

어깨관절의 수동적 내회전 관절 가동범위의 측정 방법에 따른 신뢰도와 상완골두의 전방 활주 거리 비교

김현숙
여주대학 물리치료과
이원휘, 정성대
연세대학교 대학원 재활학과

Abstract

A Comparison of Reliability and Anterior Glide Distance of Humerus Head of Passive Shoulder Internal Rotation Range of Motion Measurement Methods

Hyun-sook Kim, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Yeojoo Institute of Technology

Won-hwee Lee, M.Sc., P.T.

Sung-dae Choung, B.H.Sc., P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University

The purpose of this study was to measure intra-rater and inter-rater reliability and range of motion for measurement of passive shoulder internal rotation range of motion and to compare anterior glide distance of humeral head in three methods. Fifty healthy subjects and fifty patients with shoulder musculoskeletal pain were recruited for this study. The subjects' passive shoulder internal rotation range of motion was measured by visual estimation, manual stabilization, and pressure biofeedback unit methods. In two trials, measurements were performed on each subject by two examiners. Intraclass correlation coefficient (ICC(3,1)) was used to determine the reliability of each measurement. The intra-rater reliability of the three methods was excellent (ICC=.77~.93) in both groups. The inter-rater reliability of the visual estimation method was poor (ICC=.20, .29), the manual scapular stabilization method was poor and fair (ICC=.09, .50), and the pressure biofeedback unit method was excellent (ICC .86, .75) in the experimental and control groups. In the experimental group, the difference of examined range of motion by each examiner was significant in the visual estimation method and manual scapular stabilization method, but there was an insignificant difference between the groups in the pressure biofeedback unit method. This result suggests that the intra-rater and inter-rater reliability of a pressure biofeedback unit was better than the other methods. The difference in distance of the anterior glide of humeral head was insignificant among all the methods. The pressure biofeedback unit method was the most reliable method, so it is proposed to be a new and reliable method to measure internal rotation range of motion.

Key Words: Pressure biofeedback unit; Range of motion; Reliability; Shoulder.

I. 서론

관절 가동범위는 관절에서 움직임이 일어나는 범위로 대상자가 스스로 움직일 수 있는 관절 가동범위인

능동적 관절 가동범위(active range of motion)와 외부에 의해 움직여지는 관절 가동범위인 수동적 관절 가동범위(passive range of motion)가 있다(Norkin과 White, 1995). 능동적 관절 가동범위 측정을 통해 대상자의 움

통신저자: 김현숙 kimhs@yit.ac.kr

직이려는 노력, 근력 등을 알 수 있고, 수동적 관절 가동범위 측정을 통해 관절면의 상태, 관절낭 및 인대, 근육들의 신장성 등을 알 수 있다(Norkin과 White, 1995). 이렇게 관절 가동범위 측정은 근골격계 검사의 중요한 부분으로서 환자를 진단하고, 손상의 정도를 평가하며, 치료 효과를 관찰하는데 사용되어진다(Awan 등, 2002; Green 등, 1998; Hoving 등, 2002; Riddle 등, 1987). 어깨관절은 운동성을 가진 복잡한 구조로 회전근개 근육과 관절낭 및 인대의 조화로운 움직임에 의해 정적 안정성과 동적 안정성을 제공 받는다(Torres 등, 2009). 하지만, 어깨관절에서 회전근개의 능력이 불충분하거나 상완골과 관련된 견갑골의 위치가 잘못된 위치(malposition)에 있으면 어깨 관절은 불안정해진다(von Eisenhart-Rothe 등, 2005). 또한 견갑하근(subscapularis)의 길이가 길어지거나 약해져 상완골두가 과도하게 전방으로 활주되고, 어깨 뒤쪽 관절낭의 단축으로 인해 상완와 관절(glenohumeral joint)의 운동형상학적(kinematic) 변화가 나타나는 경우 어깨관절의 충돌 증후군(impingement syndrome)도 유발될 수 있다(Sahrmann, 2002). 이러한, 어깨관절의 불안정성과 충돌 증후군과 같은 기능 장애는 주로 통증과 함께 어깨관절 가동범위의 제한을 일으킨다(Borich 등, 2006; Pope 등, 1996; Thomas 등, 2009). 어깨관절의 기능 장애로 인한 어깨관절의 가동범위는 유의한 수준의 제한이 나타난다고 보고되었는데(Rundquist와 Ludewig, 2004), 이는 머리를 빚질 하거나 상의를 입는 등의 일상생활 동작에 영향을 준다(McCully 등, 2005). 그러므로 관절 가동범위의 측정을 통해 주로 어깨관절의 제한이 어느 정도인지 검사해야 한다(Riddle 등, 1987). 또한 어깨관절의 내회전 관절 가동범위의 회복여부는 어깨관절의 재활 프로그램에 중요하므로, 어깨관절 내회전 관절 가동범위에 정확한 측정이 필요하고, 여러번 시도해도 같은 결과를 보이는 높은 신뢰도(reliability)가 있어야 한다(Silliman과 Hawkins, 1991). 현재 관절 가동범위 측정에서는 측각계(goniometer)나 경사계(inclinometer)등을 주로 사용하여 측정한다. 하지만, 측각계를 이용한 관절 가동범위 측정은 관절 가동범위 측정에 대한 신뢰도가 낮았다고 보고되었다(Riddle 등, 1987). 그러므로, 관절 가동범위 측정방법의 신뢰도를 높이기 위해선 측정방법을 표준화하는 것이 중요하다(Awan 등, 2002).

지금까지 많은 연구들이 어깨관절 내회전 관절 가동범위를 측정하는 방법들을 제시하고 있다. Mallon 등

(1996)은 엄지손가락으로 닿을 수 있는 척추의 극돌기 높이를 측정하는 방법을 제시하였는데, 이러한 방법은 팔꿈치, 손목, 엄지손가락에 의한 대상작용이 많이 일어나므로 어깨 관절의 내회전 관절 가동범위를 측정하는 좋은 방법은 아니라고 보고되었다(Edwards 등, 2002). 또한 테이프(tape)을 이용하여 어깨관절 내회전시 테이프의 길이로 측정하는 방법, 시각으로 추정하는 방법, 디지털 도구를 이용하는 방법, 그리고 카메라를 이용하는 방법 등이 많이 있으나 아직까지 내회전 관절 가동범위를 측정하는 정확하고 신뢰성 있는 방법에 대해서는 명확하게 제시하지 못하고 있다(Valentine과 Lewis, 2006). 어깨관절 내회전 관절 가동범위는 측정하는 자세에 따라서도 영향을 주게 되는데. 상완골을 0°와 30°, 60°, 90° 외전한 자세에서 내회전 각도를 측정하면 어깨관절의 외전에 따라 견갑골의 움직임이 포함되어 어깨관절의 내회전 관절 가동범위에 영향을 준다(Neumann, 2004; Southgate 등, 2009). Ellenbecker 등(1996)의 연구에서도 일반적인 어깨관절의 내회전 가동범위를 측정할 때 견갑골의 움직임, 즉 견갑흉부 움직임(scapulothoracic motion)이 동반되어 나타난다고 보고하였다. 또한 Sharmann(2002)은 어깨 통증 환자들의 움직임을 분석하여, 견갑골 움직임의 손상과 상완골 움직임의 손상에 따라 어깨 통증 환자들을 각각 4개의 증후군으로 분류하였다. 이 중에서 상완골 전방활주 증후군은 어깨를 움직일 때 후방으로 활주가 부족하여 상완와 관절의 뒤쪽 구조물인 후삼각근의 단축이나 앞쪽 구조물인 견갑하근의 느슨함이 동반되고 상완골두가 과도하게 앞으로 활주된다고 제시하였다. 그러므로, 어깨 통증이 있는 환자의 어깨관절 내회전 관절 가동범위의 정확한 내회전 관절 가동범위 측정을 위해서는 견갑 흉부 움직임과 함께 상완골두의 전방 활주 움직임이 동반되는지 관찰하는 것도 중요하다. Borich 등(2006)은 어깨관절의 내회전 측정시 어깨 관절을 90° 외전 시킨 상태에서 측정하면 견갑골의 경사가 9.2° 정도 앞으로 기울어진다고 한다. 그러므로, 순수한 상완와 관절에서 일어나는 내회전 가동범위 측정을 위해 손으로 오웬돌기(coracoid process)와 쇄골(clavicle)에 힘을 가하여 견갑골의 움직임을 제한하는 도수 고정 방법 등을 제시하였다(Ellenbecker 등, 1996).

하지만 Boon과 Smith(2000)는 도수 고정 방법에 의한 관절 가동범위 측정방법의 신뢰도에 대한 연구에서, 측정자내 신뢰도는 급간내 상관관계수(intraclass correlation coefficient; ICC) .38로 낮은 등급이었고, 측정자간 신뢰도는 .60으로 중간 등급이었다. 또한 Awan 등(2002)은

내회전 관절 가동범위 측정을 하면서 한명의 관찰자를 더 추가하여 견갑골이 앞으로 기울어지는 시점을 관찰하고, 견갑골이 기울어지는 시점의 내회전 관절 가동범위를 관절 가동범위로 정하는 시각 추정 방법을 제시하였다. 하지만, 시각 추정 방법을 통한 신뢰도는 측정자내 신뢰도가 ICC .63에서 .71이었지만, 측정자간 신뢰도는 측정자내 신뢰도 보다 낮았다(ICC .51~.65).

그러므로, 본 연구는 압력 바이오피드백 기구 (pressure biofeedback unit)¹⁾를 이용하여 어깨관절의 내회전 관절 가동범위를 새롭게 측정해보고자 하였다. 압력 바이오피드백 기구는 주로 체간 심부 근육의 평가와 요추의 안정화능력을 재교육하는데 사용되어진다 (Cynn등, 2006; von Garnier등, 2009). 압력 바이오피드백 기구는 압력 게이지가 연결된 부풀어지는 쿠션과 압력을 넣는 부분으로 구성되어 있어 압력의 변화를 통해 복횡근의 기능을 평가하는 신뢰도와 타당성이 있는 도구이다(Cynn등, 2006). 이러한 압력 바이오피드백의 쿠션부위를 견갑골 아래에 위치시키고, 견갑골의 대상작용이 나타난다면, 압력 바이오피드백 기구의 압력 변화가 나타날 것이다. 따라서, 본 연구는 압력 바이오피드백 기구를 이용한 어깨관절의 내회전 관절 가동범위 측정방법과 이전부터 연구되어온 시각 추정 방법과 도수 고정 방법의 신뢰도를 비교하고 또한 환자군에서 내회전 관절 가동범위 측정시 나타날 수 있는 상완골두의 전방활주 거리를 비교하여 압력 바이오피드백 기구를 이용한 관절가동범위 측정이 다른 측정방법들보다 효과적으로 어깨 관절에서의 내회전 관절 가동범위를 측정할 수 있는지 알아보려고 시도하였다. 위의 연구 목적을 규명하기 위하여 다음과 같은 가설을 설정하였다. 첫째, 압력 바이오피드백 기구를 이용한 방법이 시각 추정과 도수 고정방법을 이용했을 때와 비교했을 때 측정자간, 측정자내 신뢰도에 차이가 있을 것이다. 둘째,

어깨 통증이 있는 군에서 나타나는 상완골의 전방활주 거리가 각 측정방법에 따라 차이가 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구 대상자는 실험 전에 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명을 듣고, 자발적으로 실험 참여에 동의를 한 강원도 원주시에 소재한 산업체에 근무하고 있는 근로자들이다. 연구대상자는 총 100명으로, 이 중에서 근골격계 통증으로 인해 어깨 통증이 있는 근로자 50명은 환자군으로 분류하고, 어깨 통증을 겪어보지 않은 근로자 50명은 정상군으로 분류하였다. 환자군으로 분류된 대상자들은 근골격계 통증으로 인해 어깨의 통증이 있고, 통증기간이 한 달 이상 되어 급성 통증(acute pain)이 아닌 근로자들로 선정되었다. 또한 어깨 통증이 근골격계 통증이 아닌 신경계의 문제로 인한 통증이나, 어깨 관절의 기형이나, 기타 질환으로 인한 어깨 통증이거나 급성 통증인 경우는 환자군에서 제외시켰다.

연구 대상자의 일반적인 특성은 표 1에 제시되어 있다. 대상자의 우세손(dominant hand)은 모두 오른 손이었다. 또한 환자군에서 각 대상자의 통증 정도는 시각 통증 등급(visual analogue scale; VAS)을 사용하여 측정하였다. 시각 통증 등급은 0(통증 없음)부터 10(최대 통증)까지 표시된 도표에 본인의 상태를 표시하도록 하였으며, 환자군의 통증 정도는 평균 4.4이었다. 두 군간 연구대상자의 연령, 신장과 체중에는 유의한 차이가 없었다.

2. 실험기기 및 도구

어깨관절의 내회전 관절 가동범위 측정은 측각계를 이용하여 실시하였다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

	환자군(n ₁ =50)	정상군(n ₂ =50)	p
연령(세)	37.72±7.56 ^a	36.46±9.05	.452*
신장(cm)	172.42±4.92	171.5±5.47	.379
체중(kg)	74.26±5.37	74.02±4.61	.811
시각 통증 등급(VAS) ^b	4.42±1.89		

^a평균±표준편차, ^bvisual analogue scale, *p<.05.

1) Pressure biofeedback unit, Chattanooga Group Inc., Hixson, U.S.A.

어깨관절 내회전시 상완골두의 전방 활주 거리를 분석하기 위해 실시간 삼차원 동작 분석기 CMS-HS²⁾를 사용하였고, 한 개의 단일 표식자(single marker)를 바로 누운 자세에서 어깨를 90° 외전한 상태에서 상완골두의 앞쪽에 가장 돌출되어 있는 부위에 부착하였다(그림 1). 데이터를 수집하기 위해 Windata 2.19 프로그램을 이용하였고, 표본 수집률 20 Hz로 어깨관절의 내회전 관절 가동범위를 측정하는 동안 부착된 단일 표식자의 위치데이터를 수집 및 분석 하였다.

압력 바이오피드백 기구는 초기 압력을 40 mmHg로 설정한 상태에서 대상자가 누웠을 때 압력 바이오피드백의 쿠션을 바닥과 견갑골 사이에 위치시킨다.

3. 실험방법

어깨 관절의 수동적 내회전 관절 가동범위의 측정방법에 따른 신뢰도를 구하기 위해 한 대상자의 어깨 내회전 관절 가동범위를 두명의 측정자가 측정하였다. 수동적 내회전 관절 가동범위를 측정할 때 한명의 기록자



그림 1. 단일 표식자 부착 위치 및 측정 시작 자세.

를 두어 측정자가 수동적 관절 가동범위라고 생각되는 지점에서 측각계를 적용하고, 기록자가 수동적 내회전 관절 가동범위를 읽고 기록하였다. 수동적 내회전 관절 가동범위의 측정은 정상군에서는 우세측에서만 실시하였고, 환자군에서는 통증이 한쪽 어깨에 있는 경우, 통증이 있는 측만 측정하고, 통증이 양쪽 어깨에 있는 경우, 통증이 심한 측만 측정을 하였다. 실험 전에 측정자 두 명과 기록자에게 세 가지 측정방법에 대해 교육을 하였고, 충분히 연습한 후에 본 실험을 실시하였다. 어깨 내회전 관절 가동범위의 측정시간 순서는 무작위한 순서로 실시하였고, 측정자에 의한 편견을 최소화 하기 위해 측정값은 기록자만 알 수 있는 맹검(blinding)을 실시하였다. 모든 측정은 바로 누운 자세에서 어깨관절은 90° 외전하고 팔굽 관절은 90° 굴곡한 자세에서 실시하였다(Awan 등, 2002). 또한 상완골을 중립 수평 자세에 위치하기 위해 상완골 아래에 수건을 대주어 상완골이 견봉(acromion process)과 같은 높이에 있도록 유지시켰다(Myers 등, 2006; Norkin과 White, 1995). 그리고 모든 측정 방법에서 견갑골과 바닥 사이에 압력 바이오피드백 기구를 위치시켜 세가지 측정 방법의 자세를 동일하게 하였다. 어깨관절의 수동적 내회전 관절가동 범위 측정은 세 가지 방법을 통해 측정하였다(그림 2).

첫 번째 방법은 시각 추정 방법에 의한 방법으로 측정자가 대상자의 팔을 내회전 시키면서 견갑골의 움직임이 나타나는 시점을 눈으로 판단하여 내회전 관절 가동범위로 지정하고 그 관절 가동범위를 측정하였다(Awan 등, 2002).

두 번째 방법은 도수 고정 방법에 의한 방법으로 측정자가 한손으로 쇄골과 견갑골을 잡고 고정된 상태에서 어깨관절의 내회전을 실시하고 견갑골의 움직임이 느껴지는 시점에서 관절 가동범위를 측정하였다(Boon과 Smith, 2000).



A. 시각 추정 방법



B. 도수 고정 방법



C. 압력바이오피드백 방법

그림 2. 세가지 측정 방법.

2) Zebris Mdizintechnik, GmbH, Isny, Germany.

마지막 측정방법은 압력 바이오피드백 기구의 압력을 40 mmHg로 설정한 상태에서 어깨관절의 내회전을 실시하였다. 어깨관절을 내회전 시키는 동안 압력이 2 mmHg 이상 증가하거나 감소한다면 이때를 어깨관절의 내회전 관절 가동범위로 결정하였다. 이는 본 실험전 예비 연구를 통해 정하였으며, 압력 바이오피드백 기구의 눈금이 2 mmHg씩 되어 있고, 어깨관절의 수동적 내회전 관절 가동범위 끝범위(end-range)까지 가도 4 mmHg 이상 압력의 변화가 나타나지 않았으므로, 기준을 2mmHg로 설정하였다.

측정은 측정자마다 측정방법에 따라 두 번씩 실시하였고, 매 측정시마다 측정 후 1분간의 휴식시간을 제공하여, 반복 측정이 측정자의 다음 측정에 영향을 미치지 않도록 하였다. 또한 측정자간 1시간의 휴식시간을 두어, 첫 번째 측정자의 측정이 두 번째 측정자의 측정한 값에 영향을 주지 않도록 하였다. 또한 측정 방법간 순서는 제비뽑기를 통해서 무작위로 실시하였다. 이렇게 측정된 각각의 수동적 어깨관절 내회전 각도를 통해, 각 측정 방법의 측정자내 신뢰도 및 측정자간 신뢰도를 구하였다.

또한 각각의 측정방법에서 상완골의 전방활주 거리를 알아보기 위해, 시작 자세로부터 수동적 내회전 관절 가동범위가 결정되는 시점까지의 단일표식자의 위치 데이터를 수집하였다. 수집한 위치데이터 중에서 시작 지점의 1초 동안의 좌표값과 관절 가동범위가 결정되는

지점에서 1초 동안의 좌표값들을 이용하여 y축 이동거리를 계산하였고 이를 상완골두의 전방활주 거리로 하였다. 예비 실험을 통해 상완골의 전방활주 거리는 정상군에서는 작아 측정방법간 차이가 없었으므로, 본 실험에서는 환자군 대상자들에게만 측정하였으며, 두 번 측정된 값의 평균값으로 비교하였다.

4. 분석방법

환자군과 정상군에서 세가지 측정방법의 측정자내 신뢰도를 알아보기 위해 각 측정방법마다 어깨관절 내회전 관절 가동범위를 두 번씩 측정하여, 급간내 상관계수(ICC(3,1)), 측정의 표준 오차(standard error of measurement; SEM), 평균차 95% 신뢰구간(95% CI)을 이용하여 검증하였다. 측정자간 신뢰도도 측정자별로 각 측정방법마다 어깨관절 내회전 관절 가동범위를 두 번씩 각각 측정된 평균값으로 급간내 상관계수(ICC(3,1))와 측정의 표준 오차, 평균차 95% 신뢰구간을 이용하여 검증하였다. 또한 각 측정방법의 표준 오차 및 측정자간의 관절 가동범위를 비교하기 위해 독립적 t-검정을 사용하였고, 환자군에서 전방활주 거리 비교는 반복측정된 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)를 사용하였다. 통계학적인 유의수준을 검정하기 위하여 유의수준은 .05로 하였고 자료의 통계처리는 상용 통계프로그램인 윈도 SPSS ver. 12.0 프로그램을 사용하였다.

표 2. 측정방법에 따른 측정자내 신뢰도

측정 방법	군	측정 횟수	관절 가동범위(°)	ICC	평균차 95% 신뢰구간		표준 오차(°)
					하한값	상한값	
시각 추정	환자군	1회	38.76±5.87 ^a	.79	.58	.88	2.68
		2회	40.58±5.96				
	정상군	1회	50.00±10.31	.90	.83	.94	
		2회	51.44±9.95				
도수 고정	환자군	1회	33.90±4.53	.77	.63	.86	2.17
		2회	33.36±4.64				
	정상군	1회	47.68±6.06	.83	.73	.90	
		2회	47.24±5.92				
압력 바이오피드백	환자군	1회	40.22±8.13	.93	.88	.96	2.15
		2회	40.06±8.18				
	정상군	1회	46.08±12.45	.93	.89	.96	
		2회	45.42±11.52				

^a평균±표준편차.

III. 결과

1. 측정방법에 따른 측정자내 신뢰도

시각 추정 방법에 의한 측정방법의 측정자내 신뢰도는 환자군 .79, 정상군 .90의 신뢰도를 보였고, 도수 고정에서는 환자군 .77, 정상군 .83의 신뢰도를, 압력 바이오피드백은 환자군 .93, 정상군 .93의 신뢰도로 모든 측정방법에서 높은 등급의 신뢰도를 보였다. 측정의 표준 오차는 정상군에서는 압력 바이오피드백 방법이 3.29°로 가장 컸고, 도수 고정 방법이 2.49°로 가장 작았으나, 환자군에서는 시각 추정 방법이 2.68°로 가장 컸고, 압력 바이오 피드백 방법이 2.15°로 가장 작았다(표 2).

2. 측정방법에 따른 측정자간 신뢰도

시각 추정 방법의 측정자내 신뢰도는 환자군 .20, 정상군 .29로 낮은 등급의 신뢰도를 보였고, 도수 고정에 의한

신뢰도는 환자군이 .09로 낮은 등급, 정상군은 .50로 중간 등급이었다. 그러나 압력 바이오피드백에 의한 신뢰도는 환자군 .86, 정상군 .75으로 높은 등급의 신뢰도를 보였다. 측정의 표준 오차는 정상군에서는 시각 추정 방법이 8.35°로 가장 컸고, 도수 고정 방법이 4.05°로 가장 작았으나, 환자군에서는 시각 추정 방법이 5.05°로 가장 컸고, 압력 바이오피드백 방법이 3.00°로 가장 작았다(표 3).

3. 측정자간 내회전 관절 가동범위 비교

각 측정방법마다 측정자간 어깨관절 내회전 관절 가동범위를 환자군과 정상군 모두 비교하였다. 정상군에서는 각 측정방법에 따라 대상자간 유의한 차이가 없었으나 환자군에서는 시각 추정 방법과 도수 고정방법에서 측정자간 유의한 차이가 있었고(p<.05), 압력 바이오 피드백 방법은 측정자간 유의한 차이가 없었다(p>.05) (표 4)(그림 3).

표 3. 측정방법에 따른 측정자간 신뢰도

측정 방법	군	측정자	관절 가동범위(°)	ICC	평균차 95% 신뢰구간		표준 오차(°)
					하한값	상한값	
시각 추정	환자군	측정자 1	39.67± 5.65 ^a	.20	-.17	.49	5.05
		측정자 2	47.52± 6.37				
	정상군	측정자 1	50.72± 9.91	.29	-.18	.59	
		측정자 2	54.02± 6.68				
도수 고정	환자군	측정자 1	33.63± 4.32	.09	-.39	.44	4.12
		측정자 2	37.90± 7.16				
	정상군	측정자 1	47.46± 5.74	.50	.13	.71	
		측정자 2	46.23± 8.16				
압력 바이오피드백	환자군	측정자 1	40.41± 8.02	.86	.76	.92	3.00
		측정자 2	40.44± 7.42				
	정상군	측정자 1	45.75±11.80	.75	.55	.85	
		측정자 2	46.23±11.53				

^a평균±표준편차.

표 4. 측정자간 내회전 관절 가동범위 비교

	측정 방법	측정자 1	측정자 2	t	df	p
환자군	시각 추정	39.67±5.65 ^a	47.52±6.37	-6.51	98	.00*
	도수 고정	33.63±4.32	37.90±7.16	-3.61	98	.00
	압력 바이오피드백	40.41±8.02	40.44±7.42	.01	98	.98
정상군	시각 추정	50.72±9.91	54.02±6.68	-1.95	98	.06
	도수 고정	47.46±5.74	46.23±8.16	.85	98	.39
	압력 바이오피드백	45.75±11.80	46.23±11.53	.21	98	.83

^a평균±표준편차, *p<.05.

표 5. 환자군에서 측정방법에 따른 상완골두의 전방활주된 거리(mm) 비교

	측정 방법	환자군	평방향	자유도	평방평균	F	p
측정자 1	시각 추정	3.78±.89 ^a	1.34	2	.67	1.29	.28
	도수 고정	3.73±.95					
	압력 바이오피드백	4.06±1.31					
측정자 2	시각 추정	3.84±.67	2.32	2	1.16	1.56	.21
	도수 고정	3.73±.84					
	압력 바이오피드백	4.03±1.03					

^a평균±표준편차.

4. 환자군에서 각 측정방법에 따른 전방 활주된 거리(mm) 비교

측정자별로 환자군을 대상으로 각 측정방법에 따라 상완골두의 전방 활주된 거리를 비교하였다. 측정자 1에서 시각 추정방법, 도수 고정 방법, 압력 바이오피드백 방법에서 전방 활주된 거리는 각각 평균 3.78 mm, 3.73 mm, 그리고 4.06 mm이었다. 또한 측정자 2에서는 각각 평균 3.84 mm, 3.73 mm, 그리고 4.03 mm이었다. 측정방법에 따라 상완골두의 전방 활주된 거리는 유의한 차이는 없었다($p>.05$)(표 5).

IV. 고찰

본 연구는 압력 바이오피드백 기구를 이용한 어깨관절의 내회전 관절 가동범위 측정방법과 이전부터 연구되어온 시각 추정 방법과 도수 고정 방법의 신뢰도를 비교하고 또한 환자군에서 내회전 관절 가동범위 측정

시 나타날 수 있는 상완골두의 전방활주 거리를 비교하여 압력 바이오피드백 기구를 이용한 관절가동범위 측정이 다른 측정방법들보다 효과적으로 어깨 관절에서의 내회전 관절 가동범위를 측정할 수 있는지 알아보고자 시도하였다.

첫 번째로 압력 바이오피드백 기구를 이용하여 어깨관절의 내회전 관절 가동범위를 측정하는 방법과 시각 추정 방법과 도수 고정 방법을 환자군과 정상군에서 각각 측정자내, 측정자간 신뢰도를 통해 비교해 보았다. 측정자내 신뢰도는 이전 연구들에서 시각 추정 방법과 도수 고정 방법 모두 측정자내 신뢰도가 급간내 상관계수 .63~.71이나 .93으로 보고 되었고(Awan 등, 2002; Borich 등, 2006), 본 연구에서는 모든 측정방법에서 .75 이상으로, 결과적으로 세 가지 측정 방법 모두 측정자내 신뢰도는 높았다. 이 때 측정의 표준 오차는 각 측정방법에 따라 최소 2.15°에서 최대 3.29°로 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 측정자간 신뢰도는 이전 연구들

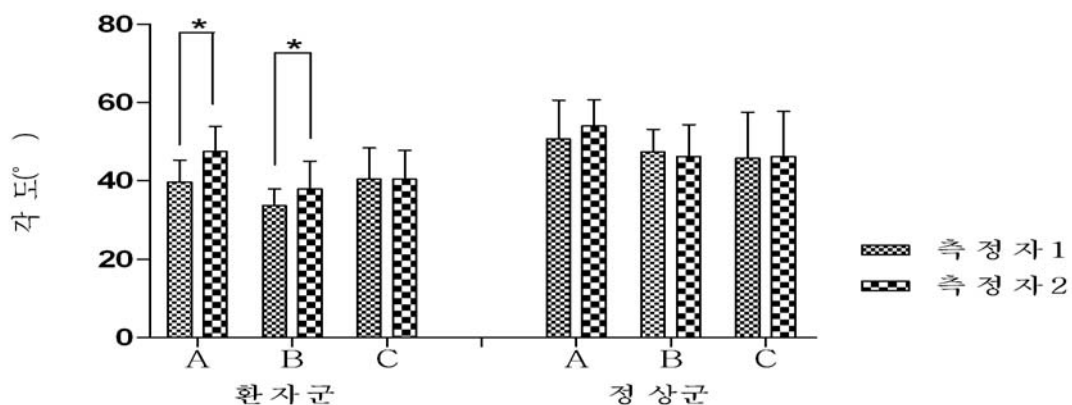


그림 3. 환자군과 정상군에서 측정자간 내회전 관절가동범위 비교. A: 시각 추정, B: 도수 고정, C: 압력 바이오피드백, * $p<.05$.

에서 시각 추정 및 도수 고정에 의한 내회전 측정의 측정자간 신뢰도가 급간내 상관계수 .43 이상 .71이하로 보고되었다(Awan 등, 2002; Boon과 Smith, 2000; Riddle 등, 1987; Green 등, 1998). 본 연구에서 측정자간 신뢰도는 압력 바이오피드백 기구를 이용한 방법만 환자군과 정상군 모두에서 .75 이상이었고, 시각 추정 방법은 환자군과 정상군 모두 .29 이하, 도수 고정 방법은 환자군에서는 .09, 정상군에서는 .50이었다. 측정의 표준 오차는 측정방법에 따라서 큰 차이를 보이지 않았다. 시각 추정 방법은 환자군 약 5°, 정상군 약 8° 였고, 도수 고정은 환자군과 정상군에서 약 4°, 압력 바이오 피드백 방법은 환자군 3°와 정상군 5.9° 였다. 하지만 측정자간 신뢰도에서의 표준 오차는 측정자내 신뢰도에서 보이는 표준 오차보다 크게 나타났는데, 이는 측정자간 신뢰도가 낮고 변이의 폭이 컸기 때문이다. 결과적으로 압력 바이오피드백 기구를 이용한 방법만이 시각 추정 방법과 도수 고정 방법보다 측정자간 신뢰도가 높았는데, 이는 대상자마다 일정한 내회전 범위에서의 견갑흉부의 움직임은 압력의 변화로 나타내어 객관적으로 확인 가능하였기 때문일 것이다. 그리고 환자군의 도수 고정에 의한 내회전 측정의 측정자간 신뢰도가 가장 낮은 값을 보였다. 또한 시각 추정 및 도수 고정 방법으로 측정한 어깨관절의 내회전 관절 가동범위는 환자군에서 측정자간 유의한 차이를 보였으나, 압력 바이오 피드백 기구를 이용한 측정방법만 측정자간 유의한 차이가 없었다(p=.98). 시각 추정 방법과 도수 고정 방법은 측정자마다 고정하는 힘이나, 견갑흉부 움직임에 대한 느낌이 주관적이므로, 측정자마다 수동적 관절 가동범위라고 정하는 시점을 다르게 느낄 것이다. 그러므로, 시각 추정과 도수 고정 방법은 측정을 많이 해본 검사자와 그렇지 않은 검사자의 경험상 차이에 의해서도 관절 가동범위에 차이를 보일 것이다.

또한 각 측정방법에 따라 환자군과 정상군에서의 측정자간 신뢰도와 측정자내 신뢰도를 비교해 보면 압력 바이오피드백 방법을 제외하고 환자군이 정상군보다 측정자간 신뢰도 및 측정자내 신뢰도가 낮게 나타났다. 이는 환자군에서 정상군보다 견갑흉부 움직임이나 상완과 관절에서 좀 더 많은 대상작용이 나타나 신뢰도에 영향을 주었다고 생각된다. 그러므로, 환자군에게 시각 추정 및 도수 고정 방법을 이용한 어깨 관절의 내회전 각도 측정은 많은 대상작용이 나타나, 이를 적절히 통제하지 못해 신뢰도가 낮게 나온다고 할 수 있다. 측정

자내 신뢰도는, 각 측정방법에 따른 측정 오차는 큰 차이가 없었다. 하지만 측정자간 신뢰도에서는 시각 추정의 측정오차가 가장 크게 나타났다. 이는 다른 측정방법들 보다 시각 추정 방법의 측정자료들의 변이정도가 크다는 것을 말하므로 시각 추정 방법은 다른 측정방법들 보다 정확한 추정값을 얻을 수 없다.

그러므로 첫 번째 가설이었던 압력 바이오피드백 기구를 이용한 방법이 시각 추정과 도수 고정방법을 이용했을 때와 비교했을 때 측정자간, 측정자내 신뢰도에 차이가 있을 것이라는 가설은 본 연구 결과 측정자간 신뢰도는 압력 바이오 피드백 기구를 이용한 방법이 시각 추정 방법과 도수 고정 방법과 차이가 있었고, 측정자내 신뢰도는 각 측정방법에 따라 차이가 없었다.

두 번째로 환자군에서 어깨관절 내회전 가동범위를 측정할 때 상완 골두의 전방 활주가 동반되어 나타날 수 있다. 그러므로 각 측정방법에 따른 내회전 관절 가동범위를 측정하는 동안 환자군에서 상완골두의 전방 활주된 거리를 측정하였는데 측정방법 간에 상완골두의 전방 활주된 거리는 최소 3.73 mm에서 최대 4.06 mm로, 측정 방법 간 유의한 차이가 없었다. 그러므로, 이 연구의 두 번째 가설인 어깨 통증이 있는 군에서 어깨 관절 내회전 각도 측정을 했을 때 나타나는 상완골의 전방활주거리가 각 측정방법에 따라 차이가 있을 것이라는 가설은 기각한다.

연구 결과 어깨 관절의 내회전을 측정하는 세 가지 방법 중에서 압력 바이오피드백 도구를 이용한 측정방법이 측정자내, 그리고 측정자간 신뢰도가 가장 좋고, 측정자간 유의한 관절 가동범위 차이가 없기 때문에 도수 고정 방법이나 시각 추정 방법 보다 효과적인 방법이라고 제시할 수 있다. 실제 임상에서도 압력계가 있으면 다른 방법들 보다 더 신뢰할 수 있는 어깨 관절의 내회전 가동범위를 측정할 수 있을 것이다.

본 연구의 정상군과 환자군의 연령범위는 21세부터 53세였다. Macedo와 Magee(2009)는 18세에서 59세 사이의 대상자에게서 연령에 따라 각 관절의 수동적 관절 가동범위를 측정하였는데, 어깨관절 내회전 수동적 관절 가동범위는 연령에 따라 유의한 영향을 받지 않았다. 또한 측정자내 신뢰도도 급간내 상관계수 .97이었다. 하지만 연령에 따른 측정자간 신뢰도에 대해선 연구되지 않았으므로, 이 연구의 제한점은 대상자의 연령을 통제 하지 못한 것과 대상자가 모두 남자여서, 결과를 일반화 하기가 힘들다. 앞으로 압력 바이오피드백을

이용하여 여자 대상자 및 연령에 대해 통제된 연구와 대상작용을 최소화하여 어깨의 내회전 각도를 측정할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다 하겠다.

V. 결론

본 연구는 압력 바이오피드백 기구를 이용한 어깨관절의 내회전 관절 가동범위 측정방법과 이전부터 연구되어온 시각 추정 방법과 도수 고정 방법의 신뢰도를 비교하고, 환자군에서 내회전 관절 가동범위 측정시 나타날 수 있는 상완골두의 전방활주 거리를 비교하여 압력 바이오피드백 기구를 이용한 관절가동범위 측정이 다른 측정방법들보다 효과적으로 어깨 관절에서의 내회전 관절 가동범위를 측정할 수 있는지 알아보려고 시도하였다. 연구 결과, 압력 바이오피드백 기구를 이용하여 측정하는 방법이 다른 측정 방법들보다 측정자내 신뢰도 및 측정자간 신뢰도가 급간내 상관계수 .93과 .75에서 .86을 각각 나타내어 높은 신뢰도를 보였다. 또한 상완골두의 전방활주는 측정방법끼리 유의한 차이가 없었으므로, 압력 바이오피드백 기구를 이용한 측정 방법이 지금까지의 측정 방법들에서 낮았던 측정자간 신뢰도를 보완할 수 있는, 새로운 측정 방법으로 제시할 수 있을 것이다.

인용문헌

Awan R, Smith J, Boon AJ. Measuring shoulder internal rotation range of motion: A comparison of 3 techniques. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(9):1229-1234.

Boon AJ, Smith J. Manual scapular stabilization: Its effect on shoulder rotational range of motion. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(7):978-983.

Borich MR, Bright JM, Lorello DJ, et al. Scapular angular positioning at end range internal rotation in cases of glenohumeral internal rotation deficit. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(12):926-934.

Cynn HS, Oh JS, Kwon OY, et al. Effects of lumbar stabilization using a pressure biofeedback unit

on muscle activity and lateral pelvic tilt during hip abduction in sidelying. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(11):1454-1458.

Edwards TB, Bostick RD, Greene CC, et al. Interobserver and intraobserver reliability of the measurement of shoulder internal rotation by vertebral level. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11(1):40-42.

Ellenbecker TS, Roetert EP, Piorkowski PA, et al. Glenohumeral joint internal and external rotation range of motion in elite junior tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;24(6):336-341.

Green S, Buchbinder R, Glazier R, et al. Systematic review of randomised controlled trials of interventions for painful shoulder: Selection criteria, outcome assessment, and efficacy. *BMJ.* 1998;316(7128):354-360.

Hoving JL, Buchbinder R, Green S, et al. How reliably do rheumatologists measure shoulder movement? *Ann Rheum Dis.* 2002;61(7):612-616.

Javanshir K, Mohseni-Bandpei MA, Rezasoltani A, et al. Ultrasonography of longus colli muscle: A reliability study on healthy subjects and patients with chronic neck pain. *J Bodyw Mov Ther.* 2009;7:1-7.

Macedo LG, Magee DJ. Effects of age on passive range of motion of selected peripheral joints in healthy adult females. *Physiother Theory Pract.* 2009;25(2):145-164.

Mallon WJ, Herring CL, Sallay PI, et al. Use of vertebral levels to measure presumed internal rotation at the shoulder: A radiographic analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 1996;5(4):299-306.

McCully SP, Kumar N, Lazarus MD, et al. Internal and external rotation of the shoulder: Effects of plane, end-range determination, and scapular motion. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005;14(6):602-610.

Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, et al. Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med.* 2006;34(3):385-391.

- Neumann DA. Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundation for physical rehabilitation. 2nd ed. St. Louis, Mosby Inc., 2004.
- Norkin CC, White DJ. Measurement of Joint Motion: A guide to goniometry. Philadelphia, PA, Co. F.A. Davis Co., 1995.
- Pope DP, Croft PR, Pritschard CM, et al. The frequency of restricted range of movement in individuals with self-reported shoulder pain: Results from a population-based survey. *Br J Rheumatol.* 1996;35(11):1137-1141.
- Riddle DL, Rothstein JM, Lamb RL. Goniometric reliability in a clinical setting. *Shoulder measurements.* *Phys Ther.* 1987;67(5):668-673.
- Rundquist PJ, Ludewig PM. Patterns of motion loss in subjects with idiopathic loss of shoulder range of motion. *Clin Biomech.* 2004;19(8):810-818.
- Sahrmann SA. Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndrome. St. Louis, Mosby Inc., 2002.
- Silliman JF, Hawkins RJ. Current concepts and recent advances in the athlete's shoulder. *Clin Sports Med.* 1991;10(4):693-705.
- Southgate DF, Hill AM, Alexander S, et al. The range of axial rotation of the glenohumeral joint. *J Biomech.* 2009;42(9):1307-1312.
- Thomas SJ, Swanik KA, Swanik C, et al. Glenohumeral rotation and scapular position adaptations after a single high school female sports season. *J Athl Train.* 2009;44(3):230-237.
- Torres RR, Gomes JL. Measurement of glenohumeral internal rotation in asymptomatic tennis players and swimmers. *Am J Sports Med.* 2009;37(5):1017-1023.
- Valentine RE, Lewis JS. Intraobserver reliability of 4 physiologic movements of the shoulder in subjects with and without symptoms. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(9):1242-1249.
- von Eisenhart-Rothe R, Matsen FA 3rd, Eckstein F, et al. Pathomechanics in atraumatic shoulder instability: Scapular positioning correlates with humeral head centering. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(433):82-89.
- von Garnier K, Köveker K, Rackwitz B, et al. Reliability of a test measuring transverse abdominis muscle recruitment with a pressure bio-feedback unit. *Physiotherapy.* 2009;95(1):8-14.

논문접수일	2010년 7월 2일
논문게재승인일	2010년 8월 20일