

Comparison of Trunk Muscles between 3 Different Squats in Normal Adults

Aran Choi^a, Jihye Jung^b, Seungwon Lee^{b,c*}

^aDepartment of Physical Therapy, ST. MARY'S SK pain clinic, Seoul, Republic of Korea

^bInstitute of SMART Rehabilitation, Sahmyook University, Seoul, Republic of Korea

^cDepartment of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Sahmyook University, Seoul, Republic of Korea

Objective: This Study aimed to examine the changes in muscle activity of trunk muscles by performing three squat exercises on normal adults.

Design: cross-sectional study

Methods: Thirty-two adult subjects participated in this study. General squat, overhead squat, and overhead squat combined with abdominal stabilization were randomly performed for 5 seconds, 3 times, to calculate the average muscle activation. Muscle activation was normalized using electrodes on the rectus abdominis, external oblique, internal oblique, and erector spinae muscles to measure maximum voluntary isometric contraction (MVIC) for 5 seconds, repeated 3 times each.

Results: There was a significant difference in the mean and maximal muscle activity of the bilateral erector spinae (ES) when comparing the squat to the overhead squat ($p < 0.05$). There was a significant difference ($p < 0.05$) in the mean and maximal muscle activity of the bilateral external oblique (EO) when comparing the overhead squat to the overhead squat combined with the abdominal stabilization technique. When comparing the squat to the overhead squat with abdominal stabilization, there was a significant difference in the mean and maximum muscle activity of the bilateral RA, EO, and left Internal oblique (IO) ($p < 0.05$), and there was a significant difference in the maximum muscle activity of the bilateral erector spinae (ES) ($p < 0.05$). Post hoc tests showed significant differences between squatting methods for the RA, EO, IO, and ES ($p < 0.017$).

Conclusion: The results of this study showed that squats combined with abdominal stabilization were more effective at activating core muscles than squats or overhead squats alone.

Key Words: Electromyography, Erector spinae, External oblique, Internal oblique, Rectus abdominis, Squat

서론

일반적인 스쿼트 운동은 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 굽힘이 동시에 일어나며, 허리 근육의 역할을 강조하는 전신 운동이다. 그러나 스쿼트를 올바르게 수행하지 않으면 허리의 과도한 굽힘으로 인해 부상의 위험이 있다. 이러한 단점을 보완할 수 있는 방법으로 오버헤드 스쿼트 운동을 적용하거나[1], 허리벨트와 테이핑을 사용하여 복부와 몸통의 안정성을 향상시킨 스쿼트 운동을 할 수 있다[2]. 몸통의 안정성이 증가하면 신체 정렬이 무너지지 않고 허리 통증 발생 가능성이 감소한다

[3]. 특히, 오버헤드 스쿼트 운동은 팔을 머리 위로 들어 올려 척추세움근과 위등세모근을 강조하는 운동으로[4], 몸통 근육의 활성화시킨다[5]. 몸통 근육의 활성화는 주로 몸통이 앞으로 굽혀지는 단축성 수축과 팔다리 운동이 결합 될 때[6, 7], 그리고 복부 내압을 증가시킬 수 있는 복부 안정화 기법 적용 시[8] 더욱 강화된다. 복부 안정화 기법은 복압을 증가시키며 특정 복부 근육에 초점을 맞추지 않고, 복부와 몸통의 근육들을 동시 수축하는 방법으로[9], 갑작스런 움직임에 대하여 허리의 움직임을 감소시키고 몸통의 안정성을 증가시키는 방법이다 [10, 11]. 또한, 무거운 물체를 들어 올릴 때 복부 안정

Received: Mar 6, 2024 Revised: Mar 14, 2024 Accepted: Mar 18, 2024

Corresponding author: Seungwon Lee (ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0413-0510>)

Department of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Sahmyook University, 815 Hwarang-ro, Nowon-gu, Seoul 01795, Republic of Korea
Tel: +82-2-3399-1630 Fax: +82-2-3399-1639 E-mail: swlee@syu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © 2024 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

화 기법을 적용한 경우 물건 들어 올리기 시 배속빗근과 척주세움근의 근 활성도가 증가함은 근전도 검사를 통해 확인되었다[12].

근육의 활성도를 확인하기 위한 근전도 검사는 스쿼트 운동 시 다리 근육 활성도를 측정하는 데 자주 사용되지만[13], 몸통 근육 활성도에 관한 연구는 상대적으로 미흡하다. 많은 연구들이 다리 근육의 강화에 집중되어 있으며[14], 스쿼트 운동 중 팔의 움직임도 도입한 몸통 근육 활성도 비교에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 오버헤드 스쿼트와 같이 복부 안정화 기법을 포함한 운동에서 몸통 근육의 근 활성도를 다룬 연구도 매우 제한적이다.

이에 본 연구에서는 근전도를 활용하여 각각 스쿼트, 오버헤드 스쿼트, 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 동작 시 몸통 근육의 활성도를 비교하여 효과적인 운동 동작을 제안하는 데 목적이 있다.

연구방법

연구대상

본 연구는 경기도 P 운동센터에 방문한 연구 참여 의사를 밝힌 20~30대 정상 성인을 대상으로 하였다. 정상 성인에게 세 가지 스쿼트 운동을 진행한 선행연구를 바탕으로 0.7의 효과 크기를 구하였다[15]. 대상자 수 산정은 0.8의 검정력과 0.05의 유의수준으로 효과크기 산출 프로그램인 G*power 소프트웨어(ver. 3.1, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Germany)을 사용하였고 중도 탈락률을 고려해 32명으로 결정하였다.

본 연구에 참여한 모든 대상자는 연구의 절차 및 목적을 충분히 설명받았으며 내용을 이해하고 자발적으로 참여 의사를 밝혀 배포된 동의서에 서명한 자를 모집하였다. 그리고 연구 대상자는 스쿼트 운동 시 무리가 없는 자로 선정하였다. 자세조절 시 불편감이 있는 자, 허리나 어깨에 통증이 있는 자, 과거에 무릎 수술을 받은 자, 최근 3개월 이내에 관절염 진단을 받은 자 [16], 신

경학적 혹은 근골격계 장애가 있는 자, 최근 3개월 이내에 스쿼트 운동을 실시한 자[17]는 실험에서 제외하였다 (Table 1).

본 연구는 삼육대학교 생명 연구윤리위원회의 승인을 받은 후 실험을 진행하였다(SYU2022-07-020). 참여한 대상자는 승인된 동의서에 서명함으로써 정보에 입각한 동의를 얻어 헬싱키 선언의 윤리적 원칙에 따라 피험자의 권리가 보호되었다.

실험절차

선정기준에 부합하는 대상자에게 실험 전 질문을 통해 실험 대상자의 일반적 특성인 나이, 키, 체중, 우세 팔을 조사하였다. 근 활성도의 정규화 과정을 위해 배곧근, 배바깥빗근, 배속빗근, 척주세움근에 전극을 붙여 최대 수의적 등척성 수축(Maximum voluntary isometric contraction, MVIC)을 5초씩 각 3회씩 반복하여 최대값을 측정하였다[18].

실험은 무작위 순서로 일반적 스쿼트 운동, 오버헤드 스쿼트 운동, 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동을 5초씩 각 3회씩 반복하여 측정하고 근 활성도의 평균을 구하였다. 모든 스쿼트 운동을 충분히 숙지할 수 있도록 사전연습을 실시하였다. 그리고 실험 중 분당 60 Hz의 메트로놈을 설치하여 신호에 맞추어 모든 스쿼트 동작 5초 유지할 수 있게 하였다. 실험 시 발생할 수 있는 근 피로를 최소화하기 위하여 각 운동 간 1분간의 휴식을 취하도록 하였다[19](Figure 1).

실험방법

일반적 스쿼트 운동(A), 오버헤드 스쿼트 운동(B), 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동(C)을 물리치료사 1명이 사전 자세 교육을 실험 전 설명하고 동작을 보여주었으며, 대상자가 동작을 숙지할 수 있도록 사전연습 후에 무작위 순서로 진행하였다. 또한, 대상자를 통제하기 위해 전신 거울이 있는 곳에서 실험을 진행했으며, 이때 목뼈의 과도한 꺾임이나 굽힘을 막기 위

Table 1. Common characteristics of the participants

	Mean (SD)
Sex (male/female)	19/13
Age (y)	30.16 (4.39)
Height (cm)	170.81 (6.66)
Weight (kg)	68.94 (14.57)
Dominant (Lt/Rt)	0 /32

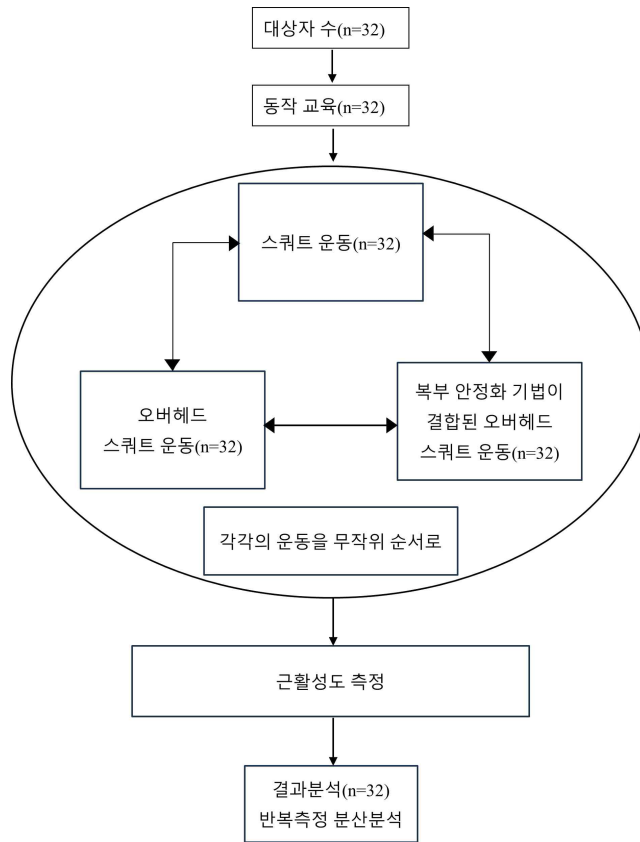


figure 1. Experimental diagram

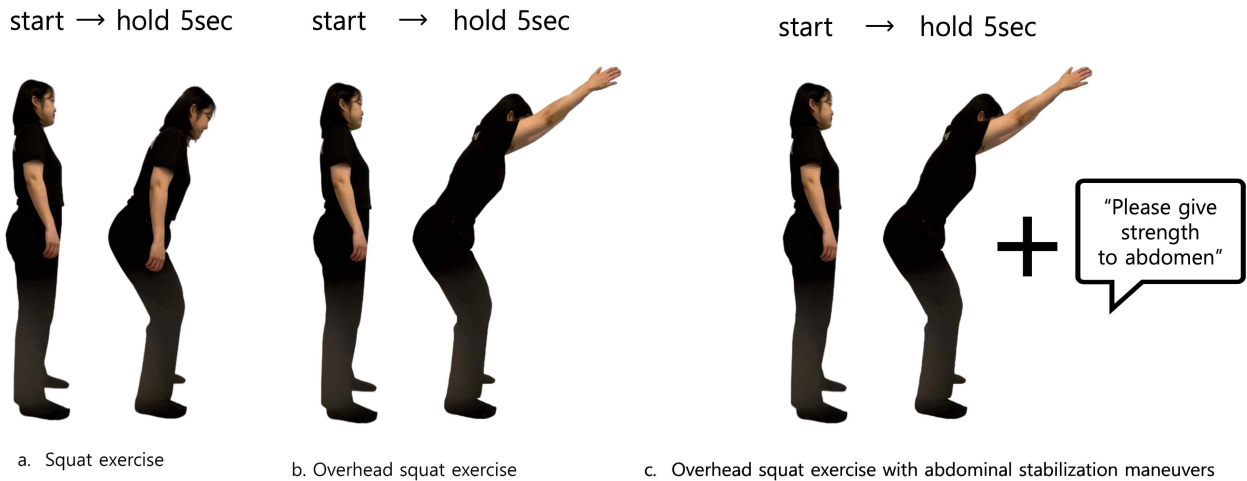


Figure 2. Three squat exercise method

해 시선은 전방 45°를 향하게 하였다. 사전 동작 연습 동안 복부 안정화 기법은 ‘배에 힘을 주세요’라는 치료사의 구두 명령과 배에 힘을 잘 주고 있는지 확인하기 위해 배에 대한 촉각적 자극을 추가하였고, 실제 실험에서는 촉각적 자극 없이 치료사의 구두 명령만 사용하였다(Figure 2).

일반적 스쿼트 운동

대상자는 시작 자세로 바로 선 자세에서 양발을 어깨 너비만큼 벌리며 양팔은 편하게 놓은 후 시작 구령과 함께 무릎관절과 엉덩관절을 굽히도록 요청받았다. 스쿼트 운동은 발바닥이 지면에서 떨어지지 않을 정도로

몸통을 앞으로 숙이게 하였다. 이때 엉덩관절과 무릎관절은 최대 굽혀[20], 1회 동작 시 5초를 유지하도록 하였다. 각 동작 시 근 활성도를 총 3회를 측정하였다 (Figure 2-a).

오버헤드 스쿼트 운동

대상자는 바로 선 자세에서 양발을 어깨너비만큼 벌리고 양팔은 편하게 놓은 후 시작 구령과 함께 무릎관절과 엉덩관절을 최대 굽혔다[20]. 상체를 60° 앞으로 숙인 후[21] 어깨관절을 120° 굽혔으며[22], 1회 동작 시 5초를 유지하도록 하였다. 각 동작 시 근 활성도를 총 3회 측정하였다(Figure 2-b).

복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동

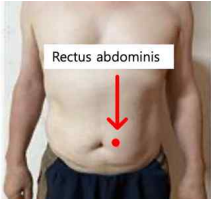

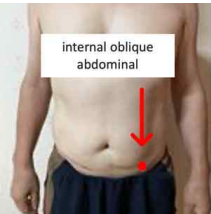

대상자는 복부 근육을 수축시킬 수 있도록 ‘배에 힘

주세요’라는 치료사의 구두 지시를 받은 후[23], 바로 선 자세에서 양발을 어깨너비만큼 벌리고 양팔은 편하게 놓은 후 시작 구령과 함께 무릎관절과 엉덩관절을 최대로 굽혔다[20]. 상체를 60° 앞으로 숙인 후[21] 어깨관절을 120° 굽혔다[22] 1회 동작 시 5초를 유지하도록 하였다. 각 동작 시 근 활성도를 총 3회 측정하였다 (Figure 2-c).

몸통 근육 근 활성도

각각의 스쿼트 운동 동안 근 활성도를 측정하기 위해 표면근전도 Telemetry2400 G2 Telemetry EMG system (Noraxon, U.S.A., 2011)을 사용하여 양측의 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 척주세움근의 근 활성도를 측정하였다. 근전도 신호의 표본추출률(sampling rate)은 2,000 Hz로 설정하였고, 주파수 대역은 20~450 Hz로

Table 2. EMG Attachment Site

muscle	attachment
Rectus abdominis	
	A point about 2 cm above the navel, parallel to the muscle fibers.
External oblique	
	On the outer surface of the latissimus dorsi, just above the upper anterior hip spine.
Internal oblique	
	The border of the furcation ligament, the outer corners of the umbilicus, and the midpoint of the triangle that joins the upper anterior hip spine and the navel.
Erector spinae	
	Bend over and place your hands on your knees to support your body weight, 2 cm from the 3rd waist

설정하였으며, 정파정류(full wave rectification)로 처리한 후 실효값(root mean square, RMS) 250 ms값으로 처리하였다[23]. 또한 %MVIC 값을 사용하여 각 동작 시 근전도 신호를 정규화하였다[24]. 측정에 앞서 피부 저항을 최소화하기 위하여 전극 부착 부위의 털을 제거하고 알코올 솜을 이용하여 닦은 후 전극을 부착하였다[25], 근육별 부착부위는 표 3에 제시하였다. 근전도를 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 척추세움근에 부착 후 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근은 바로 누운 자세에서, 척추세움근은 엎드려 누운 자세에서 각각 개별적으로 측정되었다[18].

자료 분석

본 연구에서 수집된 데이터는 SPSS 소프트웨어 (Statistics 25, IBM, USA, 2013)를 이용하여 통계적인 분석을 산출하였다. 세 가지의 조건에 다른 근 활성도를 비교하기 위해 반복측정 분산분석(repeated-measures ANOVA)를 실시하였고, 통계적 유의수준은 0.05로 하였다. 조건 별 차이 효과를 알아보기 위해 Bonferroni 사후검정을 사용하였으며, 0.05를 3으로 나누어 유의수준 0.017로 설정하였다.

연구결과

일반적 스쿼트 운동과 오버헤드 스쿼트 운동을 비교했을 때 양쪽 척추세움근의 평균 근 활성도와 최대 근 활성도는 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 오버헤드 스

쿼트 운동과 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동을 비교했을 때 양쪽 배바깥빗근의 평균 근 활성도와 최대 근 활성도에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 스쿼트 운동과 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동을 비교했을 때 양쪽 배곧은근, 양쪽 배바깥빗근, 왼쪽 배속빗근의 평균 근 활성도와 최대 근 활성도 모두 유의한 차이가 있었으며($p < 0.05$), 양쪽 척추세움근의 최대 근 활성도 또한 유의한 차이가 있었으나($p < 0.05$), 오른쪽 배속빗근의 평균 근 활성도와 최대 근 활성도는 모두 유의한 차이가 없었다(Table 3).

양쪽 배곧은근의 평균 근 활성도와 최대 근 활성도는 사후검정 결과 스쿼트 운동과 복부안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동 간에는 유의한 차이가 있었다($p < 0.017$). 양쪽 배바깥빗근의 평균 근 활성도와 최대 근 활성도는 사후검정 결과 오버헤드 스쿼트와 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트에서 유의한 차이가 있었으며($p < 0.017$), 일반적 스쿼트와 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트에서도 유의한 차이가 있었다($p < 0.017$). 배속빗근은 사후검정 결과, 왼쪽 배속빗근은 평균 근 활성도와 최대 근 활성도가 스쿼트와 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.017$). 척추세움근은 사후검정 결과 평균 근 활성도는 양쪽 모두 일반적 스쿼트와 오버헤드 스쿼트에서 유의한 차이가 있었고($p < 0.017$), 최대 근 활성도는 양쪽 모두 일반적 스쿼트와 오버헤드 스쿼트, 일반적 스쿼트와 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.017$)(Table 3).

Table 3. Muscle activity according to exercise method

muscle (%MVIC)	type of squat						F (p)		post hoc	
	General squat		Overhead squat		overhead squat combined abdominal stabilization					
	Mean	Peak	Mean	Peak	Mean	Peak	Mean	Peak	Mean	Peak
R.RA	15.68(9.28)	16.38(8.56)	17.47(10.90)	18.58(9.99)	22.01(10.76)	23.61(11.80)	6.350(0.006)	9.464(0.001)	A C	A C
L.RA	18.14(10.64)	17.75(7.85)	20.26(12.13)	20.48(13.00)	26.28(13.62)	27.55(15.78)	6.575(0.012)	6.545(0.009)	A C	A C
R.EO	23.20(17.19)	28.95(29.57)	26.52(22.69)	29.38(25.15)	50.07(23.98)	57.33(27.79)	20.745(0.000)	14.907(0.000)	A, B C	A, B C
L.EO	23.20(17.19)	22.99(14.51)	26.52(22.69)	23.65(15.92)	50.07(23.98)	52.84(28.56)	20.745(0.000)	25.574(0.000)	A, B C	A, B C
R.IO	14.09(15.90)	13.60(13.78)	16.52(20.00)	16.06(15.41)	22.77(23.45)	32.64(49.93)	3.283(0.067)	3.833(0.056)		
L.IO	12.41(10.16)	12.63(8.14)	14.86(16.52)	14.79(15.85)	24.09(18.87)	27.02(19.48)	6.659(0.006)	9.944(0.001)	A C	A C
R.ES	43.92(19.75)	46.59(20.18)	58.43(25.88)	63.11(29.18)	64.25(50.53)	65.83(28.42)	4.113(0.041)	9.592(0.001)	A B	A B, C
L.ES	45.36(15.42)	46.59(20.18)	58.86(25.74)	63.11(29.18)	60.99(37.75)	65.83(28.42)	4.837(0.022)	9.592(0.001)	A B	A B, C

MVIC=Maximum voluntary Isometric Contraction, R.RA=Right rectus abdominis, L.RA=Left rectus abdominis, R.EO=Right External Oblique, L.EO=Left External Oblique, R.IO=Right Internal Oblique, L.IO=Left Internal Oblique, R.ES=Right Erector Spinae, L.ES=Left, Erector Spinae

The values present mean (standard deviation). Post hoc tests were performed using the Bonferroni test.

$p < 0.05$

논의

본 연구는 일반적 스쿼트 운동과 오버헤드 스쿼트 운동, 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동이 몸통 근육 활성화도에 미치는 영향을 확인하고 더 효과적인 운동이 무엇인지 알아보려고 실시한 단면연구이다. 그 결과 일반적 스쿼트 운동과 오버헤드 스쿼트 운동을 비교했을 때 몸통 근육의 최대 근 활성화도와 평균 근 활성화도는 오버헤드 스쿼트 운동 시 기존 스쿼트 운동보다 더 높게 나타났다($p < 0.05$). 오버헤드 스쿼트 운동과 일반적 스쿼트 운동 시 몸통과 다리 근육의 근 활성화도를 비교한 선행연구에서 오버헤드 스쿼트 운동을 진행하는 동안 배곧은근과 배바깥빗근의 근 활성화도가 더 높았으며 [26] 이는 본 연구 결과와 일치한다. 오버헤드 스쿼트 운동은 일반적 스쿼트 운동 자세에서 어깨관절을 굽혀 상체의 질량 중심이 앞으로 이동되고[5], 상체가 앞으로 기울어짐에 따라 엉덩관절의 굽힘이 증가하는 자세가 된다[27]. 이로 인해 골반의 앞쪽 기울기가 증가되기 때문에 일반적인 스쿼트 운동보다 오버헤드 스쿼트 운동이 몸통 근육의 높은 근 활성화도가 나타난 것으로 사료되며 이러한 결과는 오버헤드 스쿼트 운동이 몸통 근육을 활성화할 수 있는 운동임을 알 수 있었다.

오버헤드 스쿼트 운동과 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동을 비교했을 때, 몸통 근육의 최대 근 활성화도와 평균 근 활성화도는 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동 시 더 높게 나타났다($p < 0.05$). 네발기기 자세와 복부 안정화 기법이 결합된 네발기기 자세의 근 활성화도를 비교한 연구에서 복부 안정화 기법이 결합된 네발기기 자세 시 최대 근 활성화도가 오른쪽 배곧은근이 20%, 오른쪽 배바깥빗근이 47%, 오른쪽 배속빗근은 60%, 오른쪽 척주세움근은 39% 각각 증가하였다[28]. 복부 안정화 기법은 복압을 증가시켜 복부와 허리의 근육들을 동시 수축하는 방법[8]으로 본 연구에서는 ‘배에 힘주세요’라는 구두 명령을 통해 복압을 증가시켰다. 복압을 증가시키면 척추뼈 주변의 근육들이 활성화되고 허리의 안정성이 향상된다[29]. 선행연구 결과 스쿼트 운동을 진행할 때 복압을 증가시키라는 구두 지시를 받은 군과 그렇지 않은 군을 비교하였을 때, 구두적 지시를 받은 군이 더 많은 무게를 들 수 있었고 배바깥빗근과 배곧은근의 근 활성화도가 증가하였다[23]. 이를 통해 몸통 근육과 스쿼트 운동의 연관성을 확인할 수 있었다. 오버헤드 스쿼트 운동은 어깨를 굽히는 자세로 인해 신체의 질량이 앞으로 이동하게 되고 이것은 신체의 안정성이 떨어질 수 있다는 단점이 있으며, 복부 안정화 기법은 이를 보완할 수 있다[23]. 따라서 본 연구에서 적용한 복부 안정화 기법이 결합된

오버헤드 스쿼트 운동은 복압 상승으로 인해 복부 근육의 근 활성화도가 증가하고 척추 뼈근의 근 활성화도도 증가한 것으로 사료된다.

본 연구에서 각 자세별로 비교한 근육을 살펴보면, 양쪽 배곧은근의 평균 근 활성화도와 최대 근 활성화도는 스쿼트 운동과 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동 자세에서 모두 유의한 차이가 있었다($p < 0.017$). 이는 복부 안정화 기법으로 복압이 증가하면 표면에 위치하는 배곧은근의 근 활성화도가 증가한다는 Kahlae 등[19]의 결과와 일치하였다. 이러한 결과는 배곧은근이 허리의 안정성을 담당하기 때문에[30] 상체를 앞으로 굽히는 동작 시 근 활성화도가 증가한 것으로 사료된다.

양쪽 배바깥빗근의 평균 근 활성화도와 최대 근 활성화도는 스쿼트 운동과 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동 사이에서 유의한 증가가 나타났다($p < 0.017$). 배바깥빗근은 해부학적으로 복부 근육 중 가장 표면에 위치하며 넓은등근과 공동 수축하는 근육으로[22] 수축하는 근육의 힘은 이는 곳과 닿는 곳을 통해 연결된 다른 근육에 전달된다[31]. 오버헤드 스쿼트 운동은 어깨관절을 굽혀 넓은등근이 수축하게 되고 이 힘은 가슴 허리 근막을 통해 배바깥빗근의 수축에도 영향을 주었을 것으로 생각된다. 가슴 허리 근막은 몸통을 넓게 둘러싸고 있는 근막으로 해부학적으로 뒤통수뼈에서 12번째 갈비뼈와 엉덩뼈능선까지 넓게 퍼져있으며, 배바깥빗근, 배속빗근, 척주세움근, 넓은등근 뿐만 아니라 배가로근도 포함한다. 이러한 이유로 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동 자세의 근 활성화도가 스쿼트 운동 자세보다 높게 나타난 것이라 사료된다.

왼쪽 배속빗근의 평균 근 활성화도와 최대 근 활성화도 모두 기본 스쿼트와 복부 안정화 기법이 결합된 스쿼트에서 유의한 차이가 나타났다($p < 0.017$). 오른쪽 배속빗근은 평균 근 활성화도와 최대 근 활성화도는 유의한 차이가 없었다. 배속빗근은 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근 중 해부학적으로 가장 안쪽에 위치하는 근육으로 근수축을 통해 복부 압력을 높이면서, 몸통의 굽힘에 직접적으로 작용한다[32].

양측 근 활성화도의 유의한 차이가 다르게 나타난 이유는 본 연구의 대상자들이 모두 오른팔 우세로 심부근육의 우세측과 비우세측 불균형 때문이라 생각된다. Bagesteiro 등[33]의 연구에서 심부근육의 불균형이 있는 경우 비우세측 팔의 삼각근과 등세모근의 활성화도가 우세측의 근 활성화도 보다 높았다는 연구결과가 있었다. 배속빗근은 해부학적으로 복부 깊은곳에 위치하여 본 연구 대상자들이 근수축을 수행하는데 어려움이 있었을 것이라 사료된다. 본 연구에서 오른쪽 배속빗근의 근 활

성도는 스쿼트 운동 자세에 따라 유의한 차이를 보이지 않았으나, 통계적으로 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트에서 가장 높은 수치를 보이고 있다. 추후에 운동 기간이나 횟수를 늘린다면 유의한 차이가 나타날 것으로 사료된다.

양쪽 척추세움근의 최대 근 활성도는 스쿼트 운동과 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동을 비교했을 때 유의한 차이가 있었다($p < 0.017$). 오버헤드 스쿼트 운동 시 앞쪽 가슴근육들 같은 굽힘근들의 수축에 대항하여 뒤쪽의 펴근이 활성화되었다고 볼 수 있다 [34]. 본 연구의 결과 비우체측과 우체측 근육의 불균형 때문에 어깨관절을 굽힘 시 비우체측의 근 활성도가 증가한 것이라 사료되며, 복부 안정화 기법 시 ‘배에 힘주세요’라는 구두 명령이 척추세움근의 정확한 근 수축을 강조하지 않았기 때문이라 추측한다.

본 연구의 제한점으로 팔의 움직임이 포함된 오버헤드 스쿼트 운동을 진행하였으나, 팔의 근 활성도는 비교하지 못하였다. 그리고 요통 및 체간의 통증이 있는 대상자에게 연구를 적용하지 않아 복부 안정화 기법의 효과를 직접 확인할 수 없었다. 추후 연구에서는 오버헤드 스쿼트 운동 복부 안정화 기법의 통증에 관한 효과를 알아봐야 할 것이다. 또한 대상자의 연령대가 2, 30대에 한정되어 있어 다양한 연령대의 대상자들에게 장기간 중재 또는 훈련으로 적용하는 연구가 필요하다고 생각한다.

결론

본 연구는 32명의 정상 성인들을 대상으로 기본 스쿼트 운동, 오버헤드 스쿼트 운동, 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동을 진행하여 몸통 근육의 근 활성도를 비교하고자 실시하였다. 각 스쿼트 운동은 무작위 순서로 진행하였으며 배곧은근, 배마갈빗근, 배속빗근, 척추세움근의 근 활성도를 측정하였다. 복부 안정화 기법이 결합된 오버헤드 스쿼트 운동은 스쿼트 운동이나 오버헤드 스쿼트 운동보다 몸통 근육의 활성화에 효과적인 방법이며 부상을 방지할 수 있음을 알 수 있었다.

이해 충돌

본 연구의 저자들은 연구, 저작권, 및 출판과 관련하여 잠재적인 이해충돌이 없음을 선언합니다.

참고문헌

1. Bishop C, Edwards M, Turner AN. Screening movement dysfunctions using the overhead squat. *Prof Strength Cond*. 2016;22:30.
2. Lee S-H, Seo B-D, Kim. E-S. Effect of Lumbar Belt and Kinesio Taping on the Muscle Activity of the Erector Spinae Muscle While Lifting Object. *Journal of KOEN*. 2011;5:170-5.
3. Asgari M, Mokhtarinia HR, Sanjari MA, Kahrizi S, Philip GC, Parnianpour M, et al. Trunk Dynamic Stability Assessment for Individuals With and Without Nonspecific Low Back Pain During Repetitive Movement. *Hum Factors*. 2022;64:291-304.
4. Bautista D. Electromyographic Comparison of the Front Squat and Overhead Squat: California State University, Long Beach; 2019.
5. Rutkowska-Kucharska A, Szpala A. Electromyographic muscle activity in curl-up exercises with different positions of upper and lower extremities. *J Strength Cond Res*. 2010;24:3133-9.
6. Escamilla RF, Babb E, DeWitt R, Jew P, Kelleher P, Burnham T, et al. Electromyographic Analysis of Traditional and Nontraditional Abdominal Exercises: Implications for Rehabilitation and Training. *Phys Ther*. 2006;86:656-71.
7. Bautista D, Durke D, Cotter JA, Escobar KA, Schick EE. A Comparison of Muscle Activation Among the Front Squat, Overhead Squat, Back Extension and Plank. *Int J Exerc Sci*. 2020;13: 714-22.
8. Maeo S, Takahashi T, Takai Y, Kanehisa H. Trunk muscle activities during abdominal bracing: comparison among muscles and exercises. *J Sports Sci Med*. 2013;12:467-74.
9. Matthijs OC, Dedrick GS, James CR, Brismée J-M, Hooper TL, McGalliard MK, et al. Co-contractile activation of the superficial multifidus during volitional preemptive abdominal contraction. *PM&R*. 2014;6:13-21.
10. Vera-Garcia FJ, Elvira JL, Brown SH, McGill SM. Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *J Electromyogr Kinesiol*. 2007;17: 556-67.
11. Monfort-Pañego M, Vera-García FJ, Sánchez-Zuriaga D, Sarti-Martínez MÁ. Electromyographic studies in

- abdominal exercises: a literature synthesis. *J Manipulative Physiol Ther.* 2009;32:232-44.
12. Coenen P, Campbell A, Kemp-Smith K, O'Sullivan P, Straker L. Abdominal bracing during lifting alters trunk muscle activity and body kinematics. *Appl Ergon.* 2017;63:91-8.
 13. Slater LV, Hart JM. Muscle Activation Patterns During Different Squat Techniques. *J Strength Cond Res.* 2017;31:667-76.
 14. Jeong JG, Park JC. The effect of wall squat exercise according to the difference in the support surface on the muscle thickness and balance of the trunk. *JKPTS.* 2022;29:64-72.
 15. Lee J, Kim S, Heo J, Park D, Chang E. Differences in the muscle activities of the quadriceps femoris and hamstrings while performing various squat exercises. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022;14:1-8.
 16. Sung HR, Oh SJ, Ryu JN, Cha YJ. Muscle activities of lower extremity and erector spinae muscles according to ankle joint position during squat exercise. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2021;34: 671-6.
 17. Fukuda W, Kawamura K, Yokoyama S, Kataoka Y, Ikeno Y, Chikaishi N, et al. A cross-sectional study to assess variability in knee frontal plane movement during single leg squat in patients with anterior cruciate ligament injury. *J Bodyw Mov Ther.* 2021;28 :144-9.
 18. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. *Muscles: testing and function with posture and pain*: Lippincott Williams & Wilkins Baltimore, MD; 2005.
 19. Kahlaee AH, Ghamkhar L, Arab AM. Effect of the Abdominal Hollowing and Bracing Maneuvers on Activity Pattern of the Lumbopelvic Muscles During Prone Hip Extension in Subjects With or Without Chronic Low Back Pain: A Preliminary Study. *J Manipulative Physiol Ther.* 2017;40:106-17.
 20. Kritz M, Cronin J, Hume P. The Bodyweight Squat: A Movement Screen for the Squat Pattern. *Strength Cond J.* 2009;31:76-85.
 21. Ataei G, Abedi R, Mohammadi Y, Fatourae N. Analysing the effect of wearable lift-assist vest in squat lifting task using back muscle EMG data and musculoskeletal model. *Phys Eng Sci Med.* 2020;43:651-8.
 22. Roth R, Donath L, Faude O, Cresswell AG. Trunk muscle activity during different types of low weighted squat exercises in normal and forefoot standing conditions. *J Sports Sci.* 2020;38:2774-81.
 23. Els C. Increase in 1RM Back Squat After Abdominal Stabilizing Maneuvers: Northern Michigan University; 2022.
 24. Lee E, Cho J, Lee S. Short-Foot Exercise Promotes Quantitative Somatosensory Function in Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit.* 2019;25:618-26.
 25. Criswell E. *Cram's introduction to surface electromyography.* 2nd ed. Sudbury: Jones & Bartlett Publishers; 2010.
 26. Bautista D, Durke D, Cotter JA, Escobar KA, Schick EE. A comparison of muscle activation among the front squat, overhead squat, back extension and plank. *Int J Exerc Sci.* 2020;13:714.
 27. Fry AC, Smith JC, Schilling BK. Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. *J Strength Cond Res.* 2003;17:629-33.
 28. Chanthapetch P, Kanlayanaphotporn R, Gaogasigam C, Chiradejnant A. Abdominal muscle activity during abdominal hollowing in four starting positions. *Man Ther.* 2009;14:642-6.
 29. Wang S, McGill SM. Links between the mechanics of ventilation and spine stability. *J Appl Biomech.* 2008;24:166-74.
 30. Behm DG, Leonard AM, Young WB, Bonsey W, MacKinnon SN. Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *J Strength Cond Res.* 2005;19:193-201.
 31. Myers TW. *Anatomy trains: myofascial meridians for manual and movement therapists.* 4th ed. London : Elsevier Health Sciences; 2009.
 32. Eriksson Crommert AEM, Thorstensson A. Trunk muscle coordination in reaction to load-release in a position without vertical postural demand. *Exp Brain Res.* 2008;185:383-90.
 33. Bagesteiro LB, Sainburg RL. Handedness: dominant arm advantages in control of limb dynamics. *J Neurophysiol.* 2002;88:2408-21.
 34. Kisner C, Colby LA, Borstad J. *Therapeutic exercise: foundations and techniques.* 7th ed. Philadelphia : Fa Davis; 2017.