

목 관절가동범위 측정을 위한 스마트폰 어플리케이션의 유용성

이춘엽*, 송해윤**, 이정민**, 장문영***

*가야대학교 작업치료학과

**인제대학교 대학원 작업치료학과

***인제대학교 작업치료학과

— 국문초록 —

목적 : 건강한 성인을 대상으로 목의 관절가동범위를 측정하는데 임상에서 간편하게 적용할 수 있는 스마트폰 어플리케이션의 유용성을 확인하고자 한다.

연구방법 : 목의 관절가동범위는 스마트폰 어플리케이션과 각도계로 목의 굽힘, 폼, 오른쪽 돌림, 왼쪽 돌림, 오른쪽 가쪽 굽힘, 왼쪽 가쪽 굽힘의 움직임을 각각 측정하였다. 검사자내 신뢰도와 검사자간 신뢰도를 측정하기 위해 같은 검사자가 두 번, 다른 검사자가 한 번으로 총 세 번 측정을 실시하였다. 검사 순서는 무작위로 하였으며, 두 검사자는 서로 측정된 결과를 알지 못하게 하였다.

결과 : 연구에 참여한 대상자는 남자 9명, 여자 21명이었다. 실험 결과 스마트폰 어플리케이션과 각도계의 평균 각도 비교에서 오른쪽 가쪽 굽힘을 제외한 모든 항목에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). 스마트폰 어플리케이션과 각도계의 검사자내 신뢰도는 전 움직임에서 ICC값이 .841~.958로, 검사자간 신뢰도는 전 움직임에서 ICC 값이 .720~.944로 나타나 모두 높은 수준의 신뢰도를 보였다.

결론 : 스마트폰 어플리케이션과 각도계는 목의 관절가동범위를 측정하는데 신뢰할 수 있는 것으로 나타나, 스마트폰 어플리케이션은 관절가동범위에 신속하고 정확한 측정으로 인해 임상에서 유용한 도구로 활용할 수 있을 것이다.

주제어 : 각도계, 목 관절가동범위, 스마트폰 어플리케이션, 신뢰도

I. 서론

작업치료사는 근골격계 질환이 있는 대상자에게 기능적인 활동을 증진시켜 주기 위해 다양한 중재를 적용한다(Marik & Roll, 2017). 또한 중재의 효과를 알아보기 위해 다양한 평가를 시행한다. 많은 평가 중 하나인 관절가동범위의 측정은 환자를 진단하고, 예후를 예측하며,

치료계획을 세우는데 중요한 정보를 제공한다(Reese & Bandy, 2002). 또한 관절가동범위의 측정 결과는 치료를 통해 향상되는 변화를 숫자로 확인할 수 있어 객관적인 평가라고 할 수 있다(Muir, Corea, & Beaupre, 2010; Tousignant-Laflamme, Boutin, Dion, & Vallée, 2013). 이러한 이유로 관절가동범위를 측정하는 도구는 반드시 신뢰도가 검증되어야 한다.

교신저자: 장문영(myinji@naver.com)

접수일: 2017. 03. 10. 심사일: 2017. 03. 30. 게재승인일: 2017. 04. 18.

한편 최근 컴퓨터 일을 많이 하거나 스마트폰 사용 시간이 많은 사람들이 늘어나면서 신체 중에서 목의 통증을 호소하는 사람들도 증가하고 있다(Hwang, Yoo, & Cho, 2012). 치료사는 목의 통증이 있는 대상자를 치료할 때 치료 효과를 확인할 수 있도록 관절가동범위를 정확하게 측정하는 것이 필요하다(Shahidi, Johnson, Curran-Everett, & Maluf, 2012).

목의 관절가동범위를 측정하기 위해 선행연구에서는 목 관절가동범위 측정도구(the Cervical Range of Motion Device; CROM), 디지털 경사계(digital inclinometer), 제브리스(Zebris) 등을 사용하였다(Cagnie, Cools, De Loose, Cambier, & Danneels, 2007; Hoving et al., 2005; Tousignant-Laflamme et al., 2013). 이러한 도구들은 목의 관절가동범위를 정확하게 측정할 수 있는 장점은 있지만 가격이 비싸고, 훈련이 되어야만 사용할 수 있도록 복잡하게 만들어졌다(Bush, Collins, Portman, & Tillett, 2000). 그러므로 임상에서는 휴대하기 간편하고, 단순하며, 가격이 저렴하여 사용하기 쉬운 각도계(goniometer)를 주로 사용한다(Behnoush et al., 2016; Otter et al., 2015). 그러나 이는 검사를 할 때 검사자가 각도계의 고정 팔(stationary arm)과 움직임 팔(moving arm)을 잡기 위해 양손을 모두 사용해야 하므로 대상자의 사지를 고정하는데 어려움이 있고, 각도를 읽는데 문제가 발생할 수 있는 단점이 있다(Behnoush et al., 2016; Mullaney, McHugh, Johnson, & Tyler, 2010).

각도계의 장점은 살리면서 단점을 보완하기 위해 최근 스마트폰에 관절가동범위를 측정할 수 있는 어플리케이션이 등장하게 되었다. 스마트폰 어플리케이션은 각도계와 같이 비용이 저렴하고, 최소한의 훈련만 요구된다(Quek et al., 2014; Tousignant-Laflamme et al., 2013). 반면 각도계와 달리 스마트폰은 밴드로 원하는 위치에 고정시켜 사용해서 검사자의 손이 자유로워지므로 측정하기 용이한 장점도 있다(Behnoush et al., 2016). 또한 환자가 치료 효과에 대해 알고 싶다면 집에서 스스로 측정해볼 수 있고, 측정된 결과는 저장하여 지속적으로 치료에 활용할 수 있다(Shin, Ro, Lee, Oh, & Kim, 2012; Yang, Jeong, Yoo, & Bae, 2016).

이와 같이 유용한 스마트폰 어플리케이션을 임상에 적용하기 위해 스마트폰 어플리케이션의 신뢰도에 대한 연구가 여러 차례 진행되어 왔다. 그 중 목 관절가동범위의 측정에 대한 연구도 진행되었는데, Tousignant-

Laflamme 등(2013)과 Quek 등(2014)은 다른 움직임과 달리 목의 돌림에서 타당도와 신뢰도가 모두 낮은 수준으로 나타났다고 하였다. 그 이유는 목의 돌림을 앉은 자세에서 측정하였는데, 이때 가로면(transverse plane)에서의 움직임이 나타나고, 이러한 움직임은 중력에 영향을 받지 않으며, 자기장에 더 민감하거나 반대로 반응하기 때문이라고 하였다(Quek et al., 2014; Tousignant-Laflamme et al., 2013). 그러므로 본 연구는 선행연구의 결과를 고려하여 목의 돌림을 측정할 때 중력과 자기장의 오류가 생기지 않도록 하는 자세로 수정하여 진행하였다. 이를 통해 스마트폰 어플리케이션이 잘 작동할 수 있는 환경에서도 높은 수준의 신뢰도가 있는지 확인하고자 하였다.

따라서 본 연구의 목적은 건강한 대상자에게 목의 관절가동범위를 측정하는데 임상에서 간편하게 적용할 수 있는 스마트폰 어플리케이션의 유용성을 확인하고자 한다. 본 연구의 결과로 스마트폰 어플리케이션의 신뢰도가 검증된다면 목의 관절가동범위를 측정하는데 유용한 측정도구로 제안할 수 있을 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 I 대학교에 재학 중인 학생으로 목 관절의 움직임 문제나 통증과 같은 근골격계 질환이 없는 건강한 성인 30명으로, 남자가 9명 여자가 21명이었다. 모든 대상자는 연구과정에 대한 설명을 자세히 듣고 동의서를 읽은 후 사인을 했고, 이후 연구를 진행하였다.

2. 연구 도구

1) 스마트폰 어플리케이션

스마트폰 어플리케이션은 중력의 감지를 이용한 가속도계(accelerometer)와 지구의 자기장을 이용한 자력계(magnetometer)가 내장되어 있어 관절가동범위를 측정할 수 있다(Quek et al., 2014; Tousignant-Laflamme et al., 2013). 본 연구에서는 삼성 갤럭시 노트 4 스마트폰에 Goniometer Records 어플리케이션(Orthopaedic Research

Group, Script Lanes, India)을 설치하여 사용하였다. 본 어플리케이션은 만 명 이상이 내려받기(download)를 하였으며, 가격은 무료이다(Figure 1).

2) 각도계

본 연구에서 사용한 각도계(Goniometer)는 9cm의 팔이 두 개 있고 360° 회전이 가능하며 1° 간격으로 눈금이 표시되어 있는 플라스틱 재질의 것을 사용하였다 (Figure 1).

3. 연구 방법

목의 관절가동범위를 측정하기 위한 실험은 작업치료학과 교수로부터 2주 동안 하루 30분씩 10회기 이상의 이론과 실습 교육을 받아 충분히 숙련된 작업치료사 면허 소지자 2명이 시행하였다. 목의 관절가동범위는 목의 굽힘, 폼, 오른쪽 돌림, 왼쪽 돌림, 오른쪽 가쪽 굽힘, 왼

쪽 가쪽 굽힘의 움직임을 각각 측정하였다. 모든 대상자는 목의 굽힘과 폼, 가쪽 굽힘을 측정할 때는 등받이가 높은 같은 의자에 앉고, 돌림을 측정할 때는 편평한 매트 위에 바로 누워서 평가를 시행하였다. 대상자들은 바로 누운 자세에서 스마트폰을 장착할 수 있도록 머리에 밴드를 착용하였다.

스마트폰 어플리케이션과 각도계의 축은 목의 굽힘과 폼에서는 머리의 왼쪽 측면 외이도 부위에 위치시키고, 고정 팔은 대상자가 물고 있는 설압자와 일직선이 되게 하였으며, 움직임 팔은 고정 팔과 수직을 이루도록 하였다. 목의 돌림에서는 축을 머리의 정수리 정중앙 부위의 꼭지점에 위치시키고, 고정 팔은 지면과 평행 혹은 측정하는 어깨 쪽 봉우리 돌기에 평행으로 대었으며, 움직임 팔은 코와 일직선이 되게 하였다. 목의 가쪽 굽힘에서는 축을 목뼈 7번 가시돌기 부위에 위치시키고, 고정 팔은 지면에 평행이 되도록 어깨 뒤에 대었으며, 움직임 팔은 뒤통수뼈의 돌출 부위에 일직선으로 맞추어 측정을 시행하였다(작업치료교재편찬위원회, 2016; Pendleton &

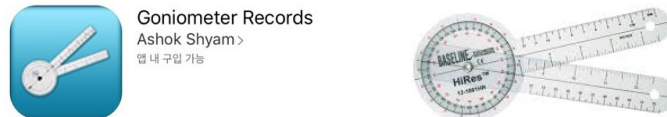


Figure 1. Smart phone application and goniometer

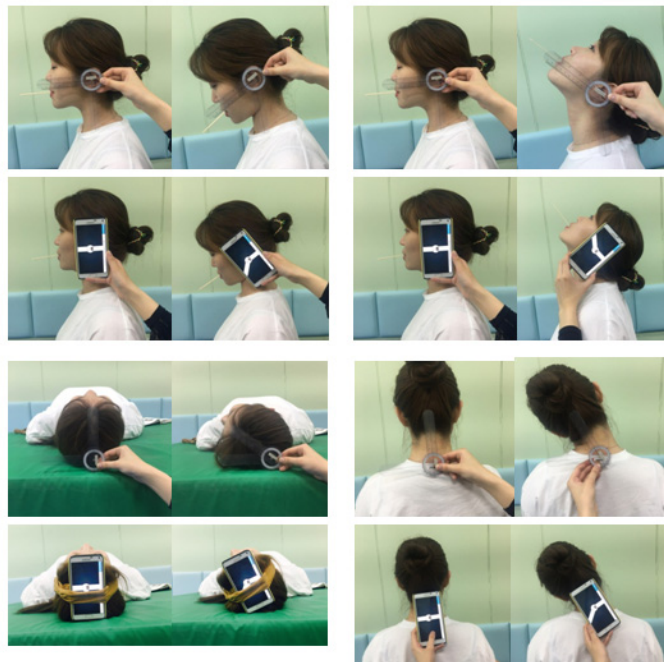


Figure 2. Measuring posture of cervical flexion, extension, rotation, and lateral flexion

Schultz-Krohn, 2012)(Figure 2).

목의 관절가동범위는 해부학적 자세에서 시작하여 각 움직임의 완전가동범위까지 움직였고, 각각의 움직임을 할 때마다 스마트폰 어플리케이션과 각도계로 측정하고 그 결과를 기록하였다. 검사자내 신뢰도와 검사자간 신뢰도를 측정하기 위해 같은 검사자가 두 번, 다른 검사자가 한 번으로 총 세 번 측정을 실시하였다. 검사자간 검사 순서를 무작위로 하여 순서효과를 방지하고자 하였고, 두 검사자는 서로 측정할 결과를 알지 못하게 하였다. 또한 스마트폰 어플리케이션과 각도계도 측정 순서도 무작위로 시행하였다.

4. 분석 방법

자료는 SPSS 20.0 통계프로그램을 사용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 빈도와 평균 및 표준편차를 구하였고, 스마트폰 어플리케이션과 각도계의 평균 각도를 비교하기 위해 독립표본 *t*검정(independent samples *t*-test)을 사용하였다. 또한 스마트폰 어플리케이션과 각도계의 신뢰도를 알아보기 위해 급간 내 상관계수(Intraclass Correlation Coefficients; ICC(2,1))를 구하였다. ICC 값이 1에 가까울수록 신뢰도가 높은 것인데, 0.7 이상은 높은(good) 수준, 0.5 이상 0.7 미만은 보통(moderate) 수준, 0.5 미만은 낮은(poor) 수준의 신뢰성을

가진다고 고려하였다(이건철, 2015). 통계학적 유의수준 *p*값은 .05로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성

연구에 참여한 대상자는 남자 9명, 여자 21명으로, 평균 연령은 남자는 26.22세, 여자는 22.81세이었고, 평균 키는 남자는 177.89cm, 여자는 160.29cm이었으며, 평균 몸무게는 남자는 73.67kg, 여자는 55.05kg이었다(Table 1).

2. 스마트폰 어플리케이션과 각도계의 평균 각도 비교

스마트폰 어플리케이션과 각도계의 평균 각도를 비교한 결과 오른쪽 가쪽 굽힘($t=-4.380$)에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고($p<.05$), 이를 제외한 모든 움직임에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$)(Table 2).

3. 스마트폰 어플리케이션과 각도계의 검사자 내 신뢰도

스마트폰 어플리케이션과 각도계의 검사자내 신뢰도

Table 1. General characteristics of subjects

Variables	Male (n=9)		Female (n=21)	
	<i>M</i> ± <i>SD</i>	Range	<i>M</i> ± <i>SD</i>	Range
Age (years)	26.22 ± 1.56	23~28	22.81 ± 2.14	20~29
Height (cm)	177.89 ± 6.66	167~188	160.29 ± 4.49	150~168
Weight (kg)	73.67 ± 8.10	64~85	55.05 ± 5.58	46~65

Table 2. Score comparison of smart phone and goniometer

n=30

Variables	Smart phone	Goniometer	<i>t</i>
	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	
Flexion	54.49 ± 10.67	53.88 ± 8.14	.432
Extension	63.28 ± 8.43	63.17 ± 9.65	.082
Right rotation	60.43 ± 10.61	63.54 ± 10.65	-1.964
Left rotation	62.81 ± 8.51	62.42 ± 7.63	.323
Right lateral flexion	34.89 ± 11.59	41.29 ± 7.61	-4.380*
Left lateral flexion	38.07 ± 12.11	38.61 ± 8.68	-.347

* $p<.05$

Table 3. Intra-rater reliability of smart phone and goniometer

n=30

Variables	Smart phone				Goniometer			
	Trial 1	Trial 2	ICC	95% CI	Trial 1	Trial 2	ICC	95% CI
	<i>M ± SD</i>	<i>M ± SD</i>			<i>M ± SD</i>	<i>M ± SD</i>		
Flexion	53.2 ± 11.6	55.3 ± 10.0	.936	.866~.970	53.0 ± 8.0	54.2 ± 8.6	.841	.666~.924
Extension	62.3 ± 7.3	63.3 ± 8.3	.870	.726~.938	62.2 ± 9.5	63.7 ± 10.2	.910	.812~.957
Right rotation	58.3 ± 9.2	61.6 ± 9.6	.944	.883~.973	61.3 ± 9.4	63.7 ± 10.6	.946	.886~.974
Left rotation	63.4 ± 8.5	62.1 ± 8.8	.870	.727~.938	61.8 ± 7.2	62.7 ± 7.9	.871	.729~.939
Right lateral flexion	34.0 ± 12.6	36.0 ± 11.4	.958	.912~.980	41.2 ± 8.6	42.2 ± 7.7	.920	.831~.962
Left lateral flexion	37.4 ± 13.0	38.8 ± 12.3	.936	.866~.970	37.0 ± 8.2	38.7 ± 8.6	.901	.793~.953

Table 4. Inter-rater reliability of smart phone and goniometer

n=30

Variables	Smart phone				Goniometer			
	Examiner 1	Examiner 2	ICC	95% CI	Examiner 1	Examiner 2	ICC	95% CI
	<i>M ± SD</i>	<i>M ± SD</i>			<i>M ± SD</i>	<i>M ± SD</i>		
Flexion	53.2 ± 11.6	55.0 ± 10.6	.944	.883~.973	53.0 ± 8.0	54.5 ± 8.0	.813	.606~.911
Extension	62.3 ± 7.3	64.2 ± 9.6	.739	.452~.876	62.2 ± 9.5	63.6 ± 9.6	.863	.711~.935
Right rotation	58.3 ± 9.2	61.5 ± 12.7	.829	.641~.919	61.3 ± 9.4	65.7 ± 11.8	.815	.612~.912
Left rotation	63.4 ± 8.5	63.0 ± 8.5	.828	.638~.918	61.8 ± 7.2	62.8 ± 8.0	.720	.412~.867
Right lateral flexion	34.0 ± 12.6	34.7 ± 11.0	.907	.804~.956	41.2 ± 8.6	40.5 ± 6.6	.809	.599~.909
Left lateral flexion	37.4 ± 13.0	38.0 ± 11.4	.849	.684~.928	37.0 ± 8.2	40.1 ± 9.3	.821	.624~.915

는 전 움직임에서 ICC값이 .841~.958로 나타나 모두 높은 수준의 신뢰도를 보였다(Table 3).

4. 스마트폰 어플리케이션과 각도계의 검사자간 신뢰도

스마트폰 어플리케이션과 각도계의 검사자간 신뢰도는 전 움직임에서 ICC값이 .720~.944로 나타나 모두 높은 수준의 신뢰도를 보였다(Table 4).

IV. 고찰

본 연구는 목 관절가동범위 측정에 대한 스마트폰 어플리케이션과 각도계의 신뢰도를 알아보고, 임상에서 목의 관절가동범위를 측정할 때 스마트폰 어플리케이션을 신뢰도 높은 도구로 사용할 수 있을지를 알아보려고 하였다. 연구 대상자는 목에 근골격계 질환이 없는 건강한 성인 30명이었다.

실험 결과 스마트폰 어플리케이션과 각도계 모두 검사

자내 신뢰도(ICC=.841~.958)와 검사자간 신뢰도(ICC=.720~.944)가 높은 수준인 것으로 나타났다. 이는 목의 관절가동범위의 신뢰도를 측정된 Tousignant-Laflamme 등(2013)과 Quek 등(2014)의 결과와 대부분이 일치하였지만 목의 오른쪽과 왼쪽의 돌림에서는 본 연구에서 보다 높은 수준의 신뢰도를 보였다. 목의 오른쪽과 왼쪽의 돌림에 대한 결과를 보면, Tousignant-Laflamme 등(2013)의 연구에서 스마트폰 어플리케이션의 검사자간 신뢰도가 다른 움직임에 비해 목의 오른쪽(ICC=.09)과 왼쪽(ICC=.07) 돌림에서 낮은 수준의 신뢰도를 보였고, Quek 등(2014)의 연구에서도 스마트폰 어플리케이션에 대한 검사자내 신뢰도가 목의 오른쪽(ICC=.33)과 왼쪽(ICC=.05)의 돌림에서 낮은 수준으로 나타나, 본 연구보다 낮은 신뢰도를 보였다. 선행연구에서 목의 돌림을 앉은 자세에서 측정하였는데, 이는 스마트폰 어플리케이션이 중력의 영향을 덜 받는 가로면의 움직임을 측정하는데 있어 신뢰도가 떨어짐을 나타낸 것이다. 이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 목의 돌림을 바로 누운 자세에서 측정하여 중력과 자기장의 오류를 발생시키지 않도록 하여 실험을 진행하였고, 그 결과 목의 돌림에서도 높은

신뢰 수준을 보였다. 따라서 스마트폰 어플리케이션을 사용하여 목의 돌림을 측정할 때 앉은 자세보다 누운 자세에서 측정하는 것이 더 적합한 것으로 사료된다.

그러나 스마트폰 어플리케이션과 각도계의 평균 각도를 비교하였을 때 오른쪽 가쪽 굽힘에서 유의한 차이가 나타났다. 일반적으로 목의 가쪽 굽힘의 정상 각도는 45°로(작업치료교재편찬위원회, 2016; Pendleton & Schultz-Krohn, 2012) 각도계가 스마트폰 어플리케이션보다 정상 범위에 더 가까운 것으로 나타났다. 목 관절은 다관절 구조로 이루어져있고, 결합된 움직임에 민감하다(Quek et al., 2014). 이로 인하여 스마트폰 어플리케이션의 측정 시 오류가 발생할 가능성이 있으므로 추후 연구에서는 오른쪽 가쪽 굽힘에 대한 스마트폰 어플리케이션을 사용한 측정 시 주의가 필요하다고 생각된다.

본 연구의 검사자간 신뢰도 결과에서, 목 펴기를 제외한 모든 움직임에 대하여 각도계의 신뢰도(ICC=.720~.821)에 비해 스마트폰 어플리케이션의 신뢰도(ICC=.828~.944)가 다소 높은 것으로 나타났다. 이는 각도계를 사용하여 측정할 시 눈금을 읽는 과정에서 정확성이 떨어지고 시간이 필요한 반면, 스마트폰 어플리케이션을 사용하여 측정할 시에는 각도가 스마트폰 화면에 실시간으로 나타나 정확도가 높았다고 생각된다. 또한 각도계를 사용하여 측정 시 고정 팔과 이동 팔을 검사자가 이동시키게 되는데, 이 때 고정 팔의 위치가 변하기 쉬우므로 측정값의 정확도가 떨어질 수 있다. 따라서 스마트폰 어플리케이션을 이용한 관절가동범위의 측정이 각도계를 대체할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 대상자가 I 대학교의 학생 30명으로 이루어져 있기 때문에 일반화하기 어렵다. 또한 건강한 성인을 대상으로 연구가 진행되었기 때문에 추후 연구에서는 실제 임상에서 환자를 대상으로 측정하는 실험 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구를 통해 스마트폰 어플리케이션과 각도계는 목의 관절가동범위를 측정하는데 신뢰할 수 있는 도구임을 확인하였다. 이는 임상에서 스마트폰 어플리케이션과 각도계 모두 목의 관절가동범위를 측정하는데 유용한 도구임을 의미한다. 특히 스마트폰 어플리케이션은 관절가동

범위에 신속하고 정확한 측정으로 인해 임상에서 유용한 도구로 활용할 수 있을 것이다. 따라서 과거에는 주로 작업치료실에서 각도계로 관절가동범위를 측정하였지만, 현재는 출시되고 있는 스마트폰 어플리케이션으로 관절가동범위를 측정해도 무리가 없을 것이다.

REFERENCE

- Behnoush, B., Tavakoli, N., Bazmi, E., Fard, F. N., Hossein, M., Shahi, P., et al. (2016). Smartphone and universal goniometer for measurement of elbow joint motions: a comparative study. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(2), e30668.
- Bush, K. W., Collins, N., Portman, L., & Tillett, N. (2000). Validity and intertester reliability of cervical range of motion using inclinometer measurements. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 8(2), 52-61.
- Caqnie, B., Cools, A., De Loose, V., Cambier, D., & Danneels, L. (2007). Reliability and normative database of the Zebris cervical range-of-motion system in healthy controls with preliminary validation in a group of patients with neck pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 30(6), 450-455.
- Hoving, J. L., Pool, J. J., Mameren, H., Deville, W. J., Assendelft W. J., Vet, H. C., et al. (2005). Reproducibility of cervical range of motion in patients with neck pain. *BioMed Central Musculoskeletal Disorders*, 6, 59.
- Hwang, K. H., Yoo, Y. S., & Cho, O. H. (2012). Smartphone overuse and upper extremity pain, anxiety, depression, and interpersonal relationships among college students. *Journal of the Korean Contents Association*, 12(10), 365-375.
- Lee, G. C. et al. (2015). *Statistics for Health Care*. Seoul, a publishing company Hyunmoon.
- Marik, T. L., & Roll, S. C. (2017). Effectiveness of occupational therapy interventions for musculoskeletal shoulder conditions: a systematic review. *American*

- Journal of Occupational Therapy*, 71(1), 7101180020.
- Muir, S. W., Corea, C. L., & Beaupre, L. (2010). Evaluating change in clinical status: reliability and measures of agreement for the assessment of glenohumeral range of motion. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 5(3), 98-110.
- Mullaney, M. J., McHugh, M. P., Johnson, C. P., Tyler, T. F. (2010). Reliability of shoulder range of motion comparing a goniometer to a digital level. *Physiotherapy Theory and Practice*, 26(5), 327-333.
- Occupational therapy's textbook compilation committee. (2016). *Measurement and Assessment*. Seoul, a publishing company of Beommun Education.
- Otter, S. J., Agalliu, B., Baer, N., Hales, G., Harvey, K., James, K., et al. (2015). The reliability of a smartphone goniometer application compared with a traditional goniometer for measuring first metatarsophalangeal joint dorsiflexion. *Journal of Foot and Ankle Research*, 8(30), 12.
- Pendleton, H. M., & Schultz-Krohn, W. (2012). *Pedretti's occupational therapy (7th ed)*. St. Louis, MS: Mosby.
- Quek, J., Brauer, S. G., Treleaven, J., Pua, Y. H., Mentiplay, B., & Clark, R. A. (2014). Validity and intra-rater reliability of an Android phone application to measure cervical range-of-motion. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(1), 65.
- Reese, N. B., & Bandy, W. D. (2002). *Joint range of motion and muscle length testing*. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier.
- Shahidi, B., Johnson, C. L., Curran-Everett, D., & Maluf, K. S. (2012). Reliability and group differences in quantitative cervicothoracic measures among individuals with and without chronic neck pain. *BioMed Central Musculoskeletal Disorders*, 13, 215.
- Shin, S. H., Ro, D. H., Lee, O. S., Oh, J. H., & Kim, S. H. (2012). Within-day reliability of shoulder range of motion measurement with a smartphone. *Manual Therapy*, 17(4), 298-304.
- Tousignant-Laflamme, Y., Boutin, N., Dion, A. M., & Vallée, C. A. (2013). Reliability and criterion validity of two applications of the iPhone™ to measure cervical range of motion in healthy participants. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10(1), 69.
- Yang, H. S., Jeong, C. J., Yoo, Y. D., & Bae, S. H. (2016). Reliability study of hip range of motion measurement by smartphone inclinometer. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, 4(2), 89-96.

Abstract

Usefulness of Smart Phone Application to Measure Cervical Range of Motion

Lee, Chun-Yeop, M.Sc., O.T.*, Song, Hae-Yoon, B.S., O.T.**, Lee, Jung-Min, B.S., O.T.**,
Chang, Moon-Young, Ph.D., O.T.***

*Dept. of Occupational Therapy, Kaya University

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

***Dept of Occupational Therapy, Inje University

Objective : The purpose of this study was to estimate the reliability of cervical range of motion measurement in healthy adults using smart phone application and goniometer that can be easily applied in clinical setting.

Methods : The cervical range of motion was measured as the flexion, extension, right rotation, left rotation, right lateral flexion, and left lateral flexion. To measure the reliability of intra-rater and inter-rater reliability, the same examiner performed two measurements and the other examiner performed once, total measurement were performed three times. The order of tests was randomized and two examiners didn't know the results of measurements.

Results : Thirty healthy adults were participated. The result of this study shows that there were are no significant differences in all movements except the right lateral flexion in comparison of average angle of smart phone application and goniometer. The intra-rater reliability of smart phone application and goniometer showed ICC as .841~.958 and the inter-rater reliability showed ICC as .720~.944 for all movements.

Conclusion : These results suggest that smart phone application and goniometer have proven to be reliable in measuring the cervical range of motion. Smart phone application can be used as a useful tool in clinical setting due to fast and accurate measurements of cervical range of motion.

Key Words : Cervical range of motion, Goniometer, Reliability, Smart phone application