
안쪽빗근	대칭적 체중지지	지지측 반대측	23.17±8.53 22.54±8.80	0.30	0.769
	비대칭적 체중지지	지지측 반대측	16.63±8.65 23.13±10.00	−7.391	0.000
척추기립근	대칭적 체중지지	지지측 반대측	30.64±10.47 31.25±10.78	−1.140	0.273
	비대칭적 체중지지	지지측 반대측	30.87±14.04 25.29±11.21	3.682	0.002
대둔근	대칭적 체중지지	지지측 반대측	31.10±9.01 30.89±9.56	0.258	0.800
	비대칭적 체중지지	지지측 반대측	35.59±14.13 25.92±10.14	6.082	0.000
중둔근	대칭적 체중지지	지지측 반대측	25.19±14.58 27.37±12.1	1.756	0.101
	비대칭적 체중지지	지지측 반대측	33.37±13.6 25.33±12.2	4.743	0.000

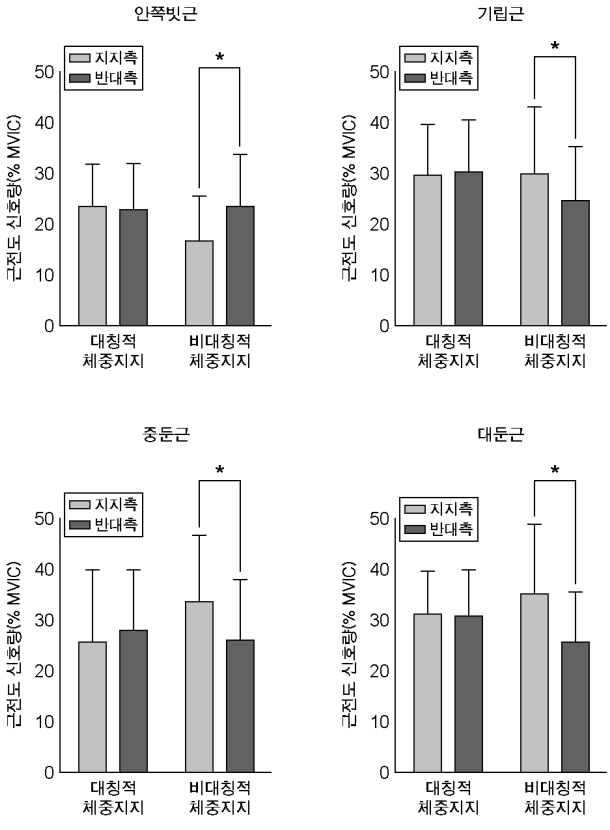

그림 6. 각 근육 체중 지지자세에 따른 근활성도 비교

4. 고 찰

작업자세는 근골격계 질환, 피로, 불편감 없이 오랫동안 작업을 할 수 있는 능력에 영향을 미치게 되므로 매우 중요한 요소이며(김해진, 2000), 많은 선행연구들에서 부적절한 작업자세가 근골격계 통증의 원인이 된다고 보고되었다(Amstrong et al., 1993; Grandjean, and Huating 1997; NOISH 1997; van Wely 1970; Westgaard, and Aaras 1984). 효과적으로 작업을 수행하는 동안 작업자는 해갈 작업에 요구되는 육체적 정신적 기능을 수행하는 동시에 적절한 작업자세를 유지해야 한다. 인간공학적 측면에서는 적절한 작업자세를 유지한다는 것 자체도 매우 중요한 요소이며, 특히 신체적 혹은 생리적 결함이 없는 사람이라 하더라도 장시간 작업을 수행하는 동안 부적절한 정적자세를 오래 유지할 경우 근 섬유질에 가해지는 잘못된 하중분포로 인해 근골격계의 기능적 결함과 근육 섬유질의 퇴행성 변화를 유발할 수 있고 하였다(van Wely, 1970).

본 연구는 양쪽 하지에 체중이 균등하게 분포되는 대칭적 체중지지 입식자세와 한쪽 하지에 체중의 90%가 지지되는 비대칭적 체중지지 입식자세에서 상지 작업 시 좌측과 우측의 체간 및 둔부 근육들의 비교하여 입식자세에서 상지 작업을 하는 작업자에게 어떤 자세가 바람직한지를 알아보기 위한 목적으로 건강한 성인 남자 15명을 대상으로 수행되었다.

대칭적 체중지지 입식자세는 대상자의 양쪽 다리에 체중이 균등하게 분포되게 서도록 하였으며, 비대칭 체중지지 입식자세에는 대상자가 편한 측 하지에 체중의 90%를 지지하도록 통제하였다. 본 연구에서 채택한 대칭적 양쪽 상지 작업은 작업을 수행하는 동안 회전 등의 원하지 않는 상체 동작이 생기는 것을 제한하고, 주어진 기립자세를 유지할 수 있도록 하기 위해 선정되었다.

대상자들이 두 가지 조건에서 상지 작업을 수행하는 동안 좌우의 안쪽빗근, 척추기립근, 대둔근 그리고 중둔근의 표면 근활성도를 측정한 결과 대칭적 체중지지 입식 작업에서 좌측과 우측의 안쪽빗근, 척추기립근, 대둔근 그리고 중둔근이 균형을 이루며 안정적으로 작용하였다. 그러나 비대칭적 체중지지 입식 작업을 수행하는 동안에는 체중을 지지하는 다리의 반대측의 안쪽빗근이 상대적으로 많이 작용하며, 체중지지측의 척추기립근, 대둔근 그리고 중둔근이 상대적으로 많이 사용되는 것으로 나타났다.

본 연구의 실험결과는 Snijders 등(1998)이 비대칭적 체중지지 입식자세와 대칭적 체중지지 입식자세에서 체간 근육의 근활성도를 비교하여 비대칭적 체중지지 입식자세에서 지지측 안쪽빗근의 근활성도가 대칭적 체중지지 입식자세에 비해 상대적으로 낮다고 보고한 연구결과와 일치한다. 동일한 결과에 대하여 하지 근육의 근활성도를 측정하지 않았던 Snijders 등(1998)은 장시간 입식자세에서 체간근 피로도의 감소 및 예방 효과가 있을 것이라고 하였다.

그러나 본 연구를 통하여 요추 신전근과 고관절 주변 하지 근육의 양상을 함께 측정한 결과 좌우 측 하지에 다른 크기의 부하가 작용하는 비대칭적 입식자세에서 작업을 하는 동안, 요추부와 고관절 주변 근육들이 지지측에서 비대칭적으로 증가하는 것을 알 수 있었는데, 이는 하중이 다른 방향으로 전달되어 천장관절과 고관절에 근활성도에 부적절한 영향을 주었기 때문이라고 생각된다.

비대칭적 입식자세에서 지지측의 대둔근과 중둔근의 근활성도가 유의하게 증가한 것은 한쪽으로 치우친 체중에 의한 하중이 근막(fascia)과 인대(ligament)를 통해 골반(pelvis)을 거쳐 이전하기 때문에 이를 감싸고 있는 고관절 주위 근육의 근활성도가 유의하게 증가되어진 것으로 생각된다(Neumann, 2002). Granata(2001)는 서 있는 자세에서 척추의 안정성을 유지하기 위해서는 입식자세를 유지하는 주동근과 길항근들의 동시 수축(co-contraction)이 필요하며, 체간의 비대칭 한 채로 서 있는 자세에서는 척추의 안정에 관여하는 길항근들의 비대칭적인 동시 수축의 결과로 인하여 척추에 가해지는 부하(spinal load)가 증가하여 한곳에 집중된다고 하였다. 비대칭적 체중 부하로 인하여 지지측에 비해 반대측에 가해지는 체중지지 양이 감소되는 것 또한 발과 하지의 여러 관절로부터 들어오는 고유수용성 감각의 변성을 초래하여 운동반응(motor response)의 질적인 감소를 초래할 수 있다(Genthon et al., 2004).

또한 좌우 빗근의 불균형적인 사용에 의한 근육 단축이나 뻣뻣함은 한쪽 방향의 요추 회전 운동을 제한하고 다른 방향으로는 증가시켜 체간의 좌우 비대칭을 유발할 수 있다(Panjabi, 1992). Richardson(1999)은 비대칭적 체중지지 자세는 체간의 회전을 담당하는 안쪽빗근의 좌우 근활성도의 차이로 인하여 근육의 길이를 변화시켜 체간 근육과 둔부 근육들의 비대칭을 유발하고, 좌우 균등한 체중분포가 아닌 한곳에 지속적인 하중으로 고관절 및 천장관절을 둘러싸고 있는 점탄성 인대(viscoelastic ligament)의 변성 등을 초래하여 근골격계 질환이나 통증을 초래할 것이라고 하였고, 이러한 좌우 근육들의 비대칭적 사용이 장기간 계속되면 결국 체간근육과 둔부 근육의 좌우 길이를 변화시켜 체간과 둔부의 비대칭과 근골격계 통증의 원인이 될 수 있다(정연길, 2005; Panjabi, 1992).

낮 시간 동안의 디스크 높이의 감축도 부분적으로는 크리프(creep) 현상이라고 간주한다. 하지만 추간판은 세로 방향인 척추에 직각으로 놓여 있기 때문에 탈구(dislocation)를 초래하지 않는다. 비대칭적 체중지지 자세 시 하중의 집

중을 받는 천장관절은 척추의 축에 평행한 관절이고 아마도 서 있는 자세에서 끊임없는 중력과 하중에 의한 탈구(dislocation)의 영향을 받게 되는 관절일 것이다(Snijder et al., 1998). 이러한 하중을 받게 되는 고관절과 천장관절은 점탄성의 인대(viscoelastic ligament)에 둘러 싸여 있으므로 비대칭적 체중지지 자세에서 지속적이고 높은 양의 하중이 한쪽으로 집중된다. 이러한 높은 하중의 집중은 고관절과 천장관절의 주위 점탄성 인대의 크리프(creep) 현상을 유발되어 요추부와 고관절 통증의 원인이 될 수 있다(Snijder et al., 1998).

좋은 작업자세란 단순히 인간의 신체를 어떤 형상으로 유지하는 것뿐만 아니라 작업 성능을 최고로 확보하고, 작업자의 안전을 위한 전제조건이라 할 수 있다. 이러한 근골격계 질환은 작업자의 순간적인 실수에 기인한다기보다는 올바르지 못한 작업자세나 인간의 능력 한계를 고려하지 않은 작업부하, 잘못 설계된 작업 공간에 그 원인이 있다. 따라서 근골격계 질환을 감소시키기 위해서는 보다 바람직스러운 작업자세와 작업방법을 요구된다(김해진, 2000).

하지자세(leg posture)는 작업자세 안정성과 운동성에 있어서 중요인자 중 하나이며, 근골격계 질환과의 상관관계나 자세로 인한 스트레스(postural stress)를 평가하는데 있어 매우 중요 요소로 보고되고 있다(Kirby et al., 1987). 올바른 입식자세는 그 자세를 인지하고 유지하려고 노력하여도 오랜 시간 서 있을 때, 한족 다리에서 반대편 다리로 하중을 바꿔 옮기는 행위는 근육에서 받는 힘을 다르게 받게 하기 위한 행동으로 이해되지만, 본 연구의 결과는 장시간 한쪽 하지에만 집중적으로 체중을 지지하는 것은 바람직하지 않음을 보여준다.

본 연구결과를 통하여 입식자세에서 작업을 할 때 비대칭적 체중지지 입식자세가 좌우 체간 근육과 고관절 주위 근육의 불균형을 유발하며 이로 인해 고관절과 천장관절의 주위 조직에 비정상적 스트레스가 가해질 수 있음을 알 수 있었다. 그러나 본 연구는 실험실내의 인위적인 환경에서 이루어졌으므로 실제 작업 환경으로 일반화시키는 데에는 제한 점이 있으며, 근전도 값만을 측정하였기 때문에 비대칭적 체중지지 자세에 의해 체간에 직접적으로 가해지는 모멘트나 압력에 대해서는 규명하지 못하였다.

향후 실제 작업 환경 내에서 비대칭적 체중지지 입식자세가 체간 및 하지 근육들의 근피로 및 근활성도, 기타 운동학적 변수들에 미치는 영향에 대한 연구가 진행되어야 하며, 이러한 비대칭적 자세에서의 작업이 근골격계 질환의 원인이 되는지에 대한 전향적 역학 연구도 필요하다.

5. 결 론

본 연구는 양쪽 하지에 체중이 균등하게 분포되는 대칭적 체중지지 입식자세와 한쪽 하지에 체중의 90%가 지지되는 비대칭적 체중지지 입식자세에서 상지 작업 시 좌측과 우측의 체간 및 둔부 근육들의 비교기 위해 실시되었다. 연구결과 비대칭적 체중지지 입식 작업을 수행하는 동안에는 체중을 지지하는 다리의 반대측의 안쪽빗근이 상대적으로 많이 작용하며, 체중지지측의 척추기립근, 대둔근 그리고 중둔근이 상대적으로 많이 사용되는 것으로 나타났다.

본 연구의 결과는 입식자세에서 긴 시간 동안 반복적 상지 조립 작업을 수행하는 작업장에서 비대칭적 근육 사용으로 인해 발생 가능한 작업관련 근골격계 질환이나 통증의 발생을 예방하기 위해 대칭적 체중지지 자세가 바람직함을 권고하기 위한 증거자료로 사용될 수 있으며, 향후, 실제 작업장에서 작업을 수행하는 근로자를 대상으로 근전도 뿐만 아니라 운동학적 변수들을 함께 측정하는 한 단계 발전된 연구가 요구된다

참고 문헌

김현욱, 우리나라에서 근골격계 질환의 발생 현황 및 증가 요인, 한국산업의학, 41(4), 155-163, 2002.

김해진, 근육 피로도 측면에서의 입식 작업과 좌식 작업 비교, 충북대학교 석사학위 논문. 2000.

노동부, 근골격계 부담작업 범위, 노동부 고시 제 2003-24호, 2003.

노동부, 산업재해 현황 분석, 2007.

배지혜, 나진경, 유지연, 박영옥, 요통 환자의 다열근 위축에 대한 관찰, 대한재활의학회지, 25(4), 684-691, 2001.

산업안전공단. 근골격계 예방지침, 2006.

임창준, 모 전자 사업장 작업자들의 작업 관련성 근골격계 질환 자각증상과 작업특성에 관한 연구, 홍익대학교 석사학위 논문. 2003.

정연길, 컴퓨터 작업 시 다리 꼬기가 체간 근육의 근활성도에 미치는 효과, 연세대학교 석사학위논문. 2005.

Bergmark A., Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engeering, *Acta Orthop Scand Suppl*, 23(6), 20-24, 1989.

Chen, W. P., Tai, C. L., Tan, C. F., Sin, C. H., Hou, S. H. and M. S., The degrees to which transtrochanteric rotational osteotomy moves the region of osteonecrotic femoral head out of the weight-bearing areas as evaluated by computer simulation, *Clinical Biomechanics*, 20, 63-69, 2005.

Cram, J. R., Kasman, G. S. and Holtz J., Introduction to surface electromyography. Gaithersburg: *Aspen Publisher*. 1998.

Genthon, N. and Rougier, P., Influence of an asymmetrical body weight

distribution on the control of undisturbed upright stance, *Journal of Applied Biomechanics*, 38, 2037-2049, 2004.

Grandjean, E. and Hunting, W., Ergonomics of posture review of various problem of standing and sitting postures, *Applied Ergonomics*, 8(3), 135-140, 1977.

Granata, K. P. and Wilson, S. E., Trunk posture and spinal stability, *Clinical Biomechanics*, 16(8), 650-659, 2001.

Kirbly, R. L. and Price, N. A. and MacLeod, D. A., The influence of foot position on standing balance, *Journal of Biomechanics*, 20(4), 423 -442, 1987.

Kothiyal, K. and Kaysis, B., Workplace layout for seated manual handling tasks; an electromyography study, *Journal of Ergonomics*, 27(1), 19-32, 2001.

Luoto, S., Aalto, H., Taimela, S., Hurri, H., Pyykko, I. and Alaranta, H., Onefooted and externally disturbed two footed posture control in patients with chronic low back pain and healthy control subjects, A controlled study with follow up, *Spine*, 23(19), 2081-2089, 1998.

Madeleine. P., Lundager, B., Voigt, M. and Arendt-Nielsen, L., Sensory manifestations in experimental and work-related chronic neck-shoulder pain, *Euroopean Journal of Pain*, 2, 251-260, 1998.

NIOSH., Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors., US. Department of Health and Human Service Center for Disease Control and Prevention, 1997.

Neumann, D. A, Kinesiology of the musculoskeletal system. St. Louis: Mosby, 2002.

Panjabi, M. M., Clinical spinal instability and low back pain, *Journal of Electromyography and Kinesiol*, 13(4), 371-379, 2003.

P. van Wely., Design and disease, *Appl Ergon*, 1(5), 262-269, 1970.

Phyllis, M. K., A comparison of the effects of floor mats and shoe in-soles on standing fatigue, *Applied Ergonomics*, 33(5), 477-478. 2002.

Richardson, C. A., Snijders, C. J., Hides, J. A., Damen, L., Pas, M. S. and Storm., The relationship between the transversely oriented abdominal muscles, sacroiliac joint mechanics and low back pain, *Spine*, 27, 399-405, 2002.

Ryan, G. A., The prevalence of musculo-skeletal symptoms in supermarket workers, *Ergonomics*, 32(4), 359-371, 1989.

Snijders, C. J., Ribbers, M. T. L. M., de Bakker, J. V., Stoeckart, R. and Stam, H. J., EMG recording of abdominal and back muscles in various standing postures, validation of a biomechanical model on sacroiliac joint stability, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 8, 205-214, 1998.

Souza, G. M., Baker, L. L. and Powers, C. M., Electromyographic activity of selected trunk muscles during spine stabilization exercises, *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 82(11), 1551-1557, 2001.

Winkle, J., Evaluation of foot swelling and lower-limb temperatures in relation to leg activity during long-term seated office work, *Ergonomics*, 29(2), 313-328, 1986.

◐ 저자 소개 ◑

❖ 정 지 윤 ❖ gizmo0070@gmail.com
연세대학교 인간공학치료학 석사
현 재: 자생한방병원 척추건강센터
관심분야: 근골격계 질환, 척추관련질환, 동작분석

❖ 전 혜 선 ❖ hyeseonj@yonsei.ac.kr
University of Florida, Rehabilitation Science 박사
현 재: 연세대학교 보건환경대학원 인간공학치료학과 교수
관심분야: 인간공학, 보행분석, 운동조절

❖ 이 충 휘 ❖ pteagle@yonsei.ac.kr
연세대학교 보건학 박사
현 재: 연세대학교 보건환경대학원 인간공학치료학과 교수
관심분야: 근골격계 질환 장애평가도구 개발, 동작 및 자세분석

❖ 이 정 원 ❖ ljw@hanmail.net
연세대학교 보건학 박사
현 재: 여주대학교 작업치료과 교수
관심분야: 동작분석, 인지운동치료, 신경발달치료, 노인건강증진

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2007년 12월 14일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2008년 01월 03일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2010년 01월 21일