

병원 환자 운반 업무의 작업 부하 분석 및 개선 방안

기 도 형

계명대학교 산업시스템공학과
(2005. 12. 1. 접수 / 2006. 3. 14. 채택)

Workload of Patients Transferring and its Improving Methods

Dohyung Kee

Department of Industrial and Systems Engineering, Keimyung University

(Received December 1, 2005 / Accepted March 14, 2006)

Abstract : Nursing often requires heavy physical work activities such as lifting heavy loads, working in awkward postures, transferring patients, operating hazardous equipment, etc. Among various nursing tasks, patients transferring is one of the most physically demanding tasks. This study aims to investigate workload of the patients transferring, and to propose its improving methods for reducing high workload. The results showed that irrespective of methods for patients transferring and the number of workers involved, workload for most patients transferring tasks exceeded the action limit represented in terms of L5/S1 compressive force of 3,400N or LI of 1.0 by NIOSH. The loads for some tasks were far larger than the maximum permissible limit of 6,400N. It is recommended that the mechanical devices for transferring patients such as ceiling crane, sling lift etc. should be introduced rather than simply increasing the number of workers in the tasks.

Key Words : nursing, 3DSSPP, NIOSH lifting equation, patient transferring

1. 서 론

간호 업무는 무거운 물건을 들고, 부자연스러운 자세로 환자를 간호하고 운반하는 등 육체적으로 힘든 작업을 수반한다. 높은 육체적 부하로 간호사들이 겪는 여러 질병 중에서 요통(low back pain)이 가장 흔하고, 유병율이 30-70%에 이르는 것으로 보고되어 있다¹⁻³⁾. 간호 조무사들의 요통 유병율은 육체적으로 힘든 작업으로 알려져 있는 건설 노동자와 환경 미화원보다 높은 것으로 조사되었다⁴⁾. 정규 간호사(registered nurse)들의 근골격계질환 유병율은 전 산업에서 6번째로 높은 것으로 보고되어 있다⁵⁾. 미국 간호사의 목, 어깨, 요추 부위에 대한 근골격계 질환 호소율은 각각 40, 42, 50%를 보였으며, 이 비율은 흉추, 손, 무릎 등의 부위에 비하여 높다⁶⁾. 기도형⁷⁾은 종합병원 간호사를 대상으로 조사한 연구에서 근골격계질환 호소율은 어깨 부위에서 가장 높게 나타났고, 호소율은 신체 부위에 따라 12-44%를

보이는 것으로 보고하였다. 구정완 등⁸⁾은 근골격계 질환 호소율이 신체 부위에 따라 28-58%로 나타남을 보였고, 김철홍 등⁹⁾의 연구에 의하면 유소견자가 81.6%에 이르고 있다.

간호사는 간호, 행정, 준비, 환자 운반 등 다양한 업무를 수행하나, 이 중 환자 운반, 체위 변경(repositioning) 등이 가장 힘든 작업으로 알려져 있다. Marras 등⁴⁾은 1명 혹은 2명의 피실험자가 수행하는 3가지 환자 운반 방법, 3가지 체위 변경 방법에 대하여 생체역학적 분석을 실시하였다. 사용된 환자 운반 방법은 안아서 옮김(hug), 양팔을 끼고 들어 옮김(hook and toss method), gait 벨트를 이용하는 방법(gait belt method)이고, 체위 변경 방법은 팔을 끼고 옮김(hook method), draw sheet를 이용하는 방법(draw sheet method), 장딴지와 어깨를 잡고 옮기는(thigh and shoulder method) 것을 포함하였다. 분석 결과 작업자 수에 관계없이 허리에 걸리는 부하가 3,820-9,171N으로 커 매우 위험한 작업임을 보였다.

Marras 등⁴⁾은 작업자 1-2명이 환자를 운반하거나

체위를 변경하는 작업을 다루었으나, 실제 우리나라의 병원에서는 환자 운반 작업을 3명 이상이 하거나 작업 방법도 상이한 경우가 많은 실정이다. 또한, Marras 등⁴⁾의 연구에서는 몸무게가 50kg인 비교적 가벼운 환자를 대상으로 하여, 연구 결과의 사용 범위에 제한이 있다. 따라서, 본 연구에서는 간호사의 업무 중 실제 우리나라의 병원에서 일어나고 있는 환자 운반 작업 방법과 다양한 체중의 환자를 대상으로 작업 부하 분석을 실시하여, 요통 등의 근골격계 질환을 유발하는 위험 정도를 파악한다. 그리고, 정량화된 분석 결과를 바탕으로 이의 개선 방안을 제시한다.

2. 방 법

본 연구에서는 수술실, 응급실, 병동, 재활 치료실에서 일어나는 환자 운반 작업을 대상으로 하였다. 먼저 작업 장면을 캠코더로 촬영하고 촬영과 더불어 NIOSH 들기작업 공식(NIOSH lifting equation: NLE), 3DSSPP(3-dimensional static strength prediction program) 적용을 위하여 시점과 종점에서 수평거리, 수직거리, 비대칭 각도, 관절 각도 등을 줄자와 goniometer를 이용하여 측정하였다. 촬영된 작업 장면에 대하여 NLE, 3DSSPP를 사용하여 작업 부하를 계산하였다. 분석 시 촬영된 장면에서 들기 작업 방법만을 취하고 환자의 몸무게는 50-80kg까지 10kg 단위로 변화시켜가며 부하를 계산하였다. NLE, 3DSSPP 적용 시 다음과 같은 가정을 하였다: 1) 운반 작업을 수행하는 간호사 혹은 치료사의 연령은 25-29세이고, 인체 측정치는 기술표준원의 2003-2004년도 한국인 인체치수 조사 자료에 근거하여 평균치로 추정한다¹⁰⁾ - 남자의 경우 신장 172.5cm, 체중 70.1kg, 여자의 경우 신장 159.3cm, 체중 54.8kg; 2) 2명 이상이 환자 몸통 부위를 잡고 환자 운반 작업을 할 경우 환자 체중이 작업자에게 똑 같이 고르게 분산되고, 작업자의 양손에도 고르게 분산된다. 다리 부위와 몸통 부위로 나누어 잡고 운반할 경우는 각 부위의 체중으로 나누어져 분산된다; 3) 환자 운반 작업 중 환자 스스로 체중 일부를 지탱할 수 있으나, 본 연구에서는 환자가 의식이 없을 때와 같이 환자 체중 전부가 작업자에게 전달된다; 4) 침상에서 침상으로 환자를 운반할 때 침상 너비로 인하여 수평거리가 63cm를 초과할 수 있으나, 본 연구에서는 이 경우 NLE 적용을 위하여 63cm로 한다.



Fig. 1. One person patient transferring.

Table 1. L5/S1 compressive forces for one person patient transferring

body weight of patients	50kg	60kg	70kg	80kg
compressive force	7,539 (±578)N	8,674 (±669)N	10,149 (±778)N	11,624 (±888)N

* 괄호 안의 수치는 오차를 나타냄.

3. 결 과

3.1. 1인 운반 작업

1인 운반 작업은 휠체어에서 침상, 침상에서 휠체어로 환자를 운반할 때 이루어진다(Fig. 1). 운반 작업의 시점에 3DSSPP를 적용하여 L5/S1에 걸리는 compressive force를 계산하면, 환자 몸무게가 50kg일 때 약 7,539N으로 NIOSH에서 정한 최대 허용 기준(maximum permissible limit: MPL) 6,400N을 초과하였다¹¹⁾(Table 1). 환자 몸무게가 80kg일 경우는 11,624N으로 MPL의 약 2배 정도가 되었다.

3.2. 2인 운반 작업

2인 운반 작업은 환자를 휠체어에서 침상으로, 혹은 반대 방향으로, 침상에서 침상으로 운반할 때 이루어진다(Fig. 2). NLE는 원칙적으로 2인 이상의 들기작업에 적용할 수 없으나, 다음과 같이 환자 체중이 각 작업자에게 분산되는 것으로 가정하고 적용하였다. 환자 체중은 왼쪽 작업자에게는 다리 부위(발 포함), 오른쪽 작업자에게는 다리 부위를 제외한 부위로 나누어 분산된다. 두 부위의 체중은 신체 부위별 체중 분포 비율¹²⁾에 의하면 다리 부위(발 포함) 남자 11.8%, 여자 9.9%, 다리를 제외한 부위는 남자 88.2%, 여자 90.1%이며, 환자 체중에 따라 이 비율에 따라 계산하였다. NLE 적용 결과 오른쪽 작업자의 경우는 LI가 0.7-1.4 범위에 있어 환자 운반 작업이 안전한 범위 내에 있거나, 안전한 범위

를 벗어나더라도 위험 수준이 높지 않은 것으로 나타났다. 왼쪽 작업자 경우는 환자 몸무게가 50kg일 때부터 LI가 6.2를 넘어 요통 등의 근골격계질환을 유발할 가능성이 매우 높음을 보이고 있다(Table 2).

좌우 작업자 각각에 대하여 3DSSPP를 이용한 분석 결과는 Table 2에 나와 있다. 다리 부위를 잡는 오른쪽 작업자의 경우 L5/S1 compressive force가 환자 몸무게에 따라 2,462-2,852N까지 분포하여 NIOSH 행동한계(action limit: AL) 3,400N 내에 들고 있다¹¹⁾. 몸통 부위를 잡는 왼쪽 작업자는 5,271-8,141N으로 모두 NIOSH 행동한계를 초과하였다. 또한, 왼쪽 작업자의 경우 환자 몸무게가 70kg 이상이 되면 최대 허용한계를 초과하는 것으로 분석되었다.

3.3. 3인 운반 작업

3인 운반 작업은 일반적으로 침상에서 침상으로 환자를 운반하며, 2명이 환자 몸통 부위를 1명이 다리 부위를 잡는 방식으로 이루어진다(Fig. 3). Fig. 3의 작업 내용은 수술이 끝난 환자를 회복실로 옮기기 위하여 수술대에서 이동 침상으로 옮기는 것이다. 환자 체중은 앞서 언급한 2인 운반 작업에서와 같이 다리 부위와 다리를 제외한 부위로 나누어 작업자

에게 분산되는 것으로 가정한다. 중앙에 위치한 두 명의 작업자에게는 다리를 제외한 체중이 고르게 분산되는 것으로 가정한다.

위와 같은 가정 하에 NLE를 적용한 결과는 Table 3에 나와 있다. 여기서, 침상 너비로 인하여 시점에서 중앙 작업자의 수평 거리가 NIOSH에서 허용하는 최대인 63cm를 초과하나, NLE 적용을 위해서 63cm로 가정한다. Table 3에서 보는 바와 같이 좌측 다리 부위를 들어 올리는 작업자는 환자의 성별에 관계없이 큰 문제가 없는 것으로 분석되었다. 그러나, 중앙 작업자의 경우는 환자 몸무게가 50kg일 때도 LI(lifting index) 값이 2.7을 넘고, 80kg일 때는 4.4 정도를 보여 대부분의 작업자에게 위험한 것으로 나타났다. 또한, 수평거리가 NLE 적용 시 사용된 63cm보다 커 실제 부하는 이보다 클 것으로 예상된다.

작업자는 모두 여자라는 가정 하에 3DSSPP를 적용하여 L5/S1 compressive force를 계산한 결과는 다음 Table 3과 같다. 작업자가 남자일 경우는 여자일 경우보다 체중이 더 나가므로 Table 3에 나와 있는 값보다 크게 된다. 여기서도 좌측 작업자의 compressive force는 모두 2,000N보다 작아, 행동한계 이



Fig. 2. Two-person patient transferring.



Fig. 3. Three-person patient transferring.

Table 2. Lis and L5/S1 compressive forces for two-person patient transferring

	patient	LI				Compressive force			
		50kg	60kg	70kg	80kg	50kg	60kg	70kg	80kg
left side lifter	female	6.3	7.6	8.9	10.1	5,271 (±423)	6,284 (±498)	7,297 (±574)	8,310 (±649)
	male	6.2	7.4	8.7	9.9	5,158 (±414)	6,149 (±488)	7,139 (±562)	8,141 (±637)
right side lifter	female	0.7	0.9	1.03	1.2	2,462 (±181)	2,530 (±186)	2,635 (±194)	2,720 (±201)
	male	0.9	1.1	1.2	1.4	2,544 (±188)	2,649 (±196)	2,745 (±203)	2,852 (±211)

Table 3. Lis and L5/S1 compressive forces for three-person patient transferring

	patient	LI				Compressive force			
		50kg	60kg	70kg	80kg	50kg	60kg	70kg	80kg
left side lifter	female	0.6	0.7	0.8	0.9	1,592 (±115)	1,674 (±121)	1,771 (±129)	1,858 (±136)
	male	0.7	0.8	1.0	1.1	1,677 (±122)	1,784 (±130)	1,883 (±138)	1,989 (±147)
right side lifter	female	2.8	3.3	3.9	4.5	4,849 (±400)	5,391 (±449)	6,087 (±506)	6,871 (±566)
	male	2.7	3.3	3.8	4.4	4,790 (±394)	5,321 (±443)	5,965 (±496)	6,742 (±556)

내에 있어 대체로 안전한 범위 내에 있는 것으로 나타났다. 중앙 작업자는 환자 몸무게가 50kg일 때부터 4,700N을 넘어 행동한계를 초과하여 위험한 작업임을 알 수 있다. 환자 몸무게가 80kg을 초과할 경우는 최대허용한계를 벗어나는 것으로 분석되었다.

3.4. 4인 운반 작업

4인 운반 작업은 통상적으로 Fig. 4에서와 같이 침상의 양쪽에 2인씩 위치하거나, 한쪽에는 1인, 다른 쪽에는 3인이 위치하여 침상에 누워있는 환자를 다른 침상이나 검사 기기 침상으로 운반하는 형태로 이루어진다. 환자가 누워있는 침상쪽 작업자는 환자를 들어서 밀어주고, 반대쪽 작업자는 들어서 당기게 된다. Fig. 4는 환자를 침상에서 CT기기 침상으로 운반하는 장면이다. 다음 분석에서는 작업자는 모두 남자이고 환자의 체중이 4명의 작업자에게 고르게 분산되는 것으로 가정한다. NLE, 3DSSPP 적용은 Fig. 4의 우측 작업자를 대상으로 하였다. 그 이유는 좌측 작업자도 환자를 옮기고 난 직후 종점에서는 현재 우측 작업자와 유사한 자세를 취하게 되어 부하가 비슷한 수준이 되고, 현재 작업 상황을 나타내는 Fig. 4에서는 우측 작업자의 부하가 크기 때문이다.

환자가 누워있는 침상과 환자를 옮겨갈 침상을 나란히 두기 때문에 환자 운반 작업의 시점에서는 환자가 옮겨갈 침상쪽 작업자, 종점에서는 환자가 누워있는 환자쪽 작업자의 수평거리가 침상 너비로 인하여 NLE에 허용하는 최대값인 63cm를 초과한다. NLE 적용을 위하여 여기에서도 시점에서 수평거리를 63cm로 가정하였다. NLE 적용 결과는 Table 4에 나와 있으며, 4인 작업의 경우 LI값이 1.50-2.5 사이에 분포하여 일부 작업자에게 위험한 작업이 될 수 있음을 보였다. 그러나, 실제 수평거리가 63cm 보다 크기 때문에 NLE의 LI값도 Table 4에 나와 있는 값보다 클 것으로 판단된다.

3DSSPP 적용 결과는 Table 4에 나와 있으며, 환자 체중이 70kg일 때부터 행동한계 3,400N을 넘고 있다. 행동한계를 초과한 경우에도 이를 크게 벗어나지 않고 최대허용한계 범위 내에 compressive force가 분포하였다.

주간에 근무자가 충분할 경우는 Fig. 4에서와 같이 4인이 공동으로 운반 작업을 하나, 야간에는 근무자가 많지 않아 2인이 같은 작업을 같은 방법으로 수행하는 경우가 많다. 2인이 수행할 경우 NLE LI값이 환자 체중이 50kg일 때부터 3.0을 초과하고



Fig. 4. Four-person patient transferring.

Table 4. L5/S1 compressive forces for four/two-person patient transferring

	LI				Compressive force			
	50kg	60kg	70kg	80kg	50kg	60kg	70kg	80kg
4 persons	1.5	1.9	2.2	2.5	3,095 (±244)	3,309 (±263)	3,512 (±282)	3,706 (±300)
2 persons	3.1	3.7	4.3	5.0	4,063 (±335)	4,697 (±384)	5,421 (±439)	6,145 (±494)

환자 체중에 따라 3.1-5.0 분포를 보였다. 또한, compressive force도 환자 체중이 50kg일 때부터 4,000N을 초과하여 개선이 요구되는 위험한 작업으로 분석되었다(Table 4).

3.5. 5인 운반 작업

5인 운반 작업은 환자가 누워있는 침상 아래 바닥에 3인 혹은 4인, 침상 위에 1인 혹은 2인이 위치하여 침상에서 이동 침상으로, 혹은 반대 방향으로 환자를 운반하는 방식으로 이루어진다(Fig. 5). 침상 아래 바닥에 있는 작업자는 환자를 들어서 밀어주고, 침상 위 작업자는 환자를 들고서 옮겨갈 침상 쪽으로 뒷걸음으로 이동한다. 환자 체중은 5인 작업자에게 고르게 분산되는 것으로 가정한다. 좌우측 작업자에 대하여 NLE를 적용한 결과는 Table 5에 나와 있다. 침상 위에 올라서 있는 우측 작업자의 경우는 LI값이 1.0-1.6 사이에 분포하여 일부 작업자에게 근골격계질환을 유발할 가능성이 있으나, 그 위험 정도가 높지는 않은 것으로 나타났다. 바닥에 있는 좌측 작업자는 LI 값이 1.2-2.0을 보여 우측 작업자보다 조금 높게 나타났다.

좌우측 작업자에 3DSSPP를 적용하여 계산한 L5/S1 compressive force 값은 우측 작업자의 경우는 행동한계 3,400N 이내에 있거나 조금 초과하여 대체로 안전한 작업으로 나타났다. 좌측 작업자의 경우는 환자 체중이 60kg일 때부터 행동한계를 초과하여 운반 방법의 개선이 요구된다(Table 5).

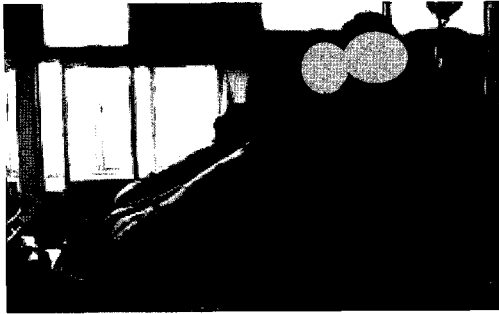


Fig. 5. Five-person patient transferring.

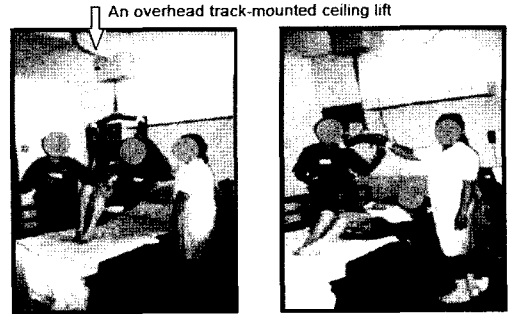


Fig. 7. Sling lift for transferring patients.

Table 5. L5/S1 compressive forces for five-person patient transferring

	LI				Compressive force			
	50kg	60kg	70kg	80kg	50kg	60kg	70kg	80kg
left side lifter	1.2	1.5	1.7	2.0	3,172 (±255)	3,439 (±278)	3,700 (±301)	3,955 (±324)
right side lifter	1.0	1.2	1.4	1.6	2,981 (±217)	3,149 (±229)	3,316 (±241)	3,483 (±254)

3.6. 개선 방안

휠체어에서 침상으로 환자를 운반할 경우 환자가 본인 몸을 가눌 정도로 의식이 있을 경우는, 다음과 같은 transfer pole을 이용하여 환자 스스로 이동하게 하고 간호사나 치료사는 이를 보조하는 방향으로 개선한다(Fig. 6). 앞서 살펴본 바와 같이 2-3인 운반에서 환자 다리 부위를 잡는 작업을 제외한 모든 환자 운반 작업이 운반 작업에 동원되는 작업자 수에 관계없이 NIOSH 행동한계를 벗어나고 있어, 환자가 의식이 없을 경우는 인력이 아닌 다른 방법으로 개선이 요구된다. 환자 운반에 다음과 같은 sling lift를 이용하면 인력 운반 작업이 제거되어 부하를 대폭 줄일 수 있다(Fig. 7). 현재와 같이 인력으로 운반할 경우 환자를 쥐기 위한 손잡이로 gait belt를 이용하면 손잡이 효과를 기대할 수 있다.

침상에서 침상으로 환자를 운반할 경우는 draw sheet(Fig. 8)를 이용하면 다른 운반 방법에 비하여 부하가 작은 것으로 알려져 있다⁴⁾. 이는 환자 몸을 직접 잡으면 허리를 크게 구부리게 되어 수평거리가 커져 부하가 급증하게 되기 때문이다. 이렇게 작업 방법을 변경하여 2인이 운반 작업을 할 경우 환자 체중에 따라 L5/S1 compressive force는 환자 체중에 따라 2,265N, 2,554N, 2,829N, 3,092N으로 크게 줄어들어 행동한계 이내에 들어 안전한 작업이 된다.

운반 작업 시 환자 체중과 더불어 가장 문제가 되는 것이 수평거리이다. 이는 한 침상에서 다른 침상

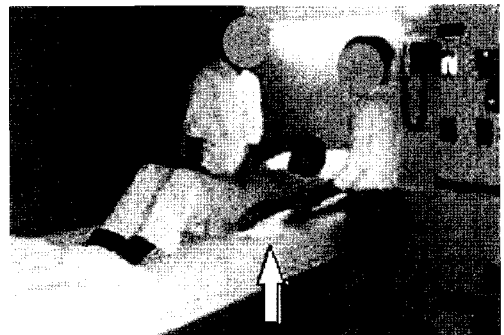


Fig. 8. Draw sheet.



Fig. 6. Transfer pole.

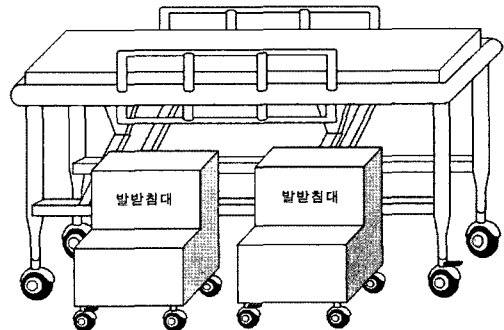


Fig. 9. Example of foot stool.

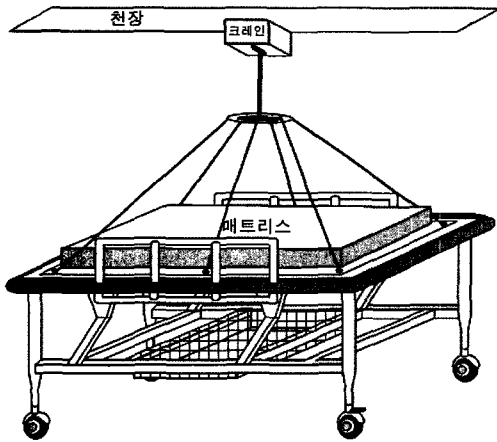


Fig. 10. Example of patient transferring using ceiling crane.

으로 환자를 운반할 때 두 침상을 나란히 붙여 놓기 때문에 발생하며, 침상 폭으로 인하여 NIOSH에서 허용하는 63cm를 넘고 있다. 이 경우 한 쪽 작업자는 침상 위에 올라서서 환자가 누워있는 침상으로 다가가 환자를 들고 뒤로 물러서면서 운반하면 수평 거리를 줄일 수 있다. 다른 쪽 작업자는 발판을 제작하여 발판 위에 올라서서 환자를 들고 침상 위로 올라가 옮겨갈 침상 쪽으로 이동하면서 운반 작업을 하면 역시 수평거리를 줄일 수 있다(Fig. 9 참조). 발판이 없으면 침상이 높아 환자를 들고서 침상 위로 올라서기는 어렵다. 작업자가 부족하거나 환자 운반 작업이 빈번할 경우는 Fig 7과 같은 sling lift를 이용하거나, 매트리스를 표준화하여 천정 크레인을 설치하여 이를 이용하여 매트리스 자체를 운반하는 것도 권장할 수 있는 방안이다(Fig. 10).

4. 토의 및 결론

본 연구에서는 1-5인의 작업자가 휠체어에서 침상, 침상에서 침상으로 환자를 운반하는 작업에 대하여, NLE, 3DSSPP를 적용하여 작업 부하를 분석하였다. 본 연구에서 다룬 1인 운반 작업은 휠체어에 앉아 있는 환자를 일으켜 세운 후 치료용 침상으로 부축하여 운반하는 작업으로 들기작업으로 보기 어렵고, 소아 환자를 제외하고는(소아일 경우는 안아 옮김) 1인이 운반 작업을 수행하기 어렵기 때문에 NLE는 적용하지 않고 3DSSPP만을 적용하였다(Fig. 1 참조). 자세 부하 분석 기법 중 REBA가 환자 운반과 같은 자세가 크게 변하는 작업에 적합한 것으로 알려져 있으나¹⁴⁾, 들기작업, 병원 업무를 포

합한 대부분의 작업에서 자세 부하를 저평가하는 것으로 보고되어 있어 본 연구에서는 이를 사용하지 않았다¹⁵⁾.

2인, 3인 운반 작업에서 환자 다리 부위를 잡고서 운반하는 작업자를 제외하고는, 휠체어에서 침상, 침상에서 침상으로 등의 운반 방향, 작업자 수에 관계없이 부하가 NIOSH 행동한계를 초과하는 것으로 분석되었다. 이러한 본 연구의 결과에 비추어 볼 때 일부 병원에서 실시하고 있는 2-3인의 남자 조무사를 채용하여 환자 운반 작업만 하게 하는 방안은 올바른 방향이라 하기 어렵다. NLE LI, 3DSSPP로 계산한 L5/S1 compressive force 값의 크기에서 알 수 있는 바와 같이 환자 운반 작업은 매우 힘든 작업이라 할 수 있다. 이는 실제 병원에서 가능하면 가용 인력을 최대한 동원하여 환자 운반을 수행하고 있는 사실에서도 유추해볼 수 있다. 그러나, 작업자 수를 4-5인으로 늘리는 것은 작업 부하가 줄어들기는 하나 환자 체중에 따라 행동한계를 벗어나는 경우가 있어 좋은 개선 방안이라 하기 어렵다. 따라서, 부하가 클 뿐만 아니라 환자 운반 작업에 남성에 비하여 근력이 떨어지는 여성 간호사들이 많이 참여하고 있는 현실을 감안할 때, 장기적으로는 sling lift, 크레인 등을 이용한 기계적 방법을 이용하는 방향으로 개선하여야 할 것으로 판단된다. 이러한 기계적 방법이 근골격계질환을 줄일 뿐 아니라 경제성도 있는 것으로 미국 워싱턴주의 적용 예에서 입증되었다¹³⁾.

본 연구에서 다룬 2-5인 운반 작업에서 작업자들이 환자 신체 전부를 들어서 옮기기 때문에, 환자가 의식이 있고 자신의 체중 일부를 지탱할 능력이 있더라도 이렇게 할 수 없다. 따라서, 본 연구에서 환자 체중이 100% 운반 작업자에게 전달된다고 가정하고 부하를 분석한 것에 타당성이 있다 할 수 있다. 1인 운반 작업(Fig. 1)에서는 환자가 작업자의 부축을 받아 바닥에 서게 되므로 체중 일부를 환자 스스로 지탱하게 되어, 환자 체중이 전부 작업자에게 전달된다고 가정할 본 연구에서 제시한 부하가 과대평가되었다고 할 수 있다. 2-5인 운반 작업에서 환자 체중이 작업자에게 고르게 혹은 운반 시 작업자가 잡는 부위에 따라 작업자에게 분산된다고 가정하였으나, 환자 신체가 유기적이기 때문에 이러한 가정에 문제가 있을 수 있다. 환자 운반 작업자에게 분산되는 환자 체중을 정확히 반영한 부하 분석을 위해서는 EMG assisted mode¹⁶⁾을 사용하거나, 스트레인 게이지 등을 사용하여 분산되는 체중을 측정할 후

NLE, 3DSSPP를 적용하여 부하를 계산하여야 한다. 그러나, 이러한 기기를 실제 작업에 사용하기 어려운 현실적 문제가 있다.

2-5인 운반 작업 분석 결과에서 LI, compressive force 값을 살펴보면, LI가 1.0 이내인 경우 compressive force도 행동한계 범위 내의 값을 보여 공히 안전한 작업으로 분석하고 있다. LI 값이 1.0을 초과하면 compressive force도 행동한계를 초과하여 개선이 요구되는 작업으로 판정하였다. 또한, NLE LI와 3DSSPP로 계산한 compressive force의 상관관계수가 0.92($p < 0.001$)로 강한 선형 관계를 보였으며, LI 값이 증가함에 따라 compressive force도 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 NLE 적용을 위하여 수평 거리가 63cm를 초과할 경우 63cm로 하고, 체중이 여러 작업자에게 고르게 분산된다고 하는 등의 가정을 하였으나, 들기 작업 분석에 일반적으로 사용되고 있는 NLE 기법이 2인 작업자가 팀을 이루어 수행하는 환자 운반 작업 분석에도 적용 가능성을 보인 것이라 할 수 있다.

본 연구는 1-5인이 수행하는 환자 운반 작업에 대한 작업 부하를 계산하고 그 개선 방향을 제시하여, 1-2인이 수행하는 환자 운반 작업을 다룬 Marras 등⁴⁾의 연구에 비하여 활용성이 높을 것으로 기대된다. 그러나, 환자 운반 작업 시 각 작업자에게 환자 체중이 고르게 분산된다고 가정하는 등의 문제점으로 인해 실제 부하와 차이를 보일 수 있다. 이러한 문제점을 개선한 추후 연구가 요망된다 하겠다.

참고문헌

- 1) W. K. Chiou, M. K. Wong, Y. H. Lee, "Epidemiology of low back pain in Chinese nurses", *International Journal of Nursing Studies*, Vol. 31, pp. 361~368, 1994.
- 2) J. Smedley, P. Egger, C. Cooper, D. Coggon, "Manual handling activities and risk of low back pain", *Occupational and Environment Medicine*, Vol. 52, pp. 160~163, 1995.
- 3) D. A. Stubbs, P. W. Buckle, M. P. Hudson, P. M. Rivers, C. J. Worringham, "Back pain in the nursing profession I: Epidemiology and pilot methodology", *Ergonomics*, Vol. 26, pp. 755~765, 1983.
- 4) W. S. Marras, K. G. Davis, B. C. Kirking, P. K. Bertsche, "A comprehensive analysis of low-back disorder risk and spinal loading during the transferring and repositioning of patients using different techniques", *Ergonomics*, Vol. 42, No. 7, pp. 904~926, 1999.
- 5) A. M. Trinkoff, J. A. Lipscomb, J. Geiger-Brown, B. Brady, "Musculoskeletal problems of the neck, shoulder and back and functional consequences in nurses", *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 41, pp. 170~178, 2002.
- 6) V. Daraiseh, A. M. Genaidy, W. Karwowski, L. S. Davis, J. Stambough, R. L. Huston, "Musculoskeletal outcomes in multiple body regions and work effects among nurses: the effects of stressful and stimulating working conditions", *Ergonomics*, Vol. 46, No. 12, pp. 1178~1199, 2003.
- 7) 기도형, "종합 병원 간호사의 근골격계질환 실태 조사", *대한인간공학회지*, Vol. 24, No. 2, pp. 17~24, 2005.
- 8) 구정완, 정은희, 권정현, 유재혁, 김형렬, 김현옥, "병원종사자의 근골격계부담작업에 대한 자각 증상을 비교", *추계대한인간공학회논문집*, CD ROM, 2005.
- 9) 김철홍, 임상혁, 문명국, 손경일, 장안석, "국내 모 대형병원사업장의 근골격계질환 실태에 관한 조사 연구", *추계대한인간공학회논문집*, CD ROM, 2005.
- 10) <http://sizekorea.ats.go.kr/>.
- 11) T. R. Waters, V. Putz-Anderson, A. Garg, L. J. Fine, "Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks", *Ergonomics*, Vol. 36, No. 7, pp. 749~776, 1993.
- 12) D. B., Chaffin, G. B. J., Andersson, B. J. Martin, *Occupational biomechanics*, 3rd ed., John Wiley & Sons, 1999.
- 13) V. Silverstein, K. Rockefeller, N Howard, J. Kalat, "Reducing back and shoulder injuries in the nursing home industry", *Proceedings of the Human factors and Ergonomics Society 45th Annual Meeting*, CD ROM, 2001.
- 14) S. Hignett, L. McAtamney, "Rapid entire body assessment(REBA)", *Applied Ergonomics*, Vol. 31, pp. 201~205, 2000.
- 15) 기도형, "작업 자세 평가 기법 OWAS, RULA, REBA 비교", *한국안전학회지*, Vol. 20, No. 2, pp. 127~132, 2005.