

스마트폰과 고니오메타를 이용한 어깨관절의 안쪽돌림과 바깥돌림의 신뢰도와 타당도

정민기¹, 임나영¹, 최유리¹, 황현지¹, 조아영¹, 추연기², 오태영*¹

¹신라대학교 보건복지대학 물리치료학과

²신라대학교 대학원 물리치료전공

Reliability and Validity of internal Rotation and External Rotation of Shoulder Joint Using Smart Phone and Goniometer

Min-Gi Jung¹, Na-Yeung Im¹, Yu-Ri Choi¹, Hyun-Ji Hwang¹,
A-Young Cho¹, Yeon-Gi Choo², Tae-Young Oh*¹

¹Department of Physical Therapy, College of Health Science, Silla University

²Department of Physical Therapy, Graduation School, Silla University

Purpose This research was performed to inquire the reliability and validity of internal rotation and external rotation of shoulder joint using smart phone and goniometer to healthy subjects. **Methods** Universal goniometer and two android application, hysical tools YMED ROM and goniometer developed by Nagomi.aqu was used to collect the data from 30 healthy subjects in age of 20s, 15 male and 15 female, from S University in Busan, Republic of Korea. As a procedure, all subjects were properly stretched before the experiment. The active internal and external rotation of right arm of each subject were measured and 3 raters measured each subject 5 times with 3 different tools, overall 15 times for each subject. And each rater were blindfolded to conceal the results from other raters. SPSS 20.0 software were used to process all statistics, and intraclass correlation coefficient (2,k) model were used to calculate the reliability and pearson correlation coefficient validity were used to calculate the validity. **Results** As the result, intrarater reliability of 3 raters showed high reliability (ICC>0.9). Interrater reliability showed high reliability in all measurement (ICC>0.9), validity of measuring tools showed very high correlation in both active internal and external rotation of shoulder joint. **Conclusion** This research showed the value measured with goniometer application using gyroscope of smartphone is reliable. Peculiarly, the value of both reliability and validity of external rotation was higher than that of internal rotation

Key words Internal rotation, External rotation, Goniometer, Reliability, Validity, Smart Phone

책임 저자 Tae-young Oh (ohtaeyoung@silla.ac.kr)

논문 접수일 2016년 4월 3일

수정 접수일 2016년 5월 16일

게재 승인일 2016년 6월 24일

1. 서론

관절가동범위(Range Of Motion, ROM)란 몸쪽의 특정한 관절에서부터 먼쪽까지의 움직임의 범위를 말하며, 이것은 질병의 평가에 중요한 지표로 이용되거나, 진단이나 증상, 또는 치료 개선 정도 등을 평가하기 위해서 유용하게 사용된다.¹⁻³⁾ 따라서 제한된 관절가동범위의 측정은 관절 내 또는 그 주위 조직의 병변이나 이에 대한 치료의 효과 및 장애를 평가하는 중요한 임상검사 방법 중 하나라고 볼 수 있다.^{4,5)}

고니오메타는 일반적으로 관절가동범위를 측정 할 때 사용되어 왔다. 일반 고니오메타는 관절의 가동범위를 측정할 때 유용하게 사용되어 지며, 신뢰도가 높은 측정도구이다.^{6,7)} 그러

나 일반 고니오메타의 단점으로, 첫 번째는 축을 기준으로 하기 때문에 부착점을 지정하여야 한다는 것이고, 두 번째는 한 손으로는 측정부위를 고정하고, 다른 한 손으로는 고니오메타를 이용해야 한다는 것이다. 따라서 일반 고니오메타는 수동적 관절가동범위를 측정하기엔 제한적일 수 있다.⁸⁾ 그리고 최근에는 의료기술과 과학의 발달로 경사계(inclinometer), 동작분석기(motion analysis) 등 다양한 방법들이 개발되며 소개되어 지고 있다.^{9,10,11)} 이러한 도구들은 측정값에 신뢰도가 상당히 높다고 알려져 있다. 그러나 특별한 장비의 구매 및 사용법을 숙지해야 하는 단점이 있다.¹²⁾

최근 스마트폰(smartphone)이 대중화되고 있다. 방송통신위원회(2013)의 통계자료에 따르면 2013년 1월 기준 국내 스

마트 폰 가입자 수가 약 3329만명으로 우리나라 국민 중 약 72%가 스마트폰을 사용 중인 것으로 나타났다.¹³⁾ 이와 같이 현대사회에서 스마트폰은 보편화 되고 있으며, 기존의 휴대폰과는 달리 사용자가 필요한 서비스나 정보를 시간과 공간의 제약 없이 자유롭게 이용 할 수 있는 장점이 있다.^{14,15)} 스마트폰에는 자력계(magnetometer), 가속도계(accelerometer), 자이로스코프(gyroscope)의 센서들이 설치되어 있다. 자이로 센서란 각 축에 대해 회전하는 각속도를 측정하는 것을 말하며, 축을 기준으로 방향에 따라 양(+의 값과 음(-)의 값으로 구분한다. 이렇게 구한 각속도와 속력공식(각속도*시간=회전각도)을 이용하여 회전한 각도를 구할 수 있다. 따라서 이러한 센서는 신체에서 회전하는 동작의 각도를 측정하는데 사용 할 수 있으며 이를 증명하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다.^{12,16-19)}

상지의 정상적인 관절가동범위를 통한 기능의 유지는 일상 생활 활동의 독립적인 수행을 돕는다. 특히 어깨관절의 관절가동범위의 제한이 있을 경우 임상적으로 일상생활 활동의 어려움과 구조적인 결함을 가지게 된다.^{4,20)}

어깨 복합체(shoulder complex)는 복장뼈(sternum), 빗장뼈(clavicle), 갈비뼈(rib), 어깨뼈(scapula), 그리고 위팔뼈(humerus)에 의해 어깨가슴관절(scapulothoracic joint), 복장빗장관절(sternoclavicular joint), 봉우리빗장관절(acromioclavicular joint), 그리고 오목위팔관절(glenohumeral joint)로 구성되어진다. 그 중 어깨가슴관절(scapulothoracic joint)은 복장빗장관절(sternoclavicular joint)과 봉우리빗장관절(acromioclavicular joint)에서 일어나는 협동적인 움직임들에 의해 적절한 어깨뼈 움직임을 수행하고, 오목위팔관절(glenohumeral joint)의 운동에 영향을 준다. 따라서 어깨 복합체의 관절들은 서로 연속적으로 연결되어 어깨에서 나타나는 움직임의 최대 기능을 수행한다.²¹⁾

그러나 이 관절들 중, 하나의 관절에서 문제가 발생하면 전체 어깨 복합체의 효율성을 감소시킬 수 있으며, 이는 어깨관절의 움직임을 제한시키게 된다.^{21,22)} 어깨복합체에는 16개의 근육들이 부착되어 있고, 어깨 움직임의 범위는 이러한 근육들에 의해 조절된다. 만약 연관된 근육들 중 어느 한 곳이 약화된다면, 어깨 움직임의 조절이 감소되어 비정상적인 어깨 움직임을 만들어 낼 수 있다.²¹⁾ 대표적으로 회전근개 파열(rotator cuff)이나 어깨관절 충돌 증후군(shoulder impingement syndrome)등과 같은 어깨 질환이 관절가동범위의 제한을 유발시킨다.^{1,2)}

어깨 복합체 중 오목위팔관절의 위치가 다를 때, 어깨관절의 가동범위가 달라지기 때문에 어깨의 가쪽돌림(external rotation)과 안쪽돌림(internal rotation)에 대한 임상적 평가는 필요하다(Humphries 등, 2015). 또한 표준화된 몸통과 어

깨뼈의 고정, 최대관절가동범위(end range of motion)에서의 압박력은 어깨 회전운동 측정의 신뢰성을 증가시킨다.^{23,24)} 그러므로 오목위팔관절의 회전운동의 가동범위를 정확하게 측정하기 위해서는, 어깨가슴관절의 움직임을 최소화시키는 도수 어깨뼈 안정화(manual scapular stabilization)를 필수적으로 적용 해야한다.^{16,25)}

이러한 어깨관절의 움직임은 어깨복합체의 협동적 움직임이므로 가동범위를 측정하는 것이 까다롭다. 특히 안쪽돌림과 바깥돌림의 범위는 기준이 모호하고 측정하기 어려울 것으로 사료되어 본 연구에서는 정확한 측정을 가지고 스마트폰을 이용한 측정자 내 신뢰도, 측정자 간 신뢰도, 타당도를 일반적 측정방법인 고니오메타와 비교하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

대상자는 부산소재의 S대학에 재학중인 건강한 20대 남자 15명, 여자 15명이 참여하였다. 대상자는 어깨 부위의 신경학적 질병, 관절염, 연부조직 손상, 목이나 어깨관절에 수술 경력이 있는 대상자는 제외시켰다.

2. 연구도구

본 연구를 위하여 1개의 일반 고니오메타(universal goniometer)와 안드로이드 스마트폰(Pantech VEGA Secret Note)의 2가지 어플리케이션을 사용하였다. 이 어플리케이션들은 안드로이드 구글 플레이(Android Google Play)에서 고니오메타를 검색하여 나온 어플리케이션 중 사용법이 쉬운 것과 스마트폰의 부착면에 따라 사용되지 않는 축을 배제시킬 수 있는 것으로 선택하였다. 첫 번째 도구로 Universal twelve-inch plastic EZ Read Jamar™ Goniometer (GONIO)를 사용하였다. 두 번째 도구(APP1)로 physical tools YMED ROM application을 사용하였다. 이 도구는 0~180°의 회전을 측정 할 수 있고, 그 이상의 각도는 반대 방향의 회전으로 인지한다. 세 번째 도구(APP2)는 Nagomi.aqu가 개발한 각도기 어플리케이션이다. 이 도구는 0~360°를 모두 표현 할 수 있으며, 특정 축을 지정하여 측정 할 수 있는 기능이 있다. 이 어플리케이션들은 스마트폰의 스크린이 위를 향하게 두었을 때를 기준으로 시상축과 이마축의 회전을 측정 할 수 있다.

3. 연구 절차

총 3명의 측정자가 관절가동범위를 측정을 하고 1명의 보조자를 두었다. 측정자들은 3일 동안 대상자 10명을 추가로 모집하

여 사전 실험을 통해 고니오메타와 어플리케이션의 사용법을 숙지 할 수 있도록 하였다. 측정 전에 3명의 측정자를 A, B, C로 명하여 대상자들에게 측정하기 전 ABC를 무작위로 나열하게 하여 측정자들의 순서를 정하였고, 대상자들에게 실험의 목적을 숨기고 측정값을 알 수 없도록 눈가림 시켰다.

대상자의 오른팔의 능동 안쪽돌림, 능동 가쪽돌림을 측정하였고, 3명의 측정자가 3개의 도구를 이용하여 5번씩 총 15번을 측정하였다. 측정자들은 다른 측정자들의 값을 알 수 없게 눈가림 하였다. 그리고 결과값은 최고값과 최저값을 제외한 3개의 값의 평균을 내었다.

실험 전에 대상자들에게 적절한 스트레칭을 시켰으며, 운동에 대한 설명문을 보여주어 사전에 숙지 할 수 있도록 하였는데, 그 항목은 다음과 같다. [(항목)①침대에 천장을 보고 누워주세요. ②측정 시 시선을 계속 정면을 바라봐주세요. ③바로 누운 자세에서 어깨를 90°로 올려주세요. ④아래팔(forearm)를 천장을 향해서 90° 굽히고 손바닥을 펴주세요. ⑤어깨를 90°로 고정시킨 상태에서 머리방향, 발방향으로 아래팔을 회전하는데 손목이 굽힘 또는 펴지지 않게 주의하세요.]

대상자들의 위팔 밑에 베개를 받쳐서 몸통과의 수평을 맞추었다. GONIO를 이용한 측정은 축(axis)을 팔꿈치머리 돌기(olecranon process)로 두고 GONIO의 한쪽 날개는 아래팔에 대해 수평하게 고정하고, 나머지 날개는 자쪽뿔돌기를 기준으로 측정하였다. 스마트폰 어플리케이션은 스마트폰의 상단 부를 노쪽손목관절의 관절면에 부착하였다. 이 때 회전 시 대상자의 손목이 굽힘 또는 펴지는 것을 통제하여 기준점의 경사가 변하지 않도록 주의하였다.

4. 통계 처리

모든 통계처리는 SPSS 20.0 software를 사용하였다. 신뢰도는 급내상관계수 ICC (2.k) model을 사용하여 측정자간 신뢰도와 측정자내 신뢰도를 분석하였다. 타당도는 pearson 상관계수를 사용하여 계산하였다.

III. 결과

1. 측정자내 신뢰도

3명의 측정자와 측정도구 GONIO, APP1, APP2에 의해 각각 5회씩 측정된 어깨 관절의 안쪽돌림(IR) 및 가쪽돌림(ER)의 측정자내 신뢰도는 3명의 측정자 모두 높은 신뢰도 값을 보였다(ICC>0.9)(Table 1).

2. 측정자간 신뢰도

3명의 측정자와 측정도구 GONIO, APP1, APP2에 의해 각각 5회씩 측정된 어깨 관절의 안쪽돌림(IR) 및 가쪽돌림(ER)의 측정자간 신뢰도는 모든 측정 동작에서 높은 수준의 신뢰도 값을 보였다(ICC>0.9)(Table 1).

3. 측정도구의 타당도

어깨관절의 안쪽돌림 및 가쪽돌림에 대한 GONIO, APP 1, APP 2의 피어슨 상관계수는 어깨관절의 능동 안쪽돌림과 능동 가쪽돌림에서 매우 높은 상관관계를 보였다(>0.90)(Table 2)(Table 3)(Figure 1)(Figure 2).

Table 1. Reliability of inter and intra rater in shoulder ROM

		inter			intra	
		95% CI	ICC		95% CI	ICC
IR	GONIO	0.95~0.98	0.97	A	0.98~0.99	0.99
	APP 1	0.94~0.98	0.96	B	0.96~0.99	0.98
	APP 2	0.92~0.98	0.96	C	0.96~0.99	0.98
ER	GONIO	0.98~0.99	0.99	A	0.99~0.99	0.99
	APP 1	0.98~0.99	0.99	B	0.99~0.99	0.99
	APP 2	0.97~0.99	0.98	C	0.98~0.99	0.99

IR: Internal Rotation; ER: External Rotation; GONIR: Goniometer; APP: Application

Table 2. Correlation Coefficient of goniometer and application 1, 2 in shoulder internal rotation

	GONIO	APP1	APP2
GONIO	1	.97**	.98**
APP1		1	.98**
APP2			1

Table 3. Correlation Coefficients of goniometer and application 1, 2 in shoulder external rotation

	GONIO	APP1	APP2
GONIO	1	.99**	.99**
APP1		1	.99**
APP2			1

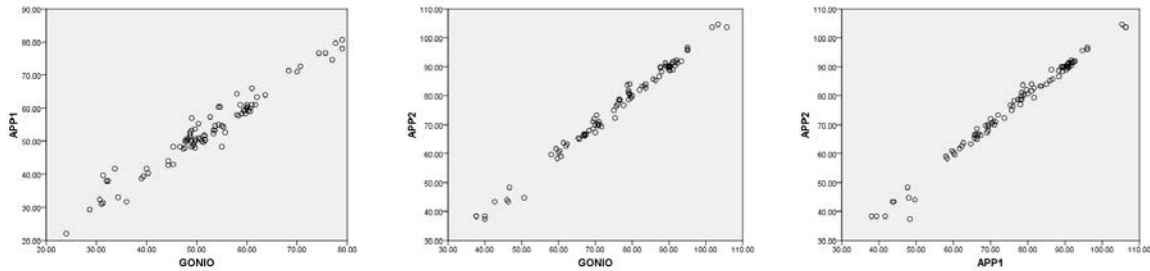


Figure 1. Dispersion of Internal Rotation

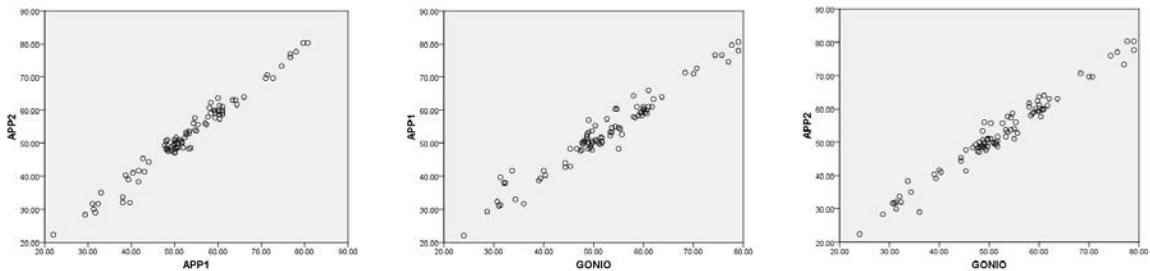


Figure 2. Dispersion of External Rotation

IV. 고찰

본 연구는 스마트폰을 이용한 관절가동범위 측정과 고니오메타를 이용한 측정간의 신뢰도와 상관관계를 알아본 연구로서 어깨관절의 안쪽 돌림과 바깥 돌림을 통하여 알아보았다. Park 등(2015)은²⁶⁾ 엉덩관절 수술 관절 환자를 대상으로 스마트폰으로 관절가동범위를 측정하여 높은 상관관계와 신뢰도가 있는 것으로 보고하였으며, Yang 등(2016)은²⁷⁾ 정상인을 대상으로 한 스마트폰 연구, Park 등(2014)은²⁸⁾ 뇌졸중 환자를 대상으로 어깨 관절을 측정한 연구에서 높은 신뢰도와 상관관계를 보고하였다. 본 연구에서는 정상인 20대 남녀 30명을 대상으로 어깨관절의 안쪽 돌림과 바깥 돌림의 가동범위를 스마트폰과 고니오메타로 측정한 결과 높은 신뢰도와 상관관계를 나타내어 선행연구의 긍정적인 결과와 일치하는 것을 알 수 있다.

엉덩관절 수술 환자에게 스마트폰으로 굽힘, 벌림, 바깥돌림을 측정한 Park 등(2015)의²⁶⁾ 연구에 의하면 측정자내 신뢰도(ICC>0.78)는 신뢰할 만한 수준을 보여주었고, 측정자간 신뢰도(ICC>0.90)는 매우 높은 신뢰수준을 보고하였다. 본 연구에

서는 정상인을 대상으로 어깨 관절을 측정하였으며, Park 등(2015)의²⁶⁾ 연구결과는 본 논문보다 낮은 측정자내 신뢰도를 나타내었으며, 측정자간 신뢰도는 선행연구와 유사한 결과를 볼 수 있었다. 정상 성인 남녀 50명을 대상으로 스마트폰을 이용한 엉덩관절의 가동범위를 측정한 Yang 등(2016)의²⁷⁾ 연구에 의하면 스마트폰의 측정자간 신뢰도(ICC=.948~.974)가 일반 고니오메타의 측정자간 신뢰도(ICC=.781~.827)보다 높은 것으로 나타났다. 하지만 일반 고니오메타의 측정자간 신뢰도도 보통 이상의 수준의 신뢰도를 보였다. 본 연구에서는 정상인 30명을 대상으로 어깨관절을 측정한 결과 선행연구의 스마트폰 측정자간 신뢰도와는 유사한 결과를 나타내었으나, 고니오메타 측정자간 신뢰도는 다소 차이가 있는 것으로 나타났다.

뇌졸중 환자에게 스마트폰과 고니오메타로 어깨관절 가동범위를 측정한 Park 등(2014)은²⁸⁾ 연구에서는 일반 고니오메타(GONIO)의 측정자내 신뢰도(ICC=.80~.96)는 신뢰할 만한 수준을 보여주었고, 측정자간 신뢰도도 90도 벌림 상태(IR90)에서 안쪽돌림(1차 ICC=.66, 2차 ICC=0.71)을 제외하고는 높은 수준의 신뢰도를 보여주었다. 그리고 스마트폰을 이용한 어

깨관절의 가동범위의 측정자내 신뢰도 역시, IR90 시 보통 수준의 신뢰도(ICC=.74)를 보인것을 제외하고는 모두 높은 수준의 신뢰도를 보였다(ICC=.76~.95). 측정자간 신뢰도에서도 마찬가지로 IR90(1차 ICC=.63, 2차 ICC=.68)은 보통 수준의 신뢰도를 보였지만 다른 동작에서는 신뢰할 수 있을 만한 높은 수준의 신뢰도를 보였다(ICC=.76~.93). Park 등(2014)²⁸⁾ 연구에서도 일반 고니오메타(GONIO)와 스마트폰 모두 신뢰할 만한 결과를 보였고, 특히 90도 벌림 상태에서 바깥돌림 동작에서는 측정자1과 2 둘 다 측정자내 신뢰도(ICC>0.9)와 측정자간 신뢰도(ICC>0.9)가 매우 높은 수준으로 나타났다. 그러나 선행 연구에서는 IR90 동작의 측정자내 신뢰도와 측정자간 신뢰도 모두 보통수준의 신뢰도를 보인 반면, 본 연구에서는 매우 높은 신뢰도를 보였다. 선행 연구에서는 뇌졸중 환자 26명을 대상으로 하여 측정하였다. 뇌졸중 환자들은 근육긴장 항진과 구축, 강직, 어깨 통증에 의해 관절 가동 범위 감소가 나타나게 된다. 이러한 장애들은 측정자가 마비 측 팔을 측정할 때 제한을 주어 측정 오류를 증가시키게 된다. 그로 인해 측정자마다 수동 안쪽돌림 시 끝 지점을 판단하는 것에 차이가 생겨 IR90 동작의 측정자간 신뢰도와 측정자내 신뢰도 모두 보통 수준으로 나타났을 것이다. 그에 반해 본 연구에서는 정상 성인 남녀 30명을 대상으로 하였고, 능동 안쪽돌림을 하였으므로 대상자 스스로가 끝 지점을 판단하는 것이 일정했다고 생각된다.

정상인을 대상으로 고니오메타와 스마트폰을 통해 어깨관절 가동범위를 Werner(2014) 등의 연구에서²⁹⁾, 일반 고니오메타를 통한 측정자간 신뢰도는 IR90 동작(ICC=0.64)과 앞쪽 굽힘(ICC=0.57)에서 낮은 측정자간 신뢰도를 나타내었으며, 벌림은 보통 수준의 측정자간 신뢰도를 나타내었다. 그러나 바깥돌림의 측정자간 신뢰도(ICC=.78~.83)는 높은 수준의 신뢰도를 보였다. 그러나 스마트폰을 통한 벌림(ICC=0.72)과 앞쪽 굽힘(ICC=0.75)은 보통 수준의 측정자간 신뢰도를 나타냈고, 바깥돌림(ICC=0.86)과 IR90(ICC=0.81)은 높은 수준의 측정자간 신뢰도를 나타내었다. 본 연구에서 정상인을 대상으로 어깨 관절의 안쪽돌림과 바깥돌림을 측정한 결과, 스마트폰 측정자간 신뢰도와 고니오메타 바깥돌림의 측정자간 신뢰도는 유사한 결과를 나타냈으나, 고니오메타 안쪽돌림은 본 논문보다 낮은 측정자간 신뢰도를 나타내었다.

증상이 보이는 편측 어깨 환자 41명을 대상으로 스마트폰을 이용한 어깨관절가동범위를 측정한 Shin 등(2012)의 연구¹²⁾에 의하면 측정자내 신뢰도에서 스마트폰을 이용한 측정에서는 모든 IR90와 ER90에서 높은 수준의 신뢰도가 보였고(ICC>0.79), 고니오메타를 이용한 측정에서는 IR90과 ER90에서 모두 높은 수준의 신뢰도가 보였다(ICC>0.89). 측정자간 신뢰도는 스마트폰을 이용한 측정에서는 IR90(ICC=0.67)보다 ER90

(ICC=0.87)의 신뢰도는 높게 나왔고, 고니오메타를 이용한 측정에서는 IR90(ICC=0.67)보다 ER90(ICC=0.91)의 신뢰도가 높게 나왔다. 본 연구에서는 정상인을 대상으로 어깨 관절을 측정하였으며, Shin 등(2012)¹²⁾의 연구결과 중 스마트폰을 이용한 측정에서는 본 논문보다 낮은 측정자간 신뢰도를 나타내었으며, 측정자내 신뢰도는 선행연구에서 낮은 신뢰도를 제외한 신뢰도에서는 유사한 결과를 볼 수 있었다. 그리고 고니오메타를 이용한 측정에서는 측정자내 신뢰도와 측정자간 신뢰도 모두 선행연구와 유사한 결과를 볼 수 있었다.

V. 결론

본 연구에서는 어깨관절의 안쪽돌림과 가쪽돌림의 관절가동범위를 측정하여 일반 고니오메타와 스마트폰의 자이로스코프를 이용한 고니오메타 어플리케이션의 신뢰도와 타당도를 분석하였다. 이를 통해 휴대성과 편리성의 장점을 가진 스마트폰으로 관절가동범위를 측정했을 때 그 값이 신뢰할 수 있다는 근거를 제공한다. 결과값은 측정자 내, 측정자 간 신뢰도를 분석하였을 때 상당히 높은 수준의 신뢰도가 나타났다. 그리고 측정도구의 타당도를 분석 하였을 때 높은 수준의 상관관계를 보였다. 특이점은 신뢰도와 타당도 모두 안쪽돌림보다 가쪽돌림의 값이 더 높게 나왔다.

References

1. Park SH. therapeutic technique on shoulder impingement syndrome : case report 3. The journal of Korean Academy of orthopedic Manual Therapy. 2003;9(2):87-92.
2. Son SJ, Pain Recovery Pattern after an Arthroscopic Rotator Cuff Repair according to the Integrity. Tear Size and Tear Location. The graduate of Chonnam national university. Master thesis. 2009.
3. Tzannes A, Murrell GA. Clinical examination of the unstable shoulder. Sports Medicine. 2002;32(7):447-457.
4. Lim JM, Choi WH, Lim CG. Effects of ankle strength and range of motion on static balance capacity of the elderly. The Korean Society Of Sports Science. 2012;21(4):1149-1159.
5. Chae SY. Comparison of Reliability and Validity for Assessment of Range of Motion: Goniometer and Fismatrix. The journal of assistive technology. 2010;4(1):1-10.
6. Kim KH, Lee HD, Lee SC. Reliability of Goniometric measurements at the lower extremity joint. The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical

- Education and Sport Science. 2006;8(2):13-25.
7. Norkin CC, White DJ. Measurement of joint motion: a guide to goniometry. FA Davis. 2009.
 8. Kolber MJ, Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. International journal of sports physical therapy. 2012;7(3):306.
 9. Charlton PC, Mentiplay BF, Pua YH, et al. Reliability and concurrent validity of a Smartphone, bubble inclinometer and motion analysis system for measurement of hip joint range of motion. Journal of Science and Medicine in Sport. 2015;18(3):262-267.
 10. Jang HY, Han JS, Han CS. Study on gait analysis of elders and hemiplegia patients using 3D motion analysis. Journal of the Korean Society for Precision Engineering. 2012;29(7):730-736.
 11. Poser A, Ballarin R, Piu P, et al. Intra and inter examiner reliability of the range of motion of the shoulder in asymptomatic subjects by means of digital inclinometers. Scienza Riabilitativa. 2015;17(3).
 12. Shin SH, Lee OS, Oh JH, et al. Within-day reliability of shoulder range of motion measurement with a smartphone. Manual therapy. 2012;17(4):298-304.
 13. Ju SJ. The Effects of Smart Phone Addiction on University students Adaptation to School Life : Focusing on the Moderating Effect of Self Control. Forum for youth culture. 2015;42:98-127.
 14. Corbeil JR, Valdes Corbeil ME. Are you ready for mobile learning? Educause Quarterly. 2007;30(2):51.
 15. Kim S, Lee S, Hwang H. A study of the Factors Affecting Adoption of a Smartphone. Entrée Journal of Information Technology. 2011;10(1):29-39.
 16. Hwang UJ, Jeon IC, Choi KH, et al. Reliability Study of Measuring Range of Motion Glenohumeral Joint Internal Rotation With Pressure Biofeedback Stabilization. Korean Research Society of Physical Therapy. 2015;22(4):62-70.
 17. Linda B. Johnson, Sean Sumner, et al. Validity and reliability of smartphone magnetometer-based goniometer evaluation of shoulder abduction: A pilot study. Manual Therapy. 2015;20:777-782.
 18. Ockendon M, Gilbert RE. Validation of a novel smartphone accelerometer-based knee goniometer. The journal of knee surgery. 2012;25(4):341-345.
 19. Patrinoopoulos M, Kefalis C. Angular velocity direct measurement and moment of inertia calculation of a rigid body using a smartphone. The Physics Teacher. 2015;53(9):564-565.
 20. SonSun L, SinAe P, OhYun K, et al. Measuring range of motion and muscle activation of flower arrangement tasks and application for improving upper limb function. Korean Journal of Horticultural Science & Technology. 2012;30(4):449-462.
 21. Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation. Elsevier Health Sciences. 2013.
 22. Sahrman S. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. Elsevier Health Sciences. 2002.
 23. Hayes K, Walton JR, Szomor ZL, et al. Reliability of 3 methods for assessing shoulder strength. Journal of Shoulder and Elbow surgery. 2002;11(1):33-39.
 24. Wilk KE, Reinold MM, Macrina LC, et al. Glenohumeral internal rotation measurements differ depending on stabilization techniques. Sports Health: A Multidisciplinary Approach. 2009;1(2): 131-136.
 25. Boon AJ, Smith J. Manual scapular stabilization: its effect on shoulder rotational range of motion. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2000;81(7):978-983.
 26. Park SW, Kim MS, Bae HS et al. The reliability and validity of hip range of motion measurement using smartphone operative patient. J Korean Soc Phys Med. 2015;10(2):121-127.
 27. Yang HS, Jeong CJ, Yoo YD et al. Reliability study of hip range of motion measurement by smartphone inclinometer. Journal of Korean Society of Integrative Medicine. 2016;4(2):89-96.
 28. Park IW, Lim OB, Park KN et al. Intra and inter reliability of measuring passive range of shoulder motion with smartphone and goniometer in patients with stroke. Phys Ther Kor. 2014;21(1):1-12.
 29. Werner BC, Holzgrefe RE, Griffin JW, et al. Validation of an innovative method of shoulder range-of-motion measurement using a smartphone clinometer application. J Shoulder Elbow Surg. 2014;23(11):275-282.

Instructions for Authors

1. Character and article type

1.1 Original papers submitted to the journal should deal with significant areas of physical therapy and exercise physiology.

1.2 Details of the study area are classified as follows.

- (1) Neurological Physical Therapy
- (2) Orthopedic Physical Therapy
- (3) Based Physical Therapy (Biomechanics, Motion Analysis, Measurement and Evaluation, Brain Science, etc.)
- (4) Base Laboratory Science (Anatomy Physiology, Neurophysiology, Exercise Physiology, Histopathology, etc.)
- (5) Policy and Administration of Physical Therapy
- (6) Other Clinical Areas (Cardiovascular and Pulmonary, Geriatric, Skin, Obesity, etc.)
- (7) Other Rehabilitation Areas (Sports Rehabilitation, Occupational Therapy, Orthoses and Prosthesis, Rehabilitation Engineering, etc.)

1.3 Article types accepted are: The journal publishes original papers, systematic reviews, Rehabilitation in Practice articles correspondence relating to published papers and short reports. Other article types should be discussed with the editor before submission.

1.4 Summary of manuscript structure:

- (1) A title page with names and contact details for all authors
- (2) A structured abstract of no more than 250 words (the website checks this)
- (3) The text (usually Introduction, Methods, Results, Discussion)
- (4) Acknowledgements, author contributions, competing interests and funding support
- (5) References (Vancouver style)
- (6) Tables, each starting on a new page
- (7) Figures, each starting on a new page
- (8) Appendix (if any)

1.5 Please note that short reports follow a different format:

- (1) The main text of a short report will usually be between 1000 and 1500 words in length.
- (2) A short report should have sufficient key references to cover all important points, but no more and usually there will be a maximum of 15 references.
- (3) Tables and figures can be very efficient and effective ways of presenting data. A short report will usually have no more than three tables and figures (in total) and most will be restricted to two.
- (4) Further information on short reports can be found here.

2. Peer review policy

The journal's policy is to obtain at least two independent reviews of each article. It operates a double-blind reviewing policy in which the reviewer's name is always concealed from the submitting author; authors may choose to reveal their name but the journal otherwise leaves the article anonymous. Referees will be encouraged to provide substantive, constructive reviews that provide suggestions for improving the work and

distinguish between mandatory and non-mandatory recommendations.

All manuscripts accepted for publication are subject to editing for presentation, style and grammar. Any major redrafting is agreed with the author but the Editor's decision on the text is final.

3. How to submit your manuscript

Before submitting your manuscript, please ensure you carefully read and adhere to all the guidelines and instructions to authors provided above. Manuscripts not conforming to these guidelines may be returned. If you would like to discuss your paper prior to submission, please contact the Editor (Mansoo Ko) at: journal@kbobath.co.kr

Korean society for neurotherapy has a fully web-based system for the submission and review of manuscripts. All submissions should be made online at the Korean society for neurotherapy website:

<http://www.kbobath.com/>

Note: Online submission and review of manuscripts is now used for all types of papers.

New User Account

Please log onto the website. If you are a new user, you will first need to create an account. Follow the instructions and please ensure to enter a current and correct email address. Creating your account is a three-step process that takes a matter of minutes. When you have finished, your User ID and password is sent immediately via email. Please edit your user ID and password to something more memorable by selecting 'edit account' at the top of the screen. If you have already created an account but have forgotten your details type your email address in the 'Password Help' to receive an emailed reminder. Full instructions for uploading the manuscript are provided on the website.

New Submission

Submissions should be made by logging in and selecting the Author Centre and the 'Click here to Submit a New Manuscript' option. Follow the instructions on each page, clicking the 'Next' button on each screen to save your work and advance to the next screen. If at any stage you have any questions or require the user guide, please use the 'Get Help Now' button at the top right of every screen. Further help is available through Korean society for neurotherapy customer support at +82 31 786 3250 or email the editor with your manuscript as an attachment(s) and write a note to explain why you need to submit via this route.

To upload your files, click on the 'Browse' button and locate the file on your computer. Select the designation of each file (i.e. for review - the main text, tables etc - or for the editor only, which is for the title page and any other files such as previous reviews or cosely related articles) in the drop down menu next to the browse button. When you have selected all the files you wish to upload, click the 'Upload Files' button.

Review your submission (in both PDF and HTML formats) and then click the Submit button

You may suspend a submission at any point before clicking the Submit button and save it to submit later. After submission, you will receive a confirmation e-mail. You can also log back into your author centre at any time to check the status of your manuscript, but not to change it.

Please ensure that you submit editable/source files only (Microsoft Word or HWP 2007 or above) and that your

document does not include page numbers; the Korean society for neurotherapy system will generate them for you, and then automatically convert your manuscript to PDF for peer review. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revisions, will be by email.

If you would like to discuss your paper prior to submission please contact the Editor: journal@kbobath.co.kr, and if you wish to seek advice on the submission process please contact the Publishing Editor: journal@kbobath.co.kr

4. Journal contributor's publishing agreement

Before publication, Korean society for neurotherapy requires the author as the rights holder to sign a Journal Contributor's Publishing Agreement. Korean society for neurotherapy's Journal Contributor's Publishing Agreement is a exclusive licence agreement which means that the author retains copyright in the work but grants Korean society for neurotherapy the sole and exclusive right and licence to publish for the full legal term of copyright. Exceptions may exist where an assignment of copyright is required or preferred by a proprietor other than Korean society for neurotherapy. In this case copyright in the work will be assigned from the author to the society.

5. Other conventions

5.1 Informed Consent

Authors are required to ensure that the following guidelines are followed, as recommended by the International Committee of Medical Journal Editors ("Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals": http://www.icmje.org/urm_full.pdf).

Patients have a right to privacy that should not be infringed without informed consent. Identifying information, including patients' names, initials, or hospital numbers, should not be published in written descriptions, photographs, and pedigrees unless the information is essential for scientific purposes and the patient (or parent or guardian) gives written informed consent for publication. Informed consent for this purpose requires that a patient who is identifiable be shown the manuscript to be published.

Complete anonymity is difficult to achieve, however, and informed consent should be obtained if there is any doubt. For example, masking the eye region in photographs of patients is inadequate protection of anonymity. If identifying characteristics are altered to protect anonymity, such as in genetic pedigrees, authors should provide assurance that alterations do not distort scientific meaning and editors should so note.

When informed consent has been obtained it should be indicated in the submitted article.

Authors should identify individuals who provide writing/administrative assistance, indicate the extent of assistance and disclose the funding source for this assistance.

Identifying details should be omitted if they are not essential.

5.2 Ethics

When reporting experiments on human subjects, indicate whether the procedures followed were in accordance with the ethical standards of the responsible committee on human experimentation (institutional or regional) or with the Declaration of Helsinki 1975, revised Hong Kong 1989. Do not use patients' names, initials or hospital numbers, especially in illustrative material. When reporting experiments

on animals, indicate which guideline/law on the care and use of laboratory animals was followed.

6. Manuscript style

Manuscripts should comply with the following provisions. If incongruity manuscripts on guidelines send back, and in this case, the manuscript must be received by modifying the back.

6.1 General Information

- (1) Manuscripts was used earlier with 2003 version MS word of HWP, certainly that was written to providen manuscripts form by Korean society for neurotherapy website. Manuscripts cannot exceed 10 pages except abstract and reference.
- (2) Editing the paper: A4 paper is used to download the manuscripts form, use the default values.
- (3) If contribute the article written in English was present an English sentence reform certification.

6.2 Cover

- (1) Title of manuscripts was described Korean and English title. Korean title was described within 30 characters, English title was described within 20 words.
- (2) With subtitles, of wood at the end with a colon (:) after displaying the subtitles are described.
- (3) English title was described capitalize letters every word except article, preposition and conjunction. If the primary word was article, primary characters of article described to capitalize, and describing a case with subtitles, of wood at the end with a colon (:) after displaying the first letter of first word capitalized, and the rest is all lowercase.
- (4) Number of pages, number of tables, figure number, the number of references to be described.

6.3 Authors Information and Paper Appearing Agreement

(1) Author's names and affiliations

Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation.

(2) Corresponding author

Clearly indicate who is willing to handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also postpublication. Ensure that telephone and fax numbers are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.

(3) Before the accepted manuscript is published in an online issue.

Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agreed with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: ① Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and ② publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

6.4 Abstract

Abstract should be described English and continuously under subheadings of Purpose, Methods, Results, and Conclusion, not exceeding 250 words. The abstract should not contain abbreviations or references. Keywords include more than three. The purpose of these is to increase the likely accessibility of your paper to potential readers searching the literature. Therefore, ensure keywords are descriptive of the study.

Refer to a recognised thesaurus of keywords wherever possible.

6.5 Text

- (1) Font and paragraph form will accept the downloaded paper form.
- (2) Manuscript is in the following order: Introduction, Methods, Results, Discussion, References, tables, figure and figure description.
- (3) Step number of text: I., 1, 1), (1) should be in order.
- (4) Description of the equipment used in research on the text is described as follows.
 - ① Used equipment (Equipment name, manufacturer, country)
 - ② Equipment name and manufacturer in accordance with the manufacturer's notation can be displayed in English and Koreans or country should be listed in Koreans.
- (5) Study subjects for the experiment in the way of acceptance must be included (except animals).
- (6) ① general method cited
 - If your citation one: ... It was reported to be (Cohen et al, 1993).
 - If more than two citations: ... It was reported to be (Laessoe & Voigt, 2008; Masani et al., 2007)
 - ② When describing a person's name
 - If the author who is a: Kim, Duncan is ...
 - If the author who is 2: Hwang and Lee are, Seitz and Rossini are
 - If more than three authors: Park et al, Katz et al without inserting tables and figures in the text of references should be written in a separate page at the back. The position of tables and figures in the text should be listed as follows.
 - ... Displays the results were found (Table 1) (Table 1, 2) (Table 1, Figure 2).
 - ... Results showed (Figure 1) (Figure 1, 2) (Figure 1A) (Figure 1A, 1B)

6.6 References

- (1) References must be written to only citations in the text.
- (2) Indicate references to the literature in the text by Arabic numerals that consecutively through the paper in order of their appearance, and the number of references should be limited not more than 15 units and less than 40.
- (3) Write down all of last name of the author, and attaching the initials of first and middle name is written by capital letters. National literatures also must be written in English.
- (4) Cited references should be more than 30% in the literatures within the last 5 years.
- (5) Title of journal is written according to abbreviation of Index Medicus. If not have Index Medicus, to fill in an the whole title of journal.
- (6) In article title or book title of reference, the first letter should be written by capital letter, the rest is written by small letter. The example follows.
 - ① For a regular journal, reference consist of the author's name, title of paper, title of journal, year of publication of journal, volume of journal, number of issue, and first and last page numbers of the paper. The number of the author is if less than three people write in all, and if more than four write until three authors. The others followed by "et al".

For example:

1. Behrman AK, Lawless-Dixon AR, Davis SB et al. Locomotor training progression and outcomes after incomplete spinal cord injury. *Phys Ther.* 2005;85(12):1356-71.
2. Ory M, Resnick B, Jordan PJ et al. Screening, safety, and adverse events in physical activity interventions: collaborative experiences from the behavior change consortium. *Ann Behav Med.* 2005;Suppl:20-8.

- ② For a book, reference consist of order of the author's name, title of book, number of edition (first edition is not list), place of publication, publisher's name, year of publication of journal, and first and last page numbers of book.

For example:

3. Kitchen S. Electrotherapy: Evidence-based practice. 11th ed. New York, Churchill Livingstone, 2002:165-86.

- ③ or a chapter in a book

For example:

4. Mark S, Williams T. Review of physical therapy. In: Johnson HS, eds. Exercise and Physiology: Incidence of disease. New York, Churchill Livingstone, 1996:789-810.

- ④ For a dissertation

For example:

5. Hong GD. Ipsilateral movement deficits of upper extremity in stroke. Daehan University. Dissertation of Master's Degree. 2002.
6. Hong GD. Ipsilateral movement deficits of upper extremity in stroke. Daehan University. Dissertation of Doctorate Degree. 2002.

- (7) At screening, if cited literature is not detected, the editorial board may be requested the author on relevant reference.

6.7 Acknowledgements: Write if necessary.

6.8 Table and Figure

- (1) Number of table and figure should be limited to five.
- (2) All tables and figures should be written in English and is fitted with a serial number. Internal formula of tables and figures will be ables to use English abbreviation and explanation of abbreviation shoulde be illustrate at bottom of table or figure. e.g.) If the abbreviation in table is PT, at the bottom of table is written in PT: physical therapy. Otherwise explanation is used in order the following codes (*, †, ‡, §, ||, ¶, **, ††, ‡‡). (e.g., *p<0.05)
- (3) The title of table and figure clearly describes the form as clause or phrase, and the first letter of sentence is written in capital letter. Write the title at the top of the table and a explanation for the table is described at the bottom. When making a table, thinkness of line use the default value and do not use vertical line.
- (4) In the content of table and figure, the content of the text not will be list duplicate.
- (5) Illustration for the figure make written statement in order to enough to understand without text, and the first letter of sentence is written in capital letter.
- (6) The storage type of a figure is jpg, gif, tif, etc, and printing must be in good condition. Figure is inserted on the form of storage in paper and indicate in the text by Arabic numerals that run consecutively through the paper in order of their appearance. If you use more than two figures in same number, you should be combined into one section that are referred to individually alphabet A, B, etc. You should be to mark the points of emphasis by using the arrow etc so that the content of figure and picture can be easily understood. Record the method of staining and proportion in photomicrograph.
- (7) When publish paper, figure is grey color, but if you want to color figure, additional cost shall be borne by the author.
- (8) The capacity of the entire paper, including figure, shall not exceed 5 megabyte.