

Original Article

어깨의 능동 수축을 동반한 관절가동술이 부리돌기와 위팔뼈 머리 사이의 거리에 미치는 영향

김선민, 장상훈¹⁾

한국교통대학교 일반대학원 물리치료학과 학생, 한국교통대학교 보건생명대학 물리치료학과 교수¹⁾

The Effect of Mobilization Combined with Shoulder Active Contraction of Depth between the Coracoid Process and Humeral Head

Sun-min Kim, Sang-hun Jang¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Korea National University of Transportation
Dept. of Physical Therapy, Korea National University of Transportation¹⁾

ABSTRACT

Purpose: This study examined the distance between the coracoid process and the humeral head using an ultrasonography device when shoulder active contraction were applied according to the guided direction in the end range of shoulder mobilization. This study aims to provide essential data on treating shoulder disease patients.

Methods: The subjects of this study were 20 adults with healthy shoulder joints. ultrasonography (US) equipment was used to examine shoulder joint mobilization under two conditions: (1) anteroposterior (AP) joint mobilization and (2) superoinferior (SI) joint mobilization. Shoulder active contraction was assessed in the end range. The distance between the coracoid process and the humeral head was measured. A linear probe was used for US; the frequency was set to 7.5MHz, and the US image display method was set to B-mode. The US measurement values were measured in (1) the starting position, (2) the end range position, and (3) the end range position of the shoulder active contraction, and the moving distance was drawn in a straight line through the US image. The distance was determined as the measurement value, and the average values were compared.

Results: The results were as follows: (1) the measured AP Joint mobilization increased by an average of .52cm from the end range of the joint mobilization with shoulder active contraction; (2) the measured SI Joint mobilization increased by an average of .49cm from the end range of the joint.

Conclusion: When shoulder mobilization is applied, the distance between the coracoid process and the humeral head increases when muscle contraction occurs through shoulder active contraction in the end range, according to the therapist's guidance. Therefore, shoulder mobilization combined with shoulder active contraction is an effective treatment method for patients with shoulder injuries.

Key Words:

Shoulder Active Contraction, Shoulder Mobilization, Ultrasonography

교신저자: 장상훈

주소: 27909 충청북도 증평군 대학로 61 한국교통대학교 보건관 404호, E-mail: upsh22@ut.ac.kr

I. 서론

어깨 장애는 모든 관절 질환 중 가장 흔하게 나타나며 대표적인 어깨 질환인 어깨충돌 증후군은 힘줄과 같은 어깨 돌림근띠나 어깨뼈봉우리 아래에 위치한 활액낭이 위팔뼈 머리와 어깨뼈봉우리 사이의 공간에서 기계적인 충돌이 일어나는 것을 의미한다(Ellenbecker와 Cools, 2010).

최근 이러한 어깨질환과 어깨충돌증후군에 있어서 중요한 어깨뼈 봉우리 아래 공간은 어깨뼈 봉우리와 위팔뼈 거리에 의해 정량화할 수 있다(Cholewinski 등, 2008). 실제 임상에서 위팔뼈 머리와 부리돌기를 초음파를 사용하여 측정할 수 있으며 초음파를 이용한 측정방법은 비침습적이고 측정 시 인체에 유해하지 않다는 장점이 있다(Azzoni 등, 2004).

어깨 질환에서 이러한 어깨뼈봉우리-위팔뼈 거리(acromial humeral distance: AHD)는 어깨 질환을 진단하는데 중요한 지표가 되며 어깨뼈봉우리 아래 공간은 충돌 증후군이 있는 사람들에게 감소하였음을 보고하였다(Tandon 등, 2013).

또한 Neer(1983)의 연구에서 어깨뼈봉우리의 아래쪽 외측 가장자리와 위팔뼈 머리 큰결절의 정점 사이의 거리로 측정된 초음파 평가는 어깨뼈 봉우리 아래 충돌증후군의 진단을 확립하는데 유용한 것으로 입증되었다. 어깨충돌증후군으로 인한 AHD 변화는 그 사이를 통과하는 어깨 돌림근띠 힘줄과 같은 연부조직의 손상 정도를 파악하기 위해 실시되는 치료에 대한 환자의 반응을 나타내는 가장 중요한 의미의 임상적 지표로 사용됨으로 지속적으로 모니터링 해야 할 가치가 있다(Cholewinski 등, 2008).

선행연구에서는 어깨충돌증후군의 증상이 있는 환자에서 수행된 어깨 초음파는 일반적으로 어깨뼈봉우리 아래 공간의 크기가 감소하였음을 보고하였으며(Cholewinski 등, 2008), 이러한 어깨 장애를 해결하기 위한 보존적 치료방법은 다양하며 그 중 도수치료 기법인 관절가동술은 그 중 하나이다(Djordjevic 등, 2012).

관절가동술은 구축된 연부조직과 관절의 제한된 움직임을 증가시키기 위해 치료사의 숙련된 손으로 수행되는 수동 신장 진폭 기법으로 관절의 가동범위와 가동성을 증가시키기 위해 사용되며 부드럽고 율동적인 도수치료 방법이다(Elly와 Kevin, 2013). 어깨 관절가동술 중재는 다양한 방법으로 적용이 되었으며 선행연구에서는 움직임을 동반한 관절가동술(mobilization with

movement: MWM)을 어깨충돌증후군 환자에게 적용하였을 때 통증감소와 기능회복에 더욱 효과적이라 보고하였다(Mulligan, 2003).

MWM은 관절 내 또는 주변의 다양한 연부조직 병변으로 인한 환자의 문제점을 분석하고 파악하여 이러한 문제를 해결하고 이는 환자의 통증이나 움직임의 제한이 비정상적인 관절의 정렬에 의해 발생되고 정상적인 관절의 위치를 되찾아주면 회복된다는 개념이다(Hing 등, 2014)). MWM 기법 중 뒤-가쪽 활주 방법은 정상적인 관절의 위치를 변경하는데 큰 도움이 되며 관절의 위치결합이 있는 환자들의 관절을 교정하는데 큰 도움이 된다고 보고하였다(Hing 등, 2009).

선행연구에서는 MWM 중재 후 AHD의 증가는 이론적으로 직접적인 기계적 압박을 나타내는 외적 메커니즘의 지원이 도움이 되었으며 이를 확인하기 위해 팔을 들어 올리는 동안 직접적인 힘줄의 압박이 일어나는지 측정이 필요하며 힘줄 압박이 확인된 경우 어깨뼈 봉우리 아래 공간을 확보하기 위한 외과적 중재를 고려해야 하며 MWM 기법 중 뒤-가쪽 활주 기법을 적용한 후 AHD가 증가했기 때문에 가시위근 힘줄 압박이 완화되었다고 보고하였다(Hing 등, 2009).

MWM 적용 시 생성된 움직임은 통증 수용기의 자극을 억제하는 기계적 수용기의 활성화를 통해 통증을 감소를 초래했을 가능성과 순환을 촉진한다고 보고하였다(Melzack과 Wall, 1967).

임상에서는 실제로 MWM의 적용은 어깨 장애를 가진 환자들에게 효과가 있음에도 불구하고 치료 시 어깨뼈봉우리와 위팔뼈 사이의 거리를 정량화한 연구와 어깨 관절가동술 적용 시 치료사가 환자에게 가이드 된 방향으로 능동적인 수축을 유도하여 움직임을 함께 만들어 가는 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 어깨 능동 수축을 동반한 관절가동술을 적용하였을 때 초음파 장비를 통하여 부리돌기와 위팔뼈 머리 사이의 거리를 정량화하여 일반적인 어깨 관절가동술을 적용했을 때와 어깨 능동 수축을 동반한 관절가동술을 적용했을 때의 차이를 알아봄으로써 어깨질환 환자 치료에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자 선정을 위해 표본수 산출 프로그램

(G*power, 3.1.3, University of Kiel, Germany)을 사용하여 목표 연구 참여자 수를 산출하였다. 선행연구를 바탕으로 유의수준 .05, 검정력 .95, 효과크기 .87로 계산한 결과 최소 17명의 대상자 수가 산출되었으며 본 연구의 탈락률을 고려하여 총 20명을 목표 연구 참여자수로 선정하여 진행하였다.

본 연구 진행 전 연구의 목적과 방법을 충분히 설명한 후 자발적으로 참여하겠다고 동의한 대상자들에게 연구 참여 동의서를 받아 진행하였으며, 본 연구는 한국교통대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 연구를 진행하였다(KNUT IRB 2022-50).

본 연구는 C시에 위치한 S종합병원에서 건강한 성인 20명을 대상으로 진행이 되었으며 연구 기간은 2023년 6월 1일부터 6월 30일까지 진행이 되었으며, 생명윤리위원회 승인 이후에 대상자 선정, 연구에 대한 소개, 중재 방법, 초음파 측정과 연구 데이터 분석까지 연구 기간 내에 진행이 되었다.

본 연구대상자의 선정 기준은 다음과 같다. 1) 어깨와 목의 통증 및 상지의 근골격계 질환이 없는 자, 2) 어깨 관절가동범위에 제한 및 근력 감소가 없는 자, 3) 지난 6개월 동안 정형외과적 또는 기타 수술의 과거력이 없는 자, 4) 실험에 영향을 미칠 수 있는 심·호흡계에 이상이 없는 자로 선정하였다. 상지에 선천적 기형이 있는 자는 연구에서 제외하였다.

2. 연구 절차

본 연구는 건강한 성인 20명을 대상으로 어깨 관절가동술 뒤쪽 활주 기법과 아래쪽 활주 기법을 메이틀랜드 3단계 기법을 이용하여 적용하였을 때 부리돌기 위치를 정확하게 측정한 후에 초음파 장비를 이용하여 AHD를 측정하였다. 측정 범위는 1) 관절가동술 시작범위, 2) 관절가동술 끝범위, 3) 관절가동술 끝범위에서 어깨의 능동 수축을 동반 하였을 때 3가지 조건에서 측정을 하였다.

본 연구는 정형외과전문물리치료사 자격이 있는 임상 경력 10년 이상 물리치료사 1명과 메이틀랜드 국제코스를 이수한 임상 경력 15년 이상 물리치료사 1명, 총 2명이 참여하여 연구를 진행하였다.

3. 실험 도구 및 측정 방법

1) 초음파 장비

본 연구에서는 AHD를 측정하기 위해 초음파영상진단

장치(My sono U6, Samsung, Korea)를 사용하였다. 평가하는 동안 초음파의 탐촉자는 움직이지 않도록 하였다(Mannion 등, 2008). 초음파 측정은 직선형 탐촉자(linear probe)를 사용하였으며 주파수는 7.5MHz, 초음파 영상 표시 방법은 B-mode로 설정하였다(Figure 1).



Figure 1. Ultrasonography equipment

2) 측정 방법

본 연구에서의 초음파 측정 위치는 부리돌기와 위팔뼈 머리 사이에서 측정하였다. 연구대상자를 누힌 상태에서 치료사 1명은 관절가동술을 적용하고 또 다른 치료사는 부리돌기를 정확하게 측정한 후에 초음파 장비를 이용하여 AHD를 측정하였다(Ajit와 Shika, 2016).

초음파 측정값은 1) 관절가동술 시작 범위, 2) 관절가동술 끝 범위, 3) 관절가동술 끝 범위에서 어깨의 능동 수축을 동반 하였을 때 3가지 조건에서 초음파 측정을 하였으며, 초음파 영상을 통해 이동거리를 일직선으로 선을 그어 거리를 측정치로 정하여 평균값을 비교하였다. 측정 자세 및 탐촉자 위치는 다음과 같다(Figure 2, Figure 3).

관절가동술 적용은 메이틀랜드 3단계 기법을 적용하였다. 뒤쪽 활주 기법은 대상자를 어깨관절 풀림자세로 하여 누운 자세를 취하게 한 후 치료사의 한쪽 손으로 어깨뼈를 고정하고 다른 손으로 손바닥을 위팔뼈머리의 앞쪽면에 배치하고 아래팔을 힘 방향과 일직선으로 만든다. 이때 힘 적용은 어깨뼈를 고정하면서 뒤가쪽 활주를 적용한다.

아래쪽 활주 기법은 대상자는 누운자세에서 겨드랑이 안에 타월과 함께 한쪽 손으로 고정하며 다른 손으로 대상자의 아래팔을 치료사의 몸통과 아래팔 사이에 넣는다. 이때 힘 적용은 치료사의 아래팔을 힘의 방향과 일직선을 만들고 대상자의 팔꿈치를 고정하면서 위팔뼈 몸쪽의 위쪽면 위에 아래쪽 방향의 힘을 적용한다(Wise 2015).

뒤쪽 활주 기법과 아래쪽 활주 기법 적용 시 초음파 측정은 시작자세에서 실시하고 관절가동 끝 범위에서 다



Figure 2. Ultrasonography measurement in the starting range of joint mobilization

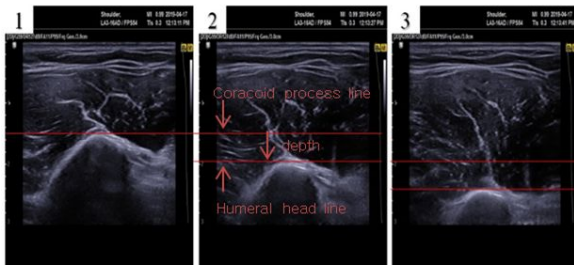


Figure 3. Measurement (1. Starting position, 2. End range position, 3. End range - Active contraction)

시 측정하고 마지막으로 끝 범위에서 치료사의 가이드된 방향으로 대상자가 능동적인 근수축을 동반할 때 초음파 측정을 진행하여 총 3번의 측정을 한다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of the subjects (N=20)

| Parameters | Mean±SD |
|----------------------|-------------------------|
| Gender (Male/Female) | 12/8 |
| Age(yrs) | 24.23±3.39 ^a |
| Body Weight(kg) | 72.47±9.17 |
| Height(cm) | 168.37±4.75 |

^aMean±SD

2. 관절가동술 적용 범위에 따른 부리돌기-위팔뼈 머리 사이의 거리 비교

1) 뒤쪽 활주 기법 적용 시 변화 비교

뒤쪽 활주 기법 적용 시 1) 관절가동술 시작범위, 2) 관절가동술 끝범위, 3) 관절가동술 끝범위에서 어깨의 능동 수축을 동반 하였을 때 각 범위 별 부리돌기와 위팔뼈 머리 사이의 거리를 확인해 본 결과 표 2와 같다.

관절가동술 시작범위에서 부리돌기와 위팔뼈 머리 사이의 거리는 .39cm이며 관절가동술 끝범위에서는 .87cm로 .48cm 증가하였다. 관절가동술 끝범위에서 어깨의 능동 수축을 동반 하였을 때 1.39cm로 .52cm증가됨을 확인하였다(Figure 4).

Table 2.

Change in GH Joint depth following AP mobilization

| AP mobilization | Mean±SD |
|-----------------------------|----------------------|
| Starting position | .39±.53 ^a |
| End Range position | .87±.15 |
| Shoulder Active Contraction | 1.39±.13 |

^aMean(cm)±SD, AP: Anteroposterior

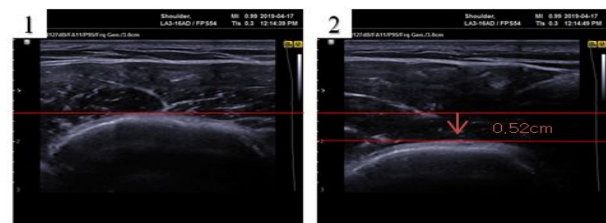


Figure 4. Anteroposterior mobilization (1. End range position, 2. End range - Active contraction)

2) 아래쪽 활주 기법 적용 시 변화 비교

아래쪽 활주 기법 적용 시 1) 관절가동술 시작범위, 2) 관절가동술 끝범위, 3) 관절가동술 끝범위에서 어깨의 능동 수축을 동반 하였을 때 각 범위 별 부리돌기와 위팔뼈 머리 사이의 거리를 확인해 본 결과는 표 3과 같다.

관절가동술 시작범위에서 부리돌기와 위팔뼈 머리 사이의 거리는 .29cm이며 관절가동술 끝 범위에서 .76cm로 .47cm 증가하였다. 관절가동술 끝 범위에서 어깨의 능동

Table 3.
 Change in GH Joint depth following SI mobilization

| SI mobilization | Mean±SD |
|-----------------------------|-----------------------|
| Starting position | .29±1.13 ^a |
| End Range position | .76±1.27 |
| Shoulder Active Contraction | 1.25±.11 |

^aMean(cm)±SD, SI: Superiorinferior

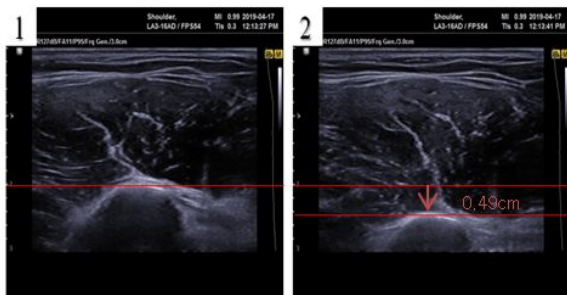


Figure 5. Superiorinferior mobilization (1. End range position, 2. End range - Active contraction)

수축을 동반하였을 때 1.25cm로 .49cm 증가됨을 확인하였다(Figure 5).

IV. 고찰

본 연구는 초음파 장비를 이용하여 어깨관절에 메이틀랜드 3단계 기법을 적용하였을 때 관절가동술 시작 범위와 끝범위 그리고 끝 범위에서 부가적 움직임을 적용했을 때의 AHD를 측정하여 변화를 관찰하고자 하였다.

어깨의 정상적인 기능은 정적 자세와 동적인 움직임시에 어깨뼈 봉우리 아래 공간의 거리를 일정하게 유지하는 것이 매우 중요하다. 어깨 충돌 증후군은 위팔뼈 머리가 위쪽으로 밀려나게 되면서 어깨뼈 봉우리와 위팔뼈 사이 거리를 감소시켜 충돌증후군과 같은 어깨 돌레르띠의 병변과 어깨질환을 야기하게 된다(Luque-Suarez 등, 2013). 실제 어깨 질환 환자들은 어깨뼈 봉우리 아래 공간의 거리가 감소하게 되면서 팔을 움직일 때 충돌을 발생시킨다(Michener 등, 2015).

기존의 선행연구에서는 어깨충돌증후군은 봉우리 아래 공간이 19,4mm로 정상 성인에 비해 유의하게 감소된 결

과를 보였다(Cholewinski 등, 2008). 현재 임상에서는 이러한 어깨 질환을 해결하기 위한 다양한 보존적 치료 방법을 적용하고 있다. 이중 도수치료 기법 중 관절가동술은 어깨의 통증 감소와 기능 회복에 효과적인 중재방법으로 보고되고 있다(Mulligan, 2003).

본 연구에서는 초음파 장비를 통하여 실제 어깨 봉우리 아래 공간이 관절가동술의 범위에 따라 어떻게 정량적으로 변화가 되는지 관찰함으로써 임상에서 어깨질환 환자를 치료하는데 있어 기초자료를 제공하고자 한다. 선행연구 결과를 비추어 볼 때 MWM 적용 시 봉우리 아래 공간이 증가됨을 보고하였으며, 이는 본 연구 결과와 일치한다. 관절가동술 끝 범위에서 환자의 능동적인 근수축을 유도하게 되면 이론적으로 직접적인 기계적 압박을 나타내는 외적 메커니즘의 도움으로 봉우리 아래 공간도 증가하였다고 사료된다(Michener 등, 2015).

본 연구 결과를 보시면 어깨 관절가동술 시 시작 범위에서의 거리와 관절가동술 끝 범위에서의 거리를 비교해 보면 두 가지 방법의 관절가동술 모두 약 .4cm 이상이 증가됨을 볼 수 있으며 끝 범위에서 환자의 부가적임 움직임을 통한 능동적인 근수축을 유도했을 때 끝 범위에서의 거리보다 더 증가됨을 볼 수가 있다. 이는 능동적인 근수축을 통해 단축된 관절주머니의 신장과 함께 봉우리 아래 공간을 증가시켜 가쪽 방향으로 위팔뼈 머리를 활주시켜 정상적인 관절높이를 회복시킨 결과라고 사료가 된다(Ludewig과 cook, 2000).

본 연구의 선행연구 결과를 보시면 능동 수축을 동반한 관절가동술을 적용한 결과 중재 전 후 봉우리 아래 공간을 .92cm에서 1.25cm 약 .33cm 증가시켰으며 본 연구결과와 일치한다. 이는 기존의 관절가동술만 적용하는 것보다 어깨의 능동 수축을 동반한 관절가동술이 봉우리 아래 공간을 증가시키며 더 나아가 정상 성인뿐만 아니라 어깨질환 환자의 통증 및 어깨기능 향상에도 크게 기여하였다(Ajit와 Shika, 2016).

본 연구에서의 부가적 움직임은 실제 생리적 움직임과 같은 어깨 관절의 굽힘과 펴고 같은 능동적인 움직임이 아닌 어깨를 가이드 된 방향으로 움직이는 보조적 움직임으로써 어깨의 능동 수축을 유발하여 관절의 구르기(rolling), 미끄러짐(glide), 회전(spin)과 같은 수동적인 움직임을 유도함으로써 실제로 관절가동술 적용 시 어깨 봉우리 아래 공간의 거리 증가에 기여하는지 알아보기 위한 연구이다. 실제 연구 결과 어깨관절의 굽힘과 같은 움직임 없이도 가이드 된 방향으로 능동적인 근수축을 유발하여도 관절가동술 적용 시 봉우리 아래 공간이 증가됨을 확인하였다.

본 연구의 제한점은 선행연구가 아직까지 미비하고 어깨질환 환자가 아닌 정상 성인 20명을 대상으로 연구하였기 때문에 대상자의 수가 적어 연구결과를 일반화 시키는 것이 어려우며 지속적 효과검증에 대한 추적 연구가 이루어져있지 않아 향후 연구에서는 본 연구에서 나타난 부족한 부분을 보완할 수 있도록 지속적인 연구와 분석이 필요하다. 앞으로 더욱 많은 선행연구를 통하여 정상인이 아닌 어깨 질환이 있는 환자들을 대상으로 관절가동술에 대한 효과를 검증 할 필요가 있으며 중재 효과에 대한 연구와 실제 초음파 장비를 통한 기초연구의 결과들을 토대로 하여 관절가동술을 포함한 물리치료적 중재의 효과를 규명하기 위한 노력이 필요할 것으로 사료가 된다.

본 연구의 결과를 통해 관절가동술 적용 시 어깨의 능동 수축을 동반한 움직임 적용은 어깨질환 환자가 스스로 가이드 된 방향에 따라 능동적인 근수축을 만들어냄으로써 움직임을 만들어 보다 더 효과적으로 향상시켜 어깨관절의 문제를 해결해 주는데 많이 이용될 수 있는 하나의 치료적인 옵션으로 볼 수 있다고 사료된다.

V. 결론

본 연구는 정상 성인 20명을 대상으로 어깨 관절가동술 적용 시 세 가지 범위(시작 범위, 끝 범위, 끝 범위에서 어깨 능동 수축을 동반한 움직임 적용)에서 초음파를 측정하여 부리돌기와 위팔뼈 머리사이의 거리를 측정하였다. 그에 따른 결론은 다음과 같다.

- 1) 뒤쪽 활주 기법 적용 시 부리돌기와 위팔뼈 머리사이를 측정한 결과 시작 범위에서 끝 범위의 거리 변화는 .48cm 증가하였으며 끝 범위에서 환자가 가이드 된 방향에 따라 어깨의 능동 수축을 동반한 관절가동술을 실시하였을 때 .52cm 더 증가하였다.
- 2) 아래쪽 활주 기법 적용 시 부리돌기와 위팔뼈 머리사이를 측정한 결과 시작범위에서 끝 범위의 거리 변화는 .47cm 증가하였으며 끝 범위에서 환자가 가이드 된 방향에 따라 어깨의 능동 수축을 동반한 관절가동술을 실시하였을 때 .49cm 더 증가하였다.

본 연구 결과를 통해 어깨의 능동 수축을 동반한 관절가동술 적용은 어깨 질환 환자에게 관절가동술을 적용하는데 있어 기초자료를 제공하는데 도움이 될 것이라고 사료된다.

Acknowledgements

본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과이다(2021RIS-001)(134570811).

참고문헌

- Ajit D, Shika S. Effects of mobilization with movement (MWM) in shoulder impingement syndrome patients on acromiohumeral distance using ultrasonography. *Journal of Exercise Science & Physiotherapy*. 2016;12(2):28-35. <https://doi.org/10.18376/jesp/2016/v12/i2/111262>
- Azzoni R, Cabitza P, Parrini M, et al. Sonographic evaluation of subacromial space. *Ultrasonics*. 2004;42(1-9):683-687. <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2003.11.015>
- Cholewinski JJ, Kusz DJ, Wojciechowski P, et al. Ultrasound measurement of rotator cuff thickness and acromio-humeral distance in the diagnosis of subacromial impingement syndrome of the shoulder. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16:408-414. <https://doi.org/10.1007/s00167-007-0443-4>
- Djordjevic OC, Vukicevic D, Katunac L, et al. Mobilization with movement and kinesiotaping compared with a supervised exercise program for painful shoulder: Results of a clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther*. 2012;35(6):454-463. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2012.07.006>
- Ellenbecker TS, Cools A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: An evidence-based review. *Br J Sports Med*. 2010;44(5):319-327. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2009.058875>
- Elly H, Kevin B. Management of Neuromusculoskeletal Disorders-Volume 1. Churchill Livingstone. London. 2013.
- Hing W, Bigelow R, Bremner T, et al. Mulligan's

- mobilization with movement: A systematic review. *J Man Manip Ther.* 2009;17(2):39-66. <https://doi.org/10.1179/jmt.2009.17.2.39E>
- Hing W, Hall T, Mulligan B, et al. *The Mulligan Concept of Manual Therapy-eBook: Textbook of Techniques.* Elsevier Health Sciences. Chatswood. 2014.
- Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther.* 2000;80(3):276-291. <https://doi.org/10.1093/ptj/80.3.276>
- Luque-Suarez A, Navarro-Ledesma S, Petocz P, et al. Short term effects of kinesiotaping on acromiohumeral distance in asymptomatic subjects: A randomised controlled trial. *Man Ther.* 2013;18(6):573-577. <https://doi.org/10.1016/j.math.2013.06.002>
- Mannion AF, Pulkovski N, Gubler D et al. Muscle thickness changes during abdominal hollowing: An assessment of between-day measurement error in controls and patients with chronic low back pain. *Eur Spine J.* 2008;17:494-501. <https://doi.org/10.1007/s00586-008-0589-x>
- Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: A new theory. *Survey of anesthesiology.* 1967;11(2): 89-90.
- Michener LA, Subasi Yesilyaprak SS, Seitz AL, et al. Supraspinatus tendon and subacromial space parameters measured on ultrasonographic imaging in subacromial impingement syndrome. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2015;23:363-369. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2542-8>
- Mulligan B. The painful dysfunctional shoulder. A new treatment approach using 'Mobilisation with Movement'. *New Zealand J Physiother.* 2003;31(3):140-143.
- Neer CS. Impingement lesions. *Clin Orthop Relat R.* 1983;173:70-77.
- Tandon A, Bhatt S, Bhargava SK, et al. Dynamic musculoskeletal sonography. *JIMSA,* 2013;26(1):21-24.
- Wise CH. *Orthopaedic Manual Physical Therapy: from Art to Evidence.* FA Davis. Philadelphia. 2015.
- 논문접수일(Date received) : 2023년 08월 11일
논문수정일(Date Revised) : 2023년 08월 22일
논문게재확정일(Date Accepted) : 2023년 08월 24일