

전방머리자세 성인을 대상으로 모바일 어플리케이션을 이용한 자세정렬 측정의 신뢰도 및 수렴 타당도 연구

강효정¹ · 김민규¹ · 양희송¹ · 이완희^{2*}

¹청암대학교 물리치료과 교수, ^{2*}삼육대학교 물리치료학과 교수

Reliability and Convergent Validity of Standing Posture Measurement Using a Mobile Application in Forward Head Posture

Kang Hyojeong, PT, MS¹ · Kim Minkyu, PT, MS¹ · Yang Hoesong, PT, Ph.D¹

Lee Wanhee, PT, Ph.D^{2*}

¹Dept. of Physical Therapy, Cheongam College, Professor

^{2*}Dept. of Physical Therapy, Sahmyook University, Professor

Abstract

Purpose : The aim of this study was to assess the intra- and inter-rater reliability and validity of measurements of head, neck, and pelvis posture using a mobile application in subjects with forward head posture.

Methods : Forty-eight volunteers (22 men, 26 women) participated in this study. Two raters independently examined whole body picture images in a lateral standing posture with arms crossed using a CA-Smart Posture Reminder (CA-SPR), and a rater took and calculated posture images twice to assess reliability. We measured five parameters: craniovertebral angle 1 (CVA1), anterior shoulder translation (AST), pelvic tilt (PT), knee angle (KA), and ankle angle (AA) in the subject's sagittal plane using CA-SPR. We examined whole spine X-ray images in the same position to assess validity. We measured four variables in the subjects: CVA2, translation distance (AHT), anterior pelvic plane (APP), and sacral slope (SS). The intra- and inter-rater reliability were calculated using the intraclass correlation coefficient (ICC). Convergent validity was calculated using Pearson's correlation coefficient.

Results : The intra-rater reliability (ICC=.889 -.989) and inter-rater reliability (ICC=.800 -.980) were excellent for all variables measured using CA-SPR. The variables measured using CA-SPR and X-ray were significantly positively correlated ($r=.623, p<.01$). However, the correlation of the variables in the pelvis was not statistically significant.

Conclusion : This study shows that a mobile application (CA-SPR) is a useful tool for measuring head and neck posture in subjects with forward head posture. However, further study is needed to measure pelvic variables when using a mobile application.

Key Words : forward head posture, mobile application, posture measurement, reliability, validity

*교신저자 : 이완희, whlee@syu.ac.kr

논문접수일 : 2020년 7월 27일 | 수정일 : 2020년 8월 22일 | 게재승인일 : 2020년 9월 4일

I. 서론

부정렬자세(malalignment)는 척추, 골반, 팔, 그리고 다리 등에 운동형상학적(kinematics) 변화를 가져오고, 장기 간의 부정렬 자세는 근육의 불균형, 관절의 퇴행성 변화, 내장기의 변위 등을 야기시키며, 통증을 비롯한 기능장애 및 삶의 질을 저하시킨다(Schamberger, 2013). 전방머리자세(forward head posture)는 머리 및 목뼈의 대표적인 부정렬 자세로 머리가 중력중심선보다 전방에 위치하여 고리뒤통수관절을 포함한 상부 목뼈의 폼이 증가되고, 하부 목뼈와 상부 등뼈의 굽힘이 증가되며, 이러한 머리 및 목뼈의 부정렬은 척추 및 팔다리의 자세변화와 근골격계 질환을 발생시킨다(Saal, 1992). 유병률은 나이와 직업에 따른 차이가 있으나 약 63 %로 보고되고 있으며, 최근 현대사회의 생활습관에 의해 그 발병률이 증가하고 있다(Naz 등, 2018; Verma 등, 2018).

신체 자세는 골격의 정렬을 분석하는 방법인 방사선 검사(X-ray), 빛에 비춰진 신체 표면 위의 등고선을 분석하는 방법인 표면 토포그래피(surface topography), 촬영된 사진을 소프트웨어로 분석하는 방법인 포토그래피(photography), 그리고 임상에서 간편하게 사용할 수 있는 각도계(goniometer)를 이용하는 방법 등이 있다. 방사선 검사는 골격의 변형 및 위치 변화를 평가하기 위하여 임상에서 일반적으로 사용되고 있지만 반복된 방사선 노출은 피부의 수포, 궤양, 백내장, 암, 유전자 손상 등의 부작용이 나타날 수 있다. 또한 공간적 제약, 고액의 장비 필요, 판독을 위한 전문 인력이 있어야 하는 문제점이 있다(Doody 등, 2000; Ronckers 등, 2010). 표면 토포그래피는 방사선 노출이 없이 빛의 간섭 효과를 이용하여 척추 및 신체의 변위 평가하며, 그 예로 모아레(Moire) 등고선 검사(Porto 등, 2010), formetric 4D(Hackenberg 등, 2003) 등이 있다. 하지만 피부 표면을 측정해야 하기 때문에 탈의가 필수적이며, 비만 등의 이유로 발생한 피부 요철이 자세 측정에 오류를 발생시킬 수 있다. 그리고 대부분의 장비가 머리, 목, 그리고 사지의 변위가 배제되고, 척추-골반 정렬에 국한되어 평가되기 때문에 자세 평가의 보조적 수단으로서 고려되고 있다(Tomkinson & Shaw, 2013). 한편 포토그래피는 카메라

시스템을 통하여 촬영된 사진을 분석 소프트웨어를 사용하여 신체의 불균형을 평가하는 방법으로 사진 촬영 전 골표지(bony landmark)에 마커를 붙이거나 촬영된 사진 위에 수동 골표지를 표시하는 방법이 사용되어 높은 신뢰도를 보여 신체의 자세를 평가하는 방법으로 임상 및 연구에서 사용되고 있다(Ruivo 등, 2015; Singla 등, 2017). 최근에는 트랙스타(TrakStar, Ascension Technology Corp., USA)등과 같이 신체의 돌출되어 있는 골표지에 부착한 마커를 자동으로 인식하는 장치도 개발되었다. 하지만 시스템 및 소프트웨어가 고가이고, 측정 및 분석을 위한 시간이 오래 걸리며, 골표지의 표시는 전문성이 필요하고, 휴대하기 어렵다는 단점이 있다. 한편 이러한 신체 자세 측정 장비의 발달에도 불구하고 임상에서는 빠르고, 편하게 평가 할 수 있는 각도기가 많이 이용되고 있다. 하지만 각도기의 사용은 측정 부위가 한정적이고, 신체 부정렬을 시각적으로 제공하지 못한다는 단점이 있다.

최근에는 휴대성과 사용성이 뛰어난 모바일폰(mobile phone)을 이용한 신체 정렬 분석 및 관절의 운동범위를 측정할 수 있는 어플리케이션이 개발되고 있다(Boland 등, 2016, Fortin 등, 2012). 모바일폰의 발달로 내장 카메라 및 센서, 디스플레이, 그리고 터치스크린(touchscreen)을 이용하여 신체 촬영 및 자세를 분석하고 결과를 시각적으로 제공할 수 있다. 그 중 스마트폰 기반 어플리케이션과 내장 센서인 자이로 센서(gyro-sensor)를 이용하여 관절운동범위 및 신체자세를 측정할 수 있다(Fortin 등, 2012; Quek 등, 2014; Ha & Jeon, 2019). Boland 등(2016)은 자세 측정 어플리케이션인 posture screen mobile (PSM)을 이용하여 자세측정변수에 대해 낮은 수준부터 높은 수준까지의 측정자 간 신뢰도(ICC=.26~.93), 측정자 내 신뢰도(ICC=.33~.86)를 보고하였다. Hopkins 등(2019)은 PSM의 측정자 내 신뢰도는 ICC=.23~.74이며, 3차원 동작분석기인 Vicon 3D를 이용하여 측정된 값의 타당도를 분석한 결과 자세측정도구로서의 활용 가능성을 보고하였다. 하지만 대부분의 연구가 정상성인을 대상으로 실시하여 자세 부정렬을 대상으로 모바일 어플리케이션을 이용한 자세 측정에 대한 신뢰도 및 타당도에 대한 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 자세 부정렬의 대표적인 질환인 전방머리자세를 대상으

로 자세 측정을 위해 개발된 모바일 어플리케이션 CA-smart posture reminder(CA-SPR)를 이용하여 측정자 간, 측정자 내 신뢰도(intra-rater and inter-rater reliability)를 확인하고자 한다. 또한, X-ray의 목과 골반의 자세정렬 변수와 CA-SPR의 자세정렬 변수의 상관관계를 분석하여 수렴 타당도(convergent validity)를 확인하고, 개발된 안드로이드 기반 모바일 어플리케이션 CA-SPR의 임상적 활용의 가능성을 알아보하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 전라남도 소재 C대학교 재학생 중 전방머리자세를 가진 자 48명을 선정하였다. 연구 대상자의 수는 G power 3.1을 이용하여 산정하였으며, 모바일 어플리케이션을 이용한 측정 값의 타당도를 1차 가설로 설정하여 상관관계 효과크기(effect size)가 0.5 이상 일 때 큰 (large) 효과라는 선행연구(Hopkins 등, 2019)에 근거하여 효과크기 0.5, 유의수준 0.05, 검정력 0.95 조건에서 총 46명이 요구되었고, 탈락율 5%를 포함하여 총 48명을 대상으로 실시하였다. 대상자 선정기준은 선 자세에서 봉우리(acromion)와 귀 이주(tragus)사이 거리가 5 cm 이상인 전방머리자세인 자로 하였다(Lee 등, 2015). 제외 기준은 근육뼈대계와 신경학적 손상 및 병변이 있는 자, 심한 인지, 의사소통, 지각에 문제로 인해 구두 지시를 이해하고 수행하는데 어려움이 있는 자로 하였다. 모든 참여자는 연구의 목적과 방법 대한 충분한 설명을 하였으며, 자발적으로 연구 참여 동의서에 서명한 자를 연구 대상으로 설정하였다. 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of the subjects (n=48)

	Subjects
Gender, male/female (n)	22/26
Age (years)	20.98±1.77
Height (cm)	167.67±8.86
Weight (kg)	63.46±12.71
BMI (kg/m ²)	22.35±3.08

Mean±SD, CVA; craniovertebral angle

2. 연구 방법

본 연구는 전방머리자세인 자를 대상으로 모바일 어플리케이션 CA-SPR의 측정자 내·간 신뢰도 및 수렴 타당도를 확인하기 위하여 검사자 A와 B는 대상자의 신체의 골표지 위에 마킹 스티커를 붙이는 방법과 모바일폰을 이용한 사진촬영 및 화면에 점을 찍는 방법을 충분히 숙지하였다. 측정자 내 신뢰도를 확인하기 위하여 검사자 A는 1차 측정하고, 10분 간 휴식 후 2차 측정을 하였다. 측정자 간 신뢰도를 확인하기 위하여 검사자 A의 2차 측정 10분 뒤에 검사자 B가 동일한 방법으로 측정하였다. CA-SPR의 측정 변수의 수렴 타당도를 확인하기 위하여 신뢰도 검사 후 2일 이내에 척추 전체(full spine)의 옆면 X-ray 촬영을 실시하였다.

3. 측정 도구

본 연구에서는 개발된 모바일 어플리케이션 CA-SPR를 갤럭시 S8(Galaxy S8, Samsung, Korea)에 설치하여 자세 평가를 실시하였다. CA-SPR은 자세 측정을 위하여 유니티 엔진(unity engine)을 이용하여 개발된 안드로이드(android) 기반 어플리케이션이다.

모든 대상자는 반팔 상의와 반바지를 입었으며, 맨발로 측정 하였다. 대상자는 골표지가 가려지지 않도록 양손을 가슴 앞에 교차하여 놓고, 다리를 어깨 너비로 벌려 똑바로 서도록 하였으며, 검사자는 대상자의 골표지에 마킹스티커를 붙였다. 골표지는 꼭지돌기(tragus), 봉우리돌기(acromion), 7번 목뼈의 가시돌기(7th cervical vertebrae; C7), 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine; ASIS), 위뒤엉덩뼈가시(posterior superior iliac spine; PSIS), 큰돌기(greater trochanter; GT), 넓다리뼈 가쪽위관절융기(lateral epicondyle; LE), 종아리뼈 가쪽복사(lateral malleolus; LM)로 하였다. 모바일폰에 내장된 카메라가 바닥과 수평하게 삼각대에 고정시켜 설치하였으며, 대상자의 왼쪽 옆면의 머리끝부터 발끝까지 전신이 촬영될 수 있도록 대상자와 모바일폰 사이의 거리는 3 m로 하였다. 사진 촬영 후 대상자의 키를 이용하여 캘리브레이션(calibration)을 하였으며, 검사자가 터치스크린을 이용하여 촬영된 사진 화면에 골표지 위에 부착한 마

킹테이프 부위에 맞춰 점을 찍으면 CA-SPR의 측정 변수인 머리척추각1(CVA1), 어깨전방이동(anterior shoulder translation; AST), 골반 기울임(pelvic tilt; PT), 무릎각도(knee angle; KA), 그리고 발목각도(ankle angle; AA)이 자동으로 분석된다(Fig 1). CVA1는 꼭지돌기와 C7을 잇는 선과 바닥과 수평인 선이 이루는 각도이며, AST는 꼭지돌기가 지나가는 바닥과 수직인 선과 봉우리돌기와의 거리이다. PT는 ASIS와 PSIS가 지나가는 선과 바닥과 수평인 선이 이루는 각도이며, KA는 GT와 LE를 잇는 선과 LE와 LM을 잇는 선이 이루는 각도이다. AA은 LE와 LM을 잇는 선이 바닥과 수직인 선과 이루는 각도이다.

CA-SPR의 측정 결과값에 대한 수렴 타당도를 확인하기 위하여 X-ray를 이용한 자세 평가를 실시하였다 대상자는 CA-SPR 측정과 동일한 자세에서 척추 전체의 왼쪽 옆면을 촬영하였으며, 위로는 꼭지돌기와 아래로는 꼬리

뼈가 촬영될 수 있도록 하였다. X-ray 영상은 분석 소프트웨어(Santa DICOM Viewer free, Santesoft Ltd, Cyprus)를 이용하여 분석하였다. X-ray 측정 변수는 머리척추각2(CVA2), 머리전방이동(anterior head translation; AHT), 골반앞면(anterior pelvic plane; APP), 영치뼈 경사(Sacral slope; SS)로 하였다(Fig 1). CVA2는 꼭지돌기와 C7을 잇는 선과 바닥과 수평인 선이 이루는 각도이며, 꼭지돌기는 X-ray상 보이지 않기 때문에 본 연구에서는 바깥귀길(external auditory meatus) 전연을 기준으로 측정하였다(Jung 등, 2013). AHT는 두번째 목뼈 몸통의 뒤-위(posterior-superior)와 C7이 지나가는 바닥과 수직인 선의 거리이다. APP는 두덩뼈와 ASIS의 연결선과 바닥과 수직인 선이 이루는 각도이고, SS는 영치뼈(sacrum) 상연을 따라 그은 선이 바닥과 수평선과 이루는 각도이다.

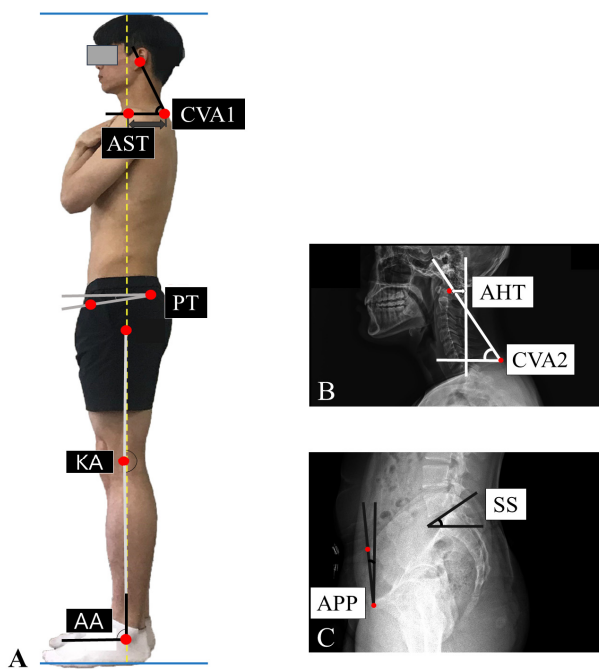


Fig 1. Posture measurement parameters A; CA-SPR, B; X-ray(haea and neck), C; X-ray(pelvic)

CVA1; craniovertebral angle1, AST; anterior shoulder translation, PT; pelvic tilt, KA; knee angle, AA; ankle angle, CVA2; craniovertebral angle2, AHT; anterior head translation, APP; anterior pelvic plane, SS; Sacral slope

4. 분석 방법

본 연구에서는 SPSS ver. 22.0을 이용하여 수집된 데이터를 통계처리 하였다. 기술 통계를 이용하여 대상자의 일반적인 특성을 분석하였고, 측정자 내, 측정자 간 신뢰도를 분석하기 위해서 급간 내 상관계수(intra-class correlation coefficients; ICC(2,1))를 사용하였다. CA-SPR 자세 변수의 수렴 타당도를 평가하기 위해 피어슨 상관계수(pearson correlation)를 이용하였고, 유의 수준 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

III. 결과

1. CA-SPR의 측정자 내, 측정자 간 신뢰도

검사자 A에 의해 2회 측정된 CA-SPR의 측정자 내 신뢰도는 전방머리자세1(CVA1) ICC=.919, 어깨전방이동(AST) ICC=.889, 골반기울기(PT) ICC=.989, 무릎각도(KA) ICC=.965, 발목각도(AA) ICC=.959로 높은 신뢰도를 보였다(Table 2).

검사자 A와 B에 의해 측정된 CA-SPR의 측정자 간 신뢰도는 전방머리자세1(CVA1) ICC=.890, 어깨전방이동(AST) ICC=.800, 골반기울기(PT) ICC=.980, 무릎각도(KA) ICC=.970, 발목각도(AA) ICC=.936으로 높은 신뢰도 값을 보였다(Table 3).

Table 2. Intra-rater reliability of posture assessment using CA-SPR (n=48)

	Measurer A		ICC	95 % Confidence Interval	
	1st	2nd		Min	Max
CVA1 (°)	52.71±5.59 ¹	52.98±5.94	.919 ²	.855	.954
AST (mm)	19.40±8.43	20.62±9.44	.889	.801	.938
PT (°)	8.89±11.12	8.61±10.88	.989	.980	.994
KA (°)	175.01±7.18	175.02±6.81	.965	.938	.981
AA (°)	96.94±3.61	97.33±3.50	.959	.927	.977

¹Mean±SD, ²ICC, CVA1; craniovertebral angle 1, AST; anterior shoulder translation, PT; pelvic tilt, KA; knee angle, AA; ankle angle

Table 3. Inter-rater reliability of posture assessment using CA-SPR (n=48)

	Measurer A	Measurer B	ICC	95% Confidence Interval	
				Min	Max
CVA1 (°)	52.71±5.59 ¹	53.10±5.42	.890 ²	.804	.938
AST (mm)	19.40±8.43	19.89±8.87	.800	.633	.891
PT (°)	8.89±11.12	8.40±10.70	.980	.964	.989
KA (°)	175.01±7.18	175.19±7.20	.970	.946	.983
AA (°)	96.94±3.61	97.14±3.41	.936	.885	.964

¹Mean±SD, ²ICC, CVA1; craniovertebral angle 1, AST; anterior shoulder translation, PT; pelvic tilt, KA; knee angle, AA; ankle angle

2. CA-SPR의 수렴 타당도

검사자 A가 1차 측정 시 CA-SPR의 변수와 X-ray 변수의 상관관계를 분석한 결과 머리와 목의 측정 변수인

CA-SPR의 전방머리자세1(CVA1)과 X-ray의 전방머리자세2(CVA2)는 $r=.565$, ($p=.000$), 머리전방이동(AHT)은 $r=-.508$ ($p=.000$)으로 중등도 수준의 상관관계를 보였다. 하지만 골반과 엉치뼈 측정 변수인 CA-SPR의 골반기울

기(PT)와 X-ray의 골반앞면(APP)은 $r=-.007(p=.417)$, 영치 뼈 경사(SS)는 $r=.141(p=.339)$ 으로 낮은 수준의 상관관계를 보였다(Table 4).

Table 4. Validity of posture assessment using CA-SPR (n=48)

	X-ray			
	CVA2 (°)	AHT (mm)	APP (°)	SS (°)
CVA1 (°)	.565**	-.508**		
PT (°)			-.007	.141

pearson r, * $p<.05$, ** $p<.001$, CVA; craniovertebral angle, PT; pelvic tilt, AHT; anterior head translation, APP; anterior pelvic plane, SS; Sacral slope

IV. 고찰

신체 자세를 분석하는 방법으로 임상에서는 치료사가 골표지를 측정하여 각도계 등을 이용하거나, 포토그래피(photography), 표면 토포그래피(topography), X-ray 등을 실시하여 자세를 분석하였다. 이러한 방법은 신체 자세 분석을 위해 고가의 소프트웨어 및 하드웨어가 필요했다. 최근 모바일폰의 카메라의 사양이 높아지고, 터치스크린과 디스플레이 기능 및 기술이 향상되어 이를 이용한 신체 자세 정렬을 분석하는 모바일 어플리케이션이 발달되고 있다.

본 연구에서는 안드로이드 기반 모바일 어플리케이션 CA-SPR을 이용하여 전방머리자세를 가진 자를 대상으로 실시한 신체 자세 정렬 평가의 측정자내·간 신뢰도와 수렴 타당도를 확인하기 위하여 실시하였다. 그 결과 어플리케이션 측정 변수의 측정자 내 신뢰도는 전방머리자세1(CVA1), 어깨전방이동(AST), 골반기울기(PT), 무릎각도(KA), 발목각도(AA)에서 $ICC=.889\sim.989$ 로 높은 수준의 신뢰도를 보였고, 측정자 간 신뢰도는 $ICC=.800\sim.980$ 으로 높은 수준의 신뢰도를 보였다.

Boland(2016)의 연구에서는 IOS 기반으로 개발된 모바일 어플리케이션인 posture screen mobile (PSM)을 이용하여 정상 성인을 대상으로 측정에 대한 측정자 내·간 신뢰도 연구를 실시하였다. 그 결과 머리앞뒤이동(head shift AP), 어깨앞뒤이동(shoulder shift AP)의 측정자 내 신뢰도 각각 $ICC=.73$ 와 $ICC=.68$ 이었고, 측정자 간 신뢰

도는 $ICC=.72$ 으로 같았다. 골반 및 무릎 관련 변수인 엉덩관절앞뒤이동(hip shift AP), 무릎이동(knee shift)의 측정자 내 신뢰도는 각각 $ICC=.84$ 와 $ICC=.86$ 이었고, 측정자 간 신뢰도는 각각 $ICC=.55$ 와 $ICC=.75$ 이었다. 이는 촬영 전 골표지를 대상자의 신체에 스티커로 표시한 후 CA-SPR을 이용하여 사진의 표시된 골표지를 기준으로 분석한 본 연구와 달리 이 연구에서는 PSM을 이용하여 사진 촬영을 한 후 사진 위에 육안적으로 골표지를 추정하여 표시한 것이 차이가 있다. 사진 촬영 전 대상자의 신체를 측정하여 골표지를 표시하는 방법은 측정의 신뢰도를 높이기 위한 방법으로 제안되어야 할 것으로 사료된다.

Fortin 등(2012)은 특발성 척추옆굽음증(idiopathic scoliosis)을 대상으로 디지털 카메라를 이용하여 촬영된 사진을 분석 소프트웨어인 clinical photographic posture assessment tool (CPPAT)을 이용하여 시상면의 자세 평가를 실시하여 $ICC=.91\sim.96$ 의 측정자 내 신뢰도를 보고하였으며, 이는 전방머리자세를 대상으로 실시한 본 연구와 유사한 결과이다. 하지만 측정자 간 신뢰도는 $ICC=.90\sim.98$ 로 보고하였다. 모바일 어플리케이션인 CA-SPR($ICC=.80\sim.98$)과 PSM($ICC=.55\sim.75$)도 높은 수준의 신뢰도이지만 사진 분석 소프트웨어를 이용한 포토그래피(photography)이 더욱 높은 수준으로 나타난 것이다. 이는 손가락으로 전자식 터치스크린 위에 골표지를 표시한 방법과 PC에 설치된 분석 소프트웨어를 이용한 방법의 차이가 있어 골표지 표시의 정밀함에 차이가 있

을 것으로 생각된다. 측정자에 따른 신뢰도를 높이고, 임상에서 사용할 수 있는 수준으로 활용하기 위하여 모바일 폰 스크린의 발전과 대상자별 측정 방법에 대한 명확한 가이드라인(guideline)이 제시되어야 할 것으로 사료된다.

수렴 타당도는 어플리케이션의 CVA1과 X-ray의 머리와 목 측정 변수인 CVA2는 $r=.565$, 머리전방이동(AHT)은 $r=-.508$ 으로 유의한 수준의 타당도를 보였고($p<.001$), 어플리케이션의 골반기울기(PT)와 X-ray의 골반과 엉치뼈 측정 변수인 골반앞면(APP)은 $r=-.007$, 엉치뼈 경사(SS)는 $r=.141$ 으로 유의한 수준의 타당도를 보이지 않았다. Hopkins 등(2019)은 PSM를 이용한 시상면(sagittal plane) 자세 평가의 타당도를 검증하기 위하여 동작분석기인 Vicon 3D를 이용하여 측정 변수의 오차(bias)를 비교하였으며, 임상적인 오차범위 5 mm 및 5° 이상을 기준으로 하였다. 머리아동(head shift)은 높은 타당도를 보고하였으나, 엉덩관절이동(hip shift)은 임상적, 통계학적 오차가 있다고 하였다. 이 연구의 경우 3차원적인 입체적인 자세 분석을 실시하였고, 본 연구에서는 X-ray를 이용하여 평면적인 자세 분석을 실시하여 정도의 차이는 있으나, 골반에서의 수렴 타당도가 낮은 것은 일치하였다. 하지만 Ha와 Jeon(2019)은 모바일 어플리케이션 각도기 경사(Clino)의 타당도를 확인하기 위하여 팔패이션 메타(Palpatation Meter, PAA 12-1180, Baseline, USA)을 이용하여 선자세에서의 골반기울기(PT)를 측정하고 결과 $r=.83$ 으로 강한 상관관계가 있었다. 본 연구에서 사용된 CA-SPR의 골반 변수인 PT는 ASIS와 PSIS가 이루는 각도로 X-ray로 PSIS를 측정하기 할 수 없기 때문에 골반의 기울기를 측정하기 위하여 ASIS와 두덩뼈가 이루는 각도인 APP와 엉치뼈의 기울기 각도인 SS를 평가하였기 때문에 그 수렴 타당도가 약하게 나왔을 것으로 사료되어 X-ray 뿐만 아니라 PT를 측정할 수 있는 다른 방법을 이용하여 그 타당도를 분석할 필요가 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 대상자가 젊은 성인의 전방머리 자세가 있는 자만을 실시했다는 것과 복장을 일정하게 실시하였으나 최소한의 복장으로 실시하지 못한 것, 그리고 수렴 타당도 검증을 목 및 머리, 골반 변수만 실시한 것이다.

IV. 결론

최근 스마트폰(mobile phone) 기능의 발달로 인하여 신체 정렬 분석이 가능한 어플리케이션이 개발되고 있다. 모바일 어플리케이션은 사용성과 편의성이 높으며, 저가로 다양하게 활용 할 수 있다. 본 연구는 신체정렬 분석을 위해 개발된 모바일 어플리케이션 CA-SPR를 이용하여 전방머리자세를 대상으로 시상면 자세 분석할 때, 측정자 내 간 신뢰도와 수렴 타당도를 확인하기 위하여 실시하였다. 그 결과 높은 측정자 내 신뢰도($ICC=.889\sim.989$), 측정자 내 신뢰도($ICC=.800\sim.980$)를 보였고, 머리와 목 변수는 중등도의 수렴 타당도($r=.565$), 골반 변수는 약한 수준의 수렴 타당도($r=.141$)를 보였다.

본 연구의 결론은 자세부정렬의 전방머리자세인 자를 대상으로 개발된 안드로이드 기반 모바일 어플리케이션 CA-SPR를 이용하여 높은 측정자 내 간 신뢰도로 신체정렬을 분석할 수 있을 것이다. 그리고 머리와 목 변수는 중등도의 수렴 타당도를 보여 활용의 가능성을 보였다. 이에 질환을 가지고 있는 성인을 대상으로 신체자세를 측정하기 위해 모바일 어플리케이션의 활용의 가능성을 보였으나, 골반 변수와 같이 변화도가 작은 관절의 자세정렬의 평가에 대한 연구되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Boland DM, Neufeld EV, Ruddell J, et al(2016). Inter- and intra-rater agreement of static posture analysis using a mobile application. *J Phys Ther Sci*, 28(12), 3398-3402. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.3398>.
- Doody MM, Lonstein JE, Stovall M, et al(2000). Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25(16), 2052-2063. <https://doi.org/10.1097/00007632-200008150-00009>.
- Fortin C, Feldman DE, Cheriet F, et al(2012). Reliability of a quantitative clinical posture assessment tool among persons with idiopathic scoliosis. *Physiother*, 98(1),

- 64-75. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2010.12.006>.
- Ha SM, Jeon IC(2019). Reliability and validity of measurement using smart phone-based goniometer on pelvic tilting angle in standing and sitting position. *J Korean Phys Ther*, 31(1), 35-39. <https://doi.org/10.18857/jkpt.2019.31.1.35>.
- Hackenberg L, Hierholzer E, Potzl W, et al(2003). Rasterstereographic back shape analysis in idiopathic scoliosis after posterior correction and fusion. *Clin Biomech*, 18(10), 883-889. [https://doi.org/10.1016/s0268-0033\(03\)00169-4](https://doi.org/10.1016/s0268-0033(03)00169-4).
- Hopkins BB, Vehrs PR, Fellingham GW, et al(2019). Validity and reliability of standing posture measurements using a mobile application. *J Manipulative Physiol Ther*, 42(2), 132-140. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2019.02.003>.
- Jung HW, Shin WS, Kim DH, et al(2013). The study on correlation between the forward head posture and spinal alignment. *J Korean Med Rehabil*, 23(4), 195-202.
- Lee H, Chung H, Park S(2015). The Analysis of severity of forward head posture with observation and photographic method. *J Korean Soc Phys Med*, 10(3), 227-235. <https://doi.org/10.13066/kspm.2015.10.3.9>.
- Naz A, Bashir MS, Noor R(2018). Prevalance of forward head posture among university students. *Rawal Med J*, 43(2), 260-262. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10056-0105>.
- Quek J, Brauer SG, Treleaven J, et al(2014). Validity and intra-rater reliability of an Android phone application to measure cervical range-of-motion. *J Neuroeng Rehabil*, 11(1), 1-6, <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-65>.
- Ronckers CM, Land CE, Miller JS, et al(2010). Cancer mortality among women frequently exposed to radiographic examinations for spinal disorders. *Radiat Res*, 174(1), 83-90. <https://doi.org/10.1667/RR2022.1>.
- Ruivo RM, Pezarat-Correia P, Carita AI(2015). Intrarater and interrater reliability of photographic measurement of upper-body standing posture of adolescents. *J Manipulative Physiol Ther*, 38(1), 74-80. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2014.10.009>.
- Saal JA(1992). The new back school prescription: stabilization training. Part II. *Occup Med*, 7(1), 33-42.
- Schamberger W(2013). The malalignment syndrome: Implications for medicine and sport. 2nd ed, Edinburgh, Churchill Livingstone, pp.96-97.
- Singla D, Veqar Z, Hussain ME(2017). Photogrammetric assessment of upper body posture using postural angles: a literature review. *J Chiropr Med*, 16(2), 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2017.01.005>.
- Porto F, Gurgel JL, Russomano T, et al(2010). Moire topography: characteristics and clinical application. *Gait Posture*, 32(3), 422-424. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.06.017>.
- Tomkinson GR, Shaw LG(2013). Quantification of the postural and technical errors in asymptomatic adults using direct 3D whole body scan measurements of standing posture. *Gait Posture*, 37(2), 172-177. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.06.031>.
- Verma SL, Shaikh J, Mahato RK, et al(2018). Prevalence of forward head posture among 12-16 year old school going students-A cross sectional study. *Appl Med Res*, 4(2), 18-21. <https://doi.org/10.5455/amr.20180805064752>.