

대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science

2022. 09. Vol. 29, No.3, pp. 29-47

청소년의 집중력이 척추건강에 미치는 영향: 인지강도에 의해 조절된 스마트폰 과몰입의 매개효과

이진^{1,2} · 김상우^{2,3} · 이병희^{1,2}

¹삼육대학교 물리치료학과 · ²대한개인실습물리치료학회 · ³삼육대학교 가상재활실험실

The effect of attention on spinal health of adolescents: The mediating effect of smartphone overindulgence moderated by cognitive strength

Jin Lee¹, Ph.D., P.T. · Sang-Woo Kim², Ph.D., P.T. · Byounghee Lee¹, Ph.D., P.T.

¹Dept. of Physical Therapy, Sahmyook University

²Dept. of Administration, Korean organization of Private Physical Therapy Association

³VR Lab, Sahmyook University

Abstract

Purpose: This study was conducted to find out the mediated effects of smartphone overindulgence in the relationship between attention and spinal health of adolescents and to find out how cognitive strength moderates these relationships.

Design: Cross-sectional study.

Methods: All subjects measured attention, cognition strength, spinal angle, and smartphone overindulgence by measuring the ratio of SMR and mid-beta power to the power of the brain wave, amplitude variation of Cognitive Gamma-Peak, forward slope angle of the cervical spine, and the scale of diagnosis of smartphone addiction.

Results: As a result, it shows a significant correlation between Attention, spinal angle, cognitive strength, and smartphone overindulgence($p < .05$). In addition, attention was significantly mediated on the spinal angle through smartphone overindulgence($p < .001$), and cognitive strength was significantly mediated in relation

to smartphone overindulgence and spinal angle($p < .05$).

Conclusion: This result indicates that the mediation effect of overindulgence of a Smartphone is mediated according to its cognitive strength in relation to its effect of attention on the spine angle.

Key words: adolescent, attention, cognition, smartphone, spinal angle.

교신저자

이병희 교수

01795 서울특별시 노원구 화랑로 815 삼육대학교

T: 02-3399-1634, E: 3679@syu.ac.kr

I. 서론

스마트폰은 정보, 통신, 교육, 오락 등을 제공하며 일상생활에 필수적인 도구이며(Zhang와 Ho, 2016), 휴대성이 편리하고 교통, 오락, 교육, 소셜네트워킹, 금융 등 이용범위가 넓어 다양한 목적을 위해 매일 스마트폰을 사용한다(Oulasvirta 등, 2012). 이처럼 스마트폰이 삶에 유용한 변화를 가져왔으나 과도한 사용은 스마트폰 과몰입이나 스마트폰 중독과 같은 심각한 사회적 문제로 발전하는 것 또한 명백한 사실이며, 대부분의 사람들이 스마트폰을 사용할 수 없거나 전원을 꺼야 할 때, 스마트폰 사용을 제한받을 때 불안을 느낀다(Oulasvirta 등, 2012; Lee 등, 2014). 그리고 스마트폰의 과도한 사용은 근·골격계 질환 및 장애, 통증, 시력감퇴, 정신적 스트레스 등과 같은 건강문제를 추가적으로 발생시킨다(박지선, 2012). 대한민국 스마트폰 중독 현황으로는 2015년 16.2%, 2016년 17.8%, 2017년 18.6%로 해마다 증가하고 있으며, 2017년 기준 유아동 스마트폰 중독은 19.1%, 청소년 30.3%, 성인 17.4%, 기타 12.9%로 청소년의 스마트폰 중독 비율이 가장 높게 나타났다. 세부적으로 청소년 스마트폰 중독 고위험군은 3.6%로 전년(3.5%) 대비 0.1% 증가하였다(National Information Society Agency, 2018). 이처럼 청소년의 스마트폰 중독 비율이 꾸준히 증가하고 있으므로, 청소년의 스마트폰 중독에 관한 연구와 사회적 관리가 필요하다(이수진과 문혁준, 2013).

잘못된 자세로 장시간 스마트폰을 이용할 경우 상부 승모근, 대흉근, 소흉근, 흉쇄유돌근, 후두하근의 단축과 경추 심부근육의 약화, 경추 및 흉·요추관절 부하 증가 및 척추 만곡의 변형 등의 문제로 근·골격계 질환 및 장애 그리고 통증을 발생시킨다(Dimitriadis 등, 2013). 특히, 잘못된 자세로 인해 요추에 가해지는 부하에 따라 척추의 각도가 변화 하며(황윤태와 박래준, 2008), 머리를 숙인 자세로 스마트폰을 장시간 사용할 경우 척추 기립근 및 척추 주위근(paraspinal muscles)들의 고유수용성 감각의 손상으로 경추와 요추, 그리고 어깨의 부정렬 증후군(mal-alignment syndrome)이 발생하고 경추의 경우 전방머리자세 증후군으로 인해 급성 또는 만성 경부통증과 어깨와 상지로 저림 증상 및 통증이 방사된다(Dolan와 Green, 2006; 이용숙, 2013; 이양진 등, 2021). 김양곤 등(2013)은 장시간 스마트폰을 사용하는 것은 목과 허리의 통증, 근육의 경련 및 단축 등의 근·골격계 질환을 발생시킨다고 하였고, Greig 등(2005)은 스마트폰을 사용하는 동안 상부승모근과 척추 기립근의 근활성도가 최대 근전도의 5% 이상 유지되고 1시간 이상 지속 시 근 피로도가 증가한다고 설명하였다. Straker 등(2008)은 화면이 작은 스마트폰을 사용하는 것이 컴퓨터를 사용하는 것에 비해 목과 어깨 주변 근육들의 근 활성도를 증가시키고, 부적절한 자세로 인한 척추만곡의 변형과 인대의 변성으로 인해 고유수용성 감각이 손상된다고 하였다. Shin와 Zhu(2011)은 스마트폰을 장시간 사용 시 경부와 어깨의 피로도가 증가하고 경추에 가해지는 부하가 더 증가한다고 하였다. 이는 작은 화면의 스마트폰 사용은 시선이 아래쪽으로 향하여 경추를 굴곡(flexion)하게 하는 부적절한 자세를 유발한다(Greig 등, 2005; 안정애와 방현수, 2019). 이는 경추 및 흉·요추가 굽은 자세로 장시간 스마트폰 사용으로 인해 경추의 신전근(cervical extensor muscles)의 근활성도가 증가하여 경부와 어깨 근육에 가해지는 부하는 근육의 긴장과 피로도를 증가시키고 통증을 발생시켜 작업능력이 저하된다(Szeto 등, 2002; Straker 등, 2008; 김지연 등, 2018). 이러한 선행연구를 통해 과도한 스마트폰 사용은 경추의 통증 및 근육 긴장도의 증가와 고유수용성 감각의 손상, 근피로도, 근력저하, 척추의 불안정성으로(김양곤 등, 2013) 근·골격계 질환 및 장애의 발생과 밀접한 관계가 있다(이용숙, 2013).

장시간 스마트폰 사용은 청소년에게 부정적인 영향을 끼친다(Diamonte와 Ricchiuto, 2006). 스마트폰 사용은 장소에 제한 없이 사용이 편리하고 자기표현에 대한 욕구 해소를 쉽게 할 수 있어 자기 통제력이 부족한 청소년이 스마트폰 과몰입이 될 확률이 크다(조현욱, 2012). 스마트폰 중독은 조바심, 불안, 과민성과 같은 금단현상으로

스마트폰 사용 조절 능력 저하(Choliz, 2010), 저항력(tolerance), 장시간 사용, 부정적인 결과(negative consequences)에도 불구하고 스마트폰 사용량을 유지하여 일상생활, 학업능력 및 집중력을 감소시킨다(Kwon 등, 2013). 스마트폰 사용의 부정적인 결과는 불안과 우울증상, 수면장애, 그리고 학업능력의 감소이다(Demirci 등, 2015). 또한, 뇌세포의 손상으로 균형적인 뇌 발달을 이루지 못하여 주의-집중력 결핍, 팝콘뇌인(Popcorn brain), 행동 장애 등과 같은 현상이 발생한다(이미희와 이승현 2017). 이러한 결과로 인터넷상에서의 언어폭력과 따돌림, 정서 불안, 가족 및 대인관계의 단절, 학교생활 부적응 등으로 일상생활을 정상적으로 유지할 수 없다(Khoury 등, 2017).

선행연구를 살펴보면, 박명섭(2017)은 스마트폰 과몰입 청소년 3명을 선정하여 스마트폰 진단척도와 뇌 활성화 측정장비(Discovery 24e, Brain master)를 이용하여 스마트폰 과몰입 청소년의 뇌 활성화도 패턴의 특성을 분석하였다. 연구결과 개안 시 델타파 (Delta wave)가 일반 청소년의 평균보다 높았고, 개안 시 알파파 (Alpha wave)와 베타파 (Beta wave)는 일반 청소년의 평균보다 낮았다. 이는 델타파가 높아 두뇌의 각성이 낮고 주의-집중력이 어려우며, 낮은 알파파로 두뇌의 피로현상이나 이완능력의 저하가 나타났다. 또한, 베타파의 활성화도가 낮음으로 일상생활의 과제처리 능력이 부족하다고 하였다. 정은혜와 이소연(2017)는 청소년 361명을 선정하여 청소년의 스마트폰 과몰입과 우울 증상의 상관관계에서 수면의 질 매개효과를 알아보았다. 그 결과 청소년 스마트폰 중독은 낮은 수면의 질, 우울과 유의한 상관관계가 있으며, 낮은 수면의 질은 우울과 유의한 상관관계를 나타내었다. 따라서 청소년 스마트폰 과몰입이 우울에 미치는 영향력은 유의하며, 낮은 수면의 질이 우울에 미치는 영향력도 유의하다고 설명하였다. 또한, 스마트폰 중독과 우울의 관계에서 낮은 수면의 질은 유의하게 부분-매개하였다. 이는 청소년의 스마트폰 중독성이 높을수록 수면의 질이 낮고, 우울증상이 높음을 의미하며 의욕 저하와 학업 장애를 증가시킨다.

이처럼 스마트폰 과몰입에 관한 연구는 스마트폰 과몰입이 근·골격계 질환 및 장애에 미치는 영향 또는, 스마트폰 과몰입과 인지기능 저하 및 정서 장애와의 인과관계를 개별로 연구한 것이 대부분이며 집중력과 인지기능 그리고 신체장애 간의 관계와 미치는 영향에 대한 복합적인 연구가 매우 부족하다. 본 연구는 청소년들의 집중력과 척추각도(척추건강)의 관계에서 스마트폰 과몰입의 매개효과를 알아보고 인지강도가 이러한 관계를 어떻게 조절하는지 알아보려고 하며 더 나아가 스마트폰 과몰입 청소년들의 집중력 및 인지기능과 척추 건강에 유의한 기초 자료로 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 서울시에 거주중인 청소년 115명을 대상으로 하였으며, 다음의 선별기준을 거쳐 선정하였다. 선정기준은 인지기능에 결손이 없고 연구 내용을 이해하고 의사소통이 가능한 자, 스마트폰 중독 진단척도 26점 이상인 자, 시각과 청각 및 전정기관에 장애가 없는 자, 사지결손이 없는 자로 하였다. 모든 대상자에게 연구의 절차와 목적을 설명한 후 동의서를 배부하여 동의 후 서명한 자를 대상으로 하였다.

2. 연구절차

본 연구의 대상자는 성별, 나이, 신장, 체중, 스마트폰 사용정도, 주로 사용하는 손을 조사하여 기록하였다. 경사계를 이용하여 상부 흉추가 전방으로 기운 각도를 측정한 후 5분간 인지학습능력검사를 시행하는 동안 뇌 활성화 측정장비를 이용하여 집중력과 인지강도에 대한 뇌파를 추출하여 분석하였다. 인지학습능력검사는

Neuropsychological IQ(Laxtha INC., Daejeon, Korea, 2011)를 이용 하였으며 5분 동안 시행되었다. 뇌파측정장비로 뇌파를 측정하는 동안 본 연구에서 제시된 과제는 전방 모니터에 한 도형이 보여진 후 3초가 지나면 또 다른 도형이 나타나는데 이 도형이 직전 도형과 회전에 상관없이 같은 도형이면 오른쪽 화살표키, 다른형태의 도형이면 왼쪽 화살표키를 선택하고 에매모호 하여 잘 모를 경우에는 선택하지 않도록 하였다. Neuropsychological IQ의 세부검사 항목으로 인지능력, 집중력, 정서상태, 문제해결성향, 그리고 활성 뇌파 세부리듬이 있다. 모든 측정 장비는 연구의 목적 및 취지에 맞는 연구 보조자가 사전에 2주 동안 장비사용 및 분석방법을 익힌 후 시행하였으며, 항상 같은 검사자가 같은 장소에서 측정하였다.

3. 측정도구

1) 스마트폰 중독 진단척도

모든 대상자에게 사용된 스마트폰 중독 진단척도는 2011년 한국정보화진흥원이 개발한 표준화된 청소년용 스마트폰 중독 진단척도(S-척도)를 사용하였으며, 15문항의 4점 Likert척도로 구성되었다. 점수는 15점에서 60점 까지 분포되며, 점수가 높을수록 중독이 심함을 의미한다. 총점 45점 이상 또는 일상생활장애 16점 이상, 금단 13점 이상, 내성 14점 이상인 경우 고위험 사용자군, 총점 42~44점 또는 일상생활장애 14점 이상, 금단 12점 이상, 내성 13점 이상인 경우 잠재적위험 사용자군, 위의 두 집단 중 어느 하나에도 속하지 않는 경우 일반 사용자군으로 분류한다. 신뢰도(Cronbach's α)는 한국정보화진흥원(2011) 연구에서 0.88이다.

2) 상부 흉추 각도

모든 대상자들의 척추각도는 경사계(Baseline AcuAngle Inclinometer, PAT, USA, 2010)를 이용하여 측정하였다 (Figure 1).



Figure 1. Baseline AcuAngle Inclinometer

경사계의 눈금은 양쪽에서 2도씩 증가하며, 두 개의 팔은 두 개의 신체 부위를 고정할 수 있도록 하여 작은 신체부위도 측정 가능하도록 설계되었다. 검사자의 눈높이는 경사계의 중앙점과 평행하게 맞추어 바라보며 각도를 측정해야 한다. 대상자는 다리를 15cm벌리고 서서 시선은 정면을 바라보도록 하며, 검사자는 대상자의 흉추 1번 극돌기(spinous process)와 복장패임(sternal notch) 간의 상부 흉추의 전방 기울기를 측정하였으며, 3회 반복 측정하여 평균값을 산출하였다. 연구에 사용된 경사계의 신뢰도는 0.98이다(MacDougall 등, 1991).

3) 뇌파측정장비

모든 대상자들의 뇌 활성도는 뇌 활성도 측정장비 PolyG-1(Laxtha INC., Daejeon, Korea, 2011)을 이용하여 측정하였으며 뇌 활성도는 눈 깜박임, 안구운동, 심전도, 근전도, 혀의 움직임 등 내부적 요인과 장소, 소음, 조도, 온도 등의 외부적 요인에 의해 영향을 받으므로 측정 시 독립된 공간에서 측정하였다. 뇌파 전극 부착은 머리 표면의 2개 부위에서 단극유도(monopolar derivation) 방식으로 적용하였다. 전극의 부착 위치는 10-20 국제 전극 배치법에 따라 Fp1 영역과 Fp2 영역에 총 2개의 전극을 부착하였고, 기준전극(reference electrode)은 우측 귓볼 뒤, 접지전극(ground electrode)은 좌측 귓볼 뒤에 부착하였다(임수현, 2014).

4) 뇌파분석

모든 대상자의 추출된 뇌파는 삼육대학교 물리치료학과 가상현실 재활 연구소에서 분석하였으며, Telescan 2.99(Laxtha INC., Daejeon, Korea, 2011)를 이용하여 집중력과 인지 강도에 대한 뇌파를 분석하였다. 표준화 작업을 시행하여 세부 항목별 뇌파 지표값이 표준집단에 비해 상대적으로 높은 점수인지 낮은 점수인지 확인하였으며, 전체 뇌파 영역 중에서 자세 불안정으로 생기는 머리 움직임(0.5~1 Hz)이나 눈 깜박임(2~4 Hz) 등의 잡음에 오염될 확률이 높은 델타파(0.5~5 Hz)는 제외하고 5~50 Hz구간만을 추출하여 분석에 사용하였다. 고속 푸리에 변환(fast fourier transform, FFT)을 실시하여 원 자료를 주파수로 변환하기 위한 필터링을 시행하였다. FFT는 주파수 공간에 주파수 성분별로 기여도를 나타내는 것으로 X축은 주파수를 나타내고, Y축은 파워 값을 나타내며 특정 주파수에 따른 진폭량인 뇌전위 파워 스펙트럼(power spectral analysis)으로 나타내게 한 것이고, 이때에 산출되는 값은 절대 파워(absolute band power)로 신호의 진폭을 제공한 값이다. 상대 파워(relative band power)는 0에서 1사이 값을 가지는 절대 파워에 특정 주파수 대역의 절대 파워 비율을 뜻하고 백분율(0~100%)로 표시하기도 한다. 이러한 상대 파워 분석은 대상자 별로 차이가 날 수 있는 측정 당시 긴장도 차이나 두개골 두께 차이 등의 개인 간 뇌 활성도 차이를 보정하기 위해 이용했으며 연구 목적에 따라 상대 파워 분석을 통해 산출된 주파수 중에서 상대 뮤 리듬(8~13 Hz/4~50 Hz)과 상대 베타파(13~20 Hz/4~50 Hz)를 분석하였다. 표준화 작업은 표준집단에 대한 뇌 활성도지표의 가우스 분포가 평균 '50', 표준편차 '10'이 되도록 일반화하는 과정으로 표준화 수치 계산식은 다음과 같다.

$$[\text{표준화 수치} = 50 + 10 \times (\text{뇌파절대지표} - \text{표준집단 평균}) / \text{표준집단 표준편차}]$$

집중력은 집중한 상태에서 세타파형이 줄어들면서 목적이 불분명한 집중력(unfocused attention)을 의미하는 SMR파형(12-15Hz)과 분명한 집중력(focused attention)을 의미하는 중간베타파형(16-20Hz)이 증가하므로 집중력은 세타파형의 파워비율에 SMR파형과 중간베타파형의 파워비율을 더한 값을 나누었으며 계산식은 다음과 같다. 세타파의 파워에 대한 SMR파와 중간베타파(M-Beta) 파워의 비율로 집중력 지표는 다음과 같다.

$$[\text{신경생리학적 뇌파집중력 지표} = \text{Power Ratio of (SMR+M-Beta)/Theta}]$$

인지강도는 인지유발파형에 나타난 인지 감마피크(Cognitive Gamma-Peak)의 진폭변화량을 측정하였다.

4. 분석방법

본 연구는 수집된 자료의 통계처리를 위해 SPSS ver. 22.0과 SPSS Macro PROCESS 2.15(Hayes, 2015)를 이용하

였으며 다음과 같은 분석을 실시하였다.

본 연구에 참여한 청소년의 인구통계학적 특성을 파악하기 위해 빈도분석을 실시하였고, 변인들 간의 관련성을 알아보고자 Pearson의 적률상관분석을 실시하였다.

청소년의 집중력이 척추각도에 미치는 영향에서 스마트폰과몰입의 매개효과를 검증하기 위하여 SPSS Macro PROCESS 2.15에서 제시한 모형 Model 4을 활용하였으며, 또한 청소년의 집중력과 척추각도의 관계에서 인지속도의 조절효과를 검증하기 위해 Model 1을 활용하였다. 그리고 조절효과 분석에 앞서서는 각 변수들의 평균중심화(mean centering)을 통해 다중공선성을 미연에 방지하였으며, 조절효과 분석은 독립변수, 조절변수, 상호작용항을 회귀모형에 투입하여 분석하였다. 또한, 매개효과 분석에는 총 효과를 알아보기 위해 회귀분석을 실시하였으며, 간접효과의 유의성을 검증하기 위해 재표본(non-parametric resemping) 방법으로 알려진 부트스트래핑(bootstrapping) 방법을 활용하였다. 부트스트래핑 표본 수는 5,000개에서 10,000개 사이 이면 충분하다는 Hayes(2013)의 주장에 따라 5,000번을 사용하였으며, 자료의 모든 통계적 유의수준은 .05 이하로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구 대상자의 일반적 특성은 <Table 1>과 같다. 본 연구 대상자의 전체 응답자 115명에서 성별로는 남자 39명(33.9%), 여자 76명(66.1%)로 나타났으며, 평균 나이는 15.83±1.35, 평균 신장은 163.72±9.07, 그리고 평균 체중은 54.27±12.18로 나타났다.

Table 1. General characteristics of the subjects (N=115)

Variables	Number of person	Percentage (%)
Age (year)	15.83 ± 1.35 ^a	
Height (cm)	163.71 ± 9.07	
Weight (kg)	54.27 ± 12.18	
Gender	Male	39
	Female	76
Handedness	Right	108
	Left	7

^aMean ± SD.

2. 연구변수의 기술통계와 상관관계

본 연구의 변수들의 기술통계량과 상관계수는 <Table 2>와 같다. 각 변수들의 평균과 표준편차를 살펴보면, 집중력은 평균 51.14±6.06, 상부 흉추 각도 평균 23.24±4.75, 인지강도 평균 53.14±7.04, 마지막으로 스마트폰 과몰입은 평균 35.19±3.24로 나타났다.

각 변수의 상관계수를 살펴보면, 집중력은 모든 변수들과 정적(+) 상관관계를 보이고 있으며, 상부 흉추 각도는 인지강도를 제외한 변수들과 정적(+) 상관관계를 보인다. 인지강도는 상부 흉추 각도를 제외한 변수들과 정적(+) 상관을 보이며, 스마트폰 과몰입은 인지강도를 제외한 변수들과 정적(+) 상관을 보였다. 집중력과 각 변수들

의 통계적 유의를 살펴보면, 상부 흉추 각도($r = .410, p < .001$)와 스마트폰 과몰입과의 관계에서 정적(+) 상관을 보이며($r = .233, p < .05$) 통계적으로 유의하며, 상부 흉추 각도와 인지각도의 관계는 부적(-) 상관을 보이고($r = -.231, p < .05$) 스마트폰 과몰입과는 정적(+) 상관을 보이므로($r = .389, p < .001$) 통계적으로도 유의하다. 그리고 각 변수들의 분포 특성을 살펴보면, 왜도와 첨도에서 각각 절대값이 2와 7이상의 값이 존재하지 않으므로 정규분포하는 것으로 판단하였다.

Table 2. Correlation and Descriptive statistics of research variables (N=105)

Variable	a	b	c	d	M±SD	Skewness	Kurtosis
Attention(a)	1.00				51.14±6.96	.54	1.19
Upper thoracic spine angle(b)	.410**	1.00			23.24±4.75	.09	-.91
Cognitive strength(c)	.075	-.231*	1.00		53.14±7.04	.74	.52
Overindulgence of Smartphone(d)	.223*	.389**	-.001	1.00	35.19±3.24	-.09	.77

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

3. 집중력과 상부 흉추 각도의 관계: 스마트폰 과몰입의 매개효과

청소년의 집중력과 척추각도의 관계에서 스마트폰 과몰입의 매개효과를 알아보기 위하여 Hayes(2013)가 개발한 SPSS Macro PROCESS(model 4)와 SPSS 22.0을 이용하여 자료를 분석하였다. 그 결과, 독립변수인 집중력이 매개변수인 스마트폰 과몰입에 미치는 효과(경로 a)는 통계적으로 유의하게 나타났다($B = .104, t = 2.436, p < .05$). 매개변수인 스마트폰 과몰입이 종속변수인 상부 흉추 각도에 미치는 효과(b)도 통계적으로 유의하게 나타났다($B = .457, t = 3.751, p < .001$). 그리고 집중력이 상부 흉추 각도에 미치는 직접효과(c)도 통계적으로 유의하게 나타났다($B = .232, t = 4.077, p < .001$).

또한, 매개변수인 스마트폰 과몰입을 고려하지 않고 독립변수인 집중력이 종속변수인 상부 흉추 각도에 미치는 총 효과(total effect)(c')도 유의하게 나타났으며($B = .278, t = 4.773, p < .001$), 총 효과(total effect)(c')가 직접효과(direct effect)(c)보다 크게 나타남을 확인할 수 있었다. 따라서 집중력과 상부 흉추 각도와의 관계에서 스마트폰 과몰입이 유의하게 나타나고, 집중력과 상부 흉추 각도의 직접효과도 유의하게 나타났으므로 집중력과 상부 흉추 각도의 관계에 있어서 스마트폰 과몰입이 부분매개 역할을 한다는 것을 의미한다.

이러한 결과를 바탕으로 Bootstrap을 사용하여 매개효과의 유의성을 검증한 결과 하한한계(Lower Limit Confidence Interval: LLCI)값과 상한한계(Upper Limit Confidence Interval: ULCI)값이 95%의 신뢰 범위에서 0의 값을 가지고 있지 않기 때문에 스마트폰 과몰입의 매개효과는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 따라서 집중력이 스마트폰 과몰입을 통해 상부 흉추 각도로 이어지는 매개효과는 통계적으로 유의하며, 집중력이 상부 흉추 각도에 영향을 미치는 직접효과도 유의하였으므로 부분매개모형을 지지하는 것으로 볼 수 있다. 매개효과의 결과는 <Table 3>와 같다. 간접효과의 유의성은 Sobel Z검증을 통해 살펴본 결과, $Z = 1.994 (p < .05)$ 로 간접효과가 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 청소년들에 있어서 집중력 자체로도 상부 흉추 각도에 영향을 주는데 기여함과 동시에 스마트폰과몰입에도 영향을 미치고, 스마트폰 과몰입도 상부 흉추 각도에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

Table 3. The relationship between the attention and the upper thoracic spine angle: Mediated effects of overindulgence of smart-phone (N=115)

Path	B	S.E	t	
Attention → Overindulgence of smartphone(a)	.104	.043	2.436*	
R(R2)		.233(.050)		
F		5.933*		
Overindulgence of smartphone → Upper thoracic spine angle(b)	.457	.122	3.751***	
Attention → Upper thoracic spine angle(c)	.232	.057	4.077***	
R(R2)		.511(.261)		
F		19.745***		
Total effect: Attention → Upper thoracic spine angle(c')	.279	.059	.4773***	
R(R2)		.410(.168)		
F		22.785***		
Sobel Z test	B	S.E(Boot)	Boot LLCI	Boot ULCI
Bootstrap	.048	.023	.013	.110
Z		1.994*		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, B=Boot; S.E=Standard Error; LLCI=Lower Level for Confidence Interval; ULCI=Upper Level for Confidence Interval.

4. 스마트폰 과몰입과 상부 흉추 각도의 관계: 인지강도의 조절효과

스마트폰 과몰입과 상부 흉추 각도의 관계에서 인지강도의 조절효과를 검증하기 위해 Hayes(2013)가 개발한 SPSS Macro PROCESS(model 1)를 이용하여 분석하였다. 조절효과 분석을 위하여 종속변수를 상부 흉추 각도로 설정하고 스마트폰 과몰입(b1), 인지강도(b2) 그리고 두 변수의 상호작용항(b3)을 동시에 투입하여 분석하였다. 그 결과는 <Table 4>와 같은 값이 도출되었다. 조절효과 분석결과에 따르면 인지강도는 상부 흉추 각도에 있어서 부적(-)의 관계를 보였고 통계적으로 유의하였으며, 스마트폰 과몰입 변수와 함께하는 상호작용을 통해서도 상부 흉추 각도에 조절효과가 있는 것으로 나타났다($B = -.044, t = 2.226, p < .05$). 투입된 변수들이 종속변수를 설명하는 정도는 R²를 근거로 하여 볼 때, 3.4%의 설명력을 가지고 있다고 볼 수 있다. 따라서 인지강도는 청소년들의 스마트폰 과몰입과 상부 흉추 각도(척추건강)와의 관계에서 조절하는 효과가 있는 것으로 판명되었다.

Table 4. The relationship between the overindulgence of smartphone and the spine angle: Moderating Effects of Cognition strength (N=115)

Path	B	S.E	t	LLCI	ULCI
Overindulgence of smartphone → Upper thoracic spine angle(b1)	.548	.121	4.510***	.307	.789
Cognitive strength → Upper thoracic spine angle(b2)	-.151	.056	-2.700**	-.262	-.040
Interactive term(b3)	-.044	.020	-2.226*	-.082	-.005
R(R ²)			.488(.238)		
F			11.570***		
Interactive ΔR ²			.034(F=4.956*)		

*p<.05, **p<.01, ***p<.001, B=Boot; S.E=Standard Error; LLCI=Lower Level for Confidence Interval; ULCI=Upper Level for Confidence Interval.

R²의 변화량이 유의적인지, 상호작용항의 계수가 유의적인지 여부를 검토하여 조절효과를 검증하는 총체적 검증(omnibus test)은 조절변수가 어느 조건에서 상호작용하는 효과가 있는지를 설명하지 못하는 단점이 있다. 따라서 조절변수의 특정한 값(예: 평균값과 평균값±1 표준편차)을 대입하여 상호작용효과가 어떻게 나타나는지를 그림으로 제시하는 방법이 권장된다(Aiken & West, 1991). 따라서 조절변인이 평균값과 평균값±1 표준편차 값을 가질 경우, 스마트폰과목입이 상부 흉추 각도에 미치는 효과인 단순회귀선이 통계적으로 유의한지 여부를 점검하였다. 그 결과 <Table 5>에서 보는 바와 같이 스마트폰 과몰입이 상부 흉추 각도에 미치는 단순기울기는 인지강도가 낮은 집단의 경우(-1SD)는 .854이고, 인지강도가 평균집단의 경우는 .548으로 나타났으며 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다. 반면 인지강도가 높은 집단의 경우(+1SD) .242로 나타났으며, 통계적으로는 유의하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 인지강도의 수준이 낮은 집단과 평균집단에서만 스마트폰 과몰입이 상부 흉추 각도에 미치는 효과가 있다는 것을 알 수 있다.

Table 5. The relationship between the overindulgence of smartphone and the upper thoracic spine angle: Moderating Effects of Cognition strength (N=115)

Path	Simple slope according to specific values of cognitive strength				
	B	S.E	t	LLCI	ULCI
-1SD	.807	.181	4.454***	.448	1.167
M	.458	.124	3.697***	.212	.703
+1SD	.108	.193	.561	-.274	.490

*p<.05, **p<.01, ***p<.001, M=mean; SD=standard deviation; B=boot; S.E=standard error; LLCI=lower level for confidence interval; ULCI=upper level for confidence interval.

(Figure 1)은 스마트폰 과몰입 상부 흉추 각도에 미치는 효과를 인지강도에 따라서 단순기울기를 그래프로 제시한 것이다. 인지강도에 따른 세 집단을 좀 더 구체적으로 분석한 결과 평균집단과 평균-1 집단에서 통계적 유의한 결과가 도출되었다. 따라서 1SD 낮은 집단의 경우 스마트폰 과몰입이 1단위 증가할 때 상부 흉추 각도에 미치는 영향은 .854만큼 증가하고 있음을 설명할 수 있으며, 평균 집단의 경우 스마트폰 과몰입이 1단위 증가할 때 척추건강에 미치는 영향은 .548 만큼 증가하고 있음을 보여주고 있다.

즉, 인지강도가 낮은 집단일수록 스마트폰 과몰입이 상부 흉추 각도에 미치는 영향은 효과가 있음을 의미한다.

결국 이 결과는 청소년들의 인지강도가 낮은 집단일수록 스마트폰 과몰입에 따른 상부 흉추 각도의 미치는 영향이 더 커진다는 것을 보여준다.

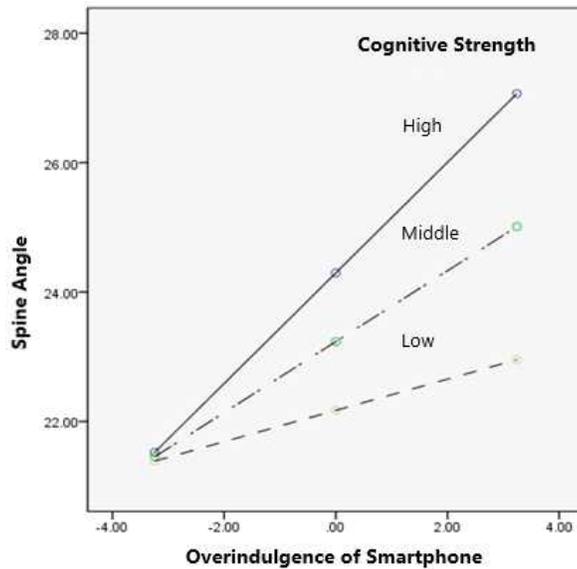


Figure 1. The relationship between the overindulgence of smartphone and the spine angle: Moderating Effects of Cognition strength

5. 집중력이 상부 흉추 각도에 미치는 영향에서 인지강도에 의해 조절된 스마트폰 과몰입의 매개효과 검증

청소년들의 집중력이 스마트폰 과몰입을 통해 상부 흉추 각도에 영향을 미치는데 있어서 인지강도의 조절된 매개효과를 검증하기 위해 Hayes(2013)가 개발한 SPSS Macro PROCESS(model 14)를 이용하여 자료를 분석하였다. 조절된 매개효과(간접효과만 조절)를 분석하기 위한 통계모형은 (Figure 2)와 같다.

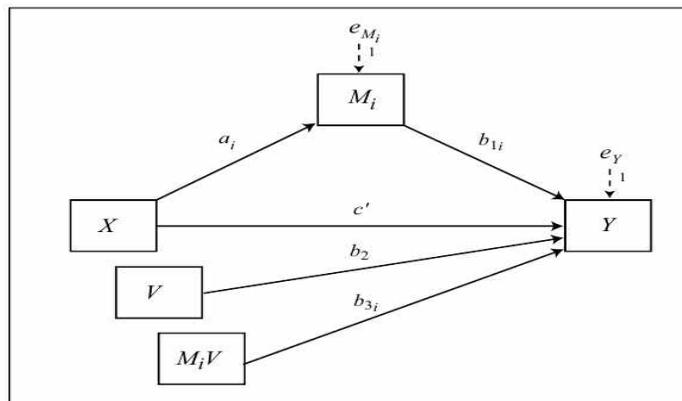


Figure 2. Statistical model of Moderated Mediation effect

조절된 매개효과의 통계 모형에 대한 회귀식은 통계 결과에 대한 해석에 있어서 매우 중요함으로 반드시 숙지해야 한다(Hayes, 2013). 먼저, 조절된 매개효과 검증에 보기 위해서는 독립변수(X)가 매개변수(M)를 경유하여 종속변수(Y)에 미치는 영향이 특정 조절변수(V)에 의존한다면, 이는 간접효과가 해당 조절변수의 함수라는 것을 의미한다. 이러한 경우 조절변수가 가질 수 있는 서로 다른 두 값에서 두 조건부 간접효과의 차이가 발생하는가에 관한 것이다(Hayes, 2013). 이런 가정하에, 본 연구에서는 집중력(X)이 스마트폰 과몰입(M)을 경유하여 척추각도(Y)에 미치는 간접효과가 인지강도(V)의 평균값과 M-1SD값, M+1SD값에서 차이가 나타나는지를 보고자 하였다. 독립변수(X)의 조건부 간접효과(조절된 매개효과)는 $a(b_1 + b_3 V)$ 로 계산된다. (그림 2)은 조절된 매개효과를 분석하기 위한 통계 모형을 설정하고, 관련된 회귀식을 정리하여 제시한 것이다.

[회귀식1] $M = i_1 + aX + e_M$

[회귀식2] $Y = i_2 + c'X + b_1M + b_2V + b_3MV + e_Y$
 $= i_2 + c'X + (b_1 + b_3 V)M + b_2V + e_Y$

조절된 매개분석의 초점은 조건부 간접효과와 조건부 직접효과의 추론검정이다. 조건부 간접효과(conditional indirect effect)는 간접효과(X→Mi→Y)가 조절변수의 값에 따라 달라진다는 것이고, 조건부 직접효과(conditional direct effect)는 직접효과(X→Y)가 조절변수에 조건적(conditional)이라는 것을 의미한다(Hayes, 2013). (Figure 2)에 관한 조건부 직접효과($\theta_{M \rightarrow Y}$)를 계산하는 회귀식 3은 다음과 같다.

[회귀식3] $\theta_{M \rightarrow Y} = b_1 + b_3 V$

조절된 매개분석의 추론검정의 핵심은 조절된 매개지수(index of moderated mediation)를 확인하는 것이라고 할 수 있다. 조절된 매개지수는 Hayes(2015)의 논문에서 처음으로 소개되고 명명되어 후에 PROCESS에 분석이 추가된 개념으로써, Hayes(2015)의 연구가 발표되기 전에는 조절된 매개효과의 유의성을 직접 검정할 수는 없었다. 다만 다음의 회귀식 등을 통한 조건부 간접효과 크기의 추세를 이용하여 간접적인 판단만이 가능하였다. [그림 2]에서 나타난 조건부 간접효과(ω)를 계산하는 회귀식 4는 다음과 같다.

[회귀식4] $\omega = \theta_{x \rightarrow Mi \rightarrow Y} = a_i(b_1i + b_3i V)$

이처럼, 본 연구에서는 위의 통계처리 절차에 따라, ‘집중력→스마트폰 과몰입→상부 흉추 각도’의 매개모형에 대한 인지강도의 조절된 매개효과를 검증하고자 하였다. 본 연구에서는 조절된 매개효과를 검정하기 전에 먼저 매개효과와 조절효과를 확인하였다. 그 결과, 청소년들의 집중력이 상부 흉추 각도에 미치는 영향에서 스마트폰 과몰입의 매개효과가 유의하게 나타났으며, 스마트폰 과몰입이 상부 흉추 각도에 미치는 영향에서 인지강도가 조절효과를 가지는 것으로도 확인되었다. 이에 마지막 단계로 Preacher, Rucker와 Hayes(2013)가 제시한 SPSS PROCESS Macro(model 14)를 조절된 매개효과에서 간접효과에 대한 조절이 되는지를 검증하였다.

청소년들의 집중력이 상부 흉추 각도에 미치는 영향에서 스마트폰 과몰입의 매개효과가 인지강도에 의해 달라지는 조절된 매개효과를 검증하기 위해 통계 모형에 따라 각각의 변수들을 투입하여 다음과 같은 결과 값을 도출하였다. 그 결과는 <Table 6>에 제시되어 있으며, 구체적으로는 다음과 같다.

Table 6. The results of regression analysis ($N=115$)

Path	<i>B</i>	S.E	<i>t</i>	LLCI	ULCI
1st step: dependent variable = Overindulgence of smartphone					
Attention(a)	.104	.043	2.436**	.019	.0189
R(R^2)			.223(.050)		
F			5.933**		
2nd step: dependent variable = Upper thoracic pine angle					
Attention(a)	.240	.054	4.453***	.133	.346
Overindulgence of smartphone(b)	2.531	.962	2.632**	.625	4.438
Cognitive strength(c)	1.219	.641	1.902	-.051	2.490
Interactive term(b×c)	-.039	.018	-2.180*	-.075	-.004
R(R^2)			.595(.355)		
F			15.106***		

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$, B=boot; S.E=standard error; LLCI=lower level for confidence interval; ULCI=upper level for confidence interval.

첫째, 스마트폰 과몰입을 종속변수로 설정하고, 독립변수로 집중력을 투입하여 분석하였다. 그 결과, 집중력이 스마트폰 과몰입에 미치는 영향은 회귀계수($B=.104$, $p<.001$)을 통해 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 투입된 독립변수가 종속변수를 설명할 수 있는 정도는 R^2 을 근거로 하여 볼 때, 5.0%의 설명력을 가지고 있으며, 모형적합도 또한 유의한 것으로 확인되었다($F=5.933$, $p<.01$).

둘째, 상부 흉추 각도를 종속변수로 설정하고, 독립변수인 집중력, 매개변수인 스마트폰 과몰입 그리고 조절변수인 인지강도를 각각 투입하여 분석하였다. 그 결과, 독립변수인 집중력의 회귀계수(B)는 .240($p<.001$), 매개변수인 스마트폰 과몰입은 회귀계수(B) 2.531($p<.01$), 조절변수인 인지강도는 회귀계수(B) 1.219(통계적으로 유의하지 않음)로 조절변수인 인지강도를 제외하고 나머지 변수는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 그리고 스마트폰 과몰입과 인지강도의 상호작용항의 회귀계수(B)는 -.039($p<.05$)로 종속변수에 대해 부적(-) 영향력을 가지는 것으로 나타났다. 투입된 독립변수가 종속변수를 설명할 수 있는 정도는 R^2 을 근거로 하여 볼 때, 35.5%의 설명력을 가지고 있었다. 이러한 결과는 청소년의 집중력이 스마트폰 과몰입을 통해 상부 흉추 각도에 유의한 관계를 맺고 있는데, 이러한 스마트폰 과몰입의 매개효과는 청소년의 인지강도에 의해 조절되고 있음을 의미한다.

본 연구의 조절된 매개모형에서는 독립변수의 상호작용항이 매개변수를 통해 종속변수에 미치는 간접효과를 추정하는 것이 초점이다(Hayes와 Matthes, 2009). 그러므로 스마트폰 과몰입의 조건 값을 이용하여 인지강도를 통해 영향을 미치는 간접효과와 크기와 신뢰구간을 확인해야 한다.

이에 대한 결과는 <Table 7>에서 보는 바와 같다.

Table 7. The verification of moderated mediation effect (N=115)

The direct effect of attention on the upper thoracic spine angle (Bootstrapping 95% CI)				
B	S.E	t	LLCI	ULCI
.240	.054	4.453***	.133	.346
The conditional indirect effects depending on cognitive strength level				
	B	S.E	LLCI	ULCI
-1SD	.074	.034	.023	.160
M	.045	.022	.012	.093
+1SD	.016	.019	-.009	.067
The index of moderated mediation effect				
Mediator	Index	SE(Boot)	Boot LLCI	Boot ULCI
overindulgence of smartphone	-.004	.002	-.101	-.001

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

B=boot; S.E=standard error; LLCI=lower level for confidence interval; ULCI=upper level for confidence interval.

분석결과, 집중력이 상부 흉추 각도에 미치는 직접효과는 .240($t=4.453, p<.001$)을 보여주었으며, 95% CI를 통한 Bootstrapping 유의수준 검증에서도 신뢰구간 내 0을 포함하고 있어 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다. 다음으로 인지강도에 따른 [집중력→스마트폰 과몰입→상부 흉추 각도]의 조건부 간접효과를 살펴보기 위해 인지강도 수준을 평균 및 $\pm 1SD$ 의 세 집단으로 나누어 분석하였다. 그 결과, M-1SD=.074, M=.045, M+1SD=.016으로 세 집단 중 평균 및 평균하에서 유의한 것으로 나타났다. 또한, 이것은 95% CI를 통한 Bootstrapping 유의수준 검증에서도 신뢰구간 내 0을 포함하고 있지 않아 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다.

조금 더 구체적으로는 살펴보면 인지강도가 평균보다 1SD 낮은 집단은 매개효과가 1단위 증가할 때 상부 흉추 각도에 미치는 영향은 .074만큼 증가하고, 평균 집단은 매개효과가 1단위 증가할 때 상부 흉추 각도에 미치는 영향은 .045만큼 증가한다는 것을 알 수 있다. 조절된 매개분석의 추론검정의 가장 중요한 부분은 조절된 매개지수(Index of Moderated Mediation)에 있다고 할 수 있겠다. 따라서 본 연구에서는 PROCESS를 통해 나타난 조절된 매개지수를 살펴보았다. 조절된 매개지수의 개념은 조건부 간접효과로 추정된다. PROCESS에서 조건부 간접효과를 추정하는 식은 앞에서 설명한 회귀식 4와 같다.

$$[\text{회귀식4}] \omega = a(b_1 + b_3 V) = ab_1 + ab_3 V$$

위의 식에서 ab_1 는 절편이고 ab_3 는 기울기이다. 이러한 ab_3 가 조절된 매개지수이고, 조절변수인 긴장이 [집중력→스마트폰 과몰입→상부 흉추 각도]의 간접효과에 미치는 영향을 수량화(조절된 매개효과)한 것이다. 간접효과와 조절변수의 관계를 수량화한 조절된 매개지수가 0이 아닌지의 검정은 조절된 매개효과의 유의성에 관한 공식적인 검정(formal test)을 통해서 추정한다(이형권 역, 2015). 본 연구에서는 이러한 ab_3 는 다음과 같이 계산되었다. 즉, <Table 5> 회귀분석결과에서 집중력(a)이 상부 흉추 각도에 미치는 회귀계수인 .104와 스마트폰 과몰입과 인지강도의 상호작용항($b \times c$)이 상부 흉추 각도에 미치는 회귀계수인 -.039의 값을 서로 곱한 값으로 그 결과는 다음과 같이 도출되었다.

$$ab_3 = (.104) \times (-.039) = -.004$$

위의 결과물은 [X(집중력)→M(스마트폰 과몰입)→Y(상부 흉추 각도)]의 간접효과가 V(인지강도)에 의하여 조절되는 조건부 간접효과인 전반적인 크기(조절된 매개효과 지수)는 -.004이고, 이에 관한 95% 부트스트랩 신뢰구간은 [-.010~-0.001]이며, 신뢰구간 내에 0이 포함되지 않으므로 본 연구의 조건부 간접효과는 유의하게 나타났다고 해석할 수 있다.

이러한 결과를 통해 집중력이 상부 흉추 각도에 미치는 영향에서 스마트폰 과몰입의 매개효과가 청소년들의 인지강도에 따라 조절된다는 것을 다시 한번 알 수 있었다.

IV. 논의

본 연구에서는 청소년들의 집중력과 상부 흉추 각도의 관계에서 스마트폰 과몰입이 어떠한 관계가 있는지 알아보고 이 관계에서 청소년들의 인지강도가 이들의 관계를 어떻게 조절하는지를 규명하고자 하였다.

장시간 스마트폰 사용으로 인한 척추 만곡의 변형은 전방머리자세(forward head posture), 굽은 어깨(round shoulder), 흉·요추의 후만증(thoracolumbar kyphosis)이 대표적이며(Chiu 등, 2005), 그 중 전방머리 자세는 상부 흉추와 하부경추의 굴곡과 상부경추의 신전으로 머리가 중력중심선에서 전방으로 돌출(이탈)되어 경부통증, 턱관절 장애, 두통, 척추의 장애, 근육 및 그 외 연부조직의 길이와 근력의 변화, 견갑골의 역학적 불균형을 초래한다(Silva 등, 2009).

장시간 스마트폰의 사용은 척추의 변형과 근·골격계 질환을 발생시킬 뿐만 아니라 스마트폰 중독 위험성이 증가하며, 스마트폰 과몰입은 우울, 불안, 사회적 위축, 충동, 공격성 등의 정신 건강에 부정적인 영향을 끼친다(금창민, 2013; 신호경 등, 2011). 스마트폰 과몰입에 관한 많은 선행연구들이 스마트폰 사용에 대한 갈망과 조절 실패에서 인지적 변인이 중요한 역할을 한다(Davis, 2001; 조영철 등, 2016; 김세진과 김교현, 2013). 스마트폰 사용의 갈망과 조절실패는 부적응적 인지, 비합리적 신념 등의 인지적 변인에 의해 유발되며, 갈망이 행동으로 이어지는 것은 인지적 과정의 조절이 손상되었을 때 나타난다(이진영, 2016). 스마트폰 과몰입에 대한 인지처리모델은 집중력 저하, 주의 초점화, 사용자에 대한 긍정적 기대 및 기억, 자동화된 행동 각본, 관련 신체반응에 대한 해석 등의 인지적 요소가 관여하고, 이러한 요소가 갈망의 기초를 이룬다(Tiffany와 Conklin, 2000). 또한, 스마트폰 사용에 대한 자기조절은 계획 및 문제해결 등의 고차적이고 의식적인 인지를 포함하는 실행기능과 자동적이고 무의식적인 인지과정을 포함하며, 인지행동적 요소가 포함되어 있다(김세진과 김교현 2013). 스마트폰 과몰입의 예방에 정서조절 과정이 중요한 역할을 하며(Witkiewitz 등, 2005), 정서적 요인과 인지적 요인을 포함한 생리적 요인과 행동적 요인이 복합적으로 작용한다(Diamond와 Aspinwall, 2003; Gross와 John, 2003). 인지적 요인에 해당하는 인지적 유연성(cognitive flexibility)은 사건과 사람의 행동에 대해 대안적 설명을 할 수 있는 능력, 다양한 해결책을 생각해 낼 수 있는 능력, 그리고 복잡한 상황을 통제 가능하다고 생각하는 경향성이다(Dennis와 Vander Wal, 2010).

스마트폰 과몰입이 척추각도에 미치는 영향에 대한 선행연구를 살펴보면, 김성현(2018)은 20대 여성 30명을 대상으로 스마트폰 중독 진단 척도를 근거로 고위험군 10명, 잠재적 위험군 10명, 일반사용자군 10명으로 나누어 후 두개척추각도(craniovertebral angle, CVA)를 측정하여 스마트폰 과몰입 정도와 두개척추각도의 그룹 간 차이를 알아보았다. CVA의 값이 작을수록 경추가 앞으로 기울어진 전방머리자세를 의미하며, 그 결과 일반사용자군의 두개척추각도는 51.42±2.99°, 고위험군 47.88±1.79°로 그룹 간 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 이는 스마트폰 과몰입이 증가할수록 경추가 전방으로 기울어지는 전방머리자세가 심각해지는 것을 알 수 있다. 김수환과 김교

운(2014)은 20대 성인 96명을 대상으로 하루 동안 스마트폰 사용시간을 5단계로 나누어 시간에 따른 경추의 절대 회전각도(Absolute Rotation Angle, ARA)의 변화를 알아보았으며, ARA각도가 작을수록 전방머리자세가 심각함을 의미한다. 그 결과, 스마트폰 사용시간이 1~2시간인 그룹의 경추각도는 $23 \pm 10.12^\circ$, 2~3시간 $18.76 \pm 10.12^\circ$, 3~4시간 $13.73 \pm 8.56^\circ$, 4~6시간 $11.33 \pm 6.20^\circ$, 6시간 이상 $15.30 \pm 7.80^\circ$ 으로 그룹 간 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$).

본 연구에서도 스마트폰 과몰입의 정도가 증가할수록 경추의 전방 기울기 각도가 증가하는 유의한 상관성 나타내었으며($p < 0.01$), 이는 김성현(2018)과 김수환과 김고운(2014)과 같은 유사한 결과를 나타내었다. 또한, 집중력에 따라 청소년들의 척추각도에 미치는 영향에서 스마트폰 과몰입의 매개효과를 살펴본 결과 집중력은 스마트폰 과몰입에 정적(+) 영향을 보이고, 스마트폰 과몰입은 척추각도에 정적(+) 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 집중력과 척추각도의 관계에서도 정적(+) 영향을 미치면서 매개효과 모형이 성립되었다($p < 0.001$). 이러한 결과는 화면이 작은 스마트폰을 이용할 때 시야를 확보하기 위해 고개를 숙이는 경향이 있으며, 장시간 고개를 숙여 스마트폰에 집중하여 과몰입할 경우 경추의 기립근 및 척추주위근(cervical paraspinal muscle), 경추 인대 등이 신장된 상태로 고유수용성 감각이 손상되어(김양곤 등, 2013), 경추의 전방머리자세가 증가하는 것으로 생각된다. 또한, 척추의 손상된 고유수용성 감각은 근·골격계 질환 및 통증을 발생시키는 중요한 요소이다(이용숙, 2013). 김명준(2005)은 디스크, 협착증으로 인한 만성허리통증이 있는 40~50대 중년 환자 4명을 대상으로 척추 각도별 재위치 감각 인지력을 확인해본 결과, 요추의 굽힘 각도가 정상적인 정렬에서 벗어날수록 위치 감각 인지력이 감소된다고 하였다($p < 0.05$). 즉, 재위치 감각 인지력이 증가할수록 척추 기립근 및 척추 주위근육들의 고유수용성 감각이 회복됨을 의미한다. 본 연구에서 시상면(sagittal plane)에서 T1의 기울기(T1 slope)를 측정하였으나 다른 선행연구들의 하부 경추의 굴곡과 상부 경추의 신전이 복합적으로 발생하는 CVA와 비교한 이유는 전방머리자세가 하부 경추의 굴곡 뿐만 아니라 상부 흉추의 굴곡이 동반되며(Silva 등, 2009), 전방머리자세에서 머리가 전방으로 이동하도록 하는 움직임은 상부 경추의 신전보다는 하부 경추의 굴곡이 더 크게 작용한다고 생각하기 때문이다. 그리고 경추의 시상면에서의 균형은 T1의 기울기(T1 slope)와 관련이 있다(Park 등, 2013). 경추의 시상면에서의 균형은 직립을 유지하기 위해 T1의 기울기 값에 영향을 받으며 경추의 시상면 정렬에 중요한 역할을 한다(Jang 등, 2007; Park 등, 2013).

본 연구의 결과에서도 인지강도가 감소할수록 상부 흉추의 전방 기울어짐이 증가하는 유의한 상관관계를 나타내었으며($p < 0.01$), 스마트폰 과몰입과 상부 흉추 각도의 관계에서 인지강도가 유의하게 조절하는 결과를 나타내었다($p < 0.01$). 또한, 스마트폰과몰입이 상부 흉추 각도에 미치는 효과를 인지강도의 수준에 따라 살펴본 결과, 인지강도가 평균보다 1SD 낮은 집단과 평균 집단에서만 통계적 유의미한 결과가 도출되었다. 이는 인지강도가 낮을수록 스마트폰과몰입이 상부 흉추 각도에 미치는 영향은 효과가 있음을 의미한다($p < 0.001$). 이는 김명준(2005)와 유사한 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 인체의 기능 유지 및 향상 시키기 위해서는 전두엽 피질에 위치한 일차 운동 영역과 보조운동영역의 활성이 필수적이기 때문이며(Halsband 등, 1993), 본 연구에서 청소년들에게 적용된 학습훈련이 일차운동영역 뿐만 아니라 이미지 트레이닝과 운동계획에 관여하는 보조운동영역의 활성도를 증가시켰기 때문이라고 생각한다.

이러한 결과로 스마트폰 과몰입의 경우 인지강도와 상호작용하여 척추각도에 조절효과를 유발하고 있다는 것을 알 수 있다. 특히 인지강도 수준이 중간인 집단과 낮은 집단의 경우 스마트폰 과몰입 정도에 따라 척추각도 수준이 유의하게 높아지고 있음을 보여준다. 즉, 조절효과가 모든 청소년들에게 획일적으로 나타나지 않고 인지강도 수준이 높은 집단보다 중간인 집단과 낮은 집단의 청소년들이 척추각도의 크기가 더 높다는 것을 보여주었다. 인지강도 수준이 중간과 낮은 청소년에서 스마트폰 과몰입 정도에 따라서 척추각도에 영향을 준다고 볼 수 있다. 이는 청소년들이 집중하여 스마트폰에 과몰입함에 따라 척추각도에 부정적인 영향을 줄 수 있고, 여기에

인지강도가 낮아질수록 청소년의 스마트폰 사용 조절이 더 힘들어 지고 이로 인해 더 많은 시간을 한 자리에 앉아서 스마트폰을 사용함으로써 척추각도에는 더 부정적인 영향을 줄 수 있다는 것을 유추할 수 있다.

마지막으로, 집중력이 척추각도에 미치는 영향에서 인지강도에 의해 조절된 스마트폰 과몰입의 매개효과를 살펴보면 청소년의 집중력이 스마트폰 과몰입을 통해 척추각도에 유의한 관계를 맺고 있으며, 이러한 관계에 스마트폰 과몰입의 매개효과는 인지강도에 의해 조절되고 있음을 보여준다.

이러한 결과를 통해 유추해 볼 수 있는 부분은 청소년들이 한자리에서 장시간 집중하여 목을 굽힌 상태로 특정한 과제에 과몰입할 경우 청소년들의 척추각도에 부정적인 영향을 줄 수 있으며, 이런 과정에 스마트폰 과몰입은 매개변수로 작용하게 된다. 즉, 장시간 스마트폰을 몰입하여 사용할수록 척추건강에 부정적 영향을 준다는 것이다. 또한, 스마트폰 사용시간에 따른 척추건강에 미치는 영향은 청소년의 인지강도에 따라 조절된다는 것을 알 수 있다. 즉 인지강도가 낮은 청소년일수록 한자리에 앉아 스마트폰을 더 많이 사용하게 되고 이로 인해 척추각도에 더 부정적인 영향을 줄 수 있다는 것을 본 연구를 통해 유추해 볼 수 있다.

본 연구의 제한점은 인지강도인 인지감가피크(Cognitive Gamma-Peak)의 진폭변화량이 전두엽 기능 중 어느 특정 인지능력의 변화를 나타내었는지 이해할 수 없고 전반적인 기능 향상을 나타내는 것과 경추각도의 측정에 대한 영상의학적 소견이 부족한 부분이다. 향후 본 연구의 제한점을 최소화하기 위해 인지능력 평가를 세분화하여 척추각도와 인지능력간의 상관성과 조절효과를 확인해야 할 것이다.

앞으로 스마트폰 과몰입 예방을 위한 다양한 프로그램이 보급되어야 하며, 이와 더불어 장애인의 신체기능과 인지 향상을 위한 더 많은 어플리케이션 개발이 이루어져야 한다. 그리고 근·골격계 질환 및 장애 환자의 치료 방향을 인지능력 향상을 포함한 운동조절(motor control)훈련에 대한 활용이 증가되어야 할 것이다.

참고문헌

- 금창민. 중·고등학생의 스마트폰 ‘중독경향성(proneness)’과 정신건강문제에 관한 연구[석사학위논문]. 서울대학교; 2013.
- 김명준. 안정화 운동이 퇴행성디스크 환자의 요부 위치감각 인지력과 불안정 및 근 피로도에 미치는 영향[박사학위논문]. 건국대학교; 2005.
- 김성현. 스마트폰 중독정도가 성인여성의 목 기능과 호흡기능에 미치는 영향[석사학위논문]. 신라대학교; 2018.
- 김세진, 김교현. 인터넷 중독 개선을 위한 인지적 접근: 조절실패와 갈망에 대한 대책을 중심으로. 한국심리학회지 건강. 2013;18(3):421-46.
- 김수한, 김고운. 스마트폰 사용 시간이 목뼈 각도 변화에 미치는 영향. 대한물리의학회지 2014;9(2):141-49.
- 김양곤, 강민혁, 김지원 등. 스마트폰 사용시간이 목뼈 및 허리뼈의 굽힘각도와 목뼈의 재현오차에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2013;20(1):10-7.
- 김지연, 박은지, 유지민 등. 두부전방전위자세에서 두 개척추각과 자세변화에 따른 폐활량의 차이. 대한물리치료과학회지. 2018;25(1):44-51.
- 박명섭. 스마트시대의 인터넷 음란물 접촉이 청소년 성의식과 성연할 고정관념에 미치는 영향[석사학위논문]. 경기대학교; 2017.
- 박지선. 청소년 및 대학생의 스마트폰 중독 경향성에 영향을 미치는 관련변인[석사학위논문]. 단국대학교; 2012.
- 신호경, 이민석, 김홍국. 모바일 사용행동에 대한 실증연구-스마트폰 사용 중독을 중심으로-. 정보화정책. 2011;18(3):50-68.

- 안정애, 방현수. 목운동방법이 앞머리자세의 목각도와 주위근육의 근활성도에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지. 2019;26(3):57-69.
- 이미희, 이승현. 한방음악치료가 스마트폰 중독 청소년의 불안과 분노표현 및 주의집중력 향상에 미치는 영향. 대한한의학원전학회지. 2017;30(3):133-41.
- 이수진, 문혁준. 중학생의 자기통제, 부모-자녀 간의 의사소통 및 학교생활만족도가 스마트폰 중독에 미치는 영향. 한국생활과학회지. 2013;22(6):587-98.
- 이양진, 박동천, 김원득 등. 만성 상부승모근 통증 환자의 하부승모근에 적용한 테이핑이 상부승모근 긴장도, 통증, 목뼈 가동성에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지. 2021;28(1):46-33.
- 이용숙. 휴대폰 사용중독이 청소년 건강에 미치는 영향 연구: 경부통증을 중심으로[석사학위논문]. 광운대학교; 2013.
- 이진영. 대학생의 생활스트레스가 스마트폰 중독에 미치는 영향: 인지적 유연성의 매개효과 및 부정적 기분조절 기대치의 조절효과[석사학위논문]. 서울여자대학교; 2016.
- 임수현. 동작관찰훈련을 병행한 오타고 운동이 노인의 균형, 보행 및 뇌활성에 미치는 영향[석사학위논문]. 삼육대학교; 2014.
- 정은혜, 이소연. 청소년의 스마트폰 중독경향성과 우울 증상의 관계에서 수면시간과 수면의 질의 다중매개효과. 한국청소년연구. 2017;28(3):119-46.
- 조영철, 박형규, 장문선 등. 스마트폰 중독 경향집단의 스마트폰 관련 자극에 대한주의 편향: 비교맹시 과제를 활용하여. 한국심리학회지 인지 및 생물. 2016;28(1):25-43.
- 조현옥. 중학생의 스마트폰 중독수준에 따른 자아존중감, 충동성 및 지각된 스트레스의 차이[석사학위논문]. 계명대학교; 2012.
- 조희찬, 김민지, 김보림 등. 수동적 어깨뼈정렬운동과 유지이완기법이 대학생의 머리척추각(C1~C7)에 미치는 영향 비교. 대한물리치료과학회지. 2019;26(2):38-45.
- 황윤태, 박래준. 만성 요통환자에서 부하에 따른 척추기립근 수축 개시시간과 요부 굴곡 각도에 관한 연구. 재활복지. 2008;12(2):47-62.
- Chiu TT, Hui-Chan CW, Cheing GA randomized clinical trial of TENS and exercise for patients with chronic neck pain. Clin Rehabil. 2005;19(8):850-60.
- Choliz M. Mobile phone addiction: A point of issue. Addiction. 2010;105(2):373-74.
- Davis RA. A cognitive-behavioral model of pathological Internet use. Comput Human Behav. 2001;17(2):187-195.
- Demirci K, Akgonul M, Akpinar A. Relationship of smartphone use severity with sleep quality, depression, and anxiety in university students. J Behav Addict. 2015;4(2):85-92.
- Dennis JP, Vander Wal JS. The cognitive flexibility inventory: Instrument development and estimates of reliability and validity. Cognit Thera Res. 2010;34(3):241-53.
- Diamond LM, Aspinwall LG. Emotion regulation across the life span: An integrative perspective emphasizing self-regulation, positive affect, and dyadic processes. Motiv Emot. 2003;27(2):125-56.
- Diamonte M, Ricchiuto G. Mobile Phone and young people. A survey pilot study to explore the controversial aspects of a new social phenomenon. Minerva Pediatr. 2006;58(4):357-63.
- Dimitriadis SI, Laskaris NA, Simos PG, et al. Altered temporal correlations in resting-state connectivity fluctuations in children with reading difficulties detected via MEG. Neuroimage. 2013;83:307-17.

- Dolan KJ, Green A. Lumbar spine reposition sense: the effect of a 'slouched' posture. *Man Ther.* 2006;11(3): 202-7.
- Greig AM, Straker LM, Briggs AM. Cervical erector spinae and upper trapezius muscle activity in children using different information technologies. *Physiotherapy.* 2005;91(2):119-26.
- Gross JJ, John OP. Individual differences in two emotion regulation processes: implications for affect, relationships, and well-being. *J Per Soc Psychol.* 2003;85(2):348.
- Halsband U, Ito N, Tanji J, et al. The of premotor cortex and the supplementary motor area in the temporal control of movement in man. *Brain.* 1993;116(1):243-66.
- Hayes AF. An Index and test of linear moderated mediation. *Multivariate Behavioral Research.* 2015;50:1-22.
- Hayes AF, Matthas J. Computational procedures for probing interactions in OLS and logistic regression: SPSS and SAS implementations. *Behav Res Methods.* 2009;41(3):924-36.
- Hayes AF. Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach, New York, NY: Guilford Press; 2013.
- Jang JS, Lee SH, Min JH, et al. Surgical treatment of failed back surgery syndrome due to sagittal imbalance. *Spine(phi-la pa 1976).* 2007;32:3081-87.
- Khoury JM, De Freitas AAC, Roque MAV, et al.. Assessment of the accuracy of a new tool for the screening of smartphone addiction. *PLoS One.* 2017;12(5).
- Kwon M, Kim DJ, Cho H, et al. The smartphone addiction scale: development and validation of a short version for adolescents. *PLoS One.* 2013;8(12):e83558.
- Lee U, Lee J, Ko M, et al. Hooked on smartphones: an exploratory study on smartphone overuse among college students. *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems.* 2014:2327-36.
- MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ. *Physiological testing of the high-performance athlete: Champaign, Ill.: Human Kinetics Books; 1991.*
- National Information Society Agency. 2017 Results of a survey on smartphone overdependence 2018.
- Oulasvirta A, Rattenbury T, Ma L, et al. Habit make smartphone use more pervasive. *Pers Ubiquitous Comput* 2012;16:105-14.
- Park JH, Cho CB, Song JH, et al. T1 slope and cervical sagittal alignment on cervical CT radiographs of asymptomatic persons. *J Korean Neurosurg Soc.* 2013;53(6):356-9
- Shin Ga, Zhu X. User discomfort, work posture and muscle activity while using a touchscreen in a desktop PC setting. *Ergonomics.* 2011;54(8):733-44.
- Silva AG, Punt TD, Sharples P, et al. Head posture and neck pain of chronic nontraumatic origin: a comparison between patients and pain-free persons. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009; 90(4):669-74.
- Straker L, Coleman J, Skoss R, et al. A comparison of posture and muscle activity during tablet computer, desktop computer and paper use by young children. *Ergonomics.* 2008;51(4):540-55.
- Szeto GP, Lee R. An ergonomic evaluation comparing desktop, notebook, and subnotebook computers. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(4):527-32.
- Tiffany ST, Conklin CA. A cognitive processing model of alcohol craving and compulsive alcohol use. *Addiction.* 2000;95(8s2):145-53.
-

- Witkiewitz K, Marlatt GA, Walker D. Mindfulness-based relapse prevention for alcohol and substance use disorders. *J Cogn Psychother.* 2005;19(3):211.
- Zhang MW, Ho RC. Tapping onto the Potential of smartphone Applications for Psycho-Education and Early Intervention in Addictions. *Front Psychiatry.* 2016;7:40.