



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

백 승 희 교수 지도
석사학위 청구 논문

풀 스쿼트 시 웨이트 벨트 착용이
하지 관절 가동범위와 리프팅 속도 및
바벨 변위에 미치는 영향

2023

성신여자대학교 생애복지대학원
건강운동관리학과 건강운동관리전공
권 영 서

풀 스쿼트 시 웨이트 벨트 착용이
하지 관절 가동범위와 리프팅 속도 및
바벨 변위에 미치는 영향

백 승 희 교수 지도

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2022년 11월

성신여자대학교 생애복지대학원
건강운동관리학과 건강운동관리전공
권 영 서

인 준 서

권영서의 석사학위 논문으로 인준함

2022년 11월

심사위원장 _____ 최 승 욱



심사위원 _____ 김 태 완



심사위원 _____ 백 승 희



성신여자대학교 생애복지대학원

논문개요

본 연구는 풀 스쿼트 시 웨이트 벨트 착용 전·후로 구분하여 하지관절 가동범위, 리프팅 속도, 바벨 변위를 분석하였다. 웨이트 벨트가 고중량 스쿼트에 끼치는 영향에 대한 정보를 제공하고자 수도권에 거주하는 남성 18명(25.94±3.35), 여성 10명(27.70±6.99)을 전·후 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 웨이트 벨트 착용 전·후 하지관절 각도를 분석한 결과, 남성 그룹은 발목, 무릎 관절 가동범위에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 엉덩관절 가동범위에서는 각도가 증가하여 유의한 차이가 나타났다($p<0.05$). 여성 그룹은 발목, 무릎 엉덩관절 가동범위 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.
2. 웨이트 벨트 착용 전·후 리프팅 속도를 분석한 결과, 남성 그룹은 바벨의 수직 상승 평균속도에서 더 빠르게 유의하게 차이가 나타났으며($p<0.001$), 수직 상승 최대속도에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 여성 그룹은 바벨 수직 상승 평균속도에서 더 빠르게 유의하게 차이가 나타났으며($p<0.01$), 수직 상승 최대속도에서는 유의한 차이가 나지 않았다.
3. 웨이트 벨트 착용 전·후 바벨 변위를 분석한 결과, 남성 그룹은 바벨의 전·후방 및 수직 이동 거리 모두 유의한 차이가 없었고, 여성 그룹은 바벨의 전·후방 이동 거리에서 유의한 차이가 없었지만, 수직 이동 거리에서는 이동 거리가 더 줄고 유의하게 나타났다($p<0.01$)

이상의 결과를 종합하여 볼 때 고중량 스쿼트 수행 시 웨이트 벨트 착용 후 남성 그룹에서 엉덩관절 가동범위가 유의하게 덜 굴곡 된 것으로 나타나 스쿼트 자세에 영향을 주었고, 여성 그룹에서는 바벨의 수직 이동 거리가 가동범위의 변화 없이 유의하게 짧아진 것으로 나타났다. 남, 여 그룹 공통적으로 바벨의 수직 평균속도는 유의하게 빠르게 증가한 것으로 나타나 수행능력을 증가시키는 것으로 나타났다. 남성은 웨이트 벨트를 착용하고 고중량 스쿼트 시 엉덩관절 움직임에 제한이 생길 수 있으니 발 간격 조절 혹은 엉덩관절 벌림에 신경 써야 할 필요가 있으며, 여성의 경우 웨이트 벨트를 착용하여 고중량 스쿼트 시 움직임 제한이 없고 효율적으로 움직임이 나타나기 때문에 추천된다. 또한 고중량 수행능력증가 혹은 1-RM 증가 목적으로 남녀 모두 웨이트 벨트를 착용하는 것이 추천된다.

목 차

논문 개요

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구 목적	4
3. 연구 가설	5
4. 연구 제한점	6
5. 용어 정리	7
II. 이론적 배경	8
1. 스쿼트(Squat)	8
2. 복부 지지법(Abdominal bracing)	9
3. 복강 내 압력(Intra-Abdominal Pressure)	10
4. 웨이트 벨트(Weight-Belt)	11
5. 최대 근력(Maximum Strength)	12
III. 연구 방법	13
1. 연구 대상자	13
2. 연구 절차	14
3. 연구 기간	15
4. 측정 항목 및 장비	16
1) 신장계	16

2) 체중계	17
3) 동작 분석	17
4) 바벨 궤적 및 속도 분석	18
5. 측정 방법	19
6. 분석 변인	22
1) 하지관절 각도 분석	22
2) 속도 변인	22
3) 바벨 궤적 변인	23
7. 자료 처리	25
IV. 연구 결과	26
1. 웨이트 벨트 착용 전·후 하지관절 가동범위 결과	26
2. 웨이트 벨트 착용 전·후 리프팅 속도 결과	29
3. 웨이트 벨트 착용 전·후 바벨 변위 결과	32
V. 논의	35
1. 웨이트 벨트 착용 전·후 하지관절 가동범위	35
2. 웨이트 벨트 착용 전·후 리프팅 속도	37
3. 웨이트 벨트 착용 전·후 바벨 변위	38
VI. 결론	41

참고문헌

ABSTRACT(

표 목 차

<표 1> 연구 대상자 일반적 특징	13
<표 2> 연구 기간	15
<표 3> 측정 장비	16
<표 4> 웨이트 벨트 착용 전·후 하지관절 가동범위 결과	26
<표 5> 웨이트 벨트 착용 전·후 리프팅 속도 결과	29
<표 6> 웨이트 벨트 착용 전·후 바벨 변위 결과	32

그림 목 차

<그림 1> 복부 지지법	10
<그림 2> 연구 절차	14
<그림 3> 신장계 BSM-330	16
<그림 4> 체중계 InBody 270	17
<그림 5> Kinovea 0.8.27	17
<그림 6> Tracker_1.1	18
<그림 7> 스쿼트시 운동학적 분석	19
<그림 8> 국면 및 구간	21
<그림 9> Excel을 이용한 각변위 분석	22
<그림 10> 바벨 궤적을 통해 산출한 변위	24
<그림 11> 남성 하지관절 가동범위 결과	27
<그림 12> 여성 하지관절 가동범위 결과	28
<그림 13> 남성 리프팅 속도 결과	30
<그림 14> 여성 리프팅 속도 결과	31
<그림 15> 남성 바벨 변위 결과	33
<그림 16> 여성 바벨 변위 결과	34

I. 서 론

1. 연구의 필요성

문화체육관광부(2021)의 국민생활체육 참여 실태조사에 따르면 주 1회 생활체육참여율은 60.8%, 주 2회는 49.8%로 우리나라 인구 절반이 생활체육을 참여하고 있다. 이러한 생활 체육 참여자들이 자주 이용하는 민간 체육시설로는 체력단련장 (52.8%), 골프 연습장(11.8%), 골프장(8.7%) 순으로 나타났다. 가장 높은 비율을 차지한 체력단련장은 유산소 운동 뿐 아니라 무산소 운동인 웨이트 트레이닝을 할 수 있는 곳이다. 웨이트 트레이닝의 경우 무거운 중량을 점진적으로 높이기 위해 웨이트 벨트(Weight-Belt), 무릎 보호대(Knee Sleeve), 손목 보호대(Wrist-wrap)와 같은 운동장비를 활용하는 경우가 많다. 그 중 웨이트 벨트는 다른 운동에 비해 고중량을 다루는 스쿼트나 데드리프트에서 주로 사용한다. 웨이트 벨트의 주된 사용 목적은 부상 방지, 수행능력 향상이지만(Finnie et al., 2003), 착용 방법이 쉽지 않아 정확하게 착용할 수 있는 사람들은 생각보다 드물다(Greg Nuckols, 2015). 무릎 보호대와 손목 보호대는 무릎과 손목 각 부위를 직접 압박하여 누구나 쉽게 착용하고 보호가 가능한 반면, 웨이트 벨트를 착용하는 척추는 신체 구조상 외부로 노출되어 있지 않기 때문에 웨이트 벨트로 직접 압박하는 것은 불가능하다. 따라서 간접적인 척추압박을 위해 웨이트 벨트 착용 시 복부 지지법(Abdominal bracing)을 통해 복강 내 압력(Intra-Abdominal Pressure)을 효과적으로 높여야 한다. 정확한 웨이트 벨트 착용은 허리를 더 단단하게 보호하여 척추의 안정성, 강성(stifness) 그리고 최대리프팅 능력 향상을 도모할 수 있다. 하지만 웨이트 벨트가 어떠한 이점을 주는지에 대한 이론이 잘 알려져 있지

않고 일반인들은 복부 지지법과 복강 내 압력에 대한 이해 없이 웨이트 벨트를 착용하기 때문에 스쿼트를 수행할 때 웨이트 벨트가 속도나 파워에 영향을 미치지 못하고 바벨이 상승하는 데에 시간이 증가하는 등 웨이트 벨트 효과를 보기 어렵다(Miyamoto et al., 1999; 이정기 등, 2016; Engberg et al., 2017).

반면, 숙련자들을 대상으로 한 연구에서는 웨이트 벨트를 사용했을 때 복강 내 압력이 약 25-40% 더 크게 증가했고, 리프팅 속도와 바벨 수직속도는 웨이트 벨트 착용 시 더 빠른 것으로 나타났다(Lander 등., 1992; Zink et al., 2001). 이처럼 복강 내 압력과 복부 지지법을 같이 사용하는 것은 웨이트 벨트로 척추를 보호하는 확실한 방법으로(Greg Nuckols, 2016), 웨이트 벨트 착용은 몸통 및 엉덩이 신절, 복강 내 압력을 최대로 높이는 작업 동안 근력과 파워를 증가시켜 수행능력을 증가시키며(Tayashiki et al., 2016), 척추 기립근의 추가 활성화 없이 척추 안정성을 증가(Cholewicki et al., 1999) 및 척추 압박을 줄여줄 수 있다(Reilly et al., 2013). 특히 리프팅이나 점프 같은 체간 신근 모멘트를 요구하는 움직임에서 사용된다(Cholewicki et al., 1999).

그러나, 아직까지 웨이트 벨트에 대해 긍정 평가와 부정 평가는 양립하고 있다. 웨이트 벨트 착용은 엘리트 운동선수뿐만 아니라 생활체육을 참여하는 일반인들도 자주 사용하는 장비이며 보편적으로 쓰이고 있기 때문에 정확한 벨트 착용 시 웨이트 벨트 효과를 확실하게 규명해야 할 필요가 있다. 하지만 국내에서는 웨이트 벨트에 대한 연구가 미미한 실정이며 선행 연구의 대상자들 또한 웨이트 벨트 사용법과 복강 내 압력, 복부 지지법에 대한 이해도가 높지 않았을 가능성이 있다.

이에 본 연구에서는 복강 내 압력, 복부 지지법에 대한 이해도가 높은 1년 이상의 고중량 스쿼트 숙련자를 대상으로 고중량 스쿼트 운동 중 웨이트 벨

트의 착용 시 하지관절 가동범위, 리프팅 속도, 바벨 변위에 어떠한 영향을 미치는지 규명하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구 목적은 1년 이상 고중량 스쿼트 훈련 숙련자 남성 18명, 여성 10명을 대상으로 고중량(1-RM의 90%) 스쿼트 운동 중 웨이트 벨트의 착용이 하지관절 가동범위, 리프팅 속도 및 바벨 변위에 어떠한 영향을 미치는지 규명하는데 있다.

3. 연구 가설

본 연구는 고중량(1-RM의 90%) 스쿼트 운동 중 웨이트 벨트 착용시 하지 관절 가동범위, 리프팅 속도, 바벨 변위에 어떠한 영향을 미치는지를 비교 분석하기 위해 다음과 같은 가설을 설정하였다.

- 1) 고중량 스쿼트 동작 시 웨이트 벨트 착용 전·후 하지관절 가동범위는 차이가 없을 것이다
- 2) 고중량 스쿼트 동작 시 웨이트 벨트 착용 전·후 리프팅 속도는 차이가 없을 것이다.
- 3) 고중량 스쿼트 동작 시 바벨 변위는 웨이트 벨트 착용 전·후 차이가 없을 것이다.

4. 연구의 제한점

- 1) 본 연구는 수도권 지역에 거주하는 10대부터 40대 남, 여를 대상으로 하였다.
- 2) 측정 전, 참가자의 생활 습관을 통제하지 못했다.
- 3) 측정 장소는 평소 참가자의 운동 장소가 아니었기 때문에 나타나는 심리적인 요인을 통제하지 못했다.
- 4) 웨이트 벨트는 현재 시중에서 가장 두꺼운 벨트로 동일 적용하였다.
- 5) 스쿼트 측정 시 속도는 통제하지 않았다.

5. 용어 정리

1) 웨이트 벨트(Weight belt)

웨이트 트레이닝에서 중량 운동을 할 때 요추의 보호를 위해 복강 내 압력을 쉽게 잡을 수 있게 도와주는 보조 운동기구

2) 복강 내 압력(Intra-abdominal Pressure)

복부 내의 공기를 넣어 만든 압력으로 웨이트 리프팅 시 척추 보호를 위해 사용한다.

3) 복부 지지법(Abdominal bracing)

단순히 복근을 긴장시키는 것과 크런치처럼 구부리는 것과 다르게 편치에 대비하듯이 몸통을 팽창시키듯 수축하는 법(Greg Nuckols, 2016)으로 웨이트 리프팅 시 척추 보호를 위해 사용한다.

4) 시상면(Sagittal plane)

해부학적 자세로 서 있는 사람을 측면에서 바라보았을 때의 면
시상면에서 볼 수 있는 움직임은 어깨, 손목, 목, 팔꿈치, 허리, 엉덩관절, 무릎, 발목의 굴곡과 신전을 확인할 수 있다.

5) 풀 스쿼트(Full Squat)

무릎 관절보다 엉덩관절이 더 아래에 위치한 스쿼트

II. 이론적 배경

1. 스쿼트(Squat)

스쿼트는 체간과 하지 근육의 기능 향상을 위한 대표적인 저항성 훈련방법이다(Escamilla. et al., 2001; Ratamess, 2021). 스쿼트 운동은 주로 하지 근 기능 개선을 목적으로 수행되고 스쿼트 운동 중에 외적 중량물을 제어하고 자세 정렬을 유지하는 과정 중에 체간 근육이 동원된다(Clark, D. et al., 2016). 스쿼트 동작 중 허리는 외적 중량물의 하중을 받는 부위이기에 허리 손상 위험이 높다(Yanagisawa et al., 2021). 따라서 스쿼트 동작 시 허리는 과도한 전만과 후만 움직임을 제어하여 중립 상태로 수행해야 한다(Schoenfeld, 2010). 이러한 스쿼트는 대둔근, 반막양근, 반건양근, 대퇴이두근, 외측광근, 내측광근, 중간광근, 대퇴직근 등을 주동근으로 사용하며 대둔근, 대퇴사두근, 대요근, 척추기립근, 햄스트링 등 여러 근육들의 협응력이 필요한 운동으로 다관절을 동시에 사용하는 웨이트 트레이닝 운동이자 닫힌 사슬 운동이다(정병균 등, 2017; Haff, G. G., & Triplett, N. T., 2016/2018). 맨몸 스쿼트 동작은 어깨 넓이 정도의 발 간격으로 선 후 팔을 앞으로 뻗은 후 등은 평평하게 가슴을 핀 후 천천히 무릎과 엉덩관절을 굴곡시켜 앉는다. 허벅지와 바닥이 평행할 때까지 앉았다가 천천히 일어나며 다시 선 자세로 돌아온다 (Hassan et al., 2015). 중량을 얹은 바벨 스쿼트 시에는 추가적으로 주의할 점이 생긴다. 발 각도는 15°에서 25°이며, 무릎은 발가락과 같은 방향을 가리키도록 한다. 척추 중립을 유지하며 호흡을 통해 복강 내 압력을 증가시킨다. 하강 시 뒤로 앉는다고 생각하며 상체를 약간 기울이며 바벨을 통제하면서 앉은 후 어깨를 위로 엉덩이를 앞으로 넣는다고 생각하면서 다시 일어난다 (Greg Nuckols. 2016).

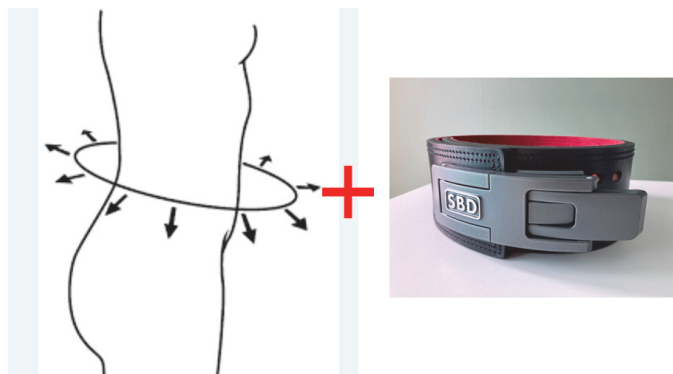
2. 복부 지지법(Abdominal bracing)

복부 지지법은 복부 전체를 동시에 수축하는 것으로 요추를 구부려 복부를 수축하는 것이 아닌 배에 편치가 날아올 때 대비하는 것처럼 복부 전체를 긴장시키는 것이다(Greg Nuckols, 2015). 복부 지지법은 체간 동시 수축을 촉진하고 요추의 굴곡 또는 신전의 움직임을 감소시키며, 몸통의 안정성을 증가시킨다(Vera-Garcia et al., 2007). 척추가 불안정하고 복부 운동패턴이 변경된 환자에게 유용한 할로잉 기법(Abdominal hollowing)과 달리 복부 지지법은 건강한 사람의 안정화 훈련에 좋다(Monfort-Pañego et al., 2009). 또한 복부 지지법은 몸통 굴곡과 신전 운동을 포함하는 동적 운동들과 비교하여 내복사근 근육에 대해 가장 효과적인 기술 중 하나인 것으로 나타났기 때문에 체간의 안정성을 향상시키는 것이 목적인 경우 운동 프로그램에 포함되어야 한다(Maeo et al., 2013; Tayashiki et al., 2016). 복부 지지법을 통해 체간(내복사근)을 강화시킨 결과 체간 신전 및 엉덩관절 신전 강도와 최대리프팅 파워는 유의하게 증가시켰다(Tayashiki et al., 2016).

3. 복강 내 압력(Intra-Abdominal Pressure)

복부의 수직성 장력은 척추에 대해 압축력과 굴곡 모멘트를 생성하며, 이는 증가된 신전 근육의 힘으로 상쇄되어야 한다(Daggfeldt et al., 1997). 복벽 내부의 압력을 뜻하는 복강 내 압력은 척추 기립근의 추가 활성화 없이 요추 모델을 안정화하는 데 효과적이다(Cholewicki et al., 1999). 복강 내 압력에 대한 복부 근육의 곡선 경로를 포함하는 새로운 모델로 생체 역학 분석을 통해 복부를 모델화시켜 실험한 결과 복강 내 압력이 높을수록 척추에 가해지는 압박의 크기가 작아졌다(Stokes et al., 2010). 하지만 복강 내 압력이 높을수록 요추에 부하되는 하중을 더 줄여주는 것은 아니다(Daggfeldt et al., 1997).

복강 내 압력 자체가 척추를 안정화시키는 것이 아니라, 복부 근육의 팽팽함과 활성화 수준이 척추의 안정성을 만들어낸다(Cholewicki et al., 1999). 즉, 복강 내 압력과 복부 내 동시 수축이 동시에 활성화되었을 때, 척추 모델에 기계적 안정성을 제공하는 데에 효과적이다. 또한, 요추 안정화를 위한 복강 내 압력 메커니즘은 특히 리프팅이나 점프와 같은 체간 신근 모멘트를 요구하는 작업에서 선호된다(Cholewicki et al., 1999).



복부 지지법 (abdominal bracing): 복부 호흡 중 최대한 바깥쪽으로 팽창 후 수축 시점

그림 1 복부 지지법

4. 웨이트 벨트(Weight-Belt)

웨이트 벨트는 가죽과 벨트를 조이고 고정하는 버클로 구성되어있다. 너비는 6.35cm~10cm까지 있으며 두께는 9mm~13mm까지 다양한 두께를 선택할 수 있다. 상대적으로 고중량을 들어내는 스포츠인 파워리프팅에서는 너비는 10cm, 두께는 13mm로 가장 넓고 두꺼운 웨이트 벨트를 사용하는 것을 추천한다(Greg Nuckols, 2015). 웨이트 벨트를 사용하면 리프팅 중에 복부 내압을 유지하는 데 도움이 될 수 있고 허리에 힘을 가해 스트레스를 줄 수 있는 운동이나 최대 하중 또는 최대에 근접한 고중량을 사용하는 운동을 할 때 착용한다. 웨이트 벨트와 리프팅에 적합한 기술들이 조합되면 허리부상의 위험을 줄일 수 있다(Haff, G. G., & Triplett, N. T., 2016/2018). Finnie et al.,(2003)에 따르면 웨이트 트레이닝을 하는 헬스클럽 이용자 중 웨이트 벨트를 사용하는 가장 높은 이유는 부상을 방지하기 위함이며 두 번째가 수행능력 향상이다. 실제로 몇몇 연구들이 이러한 이유의 타당성을 뒷받침하고 있다. 웨이트 벨트의 유무에 있어서 등 신전 근전도 차이는 통계적으로 다르지 않아 웨이트 벨트가 척추 주위와 요추의 피로에 영향을 미치지 않는다고 하며(Ciriello et al., 1995; Majkowski et al., 1998)

웨이트 벨트를 사용하면 복강 내 압력이 증가하여 서킷 웨이트 트레이닝, 데드리프트와 같은 다양한 웨이트 트레이닝에서 척추 압박을 줄여준다(Bourne et al., 1991; Reilly et al; 2013). 또한 웨이트 벨트를 사용한 상태에서 중량 스쿼트를 수행할 시 복강 내 압력이 증가하였고 리프팅 속도도 더 빠른 것으로 나타났다(Lander et al., 1992).

5. 최대 근력(Maximum Strength)

근력은 주어진 속도에서 힘을 발휘할 수 있는 능력이며, 최대 근력은 그 힘의 최대이다. 광범위한 범위에 있어서 근력을 힘을 발휘하는 능력이라 칭하고 있지만, 근력을 정량적으로 측정하는 한 사람이 들어 올릴 수 있는 중량이다 (Haff, G. G., & Triplett, N. T., 2016/2018). 최대 근력 측정평가에는 등속성, 등척성, 등장성 평가가 있다. 정확한 근력 측정평가를 위한 장비로 고안되어 보급된 것은 등속성 평가 근력 측정 장비이다.

등속성 평가 근력 측정 장비는 정밀 계측으로 정확성과 신뢰성은 인정되었지만 각 관절 근력 측정값이 회전력으로 측정되며 중량부하량으로 환산할 수 없다. 등척성 근력 측정평가는 악력과 배근력 등 디지털 장력계를 이용한 최대 정적 근력(MVC) 수준을 평가한다(김도현, 2004).

등장성 운동에서는 웨이트 장비 혹은 바벨 등 중량을 통한 1-RM 측정법이다. 1회 반복 최대중량(1-RM)은 1회를 올바른 기술로 들어올릴 수 있는 최대 무게이다(Haff, G. G., & Triplett, N. T., 2016/2018).

RM(Repetition Maximum)이란 근 또는 근육군이 피로해지기 전까지 주어진 횟수만큼 반복하여 운동할 수 있는 가장 무거운 하중을 말한다(홍승우, 2003). 근력운동 참여에 따른 대상의 특성 및 목적에 맞는 적절한 운동강도의 설정은 정확한 1-RM 측정을 통해 가능하며 효과적이고 안전한 근력운동을 위해서 매우 중요한 요소이다(김일곤, 2005).

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상자

연구 대상은 1년 이상의 고중량 스쿼트 숙련자 28명을 선정하였으며, 이 중 성별에 따라 남성 18명, 여성 10명으로 분류하였다. 대상자 선정 과정에서 복강 내 압력과 복부 지지법에 대한 이해도가 있고 사용에 능숙한 자를 선정하였고 현재 부상이 있거나 움직임에 제한이 있고, 의사소통이 어려운 자들은 제외하였다. 연구 참여 전 연구 목적 및 실험 측정 과정에 대해 충분히 설명 후 연구에 자발적으로 참여하겠다는 자를 선정하였다. 연구 대상자의 일반적 특징은 <표 1>과 같다. 본 연구는 성신여자대학교 생명윤리위원회승인(승인번호: SSWUIRB-2022-045)을 받은 후 시행하였다.

표 1. 연구 대상자 일반적 특징

구분	나이(yr)	신장(cm)	체중(kg)	1-RM(kg)
남자 (n=18)	25.94 ± 3.35	174.39 ± 7.06	81.50 ± 8.71	154.39 ± 32.42
여자 (n=10)	27.70 ± 6.99	162.50 ± 3.60	60.10 ± 8.72	96.40 ± 27.51

2. 연구 절차

본 연구의 절차는 <그림 2>와 같다.

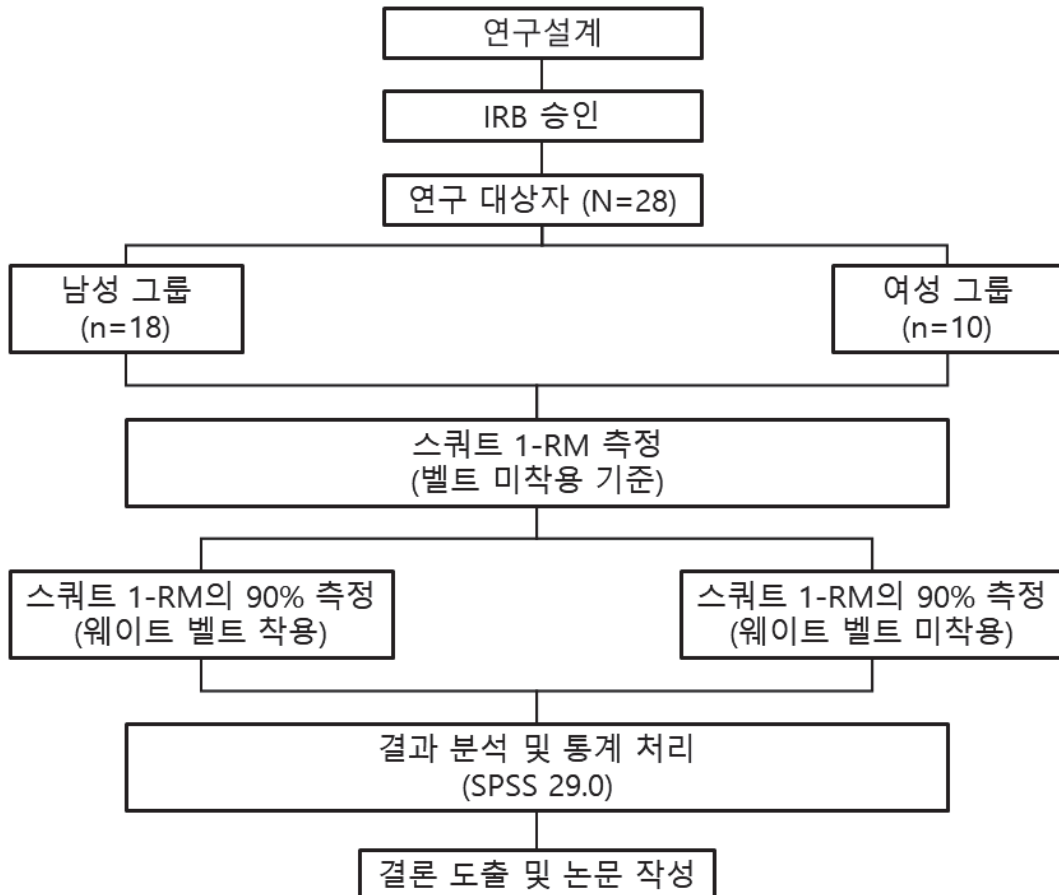


그림 2 연구 절차

3. 연구 기간

연구 기간은 <표 2>와 같다.

표 2. 연구 기간

연구 절차	연구 기간
연구 주제선정 및 참고문헌 조사	2022.03~2022.08
연구 대상자 설정	2022.08~2022.08
연구 대상자 측정	2022.09~2022.10
자료 분석	2022.10~2022.11
논문 작성	2022.10~2022.11

4. 측정 항목 및 장비

측정 항목과 장비는 <표 3>과 같다.

표 3. 측정 장비

측정항목	모델명, 제조회사, 제조국가
신장	BSM - 330, Inbody, Korea
체중	InBody 270, Inbody, Korea
동작 분석	Kinovea 0.8.27, Kinovea, USA
바벨 궤적 및 속도 분석	Tracker_1.1, Korea Institute of Sport Science, Korea

1) 신장계

연구참여자의 신장 측정을 위해 인바디 자동 신장 체중계 BSM-330 (Inbody, Korea) 제품을 사용하였고 운동복 차림으로 발판 위에 서서 직립 자세, 시선은 정면을 보고 부동자세로 측정하였다<그림 3>.



그림 3. 신장계 BSM-330

2) 체중계

연구참여자의 체중을 측정하기 위해 InBody 270(InBody, Korea) 제품을 사용하였고 운동복 차림으로 발판 위에 서서 직립자세, 시선은 정면을 보고 부동자세로 측정하였다<그림 4>.



그림 4. InBody 270

3) 동작 분석

연구 참여자의 시상면(Sagittal plane)에서 하지관절의 각도를 측정하기 위해 2-D 동작 분석 프로그램인 Kinovea 0.8.27(<https://www.kinovea.org>)을 사용하였다<그림 5>.

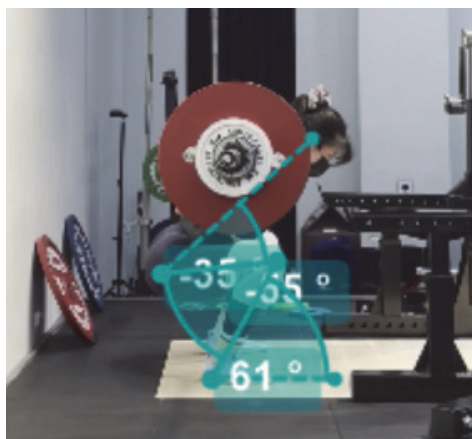


그림 5. Kinovea 0.8.27

4) 바벨 궤적 및 속도 분석

본 연구에서 연구 참여자의 웨이트 리프팅 시 바벨의 이동궤적 및 속도는 바벨 궤적 자동추적 프로그램(김태완 등, 2020)을 사용하였다<그림 6>.

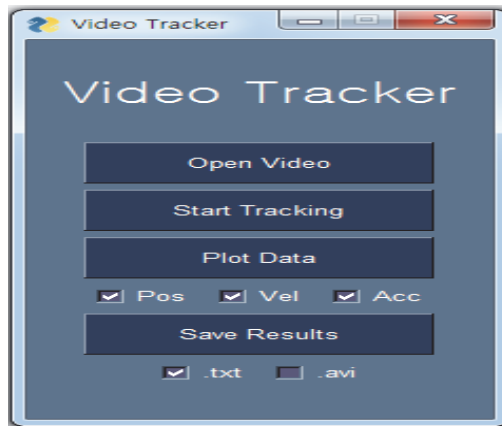
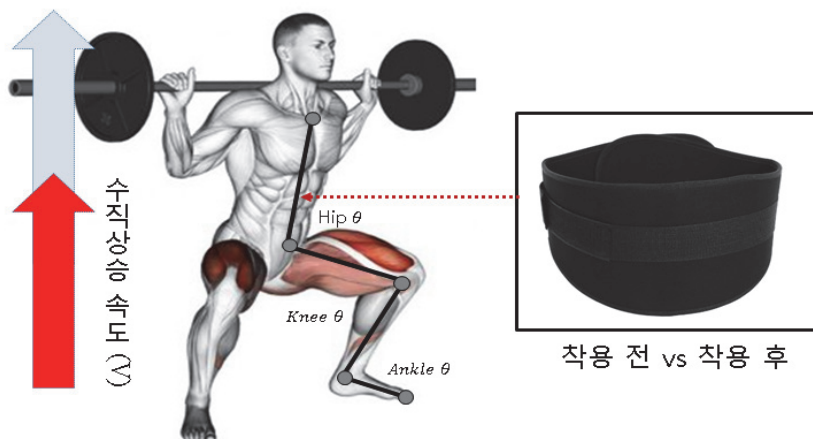


그림 6. Tracker_1.1

5. 측정 방법

본 연구는 수도권에 위치한 S 스트레NGTH 체육관과 D 스트레NGTH 체육관에서 실시하였으며, 구체적인 항목과 방법은 <그림 7>과 같다.



그림출처 : <https://www.quora.com/Can-squats-give-you-abs> 일부 수정

그림 7. 스쿼트 시 운동학적 분석

스쿼트 시 하지(발목, 무릎, 엉덩관절) 관절의 최대 굴곡 각도를 측정하기 위해 측면(시상면)에서 1대의 카메라(30 frame)를 고정하여 영상을 촬영하였다. 이때 영상촬영의 위치(5M 거리, 1M 높이)에서 촬영하였다. 촬영된 영상은 2-D 동작 분석 프로그램인 Kinovea 0.8.27을 통해 분석하였다. 또한 바벨 속도 및 추적 이동 거리는 Tracker_1.1을 통해 분석하였다.

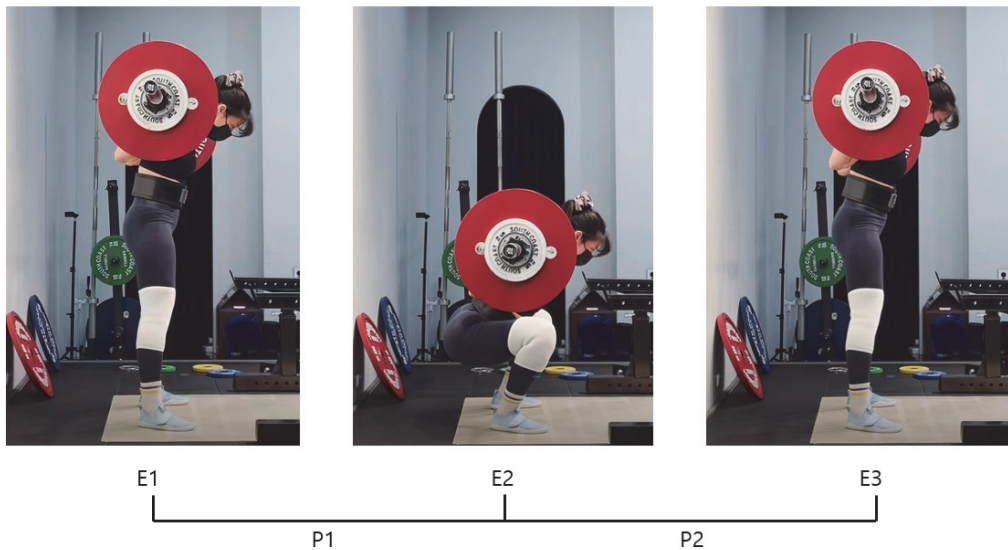


그림 8. 국면 및 구간

1) 국면(event)

- (1) Event 1: 스쿼트를 시작하여 하강하는 시점
- (2) Event 2: 하강하여 스쿼트 동작의 최하단 구간 시점
- (3) Event 3: 시작 자세로 돌아와 리프팅을 완료한 시점

2) 구간(phase)

- (1) Phase 2: E2 ~ E3 까지

연구 대상자는 측정일 기준 7일 전부터 3일 전까지 사전 1-RM 측정(벨트 미착용 기준)하였고 최대 노력은 연구 대상자 스스로에 의해 정해졌다. 측정 당일 연구 대상자는 측정 전 가벼운 무게로 스트레칭 및 워밍업을 실시하였다. 리프팅 기술의 변형을 줄 수 있는 속도를 제어하려는 시도는 없었으며 연구 대상자 개인의 평소 리프팅 스타일에 맞춰서 진행되었다(AJ Zink et al., 2001). 연구 대상자들은 사전 1-RM 측정 기록의 90%의 무게로 웨이

트 벨트 착용 1회, 웨이트 벨트 미착용 1회 수행하였고 순서는 무작위로 할당하였다. 두 번의 리프팅은 같은 날 같은 장소에서 수집되었으며 첫 번째 리프팅 진행 후 필수적으로 5분 이상의 휴식 진행 후 다음 리프팅을 진행하였다. 웨이트 벨트는 IPF(International Powerlifting Federation) 공인 두께(13mm)와 너비(10cm)인 S사의 웨이트 벨트를 착용하였고 S 스트랭스 체육관에서는 S사의 IPF 공인 콤보랙, 규격 원판(지름 450mm), 바벨(무게 20kg, 길이 2200mm)를 사용하여 측정하였다. D 스트랭스 체육관에서는 E사의 IPF 공인 콤보랙, 규격 원판(지름 450mm), 바벨(무게 20kg, 길이 2200mm)를 사용하여 측정하였다.

6. 분석 변인

1) 하지관절 각도 분석

2-D 분석 프로그램을 통해 얻어진 세 점의 위치 데이터를 통해 각변위를 구하였다. 세 점의 위치 데이터는 X·Y축의 두 숫자로 표현되며, 세 점의 두 숫자를 통해 계산되었다. 계산식은 다음과 같다.

(1) 내적 (dot product)을 이용한 변인 계산 방법

$$\text{Knee 각도}(\theta) = \text{acos} \frac{A \cdot B}{|A||B|}$$

A = vector A(i.e A = (-21.49, 14.92))
B = vector B(i.e B = (-18.6, -19.21))

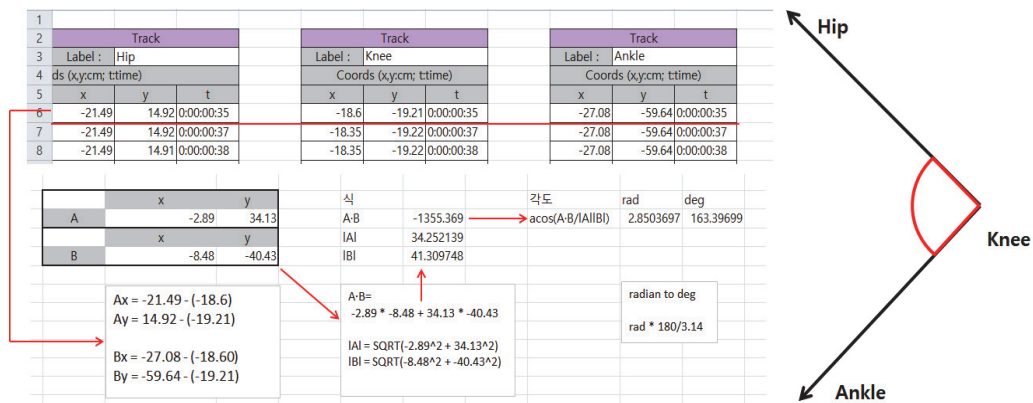


그림 9. Excel을 이용한 각변위 분석

2) 속도 변인

본 연구에서 속도 변인을 구하기 위하여 아래의 식을 이용하여 X, Y, Z 성분별로 먼저 속도를 구한 후, X, Y, Z 성분을 합성하여 합성 속도를 구하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$X_i = \frac{X_{i+1} - X_{i-1}}{2\Delta t}$$

X_{i+1} : $i-1$ 번째 X 좌표값
 X_{i-1} : $i+1$ 번째 X 좌표값
 X_i : i 번째 X 성분의 속도

$$V = \sqrt{X_i'^2 + Y_i'^2 + Z_i'^2}$$

V : i 번째 합성속도
 X_i' : i 번째 X 성분의 속도
 Y_i' : i 번째 Y 성분의 속도
 Z_i' : i 번째 Z 성분의 속도

3) 바벨 궤적 변인

바벨 궤적의 변위는 각 시점별 변위, 구간별 평균을 구한 후 이들 데이터의 특성을 파악하여 다음에 제시한 변인을 산출되었다(Ikeda et al., 2012).

- DxL : 바벨 최대 전방 위치와 잡기 위치의 수평 변위(m)
- Dx1 : 출발 위치와 세컨드 풀 위치의 수평 변위(m)
- Dx2 : 출발 위치와 잡기 위치의 수평 변위(m)
- Dx3 : 세컨드 풀 위치와 바벨 최대 전방 위치의 수평 변위(m)
- Dy1 : 출발 위치와 바벨의 최대 수직 위치의 수직 변위(m)
- Dy2 : 출발 위치와 잡기 위치의 수직 변위(m)
- Dy3 : 바벨 최대 수직 위치와 잡기 위치의 수직 변위(m)
- Dy4 : 출발 위치와 세컨드 풀 위치의 수직 변위(m)
- Dy5 : 출발 위치와 바벨 최대 전방 위치의 수직 변위(m)

- Dy_6 : 세컨트 폴 위치와 바벨 최대 전방 위치의 수직 변위(m)
- pvV : 최대 수직 속도(m/s)
- $phVf$: 최대 전방 속도(m/s)
- $phVb$: 최대 후방 속도(m/s)

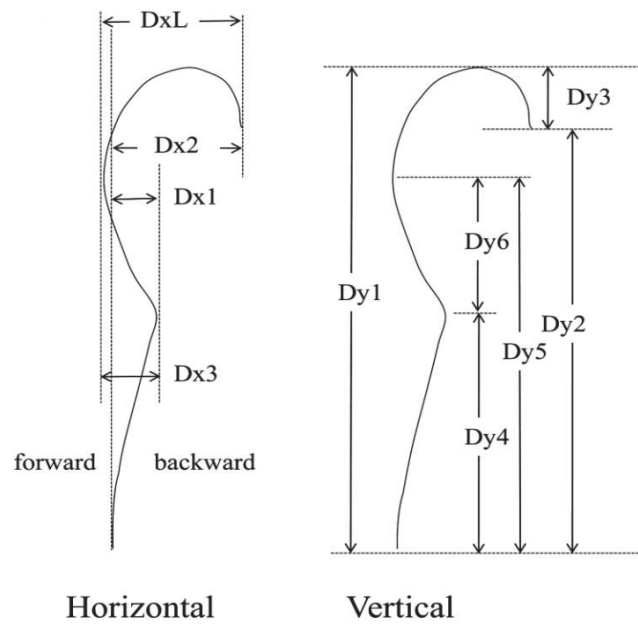


그림 10. 바벨 궤적을 통해 산출한 변위

7. 자료 처리

본 연구의 자료 처리는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences) ver. 29.0 통계 프로그램을 사용하였다. 측정항목별로 평균(Mean) 과 표준편차(Standard Deviation of Mean: SD)를 제시하였고 성별에 따라 구분한 남성 그룹과 여성 그룹 두 집단의 하지관절 가동범위, 리프팅 속도, 바벨 변위를 웨이트 벨트 착용 전·후 차이에 대해 규명하고자 종속표본 T-test를 실시하였다. 통계분석을 위한 모든 유의확률은 $p < .05$ 로 설정하였다.

IV. 연구 결과

고중량 스쿼트 훈련을 1년 이상 진행한 경험이 있는 연구 대상자 중 남성 18명, 여성 10명을 대상으로 고중량(1-RM의 90%) 스쿼트 운동 중 웨이트 벨트의 착용이 리프팅 속도, 가동범위, 바벨의 경로에 어떠한 영향을 미치는지 비교 분석한 측정 결과는 <표4~6>, <그림10~15>에 보는 바와 같다.

1. 웨이트 벨트 착용 전·후 하지관절 가동범위 결과

웨이트 벨트 착용 전·후 하지관절 가동범위 차이를 확인하기 위해 종속표본 t-검정을 통해 분석한 결과는 <표 4>와 같다.

표 4. 웨이트 벨트 착용 전·후 하지관절 가동범위 결과

(unit : deg)

구분		착용 전	착용 후	t	p
남자 (n=18)	발목관절	59.72 ± 6.01	59.00 ± 6.44	0.976	0.343
	무릎관절	53.28 ± 9.20	53.17 ± 7.51	0.102	0.920
	엉덩관절	42.78 ± 5.83	44.17 ± 5.26	-2.402	0.028
여자 (n=10)	발목관절	54.40 ± 5.93	53.60 ± 5.56	0.885	0.399
	무릎관절	48.60 ± 7.17	48.40 ± 6.50	0.121	0.906
	엉덩관절	42.70 ± 6.83	43.40 ± 7.26	-0.465	0.653

Mean±SD

1) 남성 하지관절 웨이트 벨트 착용 전·후 가동범위

남성의 발목 가동범위는 웨이트 벨트 착용 전 $59.72 \pm 6.01(^{\circ})$, 웨이트 벨트 착용 후 $59.00 \pm 6.44(^{\circ})$ 로 약간 낮게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 나지 않았다. 무릎 가동범위는 웨이트 벨트 착용 전 $53.28 \pm 9.20(^{\circ})$, 웨이트 벨트 착용 후 $53.17 \pm 7.51(^{\circ})$ 로 약간 낮게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 나지 않았다. 마지막으로 남성의 엉덩관절 가동범위는 웨이트 벨트 착용 전 $42.78 \pm 5.83(^{\circ})$, 웨이트 벨트 착용 후 $44.17 \pm 5.26(^{\circ})$ 로 통계적으로 유의하게 높게 나타났다.

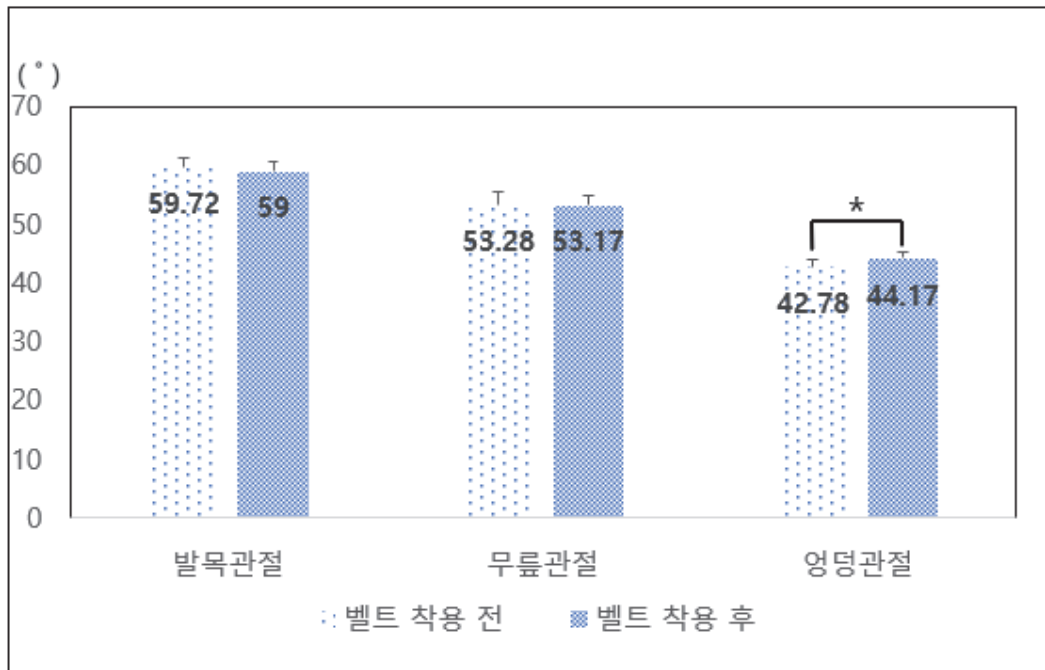


그림 11. 남성 하지관절 웨이트 벨트 착용 전·후 가동범위

2) 여성 발목, 무릎, 엉덩관절 웨이트 벨트 착용 전·후 가동범위

여성의 발목 가동범위는 웨이트 벨트 착용 전 $54.40 \pm 5.93(^{\circ})$, 웨이트 벨트 착용 후 $53.60 \pm 5.56(^{\circ})$ 로 약간 낮게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 나지 않았다. 무릎 가동범위는 웨이트 벨트 착용 전 $48.60 \pm 7.17(^{\circ})$, 웨이트 벨트 착용 후 $48.40 \pm 6.50(^{\circ})$ 로 약간 낮게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 나지 않았다. 마지막으로 엉덩관절 가동범위는 웨이트 벨트 착용 전 $42.70 \pm 6.83(^{\circ})$, 웨이트 벨트 착용 후 $43.40 \pm 7.26(^{\circ})$ 으로 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 나지 않았다.

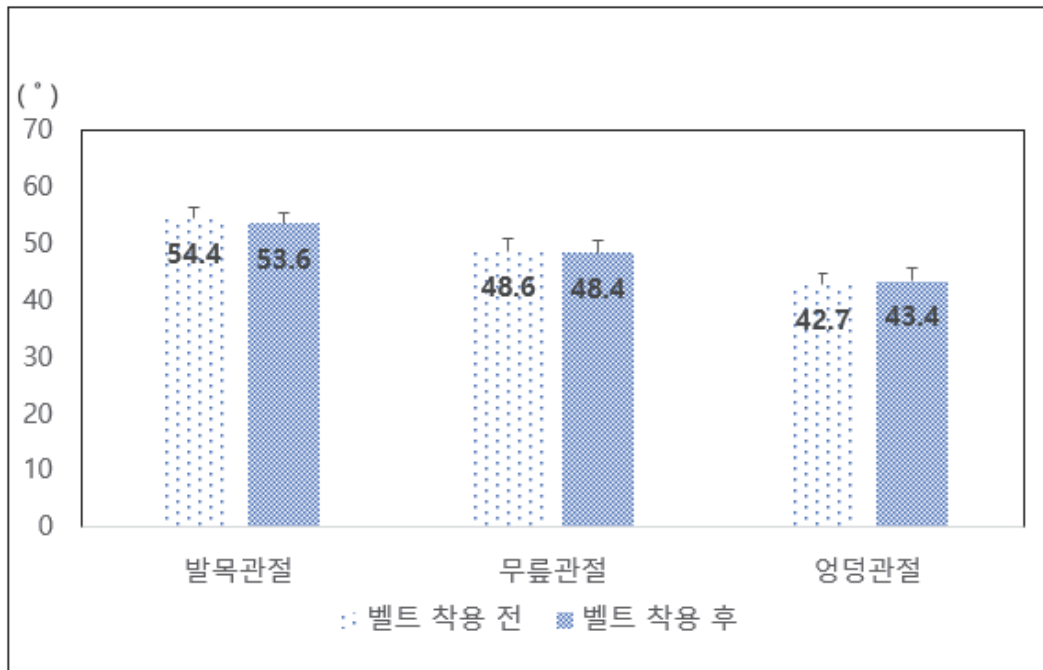


그림 12. 여성 하지관절 웨이트 벨트 착용 전·후 가동범위

2. 웨이트 벨트 착용 전·후 리프팅 속도 결과

웨이트 벨트 착용 전·후에 따른 리프팅 속도 비교를 위해 종속표본 t-검정을 통해 분석한 결과는 <표 5>와 같다.

표 5. 웨이트 벨트 착용 전·후 리프팅 속도 결과

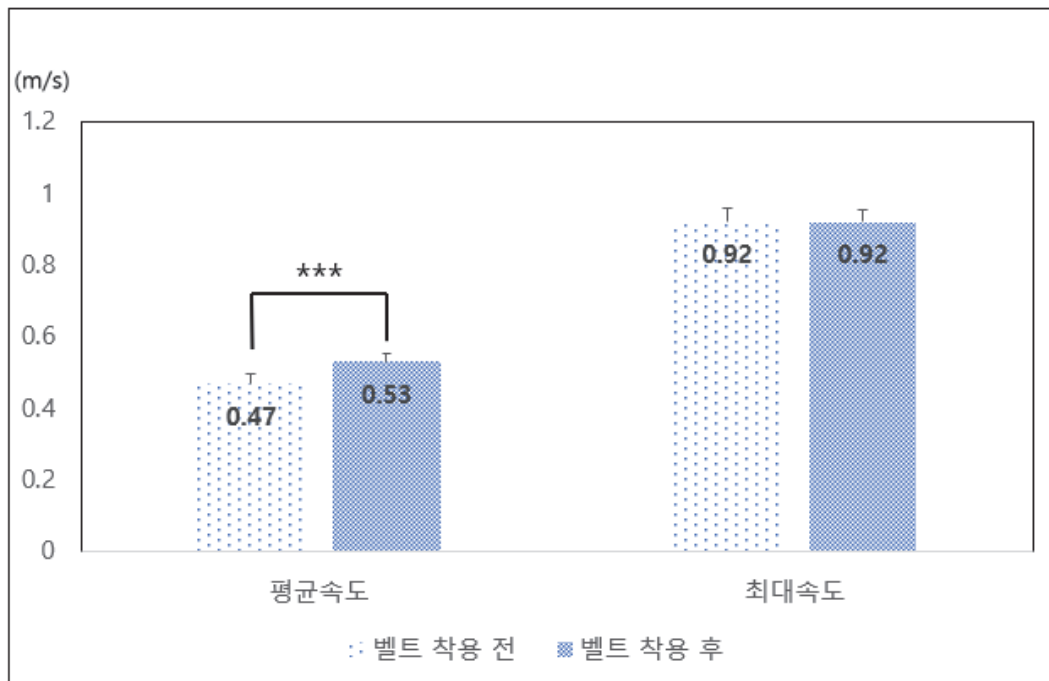
(unit : %)

구분		착용 전	착용 후	t	p
남자 (n=18)	평균속도	0.46 ± 0.11	0.53 ± 0.10	-4.569	0.001
	최대속도	0.92 ± 0.16	0.92 ± 0.15	-0.066	0.948
여자 (n=10)	평균속도	0.39 ± 0.03	0.45 ± 0.03	-3.856	0.004
	최대속도	0.85 ± 0.05	0.87 ± 0.04	-1.091	0.304

Mean±SD

1) 남성 리프팅 속도 결과

남성의 바벨 수직 상승 평균속도는 웨이트 벨트 착용 전 $0.47 \pm 0.11(\text{m/s})$, 웨이트 벨트 착용 후 $0.53 \pm 0.10(\text{m/s})$ 으로 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 반면 바벨 수직 상승 최대속도는 웨이트 벨트 착용 전 $0.92 \pm 0.16(\text{m/s})$, 웨이트 벨트 착용 후 $0.92 \pm 0.15(\text{m/s})$ 로 큰 차이가 없었고 통계적으로도 유의한 차이는 없었다.

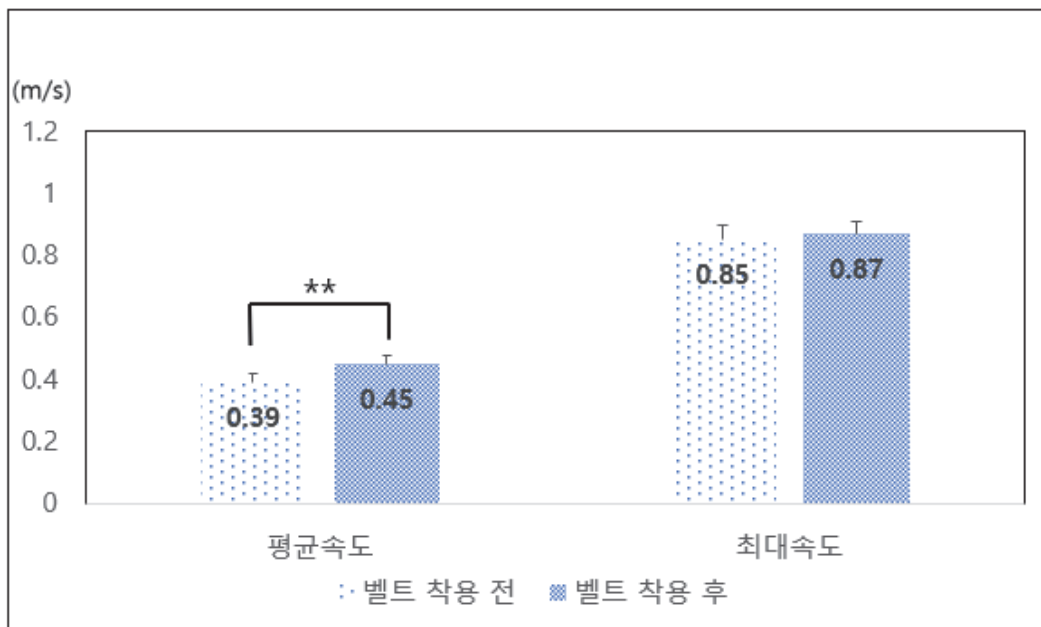


*** $p < .001$

그림 13. 남성 리프팅 속도 결과

2) 여성 리프팅 속도 결과

여성의 바벨 수직 상승 평균속도는 웨이트 벨트 착용 전 $0.39\pm 0.10(\text{m/s})$, 웨이트 벨트 착용 후 $0.45\pm 0.10(\text{m/s})$ 으로 통계적으로 유의하게 높게 나타났으며, 바벨 수직 상승 최대속도는 웨이트 벨트 착용 전 $0.85\pm 0.15(\text{m/s})$, 웨이트 벨트 착용 후 $0.87\pm 0.12(\text{m/s})$ 로 약간 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.



** $p < .01$

그림 14. 여성 리프팅 속도 결과

3. 웨이트 벨트 착용 전·후 바벨 변위 결과

웨이트 벨트 착용 전·후에 따른 바벨 변위 비교를 위해 종속표본 t-검정을 통해 분석한 결과는 <표 6>과 같다

표6. 웨이트 벨트 착용 전·후 변위 결과

(unit : m)

구분	착용 전	착용 후	t	p	
남자 (n=18)	바벨 잔후방 이동 거리	0.07±0.03	0.08±0.03	-1.403	0.179
	바벨 수직 이동 거리	0.67±0.06	0.67±0.07	0.468	0.646
여자 (n=10)	바벨 잔후방 이동 거리	0.09±0.04	0.08±0.03	0.571	0.582
	바벨 수직 이동 거리	0.69±0.07	0.65±0.08	4.406	0.002

Mean±SD

1) 남성 바벨 변위 웨이트 벨트 착용 전·후 결과

남성의 바벨 전·후방 이동 거리는 웨이트 벨트 착용 전 $0.08\pm 0.03(m)$, 웨이트 벨트 착용 후 $0.13\pm 0.20(m)$ 으로 높게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 또한 바벨 수직 이동 거리는 웨이트 벨트 착용 전 $0.67\pm 0.06(m)$, 웨이트 벨트 착용 후 $0.67\pm 0.07(m)$ 로 낮게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

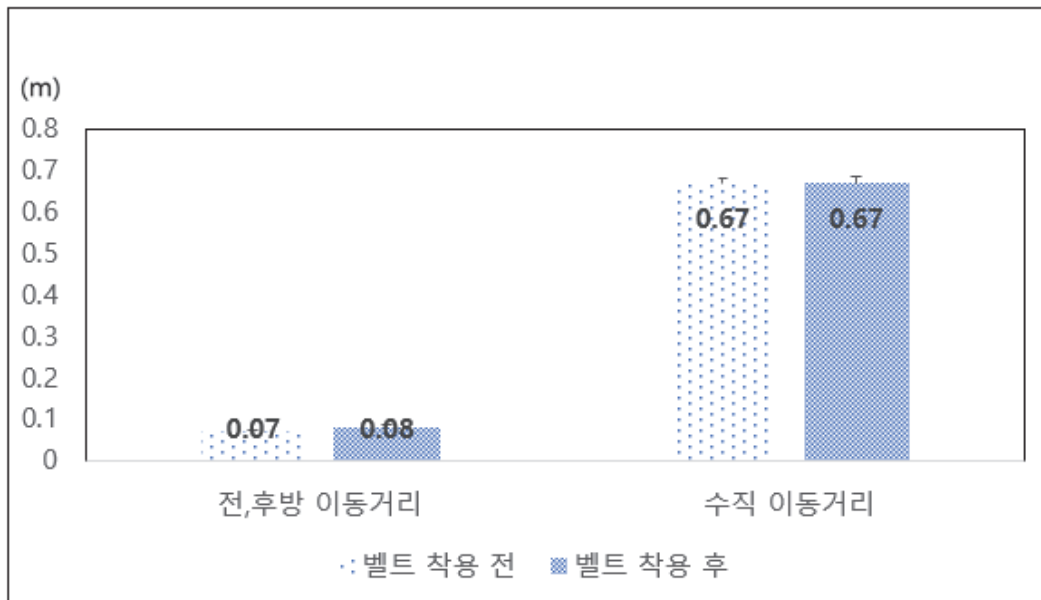
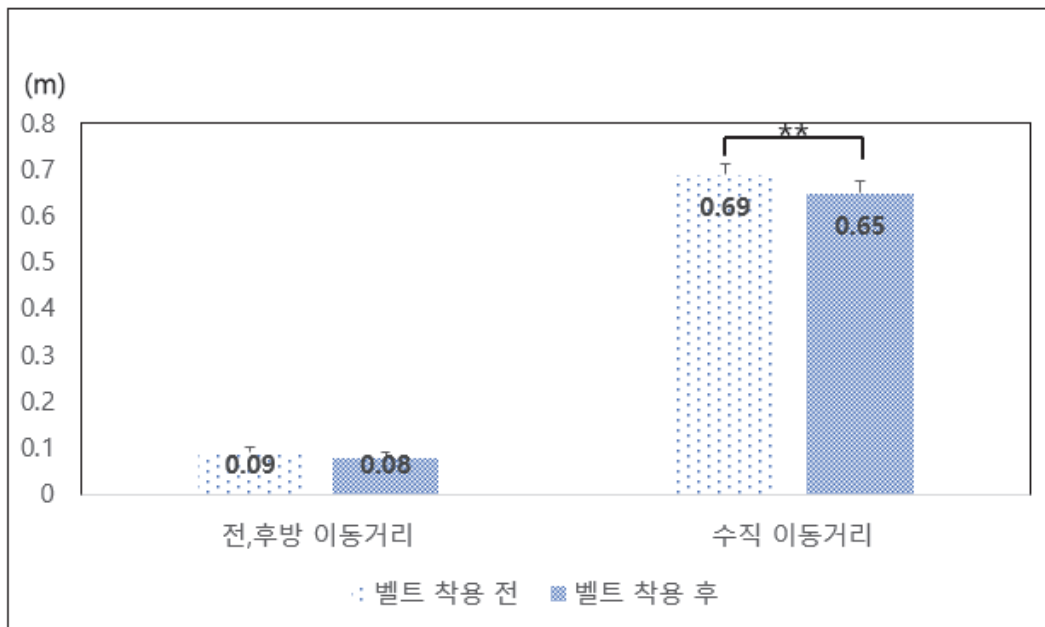


그림 15. 남성 바벨 변위 결과

2) 여성 바벨 변위 웨이트 벨트 착용 전·후 결과

여성의 바벨 전·후방 이동 거리는 웨이트 벨트 착용 전 $0.09\pm 0.04(m)$, 웨이트 벨트 착용 후 $0.08\pm 0.03(m)$ 으로 낮게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 반면 바벨 수직 이동 거리는 웨이트 벨트 착용 전 $0.69\pm 0.07(m)$, 웨이트 벨트 착용 후 $0.65m\pm 0.08(m)$ 로 통계적으로 유의한 차이($p<.002$)를 나타내었다.



**<0.01

그림 16. 여성 바벨의 변위 결과

V. 논의

1. 웨이트 벨트 착용 전·후 하지관절 가동범위

스쿼트에서 무릎을 펴는 근육의 부하를 최대로 늘리는 방법은 최대한 깊게 앉는 풀 스쿼트이며, 엉덩관절이 무릎보다 낮은 위치로 내려가는 딥 스쿼트 운동 시 근 활성도가 가장 높게 나타난다. 무릎 굴곡 각도가 작아질수록 대퇴사두의 큰 발달을 이룰 수 있고 엉덩관절 각도가 작아질수록 대퇴이두도 큰 발달을 이룰 수 있다(Bryanton et al., 2012; 김기홍 등 2017). 또한 풀 스쿼트는 내전근과 둔근을 더 발달시키며 엉덩관절 신근 기능을 향상시킨다(Kubo et al., 2019). 그리고 발목 굴곡 각도는 큰 하중을 받을수록 굴곡 각이 더 작아지며 다른 부분에서는 영향을 받지 않는다(Bryanton et al., 2012). 스쿼트에서 관절의 굴곡 각도가 작아질수록 대퇴사두, 대퇴이두, 내전근, 둔근 등 더 나은 근 활성도를 가져갈 수 있다.

본 연구에서는 고중량 스쿼트 수행 중 웨이트 벨트 유무에 따른 하지관절 가동범위 결과를 확인하고자 각 관절의 가동범위를 확인하였고, 검사 항목으로 발목의 최대 굴곡 각도, 무릎의 최대 굴곡 각도, 엉덩관절의 최대 굴곡 각도로 총 3가지 항목을 웨이트 벨트 착용 전과 후에 차이가 있는지 비교 분석하였다. 그 결과, 남, 여 그룹 모두 ‘발목 관절’과 ‘무릎 관절’ 항목에서 최대 굴곡 각이 작게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 여성 그룹의 ‘엉덩관절’ 항목에서 굴곡 각이 크게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았고, 남성 그룹의 ‘엉덩관절’ 항목에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p=0.028$).

웨이트 벨트 유무에 따른 스쿼트 시 각 관절의 각도를 비교한 국내선행

연구로 이정기 등(2016)에서는 엉덩관절과 발목 관절의 차이는 있었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었고, 무릎 관절에서 통계적으로 유의하게 적게 차이가 있었다. 국외 선행연구 Zink et al.(2001)에서는 웨이트 벨트를 착용하기 전보다 후에 각도가 증가하는 경향은 있었으나 통계적으로 유의미하게 차이가 나지 않았다.

본 논문의 결과처럼 하지관절 굴곡 각도가 웨이트 벨트 착용 전·후에 유의미한 차이가 없다는 것은 조건과 관계없이 유사한 기술이라는 것을 나타낸다(Zink et al., 2001). 웨이트 벨트 착용 유무는 무릎 신근 발달과 발목 굴곡 각의 영향을 끼치지 않지만 엉덩관절 굴곡 각도에서 남성 그룹에서는 유의하게 굴곡 각이 더 크게 나타나 Zink et al.(2001)의 결과와 유사하게 나타났으며 이는 본 논문에 사용한 웨이트 벨트의 크기가 규정 사이즈 중 가장 크고 굵은 벨트를 사용하여 몸통이 여성 그룹보다 상대적으로 큰 남성 그룹이 굵은 웨이트 벨트로 인해 엉덩관절 굴곡에 제한이 생겼을 것으로 추정된다. 전면의 너비가 얇게 되어있는 역도성 벨트를 사용하면 엉덩관절 굴곡의 차이가 나지 않을 수 있을 것으로 추측된다.

각 하지관절 가동범위에 관한 선행된 연구들과 본 연구에서 일치된 결과가 있었으나 아직 국내에서 고중량 스쿼트 시 웨이트 벨트 유무에 따른 하지관절 가동범위에 대한 연구가 부족하며, 피트니스 참여와 관심도가 높아지는 만큼 웨이트 벨트가 하지관절 가동범위에 영향을 미치는지 연구가 필요한 것으로 사료된다.

2. 웨이트 벨트 착용 전·후 리프팅 속도

본 연구에서 스쿼트 하중은 1-RM의 90%로 설정되었고 이는 고중량 훈련에 해당한다. 무게가 커질수록 엉덩관절 신근이 증가하고 1-RM에 가까울수록 사실상 무릎 신근의 노력이 다른 근육에 비해 큰 영향을 미치지 않는다(Flanagan et al., 2008; Bryanton et al., 2012). 복부 지지법을 사용한 방식이 몸통 및 엉덩이 신전, 복강 내 압력을 최대로 높이는 작업 동안 근력과 파워를 증가시키는 효과적인 방식이고 웨이트 벨트를 사용했을 때 복강 내 압력이 약 25-40% 더 크게 증가하기 때문에 엉덩관절 신근에 도움을 주어 바벨을 상승시키는 속도는 증가할 수 있다(Lander et al., 1992 ;Tayashiki et al., 2016). 때문에 웨이트 벨트를 착용하면 고중량 스쿼트 수행능력이 향상된다(Greg Nuckols, 2015).

본 연구에서는 고중량 스쿼트 수행 중 벨트 유무에 따른 수행능력 향상에 대한 차이를 확인하고자 리프팅 속도를 확인하였고, 검사 항목으로는 수직 상승 평균속도, 수직 상승 최대속도로 총 2가지 항목을 웨이트 벨트 착용 전과 후에 차이가 있는지 비교 분석하였다. 그 결과, 수직 상승 평균속도는 남, 여 그룹 모두 웨이트 벨트 착용 전보다 착용 후 유의하게 (남:p<0.001, 여:p=0.004) 속도가 증가하였는데, 이는 Lander et al.(1992)과 Zink et al.(2001)의 연구 결과와 동일하였다.

수직 상승 최대속도에서는 남, 여 그룹 모두 웨이트 벨트 착용 전보다 착용 후 속도가 약간 증가하였으나 통계적으로 유의하게 차이가 나지 않았다. 이는 측정 진행에 있어 연구 대상자의 심리적 안정을 위해 최대 노력이 아닌 평소 스쿼트 하는 방식으로 진행하도록 요청하였고 이것이 엉덩관절과 무릎 관절의 최대 신전 구간에서의 가속도 차이가 난 것으로 추정된다. 리프팅 평균속도가 웨이트 벨트 착용 전보다 착용 후가 더 빠르다는 것은 상

대적으로 더 쉽게 들어 올리고 가볍게 느껴졌다는 것으로 해석되며 스쿼트 수행능력에 영향을 끼치는 것으로 판단된다. 리프팅 평균속도와 최대속도에 관한 선행된 해외 연구들과 본 연구에서 일치된 결과가 있었지만 국내에서는 복강 내 압력을 능숙하게 사용하는 숙련자들을 대상으로 한 벨트 유무에 따른 리프팅 속도에 대한 연구는 없어 일치된 결과가 없었다. 따라서 연구 대상자들에게 복강 내 압력과 복부 지지법에 대해 설명하고 운동시킨 연구 혹은 숙련자와 비숙련자의 비교연구가 필요한 것으로 사료된다. 또한 파워 리프팅 선수들과 고중량 스쿼트를 이용하여 신체 능력을 발달시키는 엘리트 선수의 수행능력 향상을 위해 웨이트 벨트 착용에 대한 효과 연구는 필요한 것으로 사료된다.

3. 웨이트 벨트 착용 전·후 바벨 변위

바벨이 전방으로 움직여 체중의 중심이 앞으로 벗어나게 된다면 요추의 부상율을 높이기 때문에 신체의 중심 정렬은 스쿼트 시 상해를 막기 위한 중요한 요소이다(Dale et al., 2017; 정병균 등 2017). 특히 중량 스쿼트에서 중심선에서 벗어날 경우 모멘트 암이 커져 더 큰 상해를 유발할 수 있다. 바벨이 최하단으로 내려가 엉덩관절이 무릎보다 더 내려가는 딥 스쿼트에서 대퇴사두와 대퇴이두의 근 활성도가 더 높아진다(김기홍 등 2017). 수직 이동 거리가 클수록 대퇴사두와 대퇴이두의 근활성도가 높아질 수 있다. 바벨의 움직임이 체중의 중심선에서 벗어나지 않고 움직일수록 보다 효율적인 자세로 바벨을 들어 올릴 수 있으며 부상을 방지할 수 있다.

본 연구에서는 고중량 스쿼트 수행 중 웨이트 벨트 유무에 따른 바벨의 움직임에 대한 차이를 확인하고자 측면에서 본 바벨 변위를 확인하였고, 검사 항목으로는 바벨의 전·후방 이동 거리와 수직 이동 거리로 총 2가지 항목을 웨이트 벨트 착용 전과 착용 후에 차이가 있는지 비교 분석하였다. 그 결과, 바벨 변위에서 남성 그룹은 전·후방 이동 거리가 약간 증가하였고, 여성 그룹에서는 약간 감소하는 경향이 있었지만 두 그룹 통계적으로 유의한 차이는 없어 비슷한 모멘트 암에서 바벨을 들어올렸다고 볼 수 있다. 남성 그룹에서 유의한 차이는 없었지만 남성 그룹을 대상으로 진행한 연구인(Lander et al., 1992; Zink et al., 2001)에서 웨이트 벨트를 사용하는 것은 웨이트 벨트를 사용하지 않을 때보다 연구 대상자의 질량 중심을 앞쪽으로 더 많이 이동시켰다는 결과와 유사한 결과가 나왔다.

이는 무릎과 발목의 약간 더 굴곡된 값이 바벨의 수직 이동 거리 및 전방으로의 이동 거리와 연관이 있음을 부분적으로 설명할 수 있다. 바벨의 수직 이동 거리 항목에서는 남, 여 그룹 모두 감소하는 경향이 있었지만 여성

그룹에서만 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 여성 그룹에서 유의하게 감소한 원인은 본 논문에 사용한 웨이트 벨트의 크기가 규정 크기 중 가장 크고 굵은 벨트를 사용하였고 통계적으로 유의하진 않았으나 남성처럼 엉덩관절의 굴곡에 제한시키고 웨이트 벨트로 인한 체간의 안정성 증가로 상체가 곧게 서면서 수직 이동 거리가 감소한 것으로 추정된다. 웨이트 벨트의 착용으로 전·후방 이동 거리가 감소한 여성 그룹과 달리 남성 그룹의 경우 웨이트 벨트를 착용하는 것은 전방으로의 이동 거리를 약간 더 증가시키는 경향이 있기 때문에 착용하기 전보다 척추에 가해지는 모멘트 암이 커져 상해를 유발할 가능성이 더 크다고 볼 수 있다. 하지만 웨이트 벨트에서 만들어지는 상승된 복강 내 압력을 통한 체간의 안정성도 영향을 끼치기 때문에 이 부분은 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

여성 그룹의 경우 바벨의 수직 이동 거리가 줄어들었지만 각 관절의 가동 범위의 차이는 유의하게 나지 않은 채로 수직 이동 거리가 줄었기 때문에 웨이트 벨트로 인한 체간의 안정성이 더해져 상체를 더 곧게 세워 스쿼트 동작이 가능해진 것으로 추측된다. 웨이트 벨트를 착용하는 것이 안정적인 스쿼트 수행을 가져갈 수 있으나 아직까지 여성 그룹에 대한 고중량 스쿼트 시 웨이트 벨트 유무에 따른 바벨의 전·후방 이동 거리와 수직 이동 거리에 대한 논문이 부족한 실정이기 때문에 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

VI. 결 론

본 연구는 웨이트 벨트의 착용 전·후 고중량 스쿼트 운동 시 하지관절 가동범위, 리프팅 속도, 바벨 변위에 어떠한 영향을 미치는지 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 웨이트 벨트 착용 전·후 하지관절 각도를 분석한 결과, 남성 그룹은 발목, 무릎 관절 가동범위에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 엉덩관절 가동범위에서는 각도가 증가하여 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 여성 그룹은 발목, 무릎 엉덩관절 가동범위 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

둘째, 웨이트 벨트 착용 전·후 리프팅 속도를 분석한 결과, 남성 그룹은 바벨의 수직 상승 평균속도에서 더 빠르게 유의하게 차이가 나타났으며 ($p < 0.001$), 수직 상승 최대속도에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 여성 그룹은 바벨 수직 상승 평균속도에서 더 빠르게 유의하게 차이가 나타났으며 ($p < 0.01$), 수직 상승 최대속도에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

셋째, 웨이트 벨트 착용 전·후 바벨 변위를 분석한 결과, 남성 그룹은 바벨의 전·후방 및 수직 이동 거리 모두 유의한 차이가 없었고, 여성 그룹은 바벨의 전·후방 이동 거리에서 유의한 차이가 없었지만, 수직 이동 거리에서는 이동 거리가 더 줄고 유의하게 나타났다($p < 0.01$)

위 결과를 종합하여 볼 때 하지관절 가동범위에서 남성 그룹은 웨이트 벨트 착용 전보다 착용 후의 고중량 스쿼트에서 중 엉덩관절 가동범위가 유의

하게 덜 굴곡 된 것으로 나타나 스쿼트 자세에 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 여성 그룹은 웨이트 벨트 착용 전보다 착용 후의 고중량 스쿼트에서 각 관절 ROM의 변화가 없어 동일한 스쿼트 움직임이 나타났다. 리프팅 속도 중 수직 상승 평균속도에서 웨이트 벨트 착용 전보다 착용 후 남, 여 그룹 모두 유의하게 빠르게 증가하여 수행능력을 증가시키는 것으로 나타났지만 수직 상승 최대속도에서는 차이가 없었다. 바벨 변위 중 남성 그룹은 전·후방과 수직 이동 거리 모두 유의하게 차이나지 않아 일정한 바벨의 움직임을 나타냈고 여성 그룹의 경우 바벨의 전·후방 이동 거리에는 차이가 없었고 수직 이동 거리가 유의하게 줄어들었지만 하지 관절 가동범위는 변화가 없기 때문에 체간의 안정성으로 인해 상체가 더 곧게 세워져 줄어드는 것으로 판단된다. 바벨 변위 차이가 없는 것은 바벨이 동일하게 움직였다는 것으로 볼 수 있고 웨이트 벨트 착용 전·후 동일한 모멘트 암이 적용되었다고 판단된다. 즉, 웨이트 벨트는 바벨 움직임에 부정적인 영향을 끼치지 않는다고 볼 수 있다. 따라서, 남성은 웨이트 벨트를 착용하고 고중량 스쿼트 시 엉덩관절 움직임에 제한이 생길 수 있기 때문에 발 간격 조절 혹은 엉덩관절 외회전에 특히 신경을 써야 한다. 여성의 경우, 웨이트 벨트를 착용 후 고중량 스쿼트를 할 경우 움직임 제한이 없고, 체간의 안정성 증가로 효율적으로 움직일 수 있기 때문에 적극 사용을 권장한다. 또한 웨이트 벨트의 정확한 사용법을 배우고 사용하면, 스쿼트의 고중량 수행능력증가 혹은 1-RM 증가 목적으로는 남, 여 모두 웨이트 벨트를 착용하는 것이 움직임을 효율적으로 만들기 때문에 사용을 권장할 수 있다.

참 고 문 헌

- 문화체육관광부(2021). 2016~2020 최근 1년간 체육활동 경험.
- 문화체육관광부(2021). 2021~2021 자주 이용하는 세부체육시설_민간체육시설
- 김기홍, 최해성, & 고성식. (2017). 스탠스 너비와 무릎 각도가 스쿼트 운동시 반복횟수, 총운동량 및 근전도 반응에 미치는 영향. *운동학 학술지*, 19(3), 27-34.
- 김도현. (2004). 여자고등학생의 신체부위별 근력 평가에 대한 분석. 목원대학교 석사학위논문.
- 김일곤.(2005). 50대 남,여의 웨이트 트레이닝 장비를 이용한 1-RM과 MVC의 상관관계에 관한 연구. *한국 스포츠 리서치*,16(3),495-502.
- 김태완, 문제현, 이상우, 시다르타, 구스타보 루이스, 송준범(2020). 2020 도쿄 올림픽 대비 역도 바벨 궤적 자동추적 프로그램 개발 및 활용. 한국 스포츠정책과학원 심층연구과제 보고서.
- 정병균, 김지원, & 정병호. (2017). 스쿼트운동장치의 풋플레이트 구조해석에 관한 연구. *한국융합학회논문지*, 8(9), 365-372.
- 홍승우. (2003). 저항성 훈련방법의 차이가 근력 향상 및 안정시 대사량에 미치는 영향. 연세대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Atkinson, G., & Reilly, T. (2013). *Sport, leisure and ergonomics*. Taylor & Francis.
- Bryanton, M. A., Kennedy, M. D., Carey, J. P., & Chiu, L. Z. (2012). Effect of squat depth and barbell load on relative muscular effort in squatting. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2820-2828.
- Ciriello, V. M., & Snook, S. H. (1995). The effect of back belts on lumbar

- muscle fatigue. *Spine*, 20(11), 1271-8.
- Clark, D., Lambert, m., & Hunter, A. (2016). Reliability of trunk muscle electromyography in the loaded back squat exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 37(06), 448-456.
- Daggfeldt, K., & Thorstensson, A. (1997). The role of intra-abdominal pressure in spinal unloading. *Journal of biomechanics*, 30(11-12), 1149-1155.
- Dale, R. B., Gollapalli, R. P., Price, T., Megahee, K., Duncan, M., Tolstick, N., & Ford, L. (2017). The effect of visual perturbation upon femoral acceleration during the single and bilateral squat. *Physical Therapy in Sport*, 27, 24-28.
- Escamilla, R. F. (2001). Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(1), 127-141.
- Finnie, S. B., Wheeldon, T. J., Hensrud, D. D., Dahm, D. L., & Smith, J. (2003). Weight lifting belt use patterns among a population of health club members. *Journal of strength and conditioning research*, 17(3), 498-502.
- Flanagan, S. P., & Salem, G. J. (2008). Lower extremity joint kinetic responses to external resistance variations. *Journal of Applied Biomechanics*, 24(1), 58-68.
- G. Gregory Haff, N. Travis Triplett(2018) NSCA-CPT, CSCS 대비 트레이닝의 정수(임완기). NSCA KOREA. (2016)
- Greg Nuckols. (2015) *The Belt Bible*. Stronger by Science. <https://www.strongerbyscience.com/the-belt-bible/>
- Greg Nuckols. (2016) *How To Squat:TheDefinitive Guide*. Stronger by

- Science. <https://www.strongerbyscience.com/how-to-squat/>
- Hassan, M. F. A., Zulkifley, M. A., & Hussain, A. (2015). Squat exercise abnormality detection by analyzing joint angle for knee osteoarthritis rehabilitation. *Jurnal Teknologi*, 77(7), 19-24.
- Ikeda, Y., Jinji, T., Matsubayashi, T., Matsuo, A., Inagaki, E., Takemata, T., & Kikuta, M. (2012). Comparison of the snatch technique for female weightlifters at the 2008 Asian Championships. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1281-1295.
- Maeo, S., Takahashi, T., Takai, Y., & Kanehisa, H. (2013). Trunk muscle activities during abdominal bracing: comparison among muscles and exercises. *Journal of sports science & medicine*, 12(3), 467.
- Miyamoto, K., Iinuma, N., Maeda, M., Wada, E., & Shimizu, K. (1999). Effects of abdominal belts on intra-abdominal pressure, intramuscular pressure in the erector spinae muscles and myoelectrical activities of trunk muscles. *Clinical Biomechanics*, 14(2), 79-87.
- Monfort-Pañego, M., Vera-García, F. J., Sánchez-Zuriaga, D., & Sarti-Martínez, M. Á. (2009). Electromyographic studies in abdominal exercises: a literature synthesis. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 32(3), 232-244.
- Ratamess, N. (2021). *ACSM's foundations of strength training and conditioning*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Schoenfeld, B. J. (2010). Squatting kinematics and kinetics and their application to exercise performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3497-3506.
- Stokes, I. A., Gardner-Morse, M. G., & Henry, S. M. (2010).

- Intra-abdominal pressure and abdominal wall muscular function: Spinal unloading mechanism. *Clinical biomechanics*, 25(9), 859-866.
- Tayashiki, K., Maeo, S., Usui, S., Miyamoto, N., & Kanehisa, H. (2016). Effect of abdominal bracing training on strength and power of trunk and lower limb muscles. *European journal of applied physiology*, 116(9), 1703-1713.
- Vera-Garcia, F. J., Elvira, J. L., Brown, S. H., & McGill, S. M. (2007). Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *Journal of electromyography and kinesiology*, 17(5), 556-567.
- Yanagisawa, O., Oshikawa, T., Adachi, G., Matsunaga, N., & Kaneoka, K. (2021). Acute effects of varying squat depths on lumbar intervertebral disks during highload barbell back squat exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(2), 350-357.

ABSTRACT

Effects of wearing a weight belt on lower extremity joint range of motion, lifting speed, and barbell displacement during full squats

Youngseo Kwon
Department of Health
and Exercise Management
Graduate School of
Lifetime Welfare Sungshin University

In this study, the lower extremity joint range of motion, lifting speed, and barbell displacement were analyzed before and after wearing a weight belt during full squats. In order to provide information on the effect of weight belts on heavy squats, a before and after analysis of 18 males (25.94 ± 3.35) and 10 females (27.70 ± 6.99) residing in the metropolitan area resulted in the following conclusions.

1. As a result of analyzing the lower extremity joint angles before and after wearing the weight belt, there was no significant difference in the range of motion of the ankle and knee joints in the male group, and a significant difference was found in the range of motion of the hip joint as

the angle increased ($p < 0.05$). There was no significant difference in the range of motion of the ankle, knee and hip joints in the female group.

2. As a result of analyzing the lifting speed before and after wearing the weight belt, there was a significant difference faster in the average speed of vertical lift of the barbell in the male group ($p < 0.001$), and no significant difference was found in the maximum speed of vertical lift. In the female group, there was a significant difference faster in the average speed of vertical lift of the barbell ($p < 0.01$), but there was no significant difference in the maximum speed of vertical lift.

3. As a result of analyzing the barbell displacement before and after wearing the weight belt, there was no significant difference in the barbell forward/backward and vertical movement distances of the male group, and there was no significant difference in the forward/rearward movement distance of the barbell in the female group. In the vertical movement distance, the movement distance decreased more and was significant ($p < 0.01$)

Taken together, the range of motion of the hip joint was found to be significantly less flexed in the male group after wearing a weight belt when performing heavy squats, which affected the squat posture, and the vertical movement distance of the barbell changed the range of motion in the female group. was found to be significantly shorter. In both male and female groups, the vertical average speed of the barbell increased

significantly and rapidly, indicating an increase in performance. Men wear a weight belt and there may be restrictions on hip joint movement when squatting with a heavy weight, so it is necessary to pay attention to foot spacing or hip abduction. It is recommended because the movement appears as It is also recommended that both men and women wear a weight belt for the purpose of increasing high-weight performance or increasing 1-RM.