

마시기(drinking) 동작의 근활성도와 운동형상학 분석

윤성용*, 이택영**, 박소연**, 이진복***, 김장환***

*한서대학교 대학원 작업치료학과

**한서대학교 작업치료학과

***한서대학교 의료보장구학과

국문초록

목적 : 본 연구는 정상성인남성의 마시기 동작을 표면근전도와 삼차원 동작 분석기를 통하여 상지 움직임에 대한 계량적(운동형상학: kinematics, 근활성도: muscle activity) 자료를 수집하여 마시기 과제 수행 시 운동 패턴과 전략에 대해서 알아보고자 하였다.

연구방법 : 연구 대상자는 건강한 20대 젊은 남성 30명을 대상으로, 삼차원동작분석기(VICON MX System)와 근전도기(MP-100)를 이용하여 마시는 동작의 관절가동범위, 속도, 근활성도를 측정하였다.

결과 : 물 마시기 수행 중 컵을 잡는 동안 어깨에서 최대 내전과 팔꿈치의 최대 신전이 나타났고, 마시는 동안 어깨에서는 최대 굴곡 및 외전이 팔꿈치에서는 최대 굴곡이 나타났다. 빨기 단계에서 각 관절의 각도 변화에 대해 피어슨상관계수(pearson product-moment correlation coefficient)를 이용한 결과 어깨와 팔꿈치사이에서($r=-.904$), 어깨와 손목사이에서($r=.722$), 팔꿈치와 손목사이에서($r=-.700$)로 통계학적으로 유의한 상관관계를 나타냈다($p<.05$). 입으로 가져오기 단계에서는 위쪽등세모근(7.31%)과 위팔두갈래근(1.60%)이 가장 높은 활성도를 보였고, 정리하기, 마시기, 빨기 단계에서 각각 위팔세갈래근(.43%), 중간어깨세모근(1.33%), 긴노쪽손목편근(2.20%)에서 활성도가 높게 나타났다.

결론 : 본 연구는 작업치료사가 중추신경계 및 근 골격계 환자의 치료 계획 및 치료 전략을 설정 시 적용 될 수 있으며, 또한 치료적 중재 후 상지 움직임 향상에 대한 평가의 기초자료로 이용 될 수 있을 것이라고 사료 된다.

주제어 : 근활성도, 삼차원동작분석, 운동 패턴, 전략

I. 서 론

상지 움직임은 관절과 관절 사이의 협응과 근육 및 신경계의 활동으로 이루어지며, 손상의 대부분은 중추신경계와 근 골격계의 손상이 차지하고 있다(Broeks, Lankhorst, Rumping, & Prevo, 1999). 그 중 신경학적 상지손상 환자는 과도한 움직임, 비정상적인 근긴장, 주동근과 길항근의 비협응으로 인한 비정상적인 움직임 형

태를 가진다. 이러한 움직임 형태는 환자의 정상적인 활동에 영향을 줄뿐 아니라 상지의 활동을 비정상적인 패턴으로 유도하게 되며, 감각운동 과정(sensorimotor process)의 결손과 근육 약화(muscle weakness)로 인해 과제 수행 시간이나 전략적인 움직임에 영향을 미친다(김영희, 1998; Cirstea & Levin, 2000; Trombly, 1992).

인체는 서로 다른 크기의 형태로 된 부위와 자세 등의 여러 요인들이 복잡하게 관련되어 있고, 입체적인 곡면

구조를 이루고 있기 때문에 다각적이고 다차원적인 연구가 요구되어진다(박길순과 류신아, 2000). 그 중에서도 상지는 보다 다각적이고 복잡한 움직임을 하기 때문에 육안으로는 구별하기가 어려우며 이러한 이유로 좀 더 객관적인 검사와 정확한 분석이 요구된다. 특히 물을 마실 때 손은 물건을 잡기위해 컵을 쥐는 동작만 하지만, 다른 관절들은 팔을 컵까지의 이동을 위한 움직임을 이루어지게 하고 다시 입으로 컵을 가져오는 등의 매우 복잡한 다단계 과정을 거친다. 이러한 마시기 동작을 하기 위해서는 관절 가동범위, 근육의 상태, 연결된 관절간 생체역학적 관계, 적절한 근 긴장도 등이 요구된다(양승환, 이원일, 송성곤, 권순용과 김민기, 1998).

상지의 움직임을 분석하는 방법은 다양하나 최근에는 삼차원 동작분석과 근전도를 이용한 상지 연구가 시도되고 있으며(유원규, 박지혁과 김민희, 2005; 유원규, 박지혁, 유은영, 신혜경과 최종덕, 2004; 임희성, 1998), 이들 중에서도 일상생활활동 수행과 관련된 연구가 진행되고 있다(김진경, 2002; Veeger, Magermans, Nagels, Chadwick, & van der Helm, 2006).

삼차원 동작분석은 사이버 캐릭터들의 동작을 구현하는 방송매체나 애니메이션, 영화 등에서 사용되어지고 있으며, 재활분야에서는 장애의 판단 및 재활의 연구에 활용되고 있다(박길순과 류신아, 2000). 삼차원 동작분석은 공간 안에서의 속도와 인체의 움직임을 양적, 질적으로 나타낼 뿐만 아니라 관절의 각도 변화에 대한 상관관계를 통하여 관절간 협응(interjoint coordination)에 대한 것도 평가 할 수 있으며(Murphy, Sunnerhagen, Johnels, & Willen, 2006), 이러한 정보는 환자의 치료를 위한 움직임의 패턴이나 수행 전략에 대한 기초자료로 활용된다(McCrea, Eng, & Hodgson, 2002).

근전도는 반사 및 수의적인 운동으로 발생하는 골격근의 능동성 긴장과 수축으로 발생하는 신경자극 전달에 따른 전위 변화인 골격근의 전기적 활동(electronic activity)을 탐지한다. 임상에서 근전도는 인체 내의 근육 및 신경의 생리적, 기능적 면을 검사하고 진단할 수 있는 도구이며(황규연, 2006; Basmajian & De Luca, 1985), 운동단위 활동의 기록을 나타내는 것이기 때문에 근전도 신호에 관한 연구는 근육 질환의 병변을 발견하고 임상적 증상의 분류에 이용된다(이두형, 1995).

현재 환자의 상지 기능을 평가하거나 치료적 중재 후

효과를 검증하는 방법들은 관찰적인 정보에 따른 수행결과를 점수화(performance outcome scores)한 방식이거나 과제 수행의 양적인 정보만을 제공 할 뿐 기술적인 수행(skillful performance) 뒤에 숨겨져 있는 움직임의 패턴(movement pattern)이나 전략(strategy)에 대한 분석은 어렵다고 판단된다(Steenbergen, van Thiel, Hulstijn, & Meulenbroek, 2000; Trombly, 1992). 결과적으로 치료사는 이러한 움직임 패턴이나 전략에 대한 객관적인 정보의 부재로 인해서 과제의 수행에 대한 문제점을 파악하기 어렵기 때문에 치료의 초점을 결정하는데 어려움을 안고 있다(McPhee, 1987; Petuskey, Bagley, Abdala, James, & Rab, 2007).

본 연구의 목적은 정상성인남성의 마시기 동작을 표면근전도와 삼차원 동작 분석기를 통하여 상지 움직임에 대한 계량적(운동형상학: kinematics, 근활성도: muscle activity) 자료를 수집하여 마시기 과제 수행 시 상지 관절의 움직임, 근활성도, 각 관절 사이의 협응을 알아보고자 한다. 이러한 기초자료를 통하여 정상성인남성의 목표 지향적 과제 수행 시 움직임의 패턴과 수행 전략에 대한 자료를 확보하여, 중추신경계 및 근골격계 환자의 상지 움직임에 대한 연구의 바탕이 되고, 작업치료사의 치료 계획 및 전략에 도움을 주고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

연구대상자는 실험을 실시하기 전, 연구에 대한 설명을 충분히 한 후 실험에 동의한다는 동의서를 받은 OO 대학교 재학 중인 건강한 20대 젊은 남성 30명을 대상으로 하였다. 연구대상자의 선정 기준은 정형외과적, 신경학적, 병리학적 병력이 없는 자로서 상지 관절들의 가동범위가 정상범위에 속하고, 40분정도 앉은 자세가 가능하며 질환이나 손상으로 인해 통증이 유발되어 마시기 동작에 영향을 받지 않는 대상자를 선정하였다.

2. 측정 도구 및 방법

1) 삼차원동작분석

본 연구는 상지 움직임의 운동형상학 자료(kinematics

data)를 수집하기 위해 영국 Oxford Metrics Inc. VICON MX System을 사용하였다. 이 장비는 대상자 상지에 부착된 표식자(marker)에 의해 반사되는 빛을 적외선 카메라에서 인식하고 그 위치와 정보가 컴퓨터에 저장되며, 표식자는 총 23개로 부착 부위는 Vicon Systems에 있는 상지 모델 부착 위치로 하였다(Tebbutt, Wood, & King, 2005). 상지를 움직일 때 발생할 수 있는 피부의 이동에 대한 영향을 최소한으로 하기 위해 표식자는 뼈의 돌출부 위에 부착하였다(Murphy et al., 2006). 6대의 적외선 카메라를 테이블의 중심으로 설치하고 카메라의 오차를 교정하기 위하여 영점조정(calibration)을 실시한 후 실험을 실시하였다(그림 1). 표본추출률(sampling rate)은 120Hz로 측정하였고, 표식자 움직임 경로의 재현은 WORK STATION 프로그램(VICON system)을 사용하였다(고은혜, 2007).

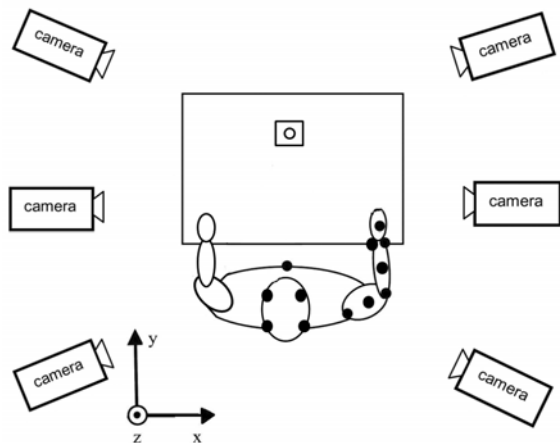


그림 1 적외선 카메라의 위치 및 측정 축

2) 근전도

상지의 근활성도 정도를 측정하기 위해 미국의 BIOPAC System Inc. 근전도기(electromyography)와 지름이 1cm, 전극간의 간격이 2cm인 미국의 BIOPAC System Inc.사의 이극표면전극(bipolar surface electrode)을 사용하였다. 표본추출률은 1200Hz였으며, 잡음을 제거하기 위해 60Hz 대역 여과 필터(band stop filter)를 사용 하였다. 마시기 동작에서 사용되는 근육의 근전도 부착 위치는 위쪽등세모근(upper trapezius muscle), 중간어깨세모근(middle fiber of deltoid muscle), 위팔두갈래근(biceps brachii muscle), 위팔세갈래근(triceps

brachii muscle), 긴노쪽손목뿔근(extensor carpi radialis longus muscle)(Cram, Kasman, & Holtz, 1998; 정인혁, 2000)이다. 표면전극 부착 부위에서의 피부저항을 감소시키기 위해 제모를 하고, 가는 사포로 문질러 피부각질층을 제거 하였으며, 소량의 전해질 젤을 발라 부착한 후 종이 테이프로 고정하였다. 근육간의 근활성도를 비교하기 위하여 Daniels and Worthingham's의 Muscle testing을 기초로 각 연구대상자의 근육별 MVC(maximum voluntary contraction)값을 측정 하였고, 값은 3회 반복 측정하여 평균값을 이용하였다(Hislop & Montgomery, 1995).

3) 마시기 단계의 정의

본 연구에서 마시기 단계를 구분하기 위하여 손 표식자 속력의 변화와 팔꿈치 각도를 이용하여 다섯 단계로 구분 하였다(Murphy et al., 2006)(표 1). 속력은 손 표식자의 이동거리를 손 표식자가 이동한 거리로 나누어 계산하였다. 이 때, 표식자의 이동거리는 직선적 이동이 아니기 때문에 움직이는 순간마다 선형적 이동의 경로를 WORK STATION 프로그램(VICON system)이 측정하여 3차원적 속력을 구하였다(고은혜, 2007).

3. 측정 자세와 진행

측정 시 사용할 의자는 양발을 바닥에 붙일 수 있는 적절한 높이의 등받이가 없는 의자를 사용하였고, 책상 높이는 연구대상자가 가장 편한 자세를 취할 수 있도록 높이를 조절해주었다. 컵은 원기둥형 15cm컵으로 적외선 불빛이 반사되어 카메라 영향을 주지 않도록 하기 위하여 불투명한 컵을 사용하였으며, 음료를 50cc 채웠다. 앉은 자세에서 무릎을 90° 구부린 상태로 양발은 바닥에 붙이고 손목에 부착한 표식자를 책상의 끝선에 맞추는 것을 시작자세로 하였다(그림 2). 단 발이 바닥에 닿지 않는 경우는 자세의 안정감을 주기 위하여 발받침을 대어 주었다. 몸통과 책상과의 거리는 15cm로 하며 마시는 컵은 몸의 정중앙에 놓는다. 컵의 거리는 체간의 움직임을 최소화하기 위하여 연구대상자의 팔 길이의 70%에 해당되는 곳에 표식을 한 후 그 위에 컵을 놓고 실시하였다(유원규 등, 2004). 이때 팔의 길이는 대상자의 액와에서 손목(ulnar styloid process)까지의 거리를 말한다(Levin,

표 1. 마시기 단계의 정의

	시작	구분점	끝	구분점
뻗기 (reaching)	손을 움직이기 시작하는 점	손의 표식자가 최고 속력의 2%를 넘을 때	손이 컵을 가지고 입으로 가려는 시점	팔꿈치 각이 최대가 되었을 때
입으로 가져오기 (forward transport)	손이 컵을 가지고 입으로 가려는 시점	팔꿈치 각이 최대가 되었을 때	마시기를 시작할 때	손의 표식자가 최고 속력의 5%가 될 때
마시기 (drinking)	마시기를 시작할 때	손의 표식자가 최고 속력의 5%가 될 때	마시기를 끝낼 때	손의 표식자가 최고 속력의 5%를 넘을 때
컵 제자리 놓기 (back transport)	마시기를 끝낼 때	손의 표식자가 최고 속력의 5%를 넘을 때	컵을 책상위에 놓고 컵에서 손을 떼기 시작할 때	팔꿈치 각이 최대가 될 때
정리하기 (returning)	시작자세로 돌아오려 시작할 때	팔꿈치 각이 최대가 될 때	손이 처음자세로 위치해서 쉬고 있을 때	손의 표식자가 최고 속력의 2%가 될 때

Michaelson, Cristea, & Roby-Brami, 2002). 실험의 진행은 대상자에게 과제 수행 방법에 대해 설명을 한 후 충분한 연습을 하도록 하였다. 실험은 연구자의 시작이라는 말과 함께 대상간의 개인차에 의한 오차를 줄이기 위하여 최대한 빠르게 마시기 동작을 실시하였으며 총 3회 반복 측정하였다.

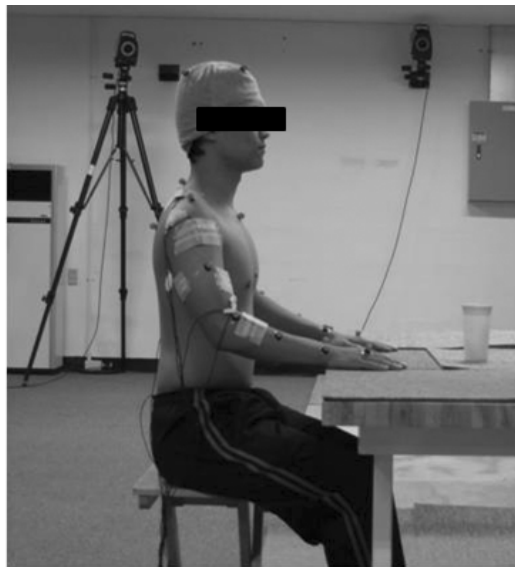


그림 2. 마시기 동작의 시작자세

4. 자료 분석

자료의 수집은 각 단계마다 총 움직임의 시간, 거리,

각도의 변화와 근활성도를 측정하였다. 팔꿈치와 어깨 굴곡과 신전은 시상면(sagittal plane)에 대한 각도의 변화로 알아보고, 어깨 내전과 외전은 관상면(frontal plane)에 대한 각도 변화로 측정하였다. 어깨 각도는 어깨-팔꿈치 표식자와 엉덩이 쪽으로 향하는 접선 벡터를 이용하여 계산하고, 팔꿈치 관절의 각도는 어깨-팔꿈치 표식자와 팔꿈치-손목 표식자의 벡터로 계산하였다. 어깨, 팔꿈치, 손목 관절 사이 각도 변화에 대한 피어슨상관계수를 사용하여 관절과 관절 사이의 협응 정도를 알아보았다(Murphy et al., 2006).

근활성도는 각 근육의 root mean square 값을 최대 등척성 수축시 측정한 근전도 신호량 100%에 대한 상대적 근 수축량으로 계산하였으며, 과제를 수행하는 동안 근활성도 변화는 피어슨상관계수를 이용하여 통계학적 유의성을 검증하였다. 통계 프로그램은 SPSS 10.0 Version(2001)을 사용하였으며 통계학적인 유의성 검증을 위한 유의 수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

III. 연구 결과

1. 일반적 특성

실험에 참가한 연구대상자는 건강한 남자 대학생 30명으로 평균연령 23.8세, 평균신장 175.1cm, 평균 체중 66.1kg, 평균 팔 길이는 49.2cm였다(표 2).

표 2. 연구대상자의 일반적 특성

(N=30)

	평균±표준편차	범위
나이(세)	23.8±2.6	20~27
체중(kg)	66.1±7.3	55~82
신장(cm)	175.1±5.3	169~191
팔길이(cm)	49.2±2.6	44~57

표 3. 마시기 과제 수행 시 단계별 시간

(N=30)

수행 단계	평균±표준편차	95%CI
뺨기(reaching)	0.53 ± 0.06	0.51~0.55
입으로 가져오기(forward transport)	1.40 ± 0.26	1.31~1.49
마시기(drinking)	0.17 ± 0.12	0.13~0.21
컵 제자리 놓기(back transport)	1.12 ± 0.17	1.05~1.17
정리하기(return)	0.76 ± 0.11	0.70~0.82
합 계	3.98 ± 0.48	3.81~4.15

표 4. 마시기 과제 수행 시 관절의 각도

(N=30)

	평균±표준편차	95%CI
시상면(sagittal plane)		
어깨(°)		
시작자세	31.93 ± 7.77	29.15~ 34.71
마시기(최대굴곡)	106.43 ± 13.46	101.61~111.25
범위	74.73 ± 12.99	70.08~ 79.38
팔꿈치(°)		
시작자세	86.76 ± 11.81	82.53~90.99
마시기(최대굴곡)	121.83 ± 4.75	120.13~123.53
잡기(최대신전)	54.74 ± 7.34	52.11~57.37
범위	67.09 ± 8.81	63.94~70.24
관상면(frontal plane)		
어깨(°)		
시작자세	8.68 ± 5.80	6.60~10.76
마시기(최대외전)	55.29 ± 5.61	53.29~57.29
잡기(최대내전)	6.77 ± 5.12	4.94~ 8.6
범위	48.52 ± 7.74	45.75~51.29

	평균±표준편차	95%CI
뻗기(reaching)	307.60 ± 32.72	295.89~319.31
입으로 가져오기(forward transport)	632.55 ± 44.65	616.57~648.53
마시기(drinking)	7.43 ± 3.70	6.11~ 8.75
컵 제자리 놓기(back transport)	650.44 ± 52.60	631.62~669.26
정리하기(return)	304.32 ± 33.26	292.42~306.22
합 계	1902.35 ± 120.80	1859.12~1945.58

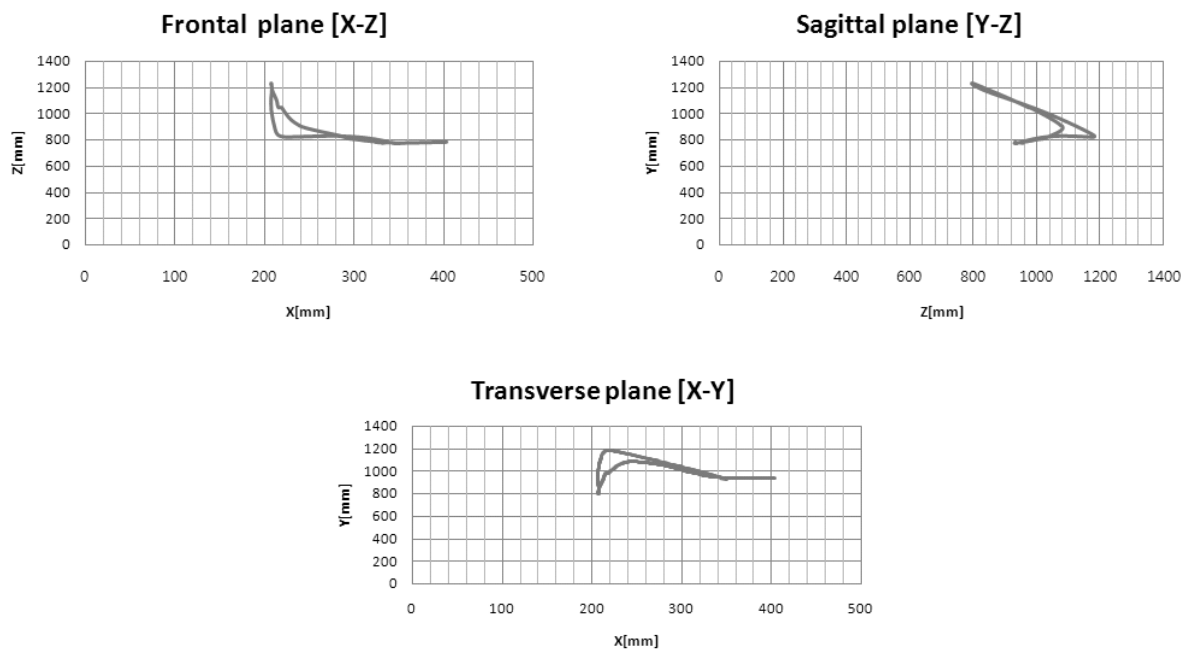


그림 3. 손 표식자의 궤적(trajecory)

2. 연구대상자의 운동형상학(kinematic) 변화

1) 마시기 과제수행 시간

연구대상자 각 단계별 과제 수행 시간은 뻗기 0.53초, 입으로 가져오기 1.40초, 마시기 0.17초, 컵 제자리 놓기 1.12초, 정리하기 0.76초 나타났으며, 총 과제 수행 시간은 3.98초이었다(표 3).

2) 마시기 과제 수행 시 관절 각도의 변화

연구대상자의 마시기 과제 수행 동안 관절의 시작 자세 각도는 시상면에서 어깨 각도 32.3°(굴곡)였고 마시는

동안의 최대 각도는 106.5°, 최소 각도는 32.1°로 나타났다. 팔꿈치 각도 시작자세는 86.6°(굴곡), 마시는 동안의 최대 각도 122°, 최소 각도 56.7°였다. 관상면에서 어깨 시작자세 각도는 8.64°(외전), 최대 각도 54.9°, 최소 각도 7.32°였다(표4).

3) 마시기 과제 수행 시 손 표식자의 단계별 이동 거리

연구대상자의 마시기 과제 수행 시 손 표식자의 각 단계별 이동거리는 뻗기 307.60mm, 입으로 가져오기 632.55mm, 마시기 7.43mm, 컵 제자리 놓기 650.43mm, 정리하기 304.32mm로 총 이동거리는 1902mm였다(표 5)(그림 3).

표 6. 마시기 과제 수행 시 단계별 근활성도

(N=30)

	위쪽 등세모근 ¹	위팔 두갈래근 ²	위팔 세갈래근 ³	중간어깨 세모근 ⁴	긴노쪽 손목뾰근 ⁵
뻗기 (reaching)	4.64±4.13	1.01±.79	.40±.24	1.14±.76	2.20±.133
입으로 가져오기 (forward transport)	7.31±4.25	1.60±1.17	.42±.59	1.27±.82	1.67±.65
마시기 (drinking)	6.39±3.80	.73±.80	.26±.19	1.33±.78	1.27±.81
컵 제자리 놓기 (back transport)	4.70±2.60	.95±.69	.38±.31	1.23±.78	1.65±.84
정리하기 (return)	3.84±2.62	.57±.48	.43±.55	.90±.55	1.41±.76

1. upper trapezius 2. biceps brachii 3. triceps brachii
4. deltoid middle fiber 5. extensor carpi radialis longus

표 7. 어깨, 팔꿈치, 손목 관절 사이의 상관관계

(N=30)

	평균±표준편차	95%CI
어깨-팔꿈치	-.904 ± .089	-.872 ~ -.936
어깨-손목	.722 ± .187	.654 ~ .788
팔꿈치-손목	-.700 ± .324	-.584 ~ -.816

표 8. 뻗기에서 입으로 가져오기 단계 변화에 대한 근활성도 상관관계

(N=30)

	위쪽 등세모근 ¹	위팔 두갈래근 ²	위팔 세갈래근 ³	중간어깨 세모근 ⁴
위팔두갈래근 ²	.155			
위팔세갈래근 ³	.055	.452*		
중간어깨세모근 ⁴	.369*	.187	.226	
긴노쪽손목뾰근 ⁵	.076	.202	.112	.246

*p<.05

1. upper trapezius 2. biceps brachii 3. triceps brachii
4. deltoid middle fiber 5. extensor carpi radialis longus

3. 연구대상자의 근활성도 변화

연구대상자의 마시기 동작에서 사용된 근육인 위쪽등세모근, 중간어깨세모근, 위팔두갈래근, 위팔세갈래근, 긴노쪽손목뾰근의 각 단계별로 근활성도를 측정한 결과는 표 6과 같다.

4. 마시기 과제 수행 시 관절각도 변화에 대한 상관관계

1) 뻗기 수행 시 관절각도 변화에 대한 상관관계
과제 수행 시 뻗기 단계에서 어깨와 팔꿈치는 매우 높은(excellent) 음의 상관관계($r=-.904$), 어깨와 손목은 높

표 9. 입으로 가져오기에서 마시기 단계로 변화에 대한 근활성도의 상관관계

(N= 30)

	위쪽 등세모근 ¹	위팔 두갈래근 ²	위팔 세갈래근 ³	중간어깨 세모근 ⁴
위팔두갈래근 ²	.264			
위팔세갈래근 ³	.219	.679**		
중간어깨세모근 ⁴	.361*	.149	.208	
긴노쪽손목뾰근 ⁵	.413*	.265	.004	.137

*p<.05, **p<.01

1. upper trapezius 2. biceps brachii 3. triceps brachii

4. deltoid middle fiber 5. extensor carpi radialis longus

표 10. 마시기에서 컵 제자리에 놓기 단계로 변화에 대한 근활성도의 상관관계

(N= 30)

	위쪽 등세모근 ¹	위팔 두갈래근 ²	위팔 세갈래근 ³	중간어깨 세모근 ⁴
위팔두갈래근 ²	.068			
위팔세갈래근 ³	-.094	.464*		
중간어깨세모근 ⁴	.005	-.170	.146	
긴노쪽손목뾰근 ⁵	-.013	.312	-.034	-.087

*p<.05

1. upper trapezius 2. biceps brachii 3. triceps brachii

4. deltoid middle fiber 5. extensor carpi radialis longus

은(good) 양의 상관관계($r=.722$), 팔꿈치와 손목은 높은(good) 음의 상관관계($r=-.700$)를 나타냄으로써 통계학적으로 유의미한 상관관계를 나타냈다(표 7).

2) 마시기 수행 시 근활성도 변화에 대한 상관관계

과제 수행 시 뺏기 단계에서 입으로 가져오기 단계로 변화 할 때 위쪽등세모근과 중간어깨세모근($r=.369$), 위팔두갈래근과 위팔세갈래근($r=.452$)사이에서 보통(fair) 상관관계를 보였으며(표 8), 입으로 가져오기 단계에서 마시기 단계로 변화 할 때는 위쪽등세모근과 중간어깨세모근($r=.361$), 위팔두갈래근과 위팔세갈래근($r=.697$), 위쪽등세모근과 긴노쪽손목뾰근($r=.413$)에서 보통 상관관계를 보였다(표 9). 마시기 단계에서 컵 제자리 놓기 단계로 변화할 때는 위팔두갈래근과 위팔세갈래근($r=.464$)의 보통 상관관계를 보였으며(표 10) 컵 제자리 놓기 단계에서 정리하기 단계로 변화 할 때는 상관관계가 나타나지 않았다.

IV. 고 찰

최근 운동형상학 분석과 근활성도에 대한 분석을 통하여 상지 움직임에 대한 전략(strategy)과 전술(tactics)에 대한 연구가 증가하는 추세이다. 운동형상학 분석은 움직임을 시간적이고 공간적으로 설명을 하기 때문에 이것을 통하여 움직임에 있어 각도, 속도, 이동거리를 이해하는데 사용할 수 있으며, 근활성도는 근육 활동 시 신경자극 전달에 따른 전위변화인 골격근의 전기적 활동을 탐지하여 근 활동의 양과 패턴을 분석하는데 이용된다. (Ma & Trombly, 2004; Macaluso, De vito, Felici, & Nimmo, 2000; Lehmkuhl & Smith, 1983).

Cooper, Shwedyk, Quanbury, Miller와 Hildebrand (1993)는 일상생활을 하는데 필요한 상지의 정상적인 움직임 패턴과 근활성도에 대한 이해와 객관적인 분석 자료는 손상된 상지 움직임에 대한 대체 전략(alternative strategy)을 세우는데 도움이 될 수 있다고 보고하였다.

또한 상지 움직임에 대한 분석은 환자 상지 수행의 기능적인 목적을 달성하기 위한 적절한 계획을 수립하는데 도움을 줄 뿐만 아니라 기능을 저해하는 개인적인 문제점을 개선할 수 있도록 도와준다고 하였다(양승환 등, 1998).

본 연구는 건강한 대학생 30명을 책상 위에서 일상생활 수행 중 하나인 마시기 동작을 삼차원 동작분석 시스템과 표면 근전도를 이용하여 상지의 여러 관절들의 기능적인 움직임 및 근활성도를 측정하였다.

삼차원 동작 분석을 통한 연구대상자 마시기 과제 수행 시간은 총 3.98초로 이전 Murphy 등 (2006)의 마시기 과제 수행에 대한 연구 보다 짧은 시간을 보였다. 그 이유는 마시기에 대한 조작적 정의의 차이로 인하여 나타난 결과로 사료된다. Murphy 등의 연구에서는 마시기 동작에 어떠한 조건을 주지 않고 수행하였고, 본 연구에서는 과제 수행이 개인차가 많기 때문에 개인차에 대한 오염 변인을 줄이기 위해 마시기 수행에 대한 정의를 내용물을 흘리지 않게 최대한 빨리 마시도록 실험 조건을 조절하였기 때문으로 보인다.

각 관절의 가동범위는 시작자세와 컵의 위치 차이로 인해 Murphy 등(2006)의 연구와는 차이를 보이지만 최대 값이 발생하는 단계와 각 관절각도의 변화에 대한 패턴은 유사한 결과를 보였다. 마시기 과제 수행 시 각 관절 가동범위는 어깨 관절은 마시기 단계 동안에 최대 굴곡과 최대 외전이 일어났고, 잡기 동안에 최대 내전이 일어났다. 팔꿈치 관절은 마시기 동안에 최대 굴곡이 일어났고, 컵을 잡는 동안에 최대 신전이 나타났다. Levin 등 (2002)은 성인 편마비(hemiparesis)환자와 건강한 성인을 대상으로 물건을 잡는 움직임에 대해 체간의 움직임과 팔을 뻗는 동작을 삼차원 분석한 결과 편마비 환자는 팔꿈치 신전에 제한이 발생되며, 이로 인해 체간의 보상작용이 나타나게 된다고 보고하였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 뺏기 단계와 컵 제자리 놓기 단계에서 환자 팔꿈치 신전에 대한 보상작용이 발생할 것으로 사료된다. 또한 팔 뺏기 단계를 수행 하는 동안 각 관절 사이의 각도 변화에 대한 상관관계를 알아본 결과 어깨와 팔꿈치 사이에서($r=-.904$) 매우 높은 상관관계였고, 어깨와 손목 사이에서 ($r=.722$), 팔꿈치와 손목 사이에서($r=.700$) 통계학적으로 높은 상관관계를 보였다. 이렇게 각 관절 사이의 상관관계가 높다는 것은 각 관절 사이의 협응 수준이 높다

는 것을 의미한다. 본 연구에서는 어깨와 팔꿈치에서 매우 높은 상관관계를 보였으며 이는 Steenberg 등 (2000)의 연구와 유의한 결과 값을 나타냈다. 이러한 결과는 상지 손상 환자를 치료함에 있어 근력 향상 치료의 초점이 되는 것이 아니라 부드러운 움직임을 위한 관절간 협응 능력 향상에 초점을 맞춰야 할 것이다. 또한 두 관절 사이의 각도 변화에 대한 상관관계 값이 감소할 경우 상지 움직임에 대한 협응에 대한 문제점을 고려해야 한다.

표면근전도는 근육 및 신경의 생리적, 기능적 면을 검사하고 진단할 수 있는 도구로서 근전도 신호에 대한 연구는 근육 질환의 병변을 발견할 뿐만 아니라 근 활성화에 대한 패턴을 측정 할 수 있다(이두형, 1995; Basmajian & De Luca, 1985). 본 연구에서는 일상생활 수행에서 많이 쓰이는 마시기 과제 수행의 근활성도 및 근 활성화 패턴을 측정하였다. 그 결과 과제수행 단계 중 위쪽등세모근과 위팔두갈래근은 뺏기 단계에서 가장 높은 활성도를 보였고, 위팔세갈래근은 정리하기 단계, 중간세모근은 마시기 단계, 긴노쪽손목뽕근은 뺏기 단계에서 과제 수행 중 가장 큰 활성도를 보였다. 또한 각 단계의 근활성도의 변화에 대한 상관관계를 알아본 결과 3단계(뺏기-입으로 가져오기, 입으로 가져오기-마시기, 마시기-컵 제자리 놓기)에서 위팔두갈래근과 위팔세갈래근 사이에서 통계학적으로 유의적인 상관관계를 보였다. 이것은 마시기 과제를 하는 동안 상지의 부드러운 움직임을 위해서는 위팔두갈래근과 위팔세갈래근 상관성이 매우 중요하다는 것을 뒷받침해 주는 결과라고 할 수 있다. 그러므로 상지 움직임에 있어 위팔두갈래근과 위팔세갈래근의 동시수축을 활성화할 수 있는 칠판 글씨쓰기, 유리창(거울) 닦기와 같은 치료적 접근 기술을 개발 사용하여야 한다.

본 연구의 제한점으로는 연구의 대상자 수와 연령대가 다양하지 못하기 때문에 일반화에 어려움이 있으며, 일상생활활동 중 일부인 마시기 동작만을 분석하였기 때문에 이후 좀 더 다양한 과제에 대한 연구가 요구된다. 또한 연구대상자가 정상성인남성을 대상으로 하였기 때문에 치료에 실질적인 적용을 위해서는 환자를 대상으로 한 후속연구가 필요할 것이다.

V. 결 론

상지의 움직임은 넓은 관절가동범위와 다축적인 움직

임을 가지고 있어 객관적이고 정확한 평가를 기초로 한 움직임의 패턴과 전략에 대한 측정이 매우 중요하다 (Trombly, 1992). 본 연구는 컵으로 물 마시기 동작을 삼차원 동작분석을 통한 운동형상학 자료와 표면근전도를 통한 근활성도에 대한 자료를 수집하여 정상성인남성의 상지 마시기 움직임의 관절가동범위, 근활성도, 관절 사이의 협응을 분석 하였다. 본 연구를 통하여 목표 지향적 과제 수행 시 움직임의 패턴과 수행 전략에 필요한 자료를 얻을 수 있었고, 이러한 자료는 작업치료가 중추신경계 및 근 골격계 환자의 치료 계획 및 치료 전략을 설정할 때 적용 될 수 있으며, 또한 치료적 중재 후 상지 움직임 향상에 대한 평가의 기초자료가 될 수 있을 것이라고 사료된다.

참 고 문 헌

- 고은혜. (2007). 하지 근육의 피로상태 동안 높은 굽 신발에 적용한 *total contact inser*가 젊은 여성의 보행 특성에 미치는 영향. 박사학위논문, 한서대학교, 서산.
- 김영희. (1998). NDT(neurodevelopmental treatment)의 역사와 치료원리. *한국전문물리치료학회지*, 5(1), 79-90.
- 김진경. (2002). 건강인에서 식사 시 다목적 컵 사용이 상지 동작에 미치는 영향. 석사학위논문, 연세대학교, 서울.
- 박길순, 류신아. (2000). 한국 성인 남자의 상체 동작 범위 연구. *복식문화연구*, 8(4), 587-601.
- 양승환, 이원일, 손성곤, 권순용, 김민기. (1998). 가상현실 체계 동작분석기를 이용한 물을 마시는 동작시의 상지 동작의 평가. *대한재활의학회지*, 22(1), 204-209.
- 유원규, 박지혁, 김민희. (2005). 다양한 양측 팔뻗기 작업수행시 팔뻗기 속도와 수직이동거리. *대한작업치료학회지*, 13(2), 41-49.
- 유원규, 박지혁, 유은영, 신혜경, 최종덕. (2004). 팔뻗기 과제 수행시 수행거리가 체간과 팔의 움직임에 미치는 영향. *대한작업치료학회지*, 12(2), 61-70.
- 이두형. (1995) 자기회귀 모델을 이용한 주관절굴근 근전도의 활성화 유형에 관한 연구. 석사학위논문, 서울시립대학교, 서울.
- 임희성. (1998). 계단상하보행시 대퇴사두근의 근전도 분석. 석사학위 논문, 건국대학교, 충남.
- 정인혁. (2000). *사람해부학*. 서울: 아카데미서적.
- 황규연. (2006). 씨름 살바 잡기유형별 상지의 근전도 분석. 석사학위논문, 중앙대학교, 서울.
- Basmajian, J. V., & De Luca, C. J. (1985). *Muscles alive*(5th ed). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Brooks, J. G., Lankhorst, G. J., Rumping, K., & Prevo A. J. (1999). The long-term outcome of arm function after stroke: Results of a follow-up study. *Disability and Rehabilitation*, 21(8), 357-364.
- Cirstea, M. C., & Levin, M. F. (2000). Compensatory strategies for reaching in stroke. *Brain*, 123, 940-953.
- Cooper, J. E., Shwedyk, E., Quanbury, A. O., Miller, J., & Hildebrand, D. (1993). Elbow joint restriction: Effect on functional upper limb motion during performance of three feeding activities. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 74(8), 805-809.
- Cram, J. R., Kasman, G. S., & Holtz, J. (1998). *Introduction to surface electromyography*. Maryland, MD: AN ASPEN PUBLICATION.
- Hislop, H. J., & Montgomery, J. (1995). *Daniels and Worthingham's muscle testing: Techniques of manual examination*. Philadelphia: W.B. SAUNDERS COMPANY.
- Lehmkuhl, L. D., & Smith, L. K. (1983). *Brunnstrom's clinical kinesiology*. Philadelphia: F. A. Davis.
- Levin, M. F., Michaelson, S. M., Cristea, C. M., & Roby-Brami, A. (2002). Use of the for reaching targets placed within and beyond the reach in adult hemiparesis. *Experimental Brain Research*, 143, 171-180.
- Ma, H., & Trombly, C. A. (2004). Effects of task complexity on reaction time and movement kinematics in elderly people. *American Journal of Occupational Therapy*, 58(2), 150-158.
- Macaluso, A., De Vito, G., Felici, F., & Nimmo, M. A. (2000). Electromyogram changes during sustained contraction after resistance training in women in

- their 3rd and 8th decades. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 418-424.
- McCrea, P. H., Eng, J. J., & Hodgson, A. J. (2002). Biomechanics of reaching: Clinical implication for individuals with acquired brain injury. *Disability and Rehabilitation*, 24(10), 534-541.
- McPhee, S. D. (1987). Functional hand evaluations: A review. *American Journal of Occupational Therapy*, 41(3), 158-163.
- Murphy, M. A., Sunnerhagen, K. S., Johnels, B., & Willen, C. (2006). Three-dimensional kinematic motion analysis of a daily activity drinking from a glass: A pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 3, 18-28.
- Petuskey, K., Bagley, A., Abdala, E., James, M. A., & Rab, G. (2007). Upper extremity kinematics during functional activities: Three-dimensional studies in a normal pediatric population. *Gait and Posture*, 25, 573-579.
- Steenbergen, B., van Thiel, E., Hulstijn, W., & Meulenbroek, R. G. J. (2000). The coordination of reaching and grasping in spastic hemiparesis. *Human Movement Science*, 19, 75-105.
- Tebbutt, P., Wood, J., & King, M. (2005). *The Vicon Manual*. Oxford, England: Vicon Motion Systems.
- Trombly, C. A. (1992). Deficits of reaching in subjects with left hemiparesis: A pilot study. *American Journal of Occupational Therapy*, 46(10), 887-897.
- Veeger, H. E. J., Magermans, D. J., Nagels, J., Chadwick, E. K. J., & van der Helm, F. C. T. (2006). A kinematical analysis of the shoulder after arthroplasty during a hair combing task. *Clinical Biomechanics*, 21, 39-44.

Abstract

Muscle Activity and a Kinematic Analysis of Drinking Motion

Yun, Sung-Yong*, M.S., O.T., Lee, Taek-Young**, Ph.D., O.T.,
Park, So-Yeon**, Ph.D., O.T., Yi, Jin-Bock***, M.S., P.T.,
Kim, Jang-Hwan***, M.P.H., C.P.O.

*Dept. of Occupational Therapy, Graduate School, Hanseo University

**Dept. of Occupational Therapy, Hanseo University

***Dept. of Prosthetics and Orthotics, Hanseo University

Objective : The purpose of this study is to analyze the task of drinking a glass of water through three-dimensional motion analysis and electromyogram (EMG).

Methods : Thirty healthy young adults were recruited for this study. The participants performed the task of drinking a glass of water in a sitting position. During the task, the time, range of motion, and velocity of upper extremity movement were measured using VICON MX SYSTEM, and the muscle activities were measured using MP-100.

Results : The results show a maximal adduction of the shoulder and an extension of the elbow during the glass-holding phase. There were a maximal flexion, abduction of the shoulder, and maximal flexion of the elbow during the drinking phase. During the reaching phase, the shoulder angle was highly correlated with the elbow angle ($r=-.904$, $p<.05$), the shoulder angle moderately correlated with the wrist angle ($r=.722$, $p<.05$), and the elbow angle moderately correlated with the wrist angle ($r=-.700$, $p<.05$). During the forward transport phase, returning phase, drinking phase, and reaching phase, the upper trapezius (7.31%), biceps brachii (1.60%), triceps brachii (.43%), deltoid middle fiber (1.33%), and extensor carpi radialis longus (2.20%) showed the highest muscle activities.

Conclusion : The results of this study can be applied to people with neurological conditions who experience upper extremity weakness for their most-efficient movement patterns during various activities of daily living. This may lead to an effective occupational therapy program, treatment plan, and better client satisfaction.

Key Words : Movement patterns, Muscle activity, Strategy, Three-dimensional motion analysis