

BFRT가 축구전공 남자대학생의 하지 순발력에 미치는 영향

왕호우¹ · 서한교^{2*}

신한대학교 박사과정¹ · 신한대학교 교수²

Effects of Blood Flow Restriction Training on Explosive Power of Lower Limb for College Students Majoring in Soccer

Wang, Haoyu¹ · Seo, Hankyo^{2*}

Shinhan University¹ · Shinhan University²

Abstract

Purpose: This study mainly explores the impact of the BFR training method combined with soccer special training on the lower limb explosive power of college soccer special students. It provides practical references for combining domestic BFR training methods and soccer special training. **Method:** Eighteen football-specific male college students were randomly divided into a control group and an experimental group, with 9 in the control group undergoing football-specific training only and 9 in the experimental group undergoing BFR training combined with football-specific training. **Results:** After 6 weeks of experimental intervention, there was no significant difference between the 30m sprint, standing long jump and 5-0-5 running test scores of the experimental group and the control group ($p > 0.5$), but the average rate of change of the test scores of the experimental group before and after the experiment was higher than that of the control group, and the effect of intervention on the test scores of the experimental group in the 30m sprint, standing long jump and 5-0-5 running test scores was better than that of the traditional training. Counter Movement Jump (CMJ) intervention effect of the two groups of experimental subjects does not have a significant difference ($p > 0.5$), the experimental group of Counter Movement Jump test scores intervention effect is comparable to the traditional training. The intergroup comparison of left leg thigh circumference measurements between the two groups of subjects was highly significant ($p = 0.009 < 0.01$), and the experimental group had a better intervention effect on thigh circumference than the traditional training. **Conclusions:** Blood flow restriction training enhances lower limb explosive power in football soccer-specific students, mainly in the 30m sprint, standing long jump, 5-0-5 toss, and thigh circumference. A 6-week blood flow restriction training increase in lower extremity explosive strength was not sufficient to improve jumping ability in collegiate football-specific students. The integration of BFR training method into the daily training of college football students has certain feasibility, and compared with the traditional college football training and football special speed explosive force training for college football students to improve the explosive force of the lower limbs has a more obvious effect.

Key words : Blood flow restriction training, KAATSU-training, explosive power, college soccer students

* hkseo@shinhan.ac.kr

I. 서론

현대 경쟁 스포츠에서 축구는 매우 복잡하고 종합적인 운동으로서, 선수들이 우수한 체력, 기술, 전술 인식 및 심리적 소양을 갖추도록 요구된다. 축구 전문 훈련은 선수들의 경기 능력을 전반적으로 향상시키는 것을 목표로 하며, 일반적으로 유산소 및 무산소 훈련, 기술 및 전술 훈련, 그리고 심리 및 팀 협력 훈련을 포함한다(Haugen, Tonnessen & Seiler, 2013). 그러나 운동 과학의 발전에 따라 전통적인 훈련 방법은 더 나은 훈련 효과를 달성하기 위해 신형 훈련 기술과 끊임없이 융합되고 있다.

압박 훈련(제한 혈류 훈련, Blood Flow Restriction Training, BFR)은 최근 몇 년간 운동 훈련 분야에서 큰 관심을 받고 있다. 이 훈련의 특징은 낮은 강도의 운동을 수행할 때 외부 압력을 가하여 혈류를 제한함으로써 낮은 부하에서도 근육 비대와 근력 증가를 유도하는 것이다. 선행 연구에 따르면, 압박 훈련은 근력과 지구력을 향상시키는 데에 탁월한 효과가 있으며, 동시에 운동 손상의 위험을 줄일 수 있다(Tillaar, 2018).

축구 전문 훈련의 특성과 압박 훈련의 장점을 결합하여 두 가지를 유기적으로 융합하는 것은 축구 선수들의 종합 능력을 향상시키는 새로운 방법이 될 수 있다. 기존 연구에 따르면, 압박 훈련을 유산소 및 무산소 훈련과 결합할 때, 선수들의 근지구력, 순발력 및 회복 능력을 현저히 향상시킬 수 있다 (Cruz, Pineda & Palmer, 2017). 또한, 압박 훈련은 일정 부분 경기 중의 고압 환경을 시뮬레이션하여 선수들의 심리적 탄력성과 대응 능력을 향상시키는 데 도움이 될 수 있다.

본 연구는 압박 훈련과 축구 전문 훈련의 결합 가능성을 심층적으로 탐구하고자 하며, 체계적인 실험과 데이터 분석을 통해 축구 선수들의 훈련에 대한 과학적 근거와 실천적 지침을 제공하는 것을 목표로 한다. 우리는 이러한 훈련 방법이 선수들의 체력, 기술 및 심리

상태에 미치는 종합적인 영향을 평가하여 미래의 축구 훈련에 혁신적인 해결책을 제공할 것으로 사료된다.

본 연구는 중국 북경체육대학 축구 전공 학생들을 하체 순발력 실험 대상으로 선택하였다. 첫째, 북경체육대학은 중국 최고의 체육학부로, 축구 전공 학생들이 기술 수준과 신체 능력에서 높은 대표성과 선도성을 지니고 있다. 또한, 대부분의 전공 학생들은 은퇴한 축구 선수이거나 현역 축구 선수이다. 이는 연구에 고품질의 실험 대상을 제공하여 연구 결과의 과학성과 신뢰성을 보장한다. 이러한 학생들의 하지 순발력에 대한 연구를 통해 학술연구분야에 새로운 시각과 방법을 제공하고, 기존의 이론 체계와 실천 경험을 풍부하게 할 수 있을 것으로 사료된다.

II. 연구방법

1. 연구대상

중국 베이징체육대학교 중국축구체대 20학번 학부 남자학생 18명을 대상으로 선정하였고, 대상자 모두 축구종목 전공 학생이며, 무작위로 실험군과 대조군으로 나누어 각 그룹별 9명씩 배정했다. 실험 전 샘플 테스트를 통해 실험 대상자들의 연령, 신장, 체중, 체지방률에 유의한 차이가 없다는 것을 확인하였다. 또한, 실험 대상자는 모두 국가 1급 운동선수 이상이고, 5년 이상의 훈련경력이 있으며, 지난 6개월 동안 하체 근육 손상이 없고 고혈압, 하지정맥류, 빈혈 또는 심

표 1. 실험대상 기본 정보 통계 (n=18)

분류	연령	신장	체중	체지방률
실험군	19.4	178.5	79.5	17.2
대조	19.4	175.9	72.2	14.6
P	0.434	0.133	0.804	0.322
T	0	0.800	1.600	1.014

혈관질환이 없으며, 건강상태가 모두 양호하다. 모든 실험 대상자에게 실험에 대한 안전 주의사항 및 비상 상황 대응정책에 대해 안내하였고 모든 실험 대상자는 자발적으로 본 연구에 참여하였다.

2. 실험 설계 및 훈련방안

모든 실험 대상자는 총 6주 동안의 훈련을 받으며 훈련 기간 매주 2회 실험 중재훈련을 받으며, 매회 중재훈련은 약 90분 동안 진행된다. 실험군은 45분 동안만 실험 중재훈련을 수행하며, 실험 중재훈련은 10분간의 워밍업, 20분간의 축구 전공 훈련, 15분간의 순발력 속도훈련이 포함된다. 실험군의 실험 대상자는 동일한 혈류제한훈련 가압밴드를 사용하여 허벅지 윗부분에서 압박하고, 훈련 첫 주에 압력을 150mmHg으로 설정하고, 최종 압력이 200mmHg에 도달할 때까지 매주 10-20mmHg을 증가시킨다. 중재훈련 후 실험군은 가압밴드를 제거하고 대조군과 함께 45분 동안 축구 기술훈련(예: 패스, 드리블)을 진행한다. 대조군의 훈련 내용은 훈련 첫 45분 동안 허벅지 윗부분의 가압을 하지 않은 점 외에 실험군과 동일하다.

3. 측정지표

이 실험에서 선택한 측정지표는 순발력 지표(30m 스퍼트, 스탠딩점프, 5-0-5 왕복달리기, 버티컬 점프)와 왼쪽 다리 허벅지 둘레가 포함된다. 두 그룹의 실험대상자는 실험 전과 6주간의 실험 중재훈련 후에 각각 관련 지표 측정을 받는다.

1) 30m 스퍼트 테스트

실험 대상자는 출발선 뒤에 출발하여 최대 속도로 스퍼트를 시작하며, 실험 스텝은 이와 동시에 개시를 시작하고 실험 대상자가 종료선을 통과할 때까지 개

시를 종료한다. 실험 대상자는 총 3번의 스퍼트를 진행하고, 1-3분씩 중간 휴식을 취하며, 3번의 성적 평균값을 취한다.

2) 스탠딩점프

실험 대상자의 발끝을 출발선 뒤에 놓은 후, 두 발을 자연스럽게 벌려 제자리에서 멀리뛰기를 한다. 팔을 먼저 앞뒤로 흔들고, 앞발바닥에 중심을 실어 앞으로 몸을 뻗어 점프 한다. 발뒤꿈치를 먼저 착지한 후 발바닥 전체를 차례로 착지하며 마지막으로 무릎을 굽혀 착지를 완충한다. 실험 대상자는 3번의 스탠딩점프 테스트를 수행하고 3번의 성적 평균값을 취한다.

3) 5-0-5왕복달리기

실험 대상자는 중간 시작 마커에서 출발하여 한쪽 라인 끝을 향해 전력으로 질주하고 동시에 실험 스텝은 개시를 시작한다. 한쪽 라인 끝에 도달한 다음 반대쪽 라인 끝을 향해 달리고, 반대쪽 라인 끝에 도달한 다음 다시 출발 마커, 즉 중간 시작 마커로 돌아가면 테스트는 종료되고 실험 스텝은 개시를 중단한다. 다음 테스트는 1분 휴식 뒤 다시 진행하며, 총 3번의 테스트가 모두 완료하면, 3번의 성적 평균값을 취한다.

4) 버티컬 점프

버티컬 점프 측정시스템으로 점프 높이를 측정한다. 실험 대상자는 서 있는 위치에서 양손으로 허리를 잡고 다리를 자연스럽게 벌려 버티컬 점프 측정시스템에 서있고, 점프 전 스쿼트 자세를 먼저 취하되, 스쿼트가 너무 깊지 않도록 한 다음 즉시 수직 점프를 한다. 실험 대상자는 매회 1분 간격으로 총 3번의 버티컬 점프 테스트를 수행하게 되고, 3번의 점프 성적

을 기록하여 평균값을 취한다.

5) 왼쪽 다리 허벅지 둘레 측정

허벅지 둘레를 측정할 때 실험 대상자는 두 다리를 어깨 너비로 자연스럽게 벌려 서 있으며, 실험 스텝은 줄자를 사용하여 실험 대상자의 엉덩이 아랫부분 접히는 곳에 허벅지 둘레를 수평으로 측정한다. 총 3회 측정하여 평균값을 취한다.

4. 통계 분석

모든 원본 데이터는 MS 'Excel'을 사용하여 취합하고, 데이터의 통합 분석 및 정리를 위해 'SPSS 26.0'를 사용한다. 데이터는 모두 '평균값 $\pm$ 표준 편차($M \pm SD$)'로 표시하고, 독립 샘플 T로 두 실험 대상의 각 측정지표의 사전 테스트 및 사후 테스트의 차이를 검증하며, ' $.01 < p \leq .05$ '면 유의한 차이가 있고, ' $p < .01$ '면 매우 유의한 차이가 있는 것으로 본다.

Ⅲ. 결과

1. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 30m 스피드 테스트 결과

표 2. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 30m 스피드 테스트 결과(s)

분류	실험 전	실험 후	P
실험군	4.24 $\pm$ 0.22	4.02 $\pm$ 0.21	0.006
대조	4.32 $\pm$ 0.27	4.15 $\pm$ 0.22	0.046
P	0.956	0.249	

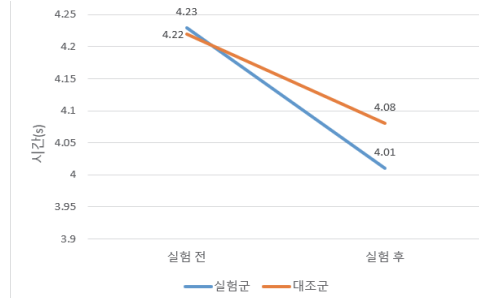


그림 1. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 30m 스피드 테스트 결과

<표 2>와 <그림 1>의 실험 전후 두 그룹의 30m 스피드 테스트 결과에서 볼 수 있듯이, 실험 전 두 그룹의 30m 스피드 테스트 결과($p=0.956>0.05$)에 유의한 차이가 없어서 중재실험은 계획대로 진행될 수 있다. 6주간의 실험 중재 후 실험군과 대조군은 30m 스피드 능력이 향상되었으며, 실험 전후 30m 스피드 테스트 결과 두 그룹 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 실험 후 두 그룹의 30m 스피드 테스트 결과, 그룹 간에 유의한 차이가 없었으나, 실험군 실험 대상자의 30m 스피드 테스트 평균값의 변화는 대조군 실험대상자보다 더 뚜렷하다. 실험 전후 실험군의 30m 스피드 테스트 평균 성적 변화율은 5.2%, 대조군의 변화율은 3.32%로, 축구 전문 훈련과 결합된 혈류 제한훈련의 30m 스피드 테스트 성적 향상 효과가 축구 전문 훈련보다 어느 정도 우수함을 알 수 있다.

2. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 스탠딩점프 테스트 결과

표 3. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 스탠딩점프 테스트 결과 (m)

분류	실험 전	실험 후	P
실험군	2.52 $\pm$ 0.15	2.64 $\pm$ 0.14	0.019
대조	2.56 $\pm$ 0.16	2.64 $\pm$ 0.13	0.157
P	0.749	0.087	

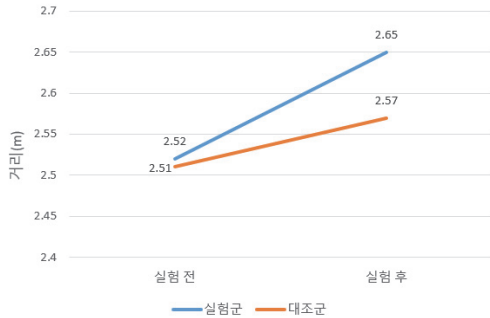


그림 2. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 스탠딩점프 테스트 결과

<표 3>과 <그림 2>의 실험 전후 두 그룹의 실험대상자 스탠딩점프 테스트 결과에서 보여주듯이, 실험 전 두 그룹의 실험대상자 간 스탠딩점프 테스트 성적에는 유의한 차이가 없었고($p=0.749>0.05$), 중재실험은 계획대로 진행될 수 있다. 6주간의 실험 중재 후 실험군과 대조군의 스탠딩점프 테스트 성적은 모두 향상되었으며, 실험군의 실험대상자의 실험 전후 스탠딩점프 테스트 성적은 유의한 차이를 보였고($p=0.019<0.05$), 대조군의 실험대상자의 실험 전후 스탠딩점프 테스트 성적은 유의한 차이가 없었다($p=0.157>0.05$). 실험 후 두 그룹의 실험대상자 스탠딩점프 테스트 결과, 그룹 간에는 유의한 차이가 없었으나, 실험군 실험대상자의 스탠딩점프 테스트 성적 평균값의 변화는 대조군 실험대상자의 평균값보다 더 뚜렷했다. 실험 전후 실험군 실험대상자의 평균 스탠딩점프 테스트 성적 변화율은 5.2%, 대조군 실험대상자의 변화율은 2.4%로, 어느 정도 축구 전공 훈련과 결합된 혈류제한훈련의 스탠딩점프 테스트 성적 향상 효과가 축구 전공 훈련보다 우수함을 알 수 있다.

3. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 5-0-5 왕복달리기 테스트 결과

표 4. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 5-0-5 테스트 결과 (s)

분류	실험 전	실험 후	P
실험군	4.99±0.11	4.77±0.21	0.003
대조	4.99±0.33	4.88±0.25	0.248
P	0.561	0.339	

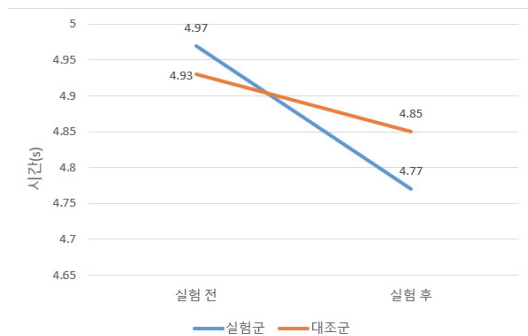


그림 3. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 5-0-5 테스트 결과

<표 4>와 <그림 3>의 실험 전후 두 그룹의 실험대상자 5-0-5 테스트 결과에서 볼 수 있듯이 실험 전 두 그룹의 실험대상자 간에 유의한 차이가 없었고($p=0.561>0.05$), 중재실험은 계획대로 진행될 수 있다. 6주간의 중재실험 후 실험군과 대조군의 5-0-5 테스트 성적은 모두 향상되었으며, 실험군 실험대상자의 실험 전후 5-0-5 테스트 성적 비교 차이는 매우 유의한 차이를 보인($p=0.003<0.01$) 반면, 대조군 실험대상자의 실험 전후 5-0-5 테스트 성적 비교는 유의한 차이가 없었다($p=0.248>0.05$). 두 그룹간 실험 후 5-0-5 테스트 성적에 유의한 차이가 없었으나($p=0.339>0.05$), 실험군 실험대상자의 5-0-5 테스트 성적 평균값의 변화는 대조군 실험대상자의 변화보다 더 뚜렷하다. 실험 전후 실험군 실험대상자의 5-0-5 테스트 평균 성적 변화율은 4%, 대조군 실험대상자의 변화율은 2.2%로,

혈류제한훈련과 축구 전공 훈련의 결합은 5-0-5 테스트 성적에 미치는 영향이 축구 전공 훈련보다 어느 정도 우수함을 알 수 있다.

4. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 버티컬 점프 테스트 결과

표 5. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 버티컬 점프 테스트 결과(cm)

분류	실험 전	실험 후	P
실험군	35.385±6.485	36.7±6.97	0.367
대조	34.45±8.48	35.515±8.315	0.667
P	0.369	0.267	

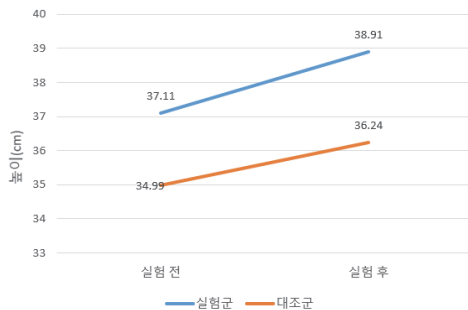


그림 4. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 버티컬 점프 테스트 결과

<표 5>와 <그림 4>의 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 버티컬 점프 테스트 결과에서 볼 수 있듯이 실험 전 두 그룹의 실험대상자 간에 유의한 차이가 없었고($p=0.369>0.05$), 중재실험은 계획대로 진행될 수 있다. 6주간의 중재실험 후 실험군과 대조군의 버티컬 점프 테스트 성적은 모두 향상되었으며, 실험군의 실험 전후 버티컬 점프 테스트 성적은 유의한 차이가 없었고($p=0.367>0.05$), 대조군의 실험 전후 버티컬 점프 테스트 성적은 유의한 차이가 없었다($p=0.667>0.05$). 실험

후 버티컬 점프 테스트 두 그룹 간에는 유의한 차이가 없었으나($p=0.267>0.05$) 실험군 실험대상자의 평균 버티컬 점프 테스트 성적 변화는 대조군의 변화에 비해 유사한 폭으로 증가하였다. 실험 전후 실험군의 평균 버티컬 점프 테스트 성적 변화율은 4.9%, 대조군의 변화율은 3.6%이다. 축구 전문 훈련과 결합된 혈류제한훈련의 버티컬 점프 테스트 성적에 대한 개선 효과는 축구 전문 훈련과 동일하다.

5. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 왼쪽 다리 허벅지 둘레 재기 결과

표 6. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 왼쪽 다리 허벅지 둘레 재기 결과(cm)

분류	실험 전	실험 후	P
실험군	57±6	61±6	0.042
대조	58.5±6.5	59.5±7.5	0.538
P	0.113	0.009	

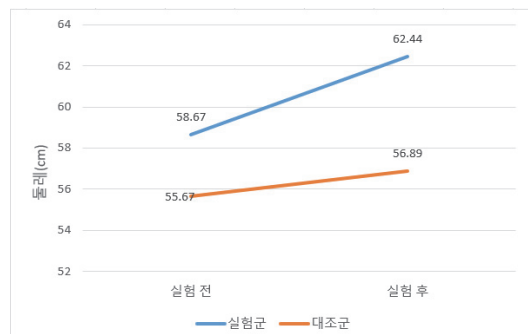


그림 5. 실험 전후 두 그룹의 실험 대상자 왼쪽 다리 허벅지 둘레 재기 결과

<표 6>과 <그림 5>의 실험 전후 두 그룹의 왼쪽 다리 허벅지 둘레 재기 결과에서 볼 수 있듯이 실험 전 두 그룹 간에 유의한 차이가 없었고($p=0.113>0.05$), 중재실험은 계획대로 진행될 수 있다. 6주간의 중재실험

험 후 실험군과 대조군의 왼쪽 다리 허벅지 둘레는 모두 증가하였고, 실험군의 왼쪽 다리 허벅지 둘레는 실험 전후 매우 유의한 차이를 보였으나($p=0.042<0.05$), 대조군 실험대상자의 왼쪽 다리 허벅지 둘레 측정에 유의한 차이가 없었다($p=0.538>0.05$). 실험 후 두 그룹 실험대상자 비교했을 때 왼쪽 다리 허벅지 둘레는 매우 유의한 차이가 있었다($p=0.009<0.01$). 축구 전공 훈련과 결합된 혈류제한훈련은 축구 전공 훈련보다 왼쪽 다리와 허벅지 둘레 값의 개선에 더 효과적인 것으로 보인다.

IV. 분석 및 논의

1. 혈류제한훈련이 30m테스트 성적에 대한 영향 분석

본 연구에 따르면, 실험 후 실험군과 대조군의 30m 테스트 결과가 모두 어느 정도 향상되었다. 30m 스피드 테스트는 선수의 하지 순발력을 간접적으로 평가하는 지표이며, 30m 스피드 테스트는 선수의 수평 방향 하지 순발력을 평가할 수 있으므로 혈류제한훈련 법과 축구 전공 훈련을 결합한 실험군의 훈련은 대학 축구 전공 학생의 수평 방향 하지 순발력 향상하는데 대조군보다 효과가 우수하다. 실험대상자는 모두 중국 베이징체육대학교 중국축구체대 전공학생이고 1급 이상의 우수한 축구선수이기 때문에, 체력훈련에 비교적 빠르게 적응할 수 있었으며, 실험군과 대조군 모두 속도와 순발력은 훈련 후 어느 정도 향상되었다. 현재까지 대학 축구 전공 학생들의 하지 순발력을 향상시키기 위해 축구 전공 훈련과 결합된 혈류제한훈련에 대한 연구는 많이 없었지만 Delecluse 등의 연구에 따르면, 축구 전공 훈련과 결합된 혈류제한훈련을 통해 근력을 어느 정도 증가시키고 단거리 스피드 성적을

향상시킬 수 있다 (Delecluse, Coppenolle, Willems, Leemputte, Diels & Goris, 1995). 고강도 저항 훈련은 초기 가속(1단계)을 높일 수 있고, 고속 스피드 훈련(중거리 달리기)은 최대 속도에 도달하는 속도(2단계)를 높일 수 있다. 또한, 상대 근력(예: 키로 당 최대 근력)은 30m 스피드 테스트 중 0~2.5m 사이 단거리 달리기의 스타팅과 연관 있으므로, 혈류제한훈련에 의해 발달된 근육 증가 및 근력 증가는 30m 단거리 스피드 속도의 개선을 나타냈으며, 본 연구 측정 결과는 Young W의 선행연구와 일치하므로, 축구 전공 훈련과 축구 속도 순발력 훈련을 결합한 혈류제한훈련은 대학 축구 전공 학생의 하지 순발력 키우는데 긍정적인 영향을 미친다 (Young, Mclean, & Ardagna, 1995).

2. 혈류제한훈련이 스탠딩점프 성적에 대한 영향 분석

본 연구에 따르면, 6주간의 중재실험 훈련 후 실험군과 대조군의 실험대상자의 스탠딩 점프 테스트 성적은 모두 어느 정도 향상하였다. 스탠딩 점프 테스트는 선수의 하지 순발력을 간접적으로 평가하는 지표이며, 선수의 수평방향 운동 하체 순발력을 평가할 수 있다. 스탠딩 점프 테스트는 중국 대학교, 중학교, 초등학교 체력검사의 지표 중 하나로, 주로 하지 순발력과 신체협조력을 테스트하는데 목적이다. 따라서 혈류제한훈련과 축구 전공 훈련을 결합한 실험군의 훈련은 축구 전공 학생의 수평 방향 하지 순발력 향상하는데 대조군보다 효과가 우수하다. Hackney의 연구에 따르면, 혈류제한훈련은 무릎 신장근육의 성장을 촉진할 수 있으며, 저부하 혈류제한훈련을 통해 하지 신장근육의 성장을 촉진하게 되고, 속근섬유 비율을 증가시켜 순발력을 향상시킬 수 있다 (Hackney, Everett, Scott, Ploutz, 2012). 혈류제한훈련과 축구 특공 훈련을 결합한 실험대상자는 하지 근력이 증가하여 하지 순발력을 향상되었다. 본 연구와 선행연구들을 결합해

보면, 혈류제한훈련을 통한 근력 증가가 대학 축구 선수의 스탠딩 점프 테스트 성적을 향상시킬 수 있다는 것으로 보인다.

3. 혈류제한훈련이 5-0-5왕복달리기 성적에 대한 영향 분석

본 연구 결과에 따르면, 실험 후 실험군과 대조군의 5-0-5 테스트 성적이 어느 정도 향상되었다. 혈류제한훈련과 축구 전공 훈련 및 속도 순발력 특별훈련을 결합한 대학 축구 전공 학생의 5-0-5 테스트 성적 향상이 아주 뚜렷하다. 5-0-5 테스트에서 실험대상자의 순발력을 정확하게 테스트하기 위해 테스트 거리를 짧게 설정하였고, 실험대상자는 최단 시간 내에 2번의 급정지와 3번의 순간 출발을 수행해야 한다. 축구 경기에서, 특히 공수 전환 과정에서 추수선수는 최대 전력 질주를 한 후 급정지에 이어 다시 전력 질주를 하는 경우가 많다. 중재실험 과정에서 이러한 최대 반환 스퍼트도 반복되며, 동시에 혈류제한훈련과 결합하여 실험대상자의 하지 근력과 순발력이 증가되고 반환 스퍼트 능력이 크게 향상되었다. Tillaar의 연구에 따르면, 혈류제한훈련을 중재한 실험에서 반환 스퍼트 성적이 크게 향상되었으며, 반환 스퍼트 테스트를 수행한 실험대상자의 거의 스텝마다 속도를 높이고 있고, 14번째 스텝까지 최대 속도에 도달한다 (Tillaar, 2018). 단거리 달리기 선수보다 최대 속도에 도달하는 시간이 훨씬 빨랐으며, 이는 축구 선수의 경기 특성상 최단 시간 내에 최대 속도에 도달해야 하기 때문이다. 따라서 혈류제한훈련과 결합한 축구 전공 훈련은 대학 축구 전공 학생의 5-0-5 테스트 성적에 유의한 향상을 줄 수 있다.

4. 혈류제한훈련이 버티컬 점프 테스트 성적에 대한 영향 분석

실험 후 실험군 실험대상자와 대조군 실험대상자를 비교했을 때 버티컬 점프 테스트 성적은 어느 정도의 향상이 있었으나, 전반적인 향상효과는 뚜렷하지 않게 나타났다. 버티컬 점프 테스트는 운동자의 수직방향 순발력을 평가하는 중요한 지표로 축구 특공 훈련과 결합된 실험군의 혈류제한훈련은 대학 축구 전공 학생의 수직방향 하지 순발력 향상 효과가 대조군보다 우수했지만 두 그룹 모두 큰 효과가 없었다.

본 연구에서 하지 순발력과 연관된 일부 테스트에서 실험군 실험대상자의 성적은 대조군보다 높았지만 혈류제한훈련은 버티컬 점프 성적에 크게 향상 주지 않았다. DeWeese의 연구에 따르면, 혈류제한훈련이 점프 능력 향상에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 이것은 본 연구의 실험 데이터와 거의 일치하고, 즉 저부하 운동과 결합된 혈류제한훈련은 점프 능력을 향상시키지 않았다 (Deweese & Nimphius, 2015). 또한 한 연구에서는 혈류제한훈련이 저항 훈련보다 버티컬 점프의 최대 전력을 증가시킬 수 있음을 증명했지만, 이는 혈류제한훈련 동안 고부하(70% 1RM)를 설정하였기 때문이다. Cormie는 전력의 증가는 주로 신경 메커니즘에 의해 주도되고 신경 메커니즘은 고부하 저항훈련에 의해 키우게 되어, 훈련 방법에 따라 다른 결과가 나타날 수 있다고 밝혔다 (Cormie, McGuigan & Newton, 2011). 본 연구에서 적당한 근육 둘레와 근력 증가는 점프 성적을 향상시키기엔 충분하지 않았다. 혈류제한훈련을 통해 축구선수의 점프 능력을 향상시키려면 근육 둘레와 근력의 증가 폭이 훨씬 더 크게 요구되며, 이는 더 장시간의 혈류제한훈련이나 더 고부하 훈련이 지속해야 더 큰 근육 둘레와 근력이 증가하여 선수의 점프 능력을 향상시킬 수 있을 것이다. 실험군 실험대상자의 버티컬 점프 성적은 대조군 실험대상자의 버티컬 점프와 유사

한 향상을 보였으며, 이는 혈류제한훈련이 대학 축구 전공 학생의 버티컬 점프 테스트 성적에 유의한 향상을 주지 못했음을 나타낸다.

5. 혈류제한훈련이 허벅지 둘레길이에 대한 영향 분석

본 연구에 따르면, 실험 후 실험군과 대조군의 왼쪽과 오른쪽 허벅지 둘레가 모두 어느 정도 증가하였다. Loenneke 등의 연구에 따르면, 혈류제한훈련은 1RM의 20~30%의 저부하에 근육 강도와 크기를 증가할 수 있다(Loenneke, Wilson, Marin, Zourdos & Bembien, 2012). 또한 Takarada가 혈류제한훈련은 다양한 메커니즘 요인의 영향을 통해 근력과 크기를 증가시키며, 연구 대상인 메커니즘에는 대사의 축적(Takarada, Nakamura, Argua, Onda, Miyazaki & Ishii, 2000), Takarada는 속근섬유 모집, Paulo Gentil는 라파마이신 분비 경로에 포유동물 타킵으로 한 단백질 합성을 언급하였으며(Gentil, Oliveira & Bottaro, 2006), Loenneke는 근육 세포 부종도 포함되었다고 밝혔다(Loenneke, Fahs, Rossow, Abe & Bembien, 2012). 본 연구에서는 축구 전공 훈련과 결합된 혈류제한훈련을 수행하여 실험 전후 실험대상자의 허벅지 둘레를 측정하였고, 실험군의 허벅지 둘레를 측정한 결과 유의한 효과가 있었고 실험군의 왼쪽 다리 허벅지 둘레와 오른쪽 다리 허벅지 둘레가 모두 증가하였으며, 이는 N. Ishii의 저항훈련을 결합한 혈류제한훈련 연구 및 Wilson Jacob M가 발표한 초음파를 사용한 근육 크기 변화를 측정하는 혈류제한훈련 연구의 결과와 모두 일치하였다(Ishii, Madarame, Odagiri, Naganuma & Shinoda, 2005; Wilson, Lowery, Joy, Lonneke & Naimo, 2013). 또한 Abe를 비롯한 혈류제한훈련과 연관된 두 연구에서, 혈류제한훈련 후 허벅지 근육 단면이 크게 증가하였음을 언급했다. 연구 결과를 종합해 보면, 축구 전공 훈련과 결합된 혈류제한훈련 방법을 사용함

으로 대학 축구 전공 학생의 허벅지 근육 둘레가 증가할 수 있다.

V. 결론

혈류제한훈련은 축구 전공 학생의 하지 순발력을 향상시킬 수 있고, 이는 30m 스피드, 스탠딩 점프, 5-0-5 왕복달리기와 허벅지 둘레길이 등 다방면에서 나타날 수 있다.

6주 동안의 혈류제한훈련을 통한 하지 순발력의 증가는 대학교 전공 학생의 점프능력의 증가를 나타냈다.

혈류제한훈련을 대학교 축구 전공 학생의 일상훈련에 결합하는 것은 어느 정도 실현 가능성이 있고, 전통적인 대학교 축구 전공 훈련과 축구 전공 속도 순발력 훈련에 비해, 대학교 축구 전공 학생의 하지 순발력 향상에 유의한 효과를 줄 수 있을 것으로 사료된다.

한국과 중국의 축구 훈련 체계와 선수의 디벨롭 로직이 많이 유사하지만, 다른 문화적 특색을 가지고 있고 방법론적 차이도 존재한다. 북경체육대학 학생들에 대한 연구를 통해 이러한 차이를 발견하고 분석함으로써 한국 축구 훈련의 최적화에 유의한 참고자료를 제공할 수 있다고 사료된다. 특히, 글로벌화 배경에서 스포츠 과학 연구의 국제적 교류와 협력이 점점 더 중요해지고 있으며, 국제 연구는 양국의 학문적 발전과 스포츠 발전을 촉진하는 데 기여할 수 있다.

마지막으로, 중국 북경체육대학 축구 전공 학생들의 하지 순발력에 대한 연구는 양국 간 축구 훈련 및 스포츠 과학 연구 분야에서 협력을 증진시킬 수 있다. 이는 양국의 전문가와 학자 간의 교류와 협력을 촉진하고, 연구 수준을 향상시키며, 스포츠 과학의 발전을 도모할 것이다. 이러한 국제적 협력은 각국의 축구 훈련에서의 실제 문제를 해결하는 데 도움을 줄 뿐만 아니라, 글로벌 스포츠 과학의 발전에도 기여할 수 있다.

참고문헌

- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(2), 278-285. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.000.0113478.92945.CA>
- Girard, O., Brocherie, F., Morin, J., Degache, F., & Millet, G. P. (2015). Comparison of Four Sections for Analyzing Running Mechanics Alterations During Repeated Treadmill Sprints. *Journal of Applied Biomechanics*, 31(5), 389-395. Retrieved Aug 29, 2024, <https://doi.org/10.1123/jab.2015-0049>
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1--biological basis of maximal power production. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(1), 17-38. <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 349-357. <https://doi.org/10.1519/14323.1>
- Cruz, M. R., Pineda, J. G., Regala, M., & Kwon, J. (2017). Reliability and relationships between rectus femoris muscle size and hip flexion maximal and explosive strength. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*, 2(9), 79. <https://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol2/iss9/79/>
- Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E., Van Leemputte, M., Diels, R., & Goris, M. (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(8), 1203-1209.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of Strength Training and Conditioning (4th ed.)*. Human Kinetics. <https://books.google.co.kr/books?id=bfuXCgAAQBAJ>
- Gil, S. M., Zabala-Lili, J., Bidaurrezaga-Letona, I., Aduna, B., Lekue, J. A., Santos-Concejero, J., & Granados, C. (2014). Talent identification and selection process of outfield players and goalkeepers in a professional soccer club. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1931-1939. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.964290>
- Girard, O., Micallef, J. P., & Millet, G. P. (2011). Changes in spring-mass model characteristics during repeated running sprints. *European Journal of Applied Physiology*, 111(1), 125-134. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1638-9>
- Hackney, K. J., Everett, M., Scott, J. M., & Ploutz-Snyder, L. (2012). Blood flow-restricted exercise in space. *Extreme Physiology & Medicine*, 1(1), 12. <https://doi.org/10.1186/2046-7648-1-12>
- Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2013). Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995-2010. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(2), 148-156. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.2.148>
- Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Abe, T., & Bembien, M. G. (2012). The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Medical Hypotheses*, 78(1), 151-154. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.10.014>
- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marín, P. J., Zourdos, M. C., & Bembien, M. G. (2012). Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1849-1859. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2167-x>
- Loturco, I., Pereira, L. A., Cal Abad, C. C., D'Angelo, R. A., Fernandes, V., Kitamura, K., Kobal, R., & Nakamura, F. Y. (2015). Vertical and Horizontal Jump Tests Are Strongly Associated With Competitive Performance in 100-m Dash

- Events. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1966-1971. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000849>
- Glaister, M., Howatson, G., Pattison, J. R., & McInnes, G. (2008). The reliability and validity of fatigue measures during multiple-sprint work: an issue revisited. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1597-1601. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318181ab80>
- Ishii, N., Madarame, H., Odagiri, K., Naganuma, M., & Shinoda, K. (2005). Circuit training without external load induces hypertrophy in lower-limb muscles when combined with moderate venous occlusion. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(1), 24-28. <https://doi.org/10.3806/ijkr.1.24>
- Gentil, P., Oliveira, E., & Bottaro, M. (2006). Time under tension and blood lactate response during four different resistance training methods. *Journal of Physiological Anthropology*, 25(5), 339-344. <https://doi.org/10.2114/jpa.25.339>
- Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., & Ishii, N. (2000). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 88(1), 61-65. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.1.61>
- Takarada, Y., Takazawa, H., & Ishii, N. (2000). Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(12), 2035-2039. <https://doi.org/10.1097/00005768-200012000-00011>
- Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2015). Monitoring Fatigue During the In-Season Competitive Phase in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(8), 958-964. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0004>
- Van den Tillaar R. (2018). Comparison of Step-by-Step Kinematics in Repeated 30-m Sprints in Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(7), 1923-1928. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002429>
- Williams, C. A., Oliver, J. L., & Faulkner, J. (2011). Seasonal monitoring of sprint and jump performance in a soccer youth academy. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(2), 264-275. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.2.264>
- Wilson, J. M., Lowery, R. P., Joy, J. M., Loenneke, J. P., & Naimo, M. A. (2013). Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 3068-3075. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828a1ffa>
- Young, W., McLean, B., & Ardagna, J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(1), 13-19.

논문투고일 : 2024. 07. 08.

심사일 : 2024. 07. 19.

게재확정일 : 2024. 08. 06.