

앉은 자세에서 스마트폰 사용에 따른 골반 자세 및 허리 압력통증역치의 변화: 단면 연구

이대희 · 전해주[†]
유원대학교 물리치료학과

Changes in the Pelvic Posture and Low Back Pressure Pain Threshold in Response to Smartphone Use in the Sitting Position: A Cross-sectional Study

Dae-Hee Lee, PT, PhD · Hye-Joo Jeon, PT, PhD[†]
Department of Physical Therapy, UI University

Received: July 19 2023 / Revised: July 21 2023 / Accepted: August 6 2023
© 2023 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study aimed to determine the effects of using a smartphone in the sitting position on the pelvic posture and the low back pressure pain threshold (PPT).

METHODS: Thirty participants (15 women and 15 men) were recruited for this study. The participants were asked to sit in a normal sitting position without using a smartphone, followed by sitting while watching a video using a smartphone. The pelvic posture was measured using the back range of motion II (BROM II) device and a palpation meter. We measured PPT using the digital pressure algometer.

RESULTS: Pelvic posterior tilting was significantly greater when sitting while using a smartphone relative to

sitting without using a smartphone ($p < .05$). There was no significant difference in the height of the iliac crest when sitting while using a smartphone compared to sitting without using a smartphone ($p > .05$). The PPTs of L1, L3, and L5 were significantly lower when sitting while using a smartphone relative to sitting without using a smartphone ($p < .05$).

CONCLUSION: Based on these results, it can be concluded that frequent smartphone use while sitting may potentially increase the risk of developing low back problems.

Key Words: Low back, Pelvis, Pressure pain threshold, Smartphone

I. 서론

스마트폰의 다양한 어플리케이션과 터치스크린 기술의 발전으로 전세계 사람들의 생활방식이 달라지고 있다. 스마트폰의 주 사용자는 젊은 성인이며, 이러한 기기의 장시간 사용으로 인해 건강에 문제가 나타나고 있다[1]. 스마트폰을 오랫동안 사용할 경우 목, 어깨,

[†]Corresponding Author : Hye-Joo Jeon
star-002@nate.com, <http://orcid.org/0000-0001-8491-3074>
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

허리 부위의 근골격계 통증을 발생한다는 연구가 계속해서 이루어지고 있다[2,3]. 스마트폰 사용 시 목과 허리뼈의 굽힘 각도가 증가하게 되고[4], 이러한 잘못된 자세로 인해 허리뼈에 가해지는 부하의 정도에 따라 척추의 각도도 변하게 된다[5]. 결국, 목이나 몸통을 앞으로 구부린 상태에서 자세를 유지하게 되면 등쪽 편근이 과도하게 늘어나게 되고, 이러한 상태로 장시간 부하가 가해질 경우 목과 허리 통증의 위험도 증가하게 된다[6].

사람들은 하루 평균 약 6시간을 앉은 자세로 있으며, 그 중 37%는 8시간 이상 앉아있는데[7]. 게다가 학생들은 학교 공부 때문에 하루의 대부분을 앉은 자세로 보내게 된다[8]. 허리 전만(Lumbar lordosis)은 서있는 자세보다 앉은 자세에서 더 많이 감소된다[9]. 이러한 자세의 변화는 허리뼈 주변 구조물에 대한 무게와 스트레스를 증가시키게 되어 허리통증을 더욱 증가시킨다[10].

목에서 엉치뼈까지 운동학적 체인에 의해 연결되어 있다. 따라서 다양한 자세로 스마트폰을 사용하면 머리의 굽힘이 증가하게 되면 등과 허리의 정렬이 변하게 된다[11]. 최근 연구에서 스마트폰을 사용하면서 보행을 했을 때, 스마트폰을 사용하지 않고 보행을 했을 때 보다 허리앞굽음(lumbar lordosis)이 더 증가하였으며, 이로 인해 허리의 척추세움근(erector spinae muscles)에 더 큰 부하를 주게 되어 허리 통증을 유발할 수 있다고 하였다[12].

압력통증역치(pressure pain threshold)란 통증을 일으키는 최소한의 압력을 나타내는 것으로 통증의 진단 및 평가 시 사용되고 있다[13]. 선행 연구에서 스마트폰을 20분간 사용한 후에 오른쪽 몸세움근과 위등세모근에서 압력통증역치가 감소한 결과가 있었으며, 이는 스마트폰 사용 시 왼손보다 오른손을 더 많이 사용하기 때문에 더 큰 부하를 받았기 때문이라고 하였다[14].

하지만, 스마트폰 사용이 인체에 미치는 영향에 대한 연구의 대부분은 목 부위에 초점을 맞추고 있으며, 스마트폰 사용이 다른 부위의 변화에 미치는 영향을 조사한 연구는 부족한 실정이다. 특히, 앉은 자세에서의 스마트폰 사용으로 인한 골반의 자세 변화와 허리의 압력통증역치에 관한 연구는 거의 없다. 따라서 본 연

구는 대학생을 대상으로 스마트폰 사용 시 골반의 자세 및 허리의 압력통증역치의 변화를 알아봄으로써 허리 통증 연구의 개발을 위한 과학적인 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 2023년 6월 5~7일 동안 충북의 한 대학교에 재학 중인 학생 30명(여성 15명, 남성 15명)을 대상으로 단일 기관에서 단일 눈가림(single blind) 연구로 설계되었다. 연구대상자 수 산출은 G*Power 3.1 프로그램을 이용하여 선행 연구의 스마트폰 사용 전, 후 목의 압통 결과를 근거로 효과 크기 = .84, 유의 수준 = .05, 검정력 = .95 로 설정하여 필요한 대상자 수를 산출하였다[14]. 검정 결과 각 최소 표본크기가 21명이었고, 중도 탈락자 수를 고려하여 30명으로 정하였다. 대상자의 선정기준은 스마트폰을 사용하는 신체 건강한 대학생으로 신체 전반적으로 통증을 호소하지 않는 자, 근골격계나 심혈관계 질환이 없는 자, 연구에 대한 목적과 설명을 듣고 자발적으로 참가에 동의한 자를 대상으로 하였으며, 연구의 지시를 따르고 이해하는데 문제가 있는 자는 제외하였다. 본 연구는 유원대학교의 생명윤리위원회의 승인을 받아 진행되었으며(U11RB2023-07), 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

2. 측정 절차

스마트폰 사용 유무에 따른 골반 자세와 허리의 압력통증역치 변화를 앉은 자세에서 각각 측정하였다. 스마

Table 1. Clinical characteristics of the participants

| Variables | Mean ± SD |
|---|-----------------|
| Gender (M/F) | 15/15 |
| Age (years) | 21.97 ± 1.38 |
| Height (cm) | 168.48 ± 7.47 |
| Weight (kg) | 64.19 ± 13.65 |
| Duration of use of the smartphone per day (min) | 388.97 ± 154.49 |



Fig. 1. Sitting posture without a smartphone and while using a smartphone.

트폰을 사용하지 않는 일반적인 자세는 등받이와 팔걸이가 없는 의자에 앉아 엉덩관절과 무릎관절을 각각 90도로 설정하였으며, 발목관절은 무릎관절과 수직선 상에 놓이도록 하여 시선은 정면을 바라보도록 하였다 [15]. 그리고 스마트폰을 사용하는 자세는 등받이와 팔걸이가 없는 의자에 앉아 엉덩관절과 무릎관절을 90도로 설정하고, 발목관절은 무릎관절과 수직선 상에 놓이도록 하였으며, 팔꿈관절을 90도로 하여 iPhone 12 스마트폰을 양손에 쥐고 5분 동안 재미있는 영상을 시청하게 하였다(Fig. 1). 스마트폰을 사용하기 전의 자세에서 측정을 먼저 시행하였으며, 대상자는 매 측정 마다 10분 이상의 충분한 휴식을 취할 수 있도록 한 다음에 스마트폰 사용 자세에서 측정을 진행하였다.

3. 측정도구 및 측정방법

1) 압력통증역치

압력통증역치의 측정은 Digital algometer pressure FPX25 (Wagner Instruments, Connecticut, USA)를 사용하였으며(Fig. 2), 측정 부위는 허리뼈 1번(L1), 허리뼈 3번(L3), 허리뼈 5번(L5) 수준의 척추주위근(paraspinal muscle bellies)이다[16](Fig. 3). 스마트폰 사용 유무에 따른 각각의 자세에서 검사자는 통각계를 이용하여 대상자의 해당 부위에 압력을 가하여 압력감각이 통증으로 변하는 시점에 “지금”이라는 말을 하도록 교육하였으며, 말을 하는 순간 압력을 제거하여 그 시점의 수치를 기록하였다.



Fig. 2. Digital pressure algometer.

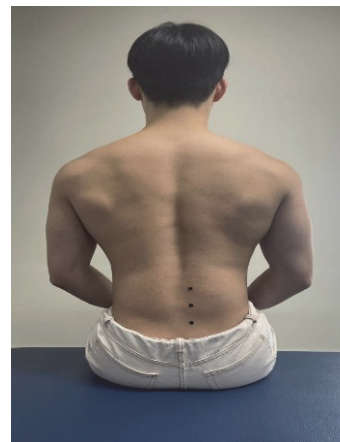


Fig. 3. Points of assessment of pressure pain threshold.

2) 골반 전, 후방 경사

골반의 전, 후방 경사를 측정하기 위해 Breum 등[17]의 연구에 의하여 높은 신뢰도가 입증된 BROM II (Back Range of Motion II; Performance Attainment Associates Co. USA)를 이용하여 골반경사를 측정하였다(Fig. 4). 스마트폰 사용 유무에 따른 각각의 자세에서 검사자는 대상자의 엉덩뼈(sacrum) 1번 가시돌기에 BROM II의 축을 고정하고, 유리관 안의 공기 방울을 중앙에 위치시킨 후 이때의 골반 각도를 기록하였다. 이때 수치가 음(-)의 값일수록 골반이 후방 경사 되는 것을 의미한다.

3) 엉덩뼈능선 높이

엉덩뼈능선 높이를 측정하기 위해 PALM(Palpation meter, Performance Attainment Associates, USA)을 사용하였다(Fig. 4). PALM은 경사계와 두 개의 캘리퍼 팔로 구성되며, 경사계는 중앙에서 각 방향으로 0~30° 범위에서 1° 간격으로 측정할 수 있다. 스마트폰 사용 유무에 따른 각각의 자세에서 검사자는 측정에 앞서 기기의 플랫폼이 수평이 되도록 확인하였으며, 엉덩뼈능선의 가장 높은 부분을(superior aspect of each iliac crest) 촉진하여 스티커로 붙여 표시하였다. 그 다음 캘리퍼 팔의 끝을 해당 부위에 위치시켜 경사계의 각도를 측정하였다[18]. 이때 수치가 음(-)의 값일수록 왼쪽 엉덩뼈 아래쪽으로 더 낮게 기울어짐을 의미한다. PALM을 이용한 엉덩뼈능선 높이 측정연구에서 매우 높은 검사자 내 신뢰도(intra-rater ICC = .93-.99), 높은 검사자 간 신뢰도(inter-rater ICC = .75-.94) 그리고 높은 타당도(ICC = .80-.96)를 나타냈다[19].

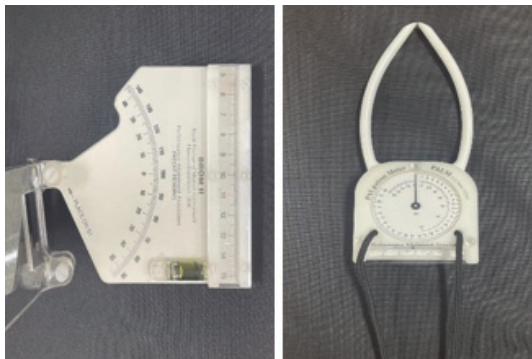


Fig. 4. Back range of motion II (BROM II) device and palpation meter.

4. 통계 방법

본 연구의 자료 분석 방법은 SPSS 18.0(International Business Machines, Armonk, USA)을 사용하였다. 앉은 자세에서 스마트폰의 사용 유무에 따른 골반 자세와 압력 통증역치의 변화를 알아보기 위해 대응 표본 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 모든 자료는 3번 반복 측정 후 평균값을 계산하였으며, 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 스마트폰 사용 여부에 따른 골반의 전, 후방 경사 비교

골반의 전, 후방 경사는 스마트폰을 사용하지 않고 앉아 있을 때보다 스마트폰 사용 후, 후방 경사 되었으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$)(Table 2).

2. 스마트폰 사용 여부에 따른 엉덩뼈능선 높이 비교

엉덩뼈능선 높이는 스마트폰을 사용하지 않고 앉아 있을 때보다, 스마트폰 사용 후 오른쪽 엉덩뼈능선 높이가 더 높아졌으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > .05$)(Table 2).

3. 스마트폰 사용 여부에 따른 압력통증역치 비교

L1에서의 압력통증역치는 스마트폰을 사용하지 않고 앉아 있을 때보다, 스마트폰 사용 후 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). L3에서의 압력통증역치는 스마트폰을 사용하지 않고 앉아 있을 때보다, 스마트폰 사용 후 감소하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). L5에서의 압력통증역치

Table 2. Comparison of sitting without a smartphone and sitting while using a smartphone

| Variables | Sitting without a smartphone | Sitting while using a smartphone | p |
|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------|
| Anterior & posterior tilting (°) | 2.74 ± 3.47 | -8.07 ± 6.21 | .000** |
| Iliac crest heights (°) | -1.16 ± 1.37 | -.47 ± 1.61 | .296 |
| L1 (lbf) | 2.32 ± .78 | 1.86 ± .71 | .000** |
| L3 (lbf) | 2.39 ± .77 | 1.98 ± .87 | .017* |
| L5 (lbf) | 2.63 ± 1.08 | 1.97 ± .83 | .000** |

*p < .05, **p < .001

는 스마트폰을 사용하지 않고 앉아 있을 때보다, 스마트폰 사용 후 감소하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$)(Table 2).

IV. 고찰

본 연구에서는 대학생들 대상으로 스마트폰 사용 시 골반의 자세 및 허리의 압력통증역치의 변화를 알아봄으로써 허리통증 연구의 개발을 위한 과학적인 기초 자료를 제시하고자 하였다.

연구 결과, 골반의 전, 후방 경사는 스마트폰을 사용하지 않고 앉아있을 때보다 스마트폰 사용 후 더 후방 경사 되었으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 선 자세에서 스마트폰을 사용 했을 때는 목과 등의 위쪽 부위에 큰 영향을 미치지만, 앉은 자세에서 스마트폰을 사용하게 되면 등의 아래쪽 부위에 더 큰 영향을 미치기 때문에 앉은 자세에서 스마트폰 사용 시 허리부위가 후만되어 허리통증을 유발할 수 있다고 보고한 이전의 연구 결과와 일치함을 알 수 있다[20]. Waongenngarm 등[21]은 허리가 후만되어 구부정한 자세로 오랫동안 앉아 있으면 몸통 근육의 피로를 유발한다고 하였으며, 머리와 몸통의 경사가 증가할수록 목과 허리관절에 부담이 커져서 통증 또한 증가한다고 하였다. 본 연구에서 스마트폰 사용 시, 목 굽힘 각도는 측정하지 않았지만, 이전 연구에 의하면 대학생들의 스마트폰 사용 시, 30도 이상의 목 굽힘이 나타난다고 하였다[22]. 목과 몸통이 굽힘되면, 구부린 자세를 유지하기 위한 펌 모멘트(extension moment)가 필요하고, 척추의 펌근 활성화가 요구된다. 따라서 목과 허리 통증은 지속된 근 수축과 밀접한 연관이 있다[23,24]. 이처럼 스마트폰 사용으로 인해 척추와 골반의 위치를 어떻게 변화시키는지에 대한 지식과 이해는 향후 근골격계 질환을 예방하는데 있어 매우 중요하다.

본 연구 결과, 엉덩뼈능선 높이는 스마트폰을 사용하지 않고 앉아 있을 때에 비해 스마트폰 사용 후 오른쪽 엉덩뼈능선 높이가 더 높아졌으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > .05$). 이전 연구에서 스마트폰을 한 손으로 사용했을 때, 어깨 높이가 두 손으로 사용했

을 때에 비해 통계적으로 유의한 차이가 있었는데, 오른손으로 스마트폰을 쥐고 사용했을 때 오른 쪽 어깨가 왼쪽에 비해 더 높았다고 했다[25]. Xie 등[26]의 연구에서도 두 손으로 문자를 보내는 것에 비해 한 손으로 문자를 보낼 때, 목의 회전과 가쪽 굽힘이 더 증가된다고 하였다. 본 연구는 스마트폰을 한 손이 아닌 양손으로 쥔 상태에서 5분이라는 비교적 짧은 시간 동안 측정이 이루어졌기 때문에 엉덩뼈 능선 높이에는 큰 영향을 미치지 않았을 것이라 생각된다.

본 연구에서 압력통증역치는 L1, L3, L5 모두 스마트폰을 사용하지 않고 앉아 있을 때보다 스마트폰 사용 후 감소하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

선행 연구에서 컴퓨터를 장시간 사용하였을 때, 목과 머리의 근육들에서 압력통증역치가 감소하였다고 하였으며[27], 여러 연구 결과에서 허리통증을 가진 환자는 건강한 사람에 비해 압력통증역치 값이 더 낮게 나타났다[28,29]. 앉은자세에서 엉덩관절과 무릎관절을 90도로 굽히고, 팔꿈관절을 90도로 유지하게 하여 스마트폰을 빗장뼈 높이까지 올린 상태에서 허리 척추 세움근의 근활성도 값이 증가했다는 연구결과가 있다[30]. 또한, 스마트폰 사용 중 잘못된 자세로 허리 근육의 과활성화를 유발하여 통증을 유발할 수 있다고 하였다[31]. 이처럼 스마트폰을 사용하면서 증가한 근 활성도로 인해 근피로가 높아져 압력통증역치가 감소한 것으로 보인다. 실제로 이전 연구에서 앉은자세에서 스마트폰을 사용했을 때, 목세움근과 등세모근에서 근 피로도의 증가와 압력통증역치의 감소가 나타났다고 보고 하였으며[14], 영상단말기를 사용하는 작업자들에서도 위, 아래 등세모근과 어깨올림근에서 압력통증역치가 감소했다는 점이 본 연구의 결과를 뒷받침할 수 있을 것이다[32].

본 연구는 몇가지 제한점이 있다. 첫째, 특정 지역의 국한된 대학생들 대상으로 연구를 진행하였기 때문에 연구 결과를 일반화 시키기 어렵다. 둘째, 5분이라는 비교적 짧은 시간 동안 스마트폰을 사용하였기 때문에 다양한 시간대별로 측정하지 못했다. 셋째, 스마트폰을 사용하는 자세가 개개인별로 너무 다르기 때문에 특정 자세에서만 측정이 이루어진 점으로 보아 결과를 일반

화하기에는 다소 문제가 있다. 따라서 이후 연구에서는 스마트폰 사용의 다양한 자세에 따른 체계적인 설계를 통한 연구의 접근이 이루어지길 기대해본다.

V. 결론

앞은 자세에서 스마트폰 사용 시 골반은 후방 경사 되었으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 엉덩뼈능선의 높이는 오른쪽이 더 높아졌지만, 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 또한, 스마트폰 사용 후 L1, L3, L5에서의 압력통증역치가 감소되었다. 이러한 바르지못한 자세가 장기간 지속될수록 허리부위의 통증 및 질환을 발생시킬 수 있을 것이라 판단 된다.

References

- [1] Szeto GP, Tsang SM, Dai J, et al. A field study on spinal postures and postural variations during smartphone use among university students. *Appl Ergon.* 2020;88:103183.
- [2] Hwang KH, Yoo YS, Cho OH. Smartphone overuse and upper extremity pain, anxiety, depression, and interpersonal relationships among college students. *J Kor Cont Asso.* 2012;12(10):365-375.
- [3] Alsalameh AM, Harisi MJ, Alduayji MA, et al. Evaluating the relationship between smartphone addiction/over-use and musculoskeletal pain among medical students at Qassim University. *J Family Med Prim Care.* 2019; 8(9):2953-9.
- [4] Kim YG, Kang MH, Kim JW, et al. Influence of the duration of smartphone usage on flexion angles of the cervical and lumbar spine and on reposition error in the cervical spine. *Phys Ther Korea.* 2013;20(1):10-7.
- [5] Hwang YT, Park RJ. The Study of erector spinae onset time and lumbar flexion angle on loading in patients with chronic low back pain. *Journal of Rehabilitation Research,* 2008;12(2):47-62.
- [6] Nimbarte AD, Zreiqat M, Ning X. Impact of shoulder position and fatigue on the flexion-relaxation response in cervical spine. *Clin Biomech.* 2014;29(3):277-82.
- [7] Win AM, Yen LW, Tan KH, et al. Patterns of physical activity and sedentary behavior in a representative sample of a multi-ethnic south-east asian population: a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2015; 15:318.
- [8] Parrish AM, Trost SG, Howard SJ, et al. Evaluation of an Intervention to Reduce Adolescent Sitting Time during the School Day: The ‘Stand Up for Health’ Randomized Controlled Trial. *J Sci Med Sport.* 2018; 21(12):1244-9.
- [9] Endo K, Suzuki H, Nishimura H, et al. Sagittal lumbar and pelvic alignment in the standing and sitting positions. *J Orthop Sci* 2012;17:682-6.
- [10] Kerr MS, Frank JW, Shannon HS, et al. Biomechanical and psychosocial risk factors for low back pain at work. *Am J Public Health.* 2001;91:1069-75.
- [11] Betsch M, Kalbhen K, Michalik R, et al. The influence of smartphone use on spinal posture-a laboratory study. *Gait Posture.* 2021;85:298-303.
- [12] Choi S, Kim M, Kim E, et al. Changes in low back muscle activity and spine kinematics in response to smartphone use during walking. *Spine.* 2021;46(7): E426-32.
- [13] ÖZDOLAP Ş, Sarikaya S, KÖKTÜRK F. Evaluation of pain pressure threshold and widespread pain in chronic low back pain. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2014;60(1):32-6.
- [14] So YJ, Woo YK. Effects of smartphone use on muscle fatigue and pain and, cervical range of motion among subjects with and without neck muscle pain. *Phys Ther Korea.* 2014;21(3):28-37.
- [15] Park JH, Kang SY, Jeon HS. The effect of using smart-phones on neck and shoulder muscle activities and fatigue. *Phys Ther Korea.* 2013;20(3):19-26.
- [16] Zicarelli CA, Santos JP, Poli-Frederico RC, et al. Reliability of pressure pain threshold to discriminate individuals with neck and low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2021;34(3):363-70.

- [17] Breum J, Wiberg J, Bolton JE. Reliability and concurrent validity of the BROM II for measuring lumbar mobility. *J Manipulative Phys Ther.* 1995;18(8):427-502.
- [18] Caharin IV RL, Jefferson JR, Flynn TW, et al. Pain and physical performance among recreational runners who receive a correction for an iliac crest height difference: a case series. *Int J Sports Phys Ther.* 2019;4(5):794-803.
- [19] Petrone MR, Guinn J, Reddin A, et al. The accuracy of the Palpation Meter (PALM) for measuring pelvic crest height difference and leg length discrepancy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(6):319-25.
- [20] Moon GS. The study for the potential injury of spinal column on using the smart phone with the postures. *KSSSS.* 2016;25(4):1529-40.
- [21] Waongenngarm P, Rajaratnam BS, Janwantanakul P. Internal oblique and transversus abdominis muscle fatigue induced by slumped sitting posture after 1 Hour of sitting in office workers. *Saf Health Work.* 2016;7(1):49-54.
- [22] Han H, Lee S, Shin G. Naturalistic data collection of head posture during smartphone use. *Ergonomics.* 2019;62(3):444-8.
- [23] Nimbarte AD, Zreiqat M, Ning X. Impact of shoulder position and fatigue on the flexion-relaxation response in cervical spine. *Clin Biomech.* 2014;29(3):277-82.
- [24] Stewart DM, Gregory DE. The use of intermittent trunk flexion to alleviate low back pain during prolonged standing. *J Electromyogr Kinesiol.* 2016;27:46-51.
- [25] Lee DH, Jeon HJ. Comparison of cervical, thoracic, and shoulder posture while the one-handed and two-handed use of smartphone in university students. *Neurotherapy.* 2022;26(2):33-9.
- [26] Xie YF, Szeto G, Madeleine P, et al. Spinal kinematics during smartphone texting-A comparison between young adults with and without chronic neck-shoulder pain. *Appl Ergon.* 2018;68:160-8.
- [27] Hwangbo G. Analysis of the change of the neck pressure pain threshold in long term computer users. *J Kor Cont Asso.* 2008;8(6):151-8.
- [28] Giesbrecht RJS, Battié MC. A comparison of pressure pain detection thresholds in people with chronic low back pain and volunteers without pain. *Phys ther.* 2005;85(10):1085-92.
- [29] Imamura M, Chen J, Matsubayashi SR, et al. Changes in pressure pain threshold in patients with chronic nonspecific low back pain. *Spine.* 2016;38(24):2098-107.
- [30] Seo JH, Lee MY, Kwon HG. Comparison of muscle activation on cervical and lumbar erector spinae, and upper trapezius according to sitting postures while using a smartphone in a bathroom. *J Korean Soc Phys Med.* 2019;14(2):71-7.
- [31] Adachi G, Oshikawa T, Akuzawa H, et al. Differences in the activity of the shoulder girdle and lower back muscles owing to postural alteration while using a smartphone. *J Med Invest.* 2020;67(3.4):274-9.
- [32] Shin BS, Park CY. Pressure pain threshold of shoulder muscles in VDT workers. *Korean J Occup Environ Med.* 1996;8(1):15-26.