

■ 정규호¹, 김난수^{2*}

■¹고현서울삼성정형외과의원, ^{2*}부산가톨릭대학교 물리치료학과

Correlation Among Chronic Neck Pain, Pulmonary Function, and Respiratory Muscle Strength

Gyu-Ho Jeong PT¹, MS, Nan-Soo Kim, PT, PhD^{2*}

¹GoHyeon Seoul Samsung Orthopedic Clinic, ^{2*}Department of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

Purpose: Chronic neck pain is associated with respiratory dysfunction, affecting pulmonary function and respiratory muscle strength. This study aimed to investigate the relationship among chronic neck pain, pulmonary function, and respiratory muscle strength in adults. **Methods:** Pulmonary function, including forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 s (FEV₁), and FEV₁/FVC ratio, was assessed by spirometry. The respiratory muscle strength was measured based on the maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP). The relationship among chronic neck pain, pulmonary function, and respiratory muscle strength was examined by Pearson correlation analysis. **Results:** Chronic neck pain showed a significant negative correlation with FVC, FEV₁, and MEP, whereas MIP demonstrated a nonsignificant negative relationship. **Conclusion:** Chronic neck pain contributes to the reduction in pulmonary function and respiratory muscle strength, particularly MEP. These results indicate the need for pulmonary function assessment and interventions to improve the respiratory function of patients with chronic neck pain.

Key words: Chronic neck pain, pulmonary function, respiratory muscle strength, forced vital capacity

Received: January 30, 2025 / **Revised:** February 14, 2025 / **Accepted:** February 17, 2025

I. 서론

목통증은 유병률이 21.3%로, 현대 사회에서 스마트폰과 컴퓨터 사용량이 증가함에 따라 가장 흔한 근골격계 질환 중 하나이다(Hoy 등, 2010). 스마트폰과 컴퓨터의 장시간 사용은 목과 어깨 주변의 피로를 증가시키고, 근육의 조절 능력 감소로 인해 목뼈의 불안정성을 초래한다(소윤지와 우영근, 2014). 이러한 목뼈의 불안정성은 고유수용성 감각을 감소시켜 자세 안정성에 영향을 미치며, 목의 통증을 유발한다(강정일과 정대근, 2016). 목통증의 빈도는 직종에 따라 다르며, 병원과 사무실 근로자들 사이에서 가장 높은 빈도를 보였다(Carroll 등, 2008).

목통증은 대부분 만성-에피소드 과정으로 진행된다(Hoy 등, 2010). 국제 통증 연구 연합(International Association for the Study of Pain)에서 발표한 만성 통증에 대한 11차 분류(International Classification of Diseases, ICD-11)에 따르면 만성 통증은 3개월 이상 지속적이거나 반복적으로 재발하는 통증

으로 정의된다(Treede 등, 2019). 따라서 만성 목통증은 목 부위에서 3개월 이상 지속되는 통증으로 정의된다. 만성 목통증은 신체적, 심리적, 사회적 요인에 영향을 미치는 복합적인 상태로, 일상생활 및 스포츠 활동을 제한한다(Manchikanti 등, 2009).

목 주변 근육은 목뼈를 안정시킬 뿐만 아니라 목빗근과 앞목갈비근 같은 근육은 호흡에도 기여한다(Obayashi 등, 2012). 그러나 만성 목통증은 이러한 근육의 근력, 근지구력, 운동 조절, 고유수용성을 감소시키며(Rampazo 등, 2021), 근육의 활성 수준과 협응 패턴을 변화시킨다(Peng 등, 2021). 이러한 변화는 목뼈에 직접적인 영향을 미치고, 등뼈에도 간접적으로 부정적인 영향을 줄 수 있다(Lv 등, 2022). 목뼈와 등뼈는 밀접한 연관성을 가지며(Kapreli 등, 2008), 목통증으로 인한 목빗근과 앞목갈비근의 근활성도 증가는 전방 머리 자세와 척추뒤틀림을 유발한다(Key 등, 2008). 이러한 변화는 다시 목통증을 유발하며 악순환의 고리를 형성하고, 호흡 역학에도 부정적인 영향을 미친다(Dareh-Deh 등, 2022).

이 연구는 2023년도 부산가톨릭대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음

교신저자: 김난수

주소: 46252 부산광역시 금정구 오륜대로 57 부산가톨릭대학교 물리치료학과, E-mail: hnskim@cup.ac.kr

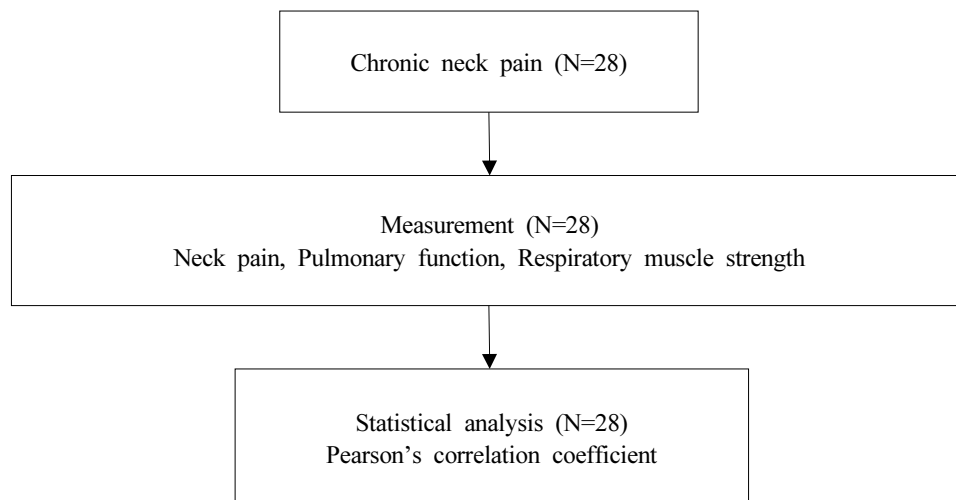


Figure 1. Flow diagram of this study

즉, 만성 목통증은 가로막과 갈비사이근 같은 호흡근의 길이-장력 곡선을 변화시켜 호흡 기능을 감소시킨다(Kahlaee 등, 2017; Tatsios 등, 2022). 만성 목통증은 호흡에 직접적인 영향을 미치지 않지만, 호흡 관련 문제를 악화시킬 수 있다(Kahlaee 등, 2017). 선행 연구에서는 목통증이 흉곽에 역학적 변화를 일으키며 호흡 역학에 부정적 영향을 미칠 수 있음을 증명하였다(Kapreli 등, 2008; Wirth 등, 2014; Kahlaee 등, 2017; Tatsios 등, 2022).

목통증 환자의 83%가 호흡 패턴의 변화를 경험하며, 이는 목통증이 호흡에 중요한 영향을 미칠 수 있음을 시사한다(Perri & Halford, 2004). 목통증은 근력, 지구력, 운동 범위, 심리적 상태와 유의한 상관관계를 가진다(Kahlaee 등, 2017)는 연구 결과는 목과 관련된 기능적 장애가 전신적인 문제로 확장될 가능성을 보여준다. 또한, 만성 목통증 환자와 무증상 대조군 간의 폐기능을 비교한 연구에서는 만성 목통증 환자의 폐 용적이 감소한 결과가 보고되었다(Dağ 등, 2022). 이러한 결과는 만성 목통증이 흉곽 움직임과 호흡 기능에 미치는 영향을 시사하며, 국내에서도 만성 목통증 환자를 대상으로 호흡 재교육이나 관절가동술이 폐 기능에 미치는 효과를 검증한 연구가 진행된 바 있다(강정일과 정대근, 2016; 이상후, 2024; 황보필녀, 2011).

만성 목통증 환자의 머리척추각(Cranial vertebral angle)과 강제폐활량 및 1초간 강제날숨량 간의 양의 상관관계가 보고되었으나(김정현, 2018), 목통증과 관련된 폐기능 및 호흡근 근력 간의 직접적인 관계를 조사한 연구는 여전히 부족하다. 따라서 본 연구의 목적은 만성 목통증 환자를 대상으로 만성 목통증과 폐기능 및 호흡근 근력의 관계를 규명하고, 만성 목통증에 대한 물리치료 중재 시 호흡운동의 필요성을 강조하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

연구 대상은 본 연구에 대한 목적 및 방법에 대해 충분히 설명을 듣고 자발적으로 참여에 동의한 자로 선정하였다. 참여 기준은 현재 목통증을 가지고 있으며(Bernal-Utrera 등, 2020), 지난 3개월 동안 지속적인 목 통증이 있는 20~55세 성인 28명을 포함하였다(Figure 1). 제외 기준은 상지 방사통이 있는 자, 목뼈 외상이 있는 자, 편타성 손상, 목뼈 수술 이력이 있는 자, 목뼈 추간판탈출증 진단을 받은 자, 척추 퇴행성 질환, 심장 질환, 또는 호흡곤란이 있는 자로 설정하였다(Tatsios 등, 2022).

2. 측정도구 및 방법

1) 목통증

목통증은 숫자통증척도(Numeric Rating Scale, NRS)를 사용하여 지난 24시간 동안의 통증을 기준으로 측정하였다. NRS는 0점(통증 없음)에서 10점(견딜 수 없는 심한 통증)까지의 11점 척도로 구성되어 있으며, 대상자가 자신의 통증 정도를 숫자로 표현하도록 하였다.

2) 호흡 기능

호흡 기능을 평가하기 위해서 폐활량계(Pony FX, COSMED Inc, Rome, Italy)를 사용하여 폐 기능검사(Pulmonary function test, PFT)를 실시하였다. 측정 항목으로는 강제폐활량(Forced Vital Capacity, FVC), 1초간 강제날숨량(Forced Expiratory Volume in One Second, FEV₁), 및 FVC/FEV₁

비율이 포함되었다. 검사는 미국흉부학회(American Thoracic Society) 지침에 따라 진행되었다(Graham 등, 2019). 대상자는 의자에 앉아 무릎 관절과 엉덩 관절을 굽힌 자세에서 측정을 실시하였다(Engel 등, 2007). 코 마개를 착용한 상태에서 평상시 호흡을 3회 반복한 후, 약 2초 동안 빠르고 완전하게 들이마시고 자세를 유지하며 약 6초 이상 공기가 없어질 때까지 최대한 내쉬었다(한진태 등, 2015).

3) 호흡근 근력

호흡근 근력(respiratory muscle strength)을 평가하기 위해서 폐활량계(Pony FX, COSMED Inc, Rome, Italy)를 사용하여 최대 들숨압(maximum inspiratory pressure, MIP)과 최대 날숨압(maximum expiratory pressure, MEP)을 측정하였다. 측정은 미국흉부학회와 유럽호흡기학회의 지침에 따라 진행되었다(American Thoracic Society/ European Respiratory Society, 2002).

MIP는 코를 막고 의자에 앉은 자세에서 숨을 최대한 내쉬 상태에서 측정자의 신호에 맞춰 2초 이상 최대한 큰 숨을 들이마신 값을 측정하였다. MEP는 마찬가지로 의자에 앉은 자세에서 한 손으로 양 볼이 부풀지 않도록 잡은 상태로, 숨을 최대한 들이마신 후 신호에 맞춰 2초 이상 최대한 내쉬 값을 측정하였다. 모든 측정은 3회 이상 반복하여 재현성이 높은 최댓값을 기록하였다(정주현, 2013).

3. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS(ver. 28.0 for window) 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 사용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 만성 목통증과 호흡 기능의 상관관계를 알아보기 위해 피어슨 상관분석(Pearson's correlation)을 적용하였다. 모든 분석의 통계적 유의 수준의 α 는 0.05 이하로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구는 지난 3개월 동안 지속적인 목통증이 있는 20~55세

Table 1. General characteristics of subjects (N=28)

Variables	Mean±SD
Sex(male/female)	10 / 18
Age(years)	29.14±9.32
Height(cm)	167.07±8.95
Weight(kg)	64.50±15.26
BMI(kg/m ²)	22.83±3.43
Neck pain(score)	4.50±1.32

Abbreviation: BMI, body mass index

Table 2. Neck pain and pulmonary function average (N=28)

Variables	Mean±SD
Neck pain(score)	4.50±1.32
FVC(L)	3.48±0.76
FVC(% predicted)	86.64±10.65
FEV ₁ (L)	2.90±0.71
FEV ₁ (% predicted)	87.57±13.25
FEV ₁ /FVC(% predicted)	82.61±5.18
MIP(cmH ₂ O)	76.46±33.36
MEP(cmH ₂ O)	84.71±35.02

Abbreviation: FVC, forced vital capacity; FEV₁, forced expiratory volume at 1 sec; MIP, maximal inspiratory pressure; MEP, maximal expiratory pressure

성인 총 28명을 대상으로 진행하였다. 연구 대상자의 평균 연령은 29.14±9.32세, 신장은 167.07±8.95cm, 몸무게는 64.50±15.26kg, 체질량지수는 22.83±3.43kg/m²로 나타났다. 목통증에 대한 평균 숫자통증척도(NRS) 점수는 4.50±1.32점이었다(Table 1).

2. 목통증과 호흡 기능 및 호흡근 근력

목통증은 평균 4.50±1.32점으로 나타났으며, FVC는 평균 3.48±0.76L, FVC%는 86.64±10.65%, FEV₁은 2.90±0.71L, FEV₁%는 87.57±13.25%, FEV₁/FVC는 82.61±5.18%였다. 또한, MIP는 76.46±33.36cmH₂O, MEP는 84.71±35.02cmH₂O로 측정되었다(Table 2).

Table 3. Correlation between neck pain and pulmonary function (N=28)

Variables	FVC	FEV ₁	FEV ₁ /FVC%	MIP	MEP
Neck pain	-.530**	-.521**	-.225	-.361	-.385*

Abbreviation: FVC, forced vital capacity; FEV₁, forced expiratory volume at 1 sec; MIP, maximal inspiratory pressure; MEP, maximal expiratory pressure

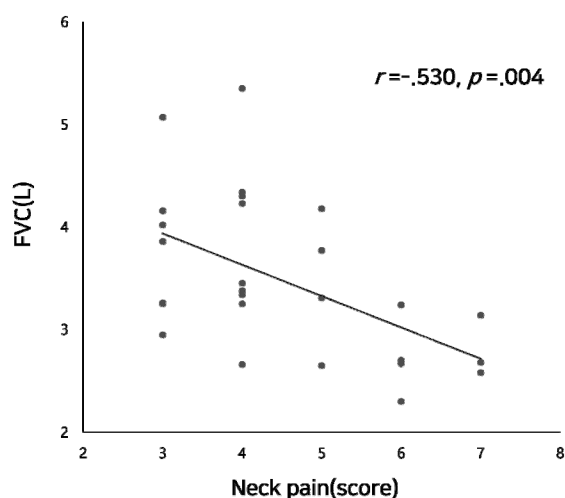


Figure 2. The correlation between neck pain and FVC

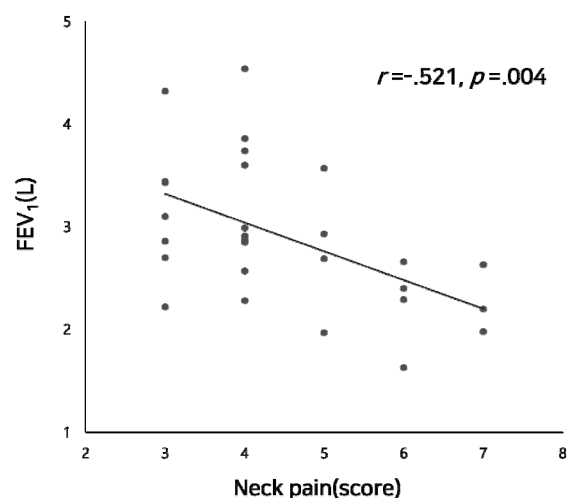


Figure 3. The correlation between neck pain and FEV₁

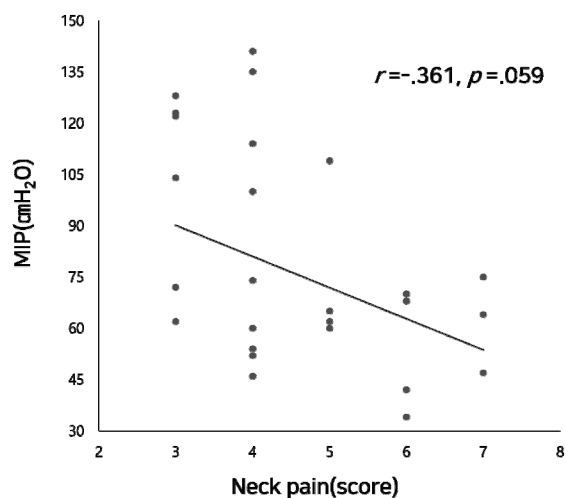


Figure 4. The correlation between neck pain and MIP

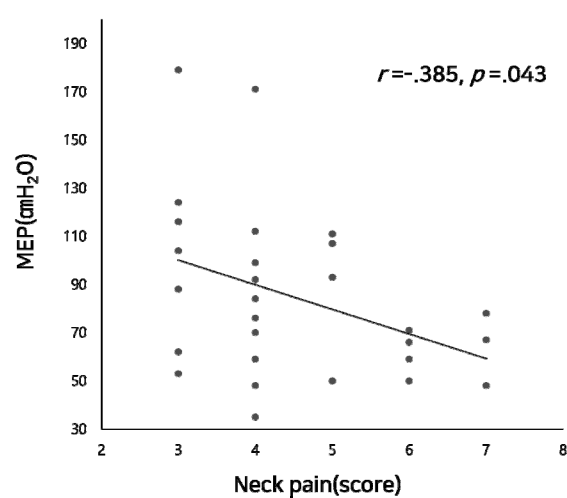


Figure 5. The correlation between neck pain and MEP

목통증과 호흡 기능 상관관계에서 FVC, FEV₁은 유의한 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다($r = -.530, p = .004$; $r = -.521, p = .004$) (Table 3) (Figure 2, 3). 또한, 목통증과 호흡근 근력 간의 상관관계에서는 MEP가 유의한 음의 상관관계를 나타냈다($r = -.385, p = .043$) (Table 4) (Figure 4, 5).

IV. 고 찰

본 연구에서 만성 목통증을 가진 성인의 통증은 FVC와 FEV₁

과 유의한 음의 상관관계를 보였으며, 호흡근 근력에서는 MEP가 통증과 유의한 음의 상관관계를 나타냈다.

폐기능은 폐활량계를 이용해 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC를 측정하여 평가한다. 19세에서 25세 성인을 대상으로 만성 목통증 환자와 건강한 대조군의 폐기능을 비교한 연구에서 FVC와 FEV₁은 건강한 대조군보다 만성 목통증 환자에서 유의하게 더 작았다(Moawd 등, 2015). 20세에서 49세 성인을 대상으로 폐기능을 비교한 또 다른 연구에서도 만성 목통증 환자 중 52%가 제한성 폐기능 패턴을 보였으며, FVC와 FEV₁, FEV₁/FVC 등 주요 폐기능 지표가 건강한 대조군보다 낮았다(Awadallah 등, 2021). 이러한 결과는 본 연구에서 목통증이 FVC 및 FEV₁과

음의 상관관계를 갖고 있어, 목통증이 증가하면 FVC 및 FEV₁이 감소할 수 있다는 결과와 일치한다.

Kapreli 등(2009)는 만성 목통증 환자에서 폐기능이 감소했음을 처음으로 보고하며, 폐기능 저하와 목통증 간의 연관성을 제시하였다. 본 연구는 만성 목통증 환자에서 폐기능 및 호흡근 근력 간의 상관관계를 분석한 결과, 목통증이 FVC 및 FEV₁과 음의 상관관계를 보임을 확인하였다. 상관관계를 분석한 결과, 목통증이 FVC 및 FEV₁과 음의 상관관계를 보임을 확인하였다.

본 연구 대상자의 FVC(%)는 정상 예측치의 86.64(%)로 제1형 폐질환의 기준보다는 컸지만, 상대적으로 낮은 수치를 보였다. 이는 만성 목통증이 목뼈와 등뼈의 운동 감소로 인해 가슴우리의 가동성과 가로막 움직임이 제한되어 폐기능 저하를 초래하고(Wirth 등, 2014), 이러한 가슴우리의 역학적인 움직임 제한과 더불어 호흡 보조근의 과활성화로 인해 폐기능 저하를 유발할 수 있음을 시사하는 선행 연구 결과와 일치한다(Dareh-Deh 등, 2022).

그러나 FEV₁/FVC는 목통증과 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 만성 목통증 환자의 FVC와 FEV₁이 건강한 대조군보다 감소했지만, FEV₁/FVC는 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았다(Moawd 등, 2015). 이는 목통증으로 인해 FVC 및 FEV₁이 모두 감소함에 따라 FEV₁/FVC 비율에서는 큰 변화가 나타나지 않기 때문으로 사료된다.

호흡근 근력은 호흡근의 기능적 상태를 반영하는 주요 지표로, 최대 흡기압(MIP)과 최대 호기압(MEP)으로 측정된다. 선행 연구들에서 건강한 대조군에 비해 만성 목통증 환자에서 MIP와 MEP가 감소하는 현상을 보고되고 있다(Dimitriadis 등, 2013; Kapreli 등, 2009; Kahlaee 등, 2017). 6개월 동안 최소 주 1회 이상 만성 목통증을 경험한 환자의 폐기능은 건강한 대조군보다 감소했으나, 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 MIP는 21.5%, MEP는 16.5% 대조군보다 유의하게 작았다(Kapreli 등, 2009). 또한 VAS 45.5 mm의 중등도 목통증을 갖고 있는 환자는 건강한 대조군보다 MIP는 13.7%, MEP는 15.4% 유의하게 낮았다(Dimitriadis 등, 2013), 스마트폰을 사용하여 전방 머리자세의 변형이 동반된 만성 목통증 환자에서도 MIP와 MEP가 건강한 대조군보다 유의하게 낮았다(Moawd 등, 2015).

만성 목통증은 목빗근과 목갈비근과 같은 호흡보조근의 과사용과 깊은 목 굽힘근의 약화를 초래하여 협응 패턴의 변화를 유발한다(Kapreli 등, 2009). 이러한 비효율적 근육 활성화는 가로막과 가슴우리 근육의 피로를 초래하며, 호흡근의 기능적 상태를 악화시켜 호흡근 근력을 저하시킨다(Kahlaee 등, 2017). 특히 목 근육의 약화는 가슴우리의 가동성 저하와 비효율적인 호흡 패턴으로 이어져 MIP와 MEP 모두를 감소시킨다(Dimitriadis 등, 2013).

본 연구에서도 목통증은 MIP와 유의하지는 않았으나 음의 관계가 나타났고, MEP와는 유의한 음의 상관관계가 나타나서 목통증이 호흡근의 근력에 부정적인 영향을 미침을 확인하였다. 그러나 경증의 목통증 환자에서는 건강한 대조군과 MIP와 MEP의 유의한 차이를 관찰되지 않았다(Wirth 등, 2014). 이는 목통증의 강도와 지속 시간이 폐기능과 호흡근 근력에 다양한 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

18세에서 65세의 만성 목통증 환자에서 MIP는 목통증과 유의한 상관관계가 나타나지 않았으나, MEP는 목통증과 음의 상관관계($r=-0.33$)가 나타났다(Dimitriadis 등, 2013). 본 연구에서도 목통증과 MIP는 음의 관계를 보였지만 유의하지 않았고, MEP만 유의한 음의 상관관계를 보였다. MIP는 들숨근의 힘을 반영하지만, 만성 목통증 환자에서는 목빗근과 목갈비근과 같은 들숨 보조근이 과도하게 활성화되어 들숨 시 보상적 역할을 한다(Kahlaee 등, 2017). 따라서 만성 목통증의 정도와 지속 시간에 따라 MEP보다 상관관계에서 작은 영향을 미치는 것으로 판단된다. 반면 MEP는 가슴우리와 배의 안정성과 직접 연관된 날숨근의 힘을 반영한다(Dimitriadis 등, 2013). 따라서 MEP는 만성 통증으로 인해 배와 가슴우리 근육의 긴장도가 증가하면서 근육 효율성이 저하되고, 날숨 시 필요한 압력 생성 능력이 감소하며 가슴우리의 움직임과 자세 변화 등 다차원적인 기전에 영향을 받아 감소하게 된다.

호흡운동은 호흡 기능 손상을 개선하는 효과적인 중재로 알려져 있다(Kahlaee 등, 2017). 본 연구에서 만성 목통증이 폐기능 및 호흡근 근력과 음의 관계를 보임을 확인하였다. 따라서 만성 목통증 환자에서 물리치료 중재에 호흡 재활교육과 호흡근 강화운동을 포함한 통합적 치료가 필요하다.

본 연구는 소규모 표본 크기로 인해 결과의 일반화 가능성이 제한될 수 있으며, 상관관계 분석만으로 인과관계를 명확히 입증하기 어렵다는 한계가 있다. 향후 연구에서는 더 큰 표본 크기를 바탕으로 무작위 대조군 실험을 통해 목통증과 호흡 기능 간의 관계를 심층적으로 분석할 필요가 있다.

V. 결 론

본 연구의 결과, 만성 목통증은 FVC, FEV₁, MEP와 유의한 음의 상관관계를 나타냈다. 만성 목통증을 가진 환자는 호흡 보조근이 과활성화 되며, 깊은 목 굽힘근이 약화된다. 이는 가로막과 같은 호흡근의 비효율적인 활성화로 인해 호흡 기능이 감소된다. 따라서 만성 목통증 환자의 치료 과정에서 깊은 목 굽힘근을 활성화할 수 있는 중재와 더불어 호흡 기능 평가와 호흡 기능 개선을 위한 중재의 필요성을 시사한다.

참고문헌

- 강정일, 정대근. 만성 목통증 환자의 웰니스를 위한 복부 끌어당김 조정 운동의 효과. 한국엔터테인먼트산업학회논문지, 10(6);389-396, 2016.
- 김정현. 만성 목 통증 환자에 대한 목 기능과 폐기능 간의 상관관계 분석. 국내석사학위논문, 남부대학교 대학원, 2018.
- 이상휴, 김선엽. 호흡 재교육 훈련이 만성 목통증 환자의 통증과 기능장애 수준, 자세, 삶의 질, 폐 기능에 미치는 영향: 무작위 대조군 실험. 대한정형도수물리치료학회지, 29;29- 42, 2024.
- 소운지, 우영근. 목 주위 근육 통증 여부에 따른 스마트폰 사용이 근 피로도와 통증, 목뼈운동범위에 미치는 영향. 한국전 문물리치료학회지, 21(3);28-37, 2014.
- 정주현. 흡기근 훈련과 흉부가동성 호흡운동이 뇌졸중 환자의 호흡기능에 미치는 효과. 국내석사학위논문, 부산가톨릭대 학교 대학원, 2013.
- 한진태, 고민지, 김영주. 정상 자세와 머리 전방 자세 사이의 강제 폐활량과 최대 수의적 환기량 비교. 대한물리의학회지, 10(1);83-89, 2015.
- 황보필녀. 등뼈의 관절가동술과 자가신장운동이 만성 목통증 환 자의 폐기능에 미치는 효과. 국내석사학위논문, 대구대학 교 대학원, 2011.
- Awadallah M, Sobh E, Shendy M, et al. Impaired pulmo nary function in patients with chronic neck pain. J Med Sci, 41(3);123-128, 2021.
- American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. Am J Respir Crit Care Med, 166(4);518-624, 2002.
- Bernal-Utrera C, Gonzalez-Gerez JJ, Anarte-Lazo E, et al. Manual therapy versus therapeutic exercise in non-specific chronic neck pain: a randomized con trolled trial. Trials, 21(1);682, 2020.
- Carroll LJ, Hogg-Johnson S, Côté P, et al. Course and prognostic factors for neck pain in workers: results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. Spine, 33(4);S93-S100, 2008.
- Dağ F, Taş S, Çimen ÖB. Pulmonary functions in patients with chronic neck pain: A case-control study. J Manipulative Physiol Ther, 45(4);290-297, 2022.
- Dareh-Deh HR, Hadadnezhad M, Letafatkar A, et al. Therapeutic routine with respiratory exercises im proves posture, muscle activity, and respiratory pat tern of patients with neck pain: a randomized con trolled trial. Sci Rep, 12(1);4149, 2022.
- Dimitriadis Z, Kapreli E, Strimpakos N, et al. Respiratory weakness in patients with chronic neck pain. Man Ther, 18(3);248-253, 2013.
- Engel RM, Vemulpad S. The effect of combining manual therapy with exercise on the respiratory function of normal individuals: a randomized control trial. J Manipulative Physiol Ther, 30(7);509-513, 2007.
- Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, et al. Standardization of spirometry 2019 update. An offi cial American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. Am J Respir Crit Care Med, 200(8);e70-e88, 2019.
- Hoy DG, Protani M, De R, et al. The epidemiology of neck pain. Best Pract Res Clin Rheumatol, 24(6);783-792, 2010.
- Kahlaee AH, Ghamkhar L, Arab AM. The association be tween neck pain and pulmonary function: a system atic review. Am J Phys Med Rehabil, 96(3);203-210, 2017.
- Kapreli E, Vourazanis E, Strimpakos N. Neck pain causes respiratory dysfunction. Med Hypotheses, 70(5);1009-1013, 2008.
- Kapreli E, Vourazanis E, Billis E, et al. Respiratory dys function in chronic neck pain patients: A pilot study. Cephalalgia, 29(7);701-710, 2009.
- Key J, Clift A, Condie F, et al. A model of movement dysfunction provides a classification system guiding diagnosis and therapeutic care in spinal pain and related musculoskeletal syndromes: A paradigm shift-Part 2. J Bodywork Move Ther, 12(2);105-120, 2008.
- Lv S, Wang Q, Ni Q, et al. Progress of muscle chain theory in shoulder pain rehabilitation: potential ideas for pulmonary rehabilitation. Evid Based Complement Alternat Med, 2022(1);2537957, 2022.
- Manchikanti L, Singh V, Datta S, et al. American Society of Interventional Pain Physicians. Comprehensive review of epidemiology, scope, and impact of spinal pain. Pain Physician, 12(4);E35-E70, 2009.
- Moawd SA, Ali SE. Effect of over-usage of smartphone in a non-neutral neck position on respiratory func tion in female adults. Int J Ther Rehabil Res, 4(3);104-110, 2015.
- Obayashi H, Urabe Y, Yamanaka Y, et al. Effects of respi ratory-muscle exercise on spinal curvature. J Sport

- Rehabil, 21(1);63-68, 2012.
- Peng B, Yang L, Li Y, et al. Cervical proprioception impairment in neck pain-pathophysiology, clinical evaluation, and management: A narrative review. *Pain Ther*, 10(1);143-164, 2021.
- Perri MA, Halford E. Pain and faulty breathing: a pilot study. *J Bodywork Mov Ther*, 8(4);297-306, 2004.
- Rampazo ÉP, da Silva VR, de Andrade ALM, et al. Sensory, motor, and psychosocial characteristics of individuals with chronic neck pain: A case-control study. *Phys Ther*, pzab104, 2021.
- Tatsios PI, Grammatopoulou E, Dimitriadis Z, et al. The effectiveness of manual therapy in the cervical spine and diaphragm, in combination with breathing re-education exercises, in patients with non-specific chronic neck pain: Protocol for development of outcome measures and a randomized controlled trial. *Diagnostics*, 12(11);2690, 2022.
- Treede RD, Rief W, Barke A, et al. Chronic pain as a symptom or a disease: The IASP classification of chronic pain for the International Classification of Diseases (ICD-11). *Pain*, 160(1);19-27, 2019.
- Wirth B, Amstalden M, Perk M, et al. Respiratory dysfunction in patients with chronic neck pain - influence of thoracic spine and chest mobility. *Man Ther*, 19(5);440-444, 2014

