

스탠스 자세와 운동면의 차이에 따른 위팔어깨관절의 돌림운동이 어깨돌림근군과 몸통근군의 근전도 반응에 미치는 영향

김기홍^{1*} · 조상우² · 정환중³ · 남찬희^{4†}

¹단국대학교 생활체육학과, ²호서대학교 스포츠과학부, ³단국대학교 체육학과, ⁴단국대학교 교육학과
(2018년 8월 13일 접수: 2018년 9월 17일 수정: 2018년 9월 21일 채택)

Effects of shoulder rotation according to stance posture and plane of motion
on EMG response of shoulder rotator cuff and Trunk muscles.

Ki-Hong Kim^{1*} · Sang-Woo Cho² · Hwan-Jong Jeong³ · Ki-Hong Kim^{4†}

¹Department of Recreation and Leisure Studies, Dankook University

²Division of Sports Sciences, Hoseo University

³Department of Physical education, Dankook University

⁴Department of Physical education, Dankook University

(Received August 13, 2018; Revised September 17, 2018; Accepted September 21, 2018)

요 약 : 본 연구는 스탠스 자세와 운동면의 차이가 어깨돌림동작 시 활동근의 %MVIC를 비교분석하여 어깨강화운동을 위한 기초자료를 제공하는데 목적이 있다. 남성 8명을 무선배정하여 두발지지 자세, 한발지지 자세, 런지자세와 이마면, 수평면, 시상면에서 회전동작을 10회씩 수행하였다. 수행 중 가시위근, 가시아래근, 작은원근, 앞세모근, 배곧은근, 척추세움근, 큰가슴근, 넓은등근의 근활성도를 측정하였다. SPSS 22.0 통계프로그램을 사용하여 반복측정 일원분산분석(repeated one-way ANOVA)을 실시하였다. 첫째, 이마면에서 바깥돌림 동작 시 척추세움근은 두발지지 자세와 한발지지 자세보다 런지자세에서 높게 나타났고 안쪽돌림 동작 시 가시위근은 두발지지 자세보다 한발지지 자세, 한발지지 자세보다 런지자세에서 높게 나타났다. 둘째, 수평면에서 바깥돌림 동작 시 앞세모근은 두발지지 자세보다 한발지지 자세와 런지자세에서 높게 나타났고 안쪽돌림 동작 시 가시아래근은 두발지지 자세와 한발지지 자세보다 런지자세에서 높게 나타났으며, 큰가슴근에서는 한발지지 자세보다 두발지지 자세, 한발지지 자세보다 런지자세가 높게 나타났다. 셋째, 시상면 바깥돌림 동작 시 배곧은근은 두발지지 자세보다 한발지지 자세와 런지자세에서 유의하게 높게 나타났다. 안쪽돌림 동작 시 가시위근은 두발지지 자세보다 한발지지 자세와 런지자세에서 높게 나타났고 가시아래근은 두발지지 자세와 한발지지 자세보다 런지자세에서 높게 나타났다. 배곧은근에서 두발지지 자세와 런지자세보다 한발지지 자세에서 높게 나타났고 척추세움근은 한발지지 자세보다 두발지지 자세와 런지자세에서 높게 나타났다. 결론적으로 스탠스와 어깨의 운동면의 차이가 어깨위팔관절의 돌림운동 시 활동근들의 근활성도에 미치는 영향은 스탠스자세와 운동면에 따라서 다른 양상이 나타났으며, 이를 어깨 강화 운동프로그램에 적용한다면 보다 긍정적 효과를 기대할 수 있는 운동프로그램이 될 것으로 생각 된다.

†Corresponding author
(E-mail: nch7633@naver.com)

주제어 : 어깨돌림근띠, 스탠스, 고유수용감각, 근전도, 운동면

Abstract : The purpose of this study is to provide the basic data for the shoulder strengthening exercise by analyzing the % MVIC of the muscle activity in the shoulder rotator cuff by the difference of the stance posture and the anatomical plane. 8 male subjects were randomly assigned to perform the shoulder rotation exercise 10 times on the frontal plane, the horizontal plane, the sagittal plane and the two legs stance posture, the one leg stance posture, the lunge posture. Measured muscle activity of supraspinatus, infraspinatus, teres minor, anterior deltoid, rectus abdominis, erector spinae, pectoralis major, latissimus dorsi during exercise. A repetitive one-way ANOVA was performed using the SPSS 22.0 statistical program. First, during the external rotation on the frontal plane, the erector spinae was higher in the lunge posture than in the two legs stance posture and the one leg stance posture, And during the internal rotation on the frontal plane, the muscle activity of suprapinatus was higher in one leg stance posture than in the two legs stance posture and more so in the lunge posture. Second, during the external rotation on the horizontal plane, the muscle activity of deltoid anterior was higher in the one legs stance posture and in the lunge posture than in the two legs stance posture, and during the internal rotation on the horizontal plane, the muscle activity of infraspinatus was higher in the lunge posture than in the two legs stance posture and one leg posture, and the muscle activity of pectoralis major was higher in two leg stance posture than in the one legs stance posture and more so in the lunge posture. Third, during the external rotation on the sagittal plane, muscle activity of rectus abdominis was higher one leg stance posture in the lunge posture than in two leg stance posture. During the internal rotation on the sagittal plane, muscle activity of supraspinatus was higher one leg stance posture in the lunge posture than in two leg stance posture. And muscle activity of infraspinatus was higher in the lunge posture than in two leg stance posture, one leg stance. And muscle activity of Rectus abdominis was higher in the lunge posture and one leg stance posture than in the two legs stance posture. And muscle activity of Erector spinae was higher in the two legs stance postur and lunge posture than in the one leg stance posture. In conclusion, the differences in stance and shoulder anatomy have different effects on the muscle activity of the shoulder rotator exercises, and this is expected to be a more positive exercise program when applied to the shoulder strengthening exercise program.

Keywords : Rotator Cuff, Stance, Proprioception, EMG, Plane of motion.

1. 서론

어깨관절은 작은 관절오목 위에 상대적으로 큰 위팔뼈가 올려져있는 형태를 갖고 있어 우리 몸의 관절 중 움직임이 가장 큰 장점을 갖고 있다 [1,2]. 그러나 관절가동범위가 넓어 움직임이 큰 만큼 안정성이 낮아 어깨관절의 상해 위험성이 높은 단점을 갖고 있다[3].

위팔뼈두와 관절오목은 어깨의 모든 움직임에서든 25-30%는 점합되어 있으며, 관절순과 관절인대에 의해서 정적안정을 갖고 어깨돌림근띠와 세모근으로 동적안정을 갖는다[1,4]. 특히 돌림근

띠는 어깨위팔관절(Glenohumeral joint)의 위팔뼈와 어깨뼈의 배열을 올바르게 하는 역할을 한다 [5].

어깨 돌림근군의 대표적인 기능으로는 바깥돌림과 안쪽돌림이 있으며, 바깥돌림 기능을 담당하는 근육에는 가시위근, 가시아래근, 작은원근 등이 있고 안쪽돌림 기능을 담당하는 근육에는 어깨밀근, 큰가슴근, 넓은등근 등이 있으며, 그중 돌림근띠 근육인 가시위근, 가시아래근, 작은원근, 어깨아래근을 발달시키는 대표적 운동은 어깨 바깥돌림(External Rotation)운동과 어깨 안쪽돌림(Internal Rotation)운동이 있다[6],

어깨움직임은 시상면, 이마면, 가로면에 대한 일차적 움직임 연구에서 각 운동면의 중간면 움직임에 대한 논의가 되어 지고 있으며[7]. 같은 움직임의 운동방법이라 하더라도 운동면이 달라질 경우 어깨 안정근들의 근활성도가 달라지는 것으로 연구되어 지고 있다[8].

고유수용기는 근육, 건, 관절 안쪽에서 장력과 자세유지, 관절의 안정화 및 운동조절 역할을 담당한다[9]. 한발서기, Bosu ball, Swiss ball 등 불안정한 지지면 위에서의 저항운동은 부상방지과 고유수용각각 향상에 도움이 된다[10,11]. 이는 순발력이 요구되며, 부상의 위험성이 있는 동작들이 빈번하게 일어나는 스포츠 종목에서는 고유수용각각 훈련이 선행되는 것이 부상을 방지할 수 있음을 말해준다[12].

한발서기는 자세제어 능력평가를 위한 기준으로 사용되며[13,14,15], 여러 스포츠 상황이나 일상생활에서 필수적 능력이다[16]. 한발서기는 발목관절의 운동성으로 지지를 하기 힘들 경우, 역진자 모델의 형태를 나타내 몸통과 엉덩관절의 운동성으로 자세제어를 하게 된다[17].

런지운동은 스쿼트와 함께 대표적인 단한 사슬 운동으로서 무릎관절의 신장성 수축 운동의 하나로서, 체중지지 훈련에 사용 되고 있다[18,19,20]. 또한 런지운동은 스쿼트, 케틀벨 스윙과 같은 운동과 비교하여 넓다리곧은근의 근활성도가 높으며, 여상준(2016)[21], 정용식(2013)[22]은 런지운동 수행중 능동적 움직임을 동반한다면, 넓다리곧은근과 앞정강근, 가자미근의 근활성도가 높아진다고 하였다.

이렇듯, 고유수용각각 운동의 중요성이 대두되고, 그에 따른 운동방법들이 연구되어 지고 있지만, 한발서기와 런지와 같은 근력과 고유수용 각각과 하지 자세유지에 필수적 운동과 상지 저항 운동을 결합한 상하지의 코디네이션 향상을 위한 운동개발은 미비하다. 이에 본 연구에서는 두발지지 자세, 한발지지 자세, 런지자세를 수행하며 실시하는 어깨돌림운동 시 근전도 분석을 통해 던지기동작 특성에 맞는 어깨단련 운동프로그램 개발을 하고자 한다.

2. 실험

2.1. 연구대상

본 연구의 피험자는 실험을 실시하기에 건강상

이상이 없는 충청남도 천안시 소재 D대학 남학생 8명을 선정하였다. 실험이 진행되는 동안 신뢰성 있는 결과를 위해 실험 전 24시간 동안 과도한 신체활동을 자제 할 것을 권장하였으며, 충분한 수면을 취하고 약물복용을 금하도록 하였다. 피험자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

Table 1. Characters of subjects

(M±SD)			
	Age	Height(cm)	Weight(kg)
N=8	26.75±1.83	175.78±3.09	81.5±10.99

2.2. 실험설계

본 연구의 실험은 정확한 실험을 위해 연구의 목적과 의의를 피험자들에게 전달하고 동의를 받은 후 진행 하였다. 목적 달성을 위하여 피험자들은 3가지 스탠스 자세(두발지지 자세, 한발지지 자세, 런지자세)와 어깨의 3가지 운동면(이마면, 수평면, 시상면)에 따른 돌림운동을 실시하였다. 따라서 피험자들은 총 18가지의 동작을 수행하였으며, 각 동작마다 1초당 1회 총 10회 실시하였다. 스탠스 자세와 운동면에 따른 돌림운동이 활동근군에 미치는 영향을 분석하기 위하여, 운동 중 가시위근과 가시아래근, 작은원근과, 앞세모근, 배곧은근과, 척추세움근의 근전도를 측정하였다.

2.3. 실험방법

2.3.1. 스탠스

스탠스의 종류는 두발지지 자세, 한발지지 자세, 런지자세 총 3가지로 하였다. 두발지지 자세는 해부학적 자세에서 왼손을 엉덩뼈능선 위에 올려놓은 자세이다. 한발지지 자세는 두발지지 자세를 기준으로 하여 왼쪽 무릎관절과 엉덩관절을 각 90도씩 굽힌 자세이다. 런지자세는 왼쪽 다리를 앞으로 뻗고 오른쪽 다리를 뒤로 뻗은 자세이며, 왼쪽 엉덩관절은 90도 굽힌 자세이며, 양쪽 다리의 무릎관절을 각 90도씩 굽힌 자세이다. 각각의 자세는 <Fig. 2>과 같다.

2.3.2. 스탠스에 따른 어깨돌림 운동

이마면 돌림운동 시작자세는 3가지 조건 스탠스에서 팔굽관절90도 굴곡, 어깨위팔관절90도 굴곡 한 상태이다. 안쪽돌림 운동은 어깨위팔관절의

바깥돌림위치에서 안쪽돌림위치로, 바깥돌림운동은 어깨상완관절의 안쪽돌림위치에서 바깥돌림위치로 돌림운동을 실시하였다. 실험 자세는 <Fig. 3>과 같다.

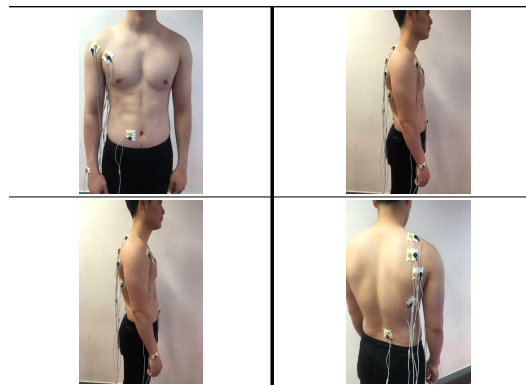


Fig. 1. Attachment of Electrode.

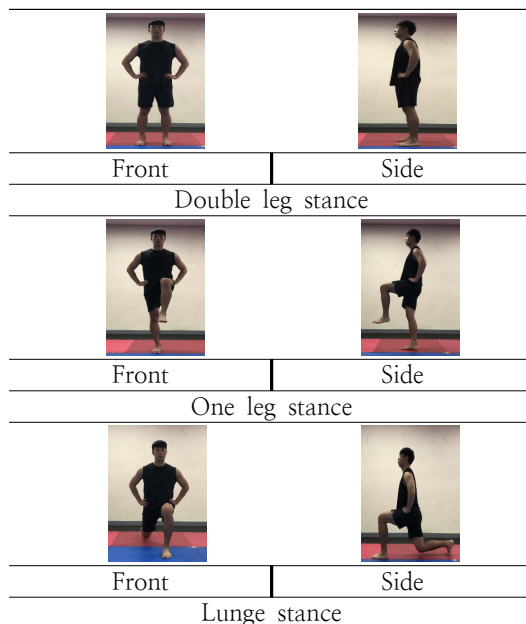


Fig. 2. Stance.

수평면 돌림운동 시작자세는 3가지 조건 스탠스에서 팔굽관절90도 굽힘, 위팔을 몸통에 붙인 상태이다. 안쪽돌림 운동은 어깨위팔관절의 바깥돌림위치에서 안쪽돌림위치로, 바깥돌림운동은 어깨상완관절의 안쪽돌림위치에서 바깥돌림위치로 돌림운동을 실시하였다. 실험 자세는 <Fig. 4>과

같다.

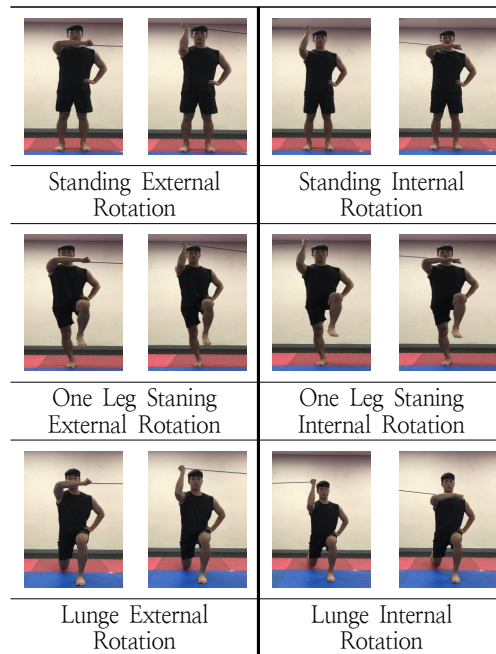


Fig. 3. Frontal plane shoulder rotation.

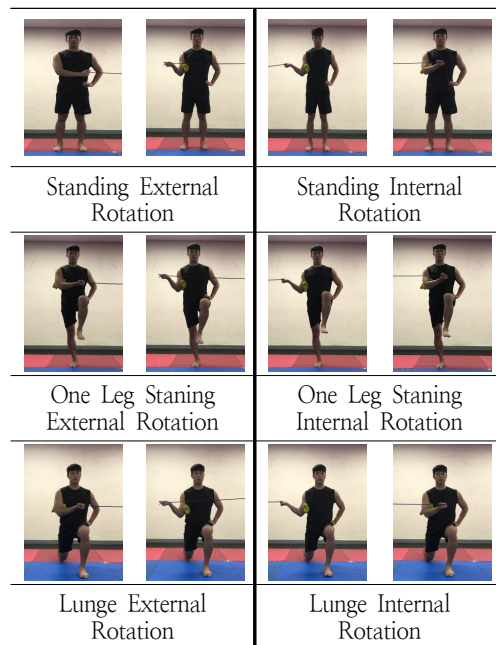


Fig. 4. Horizontal plane shoulder rotation.

시상면 돌림운동 시작자세는 3가지 조건 스탠스에서 팔굽관절90도 굽힘, 어깨위팔관절90도 벌림 상태이다. 안쪽돌림 운동은 어깨위팔관절의 바깥돌림위치에서 안쪽돌림위치로, 바깥돌림운동은 어깨상완관절의 안쪽돌림위치에서 바깥돌림위치로 돌림운동을 실시하였다. 실험 자세는 <Fig. 5>과 같다

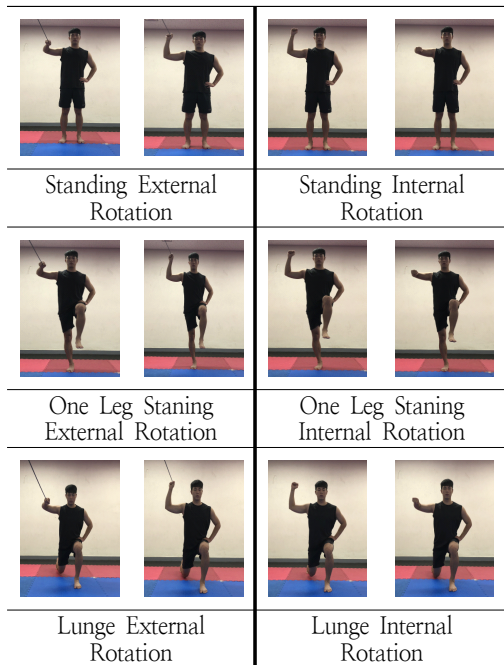


Fig. 5. Sagittal plane shoulder rotation.

2.3.2. 근전도 부착위치

근전도 측정 시 노이즈를 최소화하기 위하여 측정부위의 체모를 제거 한 후 알콜솜을 이용하여 이물질을 닦아내었다. 가시위근 전극부착부위는 어깨뼈 가시의 중간부분 바로 위 극상 와 지점, 가시아래근의 전극부착부위는 어깨뼈 가시 중간부분 아래 손가락 2개 너비만큼 떨어진 가시아래오목 지점, 어깨밑근의 전극 부착부위는 어깨봉우리와 어깨뼈의 아래 각 사이 3/1 지점, 앞세모근의 전극부착부위는 어깨봉우리의 앞쪽 가장자리에서 아래로 손가락 3개 너비만큼 떨어진 지점, 배곧은근의 전극부착부위는 복부 정중앙에서 손가락 두 마디 외측지점, 척추세움근의 전극부착부위는 요추 4~5번 중앙 지점, 큰가슴근의 전극부착부위는 앞겨드랑주름, 넓은등근의 전극부착부

위는 뒤겨드랑주름을 따라 먼 쪽 지점에 손가락 3개 너비만큼 떨어진 지점으로 하였다. 앞쪽 전극은 2cm의 거리를 두고 부착하였다. 각 근육별 부착 위치는 근전도 전문 서적을 참고하여 설정하였다[23]. 부착모습은 <Fig 1>과 같다.

2.3.3. 통계방법

자료처리는 SPSS 22.0 통계프로그램을 이용하여 자료를 분석하였고, 모든 변인의 평균 및 표준편차를 산출 하였다. 또한 집단과 부하 조건에 따른 발 간격과 3가지 구간을 몸통과 하지의 근전도 반응에 따라 측정된 MVIC의 차이를 분석하기 위하여 일원분산분석(one-way ANOVA)으로 분석하였고, 통계적인 유의 수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

3. 결과

3.1. 이마면에서 스탠스에 따른 어깨위팔관절의 돌림운동 시 %MVIC의 차이

스탠스에 따른 이마면에서의 어깨위팔관절의 바깥돌림 동작 시 %MVIC의 일원변량분석 결과 및 사후비교 결과는 <Table 2>와 같다. 두발지지 자세와 한발지지 자세 보다 런지자세에서 척추세움근의 근활성도는 유의하게 높았으며 ($p < .05$), 가시위근, 가시아래근, 작은원근, 앞세모근, 큰가슴근, 넓은등근, 배곧은근의 근활성도는 유의한 차이가 없었다.

스탠스에 따른 이마면 에서의 어깨위팔관절의 안쪽돌림 동작 시 %MVIC의 일원변량분석 결과 및 사후비교 결과는 <Table 3>와 같다. 두발지지 자세와 한발지지 자세보다 런지자세에서 가시위근의 근활성도는 유의하게 높았으며($p < .01$). 가시아래근, 작은원근, 앞세모근, 큰가슴근, 넓은등근, 배곧은근, 척추세움근의 근활성도는 유의한 차이가 없었다.

3.2. 수평면에서 스탠스에 따른 어깨돌림 동작시 %MVIC의 차이

스탠스에 따른 수평면에서의 어깨위팔관절의 바깥돌림 동작 시 %MVIC의 일원변량분석 결과 및 사후비교 결과는 <Table 4>와 같다. 두발지지 자세보다 한발지지 자세와 런지자세에서 앞세모근의 근활성도는 유의하게 높았으며($p < .05$), 가시

Table 2. Shoulder External Rotation to Frontal Plane by Stance

Muscle	① Staining	② One Leg Staining	③ Lunge	F	Contrast
Supraspinatus	15.42±11.34	17.57±10.89	17.76±15.64	.834	
Infraspinatus	41.6±19.52	39.39±18.65	36.99±23.67	1.450	
Teres minor	77.4±26.1	91.51±43.31	71.55±36.70	1.844	
Deltoid Anterior	13.01±4.24	13.43±3.07	11.53±7.08	1.050	
Pectoralis Major	4.99±3.64	6.66±5.21	5.11±3.8	2.874	
Latissimusl dorsi	12.56±7.17	12.24±8.11	12.29±6.29	0.058	
Rectus Abdominis	4.34±2.94	5.71±3.31	4.46±2.14	1.069	
Erector Spinae	6.88±2.8	9.89±5.78	12.13±4.53	4.030*	①=②<③

M±SD *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Table 3. Shoulder Internal Rotation to Frontal Plane by Stance

Muscle	① Two Legs Stance	② One Leg Stance	③ Lunge	F	Contrast
Supraspinatus	9.17±7.98	12.65±8.97	16.18±12.47	8.163**	①<②<③
Infraspinatus	21.77±11.9	23.77±12.40	24.72±13.28	1.532	
Teres minor	43.05±27.45	45.41±25.19	41.24±10.91	1.532	
Deltoid Anterior	14.93±6.6	16.94±4.41	19.44±6.36	2.641	
Pectoralis Major	7.69±5.73	11.22±6.54	8.8±5.48	2.278	
Latissimusl dorsi	11.38±6.43	10.41±6.30	12.72±7.46	2.053	
Rectus Abdominis	5.66±2.4	5.63±3.21	3.90±1.91	2.507	
Erector Spinae	7.39±3.28	8.50±3.51	11.82±5.23	2.216	

M±SD *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Table 4. Shoulder External Rotation to Horizontal plane by stance

Muscle	① Two Legs Stance	② One Leg Stance	③ Lunge	F	Contrast
Supraspinatus	11.73±8.00	14.24±9.50	17.45±13.71	2.178	
Infraspinatus	37.40±18.53	35.36±17.06	40.60±21.41	2.401	
Teres minor	39.69±17.56	40.21±23.02	44.82±21.15	.471	
Deltoid Anterior	2.90±1.41	3.75±2	3.58±1.89	4.850*	①<②=③
Pectoralis Major	7.77±4.39	8.27±4.90	7.93±4.47	.124	
Latissimusl dorsi	23.01±19.55	23.72±17.92	26.92±22.39	.869	
Rectus Abdominis	4.36±2.31	4.60±2.10	3.97±2.07	.741	
Erector Spinae	6.48±2.41	9.86±5.94	9.87±3.95	1.892	

M±SD *p<.05, **p<.01, ***p<.001

위근, 가시아래근, 작은원근, 큰가슴근, 넓은등근, 배곧은근, 척추세움근의 근활성도는 유의한 차이가 없었다.

스탠스에 따른 수평면에서의 어깨외팔관절의 안쪽돌림 동작 시 %MVIC의 일원변량분석 결과 및 사후비교 결과는 <Table 5>와 같다. 두발지지

자세와 한발지지 자세보다 런지자세에서 가시아래근의 근활성도는 유의하게 높았으며(p<.05), 가시위근, 작은원근, 앞세모근, 넓은등근, 배곧은근, 척추세움근의 근활성도는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 5. Shoulder Internal Rotation to Horizontal plane by stance

Muscle	① Two Legs Stance	② One Leg Stance	③ Lunge	F	Contrast
Supraspinatus	5.77±4.61	8.52±8.06	11.75±10.05	2.727	
Infraspinatus	13.21±6.93	12.08±6	16.68±9.08	4.187*	①=②<③
Teres minor	46.04±34.57	40.17±26.03	43.76±24.67	.157	
Deltoid Anterior	3.90±2.02	4.51±2.19	5.94±3.08	2.072	
Pectoralis Major	16.59±6.18	8.27±4.90	19.13±9.22	39.011***	②<①<③
Latissimusl dorsi	20.16±13.31	15.41±13.24	20.63±6.29	1.312	
Rectus Abdominis	5.05±3.20	4.94±2.92	5.64±5.07	.175	
Erector Spinae	5.60±1.45	9.29±9.83	11.14±6.19	2.348	

M±SD *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Table 6. Shoulder External Rotation to Sagittal Plane by Stance

Muscle	① Two Legs Stance	② One Leg Stance	③ Lunge	F	Contrast
Supraspinatus	33.41±18.27	41.74±22.22	42.70±21.51	.850	
Infraspinatus	33.41±18.27	32.78±17.86	33.10±19.46	.048	
Teres minor	54.50±19.88	53.03±19.32	55.34±26.45	.084	
Deltoid Anterior	15.93±12.60	13.23±8.97	9.73±5.91	2.540	
Pectoralis Major	4.39±2.76	3.83±2.14	3.61±2.32	1.249	
Latissimusl dorsi	12.17±5.74	12.09±7.39	11.76±7.57	.151	
Rectus Abdominis	3.73±1.80	5.06±3.13	4.05±1.99	3.889*	①<②=③
Erector Spinae	5.79±3.10	9.15±8.34	10.86±4.69	1.786	

M±SD *p<.05, **p<.01, ***p<.001

3.3. 시상면에서 스탠스에 따른 어깨돌림 동작시 %MVIC의 차이

스탠스에 따른 시상면에서의 어깨위팔관절의 바깥돌림 동작 시 %MVIC의 일원변량분석 결과 및 사후비교 결과는 <Table 6>와 같다. 두발지지 자세보다 한발지지 자세와 런지자세에서 배곧은근의 근활성도는 높았으며(p<.05), 가시위근, 가시아래근, 앞세모근, 큰가슴근, 넓은등근, 척추세움근의 근활성도는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

스탠스에 따른 시상면에서의 어깨위팔관절의 안쪽돌림 동작 시 %MVIC의 일원변량분석 결과 및 사후비교 결과는 <Table 7>와 같다. 두발지지 자세와 한발지지 자세보다 런지자세에서 가시아래근의 근활성도는 높게 나타났고(p<.05), 두발지지 자세와 런지자세보다 한발지지 자세에서 배곧은근의 근활성도는 높게 나타났다(p<.05), 또한 한발지지 자세보다 두발지지 자세와 런지자세에

서 척추세움근의 근활성도는 높게 나타났으며(p<.05), 작은원근, 앞세모근, 큰가슴근, 넓은등근의 근활성도는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

4. 논 의

어깨위팔관절의 안정화를 담당하는 구조물들에는 정적안정화 역할을 하는 인대와 관절주머니가 있으며, 동적안정화를 담당하는 어깨돌림근띠, 큰가슴근, 넓은등근, 세모근, 위팔두갈래근 등 위팔뼈와 어깨뼈에 기시 및 정지하고 있는 활동근들이 있다[24].

어깨돌림근띠에서 가시위근은 위팔뼈 머리를 어깨뼈 방향으로 강하게 압박하는 역할을 하여 위팔뼈의 90도 올림시 최대 힘선이 되고, 어깨뼈에 대한 위팔뼈의 위구르기(Gliding)움직임을 유발하여 어깨위팔관절을 안정화 시킨다[25,26,27]

Table 7. Shoulder Internal Rotation to Sagittal Plane by Stance

Muscle	① Two Legs Stance	② One Leg Stance	③ Lunge	F	Contrast
Supraspinatus	24.85±13.74	31.61±18.11	31.22±19.01	3.850*	①<②=③
Infraspinatus	12.18±6.68	12.42±6.04	15.07±8.76	5.678*	①=②<③
Teres minor	16.66±6.07	20.51±8.51	28.25±27.54	1.532	
Deltoid Anterior	15.32±9.16	16.40±8.32	14.70±8.54	1.525	
Pectoralis Major	3.56±2.34	3.91±2.70	4.18±2.45	1.904	
Latissimus dorsi	7.30±2.77	8.38±4.36	8.50±4.18	2.581	
Rectus Abdominis	4.41±3.86	6.06±4.10	3.91±1.75	4.626*	①=③<②
Erector Spinae	4.14±1.31	6.32±2.89	7.18±2.85	5.210*	①<②=③

M±SD *p<.05, **p<.01, ***p<.001

어깨위팔관절의 가쪽돌림 시 일차적 안정화를 담당하는 근육은 가시아래근과 작은원근이고 가시위근은 보조적 역할을 하게 된다[28]. 이렇듯 어깨돌림근들은 어깨관절에서 발생하는 움직임들을 조절하며, 위팔뼈 머리의 관절오목으로 압박, 어깨위팔관절의 안·바깥쪽 돌림운동, 어깨관절과 관련된 큰 근육들의 활동 시 어깨관절의 안정화 등 주된 기능에 대하여 연구되어졌다[29]

한발지지 자세는 바로선 자세 중 가장 불안정한 자세이며[30], 보행이나 방향전환과 같은 활동에서 다양하게 발생한다[31]. 불안정한 형태의 운동은 자세와 동적 균형을 촉진시키며, 안정된 형태에서의 운동보다 상대적으로 근신경계에 부하를 높여준다[32,33]. 불안정한 환경에서의 저항운동은 같은 부하로 실시하더라도 안정된 환경에서보다 다양한 효과를 기대할 수 있어 많은 운동프로그램에서 활용된다[34,35,36]. 또한 두발지지 자세의 운동보다 한발지지 자세의 운동은 균형성과 운동조절능력 강화에 효과적이라고 보고되어졌다[37,38].

본 연구에서 가시위근의 근활성도는 두발지지 자세보다 한발지지 자세와 런지자세에서 높게 나타났으며, 가시아래근의 근활성도는 수평면을 제외한 다른 운동면에서는 어깨 위팔관절의 바깥돌림 동작의 초기에 위팔뼈머리를 관절오목 방향으로 밀착시켜 어깨위팔관절을 안정화 시킨다[39,40].

어깨위팔관절의 0도, 45도, 90도 별림에서 가시아래근의 활성도는 차이가 없지만 가시아래근만의 고립된 활동을 위해서는 0도 별림 위치가 가장 효율적이라고 하였다[25,41,42].

어깨 상부의 안정화 역할을 하는 가시위근의

근활성도는 한발지지 자세와 런지자세와 같은 불안정한 환경에서 신체의 동요현상으로 어깨관절을 안정화시키는 고유수용기의 작용으로 인해 높아졌을 것이라 생각된다[43, 44]. 또한 가시아래근의 근활성도는 수평면에서 팔꿈치를 몸에 붙임으로서 안정성을 확보하여 최대 바깥돌림 수축이 되어 높아졌을 것이라 생각된다[6].

큰가슴근의 근활성도는 수평면, 어깨위팔관절의 안쪽돌림 동작, 런지자세에서 증가하였으며, 배곧은근과 척추세움근에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타나진 않았지만 증가하는 경향을 보였다. 이는 왼쪽 다리를 앞으로 뻗고 오른쪽 다리를 뒤로 뻗은 형태의 런지자세에서 바깥돌림으로 이완된 어깨를 안쪽돌림을 위해 몸통에 힘을 주면서 표면전방선 근막의 연쇄작용으로 증가 되었을 것이라 생각된다[41]. 배곧은근은 몸통이 신전될 때 신장성 수축이 일어나며, 몸통을 전방으로 굽히는 역할을 담당하고 있다[6].

본 연구의 배곧은근은 시상면에서 어깨위팔관절의 안쪽돌림 동작 시 한발지지 자세가 두발지지 자세와 런지자세보다 높은 근활성도를 보였다. 어깨위팔 관절의 안쪽돌림 동작 시 나타나는 몸통의 신전토크를 막고 기립자세 유지를 위해 활성화 된 것이라고 생각된다(Franklin et al., 2003). 또한 선행연구에서도 한발지지 자세 운동이 두발지지 자세 운동 보다 균형성과 운동조절능력강화에 효과적이라고 하여 본 연구의 결과와 유사한 견해를 보여줬다(37,38).

척추세움근의 근활성도는 두발지지자세보다 한발지지 자세에서 높은 경향을 나타내었으며, 런지자세에서 가장 높은 경향을 보였다. 척추세움근은 몸통을 신전하며, 바로 선 자세에서 요부안정화

역할을 담당한다[6]. 불안정한 환경에서의 운동은 동적균형과 자세 조절을 향상시킨다[45]. 한발지지 자세와 런지자세는 불안정한 환경에서의 운동이기 때문에 몸통의 동요현상을 가져온다. 이를 안정화시키기 위한 작용으로 고유수용기가 작용되고[43,44] 근신경계의 부하가 증가되어 척추세움근을 활성화 시켰을 것으로 생각된다[33].

4. 결론

본 연구는 어깨 안쪽·바깥돌림운동 시 스탠스와 어깨의 운동면의 차이가 가시위근, 가시아래근, 작은원근, 넓은등근, 앞어깨세모근, 배곧은근, 허리세움근의 근활성도에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 3가지 스탠스방법(두발지지 자세, 한발지지 자세, 런지자세에서 어깨의 3가지 운동면(이마면, 수평면, 시상면)에 따라 어깨위팔관절의 안쪽·바깥돌림운동을 파랑색 튜빙 밴드로 10회씩 실시하였고, 활동근의 근활성도를 측정하였다. 측정된 결과를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

본 연구에서의 스탠스와 어깨의 운동면의 차이가 어깨위팔관절의 돌림운동 시 활동근들의 근활성도에 미치는 영향은 한발지지 자세와 런지자세에서의 활동근들의 근활성도가 두발지지 자세에서의 근활성도 보다 높게 나타났다. 결론적으로 불안정한 스탠스 상황에서의 어깨위팔관절의 돌림운동은 활동근의 활성도를 높여주어, 재활, 부상방지 등 다양한 어깨 강화 운동프로그램을 작성함에 있어 긍정적인 요소가 될 것이다.

References

1. J. M. Chun, B. H. Han, S. M. Kim, K. Y. Kim, "Clinical Value of Supraspinatus Outlet View and Thirty-Degree Caudal Tilt View in Rotator Cuff Disease", *J. of Korean Orthop. Assoc.* Vol.31, No.2, pp.277-283, (1996).
2. S. M. Howell, & Kraft, T. A. "The role of the supraspinatus and infraspinatus muscles in glenohumeral kinematics of anterior shoulder instability", *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol.263, pp.128-134, (1991).
3. J. E. Bateman, *the shoulder and neck*. WB Saunders, (1971).
4. W. E. Prentice, *Rehabilitation techniques in sports medicine*. WCB/McGraw-Hill, (1991).
5. D. C. Jung, "Preventive exercise for preventing shoulder injuries", *Health & Sports Medicine ; Official Journal of KACEP*, Vol.8, No.22, pp.103-112, (2006).
6. D. A. Neumann, *Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: foundations for rehabilitation*. Elsevier Health Sciences, (2013).
7. T. D. Cahalan, M. E. Johnson, & E. Y. Chao, "Shoulder strength analysis using the Cybex II isokinetic dynamometer", *Clinical orthopaedics and related research*, Vol.271, pp.249-257, (1991).
8. O. Alizadehkhayat, D. H. Hawkes, G. J. Kemp, & S. P. Frostick, "Electromyographic Analysis of the Shoulder Girdle Musculature During External Rotation Exercises", *Orthop J Sports Med*, Vol.3, No.11, (2015).
9. G. J. Tortora, & B. H. Derrickson, *Principles of anatomy and physiology*. John Wiley &, (2008)
10. R. Romo, L. Lemus, & V. de Lafuente, "Sense, memory, and decision-making in the somatosensory cortical network", *Current opinion in neurobiology*, Vol.22, No.6, pp.914-919, (2012).
11. D. Behm, & J. C. Colado, "The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation", *International journal of sports physical therapy*, Vol.7, No.2, pp.226, (2012).
12. H. B. Menz, M. E. Morris, & S. R. Lord, "Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people", *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, Vol.6, No.12, pp.1546-1552, (2005).

13. K. Berg, S. Wood-Dauphinee, J. I. Williams, & D. Gayton, "Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument", *Physiotherapy Canada*, Vol.41, pp.304-311, (1989).
14. R. W. Bohannon, & K. M. Leary, "Standing balance and function over the course of acute rehabilitation", *Archives of Physical Medicine*, Vol.76, pp.994-996, (1995)
15. D. Frzovic, M. E. Morris, & L. Vowels, "Clinical tests of standing balance: performance of persons with multiple sclerosis", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.81, pp.215-221, (2000)
16. E. Jonsson, A. Seiger, & H. Hirschfeld, "One-leg stance in healthy young and elderly adults: a measure of postural steadiness?", *Clinical Biomechanics*, Vol.19, No.7, pp.688-694, (2004).
17. A. K. Adlerton, U. Moritz, & R. Moenilssen, "Forceplate and accelerometer measures for evaluating the effect of muscle fatigue on postural control during one-legged stance", *Physiotherapy Research International*, Vol.8, No.4, pp.187-199, (2003).
18. R. A. Ekstrom, R. A. Donatelli, & K. C. Carp, "Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises", *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, Vol.37, No.12, pp.754-762, (2007).
19. R. F. Escamilla, G. S. Fleisig, N. Zheng, S. W. Barrentine, K. E. Wilk, & J. R. Andrews, "Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises", *Medicine and science in sports and exercise*, Vol.30, No.4, pp.556-569, (1998).
20. J. P. Fulkerson, "Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain", *The American journal of sports medicine*, Vol.30, No.3, pp.447-456, (2002)
21. S. J. Yeo, S. D. Yoon, & G. D. Park, "A Comparison Muscle Activity of Lower Limb Muscle for Men in Their 20s during Lunge Motion and Kettlebell Swing", *Korean Journal of Sports Science*, Vol.25, No.5, pp.1219-1226, (2016).
22. Y. S. Jeong, "Effects of self stretching exercise and movement with mobilization in lunge position on the muscle activity and balance in chronic stroke patients", *Journal of Digital Convergence*, Vol.11, No.10, pp.549-556, (2013)
23. T. W. Kim, S. J. Gong, S. G. Gil, J. C. Park, H. J. Jeon, J. H. Song, & W. S. Chae, *Electromyographic analysis: Theory and application*. Hanmi Med, pp.43, (2013).
24. K. E. Wilk, K. Meister, & J. R. Andrews, "Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete", *The American journal of sports medicine*, Vol.30, No.1, pp.136-151, (2002).
25. M. Kronberg, G. N. Émeth, & L. A. Broström, "Muscle activity and coordination in the normal shoulder. An electromyographic study", *Clinical orthopaedics and related research*, Vol.257, pp.76-85, (1990).
26. J. A. Abboud, & L. J. Soslowsky, "Interplay of the static and dynamic restraints in glenohumeral instability", *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, Vol.400, pp.48-57, (2002).
27. P. M. Ludewig, & J. F. Reynolds, "The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies", *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, Vol.39, No.2, pp.90-104, (2009).
28. J. E. Langenderfer, C. Patthanacharoenphon, J. E. Carpenter, & R. E. Hughes, "Variability in isometric force and moment generating capacity of glenohumeral external rotator muscles", *Clinical biomechanics*, Vol.21, No.7, pp.701-709, (2006).
29. N. A. Sharkey, & R. A. Marder, "The rotator cuff opposes superior translation of

- the humeral head”, *The American journal of sports medicine*, Vol.23, No.3, pp.270-275, (1995).
30. D. H. Lee, & H. L. Ro, “The Effects of Increase in Balance Ability to One Leg Support Exercises for Adults Using Empty bottle”, *Korean Journal of Neurotherapy*, Vol.17, No.1, pp.1-5, (2013).
 31. E. Jonsson, Å. Seiger, & H. Hirschfeld, “One-leg stance in healthy young and elderly adults: a measure of postural steadiness?”, *Clinical biomechanics*, Vol.19, No.7, pp.688-694, (2004).
 32. E. Burdet, R. Osu, D. W. Franklin, T. E. Milner, & M. Kawato, “The central nervous system stabilizes unstable dynamics by learning optimal impedance”, *Nature*, Vol.414, No.6862, pp.446, (2001)
 33. D. G. Behm, A. M. Leonard, W. B. Young, W. A. C. Bonsey, & S. N. MacKinnon, “Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises”, *J Strength Cond Res*, Vol.19, No.1, pp.193-201, (2005).
 34. K. Anderson, & D. G. Behm, “Trunk muscle activity increases with unstable squat movements”, *Canadian journal of applied physiology*, Vol.30, No.1, pp.33-45, (2005).
 35. D. G. Behm, K. Anderson, & R. S. Curnew, “Muscle force and activation under stable and unstable conditions”, *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol.16., No.3, pp.416-422, (2002).
 36. H. M. McBride, M. Neuspiel, & S. Wasiak, *Mitochondria: more than just a powerhouse*. “Current biology”, Vol.16, No.14, pp.551-560, (2006).
 37. D. A. Krause, R. S. Jacobs, K. E. Pilger, B. R. Sather, S. P. Sibunka, & J. H. Hollman “Electromyographic analysis of the gluteus medius in five weight-bearing exercises”, *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23, No.9, pp.2689-2694, (2009).
 38. P. H. I. L. I. P. Hardcastle, & S. Y. D. N. E. Y. Nade, “The significance of the Trendelenburg test”, *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, Vol.67, No.5, pp.741-746, (1985).
 39. R. E. Hughes, “Force analysis of rotator cuff muscles”, *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, Vol.3, No.30, pp.75-83, (1996).
 40. W. S. Burke, C. T. Vangsness, & C. M. Powers, “Strengthening the supraspinatus: a clinical and biomechanical review”, *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, Vol.402, pp.292-298, (2002).
 41. T. W. Myers, *Anatomy Trains E-Book: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists*. Elsevier Health Sciences, (2013).
 42. M. M. Reinold, K. E. Wilk, G. S. Fleisig, N. Zheng, S. W. Barrentine, T. Chmielewski, & J. R. Andrews, “Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises”, *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, Vol.34, No.7, pp.385-394, (2004).
 43. F. B. Horak, & L. M. ashner, “Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations”, *Journal of neurophysiology*, Vol.55, No.6, pp.1369-1381, (1986).
 44. R. C. Fitzpatrick, J. L. Taylor, & D. I. McCloskey, “Ankle stiffness of standing humans in response to imperceptible perturbation: reflex and task-dependent components”, *The Journal of physiology*, Vol.454, No.1, pp.533-547, (1992).
 45. D. W. Franklin, R. Osu, E. Burdet, M. Kawato, & T. E. Milner, “Adaptation to stable and unstable dynamics achieved by combined impedance control and inverse dynamics model”, *Journal of neurophysiology*, Vol.90, No.5., 3270-3282, (2003).