

# 인체모형 옮기기 시 발의 배치와 옮기는 지면 높이가 허리척추에 미치는 영향

## Effects of Foot Placement and Height of Bed Surface on Load of the Lumbar Spine During Transfer Activity

김원호

울산과학기술대학교 물리치료과

Won-Ho Kim(ptkwh21@daum.net)

### 요약

이 연구의 목적은 인체모형을 이용하여 옮기기 활동을 하는 동안 발의 배치(11자 배치와 90°배치)와 옮기는 지면의 높이(휠체어 좌석과 같은 높이와 다른 높이)가 허리척추에 미치는 영향을 알아보는 것이었다. 자발적으로 실험참여에 동의한 건강한 남성 15명을 대상으로 4가지 조건에 따라 옮기기 활동을 실시하였다. 옮기기 활동 동안 허리척추의 작업부담을 알아보기 위해, 위팔두갈래근, 척추세움근, 넙다리근의 근활성도를 표면근전도로 측정하였고, 힘판을 이용하여 수직 지면반발력을 측정하였고, L4/L5에 가해지는 압박력을 3DSSPP를 이용하여 측정하고 분석하였다. 그 결과, 오른쪽 넙다리근의 근활성도를 제외한 나머지 근육의 근활성도는 각 조건 사이 유의한 차이가 없었다. 수직 지면반발력은 각 조건 사이 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 또한 L4/L5에 가해지는 압박력은 같은 높이인 경우 발의 배치에 따라 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 따라서 옮기기 시 발을 11자로 배치하는 것보다 발을 90°로 배치하는 것이 체중이 한쪽으로 쏠리는 경향과 L4/L5 압박력을 줄이는데 도움이 되기 때문에 환자 옮기기 시 이를 적용하는 교육이 필요할 것이다.

■ 중심어 : | 발배치 | 옮기기 | 작업부담 |

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of foot placement and height of bed surface on lumbar spine load in a dummy transfer activity. Fifteen healthy male students participated in this study. All subjects were involved in four different conditions according to foot placement (11 figure and 90° figure) and height of bed surface (44 cm and 66 cm) randomly. Muscular activations of the biceps brachii, rectus femoris, elector spinae using surface-EMG, vertical ground reaction using force plate, and L4/L5 compression force using 3DSSPP (3D Static Strength Prediction Program) were measured and analysed. The results showed that muscular activations were not significantly different for the various conditions except for the rectus femoris on the right side ( $p < .05$ ). Futhermore, the vertical ground reaction and L4/L5 compression force were significantly different conditions ( $p < .05$ ). In conclusion, it is suggested that foot placement at 90° figure is safer for transfer activity compared with the 11 figure.

■ keyword : | Foot Placement | Transfer Activity | Workload |

\* 이 연구는 울산과학기술대학교 교육역량강화사업 연구비 지원에 의해 수행됨.

접수번호 : #100527-004

접수일자 : 2010년 05월 27일

심사완료일 : 2010년 07월 09일

교신저자 : 김원호, e-mail : ptkwh21@daum.net

## I. 서론

우리나라 전체 인구 중 65세 이상은 2000년 7.2%이었고, 2018년에 14%를 넘어설 것으로 예측되고 있다[1]. 노인 중 86.7%는 장기치료, 요양이 필요한 당뇨, 관절염, 고혈압 등 만성 퇴행성 질환을 가지고 있고, 3.5%는 일상생활동작을 전혀 수행할 수 없어[2], 노인수발에 대한 수요가 증가하고 있다.

일상생활동작을 위한 수발 중 흔히 있는 것 중 하나가 환자를 들고 옮기는 것이다. 움직임이 불편한 노인 또는 장애인을 위한 들기/옮기기는 병원, 요양시설, 그리고 주거시설에서 흔히 있는 활동이다. 들기/옮기기 활동은 한 지지면에서 다른 지지면으로 옮겨가는 행위로서, 이동을 위해 꼭 필요한 것이다. 환자를 옮기기 위해서는 허리를 굽혀 환자를 들고 몸통을 회전시키는 동작이 필요하다. 반복적인 들기와 몸통 회전은 직업관련 근골격계 질환을 유발하는데, 특히 허리에서 빈번하게 발생한다[3]. 환자를 옮기는 활동은 대상자의 체중, 부적절한 자세, 좁은 공간 때문에 옮기기를 도와주는 사람에게 큰 신체적 부담을 준다. 또한 맨손으로 옮기기 동안 환자의 불안정한 무게중심으로 인해 환자와 함께 옮기기를 도와주는 사람이 넘어지는 상황이 발생할 수 있다. 간호사는 허리통증이 가장 많으며, 매년 유병률이 40~50%에 해당한다[4]. 2001년 제조업에서 발생한 근골격계 질환은 100명 당 8.1이었지만, 간호관련 종사자는 13.5명이었다[5]. 허리통증을 방지하기 위해 환자 옮기기 시 2명 이상이 함께 들기/옮기기 작업을 수행하도록 권장되고 있다. 하지만 기도형[6]은 2명이 환자를 드는 경우 몸통부위를 잡는 작업자의 허리에 가해지는 부하가 생체역학적 기준(한계기준 3,400N)을 초과하는 것으로 보고하였다. Ulin 등[7]도 2명이 환자를 옮기더라도 허리에 가해지는 부담은 한계기준을 초과한다고 하였다. 따라서 1명이 옮기기를 시도하는 경우 더욱 큰 부하가 허리에 가해질 것으로 예상된다. 또한 초보자인 경우 숙련자보다 환자 옮기기 시 허리통증이 더욱 흔히 발생한다[8]. 노인수발 요양사의 허리통증에 대한 국내 연구는 아직 없지만, 일반적으로 1명이 옮기기를 수행해야 하고, 전문적인 훈련이 부족하고 빈번하게 옮기기

활동을 수행해야 하기 때문에 이로 인한 허리통증이 증가할 것으로 추측된다. 한 연구에 의하면, 간호보조사는 간호사보다 환자 옮기기를 위한 활동이 2배 많기 때문에 허리통증 발생률이 높다[9].

OSHA[10]는 환자 들기와 옮기기 시 발생하는 힘, 반복, 그리고 부적절한 자세를 줄이기 위해, 상황에 따른 다양한 보조 도구들을 제시하였다. 여기에는 보행/옮기기 벨트, 슬링(sling)형태 들기 장비, 천장형태 들기 장비, 일어세우기 보조 장비 등이 있다. 하지만 간병/간호 인력 중 59%만이 보조 장비 사용 지침에 따라 들기/옮기기를 수행하였다. 장비를 적용하지 않는 이유는 필요성에 대한 인식부족, 시간부족, 그리고 조작성의 부족 때문에[11], 임상에서는 흔히 손을 이용한 옮기기 작업이 이루어지고 있는 실정이다. 따라서 손을 이용한 옮기기 동작이 허리척추에 미치는 작업부담에 대한 연구가 필요하지만 이에 대한 연구가 적은 편이다.

환자를 옮기는 동작(들기와 몸통회전)과는 다르지만, 최근 물건 들기 시 발의 배치에 따라 허리척추에 미치는 부담이 차이가 있다는 연구가 보고되었다[12][13]. 이는 옮기기 동작 시에도 발의 배치가 영향을 줄 수 있음을 의미한다. 특히 옮기기 동작은 허리척추의 손상을 유발하는 주요 원인인 몸통의 비틀림 움직임을 필요로 하기 때문에, 발의 배치 형태에 따라 몸통 비틀림과 지지면의 넓이에서 차이가 있을 것으로 예측된다. 좀 더 안전한 옮기기 활동을 위해서 발의 배치에 따른 허리척추의 부담을 알아보는 연구가 필요하다. 또한 옮기기 동작은 구심성 수축이 필요한 들기 동작과 원심성 수축이 필요한 내려놓기 동작이 필요한데, 원심성 수축이 있는 경우에 조직손상의 위험이 높아지는 경향이 있기 때문에 들기와 내려놓기를 구분하여 작업부담을 분석하는 것이 필요하다.

이 연구는 인체모형을 이용하여 휠체어에서 침상으로 옮기기 시 발의 배치와 옮기는 침상의 높이에 따른 허리척추의 작업부담을 알아보는 것이었다. 구체적인 목표는 휠체어와 침상의 높이가 같은 경우와 침상 높이가 휠체어 높이보다 높은 경우, 그리고 옮기기 시 발의 배치에 따른 근활성도, 수직 지면반발력, 그리고 L4/L5의 압박력을 들기와 내려놓기 동작으로 구분하여 알아

보고 더욱 안전한 옮기기 방법을 제안하기 위함이었다.

## II. 연구방법

### 1. 대상

이 연구에 참여한 대상자는 00대학에 물리치료과에 재학 중인 남학생 15명이었다. 이전에 허리통증을 경험하지 않은 건강한 성인으로 자발적으로 연구 참여에 동의한 사람을 대상으로 하였다. 평균 신장은 174.7±5.3 cm이었고 몸무게는 69.7±12.2 kg이었다[표 1].

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 N=15

	평균±표준편차	범위
키(cm)	174.6±5.3	167~184
몸무게(kg)	69.7±12.2	54~100
신체질량지수(kg/m <sup>2</sup> )	22.8±3.2	18.6~29.5

### 2. 측정도구

옮기기 시 환자를 대신하기 위해 인체모형이 사용되었다. 인체모형의 무게는 30 kg이었고, 길이는 170 cm이었다. 각 관절이 자유롭게 움직일 수 있는 구조이었다. 옮기기 시 허리 L4/L5에 가해지는 압박력, 수직 지면반발력, 근활성도를 측정하였다. L4/L5에 가해지는 압박력은 3DSSPP(3D Static Strength Prediction Program)<sup>1)</sup>를 이용하여 측정하였다[그림 1]. 3DSSPP는 작업자의 신체 특성, 움직임, 드는 무게, 발의 배치 등에 따라 허리척추에 가해지는 압박력 및 전단력, 무게중심의 편향정도를 계산하는 프로그램이다[7]. 3DSSPP에 들기와 내려놓기 시 각 대상자별 키, 몸무게, 몸통 회전 및 비틀림을 기입하고, 발의 배치, 옮기는 무게, 그리고 손의 위치는 일정하게 설정한 후 프로그램에서 계산된 L4/L5 압박력을 기록하였다. 옮기는 동작 동안 수직반발력을 알아보기 위해 emed/AT와 edmed/D 소프트웨어로 구성된 emed system<sup>2)</sup>을 이용하여었다. emed/AT의

압력감지기는 2개/cm<sup>2</sup>로 전체 1377개로 구성되어 있으며, 압력역치 10 Kpa이다. 자료 수집율은 400 Hz이었다 [그림 2]. 옮기기 시 척추세움근, 위팔두갈래근, 넙다리근의 근활성도는 MegaWin<sup>3)</sup>을 이용하여 측정하였다. 수집된 자료를 분석하기 위하여 Mega Win 2.2 프로그램을 사용하였다. 옮기기 동작 동안 중요하게 동원되는 근육은 굽힌 무릎을 펴기 위한 넙다리근, 환자를 들기 위한 위팔두갈래근, 어깨안정화를 위한 넓은등근과 등세모근, 그리고 굽힌 허리를 펴기 위한 척추세움근이지만, 초보자들은 넓은등근과 등세모근의 근활성도가 높지 않기 때문에[8], 이 연구에서는 각 조건에 따른 허리세움근, 위팔두갈래근, 넙다리근의 근활성도를 측정하였다. 흔히 근전도 신호의 표본수집율(sampling rate)은 1000 Hz로 하였다. 또한 20~500 Hz 주파수 대역과 60 Hz 노치필터를 사용하였다[14]. 척추세움근, 위팔두갈래근, 넙다리근에 대한 전극의 배치는 Cram 등[15]이 권장한 방법에 따라 적용되었다. 먼저 부착할 신체부위를 노출시킨 후 피부 저항을 줄이기 위해 털을 제거하고 알코올로 닦은 후, 각 근육에 대한 최대근육수축을 유도한 후 부착부위를 펜으로 표시하였다. 활성 전극 사이의 거리는 2 cm 이내로 하였다. 각 조건에서 측정된 근활성도는 근전도 신호의 실질적인 출력값에 가까운 값을 제공하는 RMS(root mean square)값으로 변환한 후[16], 조건 1에서 인체모형을 옮길 때 추출된 근활성도값을 기준으로 하여 %RVC(reference voluntary contraction)로 기록하였다[17].



그림 1. 3DSSPP

1) 3D Static Strength Prediction Program Version 6.0.2, The University of Michigan Center for Ergonomics, USA, 2009.  
2) emed/AT, Novelgmbh, Germany, 2006.

3) Biomonitor ME 6000, Mega Electronics Ltd., Kuopio, Finland.

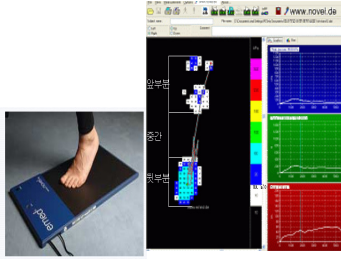


그림 2. emed/AT와 edmed/D 소프트웨어

### 3. 절차

인체모형을 옮기기 전에 3분 동안 허리근육을 위한 신장운동을 실시하였다. 옮기기 시 대상자는 발의 배치와 옮기기 시 지면의 높이에 따라 네 조건에 모두 참여하였다. 각 조건에서 대상자는 2회 반복 옮기기를 실시하였고 측정된 값의 평균값을 기록하였다. 발의 배치는 (1) 11자로 배치하기, (2) 뒤에 위치하는 발(오른 발)을 앞의 발(왼쪽 발)과 90°로 배치하기이었다[그림 3]. 지면의 높이는 (1) 휠체어 좌석높이(44 cm)와 침상의 높이가 같은 경우, (2) 휠체어 좌석높이와 침상의 높이(62 cm)가 다른 경우 이었다. 즉, 조건 1은 휠체어 좌석높이와 침상 높이가 같은 경우로서 발을 11자로 배치하는 것이고, 조건 2는 휠체어 좌석높이와 침상 높이가 같은 경우로서 발을 90°자로 배치하는 것이고, 조건 3은 휠체어 좌석높이보다 침상 높이가 높은 경우로서 발을 11자로 배치하는 것이고, 조건 4는 휠체어 좌석높이보다 침상 높이가 높은 경우로서 발을 90°로 배치하는 것이었다. 각 조건에 대상자는 무작위로 참여하였고, 각 조건 사이 3분간의 휴식시간을 취하였다. 인체모형 옮기기 시 왼쪽과 오른쪽의 넙다리근, 위팔두갈래근, 척추세움근의 근활성도를 근전도와 오른쪽 발밑에 힘판을 배치하여 수직 지면반발력을 측정하였다. 또한 3DSSPP 프로그램을 이용하여 옮기기 시 허리척추 L4/L5에 가해지는 압박력을 기록하였다. 대상자는 인체모형을 휠체어에서 침상까지 오른쪽 방향으로 옮기기를 시도하였다. 인체모형을 옮기는 속도는 자신에게 편안한 속도로 수행하도록 하였다.

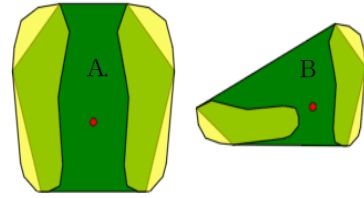


그림 3. 옮기기 시 발 배치 형태. A, 11자 배치. B, 90° 배치

### 4. 자료처리

연구대상자의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하여 기술하였다. 인체모형 옮기기 동작을 들기와 내려놓기로 구분하여 분석하였다. 근활성도, 수직 지면반발력, L4/L5 압박력의 정규분포여부를 알아보기 위해 단일 표본콜모고로프-스미르노프(Kolmogorov-Smirnov) 검정을 실시한 결과 정규분포 한 것으로 나타나 모수검정을 실시하였다. 들기 및 내려놓기 시 각 근육별 근활성도와 수직 지면반발력의 차이를 알아보기 위해 반복 측정 일원분산분석을 실시하였고, 사후검정은 Bonferonni 검정을 실시하였다. 들기 시와 내려놓기 시 11자로 발을 배치하는 경우와 90°로 발을 배치하는 경우에 따른 L4/L5에 가해지는 압박력의 차이를 알아보기 위해 짝 비교 t-검정을 실시하였다.

## III. 연구결과

### 1. 들기 시 각 근육별 근활성도

휠체어와 침상의 높이가 같고 발을 일렬로 배치하는 상황을 기준으로 다른 3가지 조건에서의 들기 시 근활성도를 비교한 결과[표 2], 오른쪽 넙다리근을 제외하고 각 조건에 따른 근육별 근활성도는 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > .05$ ). 사후분석 결과 오른쪽 넙다리근인 경우는 조건 2와 조건 3, 조건 2와 조건 4 사이 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ).

표 2. 들기 시 각 근육별 근활성도

단위: %RVC

	조건 2	조건 3	조건 4	p
왼쪽 넙다리근	120.72±64.09	180.73±213.31	130.12±48.46	.261
오른쪽 넙다리근	88.23±43.88	133.27±95.44	130.17±81.91	.028
왼쪽 위팔두갈래근	97.04±43.76	101.63±42.52	97.04±43.76	.842
오른쪽 위팔두갈래근	116.62±40.93	110.99,41.65	121.50±54.03	.223
왼쪽 척추세움근	100.58±17.68	95.84±16.94	94.43±12.79	.453
오른쪽 척추세움근	110.03±32.51	107.72±16.74	101.56±20.08	.365

조건 1을 기준(100%)으로 각 조건 시 %RVC를 계산함.  
조건1: 옮기는 높이 같고 발을 11자로 배치.  
조건2: 옮기는 높이는 같고 발을 90° .  
조건3: 옮기는 높이는 높고 발을 11자로 배치.  
조건4: 옮기는 높이가 높고 발을 90° .

## 2. 내려놓기 시 각 근육별 근활성도

혈체어와 침상의 높이가 같고 발을 일렬로 배치하는 상황을 기준으로 다른 3가지 조건에서의 내려놓기 시 근활성도를 비교한 결과[표 3], 오른쪽 넙다리근을 제외하고 각 조건에 따른 근육별 근활성도는 유의한 차이를 보이지 않았다(p>.05). 사후분석 결과 오른쪽 넙다리근 인 경우는 조건 2와 조건 3 사이 유의한 차이를 보였다(p<.05).

표 3. 내려놓기 시 각 근육의 근활성도

단위: %RVC

	조건 2	조건 3	조건 4	p
왼쪽 넙다리근	124.41±74.36	135.14±95.97	108.20±59.87	.436
오른쪽 넙다리근	81.07±42.13	293.67±258.26	406.08±603.22	.013
왼쪽 위팔두갈래근	103.79±36.85	105.11±31.65	103.86±54.76	.954
오른쪽 위팔두갈래근	129.55±48.86	133.34±65.51	140.12±110.96	.311
왼쪽 척추세움근	96.84±19.89	93.90±20.57	90.92±29.14	.540
오른쪽 척추세움근	106.07±32.89	97.81±27.74	103.83±35.98	.719

조건 1을 기준(100%)으로 각 조건 시 %RVC를 계산함.  
조건1: 옮기는 높이 같고 발을 11자로 배치.  
조건2: 옮기는 높이는 같고 발을 90° .  
조건3: 옮기는 높이는 높고 발을 11자로 배치.  
조건4: 옮기는 높이가 높고 발을 90° .

## 3. 인체모형 들기 시 오른쪽 발의 수직 지면반발력

인체모형 들기 시 오른쪽 발에 가해지는 수직 지면 반발력을 각 조건별로 비교한 결과 유의한 차이를 보였다. 조건 1과 조건 2, 조건 1과 조건 3, 조건 2와 조건 3, 그리고 조건 3과 조건 4 사이 유의한 차이를 보였다(p<.05). 오른쪽 발에 가해지는 수직 지면반발력은 조건 2에서 가장 낮았고, 조건 3에서 가장 높게 나타났다.

표 4. 들기 시 오른쪽 발의 수직 지면반발력

단위: %체중

	<sup>a</sup> 조건 1	<sup>b</sup> 조건 2	<sup>c</sup> 조건 3	<sup>d</sup> 조건 4	p
수직 지면 반발력	65.93±16.40	48.19±14.57	71.38±21.98	58.05±14.07	<.0001

사후검정결과, a와 b 사이, a와 c 사이, b와 c, c와 d 사이 유의한 차이를 보임.  
조건1: 옮기는 높이 같고 발을 11자로 배치.  
조건2: 옮기는 높이는 같고 발을 90° .  
조건3: 옮기는 높이는 높고 발을 11자로 배치.  
조건4: 옮기는 높이가 높고 발을 90° .

## 4. 내려놓기 시 오른쪽 발의 수직 지면반발력

인체모형 내려놓기 시 오른쪽 발에 가해지는 수직 지면 반발력을 각 조건별로 비교한 결과 유의한 차이를 보였다[표 5]. 조건 1과 조건 2, 조건 1과 조건 4, 조건 2와 조건 3, 조건 3과 조건 4 사이 유의한 차이를 보였다(p<.05). 오른쪽 발에 가해지는 수직 지면반발력은 조건 4에서 가장 낮았고, 조건 1에서 가장 높게 나타났다.

표 5. 내려놓기 시 오른쪽 발의 수직 지면반발력

단위: %체중

	<sup>a</sup> 조건 1	<sup>b</sup> 조건 2	<sup>c</sup> 조건 3	<sup>d</sup> 조건 4	p
수직 지면 반발력	112.44±18.55	98.36±17.46	110.93±16.30	91.46±16.85	<.0001

사후검정결과, a와 b 사이, a와 d 사이, b와 c 사이, c와 d 사이 유의한 차이를 보임.  
조건1: 옮기는 높이 같고 발을 11자로 배치.  
조건2: 옮기는 높이는 같고 발을 90° .  
조건3: 옮기는 높이는 높고 발을 11자로 배치.  
조건4: 옮기는 높이가 높고 발을 90° .

## 4. 옮기기 시 발 배치에 따른 L4/L5 압박력

인체모형 옮기기 시 지면 높이별 L4/L5에 가해지는 압박력을 알아보기 위해 3DSSPP를 이용하여 계산한

결과는 [표 6] 및 [표 7]과 같았다. 휠체어와 같은 높이로 옮기기와 휠체어보다 높은 높이로 옮기기 시 L4/L5에 가해지는 발을 11자로 배치했을 때에 비해 발 90°로 배치하는 경우가 유의하게 압박력이 낮았다( $p < .05$ ).

표 6. 같은 높이에서 옮기기 시 L4/L5에 가해지는 압박력  
단위: N

	발 11자 배치	발 90° 배치	p
들기동작	3776.00±10.32	3784.00±18.00	<.0001
내려놓기동작	4404.07±328.52	4101.00±376.45	<.0001

표 7. 다른 높이에서 옮기기 시 L4/L5에 가해지는 압박력  
단위: N

	발 일자배치	발 90° 배치	p
들기동작	3776.00±10.32	3784.00±18.00	<.0001
내려놓기동작	3875.93±190.27	3449.47±99.17	<.0001

## VI. 논의

이 연구는 인체모형을 이용하여 휠체어에서 침상으로 옮기기 시 발의 배치 및 옮기는 지면의 높이가 작업 부담에 미치는 영향을 알아보는 것이었다. 옮기기 시 사용된 인체모형의 무게는 30 kg이었다. 이전의 연구에 의하면 60 kg인 환자를 2인이 휠체어에서 침상으로 옮기기를 시도하는 경우, 몸통부위를 드는 사람에게 가해지는 L5/S1 압박력은 6148 N으로, 들기 동작에서 생체역학적 안전한계인 3400 N을 초과하였다[6]. 따라서 이 연구에서는 옮기기 시 과도한 허리부담을 줄이기 위해 30 kg의 인체모형을 적용하였다. 옮기는 동안 동적인 측정을 위해 근활성도와 수직 지면반발력을 기록하였고, 옮기기 시작 시점과 내려놓기 마지막 시점에서 정적인 측정을 위해 3DSSPP를 이용하여 L4/L5에 가해지는 압박력을 기록하였다.

옮기기 동작에 대한 이전 연구가 적어 직접적인 비교를 하기는 힘들지만, 물건을 드는 능력에 관한 이전 연구에 의하면, 몸무게와 신체질량지수와 관련 없지만, 키는 들기 능력에 영향을 주는 요소이었다[18]. 비대칭

또는 대칭 물건 들기 시 허리척추의 부담을 주는 요인은 물건의 무게와 들기 속도이었다[19]. 이 연구에서는 드는 무게를 일정하게 하였고, 드는 속도는 실제 상황과 비슷하게 하기 위해 속도를 제한하지 않고 편안하게 대상자가 옮기기 동작을 수행하게 하였다. 비록 표로 제시되지 않았지만, 키는 인체모형 내려놓기 시 L4/L5 압박력과 넙다리근의 근활성도와 지면반발력 사이 유의한 상관성을 보였고( $p < .05$ ). 지면반발력은 체중분포 상태를 알아보는 것이기 때문에 L4/L5 압박력과 유의한 상관성이 없었지만 전단력과는 상관성이 있을 것으로 생각된다.

옮기기 시 양발의 체중분포를 통해 비대칭성 알아보기 위해 오른쪽 발의 수직 지면반발력을 측정하였다. 들기 시 오른쪽 발에 가해지는 수직 지면반발력은 조건 2가 48.19 %체중으로 가장 낮았고 조건 3이 71.38 %체중으로 가장 높았다( $p < .05$ ). 구체적으로 옮기는 높이가 같거나 다른 경우, 발을 11자로 배치할 때보다 발을 90°로 배치하는 경우가 더욱 체중분포의 대칭성을 보였다. 이전의 연구에 의하면, 물건 들기 시 조건에 따른 근활성도의 유의한 차이는 없는 것으로 보고되고 있다 [21][22]. 이 연구에서도 인체모형 들기 시 측정된 위팔 두갈래근, 허리세움근, 넙다리근의 근활성도는 전반적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만, 오른쪽 넙다리근만 옮기는 지면의 높이에 따라 유의한 차이를 보였다. 즉, 발의 배치가 동일한 경우 같은 높이의 지면으로 옮길 때보다 높은 지면으로 옮길 때 오른쪽 넙다리근의 근활성도가 높게 나타났다. 이는 높은 지면으로 옮길 때 무릎을 펴는 동작이 필요하기 때문일 것이다. 들기 시 발을 90°로 배치하고 같은 높이로 옮기는 경우에 오른쪽 넙다리근의 근활성도가 가장 낮게 형성되었는데, 이는 상대적으로 체중분포가 대칭성(약 48%)을 보였기 때문일 것이다.

내려놓기 시 오른쪽 발에 가해지는 수직 지면반발력은 조건 4가 91.46 %체중으로 가장 낮았고 조건 1이 112.44 %체중으로 가장 높았다( $p < .05$ ). 구체적으로, 발의 배치가 같은 경우 옮기는 지면의 높이에 따른 차이는 없었지만, 발의 배치에 따라 체중분포의 유의한 차이가 있었다. 내려놓기 시, 발의 배치가 동일한 조건인

경우 높은 지면으로 옮길 때 오른쪽 넓다리근의 근활성도가 높게 나타났지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이는 내려놓기 시 실험 대상자에 따라 무릎을 우선적으로 굽히는 경우와 허리를 우선적으로 굽히는 경우가[23] 달랐기 때문이라고 여겨진다. 전반적으로 내려놓기 시 발을 90°로 배치하는 경우 오른쪽 넓다리근의 근활성도가 가장 낮았는데( $p < .05$ ) 이 역시 체중분포가 상대적으로 대칭성을 보였기 때문일 것이다. 내려놓기 동작은 몸통 회전으로 허리척추가 비틀리고 중력중심이 한쪽으로 쏠리는 현상이 발생하기 때문에 체중분포의 비대칭성이 들기 동작보다 높게 나타났다. 이는 들기 동작보다 내려놓기 동작이 허리에 가도한 부담을 주어 근골격계 손상의 위험을 더욱 높이는 요인으로 작용할 것으로 여겨진다. 발을 90°로 배치하는 경우는 내려놓기 동작 동안 골반과 허리회전이 줄어들고 체중분포의 대칭성을 높일 수 있기 때문에 근골격계 손상의 위험을 줄일 수 있을 것으로 예상된다. 이는 비대칭적 물건 들기 시 몸통의 회전보다는 다리를 회전시켜 들기 작업을 수행하는 것이 더욱 안전하다고 제시한 Lee[13]의 연구결과와 일치하였다.

옮기기 동작 중 들기 시작 시점과 내려놓기 마지막 시점에서 3DSSPP 프로그램을 이용하여 L4/L5에 가해지는 압박력을 정적으로 분석한 결과, 휠체어와 같은 높이로 옮길 때에는 발을 11자로 배치하는 경우보다 발을 90°로 배치하는 경우가 들기와 내려놓기 시 모두 유의하게 낮았다. 또한 휠체어 좌석 높이보다 높은 침상으로 옮길 때에도 같은 결과를 보였다. 전반적으로 높이에 상관없이 발을 11자로 배치하는 경우가 90°로 배치하는 경우보다 허리척추에 가해지는 압박력이 높았다. 그러나 L4/L5에 가해지는 압박력은 들기 동작에 비해 내려놓기 동작이 더욱 허리척추에 가도한 부담을 주었다. 이는 들기 동작과 비교하여 내려놓기 시 허리비틀림이 발생하기 때문일 것이다[19]. 휠체어 높이보다 높은 침상으로 옮기는 동작이 휠체어와 같은 높이의 침상으로 옮기는 동작에 비해 L4/L5에 가해지는 압박력이 낮은 것은 3DSSPP가 정적 동작만을 고려하는 하기 때문에, 들기 시 내려놓기 시 허리굽힘 각이 줄어들었기 때문일 것이다. Kahrizi 등[20]도 들기 시 허리 굽힘

이 클수록 허리부담이 증가한다고 하였다. 전반적으로 L4/L5에 가해지는 압박력은 들기 안전한계수준인 3400 N을 넘어서지는 않았다. 하지만, 이 연구에서 사용된 인체모형의 무게 30 kg이었지만, 실제 환자를 옮기는 경우 허리척추에 가도한 부담을 줄 것으로 여겨진다.

이상으로 볼 때 옮기기 동작 시 옮기는 지면이 미치는 영향보다 발의 배치 형태가 더욱 허리척추의 부담을 높이는 것으로 나타났다. 즉, 발을 11자로 배치하는 것보다 발을 90°로 배치하는 경우가 허리척추의 부담이 줄어드는 것으로 여겨진다. 또한, 들기 동작보다 내려놓기 동작이 더욱 근골격계 손상의 위험을 높이는 것으로 보인다. 따라서 좀 더 안전하게 옮기기를 수행하기 위해, 발을 90°로 배치하여 옮기는 동작에 대한 교육이 필요할 것이다.

이 연구에 참여한 대상자는 옮기기 활동이 익숙지 않은 물리치료과 2학년 학생을 대상으로 실시되었다. 몇몇 연구에 의하면, 옮기는 동작에 대해 교육을 받고 익숙한 사람에 비해 옮기는 동작이 익숙지 않은 학생인 경우 허리척추의 부담이 증가하였다[22][24]. 이 연구에서도 대상들은 옮기는 동작에 익숙지 않고 인체모형이 무게가 적어 옮기는 지면이 같은 높이지만 필요 이상으로 높게 드는 경향을 보였다. 또한 Kingma 등[12]은 들기 시 드는 무게가 무거울수록 드는 속도가 빠를수록 허리척추의 부담이 커진다고 하였고, 같은 무게의 물건을 들어 올려도 들기 전략형태에 따라 허리척추의 부담이 달라진다고 하였다. 이 연구에서는 실제 환자보다 비교적 가벼운 인체모형을 이용하였고 옮기기가 익숙지 않은 건강한 남성만을 대상으로 하였기 때문에 일반화하는데 제한점이 있다. 이후의 연구에서는 실제 환자를 대상으로 옮기는 동작이 익숙한 전문가를 대상으로 발의 배치와 옮기기 속도에 따른 허리척추의 부담을 알아보는 연구가 필요할 것이다.

## V. 결론

이 연구는 건강한 남성만을 대상으로 실시되었기 때문에 일반화하는데 제한점이 있지만, 옮기기 시 발을

11자로 배치하는 것보다 발을 90°로 배치하는 것이 체중이 한쪽(오른쪽)으로 쏠리는 경향과 L4/L5 압박력을 줄이는데 도움이 되는 것으로 나타났다. 따라서 환자 옮기기 시 이를 적용하는 교육이 필요할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 통계청, “고령자 통계, 2005”, 2005.
- [2] 최혜경, 정순희, “노인과 실버산업”, 동인출판사, 2001.
- [3] G. Fragala, “Ergonomics: How to contain on-the-job injuries in health care,” Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organization, 1999.
- [4] R. F. Edlich, K. L. Winters, M. A. Hudson, L. D. Britt, and W. B. Long, “Prevention of disabling back injuries in nurses by the use of mechanical patient lift systems,” *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants*, Vol.14, No.6, pp.521-533, 2004.
- [5] Bureau of Labor Statistics, “Survey of occupational injuries and illness,” 2001 US Department of Labor, 2002.
- [6] 기도형, “병원 환자 운반 업무의 작업 부하 분석에 NIOSH 들기 작업 공식의 적용 가능성”, 대한인간공학학회지, 제 25권, 2호, pp.43-50, 2006.
- [7] S. S. Ulin, D. B. Chaffin, C. L. Patellos, S. G. Blitz, C. A. Emerick, F. Lundy, and L. Misher, “A biomechanical analysis of methods used for transferring totally dependent patients,” *Science Nursing*, Vol.14, No.1, pp.19-27, 2004.
- [8] P. J. Keir and C. W. MacDonell, “Muscle activity during patient transfers: a preliminary study on the influence of lift assists and experience,” *Ergonomics*, Vol.47, No.3, pp.296-306, 2004.
- [9] T. Videman, T. Nurminen, S. Tola, I. Kuorinka, H. Vanharanta, and J. D. Troup, “Low-back pain in nurse and some loading factors of work”, *Spine*, Vol.9, No.4, pp.400-404, 1984.
- [10] Occupational Safety and Health Administration, “Guidelines for nursing home-ergonomics for the prevention of musculoskeletal disorders,” US Department of labor, 2003.
- [11] J. Li, L. Wolf, and B. Evanoff, “Use of mechanical patient lifts decreased musculoskeletal symptoms and injuries among health care workers,” *Injury Prevention*, Vol.10, No.4, pp.212-216, 2004.
- [12] I. Kingma, T. Bosch, L. Bruins, and J. H. Dieën, “Foot positioning instruction, initial vertical load position and lifting technique: effects on low back loading,” *Ergonomics*, Vol.47, No.13, pp.1365-1385, 2004.
- [13] T. H. Lee, “Maximum symmetric and asymmetric isoinertial lifting capabilities from floor to knuckle height,” *Industrial Health*, Vol.47, No.6, pp.635-639, 2009.
- [14] 김원호, “반복들기 작업에 따른 허리 주변 근육의 근활성도와 근피로도에 대한 근전도 분석”, 한국전문물리치료학회지, 16권, 3호, pp.16-23, 2009.
- [15] J. R. Cram, G. S. Kasman, J. Holtz, “Introduction to Surface Electromyography,” Gaithersburg, Maryland, Aspen, 1998.
- [16] J. Perry, “Gait Analysis: Normal and pathological function,” New Jersey, Slack Inc., 1992.
- [17] M. Thuresson, Ång B, Linder J, “Mechanical load and EMG activity in the neck induced by different head-worn equipment and neck postures,” *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.35, No.1, pp.13-18, 2005.
- [18] P. Schenk, A. Klipstein, S. Strøyer, and T. Laubi, “The role of back muscle endurance, maximum force, balance and trunk rotation control regarding lifting capacity,” *European*



journal of applied physiology, Vol.96, No2, pp.146-156, 2006.

- [19] J. Chen and L. Yang, "Evaluation of work load and related factors during asymmetric lifting with surface electrography," Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi, Vol.24, No.4, pp.198-200, 2006.
- [20] R. N. Natarajan, S. A. Lavender, H. A. An, and G. B. Andersson, "Biomechanical response of a lumbar intervertebral disc to manual lifting activities: A poroelastic finite element model study," Spine, Vol.33, No.18, pp.1958-1965, 2008.
- [21] S. Kahrizi, M. Parnianpour, S. M. Firoozabadi, A. Kasemnejad, and E. Karimi, "Evaluation of spinal internal loads and lumbar curvature under holding static load at different trunk and knee position," Pakistan Journal of Biological Sciences, Vol.10, No.7, pp.1036-1043, 2007.
- [22] 김민희, 이정아, 정도영, 정민예, "물건 들기 시 허리벨트 착용에 따른 하지와 허리의 근활성도 및 각도 비교", 대한산업의학회지, Vol.17, No.4, pp.259-266, 2005.
- [23] T. Akebi, M. Inoue, and N. Harada, "Effects of educational intervention on joint angles of the trunk and lower extremity and on muscle activities during patient-handing tasks," Environmental Health and Preventive Medicine, Vol.14, No.2, pp.118-127, 2009.
- [24] J. P. Scholz and A. G. McMillan, "Neuromuscular coordination of squat lifting, II: individual difference," Physical Therapy, Vol.75, No.2, pp.133-144, 1995.
- [25] K. Tomioko, K. Sakae, and J. Yasuda, "Low back load reduction using lift during transfer of patients," Sangyō eiseigaku zasshi, Vol.50, No.4, pp.103-110, 2008.

저 자 소 개

김 원 호(Won-Ho Kim)

정회원



- 1998년 8월 : 연세대학교 재활학과(이학석사)
- 2005년 2월 : 가톨릭대학교 대학원 보건학과(보건학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 울산과학기술대학 물리치료과 조교수

<관심분야> : 보건의료