턱관절장애 환자의 목뼈 뒤굽음 각과 통증 및 기능장애 수준 간에 상관성 연구

이인수¹, 김선엽²

¹대전대학교 보건의료대학원 물리치료학과, ²대전대학교 보건의료대학원 물리치료학과

Correlation Among the Cervical Kyphotic Angle, Pain, and Disability Level in Patients With Temporomandibular Disorders

In-su Lee¹, BHSc, PT, Suhn-yeop Kim², PhD, PT

¹Department of Physical Therapy, Graduate School of Health and Medicine, Daejeon University, ²Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University, Daejeon, Korea

Article Info

Received March 16, 2020

Revised April 8, 2020

Accepted April 28, 2020

Corresponding Author

Su-hn-yeop Kim

E-mail: kimsy@dju.kr

<https://orcid.org/0000-0002-0558-7125>

Key Words

Cervical kyphotic angle

Disability

Pain

Pressure pain threshold

Temporomandibular joint disorders

Background: There is an opinion that improper postures of the head and cervical spine are associated with temporomandibular joint (TMJ) disorders (TMDs).

Objects: The aim of this study was to investigate the proportions among the cervical kyphotic angle, physical symptoms including the pain intensity level of the TMJ, and severity of TMD disability in patients diagnosed with TMD.

Methods: Sixty-two subjects participated in the study. The evaluation tools included measurements of the cervical kyphotic angle based on the Ishihara index, pressure pain threshold (PPT) on the TMJ, maximal mouth opening (MMO) without pain, current pain intensity level of the TMJ measured using the Quadruple Visual Analogue Scale (QVAS), Korean TMD (KTMD) disability index, KTMD Symptom Frequency/Intensity Scales (SFS/SIS), and Korean Headache Impact Test-6. Correlation analysis was conducted to investigate the correlations between the cervical kyphotic angle and parameters related to TMJ symptoms.

Results: Variables that were significantly correlated with the cervical kyphotic angle were the PPT around the TMJ ($r = 0.259, p < 0.05$), current pain intensity level of the TMJ based on the QVAS ($r = -0.601, p < 0.01$), and usual pain intensity level based on the SIS ($r = -0.379, p < 0.01$). The level of TMD functional disability was significantly correlated with the degree of headache ($r = 0.551, p < 0.01$), level of PPT of the TMJ ($r = -0.383, p < 0.01$), pain-free MMO ($r = -0.515, p < 0.01$), pain intensity level of the TMJ based on the QVAS ($r = 0.393, p < 0.01$), TMD symptom frequency ($r = 0.739, p < 0.01$), usual pain intensity of the TMJ ($r = 0.624, p < 0.01$), and most severe pain intensity of the TMJ ($r = 0.757, p < 0.01$).

Conclusion: There is a positive correlation between the cervical kyphotic angle and PPT and a negative correlation between the current and usual pain intensity levels of the TMJ. The cervical kyphotic angle was a predictor of the pain level, tenderness threshold, and intensity of pain in the TMJ.

INTRODUCTION

목의 통증은 인간이 경험하는 오래된 건강 문제 중 하나로 간주되며 많은 사회적 비용을 초래한다. 목뼈 부위 질환 환자의 50%~70%가 1~5년 안에 질병 재발을 경험한다고 한다[1]. 특히, 목의 근육뼈대 계통 장

애는 최근 컴퓨터 또는 스마트폰 사용량 증가로 인한 불안정한 자세로 인해 꾸준히 증가해 오고 있다. 정상적인 목은 목뼈가 앞굽음된 C자 형태를 보이는 반면, 비정상적인 자세의 전형적인 변화 중 일부는 목의 앞굽음(lordosis)이 소실되거나 뒤굽음 형태를 띠는 일자 목과 거북목 형태로 아래 목뼈나 위 등뼈의 굽힘 증가뿐만 아니라 상부 목뼈의 펴름

증가시키기도 한다[2]. Helliwell 등[3]은 목 통증이 있는 환자의 방사선 사진에서 42%가 일자 목 형태를 보이고, 13.3%가 목뼈 뒤굽음 형태를 보인다고 보고하였다.

턱관절 장애(temporomandibular disorder, TMD)는 아래턱 운동 범위의 제한과 편차, 아래턱 운동 시 턱관절(temporomandibular joint, TMJ)의 소음을 동반한 귀 앞쪽 영역과 TMJ의 씹기 근육에 발생하는 통증을 말하며, 저작 근육, TMJ 및 관련 구조의 정적, 동적 맞물림 관계에 의해 유발되는 다수의 임상적 문제를 포함하는 총체적인 용어로 설명된다[4]. TMD는 입-얼굴(oral-facial) 부위의 비치과 통증의 주요 원인으로 근육뼈대 계통(musculoskeletal system)과 통증 장애의 하위 분류로 간주된다[5,6]. 또한, TMD는 어린이와 성인에게 영향을 줄 수 있고, 발생 평균 연령은 30-40세인 것으로 보고되었다[4]. TMD의 징후와 증상의 평생 유병률은 0%-93%와 6%-93%로 큰 변동성을 보이며, 여성이 남성보다 TMD 유병률에 있어서 10%-34% 더 많다는 결과도 있었다[7]. 이는 여성이 남성보다 턱관절염(osteoarthritis)에 영향을 받을 가능성이 높기 때문이다[8].

머리 목 부위의 부적절한 자세 및 전신의 불균형과 TMD 사이에 인과 관계는 과거로부터 현재까지도 자주 논의되어 왔다[9-11]. 근육 해부학적으로 신체는 어느 한 부위의 손상이 생기면 근 긴장의 강도가 증가하는 것과 같은 대상 작용의 원칙에 따라 작동하는데, 이를 신체의 병리학적 보상 작용이라 하며, 등골뼈(vertebral column) 부근의 근 긴장을 발생시켜 바른 위치와 자세를 유지하려 한다[12]. 이러한 신체적 적응성의 변화는 제한된 영역을 벗어날 경우 병리학적 증상들이 촉발된다. 따라서 목뼈의 위치가 아래턱의 위치에 영향을 미치며[13,14], 반대로 안쪽 교합의 부조화로 인한 아래턱의 위치 변화는 머리와 목 부위 척추의 펴므로 이어질 수 있다고 한다[15]. 하지만 머리와 목 부위의 부적절한 자세와 TMD 사이에 관련이 있다는 의견에는 견해가 분분하다.

Kalamir 등[16]은 상부 목뼈의 굽힘 증가는 목의 뒤굽음(kyphosis) 각을 증가시키고, 이로 인한 근육 긴장의 증가는 턱관절 내 압박을 증가시켜, TMJ에 근막통을 유발하기도 하고 물렁뼈 뒤부분이 얇아진 경우 초기에 관절염이 발생할 수 있다고 하였다. Walczyńska-Dragon 등[17]은 목빗근(sternocleidomastoid muscle) 및 상부 등세모근(upper trapezius muscle)과 같은 목 부위 근육들의 불균형으로 인해 비정상적인 머리의 위치를 유발하고, 턱관절, 뒤통수(occipital) 부위, 목뼈와 관련된 얼굴 구조의 기형적 형태를 유발하며 아래턱 및 턱관절의 형태학적 이상을 유발하여 TMD의 발달에 기여한다고 하였다. Todd [18]는 인구의 67%가 머리와 목부위의 부적절한 자세로 인해 일생 동안 턱관절 장애와 관련된 통증을 경험한다고 하였다. Alanen과 Kirveskari [19]는 목과 머리 부위 문제와 관련하여 증상이 있는 군과 없는 군을 비교한 결과, TMD에서 목뼈 질환의 71%가 발견되었고, 비 TMD 그룹에서는 40%에 불과하였다. Garcia와 Arrington [20]은 목뼈 손상과 TMJ 손상과의 관계를 비교하는 연구에서 TMJ 증상을 호소한 87명의 자동차 사고 목뼈 손상 환자 중 얼굴, 머리 또는 아래턱에

직접적인 외상을 입지 않았으며 이전에 자동차 사고로 인한 TMJ의 증상이 없었던 환자에서 자기공명영상으로 촬영한 T1 및 T2 가중 영상을 이용하여 164명의 TMJ 환자를 평가하였다. TMJ 환자의 비정상적인 소견은 높은 비율을 보여주었는데, 총 TMJ의 비정상적인 형태는, 156/164명(95%)으로 나타났다. 이 연구에서도 TMJ 이상 소견이 유의하게 높았으며 목뼈 손상과 TMJ 손상 사이의 근접 관계를 설명해준다. 이렇듯 많은 연구자들에 의해 턱관절의 구조적 통증이 목뼈 부위 손상으로 인해 발생할 수 있으며(일반적으로 근육 이완의 장애로 인해) 그 반대의 경우도 마찬가지라 지적하였다. 이러한 이유로 González-Iglesias 등[21]은 TMD 환자에서 목의 굽힘근 및 펴근의 지구력 감소로 인해 턱관절 주위 근육에 압통이 있는 환자는 압통이 없는 환자보다 목 근육의 압박에 대한 통증이 유의하게 높게 나타나므로, 턱관절의 잠재적 문제가 있는 사람들의 머리와 목 부위 장애에 대한 추가 검사를 권장하였다. 그러나 Kang [22]은 턱관절 장애 환자군에서 목뼈 뒤굽음증이 높은 비율로 관찰되었지만 턱관절 장애와 목뼈 뒤굽음증 상호간에 인과관계가 있다고 보기는 어렵다고 하였다. Darlow 등[23]과 Hackney 등[24]도 머리 자세와 TMD 사이에 유의한 상관관계가 없다고 하였다. 이러한 서로 다른 견해의 원인은 머리 자세와 TMD의 관계를 조사하는 과학적 연구가 부족한 것으로 생각되며 이들 사이의 관계는 아직 명확하게 확립된 것이 없다. TMD와 머리/목 부위 자세 간 연관성에 관한 체계적 고찰 연구를 실시한 Olivo 등[25]은 객관적인 자세 평가를 통한 더 잘 통제된 연구가 필요하다고 강조하였다.

이에 본 연구자는 턱관절 장애 진단을 받은 환자의 방사선 영상 자료로 측정한 목뼈의 뼈대 계통 구조를 통하여 턱관절의 통증수준 및 기능장애 수준과 목뼈 뒤굽음 각의 심한 정도가 상관성이 있는지, 턱관절의 통증수준 및 기능장애 수준이 변화함에 따라 목뼈 뒤굽음 각이 어떻게 변화하고, 어느 변수가 가장 큰 영향을 주는지 알아보는 것은 의미가 있을 것이라 생각했다. 따라서 본 연구의 구체적인 가설은 다음과 같다. 첫째, 목뼈의 뒤굽음 각과 환자의 통증(턱관절 통증, 압통 역치, 두통) 수준 간에 상관성이 있을 것이다. 둘째, 목뼈의 뒤굽음 각과 턱관절 기능장애(입 열기 범위, 턱관절 기능장애 지수, 턱관절 장애 증상 빈도 및 강도) 수준 간에 상관성이 있을 것이라로 정하였다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상자

본 연구는 충남 계룡시에 위치한 계룡병원에서 턱관절 통증, 입 열기 제한, 턱관절 잡음 등의 증상 중 하나 이상의 증상이 있고 전문의로부터 턱관절 장애로 진단받은 환자 61명을 대상으로 시행하였다. 본 연구의 대상자의 수는 G-power (G*Power ver. 3.1.9.4; University of Kiel, Kiel, Germany) 프로그램을 이용하여 산출하였으며, Cohen의 표본추출 공식에 의한 표본 수를 산출하였으며, 턱관절 장애 환자의 목뼈 뒤굽음 각도와 통증 및 기능장애 수준 간에 상관분석을 이용하고, 필요한 검정력을 유지하기 위해 효과 크기 0.5, 유의수준 0.05, 검정력

0.95로 설정하고 표본 크기를 산출하였다. 그 결과 총 표본의 크기는 38명이었다. 탈락률을 20%를 감안하여 46명을 모집할 예정이었으나 최종 63명의 대상자를 모집할 수 있게 되어 그대로 진행하였다.

연구대상자의 선정 조건은 다음과 같다. 첫째, 전문의로부터 입 열기 제한, 턱관절 통증, 관절 잡음, 등의 증상 중 하나 이상의 증상으로 턱관절 장애를 진단받은 자. 둘째, 연구 목적을 이해하고 서면 동의한 자로 하였다[26]. 대상자의 제외 조건은 다음과 같다. 첫째, 암과 같은 계통적 질환이 있는 자. 둘째, 최근 1년 이내에 목뼈, 등뼈, 얼굴에 골절이나 수술한 적이 있는 자. 셋째, 현재 임신 중인 자. 넷째, 최근 1년 이내에 치아 교정기를 착용한 자. 다섯째, 최근 6개월 이내에 턱관절 장애로 보톡스 시술을 받은 자. 여섯째, 바로 서서 방사선 사진을 찍을 수 없는 자. 일곱째, 목뼈 외상 손상이 있는 자. 여덟째, 머리와 목 부위에 선천적 기형이 있는 자.

2. 연구의 절차

모든 연구대상자에게 본 연구의 목적과 절차에 대해 구두로 설명을 시행한 후 사전 동의를 구하고 동의를 한 대상자만 실험에 참여하였다.

대상자는 선정 조건과 제외 조건에 해당 여부를 사전에 준비된 조사 설문지를 통해 조사하고, 연구대상자에 해당됨을 확인한 후 진행하였다. 먼저 방사선 촬영을 통해 얻은 영상 자료를 이용해 목뼈의 뒤굽음 각을 측정하였고, 턱관절 부위에 압통 역치 수준과 통증 없는 수준에서의 최대 입 열기 범위, 턱관절에 현재 통증 수준, 턱관절 장애의 증상 특성(빈도와 강도, 두통 영향 정도 그리고 턱관절 기능장애 수준을 각각 평가하였다. 환자의 지속적인 참여를 위하여 유·무선 전화 상담을 통해 적극적인 참여를 유도하였다. 연구 진행 과정 중 1명이 치아 교정기를 착용하게 됨에 따라 연구에서 제외하였다. 본 연구의 전반적인 진행 설계는 Figure 1에 제시하였다. 본 연구는 설계 단계에서 대전대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받은 후 연구가 진행되었다(approval No. 1040647-201912-HR-010-02).

3. 평가방법 및 측정도구

1) 턱관절 통증 수준

턱관절에 통증 수준을 평가하기 위해 4항목 시각적상사척도(quaduple visual analogue scale)를 이용하였다. 통증 수준을 “현재의 통증”, “평소에 경험하는 평균적인 통증”, “가장 심할 때의 통증”, “가장 편할 때의 통증” 4항목으로 분류하고, mm의 눈금이 그려진 10 cm 길이의 눈금자에 1 cm 간격으로 통증의 정도를 표시하여 환자가 경험하고 있는 통증의 범위를 시각적인 형태로 표시하는 방법으로 질문마다 0에서 10 cm 사이의 수평선에 “O” 표시를 하도록 하였다. 통증이 없는 상태를 0으로 하였고, 매우 급심한 통증을 10으로 정의하였다. 4항목의 수를 합산하여 평균을 낸 뒤 10을 곱해 최종 점수를 계산하였다[27]. Grafton 등[28]의 연구에 의하면 신뢰성(전체, 감각, 정서 및 평균 통증 점수에서)은 높은 급간 내 상관계수(0.96)를 보였다. 단시간에 간단히 통증의 정도를 효율적으로 평가할 수 있는 민감한 도구로 측정자 내 높

Figure 1. Study design. TMJ, temporomandibular joint; TMD, temporomandibular disorder.

은 신뢰성($r = 0.76-0.84$)과 타당도를 보이는 것으로 보고되었다[29]. 점수가 높을수록 통증이 심각하다는 것으로 판단할 수 있다[28]. 본 연구에서 현재 통증 수준의 급간 내 상관계수는 0.75였다.

2) 턱관절 장애 증상 평가

(1) 턱관절 장애 기능 수준

턱관절 장애로 인해 기능장애 수준을 알아보기 위해 한국어판 턱관절 기능장애 지수(TMD disability index, TDI)를 이용하였다. 이 평가 도구는 한국 문화의 특성을 고려한 것으로 성생활에 대한 항목을 제외하여 각각 5개의 답변이 있는 9개의 질문이 포함된다(점수 범위: 0-36, 높은 점수는 더 큰 장애를 의미한다) [30].

(2) 턱관절 장애 빈도와 강도 수준

연구대상자에 턱관절 장애 특성을 알아보기 위해 장애 발생 빈도와 증상의 강도 수준을 알아보기 위해 개발된 한국어판 턱관절 장애 증상 빈도(Korea TMD Symptom Frequency Scale) 및 증상 강도 척도(TMD Symptom Intensity Scale)를 이용하였다. 강도 척도는 평상시 통증과 가장 심했을 때 통증으로 구분하였다. 각 항목의 점수 범위는 0에서 10까지의 점수이며 총 7가지 항목으로 구성되어 있다(가능한 점수: 0-70, 높은 점수는 증상 강도 및 빈도가 높음을 나타냄) [30]. 점수의 산출 방법은 (평가 점수 합 / 최대 가능 점수) $\times$ 100 = 최종 점수이다.

3) 통증 없는 최대 입 벌리기 범위 측정

통증 없는 수준에서 최대로 입을 벌릴 수 있는 범위(maximal mouth opening without pain)를 측정하였다(Figure 2). 측정은 거리 측정용 캘리퍼(Boley caliper; AR instrumed, Sialkot, Pakistan)를 이용하였다. 거리는 위아래 턱 앞니 절단 연(incisal edge of the

Figure 2. The measure of maximal mouth opening without pain (A) and pain pressure threshold (B).

maxillary central incisor) 사이의 직선거리를 측정하였다. 연구대상자를 똑바르게 긴장되지 않은 자세로 검사실 의자에 앉히고, 머리는 지지되지 않은 상태로 자연스럽게 전방을 응시하도록 하였다. 입을 벌렸을 때 통증을 느끼는 지점에서 벌리기를 멈추고 측정하였다. 입 벌림 장애 수준에 대한 정의는 여러 의견이 있으나, Rodríguez-Recio [31]는 입 벌림이 < 30 mm인 경우에 입 벌림 장애로 정의하였다. 또한, 입 벌림이 15–30 mm인 경우는 중등도 입 벌림 장애로, < 15 mm인 경우는 심한 입 벌림 장애로 분류하였으며, 정상적인 턱 열림 시 정상 성인의 경우 일반적으로 40–60 mm 정도라고 하였다.

4) 통증 압력 역치 수준

턱관절에 통증 압력 역치(pain pressure threshold) 수준을 평가하기 위해 아날로그 압통 측정기(Baseline; Fabrication Enterprises, Inc., Irvington, NY, USA)를 이용하였다(Figure 2). 연구대상자를 똑바르게 긴장되지 않은 자세로 검사실 의자에 앉히고, 머리는 지지되지 않은 상태로 자연스럽게 전방을 응시하도록 하고, 압통 측정기를 턱관절 통증의 발생 부위(씹기 근육)에서 측정하였고, 양측이 다 아픈 경우 증상이 더 심한 쪽에서 실시하였다. 측정은 1분의 간격을 두고 2회 반복 측정하였고, 그 평균값을 측정값으로 하였다. Chesterton 등[32]은 이 평가 방법의 신뢰도는 건강한 대상자에 적용했을 때 급간 내 상관관계수(intra-class correlation coefficient, ICC)는 0.91 (95% 신뢰구간, 0.82–0.97)로 높았고, 턱관절 장애 환자에 대해서는 중간 수준(ICC = 0.64)이었다고 하였다. 일반적으로 상관관계수는 0.40 미만은 낮은 등급(poor reliability), 0.40–0.75를 중간 등급(fair to good), 0.75 이상을 높은 등급(excellent reliability)으로 분류한다[33].

5) 목뼈 뒤굽음 각도

각 대상자의 목뼈 뒤굽음 각도를 측정하기 위해 방사선 영상 측정 장비(PRIMA; Fujifilm Co., Tokyo, Japan)를 사용하였다. 대상자의 연

령, 성별, 체격에 따라 12–16 mA, 70–80 kV, 약 2 m에서 0.02초간 노출을 주었고 디지털 필름을 사용하였다. 전후방으로는 대상자의 이안 수평면(Frankfurt's plane)과 좌·우측으로는 양측 바깥 귓구멍을 연결하는 선이 바닥과 평행이 되게 하여 위, 아래턱의 최대 감합 위에서 촬영하였다. 측정은 디지털 장비에 연결되어 있는 컴퓨터 프로그램을 이용하여 방사선 촬영은 한 명의 방사선 촬영 전문가에 의해 2회 시행하였으며, 각 영상 자료에서 측정한 각도의 평균치를 분석에 이용하였다. 뒤굽음 각도의 측정은 Ishihara 지수를 근거로 산출하였다. 목뼈 2번의 뒤아랫 지점과 7번 목뼈의 뒤아랫 지점을 연결하는 직선을 긋고 이 직선과 3번 목뼈에서 6번 목뼈까지 각 바위꼭지(petromastoid) 부분 뒤아랫 지점을 수직으로 연결한 직선들에 길이의 합을 직선으로 나눈 백분율로 측정하였으며, 5% 이상 25% 미만의 범주를 정상 범위로 하며 25% 이상은 과다 앞굽음, 0% 이상 5% 미만은 직선화, 0% 미만은 뒤굽음으로 정의된다. Zhao 등[34]은 목뼈 뒤 굽음 지수(Ishihara)와 목뼈 척추 각도(C2–7) 사이에 유의한 상관관계(95% 신뢰구간, 0.94–0.96)가 있다고 하였다. Figure 3은 측정된 방사선 사진을 이용해 Ishihara 지수를 측정하는 예이다. 이 대상자의 Ishihara 지수의 계산은 $(-2.25 - 1.86 - 1.35 + 0.90) / 98.76 = -0.046 \times 100 = -4.16\%$ 이므로 뒤굽음에 해당한다.

6) 두통 수준

대상자의 두통 특성을 평가하기 위해 한국어판 두통 영향 평가(Korean Headache Impact Test-6, KHIT-6)를 이용하였다. 이 평가 도구는 Chu 등[35]이 한글 표준화한 두통 영향 검사 한국어판을 사용하였다. 사회적 기능, 역할 기능, 인지 기능, 심리적 고통, 활력도를 측정하기 위한 6가지 질문으로 구성되어 있다. 질문의 항목에 대해 “한 번도 그런 적이 없다”라고 답할 경우 6점, “드물게 그렇다”는 8점, “때때로 그렇다”는 10점, “매우 자주 그렇다”는 11점, “항상 그렇다”는 13점으로 계산하며, 최저 36점에서 최대 78점까지 점수가 분포되어 있으며

Figure 3. Calculation formula of Ishihara index using radiographic images. (Ishihara index = $[a1 + a2 + a3 + a4] / A$).

수치가 높을수록 두통의 정도가 심한 것을 의미한다. 60점 이상은 일상 생활에 아주 심각한 장애를 겪고 있는 것을 의미하며, 56-59점은 상당한 일상생활의 장애, 50-55점 이상은 어느 정도의 장애, 49점 이하는 일상생활에 장애가 작거나 없는 상태를 의미한다. 50점 이상이면 의학적인 관리가 필요한 상태로 전문의와의 상담을 권유하고 있다. Kosinski 등[36]의 연구에 의하면 KHIT-6은 높은 신뢰도(급간 내 상관계수 = 0.76-0.83)를 가지고 있다.

4. 분석방법

본 연구를 통해 수집된 모든 자료의 통계처리는 윈도우용 SPSS version 25.0 프로그램(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 대상자의 일반적인 경향을 알아보기 위해 빈도 분석과 기술분석을 실시하였고, 측정 변수 간에 상관관계를 알아보기 위해 피어슨 상관분석을 실시하였다. 목뼈 뒤굽음 각도와 상관성을 보인 변수들은 회귀분석을 이용해 미치는 영향의 수준을 알아보았다. 통계학적 유의수준 α 는 0.05로 정하였다.

RESULTS

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적인 특성을 대상자의 성별 인원수와 연령과 신장, 체중, 체질량지수의 평균값을 구하여 Table 1에 제시하였다.

2. 목뼈의 뒤굽음 각 정도와 통증 수준 및 턱관절 기능장애 관련 변수 간에 상관관계

목뼈 뒤굽음 각의 정도와 통증 수준(턱관절 통증 압력 역치, 턱관절 현재 통증 수준, 두통) 및 턱관절 기능장애(통증 없는 최대 입 열기, 턱관절 장애 증상 빈도 및 강도, 턱관절 장애 기능 지수) 관련 변수들

Table 1. Characteristics of study subjects

Variables	Man/Woman
Gender	15 (24.2)/47 (75.8)
Age (y)	30.5 ± 12.6/39.0 ± 12.3
Height (cm)	175.0 ± 4.4/160.4 ± 5.1
Weight (kg)	70.7 ± 6.4/55.2 ± 8.3
Body mass index (kg/m ²)	23.0 ± 0.9/21.4 ± 1.8

Values are presented as number (%) or mean ± standard deviation.

의 상태 간에 상관성이 있는지 알아보기 위해 상관분석을 시행하였다 (Table 2). 그 결과, 목뼈 뒤굽음 각(cervical kyphotic angle)이 턱관절 장애 환자가 현재 인식하는 통증 수준($r = -0.601$, $p < 0.01$)과 평상시 인식하는 통증 수준($r = -0.379$, $p < 0.01$)에서 의미 있는 음의 상관관계가 관찰되었으며, 턱관절 주위근의 압통 역치 수준($r = 0.259$, $p < 0.05$)은 의미 있는 양의 상관관계를 보였다.

턱관절 환자의 기능장애 수준(TDI)은 턱관절 압통 역치($r = -0.383$, $p < 0.01$), 통증 없는 최대 입 열기($r = -0.515$, $p < 0.01$)에서 음의 상관관계가 있었고, 턱관절의 현재 통증($r = 0.393$, $p < 0.01$), 통증 발생 빈도($r = 0.739$, $p < 0.01$), 평상시 인식하는 턱관절의 통증 강도($r = 0.624$, $p < 0.01$) 그리고 가장 심각했을 때의 턱관절 통증 강도($r = 0.757$, $p < 0.01$), 두통의 영향 평가($r = 0.551$, $p < 0.01$) 변수들과는 양의 상관관계를 보였다.

3. 목뼈 뒤굽음 각에 영향을 미치는 요인에 대한 회귀분석

연구대상자들의 통증수준(턱관절 통증, 압통 역치, 두통)과 턱관절 기능장애(입 열기 범위, 턱관절 기능장애 지수, 턱관절 장애 증상 빈도 및 강도) 변수들의 변화에 따른 목뼈 뒤굽음 각이 어떻게 변화하는지, 또한 어느 변수가 가장 큰 영향을 미치는지 알아보기 위해 회귀분석한 결과, 목뼈 뒤굽음 각에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 현재 통증

Table 2. Correlation between cervical kyphotic angle and pain, disability level in patients with temporomandibular disorders (N = 62)

	CKA	MMO	QVAS	SFS	SIS	SSIS	HIT	TDI
MMO	0.158	1						
QVAS	-0.601**	-0.205	1					
SFS	-0.172	-0.381**	0.470**	1				
SIS	-0.379**	-0.270*	0.612**	0.736**	1			
SSIS	-0.244	-0.394**	0.546**	0.844**	0.757**	1		
HIT	-0.083	-0.104	0.317*	0.618**	0.739**	0.584**	1	
TDI	-0.143	-0.515**	0.393**	0.739**	0.624**	0.757**	0.551**	1
PPT	0.259*	0.268*	-0.179	-0.392**	-0.271*	-0.345**	-0.196	-0.383**

Values are presented as correlation coefficient. CKA, cervical kyphotic angle; MMO, maximum mouth opening without pain; QVAS, quadruple visual analogue scale; SFS, TMD symptom frequency scale; SIS, TMD symptom intensity scale; SSIS, TMD symptom severe intensity scale; HIT, headache impact test; TDI, TMD disability index; PPT, pain pressure threshold. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Table 3. Regression analysis summary for pain factors affecting cervical kyphosis angle

Model	Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	t	p-value
	B	SE	B		
[Constant]	7.963	2.194		3.630	0.001
QVAS	-0.247	0.043	-0.601	-5.821	0.000

Dependent variable = cervical kyphotic angle. QVAS, quadruple visual analogue scale; SE, standard errors. $R^2 = 0.361$.

수준이었다($p < 0.01$) (Table 3). 이 회귀모형의 설명력은 36.1% ($R^2 = 0.361$)로 나타났다(Table 3). 즉 TMD 환자의 현재 통증 수준으로 목뼈 뒤굽음 각의 상태를 예측하는데 36.1% 수준에 설명력이 있다고 할 수 있다. 목뼈 뒤굽음 각과 현재 통증 수준 변수 간에 관계를 단순 산점도 그래프로 표현하였다(Figure 4).

DISCUSSION

최근 몇 년 동안 턱관절 장애 환자와 목뼈 관련 질환의 숫자가 크게 증가했다[37]. 보고에 의하면 치과에 온 10명의 환자 중 8명은 이같이 환자이거나 TMD가 있는 것으로 밝혀졌다[38]. 그리고 목뼈 관련 통증 역시 인구의 23.1%–34.3%에서 나타날 만큼 그 발병률이 높다[39]. 정상적인 목은 7개의 목뼈가 앞굽음된 C자 형태를 보이는 반면, 목뼈의 변형된 형태는 목의 앞굽음을 소실하거나 목의 뒷굽음 형태를 띠는 경우가 많다. 이 같은 목의 굽음 형태와 턱관절 장애 및 통증이 연관이 있다는 견해가 제기되었다[40]. 일부 연구에서는 목뼈의 증상이 종종 TMJ 환자에서 발견됨으로 목뼈 기능장애는 TMJ의 기능장애와 관련이 있는 것으로 보고하였다. 다른 연구에서는 신경생리학적 관점에서, 삼차 신경핵에 대한 다른 유형의 동심성 입력의 광범위한 수렴과 신경가소성에 대한 발견으로 목뼈에 수반되는 통증과 기능장애는 저작 시스템과 관련된 머리 자세의 변화로 인해 발생할 수 있다고 보고하였다[41]. 그러나 턱관절 장애 환자의 머리 목 부위의 자세 및 위치, 관절, 근육 등이 턱관절 장애 증상이 없는 사람들의 그것과 비교했을 때 차이가 없다는 보고도 있었다[25]. 따라서 본 연구는 턱관절 장애 환자로 진

Figure 4. Scatter plot for the correlation between cervical kyphotic angle and pain level (regression analysis).

단을 받은 환자의 방사선 영상 자료로 계측된 목뼈의 계통 구조를 통하여 턱관절의 통증수준 및 기능장애 수준과 목뼈 뒤굽음 각의 심한 정도가 연관되는가를 분석하였다. 또한, 턱관절의 통증수준 및 기능장애 수준이 변화함에 따라 목뼈 뒤굽음 각이 어떻게 변화하는지, 또한, 어느 변수가 가장 큰 영향을 주는지를 알아보는 것은 매우 의미가 있다고 생각된다. 만약 목뼈의 뒷굽음에 따라 턱관절 통증 및 기능장애 수준이 영향을 받는다면 목뼈의 뒷굽음이 심할수록 턱관절 통증 및 기능장애 수준 역시 심하게 나타날 것이다. 반대로 턱관절 통증 및 기능장애 수준이 목뼈의 뒷굽음에 영향을 준다면, 턱관절 통증 및 기능장애 수준이 심할수록 목뼈 뒷굽음 역시 심하게 나타날 것이다. 따라서 턱관절의 통증수준 및 기능장애 수준과 목뼈 뒤굽음 각의 심한 정도를 상관 분석한 결과 현재 인식하는 통증 수준($p < 0.01$)과 턱관절 기능장애 수준($p < 0.01$)에서 유의성이 높은 것으로 나타났다. 턱관절 장애 환자의 통증 수준을 알아보기 위해 4항목 시각적상사척도를 이용한 이유는 통증에 따른 심한 정도를 수치화하여 나타내는 장점이 있고 신뢰도가 높아 임상에서 보편적으로 사용되고 있어 본 연구에서 사용하였다[29]. 또한 연구대상자들의 통증수준과 턱관절 기능장애 변수들의 변화에 따른 목뼈 뒤굽음 각에 어느 변수가 가장 큰 영향을 미치는지 알아보기 위해 회귀분석을 이용하여 영향을 미치는 요인을 알아보았고 그 결과 현재

경험하는 통증 수준으로 나타났다.

결과적으로 턱관절 기능장애 수준이 클 수록 목뼈의 뒤굽음증 각도는 유의하게 더 컸다. 본 연구에서 TMD 환자가 현재 경험하고 있는 턱관절 통증 수준으로 목뼈의 뒤굽음 각의 정도를 예측하는 설명력은 36.1%였다. 이러한 결과는 머리의 자세와 TMD 사이에 상관관계를 알아본 다른 보고와는 다소 차이가 있었다. 치과병원에 내원한 환자들을 대상으로 턱관절 장애 관련 증상을 호소한 221명을 실험군으로 턱관절 장애 관련 증상이 없는 188명을 대조군으로 설정한 Kang [22]의 연구에 의하면 비록 턱관절 장애 환자군에서 목뼈 뒤굽음 군과 일자목 군의 정도가 더 심한 것으로 관찰되었고, 두 군 간에 차이가 있었지만 턱관절 장애 환자군에서 Helkimo 지수를 조사한 90명을 대상으로 목뼈의 뒤굽음증이 심한 정도와 턱관절 장애의 심한 정도가 비례하는지를 분석한 결과는 상관성 수준이 낮은 것으로 보고하였다. 환자군에서 유의미한 결과가 나왔음에도 이러한 차이가 가능할 수 있었던 것은 증상과 징후를 가지고 턱관절 기능장애의 심한 정도를 파악한 Helkimo 지수를 사용했기 때문으로 생각된다. Helkimo 지수의 장점은 환자의 주관적 심각도에 대한 영향은 적고, 증상에 따른 심각성 정도를 수치화 할 수 있는 점이지만, 현재 느끼는 통증 수준, 평상 시 인식하는 통증 및 가장 심했을 때 느끼는 통증 수준과 같은 대상자의 주관적 느낌을 간과할 수 있어 통증 상태를 충분히 반영하지 못한다고 판단된다. 본 연구에서는 대상자들의 주관적, 객관적 상태를 충분히 반영할 수 있는 다양한 측정 및 평가를 하였고, 이를 토대로 목뼈의 뒤굽음 각과 턱관절 통증 및 기능장애 수준 간에 상관성을 분석하였다.

목뼈의 앞굽음 각도를 측정하는 방법은 크게 방사선 영상에서 각도를 측정하는 방법과 길이를 직접 측정하는 방법으로 구별된다[42]. 각도를 측정하는 방법은 Lippman이 바위꼭지 부분 종말판(lamina terminalis) 연장선에서 수직선을 그어 방사선 사진에서 앞굽음증을 평가하는 방법을 대중화시킨 Cobb 방법과 Jackson 각 등이 있고, 거리를 측정하는 방법은 목굽이 깊이(depth of cervical curve), Ishihara 지수, Jochumsen 방법 등이 있다[43]. 각도를 가지고 앞뒤굽음각을 측정하는 경우 측정의 기준이 되는 바위꼭지의 범위를 설정하는 과정에서 오차가 생기거나 바위꼭지 종말판의 변형이 있을 수 있다는 단점이 있다. 특히 Cobb 측정법의 방법은 제1 목뼈의 편으로 인해 앞굽음이 과하게 측정되는 경향이 있으며 제2 목뼈를 기준으로 측정할 경우 제2 목뼈 바위꼭지 앞뒤의 모양으로 앞굽음이 작게 측정되는 경향이 있다[44].

목뼈의 뒤굽음각 측정에 있어서 Kang [22]은 Toyama 방법, Harrison의 후방 각도 측정법과 Cobb 방법을 변형 및 응용하여 적용하였으나 이는 동일 집단의 앞뒤 굽음 정도를 조사하기엔 복잡하고 객관성과 정확성이 떨어질 수가 있다. 특히 Jung 등[43]의 연구에 의하면 Cobb 측정법의 평균은 과다 앞굽음의 범위에 속하는 것으로 보고하였다. 한편 Cho 등[45]은 척추의 앞굽음 각도 측정 방법별로 과다 및 과소 앞굽음의 비율과 성별 간에 유의성을 비교해 보았을 때, Ishihara 지수에서만 유의성이 있었다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 영상 장비가 디지털

화면 상태에서 객관적인 측정이 가능하며 이용하기가 더 쉽고 평가자 간에 신뢰도와 평가자 내의 신뢰도가 둘 다 높아 가장 널리 이용되는 측정 방법인 Ishihara 지수를 채택하였다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있었다. 턱관절 장애가 있는 환자들과 목뼈 뒤굽음 각 만을 조사하여 목뼈의 뒤굽음증이 있으면서 턱관절 장애가 없는 대상자들과는 비교하지 못한 점이 있다. 향후에 이루어지는 연구는 대조군 설정을 통하여 비교 분석한다면 좀 더 의미 있는 연구가 이루어질 것으로 기대된다.

CONCLUSIONS

본 연구는 턱관절 장애 환자를 대상으로 목뼈 뒤굽음 각도와 턱관절 통증과 기능장애 관련 특성 간에 상관성을 알아보고자 실시하였다. 턱관절 장애로 진단받은 환자 63명을 대상으로 목뼈의 측면 방사선 사진을 이용해 목뼈의 뒤굽음 각을 측정하였고, 대상자들의 현재 턱관절 부위에 통증 수준과 턱관절에 장애 발생 빈도/강도의 수준, 두통에 미치는 영향 정도, 턱관절 기능장애 지수 평가지를 이용해 평가하였으며, 턱관절 주위근에 압통 역치 수준과 통증이 없는 수준에서의 최대 입 열기 범위를 측정하였다. 측정된 결과 자료를 이용해 목뼈 뒤굽음 각도와 평가한 턱관절 장애 관련 변수들 간에 상관분석과 회귀분석을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

턱관절 장애 환자의 목뼈 뒤굽음 각이 작아질수록 턱관절 주위근에 압통 수준은 낮았고, 턱관절의 현재 통증 수준이 높았으며, 평상 시 인식하는 통증 수준도 높았다. 턱관절 기능장애 수준이 높을수록 턱관절 주위근에 압통 역치 수준은 낮았으며, 최대 입 열기 정도는 작았고, 턱관절에 현재 통증 수준과 턱관절부의 통증 발생 빈도 그리고 평상 시 인식하는 통증 수준과 가장 심각했을 때의 통증 수준, 두통의 영향 정도는 유의하게 높아졌다. 이러한 결과를 통해 턱관절 장애 환자에게 목뼈에 뒤굽음 각의 정도는 턱관절의 압통 역치 수준과 현재 통증 수준, 턱관절에 평상 시 통증 강도의 정도가 상관성이 있는 변수라는 것을 알 수 있었고, 가장 큰 영향을 미치는 변수는 현재의 통증 수준이라는 것을 알 수 있었다.

목뼈의 뒤굽음 각과 턱관절 장애 특성 간에 관련성에 대해서는 아직 논란의 여지가 있지만, 물리치료가 TMD 환자의 치료 시 이와 관련된 특성을 이해하고 TMD 환자의 평가와 치료 과정에 참고한다면 환자의 통증과 기능장애 수준의 평가와 예후를 예측하는 데 도움이 될 것이다.

CONFLICTS OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: IL, SK. Data acquisition: IL. Formal analysis: IL, SK. Investigation: IL. Methodology: IL, SK. Project administration: IL. Resources: IL, SK. Software: IL, SK. Supervision: IL, SK. Validation: SK. Visualization: IL. Writing - original draft: IL. Writing - review & editing: IL, SK.

ORCID

In-su Lee, <https://orcid.org/0000-0002-8529-628X>

REFERENCES

- Carroll LJ, Hogg-Johnson S, van der Velde G, Haldeman S, Holm LW, Carragee EJ, et al. Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. Course and prognostic factors for neck pain in the general population: results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008;33(4 Suppl):S75-82.
- Saal JA. The new back school prescription: stabilization training. Part II. *Occup Med* 1992;7(1):33-42.
- Helliwell PS, Evans PF, Wright V. The straight cervical spine: does it indicate muscle spasm? *J Bone Joint Surg Br* 1994;76(1):103-6.
- Okeson JP. Orofacial pain: guidelines for assessment, diagnosis, and management. Chicago: Quintessence Publishing Co.; 1996;113-84.
- Ries LG, Alves MC, Bérzin F. Asymmetric activation of temporalis, masseter, and sternocleidomastoid muscles in temporomandibular disorder patients. *Cranio* 2008;26(1):59-64.
- Suvinen TI, Kempainen P. Review of clinical EMG studies related to muscle and occlusal factors in healthy and TMD subjects. *J Oral Rehabil* 2007;34(9):631-44.
- Manfredini D, Guarda-Nardini L, Winocur E, Piccotti F, Ahlberg J, Lobbezoo F. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: a systematic review of axis I epidemiologic findings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112(4):453-62.
- Ioi H, Matsumoto R, Nishioka M, Goto TK, Nakata S, Nakasima A, et al. Relationship of TMJ osteoarthritis/osteoarthritis to head posture and dentofacial morphology. *Orthod Craniofac Res* 2008;11(1):8-16.
- Clark GT. Examining temporomandibular disorder patients for cranio-cervical dysfunction. *J Craniomandibular Pract* 1983;2(1):55-63.
- de Wijer A, Steenks MH, de Leeuw JR, Bosman F, Helders PJ. Symptoms of the cervical spine in temporomandibular and cervical spine disorders. *J Oral Rehabil* 1996;23(11):742-50.
- Eriksson PO, Häggman-Henrikson B, Nordh E, Zafar H. Co-ordinated mandibular and head-neck movements during rhythmic jaw activities in man. *J Dent Res* 2000;79(6):1378-84.
- Miernik M, Wieckiewicz M, Paradowska A, Wieckiewicz W. Massage therapy in myofascial TMD pain management. *Adv Clin Exp Med* 2012;21(5):681-5.
- Visscher CM, Huddleston Slater JJ, Lobbezoo F, Naeije M. Kinematics of the human mandible for different head postures. *J Oral Rehabil* 2000;27(4):299-305.
- Zafar H, Eriksson PO, Nordh E, Häggman-Henrikson B. Wireless optoelectronic recordings of mandibular and associated head-neck movements in man: a methodological study. *J Oral Rehabil* 2000;27(3):227-38.
- Moya H, Miralles R, Zuñiga C, Carvajal R, Rocabado M, Santander H. Influence of stabilization occlusal splint on craniocervical relationships. Part I: Cephalometric analysis. *Cranio* 1994;12(1):47-51.
- Kalamir A, Pollard H, Vitiello AL, Bonello R. Manual therapy for temporomandibular disorders: a review of the literature. *J Bodyw Mov Ther* 2007;11(1):84-90.
- Walczyńska-Dragon K, Baron S, Nitecka-Buchta A, Tkacz E. Correlation between TMD and cervical spine pain and mobility: is the whole body balance TMJ related? *Biomed Res Int* 2014;2014:582414.
- Todd AG. Cervical spine: degenerative conditions. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2011;4(4):168-74.
- Alanen PJ, Kirveskari PK. Occupational cervicobrachial disorder and temporomandibular joint dysfunction. *Cranio* 1984;3(1):69-72.
- Garcia R Jr, Arrington JA. The relationship between cervical whiplash and temporomandibular joint injuries: an MRI study. *Cranio* 1996;14(3):233-9.
- González-Iglesias J, Cleland JA, Neto F, Hall T, Fernández-de-las-Peñas C. Mobilization with movement, thoracic spine manipulation, and dry needling for the management of temporomandibular disorder: a prospective case series. *Physiother Theory Pract* 2013;29(8):586-95.

22. **Kang DK.** Relationship between temporomandibular disorder and cervical kyphosis. Seoul, Yonsei University, Master's Thesis. 2018.
23. **Darlow LA, Pesco J, Greenberg MS.** The relationship of posture to myofascial pain dysfunction syndrome. *J Am Dent Assoc* 1987;114(1):73-5.
24. **Hackney J, Bade D, Clawson A.** Relationship between forward head posture and diagnosed internal derangement of the temporomandibular joint. *J Orofac Pain* 1993;7(4):386-90.
25. **Olivo SA, Bravo J, Magee DJ, Thie NM, Major PW, Flores-Mir C.** The association between head and cervical posture and temporomandibular disorders: a systematic review. *J Orofac Pain* 2006;20(1):9-23.
26. **De Laat A, Meuleman H, Stevens A, Verbeke G.** Correlation between cervical spine and temporomandibular disorders. *Clin Oral Investig* 1998;2(2):54-7.
27. **Von Korff M, Le Resche L, Dworkin SF.** First onset of common pain symptoms: a prospective study of depression as a risk factor. *Pain* 1993;55(2):251-8.
28. **Grafton KV, Foster NE, Wright CC.** Test-retest reliability of the Short-Form McGill Pain Questionnaire: assessment of intraclass correlation coefficients and limits of agreement in patients with osteoarthritis. *Clin J Pain* 2005;21(1):73-82.
29. **Boonstra MC, De Waal Malefijt MC, Verdonchot N.** How to quantify knee function after total knee arthroplasty? *Knee* 2008;15(5):390-5.
30. **Hoglund LT, Scott BW.** Automobilization intervention and exercise for temporomandibular joint open lock. *J Man Manip Ther* 2012;20(4):182-91.
31. **Rodríguez-Recio O, Junquera LM, Calvo N.** Mandibular fracture after wire suspension reduction technique in patient with HIV. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2000;38(4):397.
32. **Chesterton LS, Sim J, Wright CC, Foster NE.** Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters. *Clin J Pain* 2007;23(9):760-6.
33. **Fischer AA.** Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold. *Pain* 1987;30(1):115-26.
34. **Zhao H, Zhao Y, Qiu GX.** Relationship between cervical curvature index and cervical spine angle. *Chin J Clin Rehabil* 2005;9(10):252-3.
35. **Chu MK, Im HJ, Ju YS, Yu KH, Ma HI, Kim YJ, et al.** Validity and reliability assessment of Korean headache impact test-6 (HIT-6). *J Korean Neurol Assoc* 2009;27(1):1-6.
36. **Kosinski M, Bayliss MS, Bjorner JB, Ware JE Jr, Garber WH, Batenhorst A, et al.** A six-item short-form survey for measuring headache impact: the HIT-6. *Qual Life Res* 2003;12(8):963-74.
37. **Resende CM, Alves AC, Coelho LT, Alchieri JC, Roncalli AG, Barbosa GA.** Quality of life and general health in patients with temporomandibular disorders. *Braz Oral Res* 2013;27(2):116-21.
38. **Pimenta e Silva Machado L, de Macedo Nery MB, de Góis Nery C, Leles CR.** Profiling the clinical presentation of diagnostic characteristics of a sample of symptomatic TMD patients. *BMC Oral Health* 2012;12:26.
39. **Bovim G, Schrader H, Sand T.** Neck pain in the general population. *Spine (Phila Pa 1976)* 1994;19(12):1307-9.
40. **Munhoz WC, Marques AP, Siqueira JT.** Radiographic evaluation of cervical spine of subjects with temporomandibular joint internal disorder. *Braz Oral Res* 2004;18(4):283-9.
41. **Sessle BJ, Hu JW, Amano N, Zhong G.** Convergence of cutaneous, tooth pulp, visceral, neck and muscle afferents onto nociceptive and non-nociceptive neurones in trigeminal subnucleus caudalis (medullary dorsal horn) and its implications for referred pain. *Pain* 1986;27(2):219-35.
42. **Song EM, Kim EJ, Cho YJ, Cho JH, Chung SH, Song MY.** The correlation among cervical curvature, neck pain and headache in patients with chronic neck pain. *J Korean Med Rehabil* 2011;21(4):97-109.
43. **Jung DY, Chung SH, Lee JS.** An analysis of relationship among cervical spine curvature measurement methods. *J Oriental Rehab Med* 2005;15(4):65-76.
44. **Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, Troyanovich SJ, Janik TJ, Holland B.** Cobb method or Harrison posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25(16):2072-8.
45. **Cho DI, Yoon J, Kim SJ, Park DS.** Radiologic analysis of cervical lordosis for university students. *J Korean Med Rehabil* 2015;25(4):83-92.