

12주간 크로스핏 파워 트레이닝이 20대 남성의 운동수행력 및 근기능에 미치는 영향

안홍준, 김대열*
전남대학교 체육교육과

Effects of Crossfit Power Training for 12 Weeks on Physical Performance and Muscular Functions in College-aged Males

Hongjun An, Daeyeol Kim*
Department of Physical Education, Chonnam National University

요약 본 연구는 12주간 크로스핏 파워 트레이닝이 20대 남성의 운동수행력 및 근기능에 어떠한 영향을 미치는가를 연구하였다. 20대 남성 18명을 모집한 후 운동그룹(CPT, Crossfit Power Training group) 9명과 통제그룹(CON, Control group) 9명으로 무선할당 배정하였다. 연구기간 동안 CPT 그룹은 크로스핏 파워 트레이닝(12주간 주 3회 60분씩)을 실시하였고, CON 그룹은 평소와 동일한 생활하였다. 자료처리는 모든 변인들의 사전값의 동질성(독립표본 t 검정)을 확보한 후 반복측정분산분석과 대비검증으로 분석하였고, 유의수준은 .05로 설정하였다. 연구결과 운동수행력에서 CPT 그룹의 악력, 배근력, 백스쿼트, 숄더프레스, 데드리프트, 윗몸일으키기, 팔굽혀펴기, 유연성이 유의하게 향상되었지만 CON의 백스쿼트와 데드리프트를 제외한 다른 변인은 변화하지 않았다. 추가적으로 CPT의 악력, 배근력, 백스쿼트, 숄더프레스, 유연성의 사후값이 CON의 사후값 보다 유의하게 높게 나타났다. 또한 근기능에서 CPT 그룹의 제자리멀리뛰기, 반응시간, 피크파워, 평균파워, 등속성 신근력과 굴근력이 유의하게 증가하였지만 CON은 변화하지 않았다. 추가적으로 CPT 그룹의 제자리멀리뛰기, 반응시간, 피크파워, 평균파워, 등속성 신근력과 굴근력의 사후값이 CON의 사후값 보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 이상의 결과를 종합해보면 12주간의 크로스핏 파워 트레이닝은 20대 남성의 운동수행력과 근기능에 긍정적인 영향을 미친 것으로 볼 수 있다.

Abstract The purpose of this study was to examine the effects of Crossfit power training on physical performance and muscular function in college-aged males. Total participants (N=18) were randomly divided into Crossfit power training group (n=9, CPT) and non-exercise control group (n=9, CON). During the training period, participants in the CPT performed Crossfit power training (3 times/week & 60 min/session), and participants in the CON group maintained their normal physical activity. After baseline tests (independent t-test), two-way repeated-measures analysis of variance (ANOVA) with contrast testing was used (alpha(.05)). According to the results, grip strength, abdominal strength, back squat, shoulder press, dead lift, sit-up, push-up, and sit & reach in the CPT were significantly improved, but except for back squat & deadlift, others were not significantly improved in the CON. In addition, grip strength, abdominal strength, back squat, shoulder press, and sit & reach in the CPT at POST were significantly higher than in the CON. Standing jump, whole body reaction time, anaerobic peak power, anaerobic mean power, and isokinetic knee extension & flexion in CPT were significantly increased, but not in CON. Moreover, standing jump, whole body reaction time, anaerobic peak power, anaerobic mean power, and isokinetic knee extension & flexion in the CPT at POST were significantly greater than the CON. Thus, the results show that Crossfit power training for 12 weeks positively enhances the physical performance and muscular function in young males.

Keywords : Crossfit Power Training, Physical Performance, Muscular Function, 1RM, Anaerobic Power

이 논문은 전남대학교 학술연구비(과제번호: 2021-2149) 지원에 의하여 연구되었음

*Corresponding Author: Daeyeol Kim(Chonnam National University)

Email: kimdaeyeol9@gmail.com

Received April 1, 2022

Revised April 28, 2022

Accepted May 6, 2022

Published May 31, 2022

1. 서론

최근 스포츠에 대한 패러다임의 변화로 그동안 양분되어 있던 엘리트체육과 생활체육이 통합되면서 국민들의 관심이 간접적인 관람스포츠에서 직접적인 참여스포츠로 변화하고 있다[1]. 이러한 스포츠의 참여는 현대 사회에서 여가 활동에 중요한 비중을 차지하고 있고[2] 비율 또한 증대하고 있다[3]. 특히 야구, 농구, 축구, 배구 등의 스포츠가 점차 생활스포츠로서 자리를 잡아가면서 사람들은 많은 시간과 경제적인 투자를 아끼지 않는다[4]. 그러나 각종 스포츠에 참여하는 사람들은 최상의 경기 수행력을 발휘하기 위해 크고 작은 상해를 입는 것이 흔히 발생되고 있다[5]. 이렇게 스포츠에서 발생한 상해는 지도자와 선수들이 상해 발생 원인과 예방방법의 지식이 있다 하더라도 상해 후 많은 선수들이 완벽하게 회복되지 않은 상태에서 연습과 경기를 진행하여 2차적인 손상을 입게 되는 사례가 많이 발생되고 있다[6]. 이러한 사례에서 보듯이 선수 및 일반인이 상해를 예방하거나 회복하기 위해서는 전반적인 체력 강화 및 부상 예방을 모색할 수 있는 운동방안이 요구된다.

일반적으로 체력이란 주어진 상태에서 근육의 운동이 요구되는 작업을 만족스럽게 수행하는데 필요한 능력을 말한다[7]. 이러한 체력향상을 위한 운동으로는 다양한 형태의 운동이 있지만 그 중 근력과 근파워 향상에 대표적인 운동에는 근력(strength) 트레이닝과 플라이오메트릭(plyometric)이 있다. 근력 트레이닝은 저항성 운동의 대표적인 운동으로써 골격근에 직접적인 자극을 주어서 근력, 근비대 및 근신경계 향상과 같은 근육계 전체 기능 발달에 도움을 주고[8-10], 민첩성과 순발력을 향상시키는 효과적인 방법이다[11]. 또한 약해진 근육을 발달시켜 효과적인 근 배열을 가져오고 정상적인 자세 유지 및 근육과 관절 손상부위의 회복에 도움을 주는 것으로 잘 알려져 있으며[12], 근골격근 질환의 예방과 골밀도 강화에도 긍정적인 영향을 미친다고 보고하고 있다[13]. 또 다른 저항운동인 플라이오메트릭은 가능한 짧은 시간에 최대의 근력을 발휘할 수 있는 운동속도와 근력을 결합한 운동형태를 말한다[14]. 특히 플라이오메트릭은 골격근 내 감각수용기인 근방추(muscle spindle)와 골지건 기관(golgi tendon organs)은 근육 신전동작의 작용과 억제적 반응을 융합시킴으로써 근육의 탄력적이고 폭발적인 동작을 발휘한다[15]. 그래서 플라이오메트릭은 순발력을 강화하기 위한 트레이닝 방법으로 널리 알려져 있

으며, 바운드(bound), 홉(hop), 점프(jump), 도약(leap), 스킵(skip) 등과 같은 동작들을 활용할 수 있다[16]. 선행연구에 따르면 플라이오메트릭에 대한 효과를 메타분석을 통해 확인한 결과, 점프동작을 통해 무릎관절 주변 근력을 강화시키고, 순발력과 민첩성에 큰 효과가 있다고 하였다[17]. 뿐만 아니라 근력과 근파워를 향상에도움을 주며, 근신경의 감각적인 기능을 촉진시켜 관절의 안정성을 부여하여 부상 방지에 도움이 된다고 하였다[18,19].

한편, 지난 몇 십년간 저항성 운동은 매우 인기있는 운동 형태가 되었고, 진보적인 훈련 기술과 기전은 많은 연구자들에 의해 다양한 방법으로 연구되어왔다. 그중에서도 경기력 향상을 위해 단일화된 방법보다는 혼합적인 트레이닝 방법이 강조되면서 많은 연구들이 진행되고 있다. Lloyd & Deutsch(2008)는 엘리트 선수들의 경기력 향상을 위해 점핑과 부하운동의 트레이닝을 권장하였고[20], Mujika 등(2009)도 스프린트와 파워 트레이닝을 결합한 훈련으로 엘리트 선수들의 특이적인 운동능력 향상을 위해 권장된다고 하였다[21]. 또한 고강도 운동, 올림피킥 리프팅, 웨이트 및 체조와 같은 다양하고 기능적인 운동이 결합된 것이 특징인 크로스핏은 심혈관 건강, 무산소성 능력, 신체조성을 개선한다고 하였다[22]. 또 다른 형태의 복합운동인 대조 트레이닝(contrast training)은 고중량 훈련을 실시한 이후 저중량 고속 훈련을 실시하여 최대 근력과 파워를 동시에 효율적으로 높이는 트레이닝 방법이다[23-25]. 복합 트레이닝과 대조 트레이닝은 서로 다른 형태의 훈련이지만 사후활성화 상승작용(PAP, Post Activation Potentiation)을 유발한다는 점에서 서로 같은 맥락에 있다고 볼 수 있다. Robbins(2005)는 PAP를 '이전의 가해진 수축으로 인해 근육의 힘이 증가하는 현상'이라고 정의하였고[14], 이와 관련된 다양한 연구가 현재까지 활발히 진행되고 있다.

이처럼 근력 트레이닝과 플라이오메트릭 모두 체력과 경기력 향상에 효과적인 것으로 보고되고 있지만 대부분의 선행연구들은 각각의 독립적인 운동방법에 대한 효과를 알아보는데 집중되어 있고, 결합된 두 형태의 크로스핏 파워 트레이닝이라는 혼합·대조 트레이닝(complex & contrast training)의 운동 효과에 대한 국내 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 12주간 20대 남성을 대상으로 크로스핏 파워 트레이닝이 젊은 남성들의 운동수행력과 근기능에 어떠한 영향을 미쳤는지에 대하여 알아보고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구의 대상자들은 G광역시에 거주하는 20대 남성을 대상으로 하였다. 생명윤리위원회의 승인(1040198-210630-HR-097-02)을 받아 연구대상자를 온라인 게시판을 통해 모집하였으며, 연구대상자에게 본 실험의 목적과 실험방법에 대해 자세히 설명하고 동의를 구하였다. 총 20명을 모집하여 크로스핏 파워 트레이닝을 적용한 운동그룹(CPT, Crossfit Power Training group)과 같은 기간 동안 운동에 참여하지 않은 통제그룹(CON, Control group)으로 무선험당 배정(random.org)을 하였다. 하지만 실험 기간 동안 2명의 연구대상자들이 개인적 사유로 실험을 완전히 이행하지 못하여 최종적으로 총 18명(CPT(n=9) & CON(n=9))이 연구에 참여하였다. 본 연구에 참여한 대상자들의 신체적 특징은 다음<Table 1>과 같다.

Table 1. Subject Characteristics

| Group | Variable | Age(yrs) | Height(cm) | Weight(kg) |
|-----------|----------|----------|------------|------------|
| CPT (n=9) | | 27.3±2.5 | 175.0±4.9 | 73.8±4.1 |
| CON (n=9) | | 27.0±1.4 | 174.6±2.6 | 73.4±3.0 |

CPT: only crossfit and power training group

CON: non-exercise control group

Values: Mean±SD

2.2 연구설계

본 연구는 크로스핏 파워 트레이닝이 20대 남성의 운동수행력과 근기능에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 크로스핏 파워 트레이닝 운동 그룹과 운동을 참여하지 않는 통제 그룹으로 설정하였으며 운동중재 전(pre)과 운동중재 12주후(post)에 각 변인들을 측정한다. 사전×사후 실험연구이다.

2.3 실험방법

2.3.1 크로스핏 파워 트레이닝 프로그램

본 연구에서 크로스핏 파워 트레이닝은 운동시작 전 10분간 동적 스트레칭 및 정적 스트레칭을 하였다. 근력훈련(strength)은 백스쿼트(5lbs), 숄더프레스(2.5lbs), 데드리프트(10lbs)를 5RM의 무게로 수행하였고, 매주마다 증량하도록 하였다. 근력훈련 이후 대조훈련(contrast training)은 5RM(five repetition maximum)의 30%

의 무게를 설정하여 5회 3세트씩 진행하였고, 신장성 수축 이후 단축성 수축구간에서 최대 속도로 수행하도록 하였다. 크로스핏은 최대심박수의 90%의 이상의 강도를 적용하였고, 플라이오메트릭은 횡수 보다는 속도와 강도에 집중하여 세트와 횡수 사이에는 충분한 휴식을 취하도록 하였다. 크로스핏과 플라이오메트릭 프로그램은 안홍준(2021)과 Verkhoshansky(2012)의 트레이닝 방법을 수정·보완하여 적용하였다[26,27]. 정리운동은 걷기 및 체조동작과 정적 스트레칭을 10분에 걸쳐 실시하였고, 운동 빈도는 주 3회, 운동 시간은 60분으로 구성되었다. 본 연구에서 사용되는 크로스핏 파워 트레이닝 프로그램은 <Table 2>과 같다.

2.3.2 운동수행능력 측정

악력(grip strength) 악력계(K-114)를 사용하여 측정하였다. 측정기에 그립간의 간격은 5cm로 설정하고 엄지손가락과 다른 네 손가락 두 번째 마디에 그립에 걸친 후, 팔꿈치를 완전히 편 상태에서 팔을 약 15°정도 외전 후 양쪽 그립에 힘을 최대한 주어 측정을 한다. 측정은 양손을 번갈아 두 번씩 측정하여 나온 평균값을 계산하여 기록하였다.

배근력(abdominal strength)의 측정은 배근력 측정기(Takei TKK-5402, Japan)로 측정하였다. 연구대상자는 양발을 발판 위치한 뒤에 허리를 바르게 펴고, 손잡이를 무릎 위 20cm에 위치하고 양손으로 최대의 힘으로 위 방향으로 끌어 올려서 나오는 두 번의 값을 평균으로 계산하여 기록하였다.

백스쿼트(back squat)의 1RM(one repetition maximum) 측정은 목의 하단 부위 승모근 위에 바벨(barbell)을 올려놓고 양손으로 바벨을 잡고 앉았을 때 골반의 위치가 무릎 위치보다 낮게 내려가고 일어났을 때 무릎이 완전히 신전되면 성공으로 인정하였다. 1RM 측정 시 중량은 연구대상자가 가볍게 들 수 있는 무게부터 시작하여 점진적으로 증량하도록 하였다.

숄더프레스(shoulder press)의 1RM 측정은 양손으로 바벨을 어깨너비보다 넓게 잡은 상태에서 상체의 전면부인 전면 삼각근 위에 올려놓고, 팔을 머리 위로 들어 올려 팔꿈치가 완전히 신전 되었을 때 성공으로 인정하였다.

데드리프트(deadlift)의 1RM 측정은 바닥에 있는 바벨을 양손으로 어깨너비로 잡은 후 들어올려서 무릎과 골반이 완전히 펴졌을 때 성공으로 인정하였다.

윗몸일으키기(sit-up)는 누워서 양 발을 움직이지 않도록 고정시키고 무릎은 90°로 한 후 양 팔은 머리 뒤 깍지를 끼운 상태에서 반동 없이 양 팔꿈치가 무릎이나 허벅지에 닿는 것을 1회로, 1분간 최대 반복수를 기록하였다.

팔꿈혀펴기(push-up)는 양 손을 어깨너비보다 넓게 벌리고 팔꿈치를 완전히 펴 양 발을 모아 머리부터 발까지 일직선이 된 상태를 시작 자세로 하였다. 양 팔꿈치를 굽혀 상완이 어깨와 수평이 된 위치로 한 후 팔꿈치를 완전히 편 자세로 돌아오는 것을 1회로, 1분간 최대 반복수를 기록하였다.

좌전굴(sit & reach)은 측정기(k-115A, Korea)를 이용하였다. 연구대상자는 신발을 벗고 발바닥을 발판에 접촉시킨 상태로 앉아 무릎이 굽혀지지 않도록 무릎을 고정하였다. 양 발 사이의 거리가 5cm를 넘지 않도록 하고, 양손의 중지 가 만나도록 포개 후 손끝으로 측정자를 밀어 나온 두 번의 평균값을 계산하여 기록하였다.

2.3.3 근기능 측정

제자리멀리뛰기(standing jump)는 매트센서(K-108A)를 이용하였다. 연구대상자는 매트 시작라인에 양발을 나란히 한뒤 전신의 충분한 반동을 이용해 전방으로 뛰어 시작라인에서부터 뒤꿈치가 닿는 부분까지의 거리를

총 2회 측정 후 평균값을 계산하여 기록하였다.

전신반응(whole body reaction time)은 전신반응시간 측정기(ST-140)를 이용하였다. 연구대상자는 매트 위로 올라선 다음 무릎을 가볍게 구부려 정면을 응시하도록 하였다. 신호음이 들릴 시 최대한 빠르게 매트에서 발이 떨어지도록 한 반응시간을 총 3회 측정하여 나온 평균값을 계산 기록하였다.

무산소성 파워(anaerobic power)는 자전거 에르고미터(cycle ergometric 894E)를 이용하여 원게이트 무산소성 파워 검사(wingate anaerobic power test)를 실시하였다. 연구대상자의 자전거 안장과 패달 사이의 거리는 무릎의 각도가 175°까지 신전된 높이로 설정하였다. 실험은 무부하에서 2분간 워업 후 정지상태에서 3초부터 카운트를 한 후 “GO”라는 신호와 함께 시작하였다. 연구대상자가 전력으로 최대피크까지 올라갔을 때 운동부하(체중x0.075)가 주어지고 30초 동안 최대전력으로 사이클링을 하도록 하여 체중당 피크파워(peak power), 체중당 평균파워(mean power)를 분석변인으로 산출하였다.

등속성 근력(isokinetic strength) 검사는 바이오덱스(biodex, USA)를 이용하여 무릎의 신근력(extension)과 굴근력(flexion)을 60°/sec 속도로 측정하였다. 측정

Table 2. Crossfit Power Training Program

| Procedure | Weeks | Exercise | | | | | | | |
|---------------|-------|-------------------------|--|------------------------|------------|---|-----------------------|---|--|
| Warm up | 1-12 | Dynamic stretch (15min) | | | | | | | |
| | | Day | Resistance | Week/Day | Plyometric | Crossfit | | | |
| Main exercise | 1-12 | Mon | 5x5 Back squat, Deadlift, 4 Shoulder press then, Plyometric | 1 | Mon | Bouncing | AMRAP in 10min | 10 Push-ups, 15 Sit-ups, 20 Squats | |
| | | | | 4 | Wed | Triple jump box drills | 21-15-9 reps | Calories row, Burpees | |
| | | | | 7 | Fri | | 3 Rounds for time | 200m Run, 50 Double-unders | |
| | | Wed | 2x5 Back squat, Deadlift, 5 Shoulder press then, Plyometric | 2 | Mon | Depth jump | AMRAP in 7min | 15 Kettlebell swings, 15 Goblet squats | |
| | | | | 8 | Wed | Standing long jumps and Triple jumps | 12-10-8-6-4-2 reps | Pull-ups, DB Shoulder to overheads | |
| | | | | 11 | Fri | | For time | 1000m Row | |
| | | Fri | 1x5 Back squat, Deadlift, 6 Shoulder press then, 30% of 5RM Back squat | 3 | Mon | Hopping downstairs | AMRAP in 10min | 12 DB Snatches, 8 Toes-to-bars | |
| | | | | 6 | Wed | Double leg hops over hurdles | 4 Rounds for time | 20m Lunges, 20 Wall-ball shots | |
| | | | | 9 | Fri | | 15-12-9-6-3 reps | Thruster, Pull-ups | |
| | | Cool down | 1-12 | Static stretch (10min) | | | | | |

AMRAP, as many rounds & reps as possible; DB, dumbbell

전 연구대상자의 의자 회전각도, 의자 등받이의 위치, 다이나모미터(Dynamometer)의 경사각도, 높이, 등받이의 각도, 의자 고정위치 및 좌우 회전각도를 조절하고, 그 외 Adapter 길이를 연구대상자에 맞게 조절하였다. 무릎의 해부학적 자세를 지정하고 다리를 곧게 폈을 때의 지점이 0°가 되게 하고 무릎의 관절운동범위(range of motion)를 0°~90°로 지정하였다. 연구대상자는 등속성 근력의 부하속도는 60°/sec로 무릎의 굴곡상태에서 신전 후 다시 굴곡하였을 때를 1회로 하여 신전근과 굴곡근을 3회 측정 후 그 중 가장 높은 피크토크(peak torque) 값을 기록하였다.

2.4 자료처리

본 연구는 동질성을 분석하기 위하여 그룹 간 사전측정값을 독립 t-검정(independent t-test)을 사용하여 분석하였다. 모든 변인의 사전값의 동질성을 확보한 후, 그룹과 시기 간에 상호작용(interaction)을 반복측정분산분석(two-way repeated measures analysis of variance)과 대비검정(contrast test)을 이용하여 분석하였다. 모든 자료의 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였고, 모든 측정값의 산출은 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)로 하였다. 모든 자료의 분석은 SPSS 24.0(IBM-SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석을 하였다.

3. 연구결과

그룹 간 동질성 검사는 <Table 3>과 같다. 그룹에 따른 운동수행력과 근기능의 결과는 <Table 4>, <Table 5>와 같다.

Table 3. Test of Homogeneity of Variances

| Variable | t | p | Variable | t | p |
|--------------------|--------|------|--------------------------------|-------|------|
| Grip Strength | .329 | .746 | Sit & Reach | 1.015 | .327 |
| Abdominal Strength | .905 | .379 | Standing Jump | .723 | .480 |
| Back Squat | 1.313 | .208 | Whole Body Reaction Time | -.286 | .778 |
| Shoulder Press | 1.027 | .320 | Peak Power | 1.679 | .113 |
| Deadlift | -.646 | .527 | Mean Power | 1.735 | .102 |
| Sit-up | -1.115 | .281 | Isokinetic Knee Extension(60°) | .208 | .838 |
| Push-up | -.294 | .773 | Isokinetic Knee flexion(60°) | 1.400 | .181 |

3.1 운동수행력의 변화

3.1.1 악력의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=12.551$, $p<.01$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 악력은 통계적으로 유의하게 증가($p<.01$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그룹 간 사후 측정값을 비교 분석한 결과 $p<.01$ 로서 통계적으로 유의하게 나타났다.

3.1.2 배근력의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=28.864$, $p<.001$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 배근력은 통계적으로 유의하게 증가($p<.01$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그룹 간 사후 측정값을 비교 분석한 결과 $p<.01$ 로서 통계적으로 유의하게 나타났다.

3.1.3 백스쿼트 1RM의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=11.453$, $p<.01$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT($p<.01$)와 CON($p<.05$)의 백스쿼트 1RM이 통계적으로 유의하게 향상 되었다. 하지만 사후 측정값을 비교 분석한 결과 CPT가 CON 보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($p<.01$).

3.1.4 솔더프레스 1RM의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=5.636$, $p<.05$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 솔더프

Table 4. Responses of Physical Performance in Each Group

| Variable | Group | PRE | Post | Contrast | %Δ | ES | ANOVA | F | P |
|-------------------------|----------|--------|--------------------------|---------------------------|-------|------|-------|--------|---------------------------|
| Grip Strength (kg) | CPT | 46.47 | 52.62 | .008^{***} | 13.24 | 1.06 | G | 3.746 | .071 |
| | CON | 45.64 | 44.94 | .417 | -1.53 | -.13 | T | 7.948 | .012[*] |
| | Contrast | | .004^{**} | | | | GxT | 12.551 | .003^{***} |
| Abdominal Strength (kg) | CPT | 142.32 | 171.31 | .001^{***} | 20.37 | 1.43 | G | 4.862 | .042 |
| | CON | 130.07 | 125.44 | .081 | -3.56 | -.13 | T | 15.170 | .001^{***} |
| | Contrast | | .004^{**} | | | | GxT | 28.864 | .000^{***} |
| Back Squat (kg) | CPT | 99.42 | 117.84 | .002^{**} | 18.53 | 1.03 | G | 6.764 | .019[*] |
| | CON | 89.78 | 93.22 | .039[*] | 3.83 | .27 | T | 24.411 | .000^{***} |
| | Contrast | | .002^{**} | | | | GxT | 11.453 | .004^{**} |
| Shoulder Press (kg) | CPT | 43.48 | 48.14 | .016[*] | 10.73 | .81 | G | 4.054 | .061 |
| | CON | 40.44 | 41.33 | .086 | 2.20 | .13 | T | 12.188 | .003^{**} |
| | Contrast | | .005^{**} | | | | GxT | 5.636 | .030[*] |
| Deadlift (kg) | CPT | 95.72 | 114.77 | .001^{***} | 19.90 | 1.30 | G | .045 | .835 |
| | CON | 100.78 | 106.33 | .010[*] | 11.08 | .30 | T | 37.390 | .000^{***} |
| | Contrast | | .341 | | | | GxT | 11.242 | .004^{**} |
| Sit-up (reps) | CPT | 37.11 | 42.00 | .011[*] | 13.18 | .04 | G | .291 | .597 |
| | CON | 43.11 | 41.67 | .779 | -1.04 | -.08 | T | 4.348 | .053 |
| | Contrast | | .941 | | | | GxT | 6.261 | .024[*] |
| Push-up (reps) | CPT | 31.78 | 37.78 | .001^{***} | 18.88 | 1.02 | G | .745 | .401 |
| | CON | 32.56 | 32.67 | .919 | .34 | .02 | T | 13.657 | .002^{**} |
| | Contrast | | .071 | | | | GxT | 12.682 | .003^{**} |
| Sit & Reach (cm) | CPT | 13.61 | 17.01 | .004^{**} | 24.98 | .68 | G | 3.294 | .088 |
| | CON | 10.55 | 10.23 | .582 | -3.03 | -.04 | T | 9.464 | .007^{**} |
| | Contrast | | .014[*] | | | | GxT | 13.751 | .002^{**} |

CPT: only crossfit and power training group

CON: non-exercise control group

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Table 5. Responses of Muscular Function in Each Group

| Variable | Group | Pre | Post | Contrast | %Δ | ES | ANOVA | F | P |
|------------------------------------|----------|--------|---------------------------|---------------------------|--------|-------|-------|--------|---------------------------|
| Standing Jump (cm) | CPT | 223.01 | 239.52 | .000^{***} | 7.40 | .85 | G | 3.011 | .102 |
| | CON | 216.33 | 214.81 | .214 | -7.70 | -.09 | T | 4.348 | .053 |
| | Contrast | | .015[*] | | | | GxT | 6.261 | .024[*] |
| Whole Body Reaction Time | CPT | .267 | .218 | .005^{**} | -18.35 | -1.07 | G | 2.745 | .117 |
| | CON | .273 | .262 | .258 | -4.03 | -.27 | T | 14.552 | .002^{**} |
| | Contrast | | .003^{**} | | | | GxT | 5.598 | .031[*] |
| Peak Power | CPT | 8.23 | 9.60 | .000^{***} | 16.65 | 1.99 | G | 14.354 | .002^{**} |
| | CON | 7.66 | 7.82 | .449 | 2.09 | .21 | T | 36.743 | .000^{***} |
| | Contrast | | .000^{***} | | | | GxT | 23.056 | .000^{***} |
| Mean Power | CPT | 6.09 | 7.32 | .000^{***} | 20.20 | 2.32 | G | 19.875 | .000^{***} |
| | CON | 5.65 | 5.86 | .321 | 3.72 | .40 | T | 41.801 | .000^{***} |
| | Contrast | | .000^{***} | | | | GxT | 21.380 | .000^{***} |
| Isokinetic Knee Extension (60°/Nm) | CPT | 209.42 | 230.11 | .003^{**} | 9.88 | .57 | G | 2.340 | .146 |
| | CON | 206.26 | 187.94 | .098 | -8.88 | -.65 | T | .048 | .830 |
| | Contrast | | .020[*] | | | | GxT | 12.783 | .003^{**} |
| Isokinetic Knee Flexion (60°/Nm) | CPT | 116.72 | 134.47 | .000^{***} | 15.21 | 1.43 | G | 14.797 | .001^{**} |
| | CON | 106.34 | 102.61 | .552 | -3.51 | -.20 | T | 4.756 | .044[*] |
| | Contrast | | .000^{***} | | | | GxT | 11.176 | .004^{**} |

CPT: only crossfit and power training group

CON: non-exercise control group

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

레스 1RM은 통계적으로 유의하게 증가($p < .05$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그룹 간 사후 측정값을 비교 분석한 결과 $p < .01$ 로서 통계적으로 유의하게 나타났다.

3.1.5 데드리프트 1RM의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=11.242$, $p < .01$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT($p < .01$)과 CON($p < .05$) 모두 데드리프트 1RM이 통계적으로 유의하게 향상 되었다.

3.1.6 윗몸일으키기의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=6.261$, $p < .05$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 윗몸일으키기는 통계적으로 유의하게 증가($p < .05$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3.1.7 팔굽혀펴기의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=12.682$, $p < .01$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 팔굽혀펴기는 통계적으로 유의하게 증가($p < .01$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3.1.8 유연성의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=13.751$ $p < .01$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 유연성은 통계적으로 유의하게 증가($p < .01$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그룹 간 사후 측정값을 비교 분석한 결과 $p < .05$ 로서 통계적으로 유의하게 나타났다.

3.2 근기능의 변화

3.2.1 제자리멀리뛰기의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=6.261$, $p < .05$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 제자리멀리뛰기는 통계적으로 유의하게 증가($p < .001$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그

룹 간 사후 측정값을 비교 분석한 결과 $p < .05$ 로서 통계적으로 유의하게 나타났다.

3.2.2 전신반응시간의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=5.598$, $p < .05$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 전신반응시간은 통계적으로 유의하게 감소($p < .01$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그룹 간 사후 측정값을 비교 분석한 결과 $p < .01$ 로서 통계적으로 유의하게 나타났다.

3.2.3 피크파워의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=23.056$, $p < .001$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 피크파워는 통계적으로 유의하게 증가($p < .001$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그룹 간 사후 측정값을 비교 분석한 결과 $p < .001$ 로서 통계적으로 유의하게 나타났다.

3.2.4 평균파워의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=21.380$, $p < .001$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 평균파워는 통계적으로 유의하게 증가($p < .001$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그룹 간 사후 측정값을 비교 분석한 결과 $p < .001$ 로서 통계적으로 유의하게 나타났다.

3.2.5 무릎관절 등속성 신근력의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=12.783$, $p < .01$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 등속성 신근력은 통계적으로 유의하게 증가($p < .01$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그룹 간 사후 측정값을 비교 분석한 결과 $p < .05$ 로서 통계적으로 유의하게 나타났다.

3.2.6 무릎관절 등속성 굴근력의 변화

측정시기와 그룹 간의 상호작용 효과는 $F(1,16)=11.176$, $p < .01$ 로서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적

인 차이를 알아보기 위한 대비검정 결과 CPT의 등속성 굴근력은 통계적으로 유의하게 증가($p < .001$)하였다. 하지만 CON은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그룹 간 사후 측정값을 비교 분석한 결과 $p < .001$ 로서 통계적으로 유의하게 나타났다.

4. 논의

본 연구에서는 크로스핏 파워 트레이닝을 통해 복합-대조 트레이닝을 이용한 PAP가 운동수행력(근력, 최대 근력, 근지구력, 유연성), 및 근기능(순발력, 민첩성, 등속성 근력, 무산소성 파워)에 어떠한 영향을 미치는지 확인하고자 20대 남성을 대상으로 12주 동안 크로스핏 파워 트레이닝을 실시 후 산출된 결과를 바탕으로 선행연구와 비교하여 논의하고자 한다.

본 연구에서 12주간 크로스핏 파워 트레이닝을 실시한 CPT 그룹이 운동수행력에서 악력, 배근력, 백스쿼트, 숄더프레스, 데드리프트, 윗몸일으키기, 팔굽혀펴기, 유연성이 통계적으로 유의하게 나타났다. 하지만 CON은 백스쿼트와 데드리프트를 제외한 나머지 변인에서 변화를 보이지 않았다. 그리고 사후 측정값을 비교 분석한 결과 악력, 배근력, 백스쿼트, 숄더프레스, 유연성에서 CPT 그룹이 CON보다 유의하게 증가하였다.

근육의 파워를 극대화하는 능력은 여러 스포츠 경기에서 필요하다. 이러한 퍼포먼스 향상을 위해 다양한 트레이닝 방법들이 연구되어 왔으며, 특히 PAP 반응을 유발하기 위한 고강도 저항성 운동과 플라이오메트릭을 접목시킨 복합 트레이닝에 대한 연구는 다양한 형태로 진행되어 왔다. 힘과 파워를 높이기 위해서 몇 가지 방법이 존재한다. 상대적으로 무거운 중량(1RM의 80~90%)을 가진 기존의 웨이트 트레이닝은 비교적 적은 반복수(4~8회)로 근력을 향상시킬 수 있으며, 가벼운 중량보다 더 큰 파워를 향상시키는 것으로 보고되고 있다[28]. 플라이오메트릭은 기존의 웨이트 트레이닝 기법에 비해 근파워와 힘의 발달 속도(rate of force development)를 개선하기 위한 수단으로 스프린트 및 점프와 같은 역동적인 동작으로 인한 운동능력 향상으로 이어졌으며, 근력 트레이닝과 파워 트레이닝 방법 사이의 격차를 해소하는데 사용되는 잠재적인 방법이라고 하였다[29].

이와 관련된 선행연구를 살펴보면 30명의 대학생들 대상으로 6주간 주 2회씩 복합 트레이닝을 실시한 결과 백스쿼트(back squat), 루마니아 데드리프트(romanian

deadlift), 스탠딩 카프레이즈(standing calf raise)의 1RM이 크게 증가하였으며[30], 30명의 대학생 남자 풋볼선수를 대상으로 6주간 주 5일 고부하 복합 트레이닝을 실시한 결과 지구력을 향상 시킨 것으로 나타났다[31]. 또한 26명의 19세 이하의 축구선수를 대상으로 6주 동안 주 3일 1.5시간씩 복합 트레이닝과 순환 근력 트레이닝을 실시한 결과 복합 트레이닝 그룹이 유연성, 멀리뛰기, 무산소성 파워 및 민첩성에서 더 유의하게 나타났다[32]. Gerhart & Pasternostro(2014)는 19명의 실험참가자를 대상으로 크로스핏 운동과 전통적인 무산소 저항 운동을 실시 한 두 그룹을 평가한 결과 크로스핏 운동에서 최대 근력, 근지구력, 최대 파워, 민첩성, 유연성의 향상을 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다[33].

저항성 운동을 하게 되면 신경계의 개선 이후 근비대가 이루어져 근력이 증가하고[34], 반복적인 서킷 웨이트 트레이닝은 근력과 더불어 근지구력도 향상시킨다[35]. 또한 저항성 운동은 근비대와 함께 운동단위를 작동시킬 수 있는 능력이 향상되고[36], 완전한 가동범위를 위해 준비운동 과정에서 실시한 다이내믹 스트레칭과 PNF 스트레칭으로 유연성이 향상 되었다[37]. 그리고 웨이트 리프팅 훈련이 유연성 향상에 도움이 된다고 보고되고 있다[38] 본 연구에서 실시한 12주간의 저항성 운동으로 인해 운동수행력의 향상을 가져왔다고 볼 수 있다.

본 연구에서 12주간 크로스핏 파워 트레이닝을 실시한 CPT 그룹이 근기능에서 제자리멀리뛰기, 반응시간, 피크파워, 평균파워, 등속성 신근력, 등속성 굴근력이 통계적으로 유의하게 나타났다. 하지만 동일한 기간 동안 트레이닝을 하지 않은 CON에서는 변화를 보이지 않았다. 그리고 사후 측정값을 비교 분석한 결과 제자리멀리뛰기, 반응시간, 피크파워, 평균파워, 등속성 신근력, 등속성 굴근력에서 CPT 그룹이 CON보다 유의하게 증가하였다.

PAP에는 몇 가지 제안된 메커니즘이 있다. 첫 번째는 미오신 조절 가벼운 사슬(MRLC: Myosin Regulatory Light Chain)의 인산화로 사전 근육활동 이후 근수축 시 근형질세망으로부터 방출되는 칼슘(Ca^{2+})의 민감도가 증가하면서 액토-미오신(acto-myosin)을 형성하여 연속되는 수축의 힘이 증가한다[39,40]. 결국 이러한 과정은 액틴(actin)과 미오신(myosin)의 물리적 결합에 의해 근육의 긴장도가 증가하거나 십자형가교(cross bridge)가 양적으로 증가하기 때문에 근육의 수축력이 향상되는 것으로 볼 수 있다[41].

두 번째는 플라이오메트릭 운동 이전에 근력 운동을 하면 척수 내 시냅스 흥분이 증가하여 시냅스후 전위가 증가하고 관련 근육 그룹의 힘 생성 능력이 증가한다는 것이다[42]. PAP의 크기에 영향을 미치는 가장 중요한 근육 특성은 근섬유의 유형이며, Type II 섬유의 비율이 가장 높은 근육에서 PAP가 강화될 가능성이 가장 크고 [40,43], PAP는 수축 시간이 가장 짧은 근육에서 더 크다[44]. 근육 섬유 유형에 따라, Type II 근육 섬유에 의존하는 최대 강도 활동(즉, 스프린트, 역도, 던지기, 점프)을 수행하는 선수 또한 그들의 스포츠 퍼포먼스와 관련된 근육에서 가장 큰 PAP를 보일 것이다[45]. 또한, 플라이오메트릭의 동적인 특성인 신장단축주기(stretch shortening cycle)를 사용하는 능력을 향상시키며 더 빠른 수축 속도와 파워를 유발하는 근수축 속성을 변형시켜 훈련적응에 기인 할 가능성이 있다고 보고하고 있다[46].

이와 관련된 선행연구에서 11명의 역도선수를 대상으로 5RM 스쿼트를 적용한 그룹과 적용하지 않은 그룹의 제자리점프를 비교 실험한 결과 5RM 스쿼트를 적용시킨 그룹에서 제자리점프의 높이가 2.9%가 증가하였고[47], 7명의 인라인 톨러 스피드 스케이팅 선수를 대상으로 고강도 등속성 근수축과 무산소성 사이클링을 적용한 후 각 변인들을 측정한 결과, 반응시간(reaction time) 및 수직점프(vertical jump)는 각각 14.8%의 감소 및 15.5%가 증가하였으며, 전기자극에 의한 근신경전도(muscle fiber conduction velocity)의 시간과 속도에서 각각 13.6%, 14.1%가 향상되었다[48]. Santos et al.(2008)는 25명의 청소년 농구선수를 대상으로 10주간 주 2회씩 복합 트레이닝 프로그램을 실시한 결과 스쿼트 점프(squat jump), 수직점프(countermovement jump), 아발라코브 테스트(abalakov test), 메카니컬 파워(mechanical power), 메디신볼 던지기(medicine ball throw)가 유의하게 개선되었다[49]. 22명의 남자축구 선수를 대상으로 8주 동안 기존의 근력 트레이닝을 실시한 집단과 대조 트레이닝을 실시한 집단을 비교한 결과 전력질주, 방향전환속도, 스쿼트 점프에서 유의한 차이가 나타났다[46]. 또한 고중량의 느린 근수축과 저중량을 적용한 빠른 근수축을 혼합한 연구에서도 수직점프의 높이가 향상된 결과를 보였다[50]. 그리고 본 연구와 유사하게 설계된 Perez 등(2008)의 연구에서는 16명의 남성이 6주간 웨이트 리프팅과 플라이오메트릭 훈련을 병행하여 실시한 결과 수직점프, 스프린트, 무산소성 파워의 향상을 보고하였다[51]. 이 밖에도 다양한 유형의 컨

디셔닝 활동 후 수직 점프 동안 개선이 이루어진 많은 연구결과가 보고되고 있다[52-54].

이러한 근기능의 향상은 활성화 후 수행능력 향상(PAPE: Post-Activation Performance Enhancement)의 메커니즘에 의해 발생된다고 볼 수 있다. PAPE의 유도를 위하여 최대 운동 강도 또는 이에 근접한 운동을 수행한 이후 근신경 계통에서는 중추신경계의 자극에 의한 운동신경(α -motor neuron)의 반응성 및 활동성이 증가하게 되며, 결국 축삭(motor axon)에서 신경말단(nerve terminal)으로 활동전위가 빠르게 전개되어 운동단위(motor unit)의 동원이 증가하여 근기능이 강화되는 것으로 볼 수 있다[55,56]. 이러한 근신경 및 근섬유 내의 활동성과 관련된 메커니즘 이외에도 사전 근육 활동 또는 컨디셔닝은 근육 내부의 온도 증가, pH 감소 및 혈류량 증가를 유도하여 PAPE에 의한 근기능에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다[41].

이상의 전술한 선행연구를 종합한다면, 운동수행력 및 근기능이 PAPE와 상관관계가 있다는 것을 알 수 있다. 특히 근기능이 좋은 선수일수록 PAPE의 장점을 더욱 활용할 수 있기 때문에 이러한 부분을 더욱 효과적으로 활용할 필요성이 있다. 개별적인 단일운동보다는 여러 연구에서 입증된 복합적 트레이닝이 스포츠 현장에서의 경기력 향상 및 부상 예방에 도움이 될 것으로 생각된다.

5. 결론 및 제언

본 연구에서는 20대 남성들을 대상으로 12주간 크로스핏 파워 트레이닝을 적용한 그룹과 적용하지 않은 그룹이 운동수행력(근력, 최대근력, 근지구력, 유연성)과 근기능(순발력, 민첩성, 무산소성 파워 등속성 근력)에 어떠한 영향을 주는지에 대하여 연구하고자 하였다. 본 연구 결과를 분석하여 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 12주간 크로스핏 파워 트레이닝을 실시한 집단의 악력($p < .01$), 배근력($p < .01$), 백스쿼트($p < .01$), 솔더프레스($p < .05$), 데드리프트($p < .01$) 및몸일으키기($p < .05$), 팔굽혀펴기($p < .01$) 및 유연성($p < .01$)이 통계적으로 유의한 변화가 나타났다.

둘째, 12주간 크로스핏 파워 트레이닝을 실시한 집단의 제자리멀리뛰기($p < .001$), 반응시간($p < .01$), 피크파워($p < .001$), 평균파워($p < .001$), 등속성 신근력($p < .01$) 및 등속성 굴근력($p < .001$)이 통계적으로 유의한 변화가 나타났다.

결론적으로 20대 남성을 대상으로 실시한 크로스핏 파워 트레이닝이 운동수행력 및 근기능에 긍정적인 영향을 미친다는 사실을 알 수 있었다. 추후 연구에서는 복합 트레이닝 그룹과 단일 트레이닝 그룹 각각의 프로그램을 적용하여 각 그룹의 효과를 검증하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

References

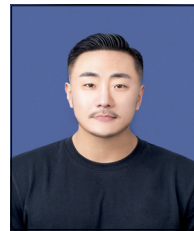
- [1] S. H. Shin, & Y. S. Nam, "A Basic Study on the Development of the Sports for All Sentiment Index", *Journal of Korean Society of Sport Policy*, Vol.19, No.3, pp.51-62, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.52427/kssp.19.3.4>
- [2] D. J. Kim, "The Relationship Among Viewing Environment, Immersion, and Viewing Satisfaction According to Pro Volleyball Spectators' Characteristics", *The Korea Journal of Sport*, Vol.14, No.4, pp.279-288, 2016.
<https://www.earticle.net/Article/A291172>
- [3] B. Y. Cho, *The Effect of Exercise Addiction on a Exercise Participation Characteristic Among Sport for all Group Members*. Master's thesis, Soonchunhyang University, Seoul, Korea, 2007.
- [4] J. E. Lee, H. W. Kim, "Self-efficacy in Sports Activities: Roles of Participation Motive and Happiness", *Journal of Product Research*, Vol.40, No.1, pp.61~66, 2022.
- [5] H. J. Kim, S. H. Lee, "The effects of elastic band training for injury prevention during winter training of golf", *Exercise Science*, Vol.16, no.3, pp.305-316, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.15857/ksep.2007.16.3.305>
- [6] H. J. Kim, J. K. Han, "Analysis of injury type and rehabilitation type according to gender of tennis players", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.30, No.2 pp.167-176, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.35159/kjss.2021.4.30.2.167>
- [7] World Health Organization & Candau, Marcolino Gomes, The work of WHO: annual report of the Director-General to the World Health Assembly and to the United Nations, World Health Organization, 1967.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/85804>
- [8] S. H. Kim, "Effects of Weight Training on Body Composition, Growth Hormone, Testosterone and Homocysteine in Male College Students", *Asian Journal of Physical Education and Sport Science*, Vol.8, No.1, pp.1-11, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.24007/ajpess.2020.8.1.001>
- [9] J. H. Kim, & Y. K. Jeon, "Effects of Circuit Weight Training on Neurotransmitter in the Middle-aged Womens", *Korean Journal of Sports Science*, Vol.24, No.4, pp.1517-1527, 2015.
- [10] J. C. Byun, "Effects of Kaatsu and Traditional Weight Training on Body Composition, HRrest, Blood Pressure and Muscle Size, Muscle Strength in Middle-aged Men", *The Korea Journal of Sport*, Vol.15, No.3, pp.419-430, 2017.
<https://www.earticle.net/Article/A309705>
- [11] E. M. Moon, D. H. Kim, S. K. Lee, "The effect of weight training program on the power factors of female gymnasts", *Korean Society For The Study Of Physical Education*, Vol.24, No.3, pp.155-165, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.15831/JKSSPE.2019.24.3.155>
- [12] Sienna, Philip A, *One rep max (=one repetition maximum) : a guide to beginning weight training*. Seoul, Kyungin Publishing, 1992.
- [13] N. S. Kim, & S. H. Kim, "Effects of Resistance Exercise on Body Composition, Insulin resistance and Vascular inflammation Factors in Obese College female Students", *The Korea Journal of Sport*, Vol.16, No.4, pp.761-770, 2018.
<https://www.earticle.net/Article/A344177>
- [14] D. W. Robbins, "Postactivation potentiation and its practical applicability", *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol.19, No.2, pp.453-458, 2005.
- [15] J. R. Yoon, "Field Application and Characteristics of Plyometric Training", *Journal of Coaching Development*, Vol.9, No.2, pp.71-84, 2007.
- [16] W. E. Prince, *Rehabilitation technique in sports medicine*, 1999.
- [17] E. Stojanović, V. Ristić, D. T. McMaster, & Z. Milanović, "Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: a systematic review and meta-analysis", *Sports Medicine*, Vol.47, No.5, pp.975- 986, 2017.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-016-0634-6>
- [18] S. B. Park, B. K. Chae, J. H. Yang, "Effects of Plyometric Training with Using Box and Hurdle on the Isokinetic Leg Muscle Function and Sargent Jump of Jumper", *The Korean Journal of Growth and Development*, Vol.20, No.1, pp.35-41, 2012.
- [19] D. L. Damiano, L. E. Kelly & C. L. Vaughn, "Effects of quadriceps femoris muscle strengthening on crouch gait in children with spastic diplegia", *Physical therapy*, Vol.75, No.8, pp.658-667, 1995.
DOI: <https://doi.org/10.1093/ptj/75.8.658>
- [20] M. Deutsch & R. Lloyd, "Effect of order of exercise on performance during a complex training session in rugby players", *Journal of sports sciences*, Vol.26, No.8, pp.803-809, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1080/02640410801942130>
- [21] I. Mujika, J. Santisteban, & C. Castagna, "In-season effect of short-term sprint and power training programs on elite junior soccer players", *The Journal*

- of Strength & Conditioning Research*, Vol.23, No.9, pp.2581-2587, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181bc1aac>
- [22] A. G. Elina, & A. K. Olga, "The benefits and risks of the high-intensity CrossFit training", *Sport Sciences for Health*, Vol.15, pp.21-33, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11332-018-0521-7>
- [23] G. Cometti. Los métodos modernos de musculación. Editorial Paidotribo, 2007.
- [24] G. Cometti. Fútbol y musculación. Inde, 1999.
- [25] I. Smilios, T. Piliandis, K. Sotiropoulos, M. Antonakis, & S. P. Tokmakidis, "Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance", *Journal of Strength Conditioning Research*, Vol.19, No.1, pp.135-139, 2005.
- [26] H. J. An, *Effects of Crossfit Training on Physical Fitness Muscular function and Anaerobic Power*, Master's thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea, pp.26-29, 2021.
- [27] Verkhoshansky. N. Shock Methods And Plyometrics: Updates And In-Depth Examination, CVASPS, hh, 2012, pp.12-44
- [28] D. Schmidtbleicher, & G. Haralambie, "Changes in contractile properties of muscle after strength training in man", *European journal of applied physiology and occupational physiology*, Vol.46, No.3, pp.221-228, 1981.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00423398>
- [29] D. A. Chu, *Jumping into plyometrics*, Leisure Press, 1992.
- [30] C. J. MacDonald, H. S. Lamont, J. C. Garner, "A Comparison of the Effects of 6 Weeks of Traditional Resistance Training, Plyometric Training, and Complex Training on Measures of Strength and Anthropometrics", *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.26, No.2, pp.422-431, Feb, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e318220df79>
- [31] T. F. Sijo, "Effect of high load training on endurance and dribbling ability of inter-collegiate football players", *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*, Vol.4, No.1, pp.700-703, 2019.
- [32] A. Karabiyik, *Kompleks kuvvet antrenmanının genç futbolcuların anaerobik güç performansları üzerine etkisi*. Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2018.
- [33] D. H. Gerhart, & B. M. Pasternostro, "A Comparison of CrossFit training to traditional anaerobic resistance training in terms of selected fitness domains representative of overall athletic performance", *In International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*, Vol.9, No.2, pp.26, 2014.
<https://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol9/iss2/26/>
- [34] S. Y. Lee, J. K. Han, "Effects of kettlebell and weight training on basic fitness, maximum body strength and throwing ability of high school baseball players", *Journal of Coaching Development*, Vol.22, No.3, pp.90-99, Sept. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.47684/jcd.2020.09.22.3.90>
- [35] J. Y. Kim, S. Li, Y. J. Sim, "The Effects of Circuit Weight Training and Weight Training on Aerobic Capacity and Health-related Fitness in Obese Male College Students", *Korean Society of Growth and Development*, Vol.28, No.1, pp.23-28, Feb. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.34284/KJGD.2020.02.28.1.23>
- [36] A. M. Myers, N. W. Beam, & J. D. Fakhoury, "Resistance training for children and adolescents", *Transl Pediatr*, Vol.6, No.3, pp.137-143, Jul, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.21037/tp.2017.04.01>
- [37] F. L. de Paiva Carvalho, J. E. L. R. Prati, M. C. G. de Alencar Carvalho, & E. H. M. Dantas, "Acute Effects of Static Stretching and Proprioceptive Neuromuscular on the Performance of Vertical jump in Adolescent tennis players", *Fitness & Performance Journal*, Vol.8, No.4, pp.264-268, Jul/Aug, 2009.
- [38] S. J. Kim, C. H. Yang, S. H. Han, "Influences on Health-Related Physical Fitness and Body Composition by Gradational Weight training in Middle-Aged", *Journal of Coaching Development*, Vol.7, No.4, pp.235-244, Dec. 2005.
- [39] L. W. Judge, "The application of postactivation potentiation to the track and field thrower", *Strength & Conditioning Journal*, Vol.31, No.3, pp.34-36, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181a62960>
- [40] R. W. Grange, R. Vandenboom, & M. E. Houston, "Physiological significance of myosin phosphorylation in skeletal muscle", *Canadian Journal of Applied Physiology*, Vol.18, No.3, pp.229-242, 1993.
DOI: <https://doi.org/10.1139/h93-020>
- [41] A. J. Blazevich, & N. Babault, "Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: historical perspective, underlying mechanisms, and current issues", *Frontiers in physiology*, 01, Nov. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>
- [42] D. E. Rassier, & W. Herzog, "Force enhancement following an active stretch in skeletal muscle", *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Vol.12, No.6, pp. 471-477, 2002.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(02\)00041-X](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(02)00041-X)
- [43] W. Young, B. Mc Lean, & J. Ardagna, "Relationship between strength qualities and sprinting performance", *Journal of sports medicine and physical fitness*, Vol.35, No.1, pp.13-19, 1995.
- [44] R. Vandenboom, R. W. Grange, & M. E. Houston, "Myosin phosphorylation enhances rate of force development in fast-twitch skeletal muscle", *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, Vol.268, No.3, pp.C596-C603, 1995.
DOI: <https://doi.org/10.1152/ajpcell.1995.268.3.C596>

- [45] B. Requena, E. S. S. de Villarreal, H. Gapeyeva, J. Erelina, I. Garcia, & M. Pääsuke, "Relationship between postactivation potentiation of knee extensor muscles, sprinting and vertical jumping performance in professional soccer players", *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol.25, No.2, pp.367-373, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181be31aa>
- [46] J. Spinetti, T. Figueiredo, J. Willardson, V. Bastos de Oliveira, M. Assis, L. F. D. Oliveira, & R. Simão. "Comparison between traditional strength training and complex contrast training on soccer players", *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Vol.59, No.1, pp.42-49, 2018.
DOI: <http://dx.doi.org/10.23736/S0022-4707.18.07934-3>
- [47] C. J. Mitchel, D. G. Sale, "Enhancement of jump performance after a 5-RM squat is associated with postactivation potentiation", *Eur J Appl Physiol*, Vol.111, No.8, pp.1957-63, Aug. 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-010-1823-x>
- [48] B. J. Park, S. Y. Seon, J. H. Kim, "The Effects of Isokinetic Contraction and Anaerobic Cycling to Induce Post-Activation Performance Enhancement on Sports- Specific Fitness Components and Muscle Fiber Conduction Velocity", *The Korean Journal of Physical Education*, Vol.60, No.3, pp.311-327, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.23949/kjpe.2021.5.60.3.22>
- [49] E. J. A. M. Santos, & A. A. S. M. Janeira, "Effects of Complex Training on Explosive Strength in Adolescent Male Basketball Players", *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.22, No.3, pp.903-909, May. 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a59f2>
- [50] L. Z. Chiu, A. C. Fry, L. W. Weiss, B. K. Schilling, L. E. Brown, & S. L. Smith, "Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals", *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol.17, No.4, pp.671-677, 2003.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200311000-00008>
- [51] J. Perez-Gomez, H. Olmedillas, S. Delgado-Guerra, I. A. Royo, G. Vicente-Rodriguez, R. A. Ortiz, & J. A. Calbet, "Effects of weight lifting training combined with plyometric exercises on physical fitness, body composition, and knee extension velocity during kicking in football", *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, Vol.33, No.3, pp.501-510, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1139/H08-026>
- [52] D. J. Scott, M. Ditroilo, & P. A. Marshall, "Complex training: the effect of exercise selection and training status on postactivation potentiation in rugby league players", *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol.31, No.10, pp.2694-2703, 2017.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.000000000001722>
- [53] J. I. Esformes, & T. M. Bampouras, "Effect of back squat depth on lower-body postactivation potentiation", *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol.27, No.11, pp.2997-3000, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828d4465>
- [54] B. T. Crewther, L. P. Kilduff, C. J. Cook, M. K. Middleton, P. J. Bunce, & G. Z. Yang, "The acute potentiating effects of back squats on athlete performance", *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol.25, No.12, pp.3319-3325, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e318215f560>
- [55] M. Hodgson, D. Docherty, & D. Robbins, "Post-activation potentiation", *Sports medicine*, Vol.35, No.7, pp.585-595, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200535070-00004>
- [56] N. A. Tillin, & D. Bishop, "Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities", *Sports medicine*, Vol.39, No.2, pp.147-166, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200939020-00004>

안 홍 준(Hong-jun An)

[정회원]



- 2021년 2월 : 전남대학교 일반대학원 체육학과 (체육학 석사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 전남대학교 일반대학원 체육학과 (체육학 박사 과정)

<관심분야>

운동생리학

김 대 열(Daeyeol Kim)

[종신회원]



- 2015년 7월 : Department of Health and Exercise Science at University of Oklahoma (운동생리학 박사)
- 2018년 9월 ~ 현재 : 전남대학교 사범대학 체육교육과 조교수

<관심분야>

운동생리학