

Comparison of EMG Activity during Horticulture Motion and Rehabilitation Motion of Upper Limb

Seong-Kwang Yoo^a, Seung-Hwa Jung^a, Jae-Soon Kim^b, Sun-Jin Jeong^c, Yong-Ku Kang^c, Yeo-Jin Jeong^d, Eun-Ha Yoo^{c*} and Dae-Sung Park^{a*}

^aDepartment of Physical Therapy, Konyang University, Daejeon, Republic of Korea

^bTechnology Cooperation Bureau, Rural Development Administration, Jeonju, Jeollabuk-do, Republic of Korea

^cUrban Agriculture Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Wanju, Jeollabuk-do, Republic of Korea

^dDepartment of Horticulture, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Gyeongsangbuk-do, Republic of Korea

*These authors have equally contributed to this study as co-correspondence.

Objective: The purpose of this study is to compare EMG activity during horticulture motion and upper limb rehabilitation motion, to confirm whether horticulture motion is suitable for upper extremity rehabilitation of hemiparesis.

Design: Three-group cross-sectional design.

Methods: The 45 subjects were divided into three groups: hemiparesis (n = 15), elderly (n = 15) and healthy (n = 15). We have recorded EMG signals of six upper limb muscles Upper trapezius (UT), Middle deltoid (MD), Anterior deltoid (AD), Biceps brachii (BB), Triceps brachii (TB), Brachioradialis (BR) during horticultural motions and three upper limb rehabilitative motions. The dependent variables were peak EMG, integral EMG, co-contraction ratio. A two-way repeated measures ANOVA was used to compare the horticultural motion and rehabilitation motion of the three groups.

Results: The peak EMG was significantly different in MD, AD, BB, TB according to the motion (p < 0.05), and the UT, BB were significant differences according to the group (p < 0.05). The integral EMG was significantly different in MD, AD, BB, TB, BR according to the motion (p < 0.05), and the BB were significant differences according to the group (p < 0.05). The co-contraction ratio was significantly different in TB/BB according of the motion, and there was no difference between the groups.

Conclusions: As a result of this study, horticultural motion alone was insufficient for upper arm rehabilitation, and horticultural motion alone was insufficient to induce continuous activity of the forearm.

Key Words: Horticultural therapy, Upper extremity, Stroke rehabilitation, Electromyography

서론

편마비 환자들은 신체 능력의 저하와 정서적 불안정 등으로 인해 신체 활동 시간이 적고[1,2], 인지 능력의 감소와 우울, 정서적 불안정, 고독감, 분노 경향성 등으로 인해 정서적인 지지를 필요로 한다[3]. 편마비 환자의 경우 마비측 상지 기능 약화가 흔히 나타나며 정상으로 회복되는 비율은 20% 미만이다[4]. 상지 기능 약화를 보이는 경우 과제 수행 시 느린 움직임, 협응능력의 저하의 문제점을 보이며[5], 사물을 향해 손뻗기, 사물 조작

하기 등의 과제수행능력의 저하가 뚜렷하게 나타난다[6]. 따라서 편마비 환자의 상지 재활을 위해 상지에르고 미터와 밀기 동작 등 다양한 상지 재활 동작들이 필수적이다. 또한 최근 들어 상지 재활의 일환으로 편마비 환자를 위한 원예요법 치료 적용이 늘어나고 있다[7].

원예치료는 식물 및 원예활동과 관련된 전문적인 기술과 방법을 동원하여 심리적 또는 신체적 적응력을 기르고, 이를 통해 정신적 회복을 포함한 상지 기능 재발을 추구하는 전문적인 활동이다[8]. 원예치료는 뇌졸중 후 편마비 환자의 자아 존중감, 무력감, 지각기능에 효

Received: Oct 20, 2022 Revised: Nov 28, 2022 Accepted: Dec 5, 2022

Corresponding author: Dae-Sung Park (ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4258-0878>)

Department of Physical Therapy, Konyang University, Daejeon, Republic of Korea

Tel:

E-mail: daeric@naver.com

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2022 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

과적이며[9], 원예활동 과정에 필요한 정교한 손동작으로 노인들의 손가락이나 손의 기능회복에 효과적이다[10]. 원예치료 종류 중 하나인 꽃꽂이 동작은 말기 암환자들의 절망감을 현저히 감소시키고, 자아 존중감을 향상시킨 것으로 나타났다[11].

독립적인 일상생활을 영위하는데 있어서 편마비 환자에게 상지 기능은 중요하다. 따라서 상지의 운동기능을 기초로 작업수행 동작분석이 매우 중요하게 다루어지고 있다[12]. 특히 재활치료에서는 필수적으로 상지의 정상적인 움직임에 이해하여야 하는데, 이는 손상된 부분의 재활치료 뿐만 아니라 움직임에 대한 중재 계획을 세우는데 도움이 되기 때문이다[12].

따라서 본 연구에서는 편마비 장애인과 노인, 건강한 성인을 대상으로 원예 동작과 상지 재활 동작 수행 시 근전도 측정으로 얻어진 데이터 값을 비교 분석하여 원예 동작이 편마비 장애인의 상지 재활에 적합인지 확인하고, 편마비 장애인의 원예 동작을 이용한 상지 재활 프로그램 개발에 기초자료로 활용하고자 한다.

연구방법

연구대상자

본 연구의 대상자는 대전 서구에 거주하는 주민을 대상으로 연구 목적과 내용을 이해하고 자발적인 연구 참여 의사를 밝힌 자를 대상으로 하였다. 대상자 모집은 대전 지역 동사무소, 아파트 관리소, 복지관 게시판의 모집공고를 부착하여 실시하였다. 편마비 장애인 선정 기준은 편마비 발생 6개월 이상인 자, 보조기 유무와 상관없이 독립적인 보행이 가능한 자, 마비측 어깨를 앞으로 90°까지 굽힘이 가능한 자로 하였다. 노인 선정 기준은 65세 이상의 연령대로 마비 또는 심각한 균형장애가 없는 자, 독립적인 보행이 가능한 자, 어깨를 앞으로 90°까지 굽힘이 가능한 자로 하였다. 건강한 성인은 성별에 관계없이 20~30대인 경우를 선정기준으로 하였다. 모든 연구 대상자 중 당뇨병과 같은 골밀도에 영향을 미치는 질환이 있는 자, 기타 관절 가동범위와 근력의 영향을 미치는 근골격계 통증이 있는 자는 연구에서 제외되었다.

연구절차

본 연구는 단면 조사연구(Cross-sectional study) 설계로 편마비 진단을 받은 환자 15명, 지역사회 거주 노인 15명, 그리고 건강한 성인 15명을 대상으로 하였다. 모집된 대상자 중 선정, 제외기준에 부합하는 연구 대상자

를 선별하였다. 이후 편마비 장애인은 마비측 손, 노인 과 건강한 성인은 우세측 손 바로 옆에 위치한 스위치 위에 손을 올려놓고 편안하게 앉은 상태에서 시작한다. 실험자의 신호에 맞추어 대상자는 스위치에서 손을 떼고 9가지 원예 동작과 3가지 상지 재활 동작을 순서대로 시행하였다. 스위치에서 손이 떨어지는 시점을 동작 시작 시점으로 설정하고 동작을 마친 후 다시 스위치를 누르는 시점을 동작 종료 시점으로 정하였다. 동작을 수행하는 동안 6가지 상지 근육에 근전도 장비를 사용하여 최대 활성화도, 적분 근전도, 근 활성화 비 평균, 공동 수축비, 동작 수행 시간의 변화를 측정하였다. 각 동작 전 1회씩 연습기회를 제공하였으며 이후 각 동작을 1회씩 수행하도록 하였다. 실험 전 모든 대상자는 본 연구의 내용을 충분히 이해하고 연구 동의서를 작성하였고, 건양대학교 기관 생명윤리위원회의 심의(IRB: KYU-2021-09-019-001)를 받고 실시하였다.

원예 동작(Horticulture motion)

원예동작은 총 9가지로 화분에 흙 채우기, 화분에 씨 뿌리기, 선반에 있는 화분 가져오기, 화분에 있는 모종 빈 화분에 넣기, 모종에 있는 흙을 상자에 털기, 잎 떼어내기, 줄기 꺾기, 물 주기, 선반 들기로 구성되었다(Table 1).

상지 재활 동작(Upper limb rehabilitation motion)

상지 재활 동작은 뇌졸중 환자의 상지 재활을 위해 안전하고 효과적인 상지에르고미터와 기능적 뺨기 향상을 위해 사용하는 밀기 동작을 선정하였다[13, 14]. 상지에르고미터 5회, 50° 밀기 3회, 0° 밀기 3회로 구성하였다(Table 1).

측정 및 평가방법

상지 근육 근전도 측정은 8채널 무선 표면 근전도 장비(Telemyo DTS, Noraxon Inc, USA)를 사용하였으며, 움직임의 시작과 끝을 동시에 기록하기 위해 풋스위치(Footswitch FSR SmartLead, Noraxon Inc, USA)와 버튼(Swing button, Mintosys Inc, Korea)을 결합 제작하여 연결하였다(Figure 1). 편마비 장애인의 경우 마비측, 노인과 건강한 성인은 우세 측 위등세모근(Upper trapezius), 중간 어깨세모근(Middle deltoid), 앞쪽 어깨세모근(Anterior deltoid), 위팔 두갈래근(Biceps brachii), 위팔 세갈래근(Triceps brachii), 위팔 노근(Brachioradialis)에 근전도 전극을 부착하였다. 전극은 1회용 Ag/AgCl 전극을 사용하였으며, 정확한 근전도 측정을 위해 알코

Table 1. Horticulture motion and Upper limb rehabilitation motion

원에 동작	
1. 화분에 흙 채우기	팟스위치에서 손을 떼 후 마비 측(우세 측) 위치한 상자 안에 흙 삽을 이용하여 대상자 앞 위치한 빈 화분에 흙을 채운 후 팟스위치를 누른다.
2. 화분에 씨 뿌리기	팟스위치에서 손을 떼 후 대상자 앞 위치한 씨앗을 집어 대상자 앞 화분에 넣는다.
3. 선반에 있는 화분 가져오기	팟스위치에서 손을 떼 후 대상자 팔길이 기준 90% 위치한 선반에서 화분을 대상자 앞으로 가져온 후 팟스위치를 누른다.
4. 화분에 있는 모종 빈 화분에 넣기	팟스위치에서 손을 떼 후 대상자 앞에 있는 화분에 모종을 빈 화분에 옮겨 넣은 후 팟스위치를 누른다.
5. 모종에 있는 흙을 상자에 털기	팟스위치에서 손을 떼 후 앞에 있는 모종의 흙을 마비 측(우세 측)의 위치한 상자에 털 후 팟스위치를 누른다.
6. 잎 떼어내기	팟스위치에서 손을 떼 후 대상자 앞 식물의 잎을 떼어낸 후 팟스위치를 누른다.
7. 줄기 꺾기	팟스위치에서 손을 떼 후 대상자 앞 식물의 줄기를 꺾은 후 팟스위치를 누른다.
8. 물 주기	팟스위치에서 손을 떼 후 대상자 앞 물통으로 팔길이 기준 90% 위치한 선반에 가운데 위치한 화분에 물을 준 후 팟스위치를 누른다.
9. 선반 들기	팟스위치에서 손을 떼 후 대상자 앞쪽 선반을 가슴높이로 올린 상태로 3초간 유지 후 내려놓고 팟스위치를 누른다.
상지 재활 동작	
10. 상지에르고미터 5회	대상자가 상지에르고미터에 손을 올려놓은 상태에서 측정자가 팟스위치에서 손을 떼 후 대상자는 상지에르고미터 5회를 시행한다. 이후 측정자는 팟스위치를 누른다.
11. 50° 밀기 3회	대상자가 밀기 기구에 손을 올려놓은 상태에서 측정자가 팟스위치에서 손을 대상자가 떼 후 대상자는 밀기 동작 3회 시행한다. 이후 측정자는 팟스위치를 누른다.
12. 0° 밀기 3회	대상자가 밀기 기구에 손을 올려놓은 상태에서 측정자가 팟스위치에서 손을 대상자가 떼 후 대상자는 밀기 동작 3회 시행한다. 이후 측정자는 팟스위치를 누른다.

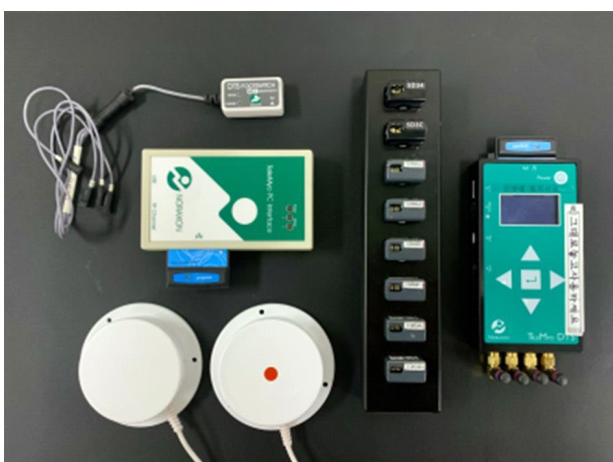


Figure 1. Wireless surface electromyography system

올로 깨끗이 한 후 면도날을 이용하여 털을 제거하였다. 전극 간 거리는 2cm로 근섬유에 평행하게 표면에 부착하였다. 위 등세모근은 7번 척추뼈와 어깨뼈의 봉우리

돌기의 중간, 중간세모근은 위팔 가쪽면 봉우리돌기의 약 3cm 아래, 앞세모근은 위팔 앞쪽 빗장뼈의 4cm 아래, 위팔 두갈래근은 대상자가 아래팔을 뒤침한 상태로 굽힐 때 나타나는 근육 덩어리 중간, 위팔 세갈래근은 봉우리 돌기와 팔꿈치 머리의 가운데, 위팔 노근은 가쪽 위관절용기에서 4cm 안쪽에 부착하였다[15]. 기준 수축 (Reference voluntary contraction, RVC) 값은 마비 측 (우세 측) 팔을 10초간 90° 굽힘을 유지하는 것으로 측정하였다. 이후 대상자는 앉은 자세에서 양발을 바닥에 붙인 상태에서 무릎의 굽힘 각도가 90°가 되도록 의자의 높이를 조절하였다. 편안하게 앉은 상태에서 테이블 위에 양손을 편안하게 올려놓은 상태로 어깨 관절 굽힘 각도 0°~30°, 팔꿈치 관절 굽힘 각도 70°~90°를 유지하였다. 실험 동작에서 시작과 끝을 알기 위해 책상에 올려놓은 마비 측(노인, 건강한 성인은 우세 측) 손 위치에 스위치를 위치하였다. 원에 동작을 시행하는 대상자 앞쪽 선반은 환자의 팔 길이의 몸쪽 10% 지점에 위치시키고 화분이 들어있는 선반은 환자의 팔 길이에 몸



Figure 2. Experimental setup for horiculture motion and electrodes

쪽 80% 지점에 위치시켰다(Figure 2). 마비측(우세측) 손을 스위치 위에 올려놓고 편안하게 앉은 상태에서 시작 신호에 맞추어 스위치에서 손을 떼고 원예 동작 9가지와 상지 재활 동작 3가지를 실시하였다. 스위치에서 손이 떨어지는 지점을 동작의 시작 지점으로 설정하고 동작을 마친 후 다시 스위치를 누르면 동작의 끝 지점으로 하여 이동시간을 측정하였다.

데이터 처리 및 분석

본 연구에서는 근전도 전용 소프트웨어(Myo-research XP Master 1.06 software, Noraxon, Scottsdale, USA)를 사용하였다. 데이터의 신호율(Sampling rate)은 1500Hz로 설정하였다. 300ms 제곱근 평균 제곱(Root mean square, RMS)으로 평활화(Smoothing) 후 전파정류(Full wave rectification)하고 10-450Hz의 대역통과 필터(Band-pass filter)로 설정하였다. 이후 RVC 측정에서 얻어낸 최댓값(Peak)을 이용하여 %RVC로 정규화(Normalization)하였다. 수집된 근전도 데이터를 이용하여 다음 변수들을 분석하였다. 최대 활성도는 동작 수행 시 수집되는 %RVC 근전도 데이터 중 최대의 값으로 하였다. 적분 근전도 값은 동작의 시작부터 끝까지의 %RVC 근전도

데이터를 적분하였다. 적분 근전도 값의 증가는 동작 수행 동안 해당 근육 사용의 증가를 의미한다. 공동 수축비는 각 근육의 적분 값을 구한 후 '대항근 적분/주동근 적분*100', '협력근 적분/작용근 적분*100'으로 공동 수축비를 정하였다[16]. 공동 수축비 값의 감소는 주동근과 작용근의 사용의 증가를 의미한다. 본 연구에서 대항근과 주동근은 위팔 세갈래근/위팔 두갈래근(Triceps brachii/Biceps brachii), 협력근과 작용근은 중간 어깨세모근/앞쪽 어깨세모근(Middle deltoid/Anterior deltoid)으로 설정하였다.

통계방법

모든 자료는 SPSS 통계 프로그램(Version 18.0, SPSS Inc, Chicago, USA)을 사용하여 처리하였다. 세 그룹 간 일반적 특성의 차이를 검정하기 위해 일원 배치 분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였다. 세 그룹의 원예 동작과 상지 재활 동작을 비교하기 위해 9개의 원예 동작의 데이터 값의 평균과 3개의 상지 재활 동작의 데이터 값의 평균을 이용하여 각각 원예 동작과 상지 재활 동작으로 설정 후 이원 배치 반복측정 분산분석(Two-way repeated ANOVA)을 실시하였으며, 사후 검정(Post-hoc analysis)을 위해 본페로니(Bonferroni) 방법을 적용하여 그룹 간 차이를 검정하였다. 모든 통계 분석의 유의 수준은 .05로 설정하였다.

연구결과

일반적 특성에서 평균연령은 편마비 그룹 60.06세, 노인 그룹 74.33세, 건강한 성인 21.93세로 집단별 차이가 있었다. 신장에서는 편마비 그룹 163.73cm, 노인 그룹 158.32cm, 건강한 성인 그룹 170.526cm로 유의한 차이가 있었다. 체중에서는 편마비 그룹 67.28kg, 노인 그룹 58.29kg, 건강한 성인 그룹 64.026kg으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

세 그룹의 원예 동작과 재활 동작 시 최대 근활성도는 동작에 따라 중간 어깨세모근, 앞쪽 어깨세모근, 위팔 두갈래근, 위팔 세갈래근에서 유의한 차이가 있었으며 ($p < .05$), 그룹에 따라 위 등세모근, 위팔 두갈래근에서 유의한 차이가 있었다. 동작과 그룹의 교호 작용은 앞쪽 어깨세모근, 위팔 두갈래근에서 유의하였다($p < .05$). 사후분석 결과 위팔 두갈래근에서 건강한 성인그룹과 노인그룹, 건강한 성인 그룹과 편마비그룹에서 차이가 있었다($p < .05$)(Table 3).

Table 2. General characteristics of the subjects

(N=45)

Characteristics	Hemiparesis (n=15)	Elderly (n=15)	Healthy (n=15)	F
Gender (male/female)	10/5	7/8	7/8	—
Age (years)	60.06±13.37	74.33±7.72	21.93±1.49	133.743*
Height (cm)	163.73±10.11	158.32±6.94	170.53±9.68	6.854*
Weight (kg)	67.28±14.67	58.29±7.27	64.03±13.52	2.100
Affected side or Dominant side (L/R)	5/10	1/14	2/13	—
Duration (years)	7.338 ± 7.661	—	—	—

*p < .05

Table 3. Two-way repeated ANOVA of peak EMG

(N=45)

Peak EMG	Mean(SD)			Two way repeated ANOVA			Post hoc analysis			
				Motion	Group	M*T	H-E	H-H'	H'-E	
	Hemiparesis	Elderly	Healthy	p	p	p	p	p	p	
UT (%)	Horticulture	117.91(44.90)	146.84(39.99)	363.76(483.02)	N/S	.048*	N/S	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	113.65(44.83)	139.64(61.19)	241.85(270.68)						
MD (%)	Horticulture	99.13(41.23)	75.81(24.99)	97.56(84.99)	<.001*	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	180.99(202.19)	154.65(64.57)	137.73(69.97)						
AD (%)	Horticulture	72.34(35.86)	66.47(18.84)	77.02(15.65)	<.001*	N/S	.002*	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	103.01(33.85)	138.01(41.57)	140.10(35.23)						
BB (%)	Horticulture	130.24(73.14)	220.40(105.99)	467.15(398.21)	<.001*	.002*	.005*	.023*	.002*	N/S
	Rehabilitation	119.43(35.93)	156.64(58.68)	300.49(248.50)						
TB (%)	Horticulture	101.45(97.84)	113.19(68.41)	185.00(123.09)	<.001*	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	322.82(243.20)	493.01(285.35)	597.27(492.35)						
BR (%)	Horticulture	250.84(288.10)	503.88(222.97)	514.74(447.82)	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	343.08(427.64)	511.54(543.68)	413.30(328.97)						

UT: Upper Trapezius, MD: Middle Deltoid, AD: Anterior Deltoid, BB: Biceps Brachii, TB: Triceps Brachii,

BR: Brachioradialis, M*T: Motion x Task, H-E: Hemiparesis-Elderly,

H-H': Hemiparesis-Healthy, H'-E: Healthy-Elderly, N/S: Non-significant, *: p < .05

세 그룹의 원예 동작과 재활 동작 시 적분 근전도는 동작에 따라 중간 어깨세모근, 앞쪽 어깨세모근, 위팔 두갈래근, 위팔 세갈래근, 위팔 노근에서 유의한 차이가 있었으며(p < .05), 그룹에 따라 위팔 두갈래근에서 유의한 차이가 있었다. 동작과 그룹의 교호 작용은 위팔 두갈래근에서 유의하였다(p < .05). 사후분석 결과 그룹 간 차이는 없었다(p < .05)(Table 4).

세 그룹의 원예 동작과 재활 동작 시 공동 수축비는 동작에 따라 위팔 세갈래근/위팔 두갈래근이 유의한 차이가 있었고 그룹간에 차이는 없었다(p < .05)(Table 5).

고찰

근전도 데이터 중 최대 활성도는 원예 동작과 상지 재활 동작 시 전기적 신호가 가장 높게 나타내는 지표로 근육마다 최대의 값을 표현한 지표이다. 선행연구에서 건강한 성인의 식물 심기 동작 시 상지 근육의 최대 활성도를 분석한 결과, 위 등세모근 178.5μV, 위팔 세갈래근 27.6μV, 위팔 두갈래근 93.8μV, 위팔 노근 69.8μV의 결과를 보였다[17]. 하지만 본 연구의 편마비 그룹에서는 원예 동작 시 위팔 노근이 250.84%, 위팔

Table 4. Two-way repeated ANOVA of integral EMG (N=45)

Peak EMG		Mean(SD)			Two way repeated ANOVA			Post hoc analysis		
					Motion	Group	M*G	H-E	H-H'	H'-E
		Hemiparesis	Elderly	Healthy	p	p	p	p	p	p
UT (%)	Horticulture	45.22(21.39)	38.88(13.13)	71.44(78.72)	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	42.71(29.01)	35.84(15.38)	48.09(48.53)						
MD (%)	Horticulture	28.88(12.43)	18.16(6.39)	23.01(10.64)	.011*	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	62.33(92.96)	32.86(12.73)	33.85(21.28)						
AD (%)	Horticulture	24.60(10.05)	17.10(7.98)	16.43(4.27)	<.001*	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	34.66(16.05)	30.85(11.52)	29.43(7.87)						
BB (%)	Horticulture	43.12(21.01)	48.56(27.84)	88.25(77.18)	.001*	.047*	.022*	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	44.23(32.20)	32.20(15.50)	57.73(47.46)						
TB (%)	Horticulture	28.29(27.00)	24.90(15.50)	32.00(19.43)	<.001*	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	119.36(107.10)	91.45(46.70)	118.49(86.80)						
BR (%)	Horticulture	55.53(41.18)	101.15(46.45)	91.84(76.66)	.033*	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	101.02(95.26)	101.57(72.42)	106.61(98.26)						

UT: Upper Trapezius, MD: Middle Deltoid, AD: Anterior Deltoid, BB: Biceps Brachii, TB: Triceps Brachii, BR: Brachioradialis, M*G: Motion x Group, H-E: Hemiparesis-Elderly, H-H': Hemiparesis-Healthy, H'-E: Healthy-Elderly, N/S: Non-significant, *: p < .05

Table 5. Two-way repeated ANOVA of Co-contraction ratio of EMG (N=45)

Peak EMG		Mean(SD)			Two way repeated ANOVA			Post hoc analysis		
					Motion	Group	M*G	H-E	H-H'	H'-E
		Hemiparesis	Elderly	Healthy	p	p	p	p	p	p
M / A (%)	Horticulture	52.11(8.49)	49.48(12.06)	53.91(8.97)	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	56.28(14.07)	50.59(10.73)	51.73(13.27)						
T / B (%)	Horticulture	35.54(14.16)	34.78(12.69)	33.71(21.03)	<.001*	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
	Rehabilitation	63.36(18.28)	69.89(9.00)	63.19(23.34)						

M/A: Middle deltoid/Anterior deltoid, T/B: Triceps brachii/Biceps brachii, M*G: Motion x Group, H-E: Hemiparesis-Elderly, H-H': Hemiparesis-Healthy, H'-E: Healthy-Elderly, N/S: Non-significant, *: p < .05

두갈래근이 130.24%, 위 등세모근이 117.91%의 최대 활성도 순서를 보였다. 이는 본 연구에서 최대 활성도의 기준이 된 RVC 값을 얻기 위한 자세 특성으로 인해 나타난 차이라고 생각되며 이를 고려하더라도 원예 동작 시 위 등세모근, 위팔 두갈래근, 위팔 노근의 높은 의존도를 보임으로 해석할 수 있다[18]. 또한 본 연구에서 상지 재활 동작과 원예 동작의 최대 활성도 비교 결과 위등세모근과 위팔 노근에서 동작 간에 차이를 보이지

않았다. 하지만 위등세모근의 경우 그룹간의 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과는 대상자에 상관없이 원예 동작은 아래팔을 강하게 사용하는 동작이며, 상지 재활 동작과 비교하였을 때에도 아래팔의 활성도에는 큰 차이가 없으므로 해석할 수 있다. 이와 같은 결과를 바탕으로 편마비 장애인의 아래팔 재활을 위해 원예동작이 유용할 것으로 생각된다. 또한 사후분석 결과 유일하게 위팔 두갈래근에서 건강한 성인과 노인, 편마비 장애인의

최대 활성화도 값에서 유의한 차이를 보였으며 건강한 성인에 비해 다른 두 그룹의 최대 활성화도가 낮게 기록됨을 확인할 수 있었다. 이는 노화로 인해 나타나는 운동 특징인 다관절움직임(Multi-joint movement) 결손과 소근육보다는 상대적으로 대근육에 의존하는 경향이 반영된 결과라고 생각된다[19]. 그 결과 물체를 향해 손을 뻗을 때 몸쪽근육의 사용이 위팔두갈래근 최대 근활성도 감소의 원인이라고 생각된다.

적분 근전도 값은 동작 수행 전체 시간의 근전도 값을 적분한 값으로 동작 수행 시간과 근전도 신호의 영향을 받는 지표이며 전체 근전도 활성화의 총 합을 나타낸다. 본 연구 결과에서 위 등세모근은 상지 재활 동작과 원예 동작간의 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 위팔을 들어 올릴 시 지속적인 어깨관절의 안정화 역할을 하는 위 등세모근의 특징으로 인해 두 동작간에 차이를 보이지 않은 것으로 생각한다[20]. 하지만 위 등세모근을 제외한 나머지 근육에서 모두 동작간의 차이가 존재했다. 중간 어깨세모근과 앞쪽 어깨세모근은 세 그룹 모두에서 상지 재활 동작이 원예 재활 동작보다 높은 적분 근전도 값을 보였다. 이는 상대적으로 상지 재활 동작보다 원예 재활 동작이 위팔 관절 움직임이 적고, 이로 인해 위팔 어깨 관절의 동적인 안정성 역할을 하는 중간 어깨세모근과 앞쪽 어깨세모근의 작용이 줄어든 것으로 생각할 수 있다[21]. 위팔 두갈래근은 동작과 그룹 모두에서 차이를 보였는데, 이는 편마비 그룹의 대표적인 양상인 팔꿈치 굽힘과 옆침 근육의 경직(Spasticity)으로 인해 원예 동작시 건강한 성인 그룹에 비해 위팔 두갈래근의 적분 근전도 값이 낮은 것으로 생각한다[22]. 또한 모든 그룹의 원예 동작 시 위팔 세갈래근 적분 근전도가 현저히 낮았다. 이는 상지 재활 동작 대비 어깨 관절과 팔꿈치 관절의 펌 동작이 부족한 원예 동작의 특징으로, 위팔 세갈래근의 참여가 제한되는 것으로 생각할 수 있다[23]. 위팔 노근은 건강한 성인 그룹과 노인 그룹의 원예 동작 대비 상지 재활 동작이 각 91.84/106.61, 101.15/101.57로 근사한 적분 값을 보였지만, 편마비 그룹에서는 55.53/101.02로 큰 차이를 보였다. 이는 선행연구 결과와 같이 원예 동작시 위팔 노근의 근전도는 상지 재활 동작에서는 지속적으로 사용되지만, 편마비 그룹은 운동 조절 손상 등의 특징으로 인한 지속적인 동원의 부재로 낮은 적분 근전도 값을 보인 것으로 해석할 수 있다[15, 18, 24].

공동수축비는 주동근과 협력근, 주동근과 대항근의 수축하는 비율을 나타내는 지표로 많이 사용하며 적분을 이용하여 계산하였다[16]. 중간 어깨세모근/앞쪽 어깨세모근의 공동 수축비는 그룹, 동작 간 유의한 차이는 없었다. 이는 편마비 정도에 따라 근육의 협력 비율이

달라지는 특성이 반영된 것이라고 생각된다[25]. 본 연구에 참여한 편마비 장애인의 발병일이 평균 7.338년으로 오랜 시간 재활 및 일상생활에 참여를 하였고, 이를 통해 낮은 수준의 장애를 보였기 때문에 나타난 결과라고 생각된다. 반대로 위팔 세갈래근/위팔 두갈래근의 공동 수축비는 동작 간 유의한 차이를 보였다. 선행연구에 따르면 편마비 환자의 경우 운동 능력 저하로 앞으로 뻗기 동작 시 위팔 세갈래근/위팔 두갈래근의 낮은 공동 수축비를 보인다고 하였으며 더 나은 수행능력은 위팔 세갈래근의 높은 활성화도 및 높은 공동수축비와 관련이 있다고 하였다[26]. 하지만 본 연구 결과 값을 비교해보았을 때 세 그룹 모두 상지 재활 동작보다 원예 동작의 공동 수축비가 큰 차이로 낮은 값을 보였으며 그룹간 차이를 보이지 않았다. 이는 원예동작에서 위팔 세갈래근의 역할이 크지 않은 것이라고 해석할 수 있겠다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 각 그룹을 대표하기에 대상자의 수가 비교적 적었다. 둘째, 상지 재활 동작을 3가지로 정의함으로 다양한 재활 동작 및 일상생활 동작을 원예 동작과 비교 관찰할 수 없었다. 셋째, 편마비 장애인의 선정기준을 마비 정도에 따라 분류하지 않아 본 연구 결과를 편마비 장애인의 원예동작으로 일반화하기 어렵다는 점을 생각해볼 수 있다. 이러한 점들을 고려하여 더 많은 대상자 선정, 다양한 상지 재활 동작 및 일상생활 동작과 원예 동작의 비교, 편마비 정도에 따른 대상자 분류를 통해 추가 연구가 이루어진다면 더욱 의미있는 결과를 도출할 수 있을 것이다.

결론

본 연구는 편마비 장애인, 노인, 건강한 성인의 원예 동작과 상지 재활동작의 특성을 비교하여 원예동작이 편마비 장애인의 상지 재활에 적합한지 확인하고자 실시되었다. 그 결과원예동작만으로 위팔 재활에는 부족함이 있으며, 위팔노근의 최대 활성화도는 상지 재활동작과 차이를 보이지 않지만 적분 값에서 차이를 보이는 것으로 보아 원예동작만으로는 아래팔의 지속적인 참여를 이끌어내기에는 부족함이 있었다. 본 연구 결과를 기초자료로 삼아편마비 장애인의 원예 치료 프로그램 개발에 활용할 수 있을 것이라 생각된다.

Acknowledgment

This study was supported by the 2021 Horticultural and Herbal Science Program of the National Institute of Horticultural and Herbal Science of the Rural

Development Administration (PJ01603901).

참고문헌

1. Kunkel D, Fitton C, Burnett M, Ashburn A. Physical inactivity post-stroke: a 3-year longitudinal study. *DisabilRehabil.* 2015;37(4):304-10.
2. Botö S, Buvarp DJ, Hansson PO, Sunnerhagen KS, Persson CU. Physical inactivity after stroke: Incidence and early predictors based on 190 individuals in a 1-year follow-up of the Fall Study of Gothenburg. *J Rehabil Med.* 2021;53(9).
3. Kim Y, Kim WS, Koh K, Yoon B, Damiano DL, Shim JK. Deficits in motor abilities for multi-finger force control in hemiparetic stroke survivors. *Exp Brain Res.* 2016;234(8):2391-402.
4. Jan S, Arsh A, Darain H, Gul S. A randomized control trial comparing the effects of motor relearning programme and mirror therapy for improving upper limb motor functions in stroke patients. *J Pak Med Assoc.* 2019;69(9):1242-5.
5. Hussain N, Alt Murphy M, Sunnerhagen KS. Upper Limb Kinematics in Stroke and Healthy Controls Using Target-to-Target Task in Virtual Reality. *Front Neurol.* 2018;9(300).
6. Mackey AH, Walt SE, Lobb GA, Stott NS. Reliability of upper and lower limb three-dimensional kinematics in children with hemiplegia. *Gait Posture.* 2005;22(1):1-9.
7. Kuo LM, Tsai WC, Chiu MJ, Tang LY, Lee HJ, Shyu YL. Cognitive dysfunction predicts worse health-related quality of life for older stroke survivors: a nationwide population-based survey in Taiwan. *Aging Ment Health.* 2019;23(3):305-10.
8. Son K-C, Cho MK, Song JE, Kim SY, Lee SS. Practice of professional horticultural therapy. 1st ed. Seoul: Coobook; 2006.
9. Kim SY, Son KC, Jung H, Yoo JH, Kim BS, Park SW. Effect of Horticultural Therapy on Functional Rehabilitation in Hemiplegic Patients after Stroke. *Hortic Sci Technol.* 2003;44:780-5.
10. Kang SJ. Evaluation of the effects of horticultural therapy on physical ability in elderly people. Master's thesis. Seoul: Yonsei University; 2002.
11. Tak YS. The effect of horticultural therapy using the flower arrangement in center: Terminal cancer patients. Master's thesis. Gwangju: Honam University; 2004.
12. Cooper JE, Shwedyk E, Quanbury AO. Elbow joint restriction: Effect on functional upper limb motion during performance of three feeding activities. *Arch Phys Med Rehabil.* 1993;74:305-9. 1993.
13. Veldema J, Jansen P. Ergometer Training in Stroke Rehabilitation: Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2020;101(4):674-89.
14. Thielman G, Kaminski T, Gentile AM. Rehabilitation of reaching after stroke: comparing 2 training protocols utilizing trunk restraint. *Neurorehab neural re.* 2008;22(6):697-705.
15. Criswell E. Cram's introduction to surface electromyography. MA, 2nd ed. Jones & Bartlett publishers; 2010
16. Kellis E, Arabatzi F, Papadopoulos C. Muscle co-activation around the knee in drop jumping using the co-contraction index. *J ElectromyogrKinesiol.* 2003;13(3):229-38.
17. Park SA, Oh SR, Lee KS, Son KC. Electromyographic Analysis of Upper Limb and Hand Muscles during Horticultural Activity Motions. *Horttechnology.* 2013;23(1):51-6.
18. Yu B, Zhang X, Cheng Y, Liu L, YanJiang, Wang Jet al. The Effects of the Biceps Brachii and Brachioradialis on Elbow Flexor Muscle Strength and Spasticity in Stroke Patients. *Neural plasticity.* 2022;2022:1295908.
19. Seidler RD, Alberts JL, Stelmach GE. Changes in multi-joint performance with age. *Motor control.* 2002;6(1):19-31.
20. Camargo PR, Neumann DA. Kinesiological considerations for targeting activation of scapulothoracic muscles - part 2: trapezius. *Braz J Phys Ther.* 2019;23(6):467-75.
21. Hawkes DH, Alizadehkhayat O, Fisher AC, Kemp GJ, Roebuck MM, Frostick SP. Normal shoulder muscular activation and co-ordination during a shoulder elevation task based on activities of daily living: an electromyographic study. *J Orthop Res.* 2012;30(1):53-60.
22. Gharbaoui I, Kania K, Cole P. Spastic Paralysis of the Elbow and Forearm. *Semin Plast Surgsurgery.* 2016;30(1):39-44.

23. Landin D, Thompson M, Jackson M. Functions of the Triceps Brachii in Humans: A Review. *J Clin Med Res.* 2018;10(4):290-3.
24. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi CS, Ventura L, Tonin P et al. Motor learning principles for rehabilitation: a pilot randomized controlled study in poststroke patients. *Neurorehabil Neural Repair.* 2010;24(6):501-8.
25. Pan B, Sun Y, Xie B, Huang Z, Wu J, Hou J et al. Alterations of Muscle Synergies During Voluntary Arm Reaching Movement in Subacute Stroke Survivors at Different Levels of Impairment. *Front ComputNeurosci.* 2018;12(69)
26. Barker RN, Brauer S, Carson R. Training-induced changes in the pattern of triceps to biceps activation during reaching tasks after chronic and severe stroke. *Exp Brain Res.* 2009;196(4):483-96.