대한산업의학회지 제 17 권 제 4 호 (2005년 12월)
Korean J Occup Environ Med, 2005;17(4):259-266

물건 들기 시 허리벨트 착용에 따른 하지와 허리의 근활성도 및 각도 비교

연세대학교 대학원 재활학과, 순천제일대학 의료보장구과[1],
연세대학교 작업치료학과 및 보건과학연구소[2]

김민희 · 이정아 · 정도영[1] · 정민예[2]

— **Abstract** —

Effects of Back-belt on Electromyographic Activities and Angle of Lower Back and Extremity during Lifting

Min-Hee Kim, Jung-Ah Lee, Do-Young Jung[1], Min-Ye Jung[2]

Department of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University of Korea
Department of Prosthetics & Orthotics, Suncheon First College of Korea[1]
Department of Occupational Therapy, Health Science College, Yonsei University of Korea[2]
Institute of Health Science, Yonsei University of Korea[2]

Objectives: The purpose of this study was to examine the electromyographic activities of the erector spinae muscle of the back and the rectus femoris muscle of the thigh, and to measure the angles of the spinal and knee flexions in order to determine the effect of wearing a back belt.

Methods: Fifteen healthy males participated in the study. Surface electromyography was used to measure the level of muscle activities at the two muscle groups. The Simi system, utilizing two-dimensional analysis of movement, was used to examine the range of motion of the back and low extremity.

Results: Firstly, the angle of the spinal flexion was significantly less in the back-belt-wearing group than in the control, and that of the knee flexion was significantly increased in the back-belt-wearing group. Secondly, there was no significant change in the electromyographic signals of the erector spinae muscle of the back and the rectus femoris muscle of the thigh.

Conclusions: The use of back belts helps workers to correct their posture when lifting boxes. It can therefore protect workers from acute back injuries.

Key Words: Back belt, Electromyographic activity, Lifting, Range of motion.

서 론

산업화, 정보화 사회로 접어들면서 산업현장에서 로봇이나 자동화된 기계가 인간의 역할을 대신하고 있으나, 인력운반작업은 아직까지 작업자의 허리를 이용하여 행해지고 있다. 인력운반작업(manual handling operation)은 운반물을 손이나 인체의 힘에 의해 들어 올리거나 내려 놓거나 밀거나, 당겨서 옮겨 놓는 작업을 의미하며, 정지자세에서의 운반물 운반과 지지 등을 모두 포함하는 개념이다(대한산업안전협회, 2005). 이와 같은 무리한 중량 작업이나 반복 작업에 노출된 노동자들은 요통(low back pain: LBP) 및 기타 근골격계 질환을 빈번하게 경험하고 있다(Gil, 1989). 들기 작업으로 인해 발

<접수일: 2005년 8월 22일, 채택일: 2005년 10월 5일>
교신저자: 정 민 예 (Tel: 033-760-2430) E-mail: minye@yonsei.ac.kr

생한 요통은 예방의학 차원에서 직업병으로 다루어지고 있으며, 작업자의 건강 및 안전에 관한 주요한 사항으로 여겨지고 있다(Lee, 1990). 산업재해 중 요통 및 척추 관련 질환이 20%를 넘어 근로복지공단에서는 2002년부터 무료 요통학교를 개설해 교육하고 있다. 꾸준하고 지속적인 관리가 이루어짐에도 불구하고 중량물을 다루는 들기 작업으로 인한 요통은 계속적으로 발생하고 있고, 이로 인한 국가적, 경제적 손실이 커다란 부분을 차지하고 있다(노동부, 2003).

요통의 발병을 예방하고자 사용되는 보조도구 중 한 가지가 허리벨트(back belt)이다. 요통의 예방과 치료를 위해 병원과 작업현장에서 사용되고 있는 허리벨트에 대해 많은 연구들이 진행되고 있으나 허리벨트의 효과 유무에 대해서는 상당한 이견이 있어왔다(Earle-Richardson et al, 2005). NIOSH(1994)에서는 보고된 과학적인 문헌들을 검토한 결과, 근로자들이 요통방지 목적 및 개인보호 장비로 허리벨트를 사용하는 것을 추천하지 않는다고 발표하였고, Ammendolia et al(2003)은 종설연구를 통해 허리벨트가 요통을 감소시키거나 예방하는데 효과가 있다는 증거는 충분하지 않다고 보고하였다. 반면, McGill(1999)은 허리벨트의 사용이 척추의 전단력(shear force)의 감소, 복강내압(intra-abdominal pressure: IAP)을 증가시킴으로써 척추의 압박력(compressive force) 감소, 관절가동범위(range of motion: ROM)의 감소, 요추부위에 온기 제공, 척추에 제공된 압력을 통한 고유수용성 감각(proprioception) 강화, 근 피로도 감소 등의 효과를 낼 수 있다고 하였다.

허리벨트의 운동형상학적[1] 효과(kinematic effect)연구에서 Fidler와 Plasmans(1983)는 방사선 촬영을 이용한 각도분석 결과 허리벨트를 착용했을 때 허리의 굽힘과 폄 움직임이 제한되었다고 하였으며, Buchalter et al(1988) 또한 허리벨트 착용 전, 후 몸통에서 일어나는 움직임을 방사선 분석 하였을 때 허리벨트 착용 시 몸통의 모든 움직임에서 최대 관절가동 범위의 감소가 있었다고 보고하였다. Willey(2001)도 작업자가 환자를 들어서 이동시키는 동안의 관절각도와 작업자의 질량중심(center of mass), 질량중심속도(center of mass velocity)등의 현상을 운동형상학적으로 분석하여 벨트를 착용하지 않았을 때보다 벨트를 착용했을 때, 너비가 좁은 벨트보다 넓은 허리벨트를 착용했을 때 척추의 굽힘 각도를 줄이는 효과가 있었다고 보고하였다.

허리벨트는 운동역학적[2] 효과(kinetic effect)로 허리 근육의 근활성도를 감소시켜 요추부를 안정화하고, 복부 내 압력을 증가시켜 부상의 위험을 감소시킨다고 알려져 왔다(Calmels와 Fayolle-Minon, 1996). Perkins와 Bloswick(1995)는 허리벨트가 허리를 펼 때 요구되는 근육의 힘을 감소시켜 근육의 피로를 덜어주고 이것이 요추에 가해지는 압박력을 감소시키기 때문에 허리손상의 위험으로부터 보호할 수 있다고 보고하였다. 그러나 최근 논문에서 허리벨트는 복부 근육을 수축시키고 복부 내 압력을 증가시킨다고 하여 허리벨트보다는 복부 벨트로써의 기능을 하며, 척추에 압박력을 증가시켜 허리손상을 더욱 유발하는 인자로 작용한다고 하였다(Mclntyre et al, 1996; Wassell et al, 2000). Van Poppel et al(2000)도 종설연구를 통해 허리벨트가 허리근육의 근활성도 변화에 영향을 미치지 못하며, 복강내압을 증가시킨다는 증거도 부족하다고 보고하였다. Cholewicki et al(1999)은 허리벨트의 착용과 복강내압의 증가의 척추안정에 미치는 효과연구에서 복강내압이 증가하였을 때는 12개의 몸통근육의 근활성도가 모두 증가하였으나 허리벨트를 착용하였을 때는 거의 모든 근육에서 근활성도의 변화가 없었다고 하였다.

이와 같이 그동안 허리 벨트의 착용 여부의 장단점에 대해 상반된 주장을 하는 연구들이 진행되어왔다. 그러나 선행 연구들이 근활성도나 복강내압의 변화 등의 운동역학적 현상만을 분석하거나 몸통의 움직임이나 엉덩관절, 무릎관절 등의 관절각도 변화와 같은 운동형상학적 현상만을 측정하는 방법으로 진행되었기 때문에 허리벨트를 착용하고 작업을 수행하는 동안에 나타나는 운동 형상학적인 변화에 대한 운동역학적 변화 연구는 아직 미흡한 상태이다. 따라서 본 연구는 정상 성인을 대상으로 물건 들어올리기를 수행할 때 허리벨트 착용유무에 따른 허리와 하지의 운동 역학적 변화와 운동 형상학적 변화를 동시에 측정하고 분석함으로써 운반 작업 수행 능력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상자

본 연구는 연구 참여에 동의하고 신체 건강한 성인 남자 15명을 대상으로 하였다. 엉덩 관절(hip joint)과 무릎 관절(knee joint)의 관절가동 범위 제한이 있는 자, 하지나 허리의 근골격계 질환(musculoskeletal disorder)이 있거나 신경학적 증후(neurological sign)가 있

1) 힘이라는 면을 제외하고, 운동현상이나 자세, 형상만을 연구하는 분야
2) 인체의 내부, 또는 외부에 작용하는 힘에 대해 연구하는 분야

는 자, 그리고 최근 6개월 이내에 허리 통증으로 인하여 병원에서 치료를 받은 경험이 있는 자는 실험에서 제외하였다.

2. 실험기기 및 도구

1) 근전도 신호 수집 및 분석 시스템

척추세움근(erector spinae), 넙다리곧은근(rectus femoris)의 근활성도를 측정하기 위해 표면 근전도 MP100 System(BIOPAC System Inc., Santa Barbara, CA, USA)을 사용하였다. 전극은 DE-3.1 EMG (Delsys Inc., Boston, MA, USA) 표면전극(surface electrode) 2개를 사용하였다. 신호의 표본 수집률(sampling rate)은 1024 Hz로 설정하였으며 MP100을 이용하여 아날로그에서 디지털 신호로 전환하였다. 아날로그 신호는 20~450 Hz band pass filter로 처리하여 수집하였으며 60 Hz의 잡음(noise)을 제거하기 위하여 60 Hz band stop filter로 처리하였다. 근전도의 신호저장과 신호처리를 위해서 Acqknowledge 3.7.2 프로그램(BIOPAC System Inc., Santa Barbara, CA, USA)을 사용하였다.

2) 이차원 동작분석 시스템

비디오 동작분석을 위해 실험 전 과정을 촬영하였고, 이

Fig. 1. VCWS 19: Dynamic Physical Capacities.

촬영을 위해 디지털 카메라를 사용하였다. 카메라의 위치는 대상자의 선 자리에서 좌측 측방 3 m에 고정하여 연구 대상자의 몸에 부착한 5개의 표식자(maker)가 카메라에 포착되도록 하였다. 허리벨트(SIGMAX Inc., Tokyo, Japan) 착용여부에 따른 허리와 무릎관절의 각도를 비교하기 위해 이차원 동작분석 시스템인 SIMI Twinner Pro(SIMI Reality Motion Systems GmbH, Unterschleissheim, Germany)를 사용하였다.

3) 들어올리기 도구

들어올리기 활동에 Valpar Component Work Sample(이하 VCWS 19)를 이용하였다(Fig. 1). VCWS는 산재환자의 재활을 위한 대표적인 도구로서 표준화된 작업표본(Valpar Component Work Sample: VCWS)중 한가지 이다(Christopherson과 Hayes, 1992). 가로 47.5 cm, 세로 27.5 cm, 높이 10 cm인 직사각형 상자 안에 쇠로 만든 육각형 콘테이너 3개, 원형 콘테이너 4개를 넣어 무게 10 킬로그램으로 맞추었고 적재선반의 높이는 77.5 cm였다(Fig. 2).

3. 실험방법

본 실험에 참가하기 전에 연구 대상자가 물건을 들어올리는데 편안한 발의 위치와 물건의 위치를 선정하였다. 물건 들어올리기 수행에서는 1회당 20초의 속도를 유지하기 위해 메트로놈을 이용하였으며, 5회의 예행연습을 통해 속도에 적응하도록 하였다. 허리벨트 착용 조건을 임의의 순서대로 정해 가장 편안한 자세로 각각 3회 반복 측정 하였고, 들어 올린 물건은 실험자가 원위치 시켜주었으며 연구 대상자의 피로를 최소화하기 위해 1회 측정 시 3분의 휴식시간을 주었다.

Fig. 2. Back belt and lifting box.

1) 물건 들어올리기 시 근활성도(%CMVC) 측정

허리 및 하지의 근전도 신호량(mV)을 알아보기 위해 2개의 근전도 전극을 연구 대상자의 왼쪽 척추세움근과 넙다리곧은근에 부착한 후 근전도 신호를 RMS (root mean square) 처리하여 자료를 수집하였다. 넙다리곧은근의 전극부착 위치는 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine; ASIS)와 무릎뼈바닥(base of patella)의 중간지점이었고, 척추세움근의 전극부착 위치는 엉치뼈틈새(sacral hiatus)와 위뒤엉덩뼈가시(posterior superior iliac spine; PSIS)를 잇는 선의 중간지점이었다(Cram et al, 1998). 개인의 차이가 결과에 영향을 미칠 수 있으므로 각 근육의 근활성도를 정규화(normalization)하기 위해 척추세움근은 엎드려서 손을 머리 뒤로 하고 요추 신전(lumbar extension) 하는 자세, 넙다리곧은근은 엉덩관절을 90°로 유지하고 앉아 무릎을 45° 굽힌 자세에서 최대저항을 주어 일정최대자의수축(constant maximum voluntary contraction; CMVC) 시 근활성도를 측정하였다. 5초 동안의 측정값 중 처음과 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 사용하였다.

Fig. 3. The lifting posture and attachment of markers (1. the meeting point of extension of the transverse process line and frontal plane, 2. ASIS, 3. greater trochanter of femur, 4. lateral condyle of femur, 5. lateral malleolus).

2) 물건 들어올리기 시 관절각도 측정

허리굽힘(lumbar flexion)과 무릎굽힘(knee flexion) 각도를 측정하기 위해 5개의 표식자를 부착하였다. 그 위치는 세 번째 허리뼈 가로돌기(transverse process)의 연장선과 관상면(frontal plane)이 만나는 지점, 위앞엉덩뼈가시(ASIS), 넙다리뼈 큰돌기(greater trochanter of femur), 가쪽위관절융기(lateral condyle of femur), 가쪽복사뼈(lateral malleolus)이다(Fig. 3). 허리굽힘은 위앞엉덩뼈가시와 세 번째 허리뼈 가로돌기의 연장선과 관상면이 만나는 지점의 수직면에 대한 각도(angle to vertical)로 측정되었고, 무릎굽힘은 넙다리뼈 큰돌기와 가쪽위관절융기와 가쪽복사뼈의 삼점각도(three point angle)로 측정되었다.

4. 분석방법

허리벨트 착용 유무에 따른 척추세움근과 넙다리곧은근의 근활성도의 변화와 물건 들어올리기 작업 중 벨트 전, 후 허리와 무릎관절 각도의 차이를 비교하기 위하여 반복측정된 짝 비교(paired t-test) 분석을 하였다. SIMI system을 이용한 허리와 무릎관절의 관절각도 측정에 대한 신뢰도를 구하기 위해 SIMI program 사용에 능숙한 연구자 1명이 무작위로 추출된 연구 대상자 5명을 대상으로 허리벨트 착용 전, 후 관절 각도를 3번 반복측정 하여 급간내 상관계수(intratester correlation coefficients: ICCs[3,1])를 알아보았다. 통계학적 유의수준을 검정하기 위하여 α는 0.05로 하였으며 자료의 통계처리를 위해 윈도용 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences) 12.0 프로그램을 사용하였다.

결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 신체적 특성은 다음과 같다(Table 1). 대상자의 평균 나이는 24.53세, 표준편차 2.29였고, 평균 몸무게는 72.00 kg, 표준편차 13.13, 그리고 평균 신장은 177.40 cm, 표준편차는 6.41이었다.

Table 1. General characteristics of subjects (N=15)

	Mean±SD	Min. ~ Max.
Age (year)	24.53±2.29	20.00 ~ 29.00
Weight (kg)	72.00±13.13	60.00 ~ 110.00
Height (cm)	177.40±6.41	169.00 ~ 195.00

2. 허리와 무릎 관절각도에 대한 측정자내 신뢰도

비디오 분석 시 허리와 무릎관절의 관절각도 측정에 대한 신뢰도를 구하기 위해 연구자 1명이 무작위로 추출된 실험 대상자 5명을 대상으로 허리벨트 착용 전, 후 관절각도를 3번 반복측정 하였다. 허리벨트 미착용 시 허리 굽힘 각도에 대한 ICCs(3,1)은 0.96, 무릎 굽힘 각도에 대한 ICCs(3,1)은 0.99, 허리벨트 착용 시 허리 굽힘 각도에 대한 ICCs(3,1)은 0.99, 무릎 굽힘 각도에 대한 ICCs(3,1)은 0.98로 높은 신뢰도를 보였다(Portney와 Watkins, 1993)(Table 2).

3. 허리벨트 유무에 따른 허리와 하지 근육의 근활성도 변화

척추세움근은 허리벨트를 착용하지 않고 물건을 들 때 근활성도가 평균 46.78 %CMVC, 표준편차 21.80 %CMVC로 나왔고, 허리벨트 착용 후 평균 48.03 %CMVC, 표준편차 22.00 %CMVC로 나왔다. 허리벨트 착용 전보다 허리벨트 착용 후 척추세움근의 근활성도는 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. 넙다리곧은근은 허리벨트 착용 전 근활성도가 평균 12.16 %CMVC, 표준편차 5.96, 허리벨트 착용 후의 근활성도가 평균 15.91 %CMVC, 표준편차 12.31 %CMVC로 증가하였으나 유의한 차이는 없었다(Table 3).

Table 2. Intratester correlation coefficients for the examination of the joint angles

	Before wearing belt	After wearing belt
Lumbar flexion	0.96*	0.99
Knee flexion	0.99	0.98

*reliability

4. 허리벨트 유무에 따른 허리와 무릎 굽힘 각도 변화

물건 들기 작업 중 허리벨트 착용 시 허리의 최대 굽힘 각도는 허리벨트 미착용 시 최대 허리 굽힘 각도보다 유의하게 감소하였고($p<0.05$), 무릎관절의 최대 굽힘 각도는 허리벨트 착용 후 유의하게 증가하였다($p<0.05$) (Table 4).

고 찰

한국산업안전공단(2005)에 따르면 2003년 산업재해원인조사에서 업무상 질병인 요부 근골격계질환자 중 비외상성 수핵탈출 70.8%, 요추염좌 26.0%로 2개 질병이 전체 질병의 96.8%를 차지하는 것으로 나타났다. 주요 유발행위로는 들기와 놓기 시 39.6%, 운반이나 이동 시 23.5%로 근로자가 물건을 들어서 나르는 작업을 수행할 때로 조사되었다. 작업현황에 관련한 유럽인구조사에서는 근로자의 30%가 요통으로 고통 받고 있고, 인력운반작업과 연관된 요부 손상이 증가하고 있다고 보고하였다(European Agency, 2000). 이처럼 요부관련 질환으로 요통을 호소하는 근로자들은 주로 인력운반작업 중 허리손상을 당하는 경우가 대부분이기 때문에 이들의 직업복귀를 위해서는 허리 근육의 적절한 근력과 지구력의 유지가 필수적이다.

허리손상의 예방과 척추의 안정성 도모를 위한 의학적 처치로 허리벨트가 사용되어져 왔다. Carter와 Birrell(2000)은 산업장에서 허리손상을 예방하기 위한 작업지침 중 하나로 허리벨트를 권장하였는데 허리벨트가 척추사이에 가해지는 내부 압력을 감소시키며, 복강내압을 증가시켜 척추가 받는 힘을 낮춰주기 때문이라고 하였다. Van Poppel et al(1999)은 허리벨트 착용의 운동형상학적 효과 연구에서 최소한 허리의 움직임 방향 중 한 방향 이상의 움직임에 제한을 준다고 보고했고, 주요

Table 3. Changes of the EMG level on wearing belt or not (Unit: %CMVC)

Posture	Before wearing belt	After wearing belt	t-value	p
Erector spinae	46.78±21.80	48.03±22.00	-0.54	0.60
Rectus femoris	12.16±5.96	15.92±12.31	-1.69	0.12

Table 4. Changes of the lumbar and knee flexion on wearing belt or not (Unit: °)

Posture	Before wearing belt	After wearing belt	t-value	p
Lumbar flexion angle	41.01±5.22	36.39±5.12	4.44	0.00*
Knee flexion angle	66.86±15.11	74.67±14.50	-3.85	0.00*

제한 방향은 허리굽힘(flexion)과 폄(extension), 가쪽굽힘(lateral bending)이라고 보고했다.

한편, 허리벨트의 효과를 부정하는 연구에서는 벨트를 착용한 작업자들이 벨트를 착용하기 전보다 훨씬 무거운 물건을 들어 나르려는 경향이 있으며, 이는 허리벨트가 제공하는 안전에 대한 잘못된 감각이 작업자들로 하여금 손상에 대한 위험을 인지하지 못하게 하기 때문이라고 보고하였다(NIOSH, 1994; Op De Beeck와 Vertongen, 1995). Reddell et al(1992)은 비행장에서 수하물 운반자들을 대상으로 8개월 동안 허리벨트 착용자와 미착용자를 구분하여 허리벨트의 효과를 평가하였는데 허리벨트를 착용했던 작업자들에게서 허리벨트를 제거했을 때 허리손상의 위험이 크게 증가하였다고 보고했다. 그 이유로 Reddell et al(1992)은 허리벨트가 척추를 지지해주는 복부와 허리의 깊은 근육(deep muscles)들의 역할을 대신함으로써 척추 지지 근육들의 약화를 가져왔기 때문이라고 하였다. Thomas et al(1999)은 물건을 들고 있는 동안 체간 근육의 근활성도에 허리벨트가 미치는 영향을 연구하였는데 허리벨트를 착용하였을 때 척수세움근의 최대 근활성도 값이 허리벨트 착용 전보다 유의하게 감소하였다고 보고했다. Thomas et al(1999)은 이 연구에서 허리벨트가 체간 근육의 근활성도의 변화에 영향을 미쳤으나 그 변화가 크지 않았고 작업자들에게 보조기구로써 허리벨트를 제공하기 위해서는 계속적인 연구가 진행되어야 한다고 보고했다.

본 연구는 허리벨트의 착용이 효과적인지를 분석하여 근로자들에게 허리벨트를 권장할 것인지에 대해 알아보고자 요추부와 하지에서 일어나는 현상을 운동역학적인 변화와 운동형상학적 변화로 나누어 살펴보았다. 운동역학적인 변화를 알아보기 위해 척추세움근과 넙다리곧은근의 근활성도를 분석한 결과, 물건 들기를 시행할 때 두 근육에서 허리벨트 착용 전과 후의 근활성도의 변화에 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 이것은 허리벨트의 착용이 체간 근육의 근활성도에 영향을 미치지 않았다는 것을 의미한다. 다시 말해, 본 연구에서는 허리벨트가 근육의 역할을 감소시키거나 증가시키지 않았다. 허리벨트의 효과를 부정하는 이유 중 하나가 허리벨트를 장기간 착용하였을 때 체간근육들의 근활성도가 떨어지고, 허리벨트 제거 후 체간 근육의 약화로 인해 나타날 수 있는 2차 손상 때문이라는 것을 생각할 때 이번 연구는 충분히 의미가 있다고 하겠다. 이 연구를 바탕으로 허리벨트를 착용한 후 체간 근육의 약화가 나타나는 시점에 대한 추적연구가 이루어진다면 허리벨트 착용에 있어 과학적 근거를 제시해 줄 수 있을 것으로 본다.

다른 많은 허리벨트의 운동역학적인 효과 연구 결과에서도 물건을 들어 올리는 동안 허리벨트 착용 전·후의 허리 근육의 근활성도에는 유의한 차이가 없었다고 보고되었다(Hemborg et al, 1985; Lander et al, 1992; Nachemson et al, 1983; Woodhouse et al, 1995). 한편, Bauer et al(1999)은 허리벨트를 착용하고 쭈그려 앉기 운동(squatting exercise)을 하는 동안 표면 근전도로 척추세움근의 근활성도를 분석하였다. 그 결과 허리벨트를 착용하지 않고 쭈그려 앉기 운동을 실시할 때보다 척추세움근의 근활성도 값이 유의하게 증가하였다고 보고했다. Bauer et al(1999)의 연구에서는 본 연구와 달리 L3-L5 근처의 척추세움근에 표면전극을 부착하였는데 허리벨트 착용 시 표면전극에 가해진 압박이 근활성도의 변화에 영향을 미쳤을 거라 생각된다.

허리벨트 착용 전·후 운동형상학적인 변화는 허리와 무릎의 관절 각도를 측정하여 비교함으로써 알아보았다. 벨트 착용 후 허리의 최대 굽힘 각도는 허리벨트 미착용 시 최대 허리 굽힘 각도보다 유의하게 감소하였고($p<0.05$), 무릎관절의 최대 굽힘 각도는 허리벨트 착용 전보다 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 본 실험결과와 유사한 연구로 Giorcelli et al(2001)은 허리벨트 착용 시 척추의 운동형상학적 효과 연구에서 척추의 움직임과 엉덩관절과 무릎관절의 굽힘, 그리고 각속도(angular velocity)를 측정하였을 때 최대 척추 굽힘과 최대 굽힘 각속도, 최대 폄 각속도는 유의하게 감소하였고, 무릎과 엉덩관절의 최대 굽힘 각도는 유의하게 증가하였다고 보고했다. 즉, 벨트를 착용한 대상자는 물건을 들어 올릴 때 허리를 편 상태로 하지를 많이 구부리고 속도를 늦추며 작업을 수행한다고 하였다. 허리를 곧게 펴고 무릎을 굽히는 자세는 쭈그려 앉아 물건들기 자세로서 5번 요추와 1번 천추에 가해지는 압박력을 감소시키고 물건을 최대한 몸에 밀착시켜 요부 인대들이 받는 부담을 줄여주는 올바른 물건들기 작업 자세이다(Hsiang et al, 1997). 본 연구에서도 대상자들이 허리벨트 착용 전에 무릎보다 허리를 많이 숙여서 물건을 든 것에 반해, 허리벨트 착용 후, 연구자들의 올바른 자세교육이 없었음에도 불구하고, 쭈그려 앉아 물건 들기 자세로 작업을 수행함을 관찰할 수 있었다. 허리벨트가 복압을 증가시키고 증가된 복압이 척추의 안정성에 영향을 주어 허리 굽힘은 제한되고, 허리를 펴는 대신 엉덩 관절과 무릎 관절을 더 굽힘으로 제한된 허리 굽힘을 보상하였다고 생각된다. 이와 같은 결과로 보아 척추 손상으로 인해 허리 굽힘을 제한할 필요가 있을 때나 올바른 물건 들기 작업 자세를 교육할 때, 허리벨트는 보조도구로서 사용할 수 있을 것으로 본다.

연구의 제한점으로는 실험에 사용된 허리벨트가 탄력성이 크지 않은 재질이었다는 것이다. 연구 대상자들이 허리벨트를 착용한 후 약간의 불편함과 동작의 부자연스러움을 호소했는데 만약, 허리벨트가 부드럽고 탄력성이 큰

산업벨트였다면 실험 대상자로 하여금 더욱 편안한 느낌을 주어 결과에 영향을 미쳤을 거라고 생각된다. 따라서, 향후 허리벨트의 종류에 따른 효과 비교 연구도 이루어져야 하겠다.

요 약

목적: 본 연구는 물건들어올리기 시 허리벨트 착용 유무에 따른 척추세움근과 넙다리곧은근의 근활성도와, 허리와 무릎관절의 최대 관절각도 차이를 비교하여 요통환자의 산업재활 시 허리벨트의 효과를 알아보기 위해 실시하였다.

방법: 건강한 성인 남자 15명을 대상으로 하였고 엉덩관절과 무릎 관절의 관절가동 범위 제한이 있는 자, 하지나 허리의 근골격계 질환이 있거나 신경학적 증후가 있는 자, 그리고 최근 6개월 이내에 허리 통증으로 인하여 병원에서 치료를 받은 경험이 있는 자는 실험에서 제외하였다. 척추세움근, 넙다리곧은근의 근활성도를 알아보기 위해 표면근전도 시스템을 사용하였고 허리와 무릎 각도변화를 알아보기 위해 이차원 동작분석기인 Simi system을 이용하여 측정하였다. 연구 대상자는 1회당 20초의 속도를 유지하면서 들기 작업을 수행하였고 허리벨트 착용 시 3회, 미착용 시 3회 반복 측정하였다. 허리벨트 착용 유무에 따른 근 활성도 변화와 허리, 무릎관절의 최대 관절각도 차이를 비교하기 위하여 반복 측정된 짝비교(paired t-test)를 실시하였다.

결과: 척추세움근과 넙다리곧은근의 근 활성도 변화에서는 허리벨트 착용 유무에 따른 유의한 차이가 없었으며, 허리와 무릎관절 각도 변화에서는 허리벨트를 착용할 때, 허리벨트를 미착용하지 않았을 때보다 허리의 최대 굽힘 각도는 유의하게 감소하였고($p<0.05$), 무릎관절의 최대 굽힘 각도는 유의하게 증가하였다($p<0.05$).

결론: 이러한 결과를 통해 허리벨트 착용은 허리근육의 근활성도에는 변화를 주지 않고, 요추부의 굽힘에 제한을 주어 물건을 들어 올릴 때 허리가 과도하게 굽어지는 것을 방지한다는 것을 알 수 있다. 허리벨트의 적용시점을 손상 직후인 급성기로 하여 단기간에 걸쳐 허리 보호기구로 사용한다면 허리벨트를 장기간 착용했을 때의 부정적 효과를 최소화할 수 있을 것으로 사료된다. 허리벨트는 올바른 물건 들기 자세를 유도할 수 있다는 점에서 척추질환의 급성기 때나 요양 후 직업으로의 복귀 전, 허리의 보호와 올바른 자세 유지를 목적으로 환자에게 적용할 수 있는 보조도구로서 의미가 있다고 생각된다.

참고문헌

길병도. 작업형태와 관련이 있는 건강장해-요통증. 산업보건. 1989;10:4-8.

노동부. 산업재해 현황분석. 2003.

대한산업안전협회. 인력운반작업의재해예방. 2005. pp 1-4.

이승구. 직업병으로서의 요통과 예방대책. 산업 보건. 1990;29:20-5.

한국산업안전공단. 2003년 산업재해원인조사. 2005.

Ammendolia C, Kerr MS, Bombardier C. Back belts use for prevention of occupational low back pain: A systematic review. J Manipulative Physiol Ther 2003;28(2):128-34.

Bauer JA, Fry A, Carter C. The use of lumbar-supporting weight belts while performing squats: Erector spinae electromyographic activity. J Strength Cond Res 1999;13:384-8.

Buchalter D, Kahanovitz N, Viola K, Dorsky S, Nordin M. Three-dimensional spinal motion measurement. Part 2: A non-invasive assessment of lumbar brace immobilization of the spine. J Spinal Disord 1988;1:284-6.

Calmels P, Fayolle-Minon I. An update on orthotic devices for the lumbar spine based on a review of the literature. Rev Rhum Engl Ed 1996;63:285-91.

Carter JT, Birrell LN. Occupational health guidelines for the management of low back pain at work - principle recommendations. Faculty of Occupational Medicine. Royal College of Physicians. London. 2000.

Cholewicki J, Juluru K, Radebold A, Panjabi MM, McGill SM. Lumbar spine stability can be augmented with an abdominal belt and/or increased intra-abdominal pressure, Eur Spine J 1999;8:388-95.

Christopherson BB, Hayes PD. Valpar Component Work Samples: Uses in allied health. 1992.

Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Aspe. Maryland. 1998.

Earle-Richardson G, Jenkins P, Fulmer S, Mason C, Burdick P, May J. An ergonomic intervention to reduce back strain among apple harvest workers in New York State. Appl Ergonomics 2005;36:327-34.

European Agency for Safety and Health at Work. The state of occupational safety and health in the member states. 2000.

Fidler MW, Plasmans CM. THe effect of four types of support on the segmental mobility of the lumbosacral spine. J Bone Joint Surg Am 1983;65:943-7.

Giorcelli R, Hughes RE, Wassell JT, Hsiao H. The effect of wearing a back belt on spine kinematics during asymmetric lifting of large and small boxes. Spine 2001;26:1794-8.

Hemborg B, Moritz U, Holmstrom E. Lumbar spinal support and weight-lifter's belt: Effect on intra-abdominal and intra-thoracic pressure and trunk muscle activity during lifting. Manual Med 1985;1:86-92.

Hsiang SM, Brogmus GE, Courtney TK. Low back pain (LBP)

and lifting technique: A review. Int J Ind Ergo 1997;19:59-74.

Lander JE, Hundley JR, Simonton RL. The effectiveness of weight-belts during multiple repetitions of the squat exercise. Med Sci Sports Exerc 1992;24:603-9.

McGill S. Update on the use of back belts in industry: More data-same conclusions. In: Karwowski W, Marras W (eds) Occupational Ergonomics Handbook. Boca Raton (Fla). CRC Press. 1999. pp 1353-8.

Mclntyre DR, Bolte KM, Pope MH. Study provides new evidence of back belts' effectiveness. Occ Health Saf 1996;65:39-41.

Nachemson A, Schultz A, Anderson G. Mechanical effectiveness studies of lumbar spine orthoses. Scand J Rehabil Med 1983;9(suppl):139-49.

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). Workplace use of back belts: Review and Recommendations. Department of Health and Human Service. DHHS (IOSH) Cincinnati. Ohio. 1994. pp 94-122.

Op De Beeck R, Vertongen P. Ceintures dorsales:“ Protection ” ou“ danger ”pour le dos? Promosafe 1995;2:31-3.

Perkins MS, Bloswick DS. The use of back belts to increase intraabdominal pressure as a means of preventing low back injuries: A survey of the literature. Int J Occup Environ Health 1995;1:326-35.

Portney LG, Watkins MP. Reliability. In: Davis KW, Mehalik CL (eds) Foundations of Clinical Reserch: Applications to Practice. Connecticut: Appleton & Lange. 1993. pp 53-67.

Reddell CR, Congleton JJ, Huchinson RD, Mongomery JF. An evaluation of a weightlifting belt and back injury prevention training class for airline baggage handlers. Appl Ergon 1992;23:319-29.

Thomas JS, Lavender SA, Corcos DM, Andersson GB. Effect of lifting belts on trunk muscle activation during a suddenly applied load. Hum Factors 1999;41(4):670-6.

Van Poppel M. The prevention of low back pain in industry. PhD thesis. Vrife Universiteit. Amsterdam. Netherlands. 1999.

Van Poppel MNM, de Looze MP, Koes BW, Smid T, Bouter LM. Mechanisms of action of lumbar supports. A systematic review. Spine 2000;25:2103-13.

Wassell JT, Gardner LI, Landsittel DP, Johnston JJ, Johnston JM. A prospective study of back belts for prevention of back pain and injury. JAMA 2000;284:2727-32.

Willey MS. The effects of back belts and load on selected lifting kinematics during a simulated patient transfer. Work 2001;17(1):31-8.

Woodhouse ML, McCoy RW, Redondo DR, Shall LM. Effects of back support on intra-abdominal pressure and lumbar kinetics during heavy lifting. Hum Factors 1995;37(3):582-90.