

Cross-sectional Study

만성 요통 환자와 요통이 없는 건강한 대상자의 척추 뼈분절의 압통 역치 수준 비교와 만성 요통 환자에 통증 수준, 기능장애 및 심리사회적 수준 간에 상관성

유진영, 김선엽¹⁾

대전대학교 대학원 물리치료학과 대학원생, 대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과 교수¹⁾

Comparison of the Pressure Pain Thresholds the Vertebral Segments Between Patients with Chronic Lower Back Pain and Healthy Individuals, and Correlation Between Pain, Dysfunction, and Psychological Status in Patients with Chronic Lower Back Pain

Jin-yeong Yoo, Suhn-yeop Kim¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

Dept. of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University¹⁾

ABSTRACT

Background: This study aimed to compare pressure pain thresholds (PPTs) in the vertebral segments between patients with chronic lower back pain (CLBP) and healthy participants without back pain and to determine the correlation between vertebral bone-segment PPT and pain level, lower back pain dysfunction, and psychological status in patients with CLBP.

Methods: The subjects of this study were 23 healthy adults and 23 adults with CLBP. PPT was measured in 23 spinal bone segments using a PPT device, and the CLBP group was subjected to a pain level test (NRS) and a psychological test using the Korean version of the pain catastrophizing scale (KPCS). The functional level was assessed using the Korean version of the Oswestry disability index (KODI).

Results: PPTs of the spinal sclerotomes were significantly lower in patients with CLBP than in healthy participants. In the CLBP group, the composite score of lumbar PPTs showed a high correlation with the composite scores for all segments, but not with the pain level (NRS), KPCS score, and spinal sclerotome PPT. Moreover, PPT in the sacral sclerotomes showed a significant negative correlation coefficient with function, with a KODI score of -0.462 ($p < .01$).

Conclusion: In this study, PPTs in all spinal segments in patients with CLBP was significantly lower than that in healthy subjects. The PPTs of the lumbar region was significantly correlated with the PPTs of other spinal regions. Through this study, it was found that there were changes in PPTs in CLBP patients not only in the lumbar region but also in other spinal regions. This information should be considered during clinical treatment of patients with low back pain.

Key Words:

Pressure pain threshold, Central sensitization, Chronic lower pain,

교신저자: 김선엽

주소: 34520, 대전광역시 동구 대학로 62, E-mail: kimsy@dju.kr

I. 서론

요통 환자는 근뼈대계 질환자의 절반 이상을 차지하며 성인 인구의 약 80~85%가 일생동안 한 번쯤 요통을 경험한다(Jeong 등, 2015; Rossignol 등, 2009). 만성 요통은 12주 이상 지속되는 요통을 말하며, 최근에 수명이 연장되어 고령화되고 있는 사회에서 만성 요통은 더 증가하는 추세이다. 12주 후에도 회복되지 않는 개인에서 요통은 장애의 주요 원인이기도 하며(Hart 등, 1979), 만성 요통의 유병률의 경우 13.1%에서 20.3% 사이이다(Ferreira 등, 2010).

우리나라의 만성 요통 환자의 평균 연령은 40대로, 젊은 연령층에서도 흔하게 나타나며 전 연령층에 걸쳐 보고되고 있고(Kim 등, 2017), 30대부터 60세까지 선형적으로 증가하며 특히 여성에서 더 널리 퍼져있다(Ferreira 등, 2010).

만성 요통은 허리 추간판 탈출증과 같은 척추질환으로 인해 발생하는 요통과 3개월 이상 특별한 원인이나 질환 없이 통증이 지속되는 비특이적 요통으로 분류할 수 있다(Plandowska 등, 2022). 요통의 높은 발병률과 유병률에도 불구하고(Airaksinen 등, 2006), 정확한 원인에 대해서는 알려진 바가 거의 없다. 허리뼈 및 운동과 관련된 근골격계 구조의 퇴행성 과정 또는 손상은 영상 결과에서 정기적으로 나타나지만 이러한 장애는 건강한 대조군에서도 관찰되기 때문에 모든 요통 환자의 증상을 설명하지 못한다(Derbyshire 등, 2002). 요통 환자의 약 85%에서 정확한 병리학적 진단을 내릴 수 없기 때문에 이러한 환자의 요통은 비특이적 요통으로 간주된다(Airaksinen 등, 2006). 이러한 만성 근골격계 통증은 압박 통증 역치 감소와 관련이 있다(O'Neill 등, 2011).

만성통증은 이러한 현상이 국소적으로 발생하는 것뿐만 아니라 원발성 통증 부위에서 멀리 떨어진 주변부에서도 발생한다. 따라서 중추 감작(central sensitization: CS)의 맥락에서 통증 역치는 통증 영역에서 멀어질수록 감소한다. CS란 자극에 대한 반응으로, 이 과정은 말초 조직의 통각 수용기에서 통각 입력에 반응하는 뇌 영역까지 발생할 수 있다. CS를 유발하는 정확한 메커니즘은 아직 확립되어 있지 않지만 몇 가지 기여 메커니즘이 확인되었다(Woolf 등, 2011).

통증이 증가함에 따라(Arendt-Nielsen 등, 1994) 상행성 통증 메커니즘을 촉진시키는 반면, 뇌줄기(brainstem)의 회백질(gray matter) 및 입쪽 배쪽 숨뇌(rostral ventral medulla)에서 발생하는 하행 억제 경로의 변경

도 설명되었다(Melzack 등, 1998). 이들에 기인하는 기능적 하강 억제 경로는 후각 뉴런의 흥분에 집중하여 생물학적으로 관련된 자극에 대해 긴급하고 국소적이며 빠른 통각 신호를 생성함으로써 주변의 외부 신경 활동을 억제하는 것이다(Woolf 등, 2000).

압력 통증 역치(pressure pain threshold: PPT)란 대상자가 고통을 느끼기 시작하는 가장 작은 압력이다(Airaksinen 등, 2006). PPT 측정은 통각과민이 있는 환자를 감지하고, 연부조직에 압통을 진단하고, 다양한 유형의 치료에 대한 반응을 평가하는 데 널리 사용된다(Imamura 등, 2013). 그중에서도 휴대용 PPT 측정기는 PPT를 측정하기 위해 연구 및 임상 환경 모두에서 널리 사용되며(Imamura 등, 2016), 또한 PPT 측정기는 근육통 증후군과 관련된 생리-병리학적 메커니즘을 탐색하는데 효율적이고 신뢰할 수 있는 것으로 보고하였다(Vanderweeen 등, 1996).

Imamura 등(2013)은 통각과민증이 있는 만성 요통 환자는 감작(sensitization)과 함께 통증이 퍼질 수 있음을 시사하였고 또한 요통이 있는 사람에 비해 허리에서 멀리 떨어진 부위에서도 거의 모든 평가된 구조에서 건 강한 대상자보다 더 낮은 압통 역치 수준을 보인다고 보고하였다. 이외에도 Giesecke 등(2004)은 만성 요통 환자는 허리에서 멀리 떨어진 부위에서도 압통 역치값이 감소 된다는 것을 발견하였다.

Imamura 등(2013)의 연구에서 체질량지수 수준이 높아지면 T12-L1과 L5-S1 사이의 가시인대와 인대근뼈대(ligament-musculoskeletal) 구조는 S1-S2와 S2-S3 영치뼈 수준의 구조물에서 더 높은 부하를 지탱해야 하며 이는 척추와 추간판의 영양에 영향을 미칠 수 있다. 그리고 이로 인해 압력 통증 민감도에 더 큰 차이를 나타낸다고 보고하였다. Adams 등(2004)은 가시사이인대(interspinous ligament)와 가시끝인대(supraspinous ligament)가 과다압력이 일어난 후 가장 먼저 손상되는 조직이라 보고하였고, 이는 '성인 허리뼈에 20% 이상에서 가시돌기에 부착되는 조직이 찢어지며 가시사이인대가 눈에 띄게 파열되는 것이 30세 이후에 매우 흔하다'는 Rissanen 등(1960)의 관찰과 일치하는 경향이 있다. 가시끝인대는 Williams(1980)에 의해 기술되었고 Louis 등(1983)에 의해 일곱 번째 목뼈의 가시돌기에서 영치뼈까지 연장되는 강한 섬유질 끈으로 설명되었다.

선행 연구에 따르면 Giesbrecht와 Battié(2005)의 연구에서는 L3와 L5의 척추옆근육, 손목편근, 두 번째 손가락, 장딴지 근육, 목뼈부에서 압통 역치 수치를 연구하였고 만성 요통 환자의 PPT의 평균값이 건강한 대상자

보다 낮다고 보고하였다. 이렇듯 만성 요통 환자는 건강한 사람보다 허리와 허리에서 멀리 떨어진 부위(장딴지 근육, 두 번째 손가락 등)에 대한 압력에 민감했지만 현재까지 연구에서 목과 등의 척추뼈를 포괄하는 연구는 없었다(Imamura 등, 2016).

만성 요통 환자는 건강한 개인과 비교해 더 심한 통증 파국화, 불안 및 우울증 증상을 보이며 심리사회적 증상과 유의한 상관관계를 보인다(Hwang 등, 2022). 만성 요통 환자의 주요 우울증 유형률은 일반 인구 집단에서 보고된 것보다 약 3~4배 더 높다(Roy 등, 1984). 요통 강도의 차이에서 25%만이 병리학 및 심리사회적 요인의 공동 기여로 설명될 수 있다는 관찰은 요인의 기여도 및 기본 메커니즘에 대한 추가적인 탐구의 필요성을 확인시켜준다(Woolf 등, 2011).

현재까지 많은 연구자는 요통 환자를 대상으로 PPT에 관해 연구하였으나 이들은 허리와 다섯 번째 허리뼈(L5)와 첫 번째 천추(S1) 사이의 공간(국소 부위로 간주) 등의 허리 부위에 국한하여 조사하였고(Imamura 등, 2016), 중간볼기근, 작은볼기근, 큰볼기근, 허리내모근, 엉덩허리근 또는 척추세움근 등의 근육에 국한된 압통점의 PPT를 조사한 사례도 있었다(Millan 등, 2002).

Imamura 등(2013)은 L2와 L3 그리고 L5에서 S2의 가시끝인대에 대한 PPT를 조사하였으나 그 조사 범위가 허리뼈와 꼬리뼈에 국한되어 있다. 이렇듯 현재 대부분의 연구는 만성 요통 환자의 근육의 압통점이나 피부분절 또는 허리에 국한된 뼈 분절 PPT에 대해 보고하였고, 현재까지의 연구에서 만성 요통 환자의 목과 등의 가시끝인대의 PPT에 대한 정보는 제한적인 실정이다. 또한 만성 요통 환자의 건강한 대상자와 척추 전반에 걸친 PPT를 비교한 연구는 찾아보기 힘들다.

이에 본 연구는 만성 요통 환자군(chronic low back pain: CLBP)과 건강한 대상자(healthy group)군 간의 척추 뼈분절의 PPT를 비교하고, 만성 요통 환자군에서 척추 뼈분절의 PPT와 통증수준, 기능장애 수준 그리고 심리사회적 요인 간에 상관성을 알아봄으로써 척추 뼈분절 PPT와 만성 요통의 요인들 간에 상관성을 조사하였다.

II. 연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 단면연구 설계(cross-sectional study)로 선정기준에 적합한 대상자를 모집하여 실험을 진행하였다.

2. 연구대상자

본 연구의 대상자 선정 조건은 다음과 같다. 먼저 CLBP군 대상자로 3개월 이상의 만성 요통을 지닌 자, 본 연구목적에 이해하고 서면 동의한 자, 전문의로부터 만성 요통의 의학적 진단을 받은 자, 수치 평가 척도(numeric rating scale; NRS)를 사용하여 평가된 통증 강도 점수가 0~10점 중에 3 이상인 자, 18~65세 사이이다. 건강한 대상자는 지난 12개월 동안 7일 이상 요통이 없고 현재 요통이 없는 자, 본 연구목적에 이해하고 서면 동의한 자이다.

제외기준으로 최근 6개월 이내에 허리질환으로 정형외과적 수술과 치료의 경험이 있는 자, 말초신경병증, 마미증후군, 병력, 척추 외상, 허리뼈 수술, 골반 통증, 류마티스 관절염, 종양 또는 전염병, 중증 정신과 질환, 신경근 퇴행성 질환이 있는 자, 현재 당뇨병 및 갑상선 질환과 같은 대사 질환, 응고 장애(혈우병 및 항응고제 사용)가 있는 자, 현재 임신 중이거나 발열이 있는 자이다.

연구에 필요한 대상자 수의 산출은 Cohen의 표본추출 공식에 따른 표본수 계산 프로그램인 G*Power 3.1.9.7 프로그램(G*Power ver. 3.1.9.7, University of Kiel, Germany)을 이용하여 산출하였다. CLBP군과 건강한 대상자군 간에 척추의 PPT에 대해 분석하기 위해 독립 표본 t-검정을 이용하고 유의수준= .05 효과크기= .08, 검정력= .95, 군 수는 2로 설정한 후 표본의 크기를 산출한 결과, 대상자의 최소 표본 크기는 42명이었다. 중도 탈락을 10%를 고려하면 총 46명의 대상자 수가 산출하였다.

본 연구의 대상자는 대전광역시 소재에 있는 G 정형외과를 이용하고 요통 진단을 받은 자 중 24명(여성 10명, 남성 13명)을 선발하였고, 건강한 대상자는 연구 기관이 위치한 지역에서 공고문을 통해 자원한 자 24명(여성 13명, 남성 10명)을 선발하였다. 총 48명의 대상자가 연구에 참여하였으나 만성 요통 대상자 중 1명과 건강한 대상자 중 1명이 각각 뇌졸중 진단 및 아급성 요통 진단을 받은 것으로 나타나 제외하였다.

3. 평가 방법

1) 압력 통증 역치 측정

본 연구에서는 척추 뼈분절 PPT 측정을 위해 끝부분에 고무를 단 소형 디지털 압통 측정기(FPX 25 algometer, Wagner instruments, USA)를 사용하였다

(Figure 1). PPT의 측정은 1회로 약 15분 동안 진행하였다.

연구 대상자를 옆드리게 하여 양팔은 몸통 옆에 나란히 놓고, 디지털 압통 측정기를 사용하여 수치는 목-등-허리, 등-허리-목, 허리-목-등 중 무작위 순서로 평가되었으며 각 검사 사이에 10초의 휴식 간격을 두고 측정되었다. 참가자가 압력이 고통스럽다고 보고할 때까지 대략 50kPa/s의 속도로 압력을 점진적으로 증가시켰고 일정한 속도로 피부에 수직으로 압력을 가하고 대상자가 약간의 불편함을 느끼기 시작할 때 검사자에게 신호하도록 하였다.

PPT는 편안한 압력에서 통증으로 변하는 시점으로 정의하였으며, 측정 시 대상자에게 압력을 가했을 때 조금이라도 통증이 느껴진다면 대상자가 ‘아’ 소리를 내고, 검사자는 즉시 측정기구를 제거하였다. 뼈분절 통각과민을 정량화하기 위해 C4에서 S3까지 그 사이에 위치한 가시끝인대에서 PPT를 측정하였다.

C4-C5; C5-C6; C6-C7; C7-T1; T1-T2; T1-T2; T2-T3; T3-T4; T4-T5; T5-T6; T6-T7; T7-T8; T8-T9; T9-T10; T10-T11; T11-T12; T12-L1; L1-L2; L2-L3; L3-L4; L4-L5; L5-S1; S1-S2; 및 S2-S3의 가시끝인대이다. 총 23개 지점의 PPT를 측정하였다.

각 지점은 3번씩 측정되었으며 반복 사이에는 10초의 회복 시간을 제공하였다.

본 연구에서 사용된 디지털 압통 측정기의 최대 측정 한계는 25kg이었으며 대상자가 25kg의 압력까지 통증을 보고하지 못하면 검사를 중단하고 이 값을 PPT로 기록하였다(Liebano 등, 2011).



Figure 1. Pressure pain threshold measurement equipment

2) 통증 평가 설문지

CLBP군을 대상으로 NRS를 이용해 요통의 수준을 평가하였다. 환자는 자신의 통증 수준을 가장 잘 나타내는

척도에서 단일 숫자를 선택하도록 지시받으며 통증 정도가 어느 정도인지 숫자를 사용하여 말로 답하거나 적도록 하였다.

3) 심리사회적 수준 평가

대상자의 심리적 상태를 알아보기 위해 한국판 통증 파국화 척도(Korean version of pain catastrophizing scale; K-PCS)를 사용하였다. 이 평가지는 Sullivan 등(1995)이 개발한 통증 파국화 척도(pain catastrophizing scale; PCS)를 Cho 등(2013)이 한국어판으로 수정, 변안한 도구를 사용하여 측정하였다. Ho 등(2013)이 타당성 연구한 이 K-PCS는 13문항으로 구성되고, 5점 척도의 자기 보고식 척도이며 통증 감각에 대한 반응의 파국화 정도를 측정하기 위한 척도이다.

리커트(Likert) 5점 척도(‘전혀 그렇지 않다’ 1점에서 ‘매우 그렇다’ 5점)로 최저 0에서 최고 52점이다. 총점수가 높을수록 통증에 대해 반복해서 부정적으로 생각하고, 무력감을 느끼며, 통증을 과도하게 부정적으로 인식하는 정도가 높음을 의미한다. 즉, 통증의 파국적 사고가 높음을 의미한다.

통증과 관련된 사고에 대한 저항을 억제할 수 없음을 측정하는 ‘반추(rumination)’, 통증이 더 나빠지거나 부정적인 결과를 가져올 것이라고 염려하는 ‘확장(magnification)’, 통증에 대해 염려하거나 압도되고 말 것이라는 ‘무력감(helplessness)’의 3개 하위 요인으로 구성되어 있고 내적 일치도는 .93이며 검사-재검사 신뢰도는 .79로 보고하였다. Gim 등(2016)의 연구에서 내적 합치도는 .92이다. 도구의 신뢰도는 Cho 등(2013)의 연구에서 Cronbach’s α = .93로 보고하였다.

4) 기능장애 수준

CLBP군 대상자에 기능장애 수준을 알아보기 위해 한국판 오스웨스트리 장애지수(Korean version of Oswestry disability index; K-ODI)를 이용해 기능을 평가하였다. 오스웨스트리 장애 설문지는 Fairbank 등(1980)이 만성 요통 환자의 기능장애 상태를 평가하기 위해 개발된 자기기입식 평가도구이다.

K-ODI는 총 10개 항목으로 구성되어 있고 각 항목당 0~5점(6점 서열척도)을 부여하도록 구성되어 있다. 항목별 응답한 점수를 합하여 총점(50점)으로 나눈 후 100을 곱하여 백분율(%)로 표시한다. 만약 10개의 문항 모두 완료했다면 (총 득점) x (가능한 총점) x 100으로 계산한다. 한국 특성상 문항 8번을 빼는 경우도 있는데 이때 이를 계산하는 방법으로 범위는 최소 0점에서 최대 45점이

며 환자의 평가 점수를 총점(45점)으로 나눈 후 백분율로 환산한다. 임상적으로는 점수가 높을수록 기능장애 수준이 크다는 것을 의미한다(Grotle 등, 2005; Fairbank 등, 1980).

10개 항목에는 통증 정도, 개인위생, 물건 들기, 걸기, 앉기, 서있기, 잡자기, 성생활, 사회생활, 여행의 10개 영역에서 환자 본인이 느끼는 불편함이나 장애 정도가 있다. ODQ는 6점 척도로 낮은 점수(0점)인 경우보다 높은 점수(5점)일수록 기능장애 수준이 심한 것으로 의미한다. K-ODI의 신뢰성 계수(Cronbach's alpha)는 .92이었고, K-ODI의 검사-재검사의 신뢰도 계수는 .93이었으며 각 문항들의 신뢰도 계수는 .7 이상이었다.

4. 통계분석

본 연구를 통해 수집된 모든 자료의 통계 처리는 윈도우용 SPSS version 25.0 프로그램(IBM SPSS version 25.0, IBM Inc, USA)을 사용하였다. 대상자의 뼈분절 PPT 순서는 무작위 배정 프로그램(Research randomizer)을 이용하여 무작위로 할당하였다. 대상자의 일반적인 특성을 살펴보기 위하여 기술 통계를 이용하였고 연속변수는 평균±표준편차로 표현하였고, 범주형 수는 백분율로 표시하였다.

최종 분석 대상자의 기준은 척추 뼈분절 PPT 측정을 완료한 자, 연구에 동의한 자를 대상으로 하였다. CLBP 군과 건강한 대상자군 간에 PPT 차이는 독립 표본 t-검정으로 분석하였다. 두 군에 동질성 분석을 위해 Levene의 등분산 검정을 수행하였고, 한 척추 분절당 총 3회의 PPT 측정값에 대해 측정자 내 신뢰도 (intrarator reliability)를 구하기 위해 Cronbach 알파 값을 구하였다. 연구대상자의 PPT 측정값과 K-ODI, NRS, K-PCS 등 간에 상관성을 알아보기 위해 Pearson 상관분석을 시행하였고 CLBP군의 허리분절 PPT 수준에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 단순회귀분석을 이용하였다. 연구 분석 과정에서 측정 자료의 모든 통계학적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 일반적인 특성인 성별, 나이, 체중, 키, 체질량지수 및 만성 요통 대상자의 통증 기간, 통증 부

위, K-ODI, K-PCS, NRS 자료를 표 1에 제시하였다.

본 연구에서 두 군간 성별, 키, 몸무게, BMI 등의 인구학적 데이터는 건강한 대상자군과 CLBP군 간의 차이가 없었지만 두 군 간에 평균 연령($p=.04$)이 건강한 대상자군은 30.26세였고 CLBP군은 53.74세로 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 1).

CLBP군의 K-ODI는 평균 26.43%이었고 K-PCS 25.09%였다. NRS는 5.83 ± 2.16 였고 평균 통증 기간은 14.57 ± 9.83 개월이었다. 통증 부위는 허리에 국한된 통증을 지닌 자가 4명(17.39)였고 허리에 국한되지 않은 하지의 방사통을 지닌 대상자가 19명(82.60)이었다(Table 1).

Table 1.

General characteristics of healthy and chronic low back pain subjects

Characteristics	Healthy (n=23)	CLBP (n=23)	P
Age (yrs)	30.26±10.15 ^a	53.74±15.19	.041
Gender (number)	13(56.52)/ 10(43.48) ^b	10(43.48)/ 13(56.52)	.376
Male/Female			
Height (cm)	168.96±8.16	164.17±7.75	.726
Weight (kg)	73.00±17.81	65.3±12.33	.272
BMI (m/kg ²)	25.37±5.08	23.64±3.81	.445
KODI (%)	-	26.43±17.41	
KPCS (point)	-	25.09±17.04	
Pain intensity (NRS)	-	5.83±2.16	
Duration of pain (months)		14.57±9.83	
< 6 months	-	7 (30.43)	
6~12 months	-	2 (8.69)	
≥12 months	-	14 (60.86)	
Radiating pain		19(82.60)/ 4(17.39)	
Yes/No	-		

^aMean±SD, ^bnumber(%), CLBP: Chronic lower back pain, BMI: Body mass index, KODI: Korean Oswestry disability index, KPCS: Korean version of pain catastrophizing scale, NRS: Numeral rating scale

2. 척추 분절에 압력 통증 역치

PPT 측정 후 수집된 결과는 표 2, 3, 4, 5, 6에 제시되어 있다. PPT 측정에 대한 검사자 내 신뢰도는

Cronbach 알파값 .984로 매우 높은 것으로 나타났다.

건강한 대상자와 CLBP군 간에 척추 뼈분절 PPT 값은 전체 분절에서 CLBP군이 더 낮은 PPT 값을 보였고 특히 목과 등의 척추 뼈분절 중 C6C7, C7T1, T1T2, T2T3, T3T4, T4T5, T5T6, T6T7, T7T8, 그리고 허리와 영치의 척추 뼈분절 중 L2L3, L3L4, L5S1, S1S2 분절에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$) (Table 2).

C7T1 분절에서 건강한 대상군은 14.91 ± 7.31 , CLBP군은 10.23 ± 3.59 로 통계학적으로 가장 유의한 차이 ($p = .009$)를 보였다(Table 2).

건강한 대상자군과 CLBP군 간에 척추 뼈분절별 PPT는 목, 위등, 허리, 그리고 종합 점수 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였으며($p < .05$), 특히나 위등에서 유의확률 .012로 가장 유의한 차이를 나타냈다(Table 3). 건강한 대상자의 척추 뼈분절의 PPT값 간의 상관관계는 모든 분절에서 허리에서의 압통값과 높은 상관관계를 보였고($p < .01$)(Table 4), CLBP군의 경우 역시 높은 양의 상관관계 보였다($p < .05$)(Table 5).

CLBP군의 허리뼈 분절의 PPT의 종합 점수와 목, 등, 영치의 척추 뼈분절별 종합 점수값 간에는 높은 상관관계를 보이거나 통증 수준, 기능장애 수준, 심리적 상태와 척추 뼈분절 PPT는 상관성을 보이지 않았다($p < .05$)(Table 6). K-ODI의 경우, 영치뼈 분절 PPT 값과 유의한 음의 상관성 $r = -.462$ ($p < .01$)를 보였다.

건강한 대상군의 허리뼈 분절의 PPT의 종합 점수와 목, 등, 영치의 척추 뼈분절별 종합 점수값 간에는 유의한 통계학적 상관관계가 나타났다($p < .01$)(Table 7).

IV. 고 찰

본 연구에서 두 군 간에 평균 연령($p = .04$)이 건강한 대상자군은 30.26세였고 CLBP군은 53.74세로 군 간에 유의한 차이가 있어 두 군의 허리뼈 분절 PPT 값을 종속변수로 하고 공변량을 나이로 하여 공분산 분석을 시행하였고 두 군 간에 유의 확률은 .018로 유의한 것으로 나타났다. Imamura 등(2013)의 연구에 의하면 연령과 PPT 측정값 간에는 상관관계가 없다고 보고하였으나 Kato 등(2017)의 연구에서는 노화는 통증 인식 역치의 증가 및 통증 감소와 관련이 있는 것으로 나타났다 (Table 1).

Table 2.

Sites where pressure pain threshold was measured in healthy and chronic low back pain subjects

Measure site	Healthy (n=23)	CLBP (n=23)	t
Cervical	C4C5	10.63±5.70 ^a	8.01±2.58 2.010
	C5C6	10.59±6.23	7.88±2.91 1.888
	C6C7	12.90±6.84	9.01±3.72 2.394*
	C7T1	14.91±7.31	10.23±3.59 2.752**
Upper thoracic	T1T2	15.36±7.23	10.92±4.66 2.472*
	T2T3	15.56±6.67	11.13±4.56 2.630*
	T3T4	15.44±7.74	10.69±4.70 2.513*
	T4T5	15.30±7.69	10.51±4.86 2.524*
	T5T6	15.47±7.39	10.73±4.94 2.556*
	T6T7	15.63±7.20	11.45±4.77 2.315*
Lower thoracic	T7T8	15.85±7.07	11.77±4.91 2.267*
	T8T9	16.26±7.49	12.57±5.56 1.892
	T9T10	16.47±7.18	13.05±4.91 1.885
	T10T11	16.55±6.89	13.82±4.45 1.598
	T11T12	16.92±6.93	13.91±5.35 1.647
Lumbar	T12L1	16.23±6.24	13.43±5.50 1.615
	L1L2	16.65±6.32	13.76±4.87 1.736
	L2L3	16.76±6.77	13.14±4.64 2.112*
	L3L4	17.60±6.92	13.05±5.31 2.502*
Sacrum	L4L5	17.84±6.70	14.67±5.57 1.745
	L5S1	19.18±5.88	15.49±5.86 2.125*
	S1S2	19.44±6.36	15.74±5.53 2.109*
	S2S3	18.30±6.63	15.41±6.27 1.518

^aMean(kg)±SD, * $p < .05$, ** $p < .01$, CLBP: Chronic lower back pain

Table 3.

Sites where total score of pressure pain threshold was measured in healthy and chronic low back pain subjects

Measure site	Healthy (n=23)	CLBP (n=23)	t
C-Total	12.89±6.35 ^a	9.19±3.11	2.512*
UT-Total	15.43±7.23	10.80±4.46	2.613*
LT-Total	16.27±6.75	12.98±4.68	1.920
L-Total	17.61±6.22	14.02±4.88	2.173*
S-Total	18.87±6.36	15.57±5.75	1.844
Total	16.21±6.25	12.51±4.20	2.355*

^aMean(kg)±SD, * $p < .05$, CLBP: Chronic lower back pain, C: Cervical, UT: Upper thoracic, LT: Lower thoracic, L: Lumbar S: Sacrum

Table 4.
 Correlation coefficient of pressure pain threshold values by body part in healthy subjects

Sites	C4C5	C5C6	C6C7	C7T1	T1T2	T2T3	T3T4	T4T5	T5T6	T6T7	T7T8	T8T9	T9T10	T10T11	T11T12	T12L1	L1L2	L2L3	L3L4	L4L5	L5S1	S1S2
C5C6	.89*																					
C6C7	.90*	.89*																				
C7T1	.89*	.88*	.99*																			
T1T2	.82*	.83*	.91*	.90*																		
T2T3	.92*	.90*	.94*	.93*	.88*																	
T3T4	.82*	.81*	.95*	.93*	.90*	.93*																
T4T5	.89*	.86*	.96*	.93*	.94*	.96*	.96*															
T5T6	.88*	.86*	.96*	.94*	.93*	.97*	.99*	.99*														
T6T7	.85*	.84*	.92*	.91*	.93*	.95*	.94*	.97*	.98*													
T7T8	.87*	.84*	.93*	.92*	.96*	.93*	.93*	.97*	.97*	.96*												
T8T9	.81*	.82*	.86*	.87*	.93*	.89*	.87*	.90*	.91*	.94*	.95*											
T9T10	.82*	.83*	.86*	.85*	.91*	.87*	.86*	.91*	.91*	.92*	.95*	.97*										
T10T11	.78*	.78*	.86*	.86*	.93*	.89*	.90*	.94*	.94*	.95*	.96*	.93*	.93*									
T11T12	.79*	.76*	.84*	.85*	.96*	.86*	.84*	.90*	.89*	.93*	.93*	.93*	.90*	.95*								
T12L1	.78*	.76*	.85*	.86*	.92*	.88*	.87*	.90*	.90*	.94*	.91*	.89*	.85*	.94*	.96*							
L1L2	.83*	.79*	.89*	.88*	.92*	.89*	.88*	.93*	.92*	.91*	.96*	.91*	.89*	.96*	.93*	.93*						
L2L3	.78*	.77*	.86*	.87*	.88*	.88*	.87*	.89*	.89*	.90*	.92*	.94*	.91*	.90*	.89*	.87*	.93*					
L3L4	.82*	.76*	.85*	.86*	.80*	.81*	.81*	.82*	.84*	.84*	.88*	.89*	.90*	.80*	.79*	.78*	.84*	.91*				
L4L5	.86*	.75*	.85*	.86*	.80*	.81*	.80*	.84*	.84*	.84*	.90*	.86*	.89*	.82*	.79*	.78*	.86*	.89*	.97*			
L5S1	.76*	.72*	.82*	.86*	.86*	.78*	.75*	.80*	.81*	.89*	.86*	.88*	.87*	.83*	.89*	.85*	.82*	.85*	.87*	.85*		
S1S2	.67*	.73*	.85*	.87*	.87*	.78*	.80*	.80*	.82*	.82*	.81*	.83*	.79*	.79*	.85*	.82*	.77*	.80*	.77*	.71*	.96*	
S2S3	.73*	.72*	.82*	.86*	.89*	.81*	.78*	.80*	.82*	.85*	.82*	.86*	.78*	.78*	.88*	.87*	.80*	.86*	.79*	.74*	.90*	.92*

*p<.05

Table 5.
Correlation coefficient of pressure pain threshold values by body part in chronic low back pain subjects

Sites	C4C5	C5C6	C6C7	C7T1	T1T2	T2T3	T3T4	T4T5	T5T6	T6T7	T7T8	T8T9	T9T10	T10T11	T11T12	T12L1	L1L2	L2L3	L3L4	L4L5	L5S1	S1S2
C5C6	.80*																					
C6C7	.71*	.88*																				
C7T1	.68*	.77*	.83*																			
T1T2	.57*	.71*	.82*	.90*																		
T2T3	.51*	.69*	.78*	.79*	.87*																	
T3T4	.40	.63*	.77*	.72*	.76*	.91*																
T4T5	.50*	.60*	.72*	.69*	.70*	.82*	.87*															
T5T6	.26	.54*	.69*	.53*	.65*	.69*	.69*	.72*														
T6T7	.35	.49*	.69*	.69*	.77*	.66*	.74*	.82*	.81*													
T7T8	.42*	.49*	.73*	.63*	.74*	.67*	.71*	.74*	.83*	.86*												
T8T9	.59*	.57*	.73*	.72*	.78*	.62*	.61*	.74*	.68*	.81*	.88*											
T9T10	.53*	.52*	.75*	.72*	.72*	.60*	.71*	.74*	.67*	.84*	.88*	.86*										
T10T11	.42*	.49*	.59*	.56*	.54*	.53*	.70*	.72*	.54*	.69*	.59*	.65*	.84*									
T11T12	.50*	.53*	.64*	.60*	.59*	.53*	.61*	.72*	.55*	.70*	.62*	.69*	.83*	.88*								
T12L1	.36	.41	.54*	.63*	.65*	.64*	.76*	.84*	.60*	.85*	.71*	.72*	.77*	.76*	.76*							
L1L2	.47*	.43*	.56*	.72*	.69*	.55*	.52*	.65*	.43*	.68*	.58*	.77*	.65*	.57*	.61*	.72*						
L2L3	.62*	.66*	.78*	.89*	.88*	.76*	.74*	.77*	.56*	.79*	.77*	.89*	.82*	.64*	.66*	.75*	.84*					
L3L4	.61*	.68*	.71*	.80*	.83*	.74*	.68*	.77*	.54*	.71*	.66*	.82*	.73*	.63*	.68*	.75*	.77*	.92*				
L4L5	.59*	.66*	.70*	.80*	.73*	.60*	.54*	.62*	.45*	.61*	.52*	.66*	.70*	.61*	.67*	.58*	.74*	.80*	.87*			
L5S1	.57*	.55*	.63*	.73*	.66*	.54*	.49*	.55*	.34	.55*	.50*	.57*	.65*	.55*	.64*	.54*	.69*	.75*	.80*	.96*		
S1S2	.56*	.61*	.75*	.79*	.75*	.62*	.62*	.59*	.49*	.64*	.63*	.66*	.78*	.60*	.67*	.63*	.61*	.79*	.81*	.88*	.90*	
S2S3	.55*	.56*	.72*	.71*	.70*	.57*	.55*	.54*	.47*	.58*	.68*	.72*	.72*	.47*	.54*	.55*	.61*	.78*	.76*	.80*	.81*	.91*

*p<.05

Table 6.
Correlation coefficient between pain, disability level and pressure pain threshold level in chronic low back pain subjects

	KODI	KPCS	NRS	C- Total	UT- Total	LT- Total	L- Total	S- Total
C- Total	-.081	.102	.073					
UT- Total	.042	.244	.220	.872**				
LT- Total	.058	.382	.163	.766**	.854**			
L- Total	-.230	-.017	-.041	.792**	.717**	.711**		
S- Total	-.462*	-.230	-.224	.714**	.639**	.655**	.829**	
Total	-.234	.019	-.013	.893**	.882**	.813**	.904**	.901**

*p<.05, **p<.01, KODI: Korean Oswestry disability index, KPCS: Korean version of pain catastrophizing scale, NRS: Numeral rating scale, C: Cervical, UT: Upper thoracic, LT: Lower thoracic, L: Lumbar, S: Sacrum

Table 7.
Correlation coefficient between pressure pain threshold levels for each spinal region in healthy subjects

	C- Total	UT- Total	LT- Total	L- Total	S- Total
UT- Total	.983*				
LT- Total	.951*	.957*			
L- Total	.908*	.906*	.927*		
S- Total	.836*	.825*	.868*	.864*	
Total	.953*	.951*	.959*	.955*	.920*

*p<.05, C: Cervical, UT: Upper thoracic, LT: Lower thoracic, L: Lumbar S: Sacrum

건강한 대상자와 CLBP군 간에 척추 뼈분절 PPT 값은 전체 분절에서 CLBP군이 유의하게 더 민감하게 나타났

으며, 이는 Giesbrecht와 Battié(2005)의 허리로부터의 원위부 및 신경해부학적으로 요추와 관련이 없는 검사 부위도 통증이 없는 건강한 대상에 비해 CLBP가 있는 대상에서 더 낮다는 보고와 일치한다. 그리고 본 연구에서 목과 등(C6C7, C7T1, T1T2, T2T3, T3T4, T4T5, T5T6, T6T7, T7T8), 그리고 허리와 영치분절(L2L3, L3L4, L5S1, S1S2)에서 통계학적으로 유의한 차이를 보이는데 이는 Imamura 등(2013)의 연구에서 L1-S3 척추 분절에 의해 지배되는 다양한 근육, 인대 및 피하 조직에 대한 PPT 값은 건강한 대조군에 비해 CLBP 환자군에서 현저히 낮았다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하였다.

건강한 대상자와 CLBP군 모두 모든 척추 뼈분절에서 허리의 PPT 값과 높은 양의 상관관계 보이는데 이는 허리의 PPT 값이 모든 척추 뼈분절의 PPT 값에 영향을 미칠 수 있음을 시사한다(Table 3)(Table 4). 추가적으로 회귀분석을 실시한 결과, CLBP군에 LT의 PPT에 영향을 미치는 변수는 ST와 LTT 순으로 나타났고, ST와 LTT 모두 유의 확률 .002이고 이 회귀식의 설명력 .84로 높게 나타났다.

Hwang 등(2022)의 만성통증과 심리사회적 요인은 유의미한 상관관계를 보인다는 연구와는 상호 모순되는 결과로 본 연구에서는 CLBP군의 심리사회적 요인과 척추 뼈분절 PPT의 간에 유의미한 상관관계는 나타나지 않았다. 이는 생물 심리사회 모델을 사용하여 “통증은 더 이상 유해한 자극과 질병에 대한 단순한 신체적 감각으로 간주 될 수 없으며 통증에 대한 의식적 경험은 정신적, 감정적, 감각적 메커니즘에 의해 조절될 수 있으며 다음을 포함할 수 있다”고 제안한 Waddell 등(1987)의 연구와도 상반된 결과를 보인다.

이는 본 연구의 만성 요통 환자군이 심리사회적 요인의 점수가 52점 만점 중에 25점으로 임상적 관련성을 보이는 30점 이상의 컷오프에는 미치지 못했기에 심리사회적 요인과 통계학적으로 유의미한 상관성을 보이지 않은 것으로 사료된다.

기능장애 수준의 경우 영치뼈 분절 PPT 값과 유의한 음의 상관성 $r=-.462(p<.01)$ 를 보이는데 이는 Imamura 등(2013)의 연구에서 PPT 측정값과 기능장애 수준(Roland-Morris questionnaire)과 일부 구조물에서 PPT와 음의 상관관계를 보인 것과 유사한 결과를 나타냈다. 이는 통증 수준과 PPT값 간에 유의한 상관관계가 없었다는 Imamura 등(2013)의 연구 결과와 일치하였다. 본 연구의 CLBP군의 기능장애 수준은 평균 26.43점으로 중등도 수준(<27점)의 장애를 나타내기에 유의미한

상관관계가 없으므로 판단된다. 그러나 Schiphorst 등 (2008)의 연구에서는 CLBP 환자에서 유의한 영향을 미친 유일한 변수가 심리사회적 요인이라 제시하였다. 이에 CLBP 환자의 심리적 요인과 기능장애 간에 관련성이 현재까지 제안된 것만큼 명확하지 않음을 의미할 수 있다고 보고한다.

건강한 대상자는 허리뼈 분절의 PPT와 모든 척추 뼈 분절에서 유의한 상관관계를 보이며 이는 허리뼈 분절의 PPT 감소가 나머지 척추 뼈분절의 PPT 감소에 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 따라서 건강한 대상자보다 낮은 PPT 값은 요통 발병 위험 증가와 관련이 있음을 보여주며 통증의 기간과 강도에 따라 통각 경로를 자극할 수 있다. CLBP군의 만성화된 통증은 척추 뒤뿔의 수용 영역을 넓히고 중추신경계의 특정 통증 부위를 자극해 통증 역치를 낮춰 근절(myotome), 뼈분절(sclerotome) 그리고 피부분절(dermatome)까지 확산되어 전체 척추 분절을 민감하게 만든다.

Woolf 등(1983)은 말초 감각화(peripheral sensitization)로 알려진 말초 통각 수용기의 과민증의 유발로 내부 신경원의 흥분성 및 반응성 강화 등 유해한 입력 기능 변화가 장기간 지속되는 경우 CS로 나타날 것이라 하였고 이러한 변화는 통각 입력이 사라진 후에도 오랫동안 남아 있을 수 있다고 보고하였다. 이러한 과정과 척추 신경원의 과흥분성 상태를 CS라고 하며 CS에는 뇌의 감각 처리 변화, 하행 통증 억제 기전의 오작동, 통증 촉진 경로의 활동 증가, 2차 통증의 시간적 가중이 포함된다.

이는 만성 요통 환자의 건강한 대상자보다 낮은 척추 뼈분절 PPT 값이 CS의 특성을 지니고 있음을 나타낸다. 또한 그들은 고통스러운 자극을 국소적으로 적용하면 CLBP군에서 해당 국소 부위의 혈류가 증가한다고 보고했는데, 이는 CLBP군이 대조군에 비해 압력에 더 민감하다는 사실을 뒷받침하며 CLBP 환자의 중앙 처리 능력이 증가했음을 시사한다. 이러한 발견은 광범위한 통증과 관련된 부적절한 처리로 인해 중추 감각 및 적응이 발달한 데에서 기인한다. 즉, 흥분성 증가, 억제 감소, 중추신경계의 구조 변경 등의 기전이 중추 감각을 유발할 수 있다.

따라서 본 연구는 CLBP의 CS에 대해 추가적 근거를 제공하며 CLBP군에 대한 CS의 존재를 확인하기 위한 PPT의 사용이 유효하고 신뢰할 수 있음을 보고한다.

본 연구의 제한점이 중 하나는 두 군 간에 연령이 유의한 차이를 보인다는 것이다. 그러나 본 연구에서는 건강한 대상자군으로 척추 뼈분절의 PPT에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 목, 등, 허리, 영치의 척추분절과 간접

적인 영향을 미칠 수 있는 어깨, 무릎의 사지에서 지난 12개월 중 7일 이상의 통증을 지닌 자를 제외하였기 때문에 이것이 군 간에 연령 차이에 기여한 원인인 것으로 보인다.

V. 결론

본 연구는 건강한 대상자(23명)와 CLBP 환자(23명)를 대상으로 척추 뼈분절에 PPT 수준의 비교와 CLBP 환자의 척추 뼈분절 PPT와 통증 수준, 기능장애 수준, 심리사회적 요인 간에 상관성을 알아보기 위해 시행하였다. 평가는 전신의 척추 뼈분절에 PPT를 측정 비교하였고, 요통 환자를 대상으로 PPT와 통증 수준, 기능장애 수준, 심리사회적 특성을 평가하여 PPT와의 영향과 상관성 분석을 실시하였다.

이번 연구를 통해 CLBP 환자의 모든 척추분절에 PPT 수준은 건강한 사람보다 유의하게 낮았고, 허리에 PPT는 다른 척추 부위에 PPT와 유의한 상관성이 있었다. 또한 CLBP 환자에 허리 부위뿐만 아니라 다른 척추 부위의 CLBP에도 변화가 있음을 알 수 있었다. 이러한 정보를 요통 환자의 임상 치료 시 고려해야 할 것이다.

참고문헌

- Adams MA. Biomechanics of back pain. *Acupunct Med.* 2004;22(4):178-188. <https://doi.org/10.1136/aim.22.4.178>
- Airaksinen O, Brox JJ, Cedraschi C, et al. Chapter 4: European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *Eur Spine J.* 2006;15:192-300. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-1072-1>
- Arendt-nielsen L, Brennum J, Sindrup S, et al. Electrophysiological and psychophysical quantification of temporal summation in the human nociceptive system. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1994;68:266-273. <https://doi.org/10.1007/BF00376776>
- Cho S, Kim HY, Lee JH. Validation of the Korean version of the pain catastrophizing scale in patients with chronic non-cancer pain. *Qual Life Res.* 2013;22(7):1767-1772. <https://doi.org>

- /10.1007/s11136-012-0308-2
- Derbyshire SWG, Jones AKP, Creed F, et al. Cerebral responses to noxious thermal stimulation in chronic low back pain patients and normal controls. *Neuroimage*. 2002;16(1):158-168. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1066>
- Fairbank JC, Couper J, Davies JB, et al. The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy*. 1980;66(8):271-273.
- Ferreira ML, Smeets RJEM, Kamper SJ, et al. Can we explain heterogeneity among randomized clinical trials of exercise for chronic back pain? A meta-regression analysis of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2010;90(10):1383-1403. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090332>
- Giesbrecht RJ, 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):1085-1092. <https://doi.org/10.1093/ptj/85.10.1085>
- Giesecke T, Gracely RH, Grant MAB, et al. Evidence of augmented central pain processing in idiopathic chronic low back pain. *Arthritis Rheum*. 2004;50(2):613-623. <https://doi.org/10.1002/art.20063>
- Gim WS, Sim KL, Cho OK. The effects of korean mindfulness-based stress reduction program on pain intensity, pain catastrophizing, and depression in elders: Focus on elderly women. *Korean J Stress Res*. 2018;23(3):611-629. <https://doi.org/10.17315/kjhp.2018.23.3.002>
- Grotle M, Brox JI, Vøllestad NK. Functional status and disability questionnaires: What do they assess?: A systematic review of back-specific outcome questionnaires. *Spine*. 2005;30(1):130-140. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000149184.16509.73>
- Hart FD. Epidermiological features of chronic low-back pain. In: French's index differ diagnosis. Published Online. Elsevier. 1979;85-91. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7236-0490-7.50029-X>
- Ho AP, et al. A peer counselling program for the elderly with depression living in the community. *Aging Ment Health*. 2007;11(1):69-74. <https://doi.org/10.1080/13607860600735861>
- Hwang L, Kim S. Comparison of the immediate effects of two types of muscle energy techniques applied to the hamstring of adults in their twenties with or without low back pain on the pelvic inclination and the length of the hamstring. *Physical Therapy Korea*. 2022;29:37-47. <https://doi.org/org/10.12674/ptk.2022.29.1.37>
- Imamura M, Alfieri FM, Filippo TRM, et al. Pressure pain thresholds in patients with chronic nonspecific low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2016;29(2):327-336. <https://doi.org/10.3233/BMR-150636>
- Imamura M, Chen J, Matsubayashi SR, et al. Changes in pressure pain threshold in patients with chronic nonspecific low back pain. *Spine*. 2013;38(24):2098-2107. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000435027.50317.d7>
- Jeong EK, Kwak YH, Song JS. Influences of chronic pain on the use of medical services in South Korea. *J Korea Contents Assoc*. 2015;15(2):363-369. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2015.15.02.363>
- Kato F, Abe T, Kanbara K, et al. Pain threshold reflects psychological traits in patients with chronic pain: A cross-sectional study. *Biopsychosoc Med*. 2017;11:1-9. <https://doi.org/10.1186/s13030-017-0098-4>
- Kim SK, Chung HS, Soo S. Degrees of low back pain, knowledge of and educational needs for low back pain in patients with chronic low back pain. *J Muscle Jt Heal*. 2017;24(1):56-65.
- Liebano RE, Vance CG, Rakel BA, et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation and conditioned pain modulation influence

Yoo and Kim. Comparison of the Pressure Pain Thresholds the Vertebral Segments Between Patients with Chronic Lower Back Pain and Healthy Individuals, and Correlation Between Pain, Dysfunction, and Psychological Status in Patients with Chronic Lower Back Pain

- the perception of pain in humans. *Eur J Pain*. 2013;17:1539-1546
- Melzack R, Wall P. *The Challenge of Pain*. Penguin Books.
- O'Neill S, Kjaer P, Graven-Nielsen T, et al. Low pressure pain thresholds are associated with, but does not predispose for, low back pain. *Eur Spine J*. 2011;20:2120-2125.
- Plandowska M, Kędra A, Kędra P, et al. Trunk alignment in physically active young males with low back pain. *J Clin Med*. 2022;11(14):4206. <https://doi.org/10.3390/jcm11144206>
- Rissanen RM, Pentti M. The surgical anatomy and pathology of the supraspinous and interspinous ligaments of the lumbar spine with special reference to ligament ruptures. *Acta Orthop Scand Suppl*. 1960;31(46):3-100. <https://doi.org/10.3109/ort.1960.31.suppl-46.01>
- Rossignol M, Rozenberg S, Leclerc A. Epidemiology of low back pain: What's new? *Joint Bone Spine*. 2009;76(6):608-613. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2009.07.003>
- Roy R. Pain clinics: Reassessment of objectives and outcomes. *Arch Phys Med Rehab*. 1984; 65:448-451.
- Salvarani C, Barozzi L, Boiardi L, et al. Lumbar interspinous bursitis in active polymyalgia rheumatica. *Clin Exp Rheumatol*. 2013;31(4):526-31. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2012-eular.2169>
- Schiphorst Preuper HR, Reneman MF, Boonstra AM, et al. Relationship between psychological factors and performance based and self reported disability in chronic low back pain. *Eur Spine J*. 2008;17:1448-1456. <https://doi.org/10.1007/s00586-008-0772-0>
- Sullivan MJL, Bishop SR, Pivik J. The pain catastrophizing scale: Development and validation. *Psychol assess*. 1995;7(4):524. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.7.4.524>
- Vanderweeen L, Oostendorp RAB, Vaes P, et al. Pressure algometry in manual therapy. *Man ther*. 1996;1(5):258-265. <https://doi.org/10.1054/math.1996.0276>
- Waddell G. 1987 Volvo award in clinical sciences: A new clinical model for the treatment of low-back pain. *Spine*. 1987;12(7):632-644. <https://doi.org/10.1097/00007632-198709000-00002>
- Williams W. Secondary premature ejaculation due to semen sensitivity. *Aust N Z J Psychiatry*. 1980;14(3):217-218. <https://doi.org/10.3109/00048678009159382>
- Woolf CJ, Salter MW. Neuronal plasticity: Increasing the gain in pain. *Science*, 2000; 288(5472):1765-1768. <https://doi.org/10.1126/science.288.5472.176>
- Woolf CJ. Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain*. 2011;152(3):S2-S15. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.09.030>
- Woolf CJ. Evidence for a central component of post-injury pain hypersensitivity. *Nature*. 1983;306(5944):686-688. <https://doi.org/10.1038/306686a0>

논문접수일(Date received) : 2023년 11월 11일
논문수정일(Date Revised) : 2023년 11월 15일
논문게재확정일(Date Accepted) : 2023년 12월 05일