

중증 치매환자복 형태에 따른 근육 부하 및 피로도 평가

박광애 · 양정은^{1)†} · 정하영²⁾

¹⁾대구가톨릭대학교 패션디자인과

²⁾포항공과대학교 산업경영공학과

Evaluation of Muscle Load and Fatigue According to the Shape of Severe Dementia Patients' Clothing

Kwang Ae Park, Chung Eun Yang^{1)†}, and Hayoung Jung²⁾

¹⁾Dept. of Fashion Design, Catholic University of Daegu, Daegu Korea

²⁾Dept. of Industrial and Management Engineering, Pohang University of Science and Technology, Pohang Korea

Abstract: The purpose of this study is to obtain information necessary for the development of patient clothes that can reduce physical fatigue of caregivers by quantitatively measuring the muscle load and fatigue. The patient clothes used in this study can be broken down into three types: A type (back center zipper open suit), B type (top-to bottom separated patient clothes), and C type (front zipper open suit). The EMG measurement sites are as follows: hand muscle (brachioradialis), upper arm (biceps, triceps), shoulder (anterior deltoid, medial deltoid, posterior deltoid, upper trapezius), and waist (erector spinae); additionally, the EMG signals were measured. Through this experiment, muscle load, muscle energy consumption, and muscle fatigue generation tendency were analyzed. The results of the study revealed that the C type patient clothes required the most strength in the muscles of the shoulders, upper arms, hands, and back when being put on and taken off compared to other patient clothes. The A type clothes required a relatively large force in opening the zipper. In terms of muscle energy consumption, B type generally called for more strength when it came to the zip-up and putarmsup motions. With regard to the cover the body and put legs/hips up motions, C type used the highest amount of muscle energy, whereas A type used relatively little energy. In terms of the occurrence of muscle fatigue during the putting on and taking off of the patient's clothing, there was a difference in the area and degree of muscle fatigue in the A, B, and C types, and there was also a tendency for muscle fatigue to occur when performing repetitive movements.

Key words: severe dementia patient (중증치매환자), caregiver (요양보호사), patient clothes (환자복), EMG (근전도), muscle fatigue (근피로도)

1. 서 론

우리나라는 치매로 인한 사회적 부담을 해결하기 위해 1996년부터 노인요양시설, 노인전문병원을 만들었고, 2008년에는 노인 장기요양보험제도를 도입하여 65세 이상 치매, 중풍 등 노인성 질환자를 위한 노인장기요양기관을 운영하고 있다. 이러한 노인전문요양시설은 매년 증가하여 2016년에는 5187개, 2018년에는 5320개로 매년 증가하였고, 이곳에서 전문적인 돌봄을 제공하는 요양보호사는 국가자격증제도에 의해 배출되어

노인요양시설과 재가복지센터 등에서 요양서비스를 제공한다. 2018년 기준 요양보호사의 수는 약 150만 명에 달하는 것으로 파악되었다(Ministry of Health and Welfare, 2019).

노인요양시설에서 입소하는 노인환자는 대부분 독립적인 활동이 불가능하고 대부분 요양보호사의 전적인 돌봄이 필요하다. 요양보호사는 의사 또는 간호사의 지시에 따라 신체적, 정신적, 심리적, 정서적 및 사회적 보살핌을 직접 제공하는데 주로 식사, 목욕, 대소변처리, 옷 갈아입히기, 체위변경, 재활을 위한 산책 등 노인질환자에게 전반적인 돌봄을 제공하는 핵심적인 역할을 담당하고 있다. 무엇보다 2026년에 노인 인구가 20.8%로 초고령화 사회로 진입할 것으로 예측되고 있어 치매, 중풍 등 노인성질환의 유병률이 증가될 것으로 전망되고 있고 이에 요양보호사의 필요성이 더욱 가중될 것으로 추측하고 있다(Choi & Sim, 2012; Kim, 2018).

그러나 노인요양시설의 요양보호사는 고강도의 반복적인 신체적 업무로 근골격계 자각증상이 발생할 위험이 높은 것으로 조사되었는데, 특히 치매환자 돌봄에 대한 부담감이 매우 높은

†Corresponding author: Chung Eun Yang

Tel. +82-53-850-3534

E-mail: chunguony@cu.ac.kr

©2023 Fashion and Textile Research Journal (FTRJ). This is an open access journal. Articles are distributed under the terms of the Creative 52 Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

것으로 조사되었다. 치매환자 중 배변만지기, 기저귀 빼버리기 등의 불결행위와 신체적 공격 등 돌발적인 이상 행동을 하는 중증 치매환자는 요양보호사의 신체적, 정신적 스트레스를 더욱 가중 시킨다고 하였다(Jo, 2004; Kim, 2018 Lim & Cho, 2020; Park et al., 2016). Park(2014)과 Choi and Sim(2012)에 의하면 노인요양시설의 요양보호사 중 약 73%가 근골격계 유병율을 가지고 있는데, 특히 중증 치매환자의 용변처리를 수행할 때 손/손목/손가락 부위에서 근골격계 자각증상의 발생 위험도가 5.03배 높게 나타난다고 하였다. 이러한 신체적 부담은 환자복 갈아입히기 수행 업무와도 밀접한 관련이 있을 것으로 추측할 수 있다. Ryou et al.(2006b)에 따르면 요양보호사가 환자복 갈아입힐 때, 대부분 환자의 누운 자세 또는 앉은 자세에서 수행함으로써 바지를 '엉덩이 위로 올리거나 엉덩이 아래로 내리는 동작'에서 힘이 많이 요구된다고 보고하였다. 즉 기저귀 교체 또는 환자복 갈아입히기와 같은 업무를 수행할 때 손가락 또는 손목 등 손의 근육을 사용하여 과도히 잡아당기게 되고, 환자복 교체 동작을 장기간 반복적으로 수행하게 됨으로써 근골격계 통증 발생 위험이 가중될 수 있다. 이러한 신체적인 스트레스는 요양보호사의 건강을 악화시킬 수 있고 자신의 삶의 질뿐 아니라 요양서비스의 질에 부정적인 영향을 미칠 수 있어 다양한 측면에서 요양보호사의 신체적 부담을 줄일 수 있는 연구들이 필요하다.

치매환자복을 개발하기 위한 다양한 연구들이 수행되었다. Ryou et al.(2006a)은 치매환자복 실태연구에서 치매환자복의 가장 큰 문제점은 환자복과 기저귀를 자주 교체해야 되는 것을 지적하였고 치매환자의 이상적 행동과 요양보호사의 노동 부담을 감소시킬 수 있는 환자복에 대한 연구가 필요하다고 하였다. 치매환자의 의복행동에 관한 연구에서는 치매정도가 심해질수록 의복의 착탈의 동작이 어려워지는 경향이 있음으로 치매환자의 인지기능, 일상생활활동 기능, 문제적 행동 등 임상적 특성을 종합적으로 고려하여 치매환자의 특성에 맞는 다양한 유형의 환자복 개발이 필요하다고 하였다(Park et al., 2021; Ryou et al., 2006b). Lee and Lee(2014)는 이상적인 행동을 수반하는 환자의 경우 치매환자의 안전과 환자를 돌보는 요양보호사를 위해 이상적 행동을 제어할 수 있는 기능성 치매환자복이 필요하다고 하였다. 그러나 지금까지의 연구는 치매환자의 정서적인 측면 또는 치매환자의 행동특성을 제어할 수 있는 기능적 측면에 중점을 두고 대부분 설문조사나 외관평가 등을 이용한 주관적 연구가 대부분이다. 이는 치매환자의 돌봄에 중요한 역할을 수행하고 있는 요양보호사의 신체적 부담감을 줄일 수 있는 치매환자복 개발에 필요한 정보를 제공하는데 한계가 있다. 요양보호사의 신체적 부담감을 줄일 수 있는 환자복을 개발하기 위해서는 갈아입히는 동작을 반복 수행할 때 치매환자복의 트임 위치나 환자복의 형태 등의 설계 요소와 신체적 부하 및 피로도의 정량적 측정이 필요하다.

최근에는 근전도(EMG)를 이용하여 근육의 부하 및 피로도를 분석하는 연구들이 수행되었다(Kim et al., 2013; Kim et

al., 2012; Seo & Kim, 2000). 근전도는 신체 동작 시 근섬유막에서 발생하는 전기신호를 피부 표면에 전극을 부착하여 측정된다. 근육 수축 및 이완시 발생하는 전기 신호의 양을 이용하여 근육에서 발생하는 힘을 측정할 수 있고, 근육 활동이 지속되어 피로도가 누적되면 근섬유막의 잠재적인 운동활동의 수행속도가 점점 감소되는데 이때 근전도에 의해 측정된 평균 주파수 값의 감소량을 초기 근육 활동과 비교하여 근피로도를 분석할 수 있다(Kim et al., 2013).

따라서 본 연구는 환자복의 트임의 위치와 형태가 다를 때 환자복을 갈아입히는 동작에서 발생하는 근전도 신호를 측정하여 근육 부하 및 피로도 수준을 정량화하고자 한다. 또한, 정량화된 객관적인 데이터를 기반으로 환자복 형태와 피로도가 어떠한 관계가 있는지 분석하여 요양보호사의 신체적 피로를 줄일 수 있는 방법을 고찰해 보고 치매환자복 개발에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 연구대상 환자복

본 연구는 중증 치매환자복의 트임의 위치와 형태에 따른 근육 부하 및 피로도 발생을 정량적으로 측정하기 위해 3가지 종류의 환자복을 선정했다. 노인요양시설을 대상으로 실시한 예비조사와 선행연구(Rhyu et al., 2006a)에서 옷을 벗거나 배변에 문제적 행동을 하는 중증치매환자는 뒤중심에 지퍼가 있는 우주복을 많이 착용하였고, 상대적으로 문제행동이 적은 중증 치매환자는 상의 앞 단추가 있는 상하 분리형 환자복을 착용하는 것으로 조사되었다. 따라서 본 실험에서는 실제 노인요양시설에서 중증치매환자용으로 많이 사용되고 있는 뒤중심 지퍼 오픈형 우주복, 상하 분리 일반 환자복을 실험복으로 선정하였고, 시판되고 있는 제품 중 지퍼의 트임이 앞에 있는 환자복 1종을 추가로 선정하여 총 3종에 대해 근피로도 발생을 측정하였다. Fig. 1은 실험대상 환자복 디자인 도식화이고, 각 환자복의 사이즈는 Table 1에 제시하였다.

2.2. 실험 대상자 및 실험기간

본 실험 대상자는 근골격계 질환이 없는 건강한 20-30대 남녀 20명(남성 10명, 여성 10명)을 피험자로 선정하였고, 실험 절차에 관한 소개와 동의서를 작성한 후 본 실험에 참여하도록 하였다. 실험은 2020년 10월 1일부터 11월 30일 동안 진행되었고, 근전도 측정을 위해 팔과 어깨, 허리 등 8개에 무선 근전도 전극을 부착해야함으로 몸에 밀착되는 슬리브리스 티셔츠를 착용하게 하였다. 본 실험은 치매 노인환자를 직접적으로 피 실험 대상으로 선정할 수 없으므로 간호학과에서 노인환자 치료실습용으로 사용하는 노인환자용 마네킨을 피실험 대상으로 선정하였다. 또한 높이 조절이 가능한 침대를 이용하여 실험 대상자의 신체조건에 적합하도록 조절할 수 있도록 하였다. Fig. 2는 본 실험에 사용된 환자용 마네킨과 높이 조절 침대이다.

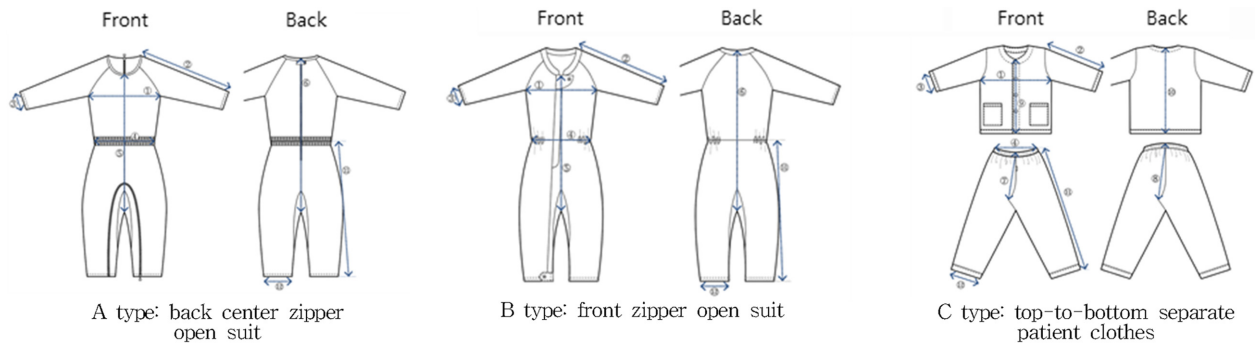


Fig. 1. Research patient clothes.

Table 1. Patient clothing size

No	Measurement items	A type	B type	C type
1	Bust circumference	114	115	112
2	Length from side neck to sleeve hem	63	62	61
3	Circumference of a sleeve hem	34	36	34
4	Waist circumference (stretched rubber band)	110	112	110
5	Length from front neck to front crotch	67	80	-
6	Length from back neck to back crotch	92	98	-
7	Front Crotch Length	-	-	35
8	Back Crotch Length	-	-	42
9	Length of the front of a top	-	-	55
10	Length of the back of a top	-	-	63
11	Length of pants	92	92	91
12	Circumference of pants hem	42	41	40



Fig. 2. Emergency experimental mannequin and bed.



TELEMYO DTS Telemetry
(Noraxon, USA)

Fig. 3. Wireless electromyography(EMG).

2.3. 근피로도 실험

2.3.1. 근전도 측정 장비

근전도는 표면 근전도 측정법으로 측정하였으며 실험에 사용된 장비는 Telemetry DTS Telemetry (Noraxon, USA)를 사용하였다. 근전도 신호는 8개의 신체 근육부위에 전극을 부착하고 1,000 Hz에서 무선 EMG 신호 송수신기를 사용하여 측정하였다.

2.3.2. 근전도 측정 부위

선행연구(Choi & Sim, 2012; Ryou et al., 2006)에서 요양보호사가 돌봄의 업무를 수행할 때 근골격계 자각 증상을 경험

한 신체부위로 손과 허리 부분이 가장 많았고, 그 다음으로 위팔과 어깨 등 상체의 전반적인 근육의 피로가 있는 것으로 조사되었다. 따라서 본 연구는 근전도 측정부위를 손, 위팔과 어깨, 허리로 정하였고 각 신체부위별 근육은 다음과 같이 8개의 근육을 선정하였다. 즉 손과 손가락과 관련 있는 근육은 brachioradialis(상완요근), 위팔과 어깨의 근육은 biceps(이두박근), upper trapezius(승모근), anterior deltoid(전면 삼각근), medial deltoid(측면 삼각근), posterior deltoid(후면 삼각근), triceps(삼두근), 허리의 근육은 erector spinae(척추 세움근)으로 분류하여 근전도 신호를 측정하였다. 근전도 무선 전극은 8개의 근육이 있는 신체 표면에 부착하였고 실험 중 무선 전극이

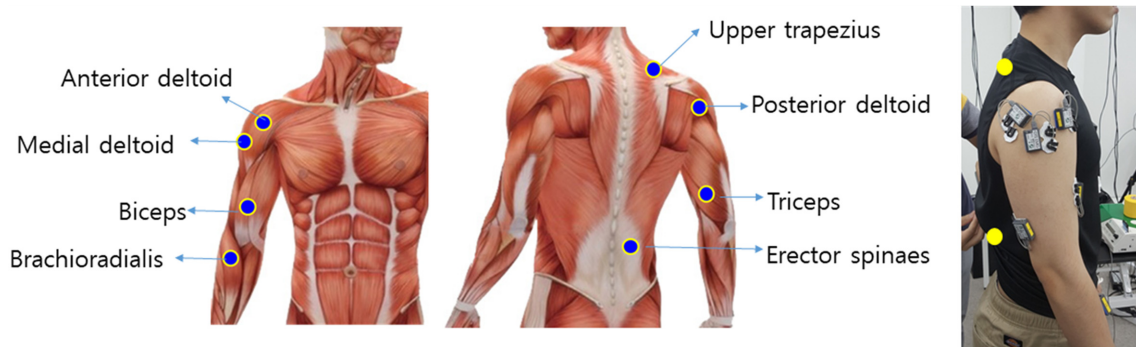


Fig. 4. Attachment of 8 EMG electrodes.

떨어지지 않도록 표면을 압박 밴드로 고정한 후 실험을 진행했다. 근전도 무선 전극 부착위치와 근육의 명칭은 Fig. 4와 같다.

2.3.3. 환자복 형태별 착탈의 순서

본 실험은 요양보호사가 실제 환자복을 갈아입히는 동작을 그대로 실험에 적용하기 위해 사전에 치매센터에 근무하고 있는 3명 요양보호사를 선정하여 예비실험을 실시하였다. 3명의 요양보호사가 3종의 환자복을 갈아입히는 동작을 수행하게 하고, 촬영 및 관찰을 통해 착의와 탈의 동작에서 서로 차이가 있는 부분은 서로 논의한 후 동일한 동작으로 수정하도록 하였다. 이는 실험대상자 마다 환자복 갈아입히는 동작 순서가 다르면 근육 부하 및 피로도 발생 정도에 영향을 줄 수 있다는 가정 하에 이러한 영향을 배제하고자 환자복 갈아입히는 동작 순서는 모든 실험대상자가 동일하게 수행하도록 하였다. Table 2는 실험용 환자복 3종에 대해 각각 착의와 탈의 동작 순서를 나타낸 것이다.

2.3.4. 근전도 실험 방법

본 연구는 환자복 착용 및 탈착 시 주로 사용되는 8개 근육에 대한 자발적 최대 수축(Maximum Voluntary Contraction)을 측정하여 percent MVC 분석의 기준으로 삼았다. 자발적 최대 수축힘은 정지 상태에서 근육별로 최대힘을 낼 수 있는 정적 동작으로 (Lee et al., 2016)를 참고하여 선정되었다. MVC 측정 시 실험참여자별로 각 근육별로 최대힘을 내는 동작을 5-10초간 수행하였다.

환자복의 트임의 위치와 형태에 따라 착의와 탈의 순서가 다르고 순서들 사이에도 모호한 동작이 있어 정확히 측정신호를 구분할 수 없는 항목이 있다. 따라서 근육 부하 및 피로도 발생 경향을 분석하기 위해서 착의와 탈의 순서와 관계없이 비교 분석이 가능한 동일한 동작끼리 구분하여 근전도 신호를 분석하였다. 즉 착의 동작은 단추 또는 지퍼 채우기, 팔끼우기, 몸통둘러입기, 다리/엉덩이 끼우기 등 4개의 동작으로 다시 구분하였고, 탈의의 동작은 단추 또는 지퍼열기, 팔/몸통 빼기, 다

Table 2. The order of dressing up and undressing according to the shape of the patient's clothing

Design	Order of put on patient's clothes	Order of taking off patient's clothes
A type: back center zipper open suit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulling pants in and pulling them up 2. Coat the sleeves of the left and right arms 3. Raise the front clothes up to the shoulders and organize them. 4. Turn the patient to the side and zip up. 5. Organizing clothes by the legs 6. Close the zipper inside the leg 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Open the zipper of pants 2. Lift the upper body of the patient and open the zipper. 3. Lay the patient down and undress the patient from the shoulder. 4. Take out the sleeves of both arms 5. Pull clothes down to take out hip and legs.
B type: front zipper open suit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Put sleeves in your left arm 2. Turn the patient's body to the side and wrap the patient's clothes around. 3. Put sleeves on the patient's right arm 4. Pull the clothes toward the patient's legs and arrange them. 5. Zipper inside pants 6. Zip the front of the clothes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Open the front zipper 2. Raise the upper body of the patient and remove the sleeve of the right arm. 3. Pull out the sleeve of the left arm, take off the top, and lay it down again. 4. Pull the clothes down to remove the patient's buttocks and legs.
C type: top-to-bottom separate patient clothes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Put pants on the patient's left and right legs and raise them to the waist. 2. Put sleeves on the patient's left arm 3. Turn the patient's body to the side and wrap the patient's clothes around. 4. Put sleeves on the patient's right arm 5. button up a top 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Open Top Button 2. Pull out the sleeve of the left arm 3. Pulling out the sleeve of the patient's right arm and taking off the top. 4. Lowering pants down the patient's buttocks 5. Pull the pants out of both legs completely

Table 3. Motion task of putting on and taking off patient clothes for electromyography (EMG) signal analysis

Motion classification	Motion task
Motion of dressing up	Button/zip up
	Put arms
	Cover the body
	Put legs/hip
Motion of undressing	Open button/zip
	Take off arms/ body
	Take off legs/hip

리/영덩이 빼기 등 3개의 동작으로 다시 구분하여 각 근전도 측정 신호를 분석하였다. Table 3은 근전도 비교 분석을 위해 착의, 탈의 동작 task이다.

환자복을 갈아입히는 동작은 각 환자복 마다 착의와 탈의의 동작을 연속적으로 3회 실시하게 한 후 10분 휴식을 취하고 다음 환자복을 갈아입히도록 하였다. 3종의 환자복 순서는 20명의 실험대상자에게 랜덤하게 돌아가도록 하였다. 실험 대상 환자복 3종은 모두 트임의 위치와 형태에 차이가 있어 착의와 탈의 순서가 다르다. 따라서 착의와 탈의 동작을 각 실험참여자마다 동일한 동작으로 진행할 수 있도록 실험실 전면에 모니터를 설치하여 각 실험복의 착의와 탈의의 순서를 소리와 화면을 통해 알려주었다. 또한 실험복 착의와 탈의 방법을 충분히 숙지할 수 있도록 사전 연습을 한 후 실험을 진행하였다.

2.4. 분석 방법

측정된 근전도 신호는 filtering (band pass: 100-400 Hz), rectification, smoothing, normalization 등의 신호 처리 과정을 거쳐 분석 가능한 데이터로 변환하였다. 본 연구는 percent MVC 분석을 위해 근육별 자발적 최대힘 측정하고 근전도 신호의 moving average 최대값(duration: 1 sec)을 분석하여 근육별 MVC 값으로 설정하였다. Percent MVC 분석은 환자복 환복 작업 시 측정된 평균 근전도 신호를 MVC 값으로 정규화하여 최대힘 대비 사용힘 평균값의 비율로 근육 부하를 분석하였다. 환자복 환복 작업 시 에너지 사용량 분석을 위해 단위 시간당 측정된 근전도 신호를 누적 측정하여 각 환자복 별 동작 task에 따른 에너지 사용량을 분석하였다. 측정된 percent MVC 평균 근전도와 누적 근전도에 대하여 분산분석과 Turkey's test로 사후검정을 실시하여 환자복의 형태에 따른 근육 부하 및 에너지 사용량의 유의한 차이를 분석하였다. 환자복을 환복시킬 때 발생하는 근피로도는 선행연구(Kim et al., 2013; Kim et al., 2012; Seo & Kim, 2000)를 참고하여 근전도의 중앙 주파수(median frequency)를 이용하여 분석하였다. 환자복 형태별 착의와 탈의 동작을 각각 3회 반복하여 측정된 후 1회(초기) 및 3회(후기) 실험에 측정된 중앙 주파수가 감소하면 근피로도가 증가한 것으로 분석하였으며, 감소율이 클수록 근피로도 발생이 크다고 볼 수 있다. 본 실험의 측정 자료 분석은 Minitab 14 통계프로그램을 이용하여 처리하였다.

3. 연구결과

3.1. 치매환자복 형태에 따른 근육의 부하 분석 결과

본 연구는 percent MVC 분석을 위해 근육별 자발적 최대힘 측정하고 근전도 신호의 moving average 최대값(duration: 1 sec)을 분석하여 근육별 MVC 값으로 설정하였다. Percent MVC 분석은 환자복 환복 작업 시 측정된 평균 근전도 신호를 MVC 값으로 정규화하여 최대힘 대비 사용힘 평균값의 비율로 근육 부하를 분석하였다. 환자복 착의 동작 수행 시 근육별 percent MVC 분석 결과는 Table 4에 제시하였다. C type은 지퍼/단추 채우기 동작에서는 허리 근육 erector spinae에서, 팔 끼우기 동작에서는 brachioradialis, erector spinae 근육에서 큰 힘이 요구되는 것으로 나타나 손과 허리 근육의 부하가 발생할 것으로 예측된다. 몸통 둘러입기 동작에서는 B, C type의 환자복에서 medial deltoid, posterior deltoid, biceps에서 큰 힘이 요구되었다. 특히 C type의 환자복은 brachioradialis, erector spinae에서 큰 힘이 요구되는 것으로 나타났다. 다리 영덩이 끼우기 동작 시 B type 환자복은 A type 및 C type 환자복에 비해 anterior deltoid 근육에서 큰 힘이 요구되었고, A type 환자복은 B, C type 환자복에 비해 triceps 근육에서 큰 힘이 요구되는 것으로 파악되었다. 즉 C type 환자복은 다른 환자복에 비해 지퍼/단추 채우기, 팔 끼우기, 몸통 둘러입기, 다리 영덩이 끼우기 동작 시 허리 및 손 근육에서 가장 큰 힘이 요구되는 것으로 파악되었다. B type 환자복은 몸통 둘러입기 동작 시 어깨 및 위팔 부위에서 가장 큰 힘이 요구되는 것으로 파악되었다.

Table 5는 환자복 탈의 동작 수행 시 근육별 percent MVC 분석 결과이다. 지퍼/ 단추를 열 때 A type의 환자복에서 upper trapezius, anterior deltoid, medial deltoid, triceps, biceps, brachioradialis 근육에서 다른 유형의 환자복에 비해 상대적으로 큰 힘이 요구되는 것으로 나타났다. A type의 환자복은 뒤중심에 지퍼가 있음으로 환자복을 탈의시킬 때 우선 환자를 들어 올리거나 옆으로 돌려 눕혀야하기 때문에 더 큰 근육의 부하가 발생할 수 있을 것 여겨진다. 팔과 몸통 빼기에서는 C type의 환자복에서 anterior deltoid를 제외한 모든 근육에서 큰 힘이 요구되는 것으로 나타났다. 즉 C type의 환자복을 이용하여 팔과 몸통 빼는 동작을 장기간 지속적으로 수행할 때 어깨, 위팔, 손, 허리 등 근육에서 가장 큰 힘이 요구됨에 따라 근육의 부하가 발생할 가능성이 높은 것으로 추정할 수 있다. 다리/영덩이빼기 동작을 수행할 때는 환자복 형태에 따른 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3.2. 치매환자복 형태에 따른 근육 에너지 사용량 분석

본 연구는 치매환자복을 착탈의 하는 동작을 수행할 때 각 근육에서 측정된 누적 근전도 신호를 분석하여 환자복의 형태에 따른 근육의 부하 및 에너지 사용량을 cumulative EMG로 분석하였고 Turkey's test 사후검정을 실시하였다. Table 6은

Table 4. Comparison of percent MVC by muscle according to clothing type of dementia patients when dressing the patient

Motion task	Muscle		Design			F
			A type	B type	C type	
Button/zip up	Upper trapezius	mean	0.28	0.30	0.29	0.23
		SD	0.25	0.24	0.32	
	Anterior deltoid	mean	0.15	0.14	0.11	0.93
		SD	0.23	0.10	0.07	
	Medial deltoid	mean	0.10	0.11	0.10	0.70
		SD	0.09	0.09	0.08	
	Posterior deltoid	mean	0.12	0.25	0.14	2.26
		SD	0.19	0.78	0.25	
	Triceps triceps	mean	0.14	0.11	0.14	1.05
		SD	0.16	0.14	0.21	
	Biceps biceps	mean	0.09	0.10	0.09	0.33
		SD	0.10	0.08	0.08	
	Brachioradialis	mean	0.15	0.13	0.19	2.75
		SD	0.16	0.15	0.19	
	Erector spinae	mean	0.17 b	0.19 ab	0.23 a	3.97*
		SD	0.12	0.19	0.12	
Put arms	Upper trapezius	mean	0.36	0.40	0.44	2.34
		SD	0.27	0.30	0.34	
	Anterior deltoid	mean	0.17	0.20	0.19	1.62
		SD	0.13	0.18	0.09	
	Medial deltoid	mean	0.15	0.15	0.16	0.49
		SD	0.09	0.10	0.09	
	Posterior deltoid	mean	0.13	0.31	0.20	2.67
		SD	0.10	1.01	0.35	
	Triceps	mean	0.19	0.19	0.21	0.59
		SD	0.21	0.20	0.22	
	Biceps	mean	0.13	0.14	0.17	2.77
		SD	0.11	0.10	0.14	
	Brachioradialis	mean	0.20 b	0.22 b	0.31 a	6.92**
		SD	0.20	0.22	0.28	
	Erector spinae	mean	0.20 b	0.21 ab	0.25 a	4.81**
		SD	0.13	0.13	0.13	
Cover the body	Upper trapezius	mean	0.39	0.46	0.53	2.85
		SD	0.31	0.36	0.49	
	Anterior deltoid	mean	0.21	0.24	0.19	1.72
		SD	0.15	0.21	0.11	
	Medial deltoid	mean	0.16 b	0.22 a	0.26 a	15.30***
		SD	0.11	0.14	0.14	
	Posterior deltoid	mean	0.14 b	0.42 a	0.32 ab	3.95*
		SD	0.11	1.21	0.44	
	Triceps	mean	0.23	0.25	0.29	0.87
		SD	0.25	0.28	0.35	
	Biceps	mean	0.17 b	0.21 a	0.23 a	4.31*
		SD	0.13	0.18	0.17	
	Brachioradialis	mean	0.26 b	0.35 b	0.57 a	13.29***
		SD	0.23	0.34	0.67	
	Erector spinae	mean	0.22 b	0.22 b	0.28 a	5.05***
		SD	0.14	0.14	0.16	

Table 4. Continued.

Motion task	Muscle		Design			F
			A type	B type	C type	
Put legs/hip	Upper trapezius	Mean	0.36	0.35	0.31	1.24
		SD	0.23	0.22	0.24	
	Anterior deltoid	Mean	0.15 ab	0.19 a	0.12 b	8.30***
		SD	0.10	0.20	0.07	
	Medial deltoid	Mean	0.12	0.15	0.12	1.84
		SD	0.08	0.13	0.08	
	Posterior deltoid	Mean	0.11	0.12	0.18	1.29
		SD	0.09	0.10	0.36	
	Triceps	Mean	0.18 a	0.16 ab	0.14 b	3.45*
		SD	0.13	0.14	0.09	
	Biceps	Mean	0.15	0.16	0.12	1.88
		SD	0.14	0.19	0.11	
	Brachioradialis	Mean	0.23 ab	0.19 b	0.28 a	6.30**
		SD	0.15	0.16	0.19	
	Erector spinae	Mean	0.20	0.19	0.21	0.99
		SD	0.12	0.12	0.13	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

In the alphabet, the Tukey's test showed significant differences in different characters (a > b > c).

Table 5. Comparison of percent MVC by muscle according to clothing type of dementia patients when undressing the patient

Motion task	Muscle		Design			F	
			A type	B type	C type		
Open button/zip	Upper trapezius	Mean	0.26 a	0.18 b	0.16 b	7.76**	
		SD	0.22	0.13	0.12		
	Anterior deltoid	Mean	0.16 a	0.11 b	0.10 b	9.37***	
		SD	0.13	0.09	0.05		
	Medial deltoid	Mean	0.12 a	0.07 b	0.07 b	6.72**	
		SD	0.13	0.05	0.04		
	Posterior deltoid	Mean	0.10	0.19	0.08	2.32	
		SD	0.10	0.58	0.16		
	Triceps	Mean	0.14 a	0.07 b	0.09 ab	5.29**	
		SD	0.18	0.09	0.13		
	Biceps	Mean	0.12 a	0.06 b	0.06 b	11.53***	
		SD	0.12	0.06	0.03		
	Brachioradialis	Mean	0.16 a	0.07 b	0.13 a	9.83***	
		SD	0.17	0.06	0.11		
	Erector spinae	Mean	0.18	0.15	0.19	2.38	
		SD	0.12	0.09	0.11		
	Take off arms/body	Upper trapezius	Mean	0.30 b	0.37 b	0.49 a	12.58***
			SD	0.21	0.26	0.52	
Anterior deltoid		Mean	0.16	0.19	0.18	2.73	
		SD	0.11	0.10	0.13		
Medial deltoid		Mean	0.18 b	0.16 b	0.22 a	13.12***	
		SD	0.11	0.10	0.13		
Posterior deltoid		Mean	0.16 b	0.28 a	0.22 ab	3.29*	
		SD	0.11	0.73	0.17		

Table 5. Continued.

Motion task	Muscle		Design			F
			A type	B type	C type	
Take off arms/ body	Triceps	Mean	0.13 b	0.15 b	0.24 a	9.13***
		SD	0.16	0.18	0.29	
	Biceps	Mean	0.15 b	0.17 b	0.21 a	6.53**
		SD	0.14	0.14	0.17	
	Brachioradialis	Mean	0.17 b	0.18 b	0.43 a	32.18***
		SD	0.20	0.18	0.52	
Erector spinae	Mean	0.21 b	0.21 b	0.26 a	7.00**	
	SD	0.13	0.13	0.16		
Take off legs/hip	Upper trapezius	Mean	0.29	0.33	0.33	0.97
		SD	0.19	0.20	0.31	
	Anterior deltoid	Mean	0.16	0.18	0.16	1.06
		SD	0.10	0.12	0.09	
	Medial deltoid	Mean	0.18	0.17	0.18	0.30
		SD	0.12	0.10	0.12	
	Posterior deltoid	Mean	0.19	0.34	0.21	2.55
		SD	0.16	0.91	0.22	
	Triceps	Mean	0.18	0.20	0.19	0.13
		SD	0.22	0.22	0.21	
	Biceps	Mean	0.16	0.17	0.16	0.24
		SD	0.13	0.13	0.13	
	Brachioradialis	Mean	0.26	0.26	0.32	1.02
		SD	0.33	0.30	0.30	
	Erector spinae	Mean	0.21	0.22	0.25	1.67
		SD	0.14	0.13	0.16	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

In the alphabet, the Tukey's test showed significant differences in different characters (a > b > c).

환자복을 입히는 동작을 수행할 때 cumulative EMG를 분석한 결과이다. 지퍼/ 단추 채우기와 팔을 끼우는 동작에서는 대체로 B type 환자복의 근육 에너지 사용량이 전반적으로 높게 나타났다. 지퍼/ 단추 채우기에서는 upper trapezius, anterior deltoid, medial deltoid, triceps, biceps, erector spinae의 근육 에너지 사용량이 다른 형태의 환자복 보다 높았고, 팔 끼우기에서는 손과 허리 근육인 erector spinae, brachioradialis를 제외한 모든 근육의 에너지 사용량이 높게 나타났다. B type은 지퍼가 앞쪽에 위치하고 있어 사용이 편리할 것으로 기대했지만 오히려 다른 유형의 환자복보다 지퍼를 채우고 팔을 끼우는 동작에서 근육의 부하가 많이 발생할 가능성이 있는 것으로 해석될 수 있다. A type 환자복도 지퍼 채우기 동작에서 어깨와 위팔의 anterior deltoid, biceps 근육의 에너지 사용량이 상대적으로 높았고, 팔 끼우기에서는 upper trapezius, anterior deltoid, triceps, biceps, erector spinae 근육의 에너지 사용량이 높게 나타났다. A type은 뒤중심에 있어 지퍼를 채우기 위해서는 환자를 들어올리거나 옆으로 돌려 눕혀야 함으로 어깨와 위팔의 근육을 많이 사용하는 것으로 추정된다. 몸통 둘러입히기,

다리와 엉덩이 입히기 동작에서는 C type 환자복이 거의 모든 근육의 에너지 사용량이 가장 높은 것으로 나타났다. Rhyu et al.(2006b)의 연구에서 치매환자복을 갈아입힐 때 상하 분리형 환자복은 바지를 엉덩이 위로 올리거나 아래로 내리는 동작에서 힘이 많이 든다고 한 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 이는 치매정도가 심할수록 서 있기 힘들기 때문에 대부분 누운 자세 또는 앉은 자세에서 환자복을 갈아입히는데 이때 바지를 엉덩이 아래로 통과시키기 위해서 상대적으로 힘이 많이 필요하기 때문인 것으로 파악된다. 반면 A type과 b type은 다리와 엉덩이 입히기 동작에서 C type의 환자복 보다 총 근육 에너지 사용량이 상대적으로 작게 나타났다. 대부분 중증 치매환자는 누운 상태에서 환자복을 착용하는데 A와 B type은 바지 안솔기에 있는 지퍼를 오픈한 후 다리부터 끼워 위로 올릴 수 있어 상대적으로 수월한 것으로 여겨진다.

Table 7은 환자복을 탈의시키는 동작을 수행할 때 근육의 에너지 사용량을 나타낸 cumulative EMG를 분석한 결과이다. 지퍼/단추 열기 동작에서 A type 환자복이 모든 근육에서 에너지 사용량이 가장 높게 나타났다. 특히 손과 관련된

Table 6. Comparison of cumulative EMG by muscle according to clothing type of dementia patients when dressing the patient (unit: $\mu V \cdot s$)

Motion task	Muscle		Design			F
			A type	B type	C type	
Button/zip up	Upper trapezius	Mean	2200941 ab	2828065 a	1574276 c	6.84**
		SD	1551102	2558771	1177930	
	Anterior deltoid	Mean	1453072 a	1672940 a	840087 b	6.25**
		SD	1792261	1357985	554858	
	Medial deltoid	Mean	1143276 b	1667681 a	815652 b	7.63**
		SD	773701	1800087	719481	
	Posterior deltoid	Mean	1114229	2714533	1039569	1.48
		SD	2980362	9704724	2168914	
	Triceps	Mean	1990566 ab	2115290 a	1402139 b	3.68*
		SD	1096325	2160701	1103472	
	Biceps	Mean	733036 a	948601 a	492050 b	10.65***
		SD	526576	727285	273873	
	Brachioradialis	Mean	1320642	1527359	1295461	1.33
		SD	699460	1116599	658407	
	Erector spinae	Mean	755562 b	1157898 a	750055 b	4.05*
		SD	606401	1311084	589635	
Put arms	Upper trapezius	Mean	4547752 a	4451522 a	2865642 b	6.98**
		SD	3171757	3023501	1953403	
	Anterior deltoid	Mean	3513734 a	2783579 a	1429290 b	17.06***
		SD	2592410	1893066	1225252	
	Medial deltoid	Mean	2813588 ab	3645995 a	2311010 b	5.89**
		SD	1979770	2536596	1878343	
	Posterior deltoid	Mean	1817184 b	4499468 a	2102295 ab	3.58*
		SD	1831365	9923930	2574525	
	Triceps	Mean	5601861 a	4507927 a	2963053 b	8.63***
		SD	4235761	3671550	2287321	
	Biceps	Mean	2162308 a	2062702 a	1235223 b	11.12***
		SD	1598055	1098300	657680	
	Brachioradialis	Mean	3778594	4257057	3699337	0.87
		SD	2437703	2626730	2422992	
	Erector spinae	Mean	1577196 a	1208818 ab	996829 b	3.23*
		SD	1696700	1013852	948689	
Cover the body	Upper trapezius	Mean	4580436 b	2258629 c	8627586 a	51.93***
		SD	2559225	1749186	5138037 a	
	Anterior deltoid	Mean	2834400 b	1355230 c	4198821 a	26.96***
		SD	2054421	1374026	2719909	
	Medial deltoid	Mean	2626209 b	1500744 c	4929558 a	28.84***
		SD	2162388	1415191	3519818	
	Posterior deltoid	Mean	2032919 b	1889582 b	4812482 a	7.43**
		SD	2401038	4818503	6025634	
	Triceps	Mean	5965748 b	2366949 c	9575754 a	42.19***
		SD	4129865	1899830	5896385	
	Biceps	Mean	1677881 b	885232 c	2970896 a	58.56***
		SD	915126	1012427	1242681	
	Brachioradialis	Mean	3901886 b	1572618 c	8963245 a	104.71***
		SD	2228090	1698722	4056347	
	Erector spinae	Mean	1419204 b	732918 b	3086482 a	28.09***
		SD	1256997	988397	2613869	

Table 6. Continuedl

(unit: $\mu V \cdot s$)

Motion task	Muscle		Design			F
			A type	B type	C type	
Put legs/hip	Upper trapezius	Mean	2987639 b	4079585 b	6716554 a	19.13***
		SD	1754444	3271424	4561254	
	Anterior deltoid	Mean	1804793 b	2543466 b	3605591 a	11.99***
		SD	1361283	1983602	2552011	
	Medial deltoid	Mean	1799201 b	2294674 b	3850310 a	17.48***
		SD	1051582	1713330	2783992	
	Posterior deltoid	Mean	1316611	3112911	3665001	2.68
		SD	1466758	8602425	4924571	
	Triceps	Mean	3056921 b	3820328 b	6134215 a	13.36***
		SD	2623648	3021278	4311500	
	Biceps	Mean	1072474 b	1576386 b	2699241 a	17.37***
		SD	724863	1080278	2343883	
	Brachioradiali	Mean	2064901 b	2642019 b	5705785 a	41.79***
		SD	1681371	1848493	3192124	
	Erector spinae	Mean	971110 b	1265013 b	2315499 a	10.3***
		SD	1013923	1173270	2515339	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

In the alphabet, the Tukey's test showed significant differences in different characters (a > b > c).

brachioradialis 근육에서도 A type 환자복의 에너지 사용량이 가장 높게 나타났는데, 이는 뒤중심에 지퍼가 있어 환자복을 탈 의시키기 위해서는 누워 있는 환자를 들어 세우거나 옆으로 눕히기 위해 힘을 많이 사용한다는 것을 의미한다. Rhyu et al. (2006b)은 대부분 노인요양시설에서 옷을 벗거나 배변에 문제적 행동을 하는 중증치매환자는 뒤중심에 지퍼가 있는 우주복형 환자복을 많이 착용하는 것으로 조사하였는데 이는 오히려 장기간 반복적으로 사용할 때 근육격계 자각증상의 발생 위험을 가중시킬 수 있다. 따라서 환자의 문제적인 행동을 제어할 수 있을 뿐 아니라 요양보호사의 신체적 부담을 줄일 수 있는 지퍼의 위치, 구조, 길이 등에 대한 연구가 필요하다. 팔과 몸통을 빼는 동작에서는 B, C type 환자복이 거의 모든 근육의 에너지 사용량이 가장 높은 것으로 나타났다. B, C type은 환자복의 앞쪽에 각각 오픈 지퍼와 단추가 있는 구조로 환자가 누워 있는 상태에서 환자복을 탈의시킬 경우, 요양보호사는 환자의 상체를 세우거나 돌려 눕혀서 팔과 몸을 빼야하는데, 이때 힘이 많이 드는 것으로 추정할 수 있다. 이는 Rhyu et al. (2006)의 선행연구의 결과와 유사한 결과를 보여주고 있다. 그는 상하 분리형 치매환자복의 상의를 착탈의 시킬 때 '소매에서 팔빼기'와 '몸통에서 벗기기' 동작이 가장 어렵다고 하였다. 이는 치매가 심할수록 편마비가 수반되거나 신체적 활동이 제한되어 팔의 가동범위가 축소되기 때문 인 것으로 해석되었다. 다리와 엉덩이를 탈의시키는 동작에서는 C type의 환자복이 어깨, 위팔, 손, 허리의 upper trapezius, biceps, brachioradialis, erector spinae 근육에서 에너지 사용량이 가장 높게 나타났다.

3.3. 치매환자복 형태에 따른 근육의 피로도 분석

본 연구는 근피로도 발생을 비교하기 위해 근전도의 중앙 주파수(median frequency)를 분석하였다. Kim et al.(2013)에 의하면 근육 활동이 지속되어 피로도가 누적되면 근섬유막의 잠재적인 운동 활동의 수행속도가 점점 감소되는데 이때 근전도에 의해 측정된 median frequency 값을 이용하여 근피로도 발생 여부를 알 수 있다고 하였다. 즉 초기 근육활동 시 측정된 중앙 주파수 비해 후기의 median frequency의 값이 감소할 경우 근피로도가 발생하는 경향이 있다고 추정할 수 있다. Table 8은 환자복을 입히는 동작 시 1회와 3회 때 측정된 median frequency를 분석한 결과이고, Table 9는 median frequency의 감소율을 이용하여 근육의 피로도 경향을 분석한 결과이다. A type의 환자복은 착의 동작을 반복할 때 posterior deltoid, anterior deltoid, erector spinae, medial deltoid, triceps, upper trapezius 순으로 median frequency가 각각 5.0%, 4.7%, 4.1%, 2.7%, 1.5%, 1.2% 감소하는 경향을 보였다. B type의 환자복은 어깨와 손 근육인 brachioradialis, medial deltoid, upper trapezius 순으로 median frequency가 각각 2.2%, 1.8%, 1.7% 감소하였고 C type은 triceps, erector spinae, biceps에서 median frequency가 각각 4.3%, 1.9%, 1.1% 감소하는 경향을 보였다. 본 연구에서는 착의 반복동작을 1회와 3회로 짧게 함으로써 median frequency의 감소율이 크게 나타나지는 않았지만 요양보호사가 장기간 반복적인 동작을 할 때 근육의 피로도가 증가할 수 있을 것으로 여겨진다.

Table 10, 11은 환자복 탈의 동작 시 median frequency와 median frequency의 감소율을 보여주고 있다. A type의 환자복

Table 7. Comparison of Cumulative EMG by muscle according to clothing type of dementia patients when undressing the patient (unit: $\mu V \cdot s$)

Motion task	Muscle		Design			F	
			A type	B type	C type		
Open button/zip	Upper trapezius	Mean	2003314 a	359033 b	450919 b	80.44***	
		SD	1275372	227728	481408		
	Anterior deltoid	Mean	1632625 a	301431 b	338611 b	67.84***	
		SD	1185083	279265	205581		
	Medial deltoid	Mean	1279570 a	227090 b	283721 b	53.78***	
		SD	1045323	177318	220704		
	Posterior deltoid	Mean	743989 a	358556 b	283957 b	4.88**	
		SD	662362	1077517	804393		
	Triceps	Mean	2241994 a	296954 b	405211 b	119.55***	
		SD	1254637	241712	407922		
	Biceps	Mean	947850 a	139405 b	172938 b	106.94***	
		SD	567647	129795	114242		
	Brachioradialis	Mean	1614538 a	169658 c	445717 b	99.88***	
		SD	988549	101269	269887		
	Erector spinae	Mean	716973 a	174872 b	290600 b	37.67***	
		SD	567301	141818	218112		
	Take off arms/body	Upper trapezius	Mean	1670773 b	4840208 a	4858365 a	27.04***
			SD	582329	2747467	3812262	
Anterior deltoid		Mean	1215302 c	3087234 a	2298652 b	22.18***	
		SD	878271	1829632	1745794		
Medial deltoid		Mean	1641322 b	3029106 a	3534252 a	16.37***	
		SD	1078544	1724691	2535301		
Posterior deltoid		Mean	1230865 a	3798056 a	2782378 a	2.72	
		SD	1410741	9887131	3315689		
Triceps		Mean	1369601 b	4171842 a	4075767 a	27.55***	
		SD	838825	2774538	2851535		
Biceps		Mean	840735 b	2205135 a	1998947 a	33.25***	
		SD	488956	1258071	1052017		
Brachioradialis		Mean	1115017 c	2923624 b	4688126 a	53.52***	
		SD	686347	1818040	2638118		
Erector spinae		Mean	660317 b	1459140 a	1531140 a	10.24***	
		SD	470129	1421979	1364964		
Take off legs/hip		Upper trapezius	Mean	1154454 b	1407405 ab	1816105 a	4.55*
			SD	635180	1303959	1518924	
	Anterior deltoid	Mean	932305	1010791	1136598	0.87	
		SD	737697	950627	859770		
	Medial deltoid	Mean	1248616	1115337	1601765	2.76	
		SD	1060279	1070881	1361268		
	Posterior deltoid	Mean	1005780	1514149	1492286	0.56	
		SD	1370171	4475059	2111221		
	Triceps	Mean	1306111	1791881	1884748	2.88	
		SD	901936	1969476	1162444		
	Biceps	Mean	618465 b	659970 ab	832753 a	4.64*	
		SD	353203	510020	341343		
	Brachioradialis	Mean	1142759 b	1154884 b	2017543 a	17.53***	
		SD	727291	899851	1115753		
	Erector spinae	Mean	449188 b	494813 b	760493 a	6.4**	
		SD	325532	486862	672224		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

In the alphabet, the Tukey's test showed significant differences in different characters (a>b>c).

Table 8. Median frequency results according to clothing type of dementia patients when dressing the patient (unit: Hz)

Design		Upper trapezius		Anterior deltoid		Medial deltoid		Posterior deltoid		Triceps		Biceps		Brachioradialis		Erector spinae	
		m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD
A type	put on_1	55.1	8.1	53.3	18.1	62.7	19.8	45.6	20.6	46.1	12.3	55.8	17.3	64.6	27.5	43.8	15.5
	put on_3	54.4	7.8	50.8	21.2	61.0	20.2	43.3	19.5	45.4	12.8	55.9	17.3	68.6	28.3	42.0	15.4
B type	put on_1	52.9	8.9	49.6	21.6	62.6	20.7	43.3	22.5	43.4	13.5	51.9	18.2	57.1	42.4	38.1	13.0
	put on_3	52.0	8.7	51.3	17.1	61.5	15.6	45.4	20.0	44.1	10.5	53.6	19.7	55.8	35.6	39.4	14.6
C type	put on_1	52.5	9.0	51.4	17.6	58.0	18.2	43.1	14.7	44.4	13.0	51.1	16.5	41.4	27.7	39.9	10.6
	put on_3	52.9	8.8	51.4	15.6	57.8	15.4	44.7	17.9	42.5	13.9	50.5	15.5	46.0	24.1	39.2	9.6

Table 9. Muscle fatigue results when dressing the patient (unit: %)

Design	Upper trapezius	Anterior deltoid	Medial deltoid	Posterior deltoid	tRiceps	Biceps	Brachioradialis	Erector spinae
A type	-1.2	-4.7	-2.7	-5.0	-1.5	0.1	6.1	-4.1
B type	-1.7	3.4	-1.8	4.8	1.7	3.3	-2.2	3.4
C type	0.8	0.1	-0.2	3.8	-4.3	-1.1	11.2	-1.9

Table 10. Median frequency results according to clothing type of dementia patients when undressing the patient (unit: Hz)

Design		Upper trapezius		Anterior deltoid		Medial deltoid		Posterior deltoid		Triceps		Biceps		Brachioradialis		Erector spinae	
		m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD
A type	Take off_1	50.5	13.4	52.7	20.0	65.1	23.6	45.7	21.6	41.6	15.4	55.1	21.6	65.0	28.7	41.1	20.4
	Take off_3	49.5	13.6	46.5	23.5	62.2	23.5	47.0	18.7	41.4	15.1	55.6	19.9	67.8	29.9	43.0	24.8
B type	Take off_1	52.5	14.1	54.1	20.6	62.9	24.9	43.9	24.0	45.0	14.7	56.2	23.9	58.6	32.3	39.5	15.4
	Take off_3	50.6	16.4	52.4	22.3	63.1	22.3	45.0	21.8	44.3	15.9	55.5	21.6	60.0	31.8	38.4	15.9
C type	Take off_1	51.5	14.9	48.5	22.5	61.1	22.8	46.3	17.4	41.6	16.1	55.0	20.1	43.8	28.5	37.8	12.9
	Take off_3	51.3	13.3	51.1	22.0	64.8	20.0	48.9	20.0	42.6	16.7	52.0	19.9	51.1	39.1	39.8	12.6

Table 11. Muscle fatigue results when undressing the patient (unit: %)

Design	Upper trapezius	Anterior deltoid	Medial deltoid	Posterior deltoid	Triceps	Biceps	Brachioradialis	Erector spinae
A type	-1.9	-11.7	-4.5	2.8	-0.4	0.8	4.3	4.6
B type	-3.6	-3.1	0.3	2.7	-1.7	-1.2	2.4	-3.0
C type	-0.3	5.4	6.0	5.6	2.4	-5.4	16.8	5.4

은 탈의 동작을 반복할 때 anterior deltoid, medial deltoid, upper trapezius, triceps 순으로 median frequency가 각각 11.7%, 4.5%, 1.9%, 0.4% 감소하는 경향을 보여 어깨와 위팔의 근육의 피로도가 증가할 것으로 추정된다. B type의 환자복은 upper trapezius, anterior deltoid, erector spinae, triceps, biceps 순으로 median frequency가 각각 3.6%, 3.1%, 3.0%, 1.7%, 1.2% 감소하는 경향을 보였고, C type은 biceps에서 median frequency가 5.4% 감소율로 피로도가 증가하는 것으로 나타났다. 즉 A type은 장기간 반복적인 탈의 동작을 수행할 때 어깨와 위팔 부위의 근피로도가 증가될 수 있고, B type은 어깨와 허리 부위, C type은 위팔 부위의 근피로도가 증가될 경향이 있다.

4. 결론 및 제언

본 연구는 환자복의 트임의 위치와 형태에 따른 근육 부하 및 피로도 발생을 정량적으로 측정하여 요양보호사의 인체 부

하 및 피로를 줄일 수 있는 환자복의 형태를 고찰해 보고 치매환자복 개발에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 환자복 착탈의 동작 시 근육부하 발생을 분석한 결과, C type의 환자복은 지퍼/단추 채우기 동작에서는 erector spinae 근육에서, 팔끼우기 동작에서는 brachioradialis, erector spinae 근육에서 큰 힘이 요구되는 것으로 나타났고, 몸통 둘러 입히기 동작에서는 brachioradialis, erector spinae 근육에서 큰 힘이 요구되었다. 즉 C type의 환자복을 착의시킬 경우 다른 형태의 환자복에 비해 손과 허리 근육에 많은 부하가 발생할 것으로 추정할 수 있다. B type 환자복은 몸통 둘러 입기 동작 시 어깨 및 위팔 부위에서 가장 큰 힘이 요구되었다. 지퍼/ 단추를 여는 동작에서는 A type의 환자복에서 대부분의 근육이 상대적으로 큰 힘이 요구되는 것으로 나타났는데 이는 A type은 뒤중심에 지퍼가 있어 환자복을 탈의시킬 때 우선 환자를 들어 올리거나 옆으로 돌려 눕혀야함으로 근육의 부하가 더욱 증가할 수 있을 것으로 판단된다. 팔과 몸통 빼기에서는 C

type이 anterior deltoid를 제외한 모든 근육에서 큰 힘이 요구되는 것으로 나타났다.

둘째, 치매환자복을 착의 시키는 동작을 수행할 때 환자복의 형태에 따른 근육의 에너지 사용량의 차이를 비교한 결과, 지퍼/ 단추 채우기와 팔을 끼우는 동작에서는 대체로 B type 환자복의 근육 에너지 사용량이 전반적으로 높게 나타났다. 이는 C type의 환자복에서 근육 부하(Percent MVC)가 가장 많이 발생하는 것과는 다소 상이한 결과를 나타내었다. B type은 앞목에서 오른쪽 바지 부리까지 오픈되는 긴 지퍼로 사용이 편리할 것으로 기대했지만 오히려 다른 유형의 환자복보다 지퍼를 채우고 팔을 끼우는 동작에서 근육의 에너지 사용량이 많아 장기간 반복적으로 사용할 경우 근육의 부하 발생에 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다. 몸통 둘러입히기, 다리와 엉덩이 입히기 동작에서는 상하 분리형인 C type 환자복이 거의 모든 근육의 에너지 사용량이 가장 높았지만 A와 B type은 바지 안솔기에 있는 지퍼를 오픈한 후 다리부터 끼워 위로 올릴 수 있어 상대적으로 수월한 것으로 나타났다.

셋째, 치매환자복 탈의 동작 시 근육 에너지 사용량의 분석 결과, 지퍼/단추 열기 동작에서는 A type 환자복이 모든 근육에서 에너지 사용량이 가장 높게 나타났다. 팔과 몸통을 빼는 동작에서는 B type과 C type 환자복이 거의 모든 근육의 에너지 사용량이 가장 높은 것으로 나타났다. 엉덩이의 위치가 뒤쪽에 있는 A type은 환자의 팔과 몸통 그리고 다리와 엉덩이를 빼는 동작을 수행할 때 근육 에너지 사용이 상대적으로 작았다. 이는 환자복이 원피스처럼 되어 있어 엉덩이를 들어 올리지 않고 탈의 시킬 수 있어 힘이 덜 드는 것으로 해석할 수 있다. 다만 뒤 중심에 지퍼가 있을 경우 단추/지퍼열기 동작에서 근육 사용이 증가되는 경향이 있어 이러한 점을 고려하여 엉덩이의 위치를 설계한다면 요양보호사의 신체적 부담감을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

넷째, 중앙 주파수(median frequency)를 이용하여 환자복을 착의시키는 동작을 수행할 때 환자복 형태에 따른 근피로도 발생을 분석한 결과, A type의 환자복은 posterior deltoid, anterior deltoid, erector spinae, medial deltoid, triceps, upper trapezius 순으로 median frequency가 각각 5.0%, 4.7%, 4.1%, 2.7%, 1.5%, 1.2% 감소하였고, B type의 환자복은 brachioradialis, medial deltoid, upper trapezius 순으로 median frequency가 각각 2.2%, 1.8%, 1.7% 감소하였다. C type은 triceps, biceps에서 median frequency가 각각 4.3%, 1.8% 감소율을 나타내어 근피로도가 증가하는 것을 파악하였다.

다섯째, 치매환자복을 탈의시키는 동작 시 근피로도 발생을 분석한 결과, A type의 환자복은 탈의 동작을 반복할 때 anterior deltoid, medial deltoid, upper trapezius, triceps 순으로 median frequency가 각각 11.7%, 4.5%, 1.9%, 0.4% 감소하였고, B type의 환자복은 upper trapezius, anterior deltoid, erector spinae, triceps, biceps에서 각각 3.6%, 3.1%, 3.0%, 1.7%, 1.2% 감소하였고, C type은 biceps에서 median frequency가

5.4% 감소하는 경향을 나타내어 근피로도가 증가하는 것으로 파악되었다. 본 실험은 착탈의 동작을 3회로 짧게 수행하여 median frequency의 감소율이 크게 나타나지는 않았지만 요양보호사가 장기간 반복적인 동작을 할 경우 근육의 피로도는 더욱 증가할 것으로 여겨진다.

이상의 연구결과에서 치매환자복의 형태와 트임의 위치에 따라 근육의 부하와 에너지 사용량이 유의하게 차이가 있었고, 장기간 반복적으로 환자복을 갈아입히는 업무를 수행할 때 근육별 근피로도가 발생할 경향이 있음을 파악하였다. 뒤중심 지퍼 오픈형 슈트 형태인 A type은 환자의 팔을 끼우고 빼는 동작과 몸통을 둘러 입히는 동작에서 앞 지퍼 오픈형 슈트(B type), 상하 분리형 환자복(C type)보다 상대적으로 근부하가 작았다. 중증치매환자는 대부분 누운 자세에서 환자복을 착탈의 하는데 이때 뒤쪽에 엉덩이를 오픈하면 큰 힘을 들이지 않고 환자의 팔과 몸통을 빼 수 있을 것으로 여겨진다. 다만 지퍼가 뒤 중심에 있어 지퍼를 열 때 환자를 들어 올리거나 옆으로 돌려 놓는 동작을 해야 함으로 근부하가 상대적으로 높게 나타났다. 따라서 A type의 환자복은 지퍼의 위치를 수정하면 착탈의 동작이 보다 수월해 질 것으로 판단된다. 즉 뒤중심에 있는 지퍼의 위치를 뒤쪽의 사이드로 옮길 경우 요양보호사가 환자를 들어 올리지 않고 지퍼를 열 수 있어 근부하 발생을 감소시킬 것으로 여겨진다.

본 연구는 근전도 신호를 기반으로 환자복의 트임의 위치, 형태에 따라 근육의 부하와 피로도를 정량화함으로써 추후 본 연구의 연구결과를 토대로 요양보호사의 신체적 피로를 줄일 수 있고 치매환자복 개발에 필요한 기초자료를 제공하는데 의의가 있다. 다만 본 연구가 코로나 19 팬데믹 기간에 이루어짐으로 인해 실제 요양보호사를 대상으로 실험하는데 한계가 있었고, 착탈의 실험을 3회 반복으로 짧게 수행함으로 실제 요양보호사의 업무량보다 다소 축소된 데이터로 연구결과를 일반화하는데 제한점이 있다. 후속연구로는 트임의 위치, 환자복의 형태 등을 고려하여 환자복을 개발하고 실제 요양보호사를 대상으로 사용성의 검증이 이루어져야 할 것으로 본다.

감사의 글

이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019S1A5A2A03046681).

References

- Choi, Y. J., & Sim, H. P. (2012). The related factor of job characteristics and occupational stress on musculoskeletal symptom for caregiver working in hospital. *The Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Therapy*, 18(1) 19-29.
- Jo, S. G. (2003). *Factors related with caregiver burden for dementia patient*, Unpublished master's thesis, Kosin University. Busan.
- Kim, E. S., Ahn, S. Y., Choe, S. T., & Cho, W. D. (2013). Fatigue

- measure of shoulder muscles using EMG sensor. *Proceedings of The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Sommer Conference, Korea*, pp. 43-44.
- Kim, J. J., Kim, K., Yu, C. H., Oh, S. Y., Lee, C. K., Kim, D. W., Hwang, B. H., Moon, Y. J., Jeong, G. Y., & Kwon, T. K. (2012). The fatigue analysis of urban bus driver with electromyography (EMG) analysis, *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, 29(10), 1149-1156. doi:10.7736/KSPE.2012.29.10.1149
- Kim S. O. (2018). Effects of the caring burden of caregivers who manage dementia patients on the health perception and somatic symptoms. *Journal of Digital Convergence*, 16(12), 427-440. doi:10.14400/JDC.2018.16.12.427
- Lee, N., Lee, S., Lee, B., Jung, H., & You, H. (2016). Ergonomic evaluation on handle designs of vacuum cleaner. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 60th Annual Meeting 2016*, Washington DC, US. pp. 1057-1061.
- Lee, S. M., & Lee K. O. (2014). A study on the development of adaptive clothing for the dementia patients. *Fashion & Textile Research Journal*, 16(6), 849-859. doi:10.5805/sfti.2014.16.6.849
- Lim, J. M., & Cho, O. H. (2020). Factors affecting fatigue of care helpers in long-term care facilities. *Journal of Muscle and Joint Health*, 27(2), 169-176. doi:10.5953/JMJH.2020.27.2.169
- Ministry of Health and Welfare (2019, December 16). Health and welfare statistical year book 2019, [PDF document]. *Ministry of Health and Welfare*. Retrieved January 16, 2023, from http://www.mohw.go.kr/react/gm/sgm0701vw.jsp?PAR_MENU_ID=13&MENU_ID=1304080201&CONT_SEQ=356597
- Park, J. W. (2014) *The relationship between care burden of problematic behaviors in dementia, burnout and job satisfaction for nurses working in long-term care hospitals*. Unpublished master's thesis, Kosin University, Busan.
- Park, K. A., Chung, E. Y., Lee, J. H., & Kim, H. J. (2021). Analysis of the types of dementia patients for development of clothes for dementia patient in nursing homes. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 45(5), 788-803. doi:10.5850/JKSCT.2021.45.5.788
- Park, S. J., Ham, J. H., & Min, K. A. (2016). Consideration of care workers job stress and musculoskeletal disorder. *Research Journal of Complementary and Alternative Medicine*, 7(7), 71-77. doi:10.5850/JKSCT.2021.45.5.788
- Ryou, E. J., Park, H. W., & Bae, H. S. (2006a) The clothing wearing conditions of dementia inpatients. *International Journal of Human Ecology*, 44(4), 123-131.
- Ryou, E. J., Park, H. W., Bae, H. S., & Kwon, J. C. (2006b) A Study on the clothing behavior of dementia inpatient. *Journal of Korean Society of Clothing and Textile*, 30(8), 1253-1262.
- Seo, S. L. & Kim, J. S. (2000). EMG assessment of muscle fatigue on sloping ground when lifting. *Journal of the Korea Industrial Information Systems Society*, 5(2), 1-8.

(Received February 14, 2023; 1st Revised March 3, 2023; 2nd Revised March 22, 2023; Accepted March 27, 2023)