

중등도 이상의 어깨통증을 동반한 근육돌레띠(가시위근) 부분파열 환자를 위한 물리치료 프로그램 : 편심성 훈련과 동심성 훈련의 효과 비교

추연기*

*구포성심병원 재활치료팀 팀장

Physical Therapy Program for Patients with Partial Rotator Cuff (Supraspinatus) Tears with Moderate to Severe Shoulder Pain : Comparison of the effects of eccentric training and concentric training

Yeon-Ki Choo, PT, Ph.D[†]

[†] Dept. of Rehabilitation Therapy, Guposungshim Hospital, Manager

Abstract

Purpose : This study was to verify the effectiveness of eccentric training and to make clinical recommendations on detailed application methods by comparing the effects of changes in acromiohumeral distance (AHD), pain intensity, muscle strength, and functional performance after applying a 12-week eccentric training program (ET group) or concentric training program (CT group) for patients with partial rotator cuff (supraspinatus) tears with moderate to severe shoulder pain.

Methods : A total of 29 subjects were assigned to either the “ET group (n=15)” or the “CT group (n=14)” through simple randomization and were measured in the same way at baseline before intervention, 4 weeks and 12 weeks after intervention. All subjects received a physical therapy program 12 sessions 3 times a week for the first 4 weeks, and physical therapy program, 12 sessions a week, from 4 weeks to 12 weeks, for a total 20 sessions.

Ultrasound machine was used for AHD, visual analog scale (VAS) was used for pain intensity, electronic hand held dynamometer was used for muscle strength, Korean Constant shoulder score (K-CSS) used for functional performance.

Results : AHD, pain intensity, and muscle strength did not show significant differences at 4 weeks, but improved numerically, and showed significant differences at 12 weeks ($p<.05$), showing superior results in the eccentric training group compared to the concentric training group. Functional performance showed significant changes at both 4 and 12 weeks ($p<.05$), and excellent results were also found in the eccentric training group.

Conclusion : In patients with partial rotator cuff tears with moderate to severe shoulder pain, an eccentric training program increased acromiohumeral distance (AHD), reduced pain, and increased muscle strength. Therefore, it can be clinically presented as an intervention method that can quickly and effectively improve functional performance, which is the ultimate goal of physical therapy.

Key Words : concentric training, eccentric training, moderate to severe shoulder pain, partial rotator cuff tears, physical therapy program

교신저자 : 추연기, promise1221@nate.com

제출일 : 2023년 1월 9일 | 수정일 : 2023년 2월 6일 | 게재승인일 : 2023년 2월 17일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

근육돌레피는 가시위근, 가시아래근, 작은원근, 어깨 밑근과 같은 4개의 근육으로 구성되며, 어깨관절이 움직이는 동안에 위팔뼈머리가 어깨뼈 관절오목의 중심에 유지(maintain the centering)될 수 있도록 오목위팔관절의 동적 안정화(dynamic stability)을 위한 주요기능으로 가진다(Schmidt 등, 2015).

근육돌레피 중 가시위근(supraspinatus)의 힘줄 부분에 생긴 손상이 어깨 통증의 주된 원인으로 알려져 있으며 (Seida 등, 2010) 그 밖에도 퇴행적 변화, 혈관분포의 저하, 대사질환, 힘줄의 석회화, 봉우리밑 충돌증후군, 과사용, 근육약화, 반복적인 미세 손상, 스포츠 활동에 의한 직접적인 외상에 의해서도 그 원인을 찾을 수 있다 (Lewis, 2016). 또한 근육돌레피의 만성적인 마찰 현상은 가시위근의 힘줄 파열과 윤활주머니와 같은 주변 연부 조직의 손상을 일으켜 어깨관절의 통증을 발생시킬 수 있으며 이런 결과로 굽힘 또는 벌림 시의 관절가동범위의 제한 및 근력 약화와 더불어 기능수행력의 장애까지 초래한다(Burkhart 등, 2003; Michener 등, 2015).

근육돌레피 손상 시 수술적 치료에 앞서 일차적으로 시행되는 보존적 치료는 염증이 발생하거나 찢어진 힘줄의 재손상 방지, 통증 감소, 근육 및 관절 기능 개선을 주된 목적으로 한다. 시간이 지남에 따라 근육돌레피 파열 부위가 점점 커질 수 있으므로 보존적 치료는 무엇보다 봉우리 밑 공간(subacromial space)을 통과하는 근육돌레피의 마찰 현상이 감소시키기 위해 협소해진 봉우리 밑 공간을 다시 확보하는 것이 핵심인데 이는 어깨뼈 봉우리와 위팔뼈 사이의 거리(acromial-humeral distance; AHD)의 변화에 대한 평가로 알 수 있다. 즉, 사이 거리를 증가시키기 위해 실시되는 보존적 치료에 대한 대상자의 반응은 근육돌레피 부분파열 환자 치료에 매우 중요한 임상적인 지표이다(Cholewinski 등, 2008; Choo, 2019).

보존적 치료의 필수 구성요소는 “운동치료(therapeutic exercise)”이며 이는 관절가동술, 근육 힘줄 및 관절 주머니의 뻘침, 근육 강화 프로그램으로 구성된다(Kukkonen

등, 2015; Littlewood 등, 2012). 일반적인 근육 강화 프로그램에서는 등장성 운동을 통해 근육의 더욱 빠르고 강한 수축력 향상을 목적으로 동심성 수축(concentric contraction)을 주로 유발한다(Dejaco 등, 2017). 하지만 편심성 수축(eccentric contraction)은 생리학적으로 과도한 관절의 움직임을 제어하기 위해 주로 작용하며 특히, 근육돌레피 손상과 같은 힘줄병증(tendinopathy)에서 동심성 수축 훈련보다 편심성 훈련이 힘줄의 치유에 따른 통증 감소와 기능회복에서 일부 좋은 결과를 보였다 (Cardoso 등, 2019). 또한 편심성 수축에 의해 제공되는 반복적인 부하의 증가와 감소는 일정한 기계적 자극을 생성하여 장기적으로 손상된 힘줄을 치유하기 위한 리모델링을 촉진할 수 있으며(Camargo 등, 2014; Larsson 등, 2019) 또 다른 연구에서도 편심성 수축 훈련 프로그램 후에 손상된 힘줄에서 콜라겐 합성이 더욱 증가한다고 보고하였다(Langberg 등, 2007). 일부 연구들에서는 초기 증상 단계(염증기)에서 실시된 편심성 훈련이 염증의 증가의 힘줄의 부하를 제어하는 작용을 하여 치유를 촉진시켜 결과적으로 염증과 통증 감소의 가능성에 대해 언급하기도 하였다(Kaux 등, 2013; Lau 등, 2015).

하지만 어깨관절의 근육돌레피 부분파열 환자를 위한 보존적 치료의 일환으로 편심성 훈련이 다른 방법의 훈련과 비교하여 효과가 있다는 결정적인 증거를 제시하는 후속 연구는 매우 드물며 특히, 병리학적으로 매우 고통스러운 통증을 느끼고 있는 상태의 중등도 이상의 어깨 통증 환자들을 대상으로 편심성 훈련의 중재 효과를 비교하여 통증을 경감시킬 수 있는 방법을 제시한 연구 또한 부족한 실정이다.

2. 연구의 목적

중등도(moderate)이상의 어깨통증을 동반한 근육돌레피(가시위근)의 부분파열 환자들을 대상으로 편심성 훈련 프로그램과 동심성 훈련 프로그램을 적용한 후 어깨뼈 봉우리와 위팔뼈 사이 거리(AHD), 통증, 근력, 기능수행력 변화 차이를 비교하여 편심성 훈련의 효과 검증과 세부적인 적용방법에 대해 임상적으로 권고하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상자 및 절차

본 연구는 어깨관절을 주로 진료하는 정형외과 전문 의로부터 초음파 검사와 이학적 검사에 의해 중등도 이상의 통증을 느끼며 근육통(가시위근의 부분파열로 진단받은 환자 47명을 최초 선정하였으나 개인적 사정에 따른 중도 탈락자 18명을 제외한 29명을 최종 대상으로 하여 2021년 1월부터 2022년 12월 동안 실시되었다. 연구대상자 총 숫자의 선정은 G*Power software v.3.1.9.7 (Heinrich Heine University, Düsseldorf, Germany)을 이용하여 효과크기(effect size) .80, 유의수준(α) .05, 검정력(power) .95 설정에 따른 두 군 간의 비교를 위한 최소 28명 이상의 모집수준 제안을 따랐다.

연구대상자 포함 기준은 1) 만 30세 이상 2) 최근 3개월 동안 어떤 치료도 받지 않은 자 3) 중등도 이상의 통증 : 시각적 상사 척도(visual analogue scale; VAS) 50 mm 이상 (중등도; 50~60 mm, 중증; 70~100 mm)이며, 제외 기준은 1) 급성외상으로 인한 손상, 2) 어깨, 등뼈, 목뼈

수술이력자, 3) 유착성 관절주머니염(frozen shoulder) 등의 질환으로 어깨훈련에 제한이 있는 자로 하였다. 또한 연구 참여에 대한 자발적인 서면 동의서를 모두 제출하였으며(Jensen 등, 2003; Serlin 등, 1995), 중재기간 동안 협의되지 않은 어떤 치료도 받지 않을 것에 대해서도 동의하였다.

모든 대상자는 난수표를 이용한 단순 무작위화를 실시하여 실험군(편심성 훈련군, 15명) 또는 대조군(동심성 훈련군, 14명)으로 배정하였으며 중재 시작 전 초기(baseline), 시작 후 4주, 12주의 시점에 따라 동일한 방법으로 평가를 실시하여 측정하였다.

2. 중재방법

모든 대상자는 병원에 소속된 재활 전문센터에서 초기부터 4주에 걸쳐 주 3회씩 12회의 물리치료 프로그램이 먼저 진행되었으며, 이후 4주부터 12주가 될 때까지는 주 1회씩 8회를 더해 총 20회의 물리치료 프로그램을 주기적으로 실시하였다. 공통적인 구체적인 물리치료 프로그램은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. Experimental and control group interventions.

ET group (n= 15)	CT group (n= 14)
Types (dose)	
Superficial moist heats (20 minutes)	
Massage therapy to deltoid, upper trapezius, pectoralis, and shoulder girdle muscles (10 minutes)	
Active assisted range of motion to the affected shoulder with a progressive gain of mobility (10 minutes)	
Assisted muscle stretching to upper trapezius, pectoralis, deltoid, anterior and posterior articular shoulder capsule, latissimus dorsi, rotator muscles, biceps, and triceps (20 minutes)	
Muscle strengthening with eccentric contraction to deltoid, internal and external rotators, biceps, triceps, pectoralis, and trapezius (3sets of 12 repetitions, 15-20 seconds)	Muscle strengthening with concentric contraction to deltoid, internal and external rotators, biceps, triceps, pectoralis, and trapezius (3sets of 12 repetitions, 5 seconds)

* 30 seconds rest between sets

* 60 seconds rest between types of exercise

ET; eccentric training, CT; concentric training

1) 실험군: 편심성 훈련군(eccentric training group; ET group)

Kuhn(2009)이 제시한 물리치료 프로그램을 응용하여 (1) 온열치료, (2) 마사지 치료, (3) 관절가동범위 운동, (4) 뺨침운동, (5) 편심성 훈련(근력강화) 순으로 실시하였으며 편심성 훈련의 구체적인 방법으로는 손상 측 어깨관절에 편심성 수축만이 발생 될 수 있도록 대상자는 옆으로 누운자세에서 각 움직임(굽힘, 벌림, 가쪽돌림, 안쪽돌림)의 편심성 수축 후 가능한 끝범위까지 치료사에 의해 수동적으로 도달하게 하여 초기위치를 확보하여 훈련을 시작하였다. 그 후 근섬유가 늘어나며 수축할 수 있게 가능한 최종위치까지 15~20초에 걸쳐 천천히 수행하도록 지도하였다. 중등도 이상의 민감한 통증을 가진 환자들임을 고려하여 이에 적합한 250 g의 낮은 무게의 손목 모래주머니(weight cuff)를 사용하여 최초 훈련을 시작하였으며 매주 250 g씩 증가하여 가능하다면 4주 차에는 최대 1,000 g까지 수행하였다(Macías-Hernández 등, 2021). 다만, 통증 호소 등으로 진전된 훈련을 수행할 수 없다면 같은 무게로 1주일 더 반복하였다. 아울러 세트 당 30초의 휴식시간을 제공하였으며 무엇보다 보상작용 없이 정확한 훈련이 수행되도록 담당 치료사의 1:1 지도를 통해 시행되었다.

2) 대조군: 동심성 훈련군(concentric training group; CT group)

실험군의 물리치료 프로그램과 유사한 (1) 온열치료, (2) 마사지 치료, (3) 관절가동범위 운동, (4) 뺨침운동, (5) 동심성 훈련(근력강화) 순으로 실시하였으며 동심성 훈련의 구체적인 방법으로는 손상 측 어깨관절에 동심성 수축만 발생 될 수 있도록 대상자는 옆으로 누운자세에서 각 움직임(굽힘, 벌림, 가쪽돌림, 안쪽돌림)의 동심성 수축 후 가능한 시작범위까지 치료사에 의해 수동적으로 도달하게 하여 초기위치를 확보하여 훈련을 시작하였다. 그 후 근섬유가 짧아지며 수축할 수 있게 가능한 최종위치까지 5초에 걸쳐 상대적으로 빠르게 수행하도록 지도하였다. 중등도 이상의 통증을 가진 환자들임을 고려하여 이에 적합한 250 g의 낮은 무게의 손목 모래주머니(weight cuff)로 사용하여 최초 훈련을 시작하였

으며 매주 250 g씩 증가하여 가능하다면 4주 차에는 최대 1,000 g까지 수행하였다(Macías-Hernández 등, 2021). 다만, 통증 호소 등으로 진전된 훈련을 수행할 수 없다면 같은 무게로 1주일 더 반복하였다. 아울러 세트 당 30초의 휴식시간을 제공하였으며 무엇보다 보상작용 없이 정확한 훈련이 수행되도록 담당 치료사의 1:1 지도를 통해 시행되었다.

3. 측정도구 및 방법

1) 어깨뼈 봉우리와 위팔뼈 사이 거리(AHD)

5 to 12 MHz linear array probe 초음파 장비(Philips iU22 Ultrasound Machine, Philips Medical System, Bothell, Washington, USA)를 이용한 10년 이상의 경력을 가진 2명의 어깨관절 정형외과 전문의에 의해 동일하게 측정되었다. 대상자는 앉은 자세에서 어깨관절을 중립상태로 고정하여 측정하였다. 최초 초음파의 도자(probe)를 어깨뼈 봉우리의 앞쪽 가장자리에 위치시켜 어깨뼈면 쪽으로 긴축을 따라 봉우리의 편평한 표면에 평행한 방향으로 측정하였다. 2번에 걸친 반복 검사 후 저장된 캡처 이미지에서 앞-아래쪽 어깨뼈 봉우리 가장자리와 위쪽 위팔뼈 머리 사이 최단 거리를 캘리퍼 기능을 통해 측정하여 평균값(mm)을 구하였다(Desmeules 등, 2004). 아울러 초음파 장비를 사용한 AHD 측정방법에 대한 신뢰도(ICC= .96)와 최소감지변화(minimal detectable change; MDC= .4 mm) 결과 매우 우수한 도구이다(Michener 등, 2015).

2) 통증강도

눈금 표시가 없는 시각적 상사 척도(visual analogue scale; VAS)를 이용하여 근육돌레피 부분 파열환자의 통증강도를 알기 위해 “하루 중 최대로 느껴지는 통증강도는 얼마인가?”에 대한 중재 전·후의 변화를 측정하였다(Delgado-Gil 등, 2015).

3) 근력

전자식 휴대용 CompuFET dynamometer(Hoggan Health Industries Inc, UT, USA)를 이용하여 어깨 벌림근의 등척성 근력을 측정하였다. Jaric(2002) 연구에서처럼 대상자는 등받이가 없는 의자에 발을 대고 앉아 반대쪽 손으로

의자 밑면을 잡은 자세에서 한쪽 끝은 바닥에 고정되어 있으며 한쪽은 손목에 스트랩을 설치하여 팔꿈치를 펴고 아래팔은 뒤침한 상태에서 어깨를 이마면을 따라 90° 벌림(가시위근)하게 하여 최대 힘을 발휘하게 하였다. 벌림 근력에 대한 세 번에 걸친 연속 측정값의 평균 값을 수치화하였으며 만약 대상자가 90°의 벌림에 도달하지 못한 경우, 환자가 달성할 수 있는 최대 범위에서 근력을 측정하였다.

4) 기능수행력

콘스탄트 어깨점수(Constant shoulder score)는 어깨관절 질환이 있는 환자의 기능수행력의 변화를 수치화시켜 편리하게 측정할 수 있기에 많은 연구에서 사용된다(Constant & Murley, 1987). 주관적 척도 35점과 객관적 척도 65점을 더한 총 점수는 100점으로, 주관적 척도 35점은 세부적으로 통증정도 15점, 일상생활동작 20점으로 나뉘며 객관적 척도 65점은 세부적으로 어깨관절 움직임 40점, 근력 25점으로 나뉜다. 내적일치도(internal consistency) 검사에서 cronbach $\alpha = .6$ 이며, 검사-재검사법에서 ICC = .8~.96으로 비교적 우수한 신뢰도를 가진 측정도구이다(Razmjou 등, 2008; Roy 등, 2010). 본 연구에서 이용된 한국어판 콘스탄트 어깨점수(Korean-Constant shoulder score, K-CSS) 역시 검사-재검사법에서 ICC = .94로 매우 우수한 신뢰도를 가진 측정도구이다(Choo 등, 2014). 총 점수는 100점으로 원본과 동일하지만 어깨환자의 기능수행력을 좀 더 정확히 수

치화할 수 있도록 주관적 척도와 객관적 척도를 더욱 세분화하여 재구성하였다.

4. 분석방법

기술통계 분석을 통해 측정변수를 절대 빈도(n)와 백분율(%)로 나타냈으며 중심경향과 분산을 더욱 정확히 표현하기 위해 중앙값(median)과 사분위수 범위(interquartile ranges; IQR)로 표기하였다. 또한 대상자의 특성과 초기 측정변수에 대한 군 간(편심성 훈련군, 동심성 훈련군)의 동질성 검정을 위해 Fisher 정확성 검정(Fisher's exact test)을 이용하였다. 각 측정시점(초기, 4주, 12주)에 따른 군 간 비교를 위해 맨-휘트니 U 검정(Mann-Whitney U test)을 이용하였으며 측정시점 동안 군 내 변화를 비교하기 위해 프리드먼 검정(Friedman test)을 이용하여 분석하였다. 모든 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였으며 통계처리는 SPSS for windows ver. 25.0(SPSS, Chicago, IL, USA) 프로그램을 통해 실시하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연구대상자 특성 및 초기 측정변수

연구에 참여한 대상자의 특성은 다음과 같으며, 대상자의 특성과 초기 측정변수의 동질성 분석 결과 모든 변

Table 2. Baseline characteristics of subjects for each group

(unit)

Variables	ET group (n=15)	CT group (n=14)	p
Age (years)	54.51 (47.72-62.73) ^a	54.45 (47.67-61.89)	.692
BMI (kg/m ²)	26.99 (24.88-30.97)	26.36 (22.65-29.04)	.394
Gender (male/female)	5/10	5/9	.586
Injured side (right/left)	11/4	9/5	.658
Dominant side (right/left)	13/2	13/1	.920
AHD (mm)	11.12 (9.89-12.35)	10.85 (9.48-12.22)	.771
VAS (mm)	58.00 (50.50-67.00)	62.00 (49.50-74.50)	.331
Strength (kg)	4.21 (2.72-5.85)	4.09 (2.48-5.22)	.525
K-CSS (points)	58.00 (47.00-63.00)	52.00 (44.00-60.00)	.396

^aMedian (Interquartile ranges)

ET; eccentric training, CT; concentric training, AHD; acromial-humeral distance, VAS; visual analogue scale, K-CSS; Korean-constant shoulder score

수에서 두 군 간의 유의한 차이는 없었다(Table 2).

2. 어깨뼈 봉우리와 위팔뼈 사이 거리(AHD) 변화의 차이

편심성 훈련군과 동심성 훈련군 간 AHD 변화의 차이를 비교한 결과 4주에서는 유의한 차이를 보이지 않았으

나, 12주에서는 편심성 훈련군이 동심성 훈련군 보다 유의한 증가를 보였다($p<.05$). 측정시점에 따른 그룹 내 AHD의 변화를 분석한 결과에서는 편심성 훈련군과 동심성 훈련군 모두에서 유의한 증가를 보였다 ($p<.05$)(Table 3).

Table 3. Results of changes in the acromio-humeral distance (AHD) (unit: mm)

Variables	ET group (n=15)	CT group (n=14)	Between group (p)
Baseline	11.12 (9.89-12.35)	10.85 (9.48-12.22)	.771
4 weeks	11.52 (10.26-12.78)	11.17 (9.85-12.49)	.058
12 weeks	12.03 (10.77-13.29)	11.46 (10.14-12.78)	.010
Intra group (p)	.000	.010	

^aMedian (Interquartile ranges)
ET; eccentric training, CT; concentric training, AHD; acromial-humeral distance

3. 통증강도 변화의 차이

편심성 훈련군과 동심성 훈련군 간 통증강도 변화의 차이를 비교한 결과 4주에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 12주에서는 편심성 훈련군이 동심성 훈련군 보

다 유의한 감소를 보였다($p<.05$). 측정시점에 따른 그룹 내 통증강도의 변화를 분석한 결과에서는 편심성 훈련군과 동심성 훈련군 모두에서 유의한 감소를 보였다 ($p<.05$)(Table 4).

Table 4. Results of changes in the pain intensity (unit: mm)

Variables	ET group (n=15)	CT group (n=14)	Between group (p)
Baseline	58.00 (50.50-67.00)	62.00 (49.00-74.50)	.331
4 weeks	39.00 (34.00-45.50)	45.00 (35.00-54.00)	.098
12 weeks	16.00 (13.50-18.00)	24.00 (19.00-29.00)	.024
Intra group (p)	.000	.010	

^aMedian (Interquartile ranges)
ET; eccentric training, CT; concentric training

Table 5. Results of changes in the strength (unit: kg)

Variables	ET group (n=15)	CT group (n=14)	Between group (p)
Baseline	4.21 (2.72-5.85)	4.09 (2.48-5.22)	.525
4 weeks	5.41 (3.43-7.37)	4.96 (3.64-6.48)	.380
12 weeks	13.63 (8.64-18.57)	10.43 (5.11-11.28)	.010
Intra group (p)	.000	.010	

^aMedian (Interquartile ranges)
ET; eccentric training, CT; concentric training

4. 근력 변화의 차이

편심성 훈련군과 동심성 훈련군 간 근력 변화의 차이를 비교한 결과 4주에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 12주에서는 편심성 훈련군이 동심성 훈련군 보다 유의한 증가를 보였다($p<.05$). 측정시점에 따른 그룹 내 근력의 변화를 분석한 결과에서는 편심성 훈련군과 동심성 훈련군 모두에서 유의한 증가를 보였다($p<.05$)(Table 5).

5. 기능수행력 변화의 차이

편심성 훈련군과 동심성 훈련군 간 기능수행력 변화의 차이를 비교한 결과 4주와 12주 모두에서는 편심성 훈련군이 동심성 훈련군 보다 유의한 증가를 보였다($p<.05$). 측정시점에 따른 그룹 내 기능수행력의 변화를 분석한 결과에서는 편심성 훈련군과 동심성 훈련군 모두에서 유의한 증가를 보였다($p<.05$)(Table 6).

Table 6. Results of changes in the functional performance (unit: score)

Variables	ET group (n=15)	CT group (n=14)	Between group (<i>p</i>)
Baseline	58.00 (47.00-63.00)	52.00 (44.00-60.00)	.396
4 weeks	71.00 (60.00-76.00)	60.00 (52.00-68.00)	.045
12 weeks	87.00 (76.00-92.00)	69.00 (61.00-77.00)	.010
Intra group (<i>p</i>)	.000	.010	

^aMedian (Interquartile ranges)

ET; eccentric training, CT; concentric training

IV. 고 찰

본 연구는 중등도(moderate) 이상의 어깨통증을 동반하며 근육돌레띠(가시위근)의 부분파열로 진단받은 환자들을 대상으로 총 12주에 걸쳐 편심성 훈련 프로그램(편심성 훈련군)과 동심성 훈련 프로그램(동심성 훈련군)을 적용한 후 어깨뼈 봉우리와 위팔뼈 사이 거리(AHD), 통증강도, 근력, 기능수행력 변화를 비교하여 편심성 훈련 프로그램의 효과성을 분석하기 위해 실시되었다.

초음파 장비를 통한 검사는 근육돌레띠 힘줄의 찢어짐 등 직접적인 병리학적 변화 또는 어깨뼈 봉우리 밑 공간의 변화와 같은 치료의 반응 여부를 찾아내기 위해 매우 유용한 측정장비로 널리 이용되고 있다(Michener 등, 2015). 어깨뼈 봉우리 밑 공간의 정상적인 유지는 통증없는 어깨관절의 기능적 수행을 위해서 매우 중요한데, 이 공간을 구체적으로 어깨뼈 봉우리와 위팔뼈 사이 거리(AHD)라고 표현한다. 즉, 근육돌레띠 근육의 약화 등과 같은 이유로 위팔뼈의 머리가 과도하게 앞쪽 및 위

쪽으로 이동하게 되어 발생된 AHD의 감소는 그 사이를 통과하는 근육돌레띠 힘줄(가시위근)의 압박에 따른 손상과 깊은 연관이 있다(Luque-Suarez 등, 2013). 본 연구와 평균 연령이 50대로 유사한 Michener 등(2015)의 연구에서 어깨충돌증후군에 의한 근육돌레띠 손상환자의 AHD(10.80~11.20 mm)는 정상인의 AHD(11.40~80 mm)과 비교하여 약 5 % 정도 감소되어 있으며 본 연구 대상자들 역시 편심성 훈련군 11.01 mm, 동심성 훈련군 10.88 mm 모두 유사한 수치로 감소되어 있음을 알 수 있다. 이는 좁아진 AHD를 다시금 유의하게 증가시킬 수 있는 결과를 나타낼 수 있는 효과적인 중재방법을 결정하는데 매우 중요한 의미를 가진다. 본 연구에서는 중재 12주가 경과함에 따라 편심성 훈련군과 동심성 훈련군 모두에서 결과적으로 AHD는 유의하게 증가되어 두 훈련 프로그램 모두 우수하다 할 수 있다. 하지만 비록 중재 후 4주에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만 수치상으로 편심성 훈련군이 동심성 훈련군과 비교하여 2 % 이상 AHD의 증가를 보였으며 12주에서는 4 % 이상의 유의한 증가 차이를 보여 편심성 훈련 프로그램이 유사한 조건에서 보다 빠르고 효과적인 임상적인 방법이라 할 수 있

다. 이는 근육돌레피의 편심성 수축 훈련이 일상생활에서 오목위팔관절의 굽힘 또는 벌림 시 위팔뼈 머리의 과도한 움직임을 브레이크처럼 제어하는 역할을 더욱 촉진한 것으로 구체적으로는 근육 활성화를 통해 위팔뼈에 아래 방향으로의 활주(gliding)을 제공하여 관절오목 중심부에 안정적으로 위치할 수 있도록 정상적인 관절 높이를 빠르게 회복시킨 결과라 하겠다. 다만 본 연구와 유사한 편심성 훈련 방법과 일반적 훈련에 따른 AHD를 비교한 Choo 등(2022a)의 보고에서 중재 6주 후 편심성 훈련군에서 유의한 AHD 증가가 나타나는 것을 고려하였을 때 본 연구에서의 4주의 중재 기간은 수치상의 변화는 보이거나 통계적으로 유의한 AHD의 증가가 나타나기에는 다소 짧은 기간이라 생각된다.

어깨뼈 봉우리 밑 공간에서 근육돌레피(가시위근) 또는 윤활주머니 조직에 발생하는 염증과 찢어짐과 같은 병리학적 변화는 일반적으로 통증이 수반되는데 초기에는 어깨관절의 굽힘과 벌림과 같은 AHD가 감소하는 동작을 취할 때 주로 심한 통증이 발생하다 나중에는 휴식을 취하거나 잠을 잘 때마저 중등도 이상의 통증에 시달리곤 한다(Michener 등, 2015). 근육돌레피와 관련된 어깨관절의 통증 발생 이유는 앞서 언급한 바와 같이 근육돌레피 약화와 뒤쪽 관절주머니 뻣뻣함으로 인해 관절 오목에 대한 위팔뼈 머리의 위치적 결함(positional fault)이라는 안정성 저하에 의한 것이다. 그로 인해 관절 내 AHD가 감소하게 되고 사이에 위치한 근육돌레피 힘줄을 포함한 주변 연부조직의 잦은 마찰로 손상이 발생하는 것이 통증 발생의 주된 원인이다(Ludewig & Reynolds, 2009). 본 연구에서는 중재 12주가 경과함에 따라 편심성 훈련군과 동심성 훈련군 모두에서 통증강도가 유의하게 감소되어 두 훈련 프로그램 모두 우수한 결과를 보였다. 어깨뼈 봉우리와 위팔뼈 사이 거리(AHD)의 결과와 마찬가지로 통증강도 역시 4주에서는 비록 유의한 차이를 보이지 않았지만 수치상으로 편심성 훈련군이 동심성 훈련군과 비교하여 5 % 이상 통증강도의 감소 차이를 보였으며 12주에서는 11 % 이상의 유의한 감소 차이를 보여 편심성 훈련 프로그램이 유사한 조건에서 보다 빠르고 효과적인 임상적인 방법이라 할 수 있다. 본 연구와 유사한 50대 연령의 환자를 대상으로 편심성 훈련군과 동심성 훈련군을 비교한

Macías-Hernández 등(2021) 연구에서도 편심성 훈련군이 보다 빠르게 통증이 감소되었으며, 근육돌레피 파열의 주된 원인이 될 수 있는 만성 봉우리 밑 충돌증후군(subacromial impingement syndrome) 환자를 대상으로 한 Choo 등(2022a)의 연구에서도 중재 6주 후 편심성 훈련군이 동심성 훈련군과 비교하여 유의한 통증감소의 효과를 보였다. 또한 근육돌레피에 6주간의 편심성 훈련 프로그램을 적용하여 일반적인 운동 프로그램과 비교한 Chaconas 등(2017)에서도 편심성 훈련군에서 유의한 통증감소가 나타나 본 연구의 결과를 뒷받침하였으며 통증감소의 효과가 6개월 동안 더욱 오래 지속되기도 하였다. 이는 앞서 언급한 AHD의 증가를 통한 구조적 변화가 이미 손상이 발생되어 있는 근육돌레피 힘줄의 반복적인 재마찰의 가능성을 낮춰준 측면이 크게 작용한 것이며, 편심성 및 동심성 수축 훈련이 유해자극을 억제하는 관절 내 기계적 수용기(mechanoreceptor)를 활성화를 시켜 통증을 감소시킨 결과라 생각된다. 또한 손상으로부터 제어작용을 만들어낼 수 있는 편심성 훈련에 의한 장기간의 효율적 부하 적용이 근육돌레피 힘줄 조직을 기능적으로 강화시키고 또한 주변 조직의 혈류 증가를 발생시켜 손상조직의 치유와 함께 더욱 효과적인 통증 감소가 나타났을 것이다(Cook & Docking, 2015; Rio 등, 2016).

근육돌레피의 파열 환자들은 일반적으로 관절가동범위의 제한과 더불어 힘줄의 구조적 손상과 심한 통증으로 인한 현저한 근력의 감소를 보이며 나아가 일상생활 동작을 포함한 기능수행력의 문제까지 초래한다. 본 연구에서는 중재 12주가 경과함에 따라 편심성 훈련군과 동심성 훈련군 모두에서 근력이 유의하게 증가되어 두 훈련 프로그램 모두 우수한 결과를 보였다. 앞선 결과와 동일하게도 근력 역시 4주에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만 수치상으로 편심성 훈련군이 동심성 훈련군과 비교하여 7 % 이상 근력 증가의 차이를 보였으며 12주에서는 69 % 이상의 유의한 증가 차이를 보여 편심성 훈련 프로그램이 유사한 조건에서 보다 빠르고 효과적인 임상적인 방법이라 할 수 있다. 본 연구와 유사한 훈련 프로그램 적용 후 편심성 훈련군과 동심성 훈련군을 비교한 Macías-Hernández 등(2021) 연구에서도 초기 4주에서는 비록 유의한 차이는 없었으나 수치상의 변화 차

이를 보였으며 12주에서는 편심성 훈련군이 동심성 훈련군과 비교하여 92 % 이상의 유의한 근력 증가의 차이를 보였다. 또한 근육돌레피 손상을 유발하는 내부 충돌 증후군을 가진 고등학교 야구선수들을 대상으로 6주 간의 편심성 훈련과 동심성 훈련을 비교한 Choo 등(2022b)의 연구에서도 편심성 훈련에서 보다 평균적으로 9 % 이상의 효과적인 근력향상 효과를 보이는 것으로 나타났다. Langberg 등(2007)에 따르면 이는 편심성 수축 훈련에 의해 제공되는 반복적인 부하의 증가가 일정한 기계적 자극을 생성하여 장기적으로 손상된 힘줄을 치유하기 위한 리모델링을 촉진하며, 특히 손상된 힘줄 주변 조직의 콜라겐 합성을 더욱 증가시켜 부분적으로 파열된 힘줄의 기능을 주변 조직들이 대체할 수 있는 기능적인 근력 향상의 결과라 할 수 있다. 또한 중등도 이상의 통증을 가진 근육돌레피 부분파열 환자들은 재손상과 더 큰 통증 발생의 위험성을 우려하여 근력 훈련이 필요함을 인지하면서도 널리 알려진 세부적인 지침이 부족하기에 통상적으로 지양하였는데 본 연구에서 제시한 훈련 프로그램은 이런 환자들에게 최초 설정 부하와 진전(progression)방법 등에서 앞으로의 효과적인 방향성을 제시하였다는데 그 가치를 더욱 가진다.

본 연구에서는 대상자들의 어깨관절 기능수행력을 평가하기 위해 가장 널리 사용되는 도구 중 하나인 콘스탄트 어깨점수를 더욱 구체화 시켜 우수한 결과를 보인 한국 어판 콘스탄트 어깨점수(K-CSS)를 사용하였다(Choo 등, 2014). 본 연구결과 중재 12주가 경과함에 따라 편심성 훈련군과 동심성 훈련군 모두에서 기능수행력이 유의하게 향상되어 두 훈련 프로그램 모두 우수한 결과를 보였다. 하지만 앞선 결과와는 다소 상이하게도 기능수행력은 4주에서 편심성 훈련군이 동심성 훈련군과 비교하여 7 % 이상 향상의 차이를 보였으며 12주에서 또한 17 % 이상의 유의한 향상의 차이를 보여 모든 측정시점에서 편심성 훈련 프로그램이 보다 빠르고 효과적인 임상적인 방법이라 할 수 있다. 근육돌레피 부분파열 환자를 대상으로 본 연구와 동일한 콘스탄트 어깨점수를 통해 편심성 훈련군과 동심성 훈련군을 비교한 Macías-Hernández 등(2021) 연구에서도 4주(8 % 이상)와 12주(15 % 이상) 모두에서 편심성 훈련군이 동심성 훈련군과 비교하여 기능수행력 향상의 차이를 보였으며,

Choo 등(2022a) 연구에서 역시 6주간의 편심성 훈련군이 일반적 훈련군과 비교하여 우수한 기능수행력 향상을 차이를 보였다. 또한 본 연구에서 사용된 콘스탄트 어깨 점수와 높은 상관관계를 보이며 근육돌레피 손상에 따른 기능수행력 장애를 평가하기 위해 많이 사용되는 western ontario rotator cuff index; WORC)을 이용한 Chaconas 등(2017)의 연구결과에서도 편심성 훈련군에서 일반적 훈련군과 비교하여 유의한 기능수행력 향상 효과를 보였다. 종합적으로 이런 결과는 콘스탄트 어깨점수의 첫 번째 세부항목인 주관적 척도가 통증과 일상생활 동작으로 두 번째 세부항목인 객관적 척도는 움직임, 근력을 수치화시켜 총 점수로 평가하기에 앞서 소개한 연구결과에서 편심성 훈련군이 동심성 훈련군과 비교하여 더욱 우수한 AHD 증가를 비롯한 통증강도의 감소와 근력의 증가를 보였기에 이를 포함하는 콘스탄트 어깨 점수의 높은 총 점수의 획득으로 자연스럽게 이어졌다고 생각된다.

다만, 중도 탈락자 등이 발생하여 대상자의 전체 수가 최초 연구계획보다 다소 부족하였으며 중재 효과의 지속성을 규명하기 위한 장기간 연구가 이루어지지 못하였고 또한, 연구 대상자의 중재 전·후의 변화를 더욱 정확히 평가할 수 있는 자기공명영상(magnetic resonance imaging; MRI) 등의 도구를 임상적 상황에 의해 사용하지 못하였다는 점에서 본 연구결과를 모든 중등도의 통증을 동반한 근육돌레피 부분파열 환자들에게 일반화하여 적용하기는 어려움이 있다. 앞으로도 이런 부족한 부분을 보완한 후속연구를 통해 비교·분석 및 효과 검증의 노력은 계속되어야 할 것이다.

V. 결론

중등도의 어깨통증을 동반한 근육돌레피 부분파열 환자에게 편심성 훈련 프로그램은 동심성 훈련 프로그램과 비교하여 우수한 어깨뼈 봉우리와 위팔뼈 사이의 거리(AHD) 증가와 더불어 통증의 감소, 근력의 증가를 가져다주어 물리치료의 궁극적인 목표라 할 수 있는 기능수행력 향상을 빠르고 효과적으로 도모할 수 있는 중재

방법이라 임상적으로 제안할 수 있다.

참고문헌

- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB(2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy*, 19(4), 404-420. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50128>.
- Camargo PR, Albuquerque-Sendin F, Salvini TF(2014). Eccentric training as a new approach for rotator cuff tendinopathy: review and perspectives. *World J Orthop*, 5(5), 634-644. <https://doi.org/10.5312/wjo.v5.i5.634>.
- Cardoso TB, Pizzari T, Kinsella R, et al(2019). Current trends in tendinopathy management. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 33(1), 122-140. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2019.02.001>.
- Chaconas EJ, Kolber MJ, Hanney WJ, et al(2017). Shoulder external rotator eccentric training versus general shoulder exercise for subacromial pain syndrome: a randomized controlled trial. *Int J Sports Phys Ther*, 12(7), 1121-1133. <https://doi.org/10.26603/ijsp20171121>.
- Cholewinski JJ, Kusz DJ, Wojciechowski P, et al(2008). 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*, 16(4), 408-414. <https://doi.org/10.1007/s00167-007-0443-4>.
- Choo YK(2019). Effects of mobilization with movement combined with exercise (EMWM) on AHD, ROM and functional performance in patients with impingement syndrome of the shoulder. *J Korean Soc Integr Med*, 7(2), 153-163. <https://doi.org/10.15268/ksim.2019.7..153>.
- Choo YK, Bae WS, Kim IS(2022a). Physiotherapy approaches for chronic subacromial impingement syndrome: comparison of effects of eccentric training and general exercise. *J Korean Soc Integr Med*, 10(1), 61-72. <https://doi.org/10.15268/ksim.2022.10.1.061>.
- Choo YK, Kim HS, Lee KC(2022b). Physical therapy intervention for high school baseball players with internal impingement syndrome : comparison of the effects of eccentric training and concentric training. *J Korean Soc Integr Med*, 10(4), 219-228. <https://doi.org/10.15268/ksim.2022.10.4.219>.
- Choo YK, Song JM, Lee EJ(2014). Cross-cultural adaption for shoulder pain and functional measures into Korean. *Korea-Japan Phys Ther Joint Conference*, 83, 123.
- Constant CR, Murley AH(1987). A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*, 214, 160-164.
- Cook JL, Docking SI(2015). “Rehabilitation will increase the ‘capacity’ of your ...insert musculoskeletal tissue here...” Defining ‘tissue capacity’: a core concept for clinicians. *Br J Sports Med*, 49(23), 1484-1485. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094849>.
- Dejaco B, Habets B, van Loon C, et al(2017). Eccentric versus conventional exercise therapy in patients with rotator cuff tendinopathy: a randomized, single blinded, clinical trial. *Knee Surg Sports, Traumatol Arthrosc*, 25(7), 2051-2059. <https://doi.org/10.1007/s00167-016-4223-x>.
- Delgado-Gil JA, Prado-Robles E, Rodrigues-de-Souza DP, et al(2015). Effects of mobilization with movement on pain and range of motion in patients with unilateral shoulder impingement syndrome: a randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther*, 38(4), 245-252. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2014.12.008>.
- Desmeules F, Minville L, Riederer B, et al(2004). Acromio-humeral distance variation measured by ultrasonography and its association with the outcome of rehabilitation for shoulder impingement syndrome. *Clin J Sport Med*, 14(4), 197-205. <https://doi.org/10.1097/00042752-200407000-00002>.
- Jaric S(2002). Muscle strength testing: use of normalisation for body size. *Sports Med*, 32(10), 615-631. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232100-00002>.
- Jensen MP, Chen C, Brugger AM(2003). Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: a

- reanalysis of two clinical trials of postoperative pain. *J Pain*, 4(7), 407-414. [https://doi.org/10.1016/s1526-5900\(03\)00716-8](https://doi.org/10.1016/s1526-5900(03)00716-8).
- Kaux JF, Drion P, Libertiaux V, et al(2013). Eccentric training improves tendon biomechanical properties: a rat model. *J Orthop Res*, 31(1), 119-124. <https://doi.org/10.1002/jor.22202>.
- Kuhn JE(2009). Exercise in the treatment of rotator cuff impingement: a systematic review and a synthesized evidence-based rehabilitation protocol. *J Shoulder Elbow Surg*, 18(1), 138-160. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2008.06.004>.
- Kukkonen J, Joukainen A, Lehtinen J, et al(2015). Treatment of nontraumatic rotator cuff tears: a randomized controlled trial with two years of clinical and imaging follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 97(21), 1729-1737. <https://doi.org/10.2106/JBJS.N.01051>.
- Langberg H, Ellingsgaard H, Madsen T, et al(2007). Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. *Scand J Med Sci Sports*, 17(1), 61-66. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00522.x>.
- Larsson R, Berhardsson S, Nordeman L(2019). Effects of eccentric exercise in patients with subacromial impingement syndrome: a systematic review and metaanalysis. *BMC Musculoskel Disord*, 20(1), 446. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2796-5>.
- Lau WY, Blazeovich AJ, Newton MJ, et al(2015). Assessment of muscle pain induced by elbow-flexor eccentric exercise. *J Athl Train*, 50(11), 1140-1148. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.11.05>.
- Lewis J(2016). Rotator cuff related shoulder pain: assessment, management and uncertainties. *Man Ther*, 23, 57-68. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.03.009>.
- Littlewood C, Ashton J, Chance-Larsen K, et al(2012). Exercise for rotator cuff tendinopathy: a systematic review. *Physiotherapy*, 98(2), 101-109. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2011.08.002>.
- Ludewig PM, Reynolds JF(2009). The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther*, 39(2), 90-104. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2808>.
- Luque-Suarez A, Navarro-Ledesma S, Petocz P, et al(2013). Short term effects of kinesiotaping on acromiohumeral distance in asymptomatic subjects: a randomised controlled trial. *Man Ther*, 18(6), 573-577. <https://doi.org/10.1016/j.math.2013.06.002>.
- Macías-Hernández SI, García-Morales JR, Hernández-Díaz C, et al(2021). Tolerance and effectiveness of eccentric vs. concentric muscle strengthening in rotator cuff partial tears and moderate to severe shoulder pain. a randomized pilot study. *J Clin Orthop Trauma*, 14, 106-112. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2020.07.031>.
- Michener LA, Yesilyaprak SS, Seitz AL, et al(2015). Supraspinatus tendon and subacromial space parameters measured on ultrasonographic imaging in subacromial impingement syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 23(2), 363-369. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2542-8>.
- Razmjou H, Bean A, MacDermid JC, et al(2008). Convergent validity of the Constant-Murley outcome measure in patients with rotator cuff disease. *Physiother Can*, 60(1), 72-79. <https://doi.org/10.3138/physio/60/1/72>.
- Rio E, Kidgell D, Moseley GL, et al(2016). Tendon neuroplastic training: changing the way we think about tendon rehabilitation: a narrative review. *Br J Sports Med*, 50(4), 209-215. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095215>.
- Roy JS, MacDermid JC, Woodhouse LJ(2010). A systematic review of the psychometric properties of the Constant-Murley score. *J Shoulder Elbow Surg*, 19(1), 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.04.008>.
- Schmidt CC, Jarrett CD, Brown BT(2015). Management of rotator cuff tears. *J Hand Surg Am*, 40(2), 399-408. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.06.122>.
- Seida JC, LeBlanc C, Schouten JR, et al(2010). Systematic review: nonoperative and operative treatments for rotator cuff tears. *Ann Intern Med*, 153(4), 246-255.

<https://doi.org/10.7326/0003-4819-153-4-201008170-00263>.
Serlin RC, Mendoza TR, Nakamura Y, et al(1995). When is
cancer pain mild, moderate or severe? Grading pain

severity by its interference with function. Pain, 61(2),
277-284. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(94\)00178-H](https://doi.org/10.1016/0304-3959(94)00178-H).