

목과 어깨근육 운동프로그램이 전방머리자세의 척추-골반 정렬 변화에 미치는 영향

강효정 · 양희송[‡]

청암대학교 물리치료과 교수

Effects of Neck and Shoulder Exercise Program on Spino-Pelvic Alignment in Subject with Forward Head Posture

Kang Hyojeong, PT, MS · Yang Hoesong, PT, Ph.D[‡]

Dept. of Physical Therapy, Cheongam College, Professor

Abstract

Purpose : Excessive computer use frequently results in musculoskeletal disorders of the neck and shoulder such as forward head posture (FHP). The purpose of this study was to investigate effects of neck and shoulder exercise program on spino-pelvic alignment and the correlation between change in head and neck posture and spino-pelvic alignment in FHP.

Methods : The study included 44 participants with FHP. The participants performed the exercise for correction of FHP 2-3 times a week for 4 weeks. We examined whole spine X-ray images in the lateral standing position with both arms crossed. We measured anterior head translation distance (AHT), craniovertebral angle (CVA), cervical lordosis (CL), thoracic kyphosis (TK), lumbosacral lordosis (LSL), sacral slope (SS), pelvic tilt (PT), and pelvic incidence (PI) of the subjects. The association between change in AHT and each spino-pelvic parameter was also subjected to Pearson's correlation coefficient analysis.

Results : There were statistically significant differences before and after exercise in the parameters of AHT, CVA, and SS ($p < .05$). Significant negative correlation was observed between the change in AHT and CVA ($r = -.768, p < .001$), and CL ($r = -.388, p < .05$). There was significant positive correlation between the change in AHT and SS ($r = .328, p < .05$), and PI ($r = .333, p < .05$). However, no significant correlation was observed in change in AHT with that of TK, LSL, and PT.

Conclusion : Based on the above results, we conclude that there is a relationship between change in AHT, which is a parameter associated with forward displacement of the head, and that of CVA, CL, SS, and PI after exercise in cases of FHP.

Key Words : forward head posture, head-neck posture, radiography, spino-pelvic alignment

[‡]교신저자 : 양희송, ptyang@scjc.ac.kr

논문접수일 : 2019년 11월 12일 | 수정일 : 2019년 12월 10일 | 게재승인일 : 2019년 12월 13일

※ 이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2017R1D1A1B03032005).

I. 서론

척추 시상면 정렬은 목뼈 앞굽음, 등뼈 뒤굽음, 허리뼈 앞굽음의 만곡을 이루고 있어 걷거나 뛸 때 척추에 가해지는 충격을 완화시킨다(Castillo & Lieberman, 2018). 비정상적인 척추의 정렬은 중심축의 이동을 발생시키며, 이에 대한 보상성 작용으로 인하여 신체 다른 관절들의 부정렬을 야기시켜 쉽게 피로하고 신경이 예민해지거나, 외형의 변화, 근육뼈대계 통증, 그리고 퇴행성 변화 등을 초래하고, 균형능력 감소 및 기능적 문제를 발생시킨다(Chiou 등, 2012; Roussouly 등, 2005; Sun 등, 2014; Vaz 등, 2002). 따라서 척추 정렬의 정상 범위를 확인하고, 척추 만곡의 변화를 초래할 수 있는 요소에 대한 연구가 필요하다.

척추 만곡의 정상적인 각도는 인종, 성별, 연령 등에 따라 약간의 차이가 있으며, 넓은 범위에 걸쳐 보고되고 있다. 정상 성인의 척추는 시상면에서 볼 때, 목뼈 만곡은 중쇄뼈(axis)의 치아돌기(dens)에서 제2번 등뼈 중간까지 앞굽음을 이루고(25 ~50 °), 등뼈 만곡은 제2번 등뼈 중간에서 제12번 등뼈 중간까지 뒤굽음을 이루며(25 ~50 °), 허리뼈 만곡은 제12번 등뼈 중간에서 허리엉치각(lumbosacral angle)까지 앞굽음을 이룬다(20 ~80 °)(Mac-Thiong 등, 2007; Vedantam 등, 1998).

비정상적인 척추 분절의 만곡은 목뼈, 등뼈, 허리뼈, 골반의 각 만곡들과 상호관계에 의하여 인접한 분절에 영향을 미쳐 척추의 전반에 만곡을 변화시키는데 중요한 요인이 된다. 척추 분절 간의 상관성에 대한 연구는 대상자, 연령 등에 따라 다양하게 보고되고 있다. Talati 등(2018)은 정상 성인에서는 목뼈, 등뼈, 허리뼈 각도의 상관관계가 있다고 하였고, Vaz 등(2002)의 연구에서는 골반의 변수와 허리뼈 앞굽음은 상관관계가 있으며, 허리뼈 앞굽음과 등뼈 뒤굽음에 상관관계가 있다고 하였다.

한편 최근 현대인들은 앉아 있는 시간이 증가하고 스마트폰, 컴퓨터 모니터 등과 같은 영상단말기를 장시간 사용하게 되어 전방머리자세(forward head posture), 구부정한 자세(slouched posture) 등과 같은 부정렬 자세가 호발한다(Chiou 등, 2012; Szeto 등, 2002). 전방머리자세는 머리가 중력중심선의 전방에 놓이게 되어 굽힘의 모멘

트가 증가하게 된다. 또한 시선은 정면을 향하게 되고, 이는 윗목뼈관절과 고리뒤통수관절의 과도한 꺾임을 유발시키고 목뼈 뒤쪽 근육의 단축을 발생시킨다. 특히, 뒤통수밑근, 큰가슴근, 위등세모근, 어깨올림근, 넓은등근 등의 단축이 일어나고, 깊은목굽힘근, 마름근, 중간 및 아래등세모근, 앞뚱니근 등의 약화가 발생된다. 그뿐만 아니라 서 있는 동안 시상 균형에 대한 대상 기전으로 허리뼈 각도의 감소하고, 이는 골반 뒤쪽돌림 및 엉덩관절의 꺾임을 유발시키며, 또한 시상면에서 머리의 기울기와 윗목 꺾음 윗몸통의 등뼈 뒤굽음과 어깨의 앞쪽 위치에 영향을 미친다(Lee, 2002; Raine & Twomey, 1994). 이러한 문제점을 해결하기 위하여 전방머리자세를 위한 자세교육 및 신장운동, 근력강화운동, 안정화운동 프로그램의 효과가 보고되고 있으며(Choi와 Hwang, 2011; Cho, 2014; Lee 등, 2015), 운동을 통한 중재에 대한 필요성이 대두되고 있다.

Lau 등(2010)은 목에 통증이 있는 성인에서는 머리척추각은 등뼈 뒤굽음각과 음의 상관관계가 있다고 하였다. 이렇듯 목뼈의 부정렬로 인하여 근접 분절의 변화를 가져온다는 보고도 있지만, Jung 등(2013)은 전방머리자세의 정도와 척추 만곡 변형의 상관관계를 연구한 결과 머리척추각은 목뼈 앞굽이각, 등뼈 뒤굽이각과 약한 수준의 상관관계가 있고, 허리와 골반은 상관관계가 없다고 보고하여 아직까지 전방머리자세와 인접한 척추-골반 정렬과의 상관성에 대한 연구가 필요한 실정이다. 또한 이전의 척추 분절 간의 상관성 연구는 단면적 연구가 대부분이며, 척추 분절의 부정렬을 위해 실시한 중재를 통하여 변화된 분절의 각도가 근접한 분절에 영향을 어떤 영향을 미치는가에 대한 연구 또한 미흡한 실정이다. Hong과 Han(2016)은 12 cm 하이힐을 신은 상태에서 7번 목뼈 정렬과 엉치뼈 기울임(sacral slope) 변화에 유의한 영향을 준다고 보고하여 발목 정렬의 변화가 척추 시상면 정렬의 변화에 영향을 미친다는 것을 확인하였으나, 이는 신체의 일시적인 변화가 척추 분절 정렬에 미치는 영향을 확인하는데 그쳤다.

전방머리자세를 위한 운동프로그램 실시 후 발생하는 목뼈 정렬의 변화는 구조적 사슬 이론 등의 기전에 의해 다른 척추-골반 정렬에 영향을 미칠 수 있지만 아직까지 전방머리자세를 대상으로 실시한 중재가 머리와 목뼈

정렬뿐만 아니라 다른 척추-골반 정렬에 미치는 영향 및 상관관계에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 전방머리자세를 대상으로 실시한 운동프로그램의 효과와 이때 발생된 머리-목 정렬의 변화가 척추-골반 정렬의 변화에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

Table 1. Characteristics of study subjects

(n=44)

	Mean±SD	Range (Min~Max)
Age (years)	20.64±1.54	20~28
Height (cm)	165.14±8.15	155~187
Weight (kg)	61.25±11.09	44~100

2. 측정 방법

방사선 촬영을 이용한 머리, 척추-골반 시상면 정렬을 측정하였다. 측정 자세는 평소 서 있는 자세와 가장 유사한 기능적 시상면 정렬을 구현할 수 있는 양팔을 끌어안은 자세(cross-arm position)에서 실시하였다(Kim 등, 2005). 대상자는 손을 가슴 앞에 교차하여 놓을 상태에서 정면을 보고, 두발을 어깨너비로 벌려 바로 선 자세에서 측면(lateral view) 전 척추 방사선 촬영(whole spine X-ray)을 하였다. 방사선 영상 분석 소프트웨어(Santa DICOM Viewer free, Santesoft Ltd, 사이프러스)를 이용하여 머리척추각(craniovertebral angle; CVA), 전방머리 이동거리(anterior head translation distance; AHT), 목뼈 앞굽음(cervical lordosis; CL), 등뼈 뒤굽음(thoracic kyphosis; TK), 허리엉치 앞굽음(lumbosacral lordosis; LSL), 엉치뼈 기울임(sacral slope; SS), 골반기울임(pelvic tilt; PT), 골반 입사각(pelvic incidence; PI)를 분석하였다(Jung 등, 2013; McAviney 등, 2005)(Fig 1).

AHT는 전방머리자세에서 증가하는 요소로 제2번 목

본 연구는 C대학교 학생 중 전방머리자세를 가진 자 44명을 선정하였다. 선정기준은 선 자세에서 귀구슬(tragus)이 지나가는 지면과 수직인 선과 어깨뼈봉우리가 지나가는 지면과 수직선의 거리가 5 cm 이상인 자로 하였다(Weon 등, 2010). 배제 기준은 시각과 청각에 병변이 있는 자, 심한 인지과 의사소통의 문제로 구두 지시를 이해하고 수행하는데 어려움이 있는 자, 근육뼈대계와 신경학적 병변이 있는 자로 하였다. 모든 참여자는 연구의 목적과 방법에 대한 충분한 설명을 듣고 연구동 의서에 동의를 하였다. 대상자의 일반적 특징은 Table 1과 같다.

뼈 몸통의 상연 후방결절과 제7번 목뼈 몸통의 하연 후방결절이 지나가는 지면과 수직인 선과의 거리이다. CVA는 목의 자세 측정에 사용되며, 제7번 목뼈의 가시돌기 끝부분과 이주를 이은 선이 이루는 각도로 본 연구에서는 측면 방사선 촬영 시 이주가 보이지 않기 때문에 대신 바깥귀길(external auditory meatus) 전연을 기준으로 측정하였다. CL은 제1번 목뼈와 제7번 목뼈가 이루는 콧스각(Cobb's angle)으로 제1번 목뼈와 제7번 목뼈 몸통 하연의 연결선이 이루는 각도이다. TK는 제4번 등뼈와 제12번 등뼈가 이루는 콧스각으로 측면 방사선 촬영 시 어깨에 가려 제1번 및 제2번 등뼈가 잘 보이지 않기 때문에 제4번 등뼈 상연과 제7번 등뼈의 하연의 연결선이 이루는 각도를 측정하였다. LSL은 제1번 허리뼈와 제1번 엉치뼈가 이루는 콧스각으로 제1번 허리뼈 상연과 제1번 엉치뼈 상연의 연결선이 이루는 각도이다. SS은 엉치뼈의 기울기를 의미하며, 엉치뼈 고원부에 평행한 선과, 지평면에 평행한 선 간의 각도이다. PT는 골반의 돌림 정도를 나타내는 값으로 넓다리뼈 머리의 중심에서 엉치뼈 고원부 중심을 향해 그은 선과, 지평면의 수선

사이의 각도이다. PI는 골반의 모양을 대변하는 인자로 엉치뼈 고원부의 중심에서 종관면에 수직인 선을 긋고 넓다리뼈 머리 중심을 향한 선을 그었을 때 그 사이의 각도이다.



Fig 1. Measurement methods for head and spino-pelvic parameters

AHT; Anterior head translation distance, CVA; Craniovertebral angle, CL; Cervical lordosis, TK; Thoracic kyphosis, LSL; Lumbosacral lordosis, SS; Sacral slope, PT; Pelvic tilt, PI; Pelvic incidence

3. 운동 방법

운동프로그램은 준비운동, 본 운동, 마무리운동으로 구성하여 주 2~3회 총 4주간 실시하였다. 준비 및 마무리운동은 본 운동 전·후에 5분간 국민건강체조를 실시하였다. 본 운동은 전방머리자세를 위하여 근력강화운동과 신장운동을 실시하였다(Fig 2). 뒤통수밑근, 가슴근, 넓은 등근 신장운동을 각 12초 유지×10회×3세트 시행하고, 탄성밴드와 모래주머니를 이용하여 깊은목굽힘근, 중간·아래등세모근, 마름근, 어깨 가쪽돌림근 강화운동을 각 7초 유지×10회×3세트 시행하였다. 이때 저항은 10회 반복 실시하여 주관적 운동강도(Rating of Perceived Exertion, RPE)가 13~15(60%MVC) 수준으로 개인의 운동 능력에 맞춰 제공하였으며, 2주차에 운동 강도를 다시 확인하여 저항을 점진적으로 제공하였다. 각 세트 사이에는 30초 휴식을 실시하였다(Cho, 2014; Lee 등, 2015).

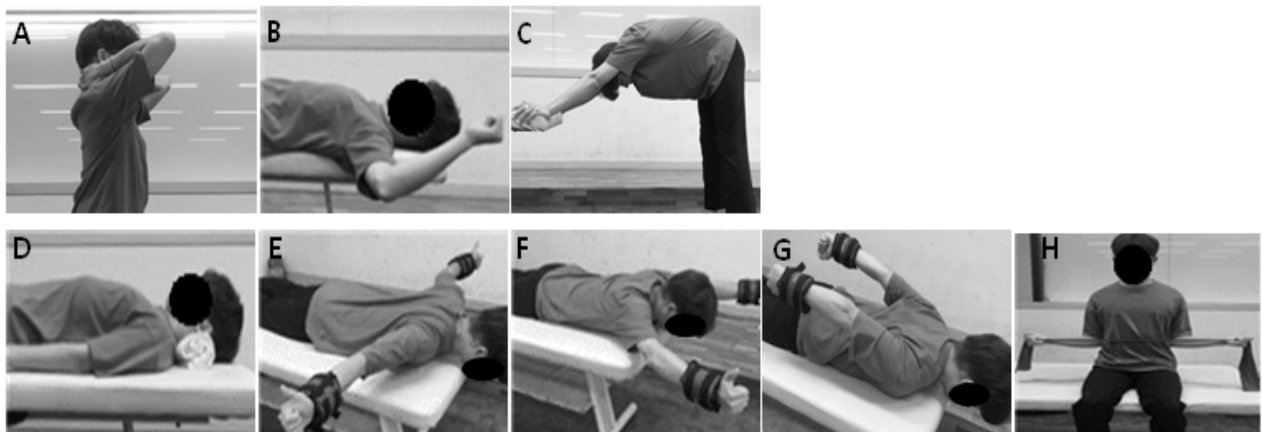


Fig 2. Exercise program.

A; Stretching suboccipital muscle, B; Stretching pectoralis major, C; Stretching latissimus dorsi, D; Strengthening deep cervical flexors, E; Strengthening middle trapezius, F; Strengthening lower trapezius, G; Strengthening rhomboid, H; Strengthening shoulder external rotators.

4. 분석 방법

대상자의 모든 자료는 IBM SPSS statistics 22.0을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성을 확인하기 위해 기술통계를 사용하고, 정규성 검정을 위해 Shapiro wilk test를 실시하였다. 운동 전·후의 머리, 척추-골반 정렬의 변화를 확인하기 위하여 paired t-test를 실시하였다. 머리 정렬과 척추-골반 정렬의 변화의 상관성을 알아보기 위해 각 변수의 변화의 정도는 운동 전후차를 이용하였으며, 상관관계는 피어슨 상관분석(Person ' s correlation)을 실시하여 확인하였다. 통계적 유의수준 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 운동 전 · 후 자세정렬 변수의 변화

운동 전·후 자세정렬의 변화는 AHT가 운동 전 138.77±78.55 mm, 운동 후 109.56± 59.17 mm으로 유의하게 감소하였으며($p<.05$), CVA는 운동 전 62.08±4.81 °, 운동 후 63.40±4.46 °으로 유의하게 증가하였다($p<.05$). 또한 SS는 운동 전 33.64±5.84 °, 운동 후 35.91±5.95 °으로 유의하게 증가하였다($p<.05$). 그 외 자세정렬 변수에는 운동 전과 후의 유의한 변화는 없었다(Table 2).

Table 2. Comparison of head, spino–pelvic parameters between before and after exercise

	Before Ex	After Ex	t	p
AHT (mm)	138.77±78.55 ^a	109.56±59.17	3.013	.004*
CVA (°)	62.08±4.81	63.40±4.46	-2.418	.020*
CL (°)	23.60±8.90	23.73±10.43	-.095	.925
TK (°)	30.30±7.38	28.82±8.18	1.290	.204
LSL (°)	49.89±9.11	50.74±6.84	-.738	.465
SS (°)	33.64±5.84	35.91±5.95	-3.030	.004*
PT (°)	14.88±6.88	14.39±6.94	.880	.395
P I(°)	48.89±7.58	50.04±8.41	-1.330	.191

^aMean±Standard deviation, * $p<.05$

Ex; exercise, AHT; anterior head translation distance, CVA; craniovertebral angle, CL; cervical lordosis, TK; thoracic kyphosis, LSL; lumbosacral lordosis, SS; sacral slope, PT; pelvic tilt, PI; pelvic incidence

2. 머리-목 정렬 변화와 척추-골반정렬 변화 간의 상관관계

신체 정렬 변수 변화 간의 상관관계를 분석한 결과 AHT와 CVA($r=-.768$, $p<.001$), CL ($r=-.388$, $p<.05$) 간의 유의한 음의 상관관계가 있었고, CVA은 CL와 유의미한 양의 상관관계가 있었다($r=.388$, $p<.05$). 또한 AHT와 SS($r=.328$, $p<.05$), PI($r=.333$, $p<.05$) 간의 유의한 양의 상관관계가 있었다. 그러나 AHT은 TK, LSL, PT와 유의한 상관관계는 없었다(Fig 3).

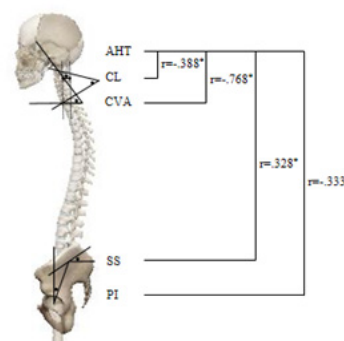


Fig 3. Correlation between change in AHT and change in spino–pelvic parameters.

* $p<.05$, AHT; anterior head translation distance, CVA; craniovertebral angle, CL; cervical lordosis, SS; sacral slope, PI; pelvic incidence

IV. 고찰

척추는 목뼈, 등뼈, 허리뼈, 골반의 각 분절 정렬에 영향을 미쳐 인접한 분절의 정렬과 상관관계를 갖는다. 전방머리자세는 머리가 중심선 앞에 위치하여 머리 기울기뿐만 아니라 목뼈와 등뼈의 만곡 등에 변화를 야기시킨다. 전방머리자세를 위한 중재로 머리-목 정렬 호전 및 증상 완화에 대한 연구는 이루어졌으나, 구조적 사슬 이론 등의 기전에 의해 발생하는 척추 및 골반 정렬에 미치는 영향과 각 분절 변화의 상관성 분석에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구는 전방머리자세를 대상으로 실시한 운동프로그램이 척추 및 골반의 정렬 변화에 미치는 영향과 머리-목 정렬의 변화가 목뼈, 등뼈, 허리뼈, 골반 정렬 변화의 상관관계를 알아보고자 하였다.

그 결과 운동을 통하여 머리-목 정렬 변수인 AHT, CVA와 영치뼈 변수인 SS에서 의미한 변화가 있었다. 또한 AHT는 머리-목 정렬 변수인 CVA, CL와 유의한 음의 상관관계가 있었으며($p < .05$), 영치뼈 및 골반 변수인 SS, PI와 유의한 양의 상관관계가 있었다($p < .05$). 그러나 AHT와 등뼈와 허리뼈 변수인 TK, LSL는 유의한 상관관계는 없었다.

Choi와 Hwang(2011)은 전방머리자세 16명에게 주 4회, 10주간 운동프로그램을 실시한 결과 CVA가 운동 전 59.19 ± 3.53 °에서 63.97 ± 4.48 °로 유의한 호전이 있다고 보고하여, 본 연구의 전방머리자세 44명에게 주 2~3회, 4주간 운동프로그램을 실시하여 목이 전방으로 전위된 정도가 유의미한 호전되었다는 결과와 유사하였다.

Lau 등(2010)은 목 통증이 있는 성인 47명을 대상으로 목뼈와 등뼈 만곡의 상관관계를 확인한 결과, 목뼈 만곡은 상부 등뼈 만곡과 중등도의 유의미한 상관관계가 있다고 하였다($r = 0.63, p < 0.01$). Jung 등(2013)은 대학생 144명을 대상으로 CVA로 전방머리자세의 정도를 측정하여 척추 만곡과 상호간의 상관성에 대하여 조사한 결과, CVA와 CA와 상관계수는 $0.174(p < 0.05)$ 로 약한 유의미한 양의 상관관계를 보였으며, TK와 상관계수가 $-0.224(p < 0.01)$ 로 약한 유의한 음의 상관관계가 있다고 나타났지만, LSL와 SS와는 유의한 상관관계가 없었다. 이들의 결과는 전방머리자세만으로 제한을 둔 대상자가 아니었

으며, 단면적 연구였기 때문에 본 연구의 결과와 상이한 결과가 나타났다. 본 연구에서는 머리가 전방으로 5 cm 이상 이동한 성인을 대상으로 실시하였으며, 운동프로그램을 실시한 이후 목뼈 만곡이 변화한 정도는 등뼈 만곡이 변화한 정도와 유의미한 상관관계는 없었다. 장시간 생활습관을 통하여 형성된 목뼈 정렬은 인접해 있는 등뼈 정렬에 영향을 준다. 하지만 본 연구에서 실시한 운동프로그램 결과로 머리의 위치가 호전되어 머리-목 정렬이 변화가 있지만 목뼈, 등뼈, 허리뼈의 만곡을 변화시키지는 못하였다. 이에 전방머리자세를 대상으로 실시할 척추의 만곡을 위한 운동프로그램을 보완하여 실시해야 할 것이다.

Hong과 Han(2016)의 12 cm 하이힐이 척추 정렬에 미치는 영향의 연구에 의하면 SS의 증가와 제7목뼈 수선(C7 sagittal vertical axis)이 뒤쪽으로 이동에서 유의한 변화를 보였으나, 골반기울임(pelvic tilt), 허리뼈 앞굽음각(lumbar lordosis), 등뼈 뒤굽음각(thoracic kyphosis), 12번 등뼈기울임(T12 slope)에서는 유의한 변화가 없어 발목의 변화가 영치뼈와 목뼈에 영향을 미치는 결과는 나타났다. 본 연구에서는 머리-목 정렬의 변화는 목뼈 만곡뿐만 아니라 영치뼈기울임의 변화와 상관관계가 있었지만, 등뼈, 허리뼈 만곡 변화 정도는 상관관계가 없었다. 이는 4주의 운동프로그램으로 목뼈와 연결된 등뼈, 등뼈와 연결된 허리뼈, 그리고 허리뼈 정렬과 연관이 있는 골반에 연쇄적으로 변화가 발생하지는 않을 수 있다는 것으로 해석된다. 단, 전방머리자세에게 실시한 운동은 머리의 위치를 변화와 중력중심선의 위쪽과 뒤쪽 이동을 시키며, 이는 뒤쪽에 위치한 근육의 긴장도를 변화시켜 골반 및 영치뼈가 앞쪽돌림(anterior tilt) 되는 것으로 사료되어 이후 연구에서는 정렬의 변화뿐만 아니라 근전도, 신체 중심의 이동 등을 이용한 연구가 더욱 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 전방머리자세의 대상으로 실시한 목과 어깨 운동프로그램의 효과와 이때 발생된 머리-목 정렬의

변화가 척추-골반 정렬의 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 4주간 주2~3회 운동을 하였고, 운동 전·후에 방사선 촬영 이용 머리, 척추-골반의 시상면 정렬인 머리척추각, 전방머리, 목뼈 앞굽음, 등뼈 뒤굽음, 허리엉치 앞굽음, 영치뼈 기울임, 골반 기울임, 골반입사각을 이용하여 변화를 측정하였다. 그 결과 운동프로그램이 AHT, CVA, SS에 유의미한 효과를 보였으며, 운동을 통한 전방머리 이동거리의 변화는 CVA, CL, SS, PI의 변화와 유의미한 상관관계가 있었다.

본 연구의 결론은 현대인들이 흔히 가지고 있는 질병 중 하나인 전방머리자세를 위한 운동프로그램은 머리를 뒤쪽으로 위치하여 목 정렬에 긍정적인 효과가 있으며, 이는 목뼈 만곡, 영치뼈-골반의 정렬의 변화에 영향을 미치는 것을 확인하였다.

참고문헌

- Castillo ER, Lieberman DE(2018). Shock attenuation in the human lumbar spine during walking and running. *J Exp Biol*, 221(9), 1-12.
- Chiou WK, Chou WY, Chen BH(2012). Notebook computer use with different monitor tilt angle: effects on posture, muscle activity and discomfort of neck pain users. *Work*, 41(1), 2591-2595.
- Cho SH(2014). The effect of myofascial release technique and forward head posture correction exercise on chronic tension-type headache. Graduate school of Catholic University of Pusan, Republic of Korea, Doctoral dissertation.
- Choi YJ, Hwang R(2011). Effect of cervical and thoracic stretching and strengthening exercise program on forward head posture. *J Ko Con A*, 11(10), 293-300.
- Hong CH, Han JK(2016). Effect of high heels on spinal sagittal alignment. *JASS*, 6(1), 29-32.
- Jung HW, Shin WS, Kim DH, et al(2013). The study on correlation between the forward head posture and spinal alignment. *J Korean Med Rehab*, 23(4), 195-202.
- Kim MS, Chung SW, Hwang CJ, et al(2005). A radiographic analysis of sagittal spinal alignment for the standardization of standing lateral position. *J Korean Orthop Assoc*, 40(7), 861-867.
- Lau KT, Cheung KY, Chan KB, et al(2010). Relationships between sagittal postures of thoracic and cervical spine, presence of neck pain, neck pain severity and disability. *Man Ther*, 15(5), 457-462.
- Lee CS(2002). Influences of slip amount and slip angle on lumbar lordosis and sagittal balance in lumbar spondylolisthesis. *Inje Medical Journal*, 23(5), 323-330.
- Lee HS, Lee GH, Kang SH, et al(2015). Effects of the home exercise program and exercise program of round shoulder adjusting on the shoulder height, the level of trapezius muscle activity and attention capacity for middle school students. *Korean Soc Integrative Med*, 3(1), 91-103.
- Mac-Thiong JM, Labelle H, Berthonnaud E, et al(2007). Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. *Eur Spine J*, 16(2), 227-234.
- McAviney J, Schulz D, Bock R, et al(2005). Determining the relationship between cervical lordosis and neck complaints. *J Manipulative Physiol Ther*, 28(3), 187-193.
- Raine S, Twomey L(1994). Posture of the head, shoulders and thoracic spine in comfortable erect standing. *Aust J Physiother*, 40(1), 25-32.
- Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, et al(2005). Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*, 30(3), 346-353.
- Sun A, Yeo HG, Kim TU, et al(2014). Radiologic assessment of forward head posture and its relation to myofascial pain syndrome. *Ann Rehabil Med*, 38(6), 821-826.
- Szeto GP, Straker L, Raine S(2002). A field comparison of neck and shoulder postures in symptomatic and asymptomatic office workers. *Appl Ergon*, 33(1), 75-84.
- Talati D, Varadhranjulu G, Malwade M(2018). The effect of

- forward head posture on spinal curvatures in healthy subjects. *Asian Pacific Journal of Health Sciences*, 5(1), 60-63.
- Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, et al(2002). Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *Eur Spine J*, 11(1), 80-87.
- Vedantam R, Lenke LG, Keeney JA, et al(1998). Comparison of standing sagittal spinal alignment in asymptomatic adolescents and adults. *Spine*, 23(2), 211-215.
- Weon JH, Oh JS, Cynn HS, et al(2010). Influence of forward head posture on scapular upward rotators during isometric shoulder flexion. *J Bodyw Mov Ther*, 14(4), 367-374.