

정상인에서 일상생활활동 수행시 상지의 가속도 분석

김태훈*, 박경희**

*동서대학교 작업치료학과

**마산대학교 물리치료과

국문초록

목적 : 본 연구는 정상 성인을 대상으로 일상생활활동 수행하는 동안 기존의 삼차원동작분석 장비와 가속도계에서 발생하는 변수를 동시에 측정하여, 기존의 삼차원동작분석 장비와 가속도계에서 측정된 값의 상관관계를 파악하고 가속도계의 활용 가능성을 제시하고자 하였다.

연구방법 : 성인 20명(남자 10명, 여자 10명)을 대상으로 전화하기, 물 마시기, 세수하기, 손가락 사용하기를 수행하는 동안 피트미터(Model Fitmeter, Fit.Life, Korea)와 CMS-70P(Zebris Medizintechnik GmbH, Germany)를 사용하여, 손목 관절과 팔꿈치 관절에서 단일벡터크기(Signal Vector Magnitude: SVM) 합과 관절가동범위를 측정하였다.

결과 : 전화하기, 물 마시기, 세수하기, 손가락 사용하기 수행 시 손목과 팔꿈치에서 발생하는 관절가동범위와 단일벡터크기 합은 과제에 따라 유의한 차이가 있었다($p < .001$; $p < .001$; $p < .001$; $p < .001$). 관절가동범위와 단일벡터크기 합은 손목에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았으나($p > .05$), 팔꿈치에서는 유의한 상관관계를 보였다($p < .01$; $p < .001$; $p < .01$; $p < .05$). 손목과 팔꿈치에서 발생하는 단일벡터크기 합의 차이는 전화하기와 세수하기는 손목과 팔꿈치에서 유의한 차이를 보였으나($p < .001$; $p < .05$), 물 마시기와 손가락 사용하기는 손목과 팔꿈치에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p > .05$; $p > .05$).

결론 : 가속도계는 일상생활활동의 역학적 변수를 측정할 때 유용하게 사용할 수 있을 것으로 생각되며, 손목보다는 팔꿈치에서 가속도계가 삼차원동작분석 장비의 기능을 대체할 수 있을 것으로 사료된다.

주제어 : 가속도계, 관절 역학, 동작 분석, 일상생활활동

1. 서론

일상생활활동 수행 중 상지에서 발생하는 움직임 궤적의 공간적, 시간적 특성은 가속도에 의해 결정되며, 가속도는 작용근과 대항근의 비율에 의해 결정된다(Plamondon, 1995). 목적 있는 움직임(goal-directed

movement)을 수행할 때 과제의 크기(target size)와 움직임 폭(movement amplitude)은 가속도 특성을 변화시킨다(Chang, Tung, Wu & Su, 2006). 과제가 크고 움직임의 폭이 큰 과제는 가속과 감속이 클수록 움직임이 효율적이며(Gray, Watts, Debicki & Hore, 2006), 이때 작용근과 대항근은 교대역제(reciprocal

inhibition)를 통하여 빠른 움직임을 만들어 낸다(Lundy-Ekman, 2007). 과제가 작고 움직임의 폭이 작은 과제는 가속과 감속이 작을수록 움직임이 효율적이며(Potgieser & de Jong, 2011), 이때 몸 쪽 근육군들이 작용근과 대항근의 동시수축(co-activation)을 통해서 안정성을 유지하여, 먼 쪽(distal) 근육군들이 보다 정확하게 움직일 수 있다(Shumway-Cook & Woollacott, 2010). 또한, 가속도는 관성력(inertial force)을 반영한다. 질량이 동일할 때 가속도 값이 커지면 관성력은 증가한다. Grazi(2010)는 근육 수축시 발생하는 힘(force)은 무게(mass of load)와 근육원섬유마디(sarcomere) 수축시 발생하는 가속도에 비례한다고 하였다. 몸 쪽(proximal)에서도 어깨 굽힘(shoulder flexion)시 발생하는 가속도는 앞쪽 어깨세모근(anterior deltoid muscle)과 근전도 폭(EMG amplitude)와 매우 높은 관련성이 있으며($R^2=.90$, $p<.05$)(Lee, Buchanan & Rogers, 1987), 먼 쪽에서 엄지 손가락/thumb)의 굽힘시 발생하는 가속도는 엄지두덩근(thenar muscle)에서 발생하는 근전도 폭과도 높은 관련성이 있다($R^2=.82$, $p<.05$)(Meretoja, Werner, Wirtavuori & Luosto, 1989).

임상에서는 이러한 가속도계(accelerometer)를 이용하여 뇌졸중 환자군이 움직임 시간, 움직임 오류, 움직임 거리, 최고 속도, 움직임의 부드러움, 상지 움직임의 양, 체간 움직임의 양과 같은 역학적 변수에서 오류가 증가함을 확인하였다(Cirstea & Levin, 2000). 이러한 역학적 변수는 뇌졸중 후 회복에 있어 임상적으로 중요한 표지자이며(Rohrer, 2002), 작업수행기술(performance skill) 중에서 운동기술(motor skill)의 변화와도 관련성이 있다. 역학적 분석(kinematic analysis)은 기능적 평가 도구로 증명할 수 없는 가속도, 속도, 각도, 힘 등의 다양한 정보를 제공하지만, 작업치료 임상에서 활용하기에는 상당히 고가일 뿐 아니라 실험실 환경에서만 측정할 수 있다는 결정적인 제한점이 있다. 따라서 최근 연구들은 일상적 환경에서 기능적 활동을 측정하는 것이 실험실 환경에서 측정하는 것보다 중요하다는 것을 강조하고 있으며, 기존의 역학적 장비의 단점을 보완할 수 있는 여러 가지 장점이 있는 삼차원 가속도계의 활용 가능성을 제시하고 있다(Uswatte, Taub, Morris, Light & Thompson, 2006). 가속도계는 활동 강도와 빈도, 활동시간 등이 기록되기 때문에 기존의 장비들보다 그 정확도가 높고, 비교적 크기가 작고 가

벼워 일상생활 중 간편하게 착용할 수 있으며 활동에 제한을 주지 않는 장점이 있다(de Niet, Bussmann, Ribbers & Stam, 2007). 또한, 움직임의 양을 정량화할 수 있을 뿐 아니라, 대상자의 움직임을 24시간 모니터링 할 수 있다는 장점이 있다(Vega-Gonzalez, Bain, Dall & Granat, 2007). 그러나 삼차원 동작분석 장비를 활용하여 대조군과 뇌졸중 환자군을 비교한 기존 연구는 다수 있었지만, 가속도계를 활용한 연구는 거의 없었다. 가속도계를 작업치료 임상에 적용하기 전에 정상인을 대상으로 가속도계가 기존의 삼차원 동작분석장비를 대체할 수 있는가에 대한 평가가 선행되어야 할 것이다. 본 연구는 정상 성인을 대상으로 일상생활활동을 수행하는 동안 기존의 삼차원 동작분석 장비와 가속도계에서 발생하는 변수를 동시에 측정하여, 기존의 삼차원 동작분석 장비와 가속도계에서 측정된 값의 상관관계를 파악하고 작업치료 분야에서 가속도계의 활용 가능성을 제시하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

연구 기간은 2014년 3월 3일부터 동월 30일까지 건강한 성인 20명(남자 10명, 여자 10명)을 대상으로 하였다. 상지의 외과적 혹은 신경학적 질환, 지난 6개월 동안 상지의 외상, 팔이나 어깨부위의 통증을 경험하였던 자는 제외하였다. 연구 대상자의 평균 연령은 20.7세, 평균 신장은 167.2cm, 평균 체중은 58.4kg이었으며 모든 대상자의 우세손은 오른손이었다. 모든 대상자들에게 연구 목적을 충분히 설명한 후 연구 참여에 대한 동의를 받았다.

2. 연구과제

본 연구에서 사용된 과제는 삼차원 동작분석 장비를 활용한 선행 연구를 기준으로, 평균 110~135도 범위에서 팔꿈관절의 굽힘이 일어나면서 평균 15~25도 범위에서 손목관절의 펴미 발생하는 4가지 과제를 선정하였다(Aizawa et al, 2010).

선정된 4가지 과제 중 전화하기, 물 마시기, 숟가락

사용하기는 우세손으로, 세수하기는 양손으로 실시하였으며 실행 순서는 무작위로 실시하였다. 모든 과정의 시작 자세는 테이블 가장자리에 손목관절의 손바닥 부분이 닿도록 손을 위치시켰다. 각 과제 수행 전에 시범을 보여주고 3회 연습을 실시한 후, 3회 반복 측정하였다. 검사자의 '시작'이라는 구령에 따라 주어진 동작을 시작해서 물체-전화기, 컵, 손가락-가 바닥에 닿거나, 손이 수도꼭지에 닿을 때까지의 가속도계와 동작 분석 자료를 수집하였다.

- 1) 전화하기는 앉은 자세에서 테이블 가장자리에서 15cm 전방에 있는 13.5×7×1cm 크기의 전화기를 귀까지 이동한 후 제자리에 놓는 동작이다. 동작 시작 전에 전화기 바닥 부분에서 입까지 40cm를 측정된 지점에 의자를 당겨 체간의 자세를 고정한 후, 검사를 시작하였다(그림 1).
- 2) 물 마시기는 앉은 자세에서 테이블 가장자리에서 15cm 전방에 위치한 12×7cm 크기의 플라스틱 컵을 입까지 이동한 후 제자리에 놓는 동작이다. 동작 시작 전에 컵 바닥 부분에서 입까지 40cm를 측정된 지점에 의자를 당겨 체간의 자세를 고정한 후, 검사를 시작하였다(그림 2).
- 3) 세수하기는 싱크대 앞에서 대상자의 입에서 수도꼭지까지 40cm를 측정된 지점에 체간의 구부린 자세를 고정한 후, 수도꼭지에서 얼굴까지 손을 이동한 후 다시 수도꼭지에 손이 닿으면 동작을 종료하였다(그림 3).
- 4) 손가락 사용하기는 테이블 가장자리에서 15cm 전방에 위치한 지름 23cm의 접시에서, 길이 20cm의 손가락을 입으로 가져간 후 스푼이 다시 접시에 닿으면 동작을 종료하였다. 동작 시작 전에 손가락 바닥 부분에서 입까지 40cm를 측정된 지점에 의자를 당겨 체간의 자세를 고정한 후, 검사를 시작하였다(그림 4).

3. 연구도구

본 연구에서 사용된 측정 도구인 피트미터(Model Fitmeter, Fit.Life, Korea)는 3축 가속도 동작 감지기로 무게는 13.7 g, 크기는 3.5×3.5×1.3 cm 이다. x, y, z 축의 가속도 변화 값은 장비내의 필터를 통해 각 축에 따른 중력가속도가 보정되어, 순수하게 움직임에 대한



그림 5. Attachment of Fitmeter Accelerometer and CMS-70P

가속도 값이 제공된다. 기기의 민감도는 2G~8G(1G=9.8m/s²)로 설정 가능하며, 일상적인 움직임(몸단장, 기능적 이동, 식사 등)을 측정할 때는 4G 모드를 사용하고, 일상적인 움직임보다 느리고 정밀한 움직임(진전(tremor) 등)은 2G, 스포츠 활동(탁구, 배구, 배드민턴 등)과 같이 일상적인 움직임보다 빠른 움직임은 8G로 측정한다. 2G는 -61.25cm/s²~+61.25cm/s² 범위까지 측정가능하며, 센서 성능 상 구분 가능한 최소 가속도는 0.12 cm/s² 이다. 4G는 -122.25cm/s²~+122.25cm/s² 범위까지 측정가능하며, 센서 성능상 구분 가능한 최소 가속도는 0.24 cm/s² 이다. 8G는 -245cm/s²~+245cm/s² 범위까지 측정가능하며, 센서 성능상 구분 가능한 최소 가속도는 0.48 cm/s² 이다(Kim, Hwang, Jeon, Bae & Kim, 2011). 본 연구에 일상적인 과제를 측정하므로 기기의 민감도는 4G로 설정하였다. 피트미터는 가쪽위관절용기(lateral epicondyle)와 노뼈붓돌기(radial styloid process)에서 2cm 아래 지점에 부착하였다(그림 5)(Thies et al., 2007). 가쪽위관절용기 아래 지점에서는 아래 팔 움직임을 측정하였으며, 노뼈붓돌기 아래 지점에서는 손의 움직임을 측정하였다(Murphy, Willén & Sunnerhagen, 2011).

피트미터에서 측정된 값과의 관련성을 분석하기 위하여, 3차원 동작 분석 시스템인 CMS-70P(Zebris Medizintechnik GmbH, Germany)를 사용하였다. 셋째 손허리뼈 머리, 알머리뼈, 손목 주름에서 10cm 몸 쪽에 능동 표식자(active marker)를 부착하여 손목관절 움직임을 측정하였으며, 팔꿈치 주름에서 먼 쪽 10cm, 위 팔뼈의 가쪽위관절용기, 가쪽위관절용기에서 10cm 몸 쪽에 표식자를 부착하여 팔꿈치관절의 움직임을 측정하였다. 표본 추출률(sampling rate)은 20Hz이었다. 각 표식자의 위치정보를 수집하고 분석하기 위해 Windata 2.19 프로그램(Zebris Medizintechnik GmbH, Isny, Germany)이 사용되었다.

4. 자료처리 및 분석 방법

피트미터에 내장된 순간시점기록 옵션을 활용하여, 각 과제의 시작과 끝 지점을 표시하였다. Fitmeter(+)
Manager v1.1 소프트웨어를 사용하여 수집한 데이터를 엑셀파일로 저장하여, 각 과제 수행 동안의 x, y, z 축의 가속도 출력 값을 추출하였다. x, y, z축의 가속도 출력 값을 합산하여 단일벡터크기(Signal Vector Magnitude: SVM)로 처리하였고, 각 과제의 시작 시부터 종료 시까지의 단일벡터크기를 합산하여 단일벡터크기 합(Sum of Single Vector Magnitude: SSVM)을 구하였다. 삼차원 가속도와 움직임 사이의 관련성을 분석하기 위하여, 삼차원 동작 시스템인 CMS-70P를 사용하여 손목관절과 팔꿈치에서 발생하는 관절가동범위의 최대값과 최소값의 차이값을 산출하였다.

측정된 자료는 윈도우용 SPSS(ver. 18.0)를 이용하여 분석하였다. 전화하기, 물 마시기, 세수하기, 숟가락 사용하기를 수행 하는 동안 관절가동범위와 단일벡터크기는 평균과 표준편차로 기술하였다. 네 가지 동작 수행 동안 손목과 팔꿈치에서 발생하는 관절가동범위 및 단일벡터크기의 차이를 비교하기 위하여 일요인 분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였다. 3차원 동작 분석 시스템에서 측정된 값과 가속도계에서 측정된 값

의 상관성을 파악하기 위하여 피어슨 상관분석을 시행하였다. 상지의 먼 쪽과 몸 쪽 움직임의 차이를 분석하기 위하여 손목과 팔꿈치에서 측정된 단일벡터크기를 대응표본 t-검정으로 비교하였다. 통계학적 유의수준 α 는 .05로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 과제 수행 시 손목의 관절가동범위와 단일벡터크기 합 비교

전화하기, 물 마시기, 세수하기, 숟가락 사용하기 수행 시 손목에서 발생하는 관절가동범위와 단일벡터크기 합은 과제에 따라 유의한 차이가 있었다($p < .001$; $p < .001$). 각 과제 수행 시 관절가동범위와 단일벡터크기 합은 유의한 상관관계를 보이지 않았다($p > .05$; $p > .05$; $p > .05$)(표 1).

2. 과제 수행 시 팔꿈치의 관절가동범위와 단일벡터크기 합 비교

과제 수행 시 팔꿈치에서 발생하는 관절가동범위와 단일벡터크기 합은 과제에 따라 유의한 차이가 있었다

표 1. ROM and SVM on the wrist during four tasks

(n=20)

	Calling	Drinking	Washing	Spooning	F	p
ROM	13.19±4.67 ^a	10.02±2.46 ^a	18.75±6.48 ^b	15.20±7.00 ^b	8.83	.00***
SSVM (cm/s ²)	2083.60±238.89 ^a	2347.25±680.11 ^a	1627.60±456.08 ^b	1384.20±365.13 ^b	17.59	.00***
r	.32	-.07	-.11	.38		
p	.16	.76	.63	.10		

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

표 2. ROM and SVM on the elbow during four tasks

(n=20)

	Calling	Drinking	Washing	Spooning	F	p
ROM	62.38±10.92 ^a	61.46±8.02 ^a	67.43±6.46 ^a	50.09±7.17 ^b	15.47	.00***
SSVM (cm/s ²)	1533.80±252.11 ^a	2133.95±749.22 ^b	1326.85±92.45 ^a	1349.85±159.99 ^a	17.23	.00***
r	.64	.92	.60	.46		
p	.00***	.00***	.01*	.04*		

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

표 3. Comparison of SVM on the wrist and the elbow during four tasks

(n=20)

	Calling	Drinking	Washing	Spooning
Wrist (cm/s ²)	2083.60±238.89	2347.25±680.11	1627.60±456.08	1384.20±365.13
Elbow (cm/s ²)	1533.80±252.11	2133.95±749.22	1326.85±92.45	1349.85±159.99
t	13.52	1.34	2.76	.44
p	.00***	.19	.01*	.66

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

($p < .001$; $p < .001$). 각 과제 수행 시 관절가동범위와 단일벡터크기 합은 유의한 상관관계를 보였다($p < .01$; $p < .001$; $p < .01$; $p < .05$)(표 2).

3. 과제 수행 시 손목과 팔꿈치의 단일벡터크기 비교

과제 수행 시 손목과 팔꿈치에서 발생하는 단일벡터크기를 비교한 결과, 전화하기와 세수하기는 손목과 팔꿈치에서 유의한 차이를 보였으나($p < .001$; $p < .05$), 물 마시기와 손가락 사용하기는 손목과 팔꿈치에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p > .05$; $p > .05$)(표 3).

IV. 고찰

본 연구는 정상 성인을 대상으로 네 가지 과제(전화하기, 물 마시기, 세수하기, 손가락 사용하기)를 수행하는 동안 기존의 삼차원동작분석 장비와 가속도계에서 발생하는 변수를 동시에 측정하여, 가속도계가 기존의 삼차원동작분석 장비를 대체할 수 있는지를 평가하기 위하여 수행되었다. 작업치료에서 평가는 작업치료 중재가 대상자에게 미친 영향을 파악하는 수단으로(Rogers & Holm, 1994), 여러 작업치료 연구자들은 중재결과를 측정할 수 있는 측정도구를 개발해 왔다(Edmans, 2010). 작업 기반의 기능적 움직임 평가(occupation-based functional motion assessment)는 다양한 환경 속에서 클라이언트가 기능적인 작업수행(일상생활활동, 수단적 일상생활활동, 일, 여가생활)을 하는 동안 관찰을 통하여 과제수행에 이용되는 관절가동범위, 근력, 운동조절을 평가하는 방법이다(Pendleton & Schultz-Krohn, 2013). 그러나 신경학적 손상이 있는 만성 환자의 상당수는

단기간 치료기간 동안 기능적인 평가도구 상에서 양적인 변화를 관찰하기 힘들다는 제한점이 있었다(Muellbacher et al, 2002). 삼차원 가속도계는 기능적인 평가도구로 측정할 수 없는 역학적 변수를 측정할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 무선으로 신호를 수집할 수 있어 작업 치료실이나 집에서 수행하는 대부분의 활동에 제한을 주지 않으며, 실험준비과정 없이 간단하게 측정이 가능하다(de Niet, Bussmann, Ribbers & Stam, 2007). 본 연구에서 과제 수행 시 손목 및 팔꿈치의 관절가동범위와 단일벡터크기 합을 비교한 결과 전화하기, 물 마시기, 세수하기, 손가락 사용하기 수행 시 손목에서 발생하는 관절가동범위와 단일벡터크기 합은 과제에 따라 유의한 차이가 있었다. 이것은 삼차원동작분석 장비뿐만 아니라 가속도계도 일상생활활동에서 발생하는 역학적 특징을 반영할 수 있다는 것을 시사한다(Aizawa et al., 2010).

그러나, 과제 수행 시 관절가동범위와 단일벡터크기 합 상관계는 팔꿈치에서는 모든 과제에서 매우 유의한 상관을 보였다, 손목에서는 모든 과제는 통계적으로 유의미한 상관을 보이지 않았다. 이것은 손목에서 관절가동범위는 움직임의 양만 반영하지만, 단일벡터크기는 물체(휴대폰, 컵, 싱크대, 손가락)의 종류와 크기, 먼 쪽 근육의 움직임 및 몸 쪽 근육의 움직임의 상호작용을 종합적으로 반영하기 때문일 것이다(Gray et al., 2006). 즉, 팔꿈치에서는 가속도계가 몸 쪽 근육의 움직임만 반영하기 때문에 관절가동범위와 높은 관련성을 보였지만, 손목에서는 물체의 특성까지 반영하는 단일벡터크기가 관절가동범위와는 이질적인 결과를 보였을 것으로 생각할 수 있다(Chang et al, 2006; Shumway-Cook & Woollacott, 2010). 이것은 몸 쪽 움직임을 측정할 때에는 가속도계가 삼차원동작분석

장비를 대체할 수 있으나, 먼 쪽 움직임을 측정할 때에는 가속도계가 삼차원동작분석 장비를 대체하기는 어렵다는 것을 시사한다. 따라서 먼 쪽 움직임을 분석할 때에는 가속도계(움직임의 질을 측정)와 삼차원동작분석 장비(움직임의 양을 측정)에서 측정된 데이터를 서로 다른 측면에서 고려하여야 한다는 것이다.

다양한 일상생활활동을 정상적인 패턴으로 수행하기 위해서는 과제에 따라 상지의 몸 쪽 또는 먼 쪽의 복합된 움직임을 적절하게 사용해야 한다. 이러한 상지의 동작은 몸 쪽과 먼 쪽의 비율을 기준으로 이동과 조작으로 분류할 수 있다(Carr & Shepherd, 2003). 이 동안 주로 어깨와 팔꿈치의 움직임이 조합된 동작으로 먼 쪽 움직임보다 몸 쪽 움직임이 상대적으로 많으나, 조작은 주로 손목과 손의 움직임이 조합된 동작으로 몸 쪽 움직임보다 먼 쪽 움직임이 상대적으로 많다(Volman, Wijnroks & Vermeer, 2002). 과제에 따른 먼 쪽 움직임(손목 관절) 및 몸 쪽 움직임(팔꿈 관절)을 비교한 결과에서 전화하기와 세수하기는 손목 관절과 팔꿈 관절의 단일벡터크기에서 유의한 차이가 있었으나, 물 마시기와 숟가락 사용하기는 손목 관절과 팔꿈 관절의 단일벡터크기에서 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 이것은 피트미터 가속도계의 특성상 손목과 팔꿈치가 동시에 움직이는 동작(전화기를 책상에서 얼굴로 이동하기, 세수를 위해 손을 수도꼭지에서 얼굴로 이동하기)은 중심축인 팔꿈치에서 멀어질수록 단일벡터크기가 증가하였을 것으로 생각된다. 그러나 손목과 팔꿈치가 부분적으로 분리되어 움직이는 동작(컵을 입으로 이동할 때는 팔꿈치가 주로 움직이지만 컵을 기울일 때는 손목이 주로 움직임, 숟가락을 입으로 이동할 때는 팔꿈치가 주로 움직이지만, 숟가락을 기울일 때는 손목이 주로 움직임)은 먼 쪽 움직임의 단일벡터크기의 총합과 몸 쪽 움직임의 단일벡터크기의 총합이 분리되지 않고 나타났다. 추후 연구에서는 이러한 실험상의 제한점을 보완하여 이동동작과 조작동작을 분리한 후 분석해야 할 것이며 연구대상자도 충분히 확보하여 보다 일반화 가능성이 높은 결과를 도출해야 할 것이다.

또한, 본 연구의 결과가 작업치료 임상에서 활용되기 위해서는 가속도계를 활용하여 대조군과 중추신경계 손상 환자군을 비교한 연구도 수행되어야 할 것이다. 기존의 삼차원 동작분석장비를 활용하여 대조군과

뇌졸중 환자군을 비교한 연구에서는 같은 과제를 수행할 때 뇌졸중 환자군이 정상 대조군보다 체간의 움직임이 증가하였지만, 어깨와 팔의 움직임이 감소하였다(Cirstea & Levin, 2000). 삼차원 동작분석장비의 경우 장비의 제한으로 상지 특히 손에서의 연구는 주로 실험실 연구로 제한이 되고 실제 임상에서 평가 도구로 적용되기에는 경제적, 기술적으로 제한이 있다. 그러나 가속도계의 경우에는 임상에서도 손쉽게 환자에게 적용할 수 있으며, 특히 움직임의 양을 객관적으로 수량화 할 수 있다는 점에서 근거중심치료의 근거로 사용할 수 있을 것이다. 최근에 들어서야 가속도계를 작업치료 영역에서 사용하기 시작하여 기존 평가 척도와 가속도계 사이의 관련성에 대한 근거가 부족하지만, 다양한 연구를 통해 이를 뒷받침 할 수 있을 것이다. 추후 연구에서는 가속도계를 활용하여 대조군과 뇌졸중 환자군에서 차이가 나는 변수를 확인해야 할 것이다.

V. 결론

본 연구에서는 정상 성인을 대상으로 전화하기, 물 마시기, 세수하기, 숟가락 사용하기를 수행할 때 기존의 삼차원동작분석 장비와 가속도계에서 발생하는 변수를 동시에 측정하였다. 기존의 삼차원동작분석 장비와 가속도계 모두 과제간의 유의한 측정값 차이가 있었으며, 팔꿈 관절에서는 삼차원동작분석 장비와 가속도계가 매우 유의한 상관관계를 보였으나, 손목 관절에서는 유의한 상관관계가 없었다. 전화하기와 세수하기에서는 팔꿈 관절과 손목 관절에서 발생하는 단일벡터크기가 유의한 차이가 있었으나, 물 마시기와 숟가락 사용하기에서는 유의한 차이가 없었다. 따라서 가속도계는 임상에서 일상생활활동의 역학적 변수를 측정할 때 유용하게 사용하게 사용될 수 있을 것으로 생각되며, 손목 관절보다는 팔꿈 관절에서 가속도계가 삼차원동작분석 장비를 대체할 수 있는 가능성이 높을 것으로 사료된다.

참고 문헌

Aizawa, J., Masuda, T., Koyama, T., Nakamaru, K.,

- Isozaki, K., Okawa, A., et al. (2010). Three-dimensional motion of the upper extremity joints during various activities of daily living. *Journal of biomechanics*, 43(15), 2915-2922.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2003). *Stroke rehabilitation : guidelines for exercise and training to optimize motor skill* (1st ed.). Edinburgh; New York: Butterworth-Heinemann.
- Chang, J. J., Tung, W. L., Wu, W. L., & Su, F. C. (2006). Effect of bilateral reaching on affected arm motor control in stroke-with and without loading on unaffected arm. *Disability & Rehabilitation*, 28(24), 1507-1516.
- Cirstea, M., & Levin, M. F. (2000). Compensatory strategies for reaching in stroke. *Brain*, 123(5), 940.
- de Niet, M., Bussmann, J. B., Ribbers, G. M., & Stam, H. J. (2007). The stroke upper-limb activity monitor: its sensitivity to measure hemiplegic upper-limb activity during daily life. *Archives Physical Medicine Rehabilitation*, 88(9), 1121-1126.
- Gray, S., Watts, S., Debicki, D., & Hore, J. (2006). Comparison of kinematics in skilled and unskilled arms of the same recreational baseball players. *Journal of Sports Science*, 24(11), 1183-1194.
- Kim, D. Y., Hwang, I. H., Jeon, S. H., Bae, Y. H., & Kim, N. H. (2011). Estimating Algorithm of Physical Activity Energy Expenditure and Physical Activity Intensity using a Tri-axial Accelerometer. *Journal of Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of Korea*, 11, 27-33.
- Lee, W., Buchanan, T., & Rogers, M. (1987). Effects of arm acceleration and behavioral conditions on the organization of postural adjustments during arm flexion. *Experimental Brain Research*, 66(2), 257-270.
- Lundy-Ekman, L. (2007). *Neuroscience: fundamentals for rehabilitation* (4th ed). St. Louis; Missouri: Elsevier Inc.
- Meretoja, O., Werner, M., Wirtavuori, K., & Luosto, T. (1989). Comparison of thumb acceleration and thenar EMG in a pharmacodynamic study of alcuronium. *Acta anaesthesiologica scandinavica*, 33(7), 545-548.
- Muellbacher, W., Richards, C., Ziemann, U., Wittenberg, G., Wetz, D., Boroojerdi, B., et al. (2002). Improving hand function in chronic stroke. *Archives of neurology*, 59(8), 1278-1282.
- Murphy, M. A., Willén, C., & Sunnerhagen, K. S. (2011). Kinematic variables quantifying upper-extremity performance after stroke during reaching and drinking from a glass. *Neurorehabilitation and neural repair*, 25(1), 71-80.
- Edmans J. (2010). *Occupational therapy and stroke* (2nd ed). West Sussex; United Kingdom: Blackwell Pub.
- Pendleton, H. M., & Schultz-Krohn, W. (2013). *Pedretti's occupational therapy: practice skills for physical dysfunction*. St. Louis; Missouri: Elsevier Health Sciences.
- Plamondon, R. (1995). A kinematic theory of rapid human movements. Part I. Movement representation and generation. *Biological Cybernetics*, 72(4), 295-307.
- Potgieser, A., & de Jong, B. (2011). Different distal-proximal movement balances in right-and left-hand writing may hint at differential pre-motor cortex involvement. *Human movement science*, 30(6), 1072-1078.
- Rogers, J. C., & Holm, M. B. (1994). Accepting the challenge of outcome research: examining the effectiveness of occupational therapy practice. *The American journal of occupational therapy: official publication of the American Occupational Therapy Association*, 48(10), 871-876.
- Rohrer, B. (2002). Movement smoothness changes during stroke recovery. *The Journal of neuro-*

science, 22(18), 82-97.

- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2010). *Motor control : translating research into clinical practice* (3rd ed. pp.444-467). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Thies, S., Tresadern, P., Kenney, L., Howard, D., Goulermas, J., Smith, C., et al. (2007). Comparison of linear accelerations from three measurement systems during reach and grasp. *Medical Engineering & Physics*, 29(9), 967-972.
- Uswatte, G., Taub, E., Morris, D. P., Light, K. P., & Thompson, P. A. (2006). The Motor Activity Log-28 Assessing daily use of the hemiparetic arm after stroke. *Neurology*, 67(7), 1189-1194.
- Vega-Gonzalez, A., Bain, B. J., Dall, P. M., & Granat, M. H. (2007). Continuous monitoring of upper-limb activity in a free-living environment: a validation study. *Medical & biological engineering & computing*, 45(10), 947-956.
- Volman, M. C. J., Wijnroks, A. L., & Vermeer, A. (2002). Effect of task context on reaching performance in children with spastic hemiparesis. *Clinical Rehabilitation*, 16(6), 684-692.

Abstract

Accelerometry of Upper Extremity During Activities of Daily Living in Healthy Adults

Kim, Tae-Hoon*, Ph.D., O.T., Park, Kyung-Hee**, Ph.D., P.T.,

*Dept. of Occupational Therapy, Dongseo University

**Dept. of Physical Therapy, Masan University

Objective : The objectives of this study were to compare the variables from Fitmeter accelerometer with them from CMS-70P(Zebris Medizintechnik GmbH, Germany) and to suggest the availability the accelerometer in the field of occupational therapy.

Methods : Twenty participants performed calling, drinking water, washing face and spooning and we measured Sum of Single Vector Magnitude(SSVM) and range of motion(ROM) on the wrist and elbow joints.

Results :With respect to the wrist and elbow joints, SSVM and ROM differed significantly according to the task(calling, drinking water, washing face and spooning)($p < .001$; $p < .001$; $p < .001$; $p < .001$). As for the wrist joint, SSVM and ROM did not show the significant correlation($p > .05$) but as for the elbow joint, SSVM and ROM did show the significant correlation according to the task($p < .01$; $p < .001$; $p < .01$; $p < .05$). With regard to the SVM -difference of wrist and elbow joints, calling and washing showed the significant difference ($p < .001$; $p < .05$) but drinking and spooning did not show the significant difference($p > .05$; $p > .05$).

Conclusion : We suggest that Fitmeter accelerometer would be use to record the kinematic variables during performance of ADL and it can compensate the function of CMS-70P as for the elbow joint than the wrist joint.

Key Words : Accelerometer, Activities of Daily Living, Motion Analysis, Joint Knematics