



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 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](#)

체 육 학 석 사 학 위 논 문

스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용
전.후에 따른 운동역학적 분석



2016년 2월

부경대학교 대학원

체 육 학 과

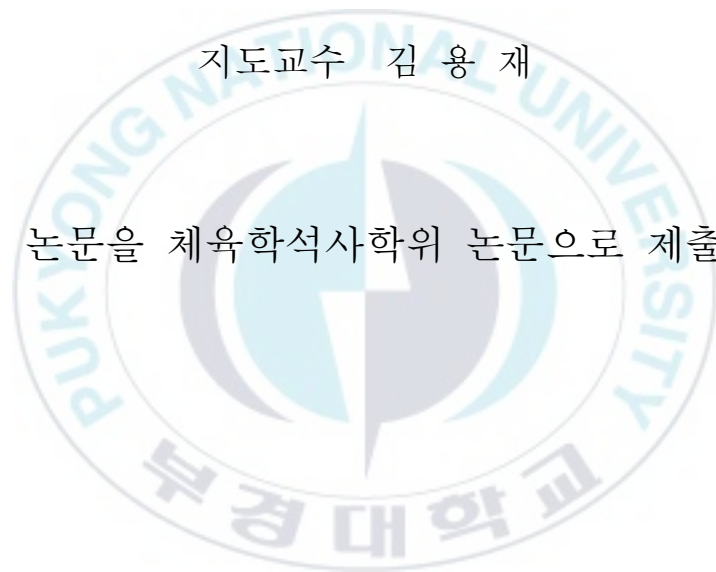
김 봉 수

체 육 학 석 사 학 위 논 문

스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용
전.후에 따른 운동역학적 분석

지도교수 김 용 재

이 논문을 체육학석사학위 논문으로 제출함



2016년 2월

부경대학교 대학원

체 육 학 과

김 봉 수

김봉수의 체육학석사 학위논문을 인준함

2016년 2월 26일



주	심	이학박사	신 군 수 (인)
위	원	이학박사	이 중 숙 (인)
위	원	이학박사	김 용 재 (인)



목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	5
3. 연구의 문제	5
4. 연구의 제한점	5
5. 용어 및 약어 정의	6
II. 연구방법	8
1. 연구 대상	8
2. 실험 도구 및 용도	9
3. 측정 항목	9
4. 실험 방법	10
5. 자료수집 및 분석	12
6. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 구간 및 국면	15
7. 통계 처리	16
III. 연구결과	17
1. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 소요시간	17
2. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 하지 각도	18
3. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 양발의 압력분포	22

IV. 논 의	26
1. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 소요시간	26
2. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 하지 각도	27
3. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 양발의 압력분포	29
V. 결 론	31
참고문헌	33



표 목 차

표 1. 연구대상	8
표 2. 측정도구 및 용도	9
표 3. 관절점의 좌표화	12
표 4. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 전.후에 따른 국면별 소요시간	17
표 5. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 전.후에 따른 1구간의 하지 각도 변화	19
표 6. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 전.후에 따른 2구간의 하지 각도 변화	20
표 7. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 전.후에 따른 3구간의 하지 각도 변화	21
표 8. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 전.후에 따른 양발 압력분포비율변화	23
표 9. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 전.후에 따른 양발 최대압력분포변화	24

그림 목차

그림 1. 실험 장비 배치도	11
그림 2. 인체관절 중심의 좌표화	11
그림 3. 신체분절의 각도 정의	13
그림 4. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 구간 및 국면	15
그림 5. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 국면별 소요시간	17
그림 6. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 1구간의 하지각도변화	19
그림 7. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 2구간의 하지각도변화	20
그림 8. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 3구간의하지 각도변화	22
그림 9. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 양발의 압력분포변화	23
그림 10. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 양발의 압력비율변화	24

I. 서론

1. 연구의 필요성

오늘날 현대 사회에서는 시간적 여유가 많아짐에 따라 현대인들은 다양한 여가활동을 영위하고 있으며, 건강증진 및 스트레스 해소를 위해 스포츠센터를 다니거나 각종 동호회 활동에 참여하는 등 다양한 스포츠 활동을 하고 있다(이종훈, 남기정, 김재필, 2013). 반면, 이와 같이 편리한 생활에서 오는 시간적 여유는 일상생활 속에서 여가를 즐길 수 있는 기회와 삶의 질을 높일 수 있는 긍정적인 측면도 있지만, 삶의 편리함은 일반인들의 운동량 부족에 의한 성인병 유발의 빈도를 현격히 증가시켜 사회적 문제로써 대두 되고 있다(정현경, 2006).

대부분 현대인들은 이러한, 운동부족 해결과 신체의 지방 감소를 통해 외모를 좋게 보이기 위하여 헬스장을 찾고 있으며 그 중, 웨이트 트레이닝은 가장 쉽게 선택하는 종목이라 할 수 있다(이종훈, 등, 2013). 최근에 들어 근육발달 및 근력을 향상시키고 신체의 체지방을 감소시켜 건강한 신체를 추구하는데 효과적인 운동으로 선택하고 있으며, 웨이트 트레이닝을 하는 일반인들의 인구가 점점 증가하고 있는 추세이다(이석인, 등, 1993).

웨이트 트레이닝은 예전부터 운동선수들이 경기력 향상을 위해 실시할 뿐만 아니라 부상으로부터 재활 및 교정치료 등에 필수적으로 실시되고 있었으며(김일곤, 이종호, 차진, 2005), 바벨이나 덤벨과 같은 다양한 웨이트 기구를 사용하여 골격근을 자극함으로써 전반적으로 균형 잡힌 몸매를 소유하도록 해주며, 적절한 웨이트 트레이닝 프로그램은 상체와 하체의 균형을 향상시켜 주고 근육의 발달이 빈약했던 부위를 보완 또는 강화시켜 주

는 대표적인 무산소성 운동이다(최소라, 2007; 신희철, 2004).

웨이트 트레이닝의 가장 기본이 되는 운동에는 스쿼트, 데드리프트, 벤치 프레스, 오버헤드 프레스, 바벨 로우, 딥스 등이 있다. 이러한 운동들은 대 근육 운동으로 여러 부위의 근육들이 함께 참여하는 복합 운동이기 때문에 빠른 시간에 근육이 형성되며, 파워 향상에도 효과적이다(김용현, 2010).

웨이트 트레이닝 운동의 필수 요소로써 하지근 근력운동을 들 수 있을 것이다. 인간은 태어나면서부터 움직임이 필요하여 하지근을 사용하여 왔고 지금도 가장 많이 사용되어 지고 있다. 또한 인간의 신체부위에서 하지는 발과 다리를 포함하며, 신체활동을 하거나 신체를 똑바로 서게 하는데도 매우 중요한 역할을 한다(전희중, 2006). 그 중, 가장 기본적인 무릎 운동 중 하나인 스쿼트는 달리기, 점프, 들어올리기 동작에 있어 중요한 근육인 엉덩이, 대퇴, 몸통 근육을 단련시킬 뿐 아니라 골밀도, 인대, 건을 강화 시킴과 동시에 하체단련의 가장 중요하며 기본이 되는 운동이며, 일상생활에서의 기능도 향상시키지만 이 운동을 통해서 운동선수들의 기록 향상과 부상방지 등 의 여러 가지 목적을 가지고 있는 운동이다(Escamilla, R. F, 2001; Cappelozzo, Felici & Figura, 1985).

스쿼트 운동 시 자세는 시선은 정면을 향하고 자신에게 적합한 중량의 바벨을 정한 후 다리를 어깨 넓이보다 약간 크게 십 일자로 벌려 어깨 위에 얹고 바벨바를 잡으며 가슴과 허리를 편 상태를 유지한 후 무릎 아래 부분과 허벅지가 서로 직각을 이룰 때까지 앉아서 서서히 일어선다. 스쿼트 동작 시 호흡은 앉을 때 숨을 들이마시고, 일어 설 때 숨을 내쉬어야 한다. 가장 주의할 점은 운동 중에 상체를 구부리면 다리가 아니라 허리로 무게가 전달되므로 항상 상체를 똑바르게 유지하는 것이 매우 중요하다. 하지만, 이런 스쿼트 동작은 장점이 있는 반면 무거운 중량을 지탱해야 하는 운동으로써 자세를 올바르게 유지하지 못할 경우 오히려 요추와 무릎관절

등에 상해를 입힐 수 있다(Cappozzo, A., 1985)

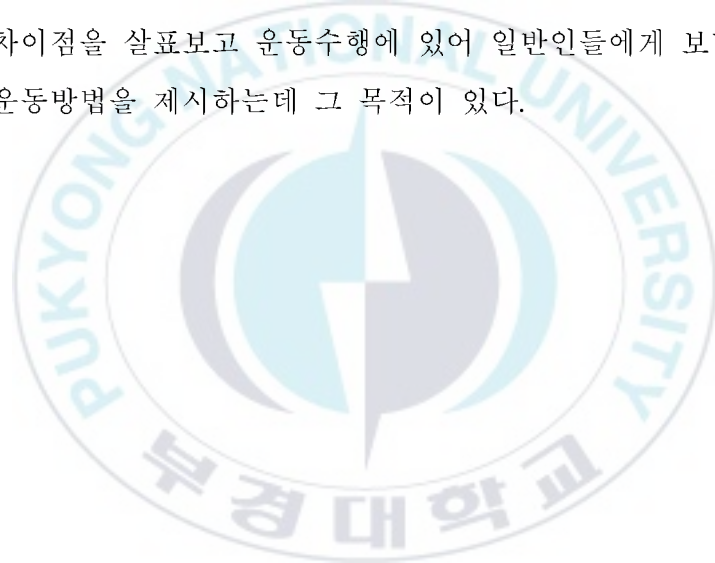
또한, 일반인의 경우에는 전문적인 지도자 없이 헬스클럽 등의 트레이너들에게 간단한 기구 사용법만을 숙지한 후에 웨이트 트레이닝 운동을 하는 경우가 대부분이며, 이렇게 잘못된 사용법과 무게로 저항성운동을 실시하였을 경우에는 근골격계의 상해를 입게 된다.

이처럼 잘못된 스쿼트 동작은 몸통의 신전력과 압축력이 요추에 작용하여 요추부 부상을 유발할 수 있고(Cappozzo et al., 1985), 자신에게 맞지 않는 무게나 방법으로 스쿼트를 실시했을 때 자세가 불안정하면 그로 인해 등하부와 무릎 등에 상해를 입기가 쉽다(Fry, 1993; O'Shea, 1985; Williams, 1980). 이에 스쿼트 운동 시 발생할 수 있는 부상을 예방하기 위해서는 하지관절의 움직임과 요추부에 과도한 부하가 걸리지 않도록 올바른 자세와 자신에게 맞는 무게로 스쿼트를 실행하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다(박상호, 2010).

스쿼트와 관련된 선행 연구들을 살펴보면 Fry, A. C., Smith, J. C & Schilling, B. K(2003)는 스쿼트 운동 시 시상면에서 무릎이 발끝 앞보다 나오게 되면 무릎에 많은 부하를 줌으로써 무릎에 상해를 줄 수도 있다고 하였으며, 무릎의 위치에 따라 무릎 토크와 힙 토크를 어떻게 달라지는지 연구하였다. 이상우, 문영진, 은선덕(2011)은 스쿼트 운동시 슬관절 굴곡을 조절하기 위해서는 원심성 수축이 일어나고 슬관절을 신전하기 위해서는 구심성 수축이 일어난다고 하였다. 이성도(2009)의 스쿼트 운동 시 중량이 하지근육에 미치는 영향에 대한 연구에서는 스쿼트 동작 시 중량의 무게가 커짐에 따라 하지 근육활동이 유의하게 증가 차이가 나타났다고 하였다.

남윤걸(2014)의 스쿼트 동작 시 바패트 착용이 발의 압력에 미치는 영향에 관한 연구에서는 바패트가 숙련자의 스쿼트 동작 시 처럼 양발 압력분포 차이를 줄어든게 하여 몸의 균형을 잡아주는 것으로 나타났다 하였다.

이처럼 스쿼트에 대한 선행연구들은 많은 학자들이 스쿼트가 갖는 특수성으로 인해 스쿼트 동작 시에 발생하는 여러 가지 운동역학적 변화들을 살펴보는 시도를 하였다. 그러나 선행연구들이 근활성도 등의 운동역학적 현상만을 분석하거나 관절각도 변화와 같은 운동학적 현상만을 측정하는 연구에 초점을 두었으며, 웨이트트레이닝 보조 장비 중 하나인 웨이트 벨트 착용 전.후에 따라 나타나는 하지각도와 발의 압력 변화에 대한 운동역학적 변화에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 스쿼트 동작 시 벨트 착용 전.후에 따른 하지의 운동역학적 변화를 측정하고 분석함으로써 차이점을 살펴보고 운동수행에 있어 일반인들에게 보다 안전하고 효과적인 운동방법을 제시하는데 그 목적이 있다.



2. 연구의 목적

본 연구목적은 스쿼트 동작 시 벨트 착용 전,후에 따른 하지의 운동역학적 변화를 측정하고 분석함으로써 차이점을 살펴보고 운동수행에 있어 일반인들에게 보다 안전하고 효과적인 운동방법을 제시하는데 그 목적이 있다.

3. 연구의 문제

본 연구에서 밝히고자 하는 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 스쿼트 시 웨이트벨트 착용 전,후에 따른 소요시간의 차이를 밝힌다.
- 2) 스쿼트 시 웨이트벨트 착용 전,후에 따른 고관절, 슬관절, 족관절 각도의 차이를 밝힌다.
- 3) 스쿼트 시 웨이트벨트 착용 전,후에 따른 양발의 압력분포의 차이를 밝힌다.

4. 연구의 제한점

본 연구를 수행함에 있어서 다음과 같은 제한점을 둔다.

- 1) 실험참가자는 B광역시 P대학교에 재학중인 20대 남학생으로 최근 웨이트 트레이닝 경험이 1년 미만인 자로 실시하였으며, 참여인원은 8명으로 제한하였다.
- 2) 실험참가자의 내·외적인 심리적, 생리적 변인은 통제하지 못하였다.

5. 용어 및 약어 정의

- 1) 스쿼트(Squat): 스쿼트의 운동은 대퇴사두근, 대둔근, 대퇴이두근, 척추기립근의 근력을 강화시키는 하나의 운동으로써 운동선수들의 수행능력도 향상시키고 일반인들도 목적을 달성하기 위해 효과적인 운동이다(박상호, 2010).
- 2) 웨이트트레이닝(Weight training): 무게 또는 저항을 이용한 부하를 근육에 가하여 자극을 줌으로써 근 기능 요소인 근력, 근 파워, 근지구력의 체력요인을 향상시키는 훈련을 의미하며, 부하운동 또는 저항운동(Resistance Training)이라고 한다(이홍연, 2002).
- 3) 족저압력(Plantar pressure): 보행 혹은 달리기 과정에서 발바닥과 지면상의 접촉으로 발생하는 압력을 말한다(신선우, 1997).
- 4) ForeFootMax.Kgf/sensor: 전족센서의 최고 압력을 말한다(김민욱, 2012).
- 5) RearFootMax.Kgf/sensor: 후족센서의 최고 압력을 말한다(김민욱, 2012).
- 6) 고관절 각도(angleofhip joint): 몸통 백터와 고관절과 무릎관절을 연결하는 연장선이 이루는 각도(염창홍, 2005).
- 7) 무릎관절 각도(angleofkneejoint): 무릎관절과 고관절의 연장선과 무릎관

절과 발목관절의 연장선이 이루는 각도(엄창홍, 2005).

8) 발목관절 각도(angle of ankle joint): 뒤꿈치와 발끝의 연장선과 발목관절과 무릎관절의 연장선이 이루는 각도(엄창홍, 2005).

9) DLT(direct linear transformation): 필름에 투영된 2차원 평면상의 좌표계와 피사점이 위치한 공간의 실공간 좌표계 사이의 선형변환식과 통제점을 이용한 인체 관절점의 3차원 좌표를 계산하는 방법을 의미한다(허보섭, 2015).

10) 동작 수행시간(movement time): 동작시간에 있어서 자극수용시간이다(허보섭, 2015).

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 B광역시 소재 P대학교에 재학중인 20대 남성 8명으로 선정하였으며, 최근 1년간 근골격계 상해가 없고 최소 지난 1년간 규칙적인 저항 운동을 수행하지 않았지만, 스쿼트 동작을 수행해 본 경험이 있는 대상으로 선정하였으며(남윤걸, 2013), 실험 전 연구의 목적 및 실험절차를 설명한 후, 자발적으로 동의서에 서명한 후 실험을 실시하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상의 특성

대상(N)	나이(yrs)	신장(cm)	체중(kg)	경력(yrs)
대상자(8)	21.4±1.94	174.8±3.55	69.67±3.16	3.70±0.64

2. 측정도구 및 용도

본 연구를 수행하는데 있어 사용된 측정기구 및 용도는 <표 2>와 같다.

표 2. 측정도구 및 용도

실험도구	모델	제작회사	용도
카메라	Motion master 100	VISOL(Korea)	3D 동작 촬영
소프트웨어	KWON3D	VISOL(Korea)	분석 및 자료처리
통계점틀	1m*1m*2m	VISOL(Korea)	좌표기준 설정
트리거마스터	TM-0014	VISOL(Korea)	기록 저장 및 호환
족저압측정기	TPScan48N	Biomechanics	족저압 측정
웨이트 바	Olympic bar	Ivanko	측정용 바
웨이트 벨트	Performance Contour	Valeo	측정용 벨트

3. 측정항목

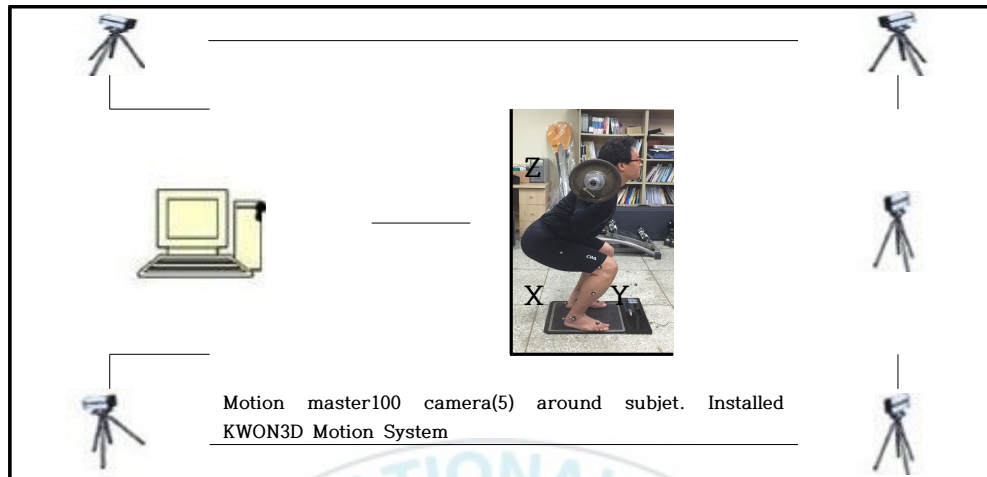
본 연구에서는 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 운동역학적 요인을 분석하기 위하여 다음과 같이 측정항목을 선정하였다.

1. 스쿼트 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 소요시간
2. 스쿼트 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 하지의 고관절, 슬관절, 족관절 각도
3. 스쿼트 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 양발의 압력분포

4. 실험방법

본 실험의 구체적인 절차는 다음과 같다. 먼저 실험 피험자들로 하여금 실험의 정확도를 높이기 위해 실험의 목적을 주시시키고, 이 후 20분간의 준비운동과 실험동작을 충분히 연습한 후 본 실험에 임하였다. [그림 1]와 같이 실험을 수행하기 위해 충분한 공간을 확보하여 5대의 고속 디지털 카메라(Motion Master 100)를 피험자가 동작을 수행하는 위치에서 5m 간격으로 좌·우측, 전·후방 45°에 설치하고, 피험자들이 그 범위를 확인할 수 있도록 바닥에 표시하였으며 족저압력분포 실험과 동조하기 위해 통제점틀 안에 족저압력분포기를 설치하였다.

카메라의 촬영속도는 100frames/sec로 하였으며, 셔터 스피드는 1/250sec로 하였다. 실험을 진행하기 전 3차원 공간좌표를 설정하기 위하여 통제점틀을 폭 1m, 길이 2m, 높이 2m로 설치하였으며, 동작에 대한 실험 전, 통제점틀을 2초간 촬영 후 제거하였다. 각 피험자의 신체적 특성을 측정한 후, 영상분석 시 디지털타이징을 정확하고 용이하게 하기 위해서 피험자들은 상의를 탈의하고 하의는 검정 타이즈만 착용한 후, [그림 2], <표 3>와 같이 좌·우 하지 관절점 및 분절에 19개의 반사 마커를 부착하였다(유혜숙, 2013).



[그림 1] 실험 장비 배치도



그림 2. 인체관절 중심의 좌표화

표 3. 관절점의 좌표화

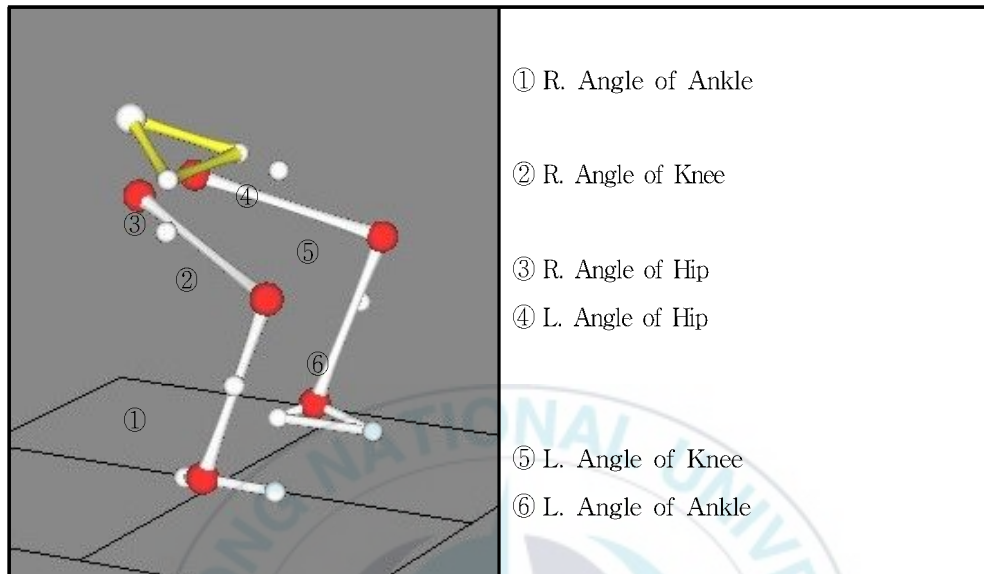
관절점	부위별명
①	R. ASIS
②	L. ASIS
③	R. Lateral Thigh
④	L. Lateral Thigh
⑤	R. Lateral Epicondyle
⑥	R. Medial Epicondyle
⑦	L. Lateral Epicondyl
⑧	L. Medial Epicondyle
⑨	R. Lateral Shank
⑩	L. Lateral Shank
⑪	R. Lateral Malleous
⑫	R. Medial Malleous
⑬	L. Lateral Malleous
⑭	L. Medial Malleous
⑮	R. Toe
⑯	L. Toe
⑰	M. PSIS
⑱	R. Heel
⑲	L. Heel

5. 자료수집 및 분석

1) 자료수집

스쿼트 동작이 기록된 영상자료를 이용하여 통제점과 인체관절 중심점을 디지털화한 후 동조된 2차원 좌표값으로부터 3차원 좌표값을 산출하기 위해 공간좌표에서 이미 산출되어 있는 통제점의 좌표를 활용하는 DLT(Direct Linear Transformation)방법을 이용하였다.

3차원 영상 분석을 위한 방향설정은 피험자의 좌·우 방향 X축, 전·후 방향 Y축, 수직방향 Z축으로 설정하였다. 인체관절 중심점 좌표화는 신체에 총 1개의 관절 점과 분절에 연결된 강체시스템(linked rigid body system)으로 정의하였으며, 인체관절의 각도를 분석하기 위한 고관절과 슬관절 및 족관절에 대한 각도의 정의는 분절간의 각을 상대각으로 정의하였다[그림 3]. ① 고관절 각도(hip angle): 고관절 각도는 동체와 대퇴가 이루는 상대각이다. ② 슬관절 각도(knee angle): 슬관절 각도는 대퇴와 하퇴가 이루는 상대각이다. ③ 족관절 각도(ankle angle): 족관절 각도는 하퇴와 발이 이루는 상대각이다.



[그림 3] 신체분절의 각도 정의

2) 영상자료 및 족저압력분포 분석

Walton(1981)의 3차원 영상을 2차원 상의 필름 매체에 저장한 후 정보를 2차원 좌표로부터 신체 분절점의 3차원 좌표를 계산하는 방식인 DLT 기법을 이용하여 미리 실 공간에서 좌표값이 알려진 몇 개의 점(control point)을 촬영한 후 실 공간 좌표와 필름상의 좌표계로부터 DLT변환식의 계수를 산출하였다.

통제점의 좌표화, 신체분절 중심점의 좌표화 및 DLT방법에 의한 3차원 공간좌표의 계산과 자료의 스무딩(smoothing)은 계산된 DLT계수와 신체 분절 중심점의 평면좌표를 이용하여 대상자의 3차원 공간좌표를 산출하였으며, 3차원 좌표값을 계산할 때 여러 가지 원인에 의해 노이즈(noise)가 발생하는데 이러한 오차를 제거하기 위해 Butterworth의 저역통과필터(low pass filter)방법으로 스무딩을 실시하였다. 이때 차단 주파수(cut-off

frequency)는 6Hz로 설정하였으며, Kwon3D XP 프로그램으로 산출하였다 (허보섭, 2015).

좌측발을 압력분포측정기 위에 위치하여 동일한 자세로 실패의 조건에 해당하지 않는 성공적인 스쿼트 동작을 수집하였으며, 실패한 동작의 기준은 첫째 스쿼트 동작 중 압력분포측정기에서 발이 벗어난 경우, 둘 때 스쿼트 동작 중 압력분포 측정기에서 발이 떨어진 경우로 정의하여 전족과 후족의 압력분포를 측정하여 TPScan 프로그램으로 산출하였다.



6. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전,후에 따른 구간 및 국면

스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전,후에 따른 동작을 총 3개의 구간(event)과 2개의 국면(phase)을 [그림 4]와 같이 설정하여 분석하였다.

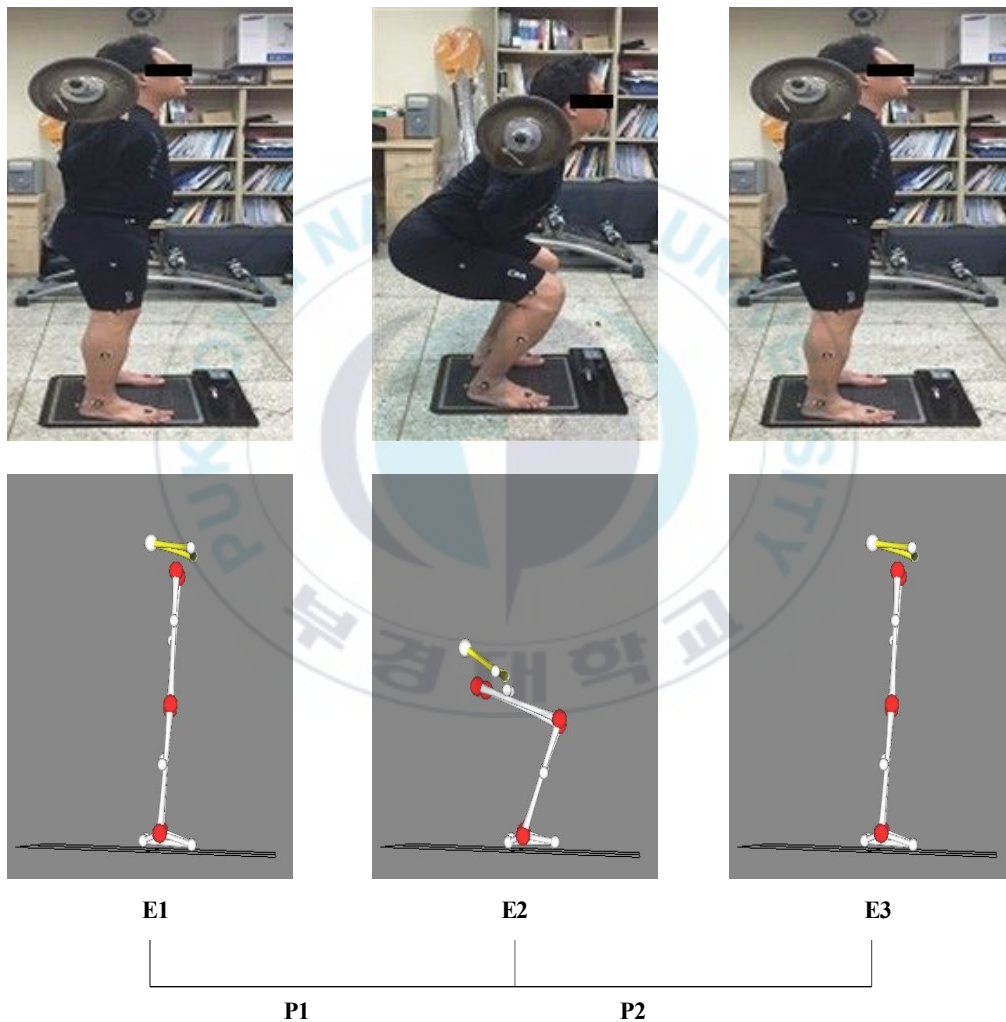


그림 4. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전,후에 따른 구간 및 국면

(1) 구간(event)

- ① Event 1: 스쿼트를 시작하는 시점
- ② Event 2: 하강하여 스쿼트 동작의 가장 낮은 시점
- ③ Event 3: 시작자세로 돌아온 마지막 시점

(2) 국면(phase)

- ① Phase 1: E1 ~ E2 까지
- ② Phase 2: E2 ~ E3 까지

7. 통계 처리

본 연구의 자료처리는 SPSS 21.0 소프트웨어를 이용하여 기술통계 분석한 값을 평균(M)과 표준편차(SD)로 산출하였으며, 스쿼트 동작 시 웨이트 벨트 착용 전.후 간 차이를 규명하기 위해 대응표본 t -test를 실시하였고, 통계적 유의확률은 $\alpha < .05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 소요시간

스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 소요시간은 다음과 같다
<표 4>, [그림 5].

표 4. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 국면별 소요시간 (단위: sec)

구분	착용 전	착용 후	<i>p-t</i>	<i>p</i>
P1	0.88±0.14	1.12±0.29	-1.97	.090
P2	0.86±0.10	1.28±0.24	-3.85	.006**

** : $p < .01$

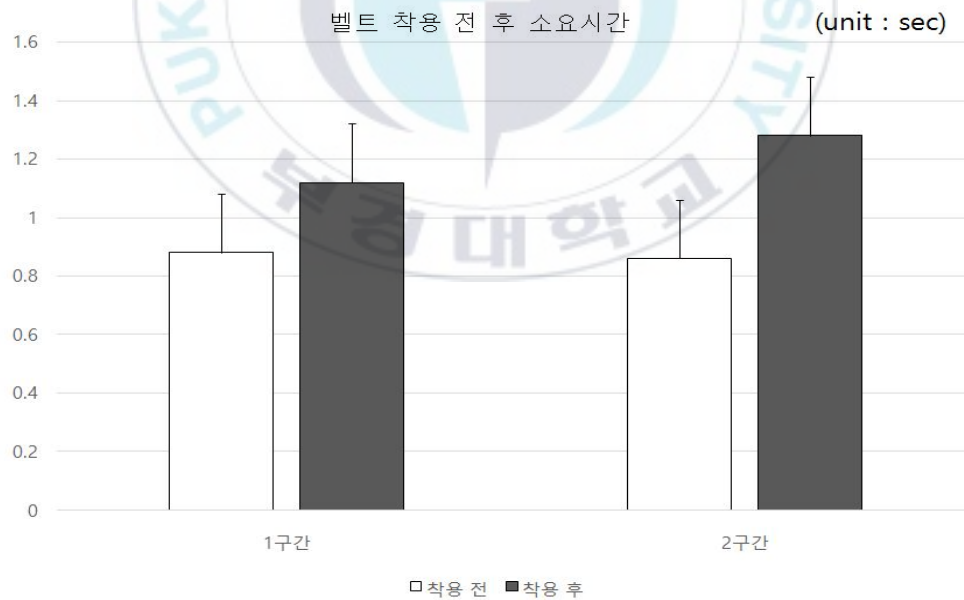


그림 5. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 국면별 소요시간

벨트 착용 전.후에 따른 스쿼트 동작의 소요시간을 분석한 결과는 <표 4>와 같다. 1국면(P1)에서는 벨트 착용 전 0.88set, 벨트 착용 후 0.86set 순으로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차는 없었다. 복귀동작인 2국면(P2)에서는 벨트 착용 전 1.12set, 벨트 착용 후 1.28set로 높게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차를 보였다($p < .01$).

2. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 하지 각도

1) 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 1구간의 하지 각도 변화
스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 1구간의 하지 관절각도를 분석한 결과는 다음과 같다<표 5>, [그림 6].

1구간 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 고관절 각도에서는 벨트 착용 전 129.60° , 벨트 착용 후 125.87° 로 나타났으며, 슬관절에서는 벨트 착용 전 162.20° , 벨트 착용 후 167.72° 로 각각 수치적 차이는 나타났으나, 통계적으로 유의한 차는 없었다. 족관절에서는 벨트 착용 전 91.36° , 벨트 착용 후 100.99° 로 높게 나타났으며, 통계적으로도 유의한 차가 있었다($p < .001$).

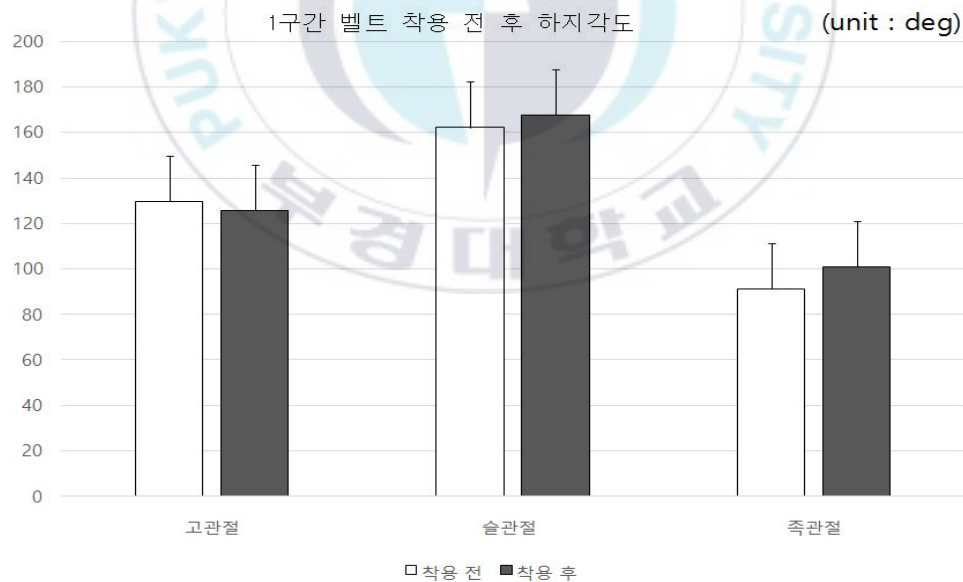
표 5. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 1구간의 하지 각도 변화

(단위: deg)

영역	구분	Mean±SD	p-t	p
고관절	E1	착용 전	0.890	.403
		착용 후		
슬관절	E1	착용 전	-1.795	.116
		착용 후		
족관절	E1	착용 전	-6.666	.000***
		착용 후		

***: $p < .001$.

2) 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 2구간의 하지 각도 변화
스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 2구간의 하지 관절각도를 분석한 결과는 다음과 같다<표 6>, [그림 7].



[그림 6] 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 1구간의 하지각도변화

2구간 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 고관절 각도에서는 벨트 착용 전 43.87°, 벨트 착용 후 43.01°로 나타났으며, 족관절에서는 벨

트 착용 전 76.34°, 벨트 착용 후 77.75°로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차는 없었다. 슬관절에서는 벨트 착용 전 83.46°, 벨트 착용 후 80.13°로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차가 있었다($p < .05$).

표 6. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 2구간의 하지 각도 변화

(단위: deg)

영역	구분	Mean±SD	p-t	p
고관절	착용 전	43.87±1.90	0.612	.560
	착용 후	43.00±4.60		
슬관절	착용 전	83.46±1.23	2.798	.027*
	착용 후	80.13±2.41		
족관절	착용 전	76.34±2.05	-0.589	.575
	착용 후	77.75±12.07		

※: $p < .05$

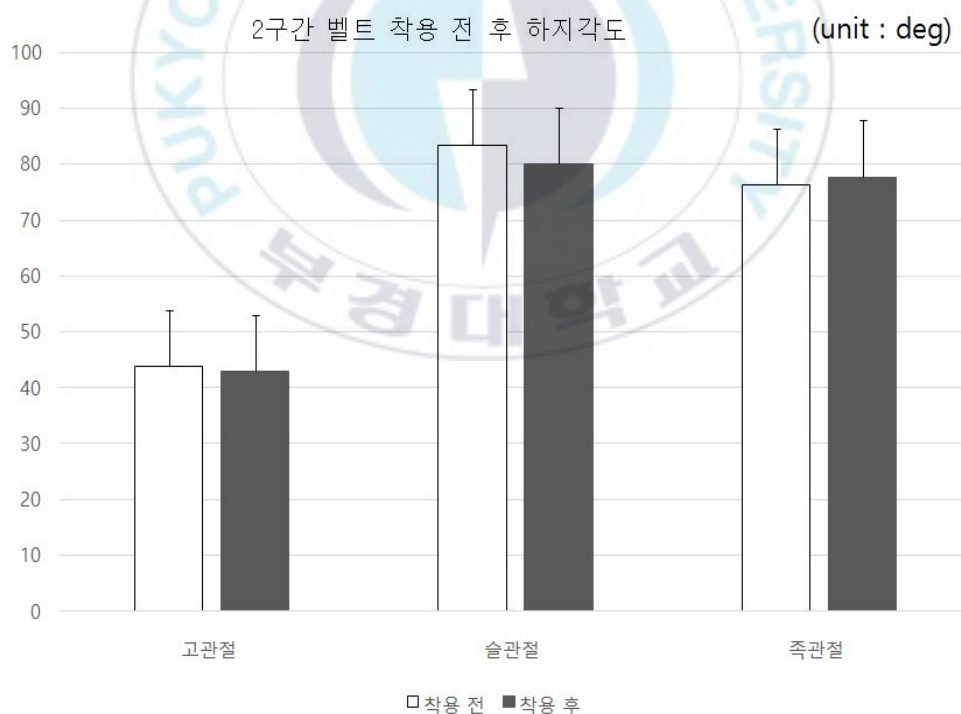


그림 7. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 2구간의 하지각도변화

3) 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 3구간의 하지 각도 변화
스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 3구간의 하지 관절각도를
분석한 결과는 다음과 같다<표 7>, [그림 8].

3구간 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 고관절 각도에서는
벨트 착용 전 125.19°, 벨트 착용 후 121.66°로 나타났으며, 슬관절에서는
벨트 착용 전 165.84°, 벨트 착용 후 167.66°로 나타났으며, 족관절에서는
벨트 착용 전 98.63°, 벨트 착용 후 101.22°로 나타났으나, 통계적으로 유의
한 차는 없었다.

표 7. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 3구간의 하지 각도 변화

(단위: deg)

영역	구분	Mean±SD	p-t	p
고관절	E3 착용 전	125.19±10.00	0.569	.587
	E3 착용 후	121.74±10.94		
슬관절	E3 착용 전	165.84±4.10	-1.341	.222
	E3 착용 후	167.66±1.64		
족관절	E3 착용 전	98.63±6.92	-1.057	.326
	E3 착용 후	101.22±4.97		

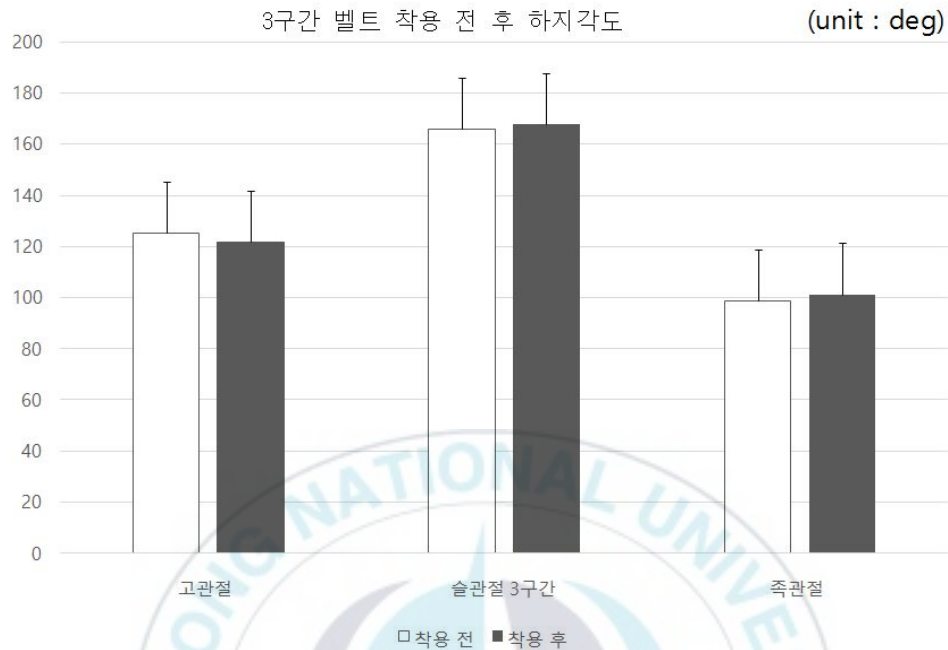


그림 8. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전, 후에 따른 3구간의 하지각도변화

3. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전, 후에 따른 양발의 압력분포

스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전, 후에 따른 스쿼트 동작의 족저압력 분포 비율을 분석한 결과는 다음과 같다<표 8>, [그림 9].

벨트 전후에 따른 스쿼트 동작의 족저압력을 분석한 결과는 <표 6>, [그림 8]>과 같다. 먼저 전족과 후족의 압력 비율을 살펴보면, 전족에서는 벨트 착용 전 63.15%, 벨트 착용 후 54.2% 순으로 나타났으며, 후족에서는 벨트 착용 전 36.85%, 벨트 착용 후 45.93%, 순으로 나타나 두 영역 모두

통계적으로 유의한 차가 있었다($p < .01$).

표 8. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 전.후에 따른 양발 압력분포 비율변화

(단위: %)

영역	구분	Mean±SD	p-t	p
양발압력분포비율변화	P1	착용 전	3.951*	.008**
		착용 후		
	P2	착용 전	-3.916	.006**
		착용 후		

** : $p < .01$

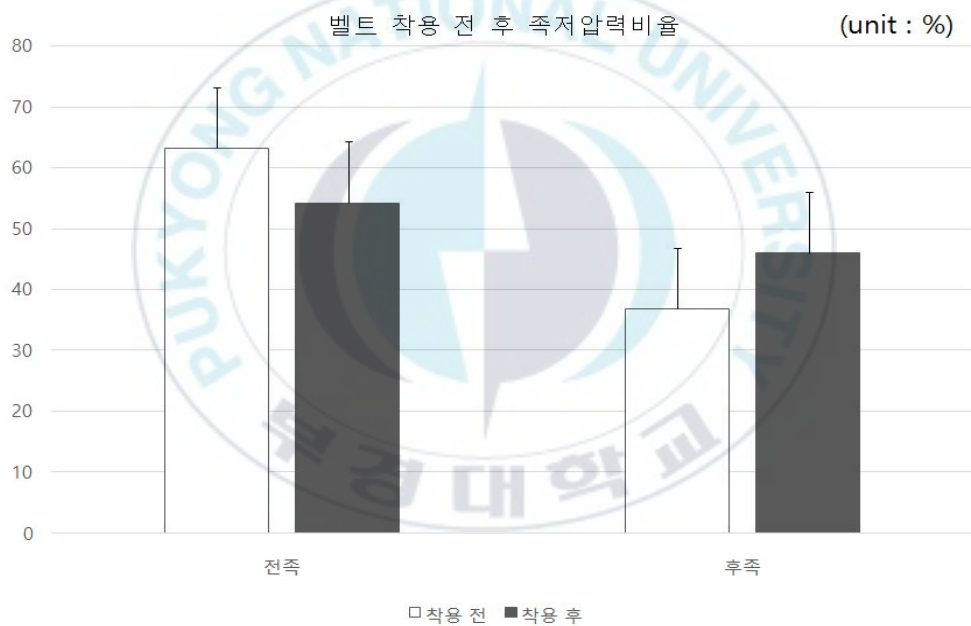


그림 9. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 양발의 압력분포변화

스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 스쿼트 동작의 최대족저
압력분포를 분석한 결과는 다음과 같다<표 9>, [그림 10].

표 9. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 전.후에 따른 양발 최대족저압력분포 변화

(단위: kgf/s)

영역	구분	Mean±SD	p-t	p
양발최대압력 분포변화	R	착용 전	1.436*	.194
		착용 후		
	L	착용 전	1.549**	.165
		착용 후		

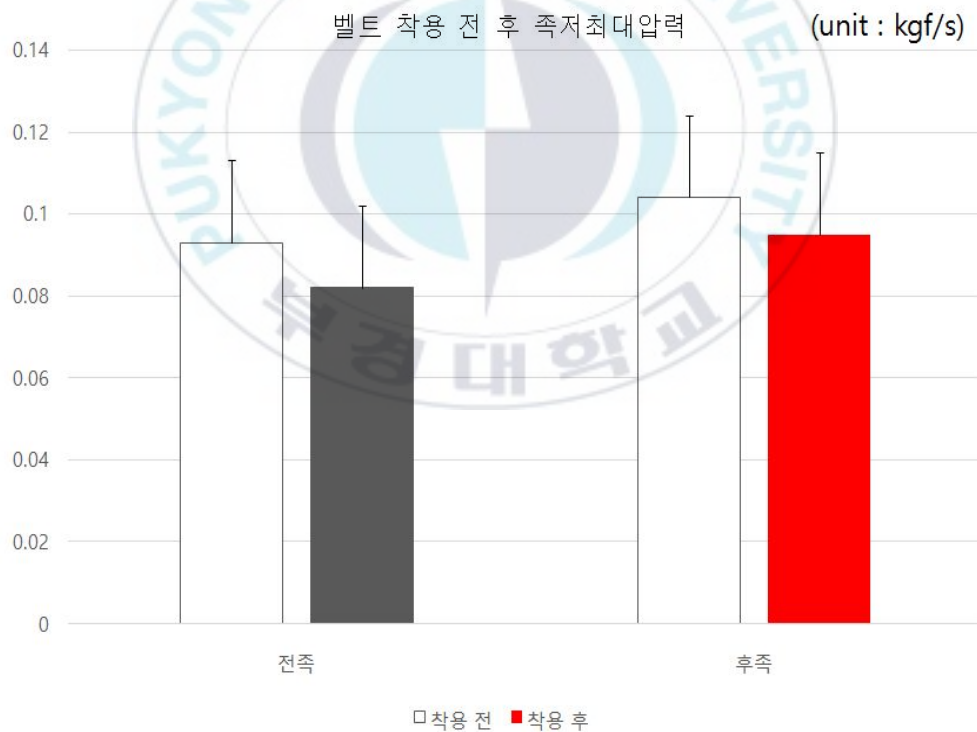


그림 10. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 양발의 압력비율변화

전족과 후족의 최대압력을 살펴보면, 전족과 후족의 최대압력을 살펴보면, 전족에서는 벨트 착용 전 0.093%, 벨트 착용 후 0.082% 순으로 나타났으며, 후족에서는 벨트 착용 전 0.10%, 벨트 착용 후 0.09% 순으로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차는 없었다.



Ⅲ. 논 의

1. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 소요 시간

최은자, 김창범, 신준용(2004)은 비우수 선수의 경우 우수선수에 비하여 squat단계에서 stand up으로 전환하는 동작 시 순간적인 하체의 힘과 반동을 이용하지 못하기 때문에 stand up의 소요시간이 증가한다고 보고하여 본 연구와 일치하는 결과를 보였다고 보고하였다.

안효작(1984)은 스쿼트 클린(Squat Clean) 동작 시 바벨의 시간, 거리, 속도, 가속도, 파워를 분석하여 세컨 폴의 중요성을 강조하였고, 미야기 히사코(2009)의 여자 역도 Spuat Clean 동작의 운동학적 분석에는 스쿼트 동작 시 빠르고 효율적인 앉아받기 동작은 결과적으로 바를 들고 일어나는 5국면에 영향을 미치며, 따라서 5국면의 소요시간을 줄일 수 있다고 판단된다.

본 연구에서는 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 소요시간을 분석한 결과 1구간에서는 벨트 착용 전 0.88초, 벨트 착용 후 0.86초 순으로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차는 없었다. 복귀동작인 2구간에서는 벨트 착용 전 1.12초, 벨트 착용 후 1.28초로 높게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차를 보였다($p < .01$).

이러한 결과는 벨트 착용 후 벨트 착용 전 대비 하지에서의 큰 가동범위와 함께 긴 수행시간을 통해 보다 효율적인 동작이 이뤄졌을 것으로 생각된다.

2. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 하지 각도

박상호, 조준행, 최동성, 이해동, 이성철(2010)은 숙련자그룹과 비숙련자 그룹 간에 시상면에서 발목관절의 굴곡 각도가 숙련자 그룹에서 작게 나왔는데, 이것은 상대적으로 무릎관절의 굴곡각도는 비슷한 반면 엉덩관절의 굴곡 각도가 숙련자가 더 크게 나온 것으로 보아 숙련자가 엉덩관절을 구부리면서 무릎이 앞으로 나가는 것이 작았기 때문에 발목의 사용이 작은 것으로 판단된다고 보고하였다.

동적 스쿼트 형태에 따른 편평족 대상자의 하지 및 족부의 생역학적 변화에 대한 운동학적 분석에서는, 하지관절의 시상면에서의 움직임은 시기 1에서 시기 3으로 진행될수록 고관절과 슬관절의 굴곡 각도 그리고 족관절 배측 굴곡각도가 증가하였다. 스쿼트 동작은 하지의 세 관절 즉, 족관절, 슬관절, 고관절의 움직임이 동시에 일어나게 되는데, 하강하는 동안 편평족에서는 발의 회내로 족관절의 배측굴곡과 경골의 전방이동이 커지고, 스쿼트 동안 족관절의 배측굴곡을 조절해주는 전경골근과 같은 근육의 근활성도가 낮아져 족관절에서는 움직임이 커지고 상대적으로 고관절에서는 움직임이 적게 나타나는 불완전한 움직임 패턴을 보이는 것으로 판단 된다고 보고하였다(이종대 2012).

박상호(2010)은 스쿼트 동작시 시상면에서 결과를 보게 되면, 엉덩관절의 굴곡 각도가 숙련자 그룹이 비숙련자의 그룹에 비해서 더 높게 나타나고 있으나, 바벨의 무게가 증가함에 따라 숙련자그룹과 비숙련자그룹이 차이가 나지 않았다. 발목관절의 경우 숙련자그룹이 비숙련자의 그룹에 비해 작은 배측굴곡(Dorsi Flexion)을 보여주고 있다. 이것은 무게가 증가함에도

숙련자그룹이 비숙련자보다 작은 배측굴곡각도를 유지하였다. 관상면에서 스쿼트 동작 시 결과는 엉덩관절에서는 숙련자, 비숙련자그룹 모두 외형(Adduction)의 움직임을 보여주고 있으며, 무릎관절에서는 숙련자그룹은 내반(Varus)을 비숙련자그룹은 외반(Valgus)를 보여주고 있다. 발목관절에서는 숙련자 그룹이 비숙련자그룹에 비해서 작은 내번(Inversion)의 움직임을 보여주고 있다.

Flanagan et al(2003)은 일반적인 스쿼트 동작과 의자 스쿼트 동작을 비교 한 결과 의자 스쿼트 동작이 일반적인 스쿼트 동작 보다 최대 고관절 굴곡, 최대 모멘트, 힘, 일률을 보였으며 이는 의자 스쿼트 동작은 고관절 신전근의 큰 활동이 필요하게되며, 일반적인 스쿼트 동작에서는 슬관절 신전과 족관절 저측굴곡이 필요하다고 보고하였다.

본 연구에서는 먼저 1구간에서는 고관절에서는 벨트 착용 전 129.60° , 벨트 착용 후 125.87° 로 나타났으며, 슬관절에서는 벨트 착용 전 162.20° , 벨트 착용 후 167.72° 로 각각 나타났으나, 통계적으로 유의한 차는 없었다. 족관절에서는 벨트 착용 전 91.36° , 벨트 착용 후 100.99° 로 높게 나타났으며, 통계적으로도 유의한 차가 있었다($p < .001$). 2구간에서는 고관절은 벨트 착용 전 43.87° , 벨트 착용 후 43.01° 로 나타났으며, 족관절에서는 벨트 착용 전 76.34° , 벨트 착용 후 77.75° 로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차는 없었다. 슬관절에서는 벨트 착용 전 83.46° , 벨트 착용 후 80.13° 로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차가 있었다($p < .05$). 마지막 3구간에서는 고관절은 벨트 착용 전 125.19° , 벨트 착용 후 121.66° 로 나타났으며, 슬관절에서는 벨트 착용 전 165.84° , 벨트 착용 후 167.66° 로 나타났으며, 족관절에서는 벨트 착용 전 98.63° , 벨트 착용 후 101.22° 로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차는 없었다.

선행연구결과와 본 연구결과를 종합하여 분석해 보면, 벨트 착용 후 최

초 준비자세인 1구간(E1)에서도 벨트 전보다 족관절에서의 가동범위가 크게 나타났으며, 운동이 이뤄지는 구간이자, 무릎의 최대 굴곡각도 나타나는 2구간(E2)과 복귀동작인 3구간(E3)에서도 벨트 착용 후 슬관절에서 운동 간 큰 가동범위를 보인 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 벨트 착용이 스쿼트 운동 시 고관절 및 족관절의 불필요한 움직임(굴곡)을 최소화 함과 동시에, 슬관절의 큰 가동범위(굴곡과 신전)를 이용하여 벨트 착용 전 대비 보다 효율적인 자세로 움직임이 이뤄졌다고 생각된다.

3. 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 양발의 압력분포

남윤걸(2013)은 풀스쿼트 시 바패드 착용 전 양발 압력분포 차이는 $0.04 \pm 0.03 \text{kgf/cm}^2$, 바패드 착용 후 양발 압력분포 차이는 $0.01 \pm 0.01 \text{kgf/cm}^2$ 으로 나타났으며, 통계적으로 유의한($p < .001$)차이를 보였다. 이러한 결과는 바패드가 숙련자의 스쿼트 동작 시처럼 양발 압력분포 차이를 줄어들게 하여 몸의 균형을 잡아주기 때문이라고 보고하였다.

최소라(2007)는 프런트 스쿼트와 백 스쿼트 시 보조 도구 착용의 전.후에 따른 양발 압력중심의 변화를 연구한 결과, 프런트 스쿼트 시 보조 도구 착용 전에는 $18.26 \pm 2.48 \text{cm}$, 착용 후에는 $16.88 \pm 1.48 \text{cm}$ 로 프런트 스쿼트 시 보조 도구 착용의 전,후에 따른 양발의 압력 중심의 이동거리 차이는 통계상 유의한 차이가 있으며, 백 스쿼트 시 보조 도구 착용 전에는 $18.15 \pm 1.79 \text{cm}$, 착용 후에는 $16.03 \pm 1.32 \text{cm}$ 로 백 스쿼트 시 보조 도구 착용의 전,후에 따른 양발의 압력중심 이동거리 차이는 통계적으로 유의한 차

이가 있다고 보고하였다.

김민욱(2012)은 숙련자의 왼발의 압력분포는 0.10kgf/s, 미숙련자의 왼발의 압력분포는 0.09kgf/s로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 반면, 숙련자의 오른발의 압력분포는 0.10kgf/s, 미숙련자의 오른발의 압력분포는 0.05kgf/s로 나타났으며, 통계적으로 유의한 ($p < .01$) 차이를 보였다. 이는 왼발과 오른발의 압력분포의 차이가 사전에 대상자의 자주 쓰는 발에 대한 통제를 하지 않은 결과로 사료되며, 숙련자는 미숙련자에 비하여 전족의 압력분포가 높은 것을 알 수 있고 무게의 중심이동이 전족으로 향하는 것으로 사료된다.

본 연구에서는 벨트 착용 전·후에 따른 스쿼트 동작의 족저압력을 분석한 결과 전족에서는 벨트 착용 전 63.15%, 벨트 착용 후 54.2% 순으로 나타났으며, 후족에서는 벨트 착용 전 36.85%, 벨트 착용 후 45.93% 순으로 나타나 두 영역 모두 통계적으로 유의한 차가 있었다($p < .01$). 전족과 후족의 최대압력을 살펴보면, 전족에서는 벨트 착용 전 0.093%, 벨트 착용 후 0.082% 순으로 나타났으며, 후족에서는 벨트 착용 전 0.10%, 벨트 착용 후 0.09% 순으로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차는 없었다.

이러한 결과는 벨트 착용 전 전족에 치우친 족저압력을 벨트 착용 후 전족과 후면에 보다 고루 분포시키는 역할을 한 것으로 보여지며, 이와 더불어 최대압력에서도 벨트 착용 전보다 벨트 착용 후 수치가 감소함을 볼 수 있었다. 위 결과를 종합하여 보면 본 연구에서는 스쿼트 시 벨트 착용이 불필요한 부위에 과도하게 체중이 편중되는 현상을 막을 수 있으며, 이는 선수 뿐 만 아니라 일반인들에게도 많이 이용되어지는 스쿼트 운동에서 정확한 자세유지와 부상 예방적 차원에서도 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다. 추후 벨트 종류 및 다양한 대상군을 통한 복합적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 최근 1년간 근골격계 상해가 없고 최소 지난 1년간 규칙적인 저항 운동을 수행하지 않았지만 스쿼트 동작을 수행해 본 경험이 있는 B광역시 소재 P대학교에 재학중인 20대 남성 8명을 대상으로 스쿼트 동작 시 웨이트벨트 착용 전.후에 따른 운동역학적 분석을 통한 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 스쿼트 동작 시 벨트 착용 전.후에 따른 소요시간

스쿼트 동작 시 벨트 착용 전.후에 따른 소요시간은 복귀동작인 2국면(P2)에서 통계적으로 유의한 차를 보였다($p < .01$).

2. 스쿼트 동작 시 벨트 착용 전.후에 따른 하지각도

스쿼트 동작 시 벨트 착용 전.후에 따른 하지각도는 1구간(E1) 족관절에서 통계적으로 유의한 차를 보였다($p < .001$). 2구간(E2) 슬관절에서도 통계적으로 유의한 차를 보였다($p < .05$).

3. 스쿼트 동작 시 벨트 착용 전.후에 따른 족저압력분포

스쿼트 동작 시 벨트 착용 전.후에 따른 족저압력비율은 전족과 후족 두 영역 모두 통계적으로 유의한 차를 보였다($p < .01$).

위 결과를 종합하여 보면 본 연구에서는 스쿼트 시 벨트 착용이 불필요한 부위에 과도하게 체중이 편중되는 현상을 막을 수 있으며, 이는 선수뿐만 아니라 일반인들에게도 많이 이용되어지는 스쿼트 운동에서 정확한 자세유지와 부상 예방적 차원에서도 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다. 추후 벨트 종류 및 다양한 대상군을 통한 복합적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.



참고 문헌

- 김일곤, 이종호, 차진(2005). 웨이트 트레이닝 장비별 근력 및 근지구력 % 1-RM 산출에 관한 연구. 한국스포츠리서치, 16(4), 401~405.
- 김민욱(2012). 스쿼트 동작시 바패드 착용이 발의 압력에 미치는 영향. 부경대학교대학원 석사학위논문, 6, 7.
- 김용현(2010). 스쿼트 동작시 중량 증가에 따른 근육활동에 대한 분석, 부산 외국어대학교 대학원, 석사학위논문, 1.
- 김영섭 (2003). 12주간의 웨이트 트레이닝이 여대생들의 체력미 신체조성에 미치는 영향. 공주대학교 교육대학원 석사학위논문, 1.
- 남윤걸(2013). 스쿼트 동작 시 바패드 착용이 발의 압력에 미치는 영향. 부경대학교대학원 석사학위논문, 28, 32.
- 미야기 히사코(2009). 여자 역도 Spuat Clean 동작의 운동학적 분석. 한국체육대학교 대학원 석사학위논문, 27.
- 박성순, 이필근, 류재청, 이계산, 오문균, 백승국, 장준원, 이경일, 우철호 양창수, 윤 환, 송주호, 이석구, 허성규, 김주형, 김지태, 이지선(2010). 운동역학. 대경북스, 39.
- 박상호(2010). 스쿼트 동작 시 하지 관절이 움직임과 요추부 부하에 관한 운동역학적 분석. 연세대학교 대학원 석사학위논문, 2.
- 박상호, 조준행, 최동성, 이해동, 이성철(2010). 스쿼트 동작 시 숙련도와 바벨 무게에 따른 운동학적 분석. 체육연구논문집, 17(1), 45~50.
- 신의철(2005). 웨이트 트레이닝 및 서킷 트레이닝이 초등학교 여학생의 체력에 미치는 영향, 춘천교육대학교 교육대학원, 석사학위논문, 20.
- 신선우(1997). 발의 형태 분류와 보행 시 굽 높이에 따른 압력분포. 계명대

- 학교 대학원 박사학위논문, 60.
- 신경민(2013). 스쿼트운동이 무릎 관절증 환자의 통증 및 근활성도에 미치는 영향. 대구대학교 대학원 석사학위논문, 7, 9, 33.
- 서국웅, 박종진, 김정태, 이종숙, 임규찬, 진영완, 이훈식(2000). 스포츠바이오메카닉스 부산·울산·경남 운동과학회, 3.
- 이석인, 신정태, 김재수, 이한경(1993). 웨이트 트레이닝 이론과 실제.서울: 21세기 교육사, 75.
- 이종훈, 남기정, 김재필(2013). 백스쿼트와 프런트스쿼트의 동작 차이 비교. 한국체육과학회지, 22(6), 1558.
- 이상우, 문영진, 은선덕.(2011). 스쿼트 운동 방법에 따른 동작의 변화 및 관절의 하중배분, 체육과학연구, 22(1), 1674~84.
- 이성도(2009). 스쿼트 운동 시 중량이 하지근육 활동에 미치는 영향. 국민대학교 교육대학원 석사학위논문, 5.
- 이흥연(2002). 덤벨 운동과 웨이트 운동의 중년 여성의 체력과 신체구성에 미치는 영향. 용인대학교 교육대학원 석사학위논문, 1.
- 안효작 (1984). 역도경기 SquatClean의 동작분석에 관한 연구. 한국체육대학교 대학원 석사학위논문, 8.
- 염창홍(2005). 발레 Grand BattementJete la seconde 동작 시 하지의 운동역학적분석. 부산대학교 대학원 박사학위논문, 6.
- 이종훈, 남기정, 김재필(2013). 백스쿼트와 프런트스쿼트의 동작 차이. 한국체육과학회지, 22(6), 1557~1569.
- 이정숙(2002). 복합트레이닝이 수영선수의 경기력 및 호흡 순환기능에 미치는 영향. 동아대학교 대학원 석사학위논문, 31~32.
- 이종훈, 남기정, 김재필(2013). 백스쿼트와 프런트스쿼트의 동작 차이 비교. 한국체육과학회지, 22(6) 1567.

- 유혜숙(2013).댄스스포츠 스파이럴 턴 동작 시 근 협응 패턴과 운동역학적 요인 분석. 한양대학교 대학원 박사학위논문, 18.
- 이중숙, 김용재, 박승범(2004). 기능성 전문 테니스화의 족저압력분포 분석. 한국운동 역학회지, 14(3), 99~107.
- 이종대(2012). 동적 스쿼트 형태에 따른 편평족 대상자의 하지 및 족부의 생역학적 변화. 대구대학교 대학원 박사학위논문, 38-71.
- 정현경(2006). 스쿼트 동작 시 발뒤꿈치 보조물 경사각에 따른 근육활동 비교. 경북대학교 교육대학원 석사학위논문, 6.
- 전희중(2006). 스쿼트, 레그 프레스, 레그 익스텐션 운동 시 하지근의 근전도 비교분석. 경북대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2.
- 장민영(2012). 여성의 웨이트 트레이닝을 통한 운동가치의 Q방법론적 분석. 웨이트트레이닝의 특징. 단국대학교 교육대학원 석사학위논문, 6.
- 전희중(2006). 스쿼트, 레그 프레스, 레그 익스텐션 운동 시 하지근의 근전도 비교분석. 경북대학교 교육대학원 석사학위논문, 2~8, 10,11~12, 28.
- 정철수, 신인식(2013). 운동역학총론. 대한미디어, 188, 190, 202, 206.
- 최소라(2007). 프론트 스쿼트와 백스쿼트 시 보조도구 착용의 유무에 따른 양발 압력중심의 변화, 울산대학교 교육대학원 석사학위논문, 1.
- 최은자, 김창범, 신준용(2004).여자역도선수와 비우수선수 간 용상동작의 비교분석. 한국체육학회지, 44(2), 351~362.
- 허보섭(2015). 태권도 앞꼬아서기 옆차기의 운동역학적 분석. 부경대학교 대학원 박사학위논문, 7, 25.
- 하권익(1991). 서로 다른 입장에서 보는 스포츠 손상. 대한 스포츠 의학회지. 9(2)2, 215~223.

- Ammendolia C, Kerr MS, Bombardier C. Back belt use for(2003). prevention of occupational low back pain: A systematic review. J Manipulative Physiol Ther. 28(2), 128~134.
- Cappozzo, A., Felici, F., Figura, F., & Gazzni ,F.(1985). Lumbar spine loading during half-squat exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, 17, 613~620.
- Deschenes, M.R., & Kraemer, W. J.(2002). Performance and physiologic adaptations to resistance. American Journal of Physiology Medicine Rehabilitation, 81, 3~6.
- Escamilla, R. F.(2001). Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. Medicine & Science in Sports & Exercise, 127~141.
- Faigenbaum,A.D.(2000). Strength training for children and adolescents. Clinics in Sports Medicine,19(4),593-619.
- Flanagan S., Salem GJ., Wang MY. et al(2003). Squatting exercises in older adults: kinematic and kinetic comparisons .Medicine and science in sports and exercise, 35(4), 635.
- Fry, A. C., Smith, J. C. & Schilling, B.K. (2003). Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. Journal of Strength and Conditioning Research, 17(4), 629~633.
- Fry, A. C.(1993). Coaching considerations for the barbell squat-Part1, Journal of Strength and Conditioning Research, 15(2), 556~569.
- Lander, J. E., Simonton, R. L., & Giacobbe, J. K. F.(1990). The effectiveness of weight-belt during the squat exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise. 22: 117~124.
- O'Shea, P.(1985). The parallel squat. National Strength and Conditioning

Association Journal, 7, 4~6.

Wilcy MS. The effects of back and load on selected lifting kinematics during a simulated patient transfer(2001). 17(1), 31~38.

Williams, J. G.(1980). Biomechanical factors in spinal injuries. British Journal of Sports Medicine, 14, 14~17.

