

저강도 고반복 저항성 및 파워 복합훈련이 대학 복싱선수의 안정 시 타액 코티졸 수준 및 하지 등속성 근력 발현에 미치는 효과

The Effects of Low-Load High-Repetition Resistance and Power Complex Training on the Rest Cortisol Levels and Lower Limb Isometric Strength Expression in Collegiate Boxers

이선형(한국체육대학교 석사) · 김선혜(한국체육대학교 박사과정) · 허기주(한국체육대학교 교수) · 조인호*(한국체육대학교 교수)

Sun-Hyeong Lee Korea National Sport University · Sun-Hye Kim Korea National Sport University · Gi-ju Heo Korea National Sport University · In-Ho Cho Korea National Sport University

요약

이 연구는 6주간 저강도 고반복 저항성 및 파워 복합훈련이 대학 복싱 선수들의 안정 시 코티졸 수준과 하지 등속성 근력에 미치는 변화를 확인하는 것에 그 목적이 있다. 대상자는 서울의 K 대학교 대한복싱연맹에 등록된 복싱선수 15명을 무작위 선정하여 총 6주간 주 3회 훈련 프로그램을 진행하였다. 오전에는 고강도 저반복 집단(n=7)에서 1RM의 85% 저항성 운동을, 저강도 고반복 집단(n=8)에는 1RM의 45% 저항성 운동을 적용하였으며, 오후에는 두 집단 모두 동일한 플라이오메트릭 운동을 수행하였다. 연구 결과는 두 집단 모두에서 하지의 등속성 근력의 최대근력과 근파워 능력이 향상되었으며, 고강도 저반복 저항성 운동 집단에 비해 저강도 고반복 저항성 운동 집단에서 안정 시 코티졸 수준이 낮게 나타났다. 이러한 결과를 토대로 종목 특성 및 체력 상태, 훈련 시즌 등을 고려하여 저강도 고반복 저항성 및 복합훈련의 적용하는 것이 적합할 것으로 생각된다.

핵심 단어: 복합훈련, 복싱선수, 코티졸, 등속성근력, 저항성운동, 플라이오메트릭운동

Abstract

This study aimed to examine how a 6 week training program, incorporating low load high repetition resistance and power complex training, affects the resting cortisol levels and lower limb isokinetic strength in collegiate boxers. A total of 15 boxing athletes registered with the Korea Boxing Federation at K university in Seoul were randomly selected to participate in a training program conducted three times a week. In the AM times, the high-load low-repetition group (n=7) performed resistance exercises at 85% of their 1RM, while the low-load high-repetition group (n=8) engaged in resistance exercises at 45% of their 1RM. In the PM times, both groups carried out the same plyometric exercises. The study's findings revealed that both groups demonstrated enhancements in their maximum isokinetic strength and lower limb muscle power. Moreover, the low-load high-repetition resistance exercise group exhibited lower resting cortisol levels in comparison to the high load low repetition resistance exercise group. In conclusion, considering the specific characteristics of the sport of boxing, the athletes' physical condition, and the training season, it is suggested that a supplementary application of the low-load high-repetition resistance and complex training approach is appropriate.

Key words: Complex training, Boxer, Cortisol, Isokinetic strength, Resistance training, Plyometric training

* judo69@knsu.ac.kr

I. 서론

복싱은 가로세로 6.1m 정사각의 링 안에서 두 선수가 3분 3라운드 동안 공격과 방어를 동시에 수행하여 경기를 치르는 격투 종목(장한곤 등, 2019)으로써 높은 체력 수준이 요구된다(El-Ashker & Nasr, 2012). 복싱 경기는 1/6초의 빠른 속도로 잭(jab), 훅(hook) 등 다양한 펀치 기술이 사용하며, 과거에는 포인트제로 아웃복싱 스타일이 경기를 주도했다면, 현재는 채점제로 바뀌어 근거리에서 강력한 공격을 하는 인파이터 스타일이 주류가 되고 있다(이성열 및 권문석, 2020).

복싱 경기력을 향상하기 위한 몇 가지 신체적 요소로는 팔 길이가 길수록 공격이 유리하며, 상체 근력과 근지구력의 발달이 연타 공격을 수행하고 상대를 녹아웃 시키는 데에 기여한다(Loturco et al., 2016). 반면, 하체의 경우 반복적이고 빠른 스텝을 위한 민첩성이 필요하며, 강한 코어 힘은 공격과 방어의 안정성을 높인다(Rimkus et al., 2019). 특히 하지의 강력한 힘은 상체인 몸통, 어깨 및 팔에 전달되어 높은 충격을 가하는 펀치 공격이 가능하게 한다(김정주 등, 2013; 홍장표 등, 2004). 따라서 하지의 근력과 근파워를 위한 체력 훈련은 복싱 경기력을 높이기 위한 필수 요소이다(Bompa & Buzzichelli, 2015). 이에 따라 선수들은 체력 훈련을 주기화하여 최대근력을 높이고 폭발적인 근력을 발휘하도록 훈련하게 된다(Ferdiana et al., 2020). 하지만 근력 향상 이후 근파워로 체력이 전환되어야 할 시기에, 최대근력은 여전히 높지만, 근파워로의 체력 전이가 빠르게 이루어지지 않기도 한다(김현권, 2009).

이때 적합한 훈련 방법의 하나로 플라이오메트릭 운동을 적용하는 것이다. 플라이오메트릭 운동은 신장단축주기원리(Stretch-Short-Cycle; SSC)에 기반하여 근신경계 발달과 함께 빠르고 탄성적 폭발적인 힘의 발현을 촉진하는 운동 방법이다(최공집, 2015; Markovic & Mikulic, 2010). 주로 점프, 스프린트, 파워를 발휘하는 동작에 적용되며, 다양한 종목 선수들의 훈련으로써 등속성 근기능과 민첩성 등의 체력 향상이 보고되고 있다(안정훈 및 홍원택 2001; Franco Marquez et al., 2015; Mikkola et al., 2007). 복싱 선수들의 경우 종목 특성에 맞게 저항성 운동과 플라이오메트릭 운동을 조합한 훈련 적용을 통해 근파워의 효율성을 높이게 되는데, 최대근력을 유지한 채로 근파워로의 체력 전이를 통해 복싱 경기력에 도움을 줄 수 있게 된다(안정훈 및 홍원택, 2001; 이상현 및 강형석, 2013).

한편 투기 종목 선수들에게 근력 발달을 위한 저항성 운동은 주로 고강도의 훈련으로 권장되고 있다(김명수 등, 2019). 특히 오랜 시간 반복된 훈련으로 근비대 또는 근력 향상 반응을 얻기 어려운 고도로 훈련된 선수들이 고강도 저반복의 방식으로 근력 발달을 도모하게 된다(김명수 등, 2019; Broussal-Derval & Ganneau, 2017; Jiang, 2023; Milanovic, Sporis, & Weston, 2015). 복싱에서도 마찬가지로 중량급 선수들은 주로

한 번의 강력한 공격으로 상대를 녹아웃 시키는 인파이트 기술에 중점을 두게 됨에 따라 고강도 저반복의 훈련을 사용하게 된다(김광준 및 허기주, 2014).

반면, 경량급 선수들은 빠른 스피드와 지속적인 움직임을 유지하기 위해 근지구력과 근파워 기술이 중요함에 따라 체급에 맞는 훈련방식의 적용이 필요할 수 있다. 또한 시합 시즌 동안 체중감량 단계에서 고강도 저반복의 훈련은 피로를 증가시키고 컨디션 조절을 어렵게 만들 수 있게 되는데(김광준 및 허기주, 2014; Lenetsky, 2013), 이러한 과도한 훈련이 스트레스 호르몬 코티졸 농도를 증가시키게 된다. 이러한 호르몬 작용은 근합성을 방해하고, 에너지를 더 많이 보유하기 위해 식욕을 높여 체지방 감량에 부정적인 영향을 줄 수 있다(곽이섭 및 백일영, 2000).

이로 보아 체급이나 훈련 시점에 따라서는 저강도 고반복 운동방식이 더 적합할 것으로 예상되는데, 최근 연구 결과들에 따르면 저강도 고반복 방식은 고강도 저반복 방식과 동일한 근육의 성장과 힘 향상이 보고되고 있다(임창현 및 김창근, 2020; Jenkins et al., 2016; McIntosh et al., 2023). 운동 강도보다 운동 횟수나 양이 더 중요할 수 있으며, 저부하로 지칠 때까지 반복하는 것이 근섬유의 운동 단위 동원율을 증가시켜 근성장을 이루는 데 도움이 된다는 주장이 뒷받침되고 있다(Schoenfeld et al., 2017).

따라서 근력 유지와 근파워 전이를 위해 저항성 운동과 플라이오메트릭 복합 훈련이 중요하지만, 이를 적용할 때에는 복싱 선수들의 체급 특성과 훈련 시기에 따라 고강도 저반복 또는 저강도 고반복 훈련방식이 고려되어야 한다. 이러한 선택은 선수들의 목표와 신체적 요구에 따라 최적의 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 현재까지 이와 관련하여 복싱선수를 대상으로 한 연구가 부족한 실정이므로 잘 훈련된 선수집단에서 효과를 검증하는 연구는 중요한 훈련자료로 가치가 있을 것이다.

이에 본 연구는 저강도 고반복 훈련방식을 적용한 저항성 운동과 근파워 전이를 위한 플라이오메트릭 복합훈련이 대학 복싱 선수들의 스트레스 인자인 안정 시 코티졸 수준과 하지 등속성 근기능에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

연구 대상자는 서울 내 대학교 체육학과에 재학생으로 대한복싱연맹에 등록된 복싱선수 15명을 무작위로 선정하였다. 집단은 1RM의 85% 강도를 적용한 고강도 저반복 저항성 운동과 플라이오메트릭 운동을 수행한 집단(H-L), 1RM의 45% 강도를 적용한 저강도 고반복 저항성 운동과 플라이오메트릭 운동을 수행한 집단(L-H)으로 구분하였다. 연구 대상자들에게 연구의 목적과 방법, 실험 동안 잠재적인 위험 요인 등을 충분히 설명하였으며, 자발적인 참여 동의서를 받아 진행하였다.

본 연구는 한국체육대학교 윤리위원회의 승인(20220325-006)을 받아 실행되었으며 연구 대상자들의 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 대상자의 특성

Subject	n	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	SMM (%)	BF (%)
H-L	7	22.3±1	182.6±3.9	83.5±16	49.8±2.7	15.2±8.8
L-H	8	21.7±0.5	176.3±8.6	72.5±23.9	53.1±6.1	10.3±8.9

Values : Mean ± Standard deviation

SMM% : skeletal muscle mass

BF% : body fat

H-L: 고강도-저반복 저항성 운동 + 플라이오메트릭 운동 집단

L-H: 저강도-고반복 저항성 운동 + 플라이오메트릭 운동 집단

2. 연구 내용

연구 대상자들은 총 6주 동안 주 3회 복합훈련을 하였으며, 오전에는 저항성 운동 1회 90분 이내로 수행하였으며, 오후에는 플라이오메트릭 운동 1회 60분 이내로 수행하였다. 이 연구는 운동수행력과 피로도를 확인하기 위해 사전, 사후로 신체조성, 하지 등속성 근기능 그리고 훈련이 종료되는 시점의 안정 상태에서 코티졸 수준을 측정하였다.

1) 훈련 프로그램

연구의 방향성과 적합성을 확보하기 위해 역도와 복싱 전문 실기 교수진의 자문을 받아 종목 특성을 고려하여 훈련 프로그램을 설계하였다. 총 6주 중 초기 2주 동안은 부상 위험을 고려하여 운동 적응을 잘할 수 있도록 지도하였으며, 팀 스케줄과 오버트레이닝 되지 않도록 고려하였다. 저항성 운동의 경우 사전에 각 동작에 대한 1RM을 측정하여 운동강도를 개인별로 설정하였다. 고강도 저반복 집단(H-L)의 경우 1RM의 85% 강도로 4~5회의 반복 횟수로 총 3세트 실시하였으며, 저강도 고반복 집단(L-H)의 경우 1RM의 45% 강도로 1분 동안 약 60회를

표 2. 저항성 운동 프로그램

group	H-L	L-H
intensity	1RM 85%	1RM 45%
exercise	1) 백스쿼트 Back Squat 2) 워킹런지 Walking Lunge 3) 벤치 프레스 Bench press 4) 풀업 Pull up 5) 저크 Jerk 6) 파워클린 Power clean 7) 데드리프트 Dead lift 8) 리버스 크런치 Rivers Crunch	
rep	4~5R	at a speed of 60 rep per minute until exhaustion
set	3set	
frequency	3 times a week for 6 weeks	
time	within 90 minutes(morning session)	

표 3. 플라이오메트릭 운동 프로그램

group	H-L	L-H
exercise	1) 점프 푸쉬업 jump push up 2) 점프 스쿼트 squat jump 3) 런지 점프 lunge jump 4) 널링 점프 kneeling jump 5) 인아웃 스쿼트 점프 in & out squat jump 6) 버티컬 점프 vertical jump	
rep	maximum speed 10~15R	
set	3~4set	
frequency	3 times a week for 6 weeks	
time	within 60 minutes(afternoon session)	

진행할 수 있는 속도로 동작 수행 실패 지점까지 총 3세트를 진행하였다. 플라이오메트릭 운동의 경우 하체의 근력이 파워로 전환이 용이한 동작들로 구성하였다. 각 10~15회 반복 횟수로 3~4세트로 수행하되, 모든 동작은 호각에 맞춰 1회씩 최대한의 파워와 속도로 수행하도록 피드백하였다. 이러한 훈련은 최대의 노력에 따른 높은 부하와 근육 스트레스로 가해져 부상의 위험이 있으므로 선행연구(최경택 등, 1994; 김윤용, 2009)에 따라 세트 간 1~3분의 충분한 휴식 시간을 적용하였으며, 훈련 프로그램은 <표 2>, <표 3>과 같다.

3. 측정 항목 및 방법

1) 체성분 측정

연구 대상자들은 체성분 분석기(Inbody 770, Korea)로 측정하였으며, 이때 측정 오류를 최소화하기 위해 측정 전 신체에 모든 금속류를 제거하고 간편한 복장으로 환복 후 진행하였다. 측정 항목은 체중, 근육비율, 체지방을 등이다.

2) 1RM 측정

대상자들은 NSCA (National Strength Conditioning Association)에서 권장하는 선행연구(Baechle & Earle, 2008)를 기반으로 측정하였다. 테스트 전 각 측정 항목에 대한 준비운동을 하였으며, 상체는 5~10kg, 하체는 15~20kg의 무게를 점진적으로 증가시켜 3~5RM을 수행한 후, 충분한 휴식 뒤 1RM을 측정하였다. 경우에 따라 부상 위험으로 1RM을 직접 측정하기 어려운 경우 10RM 이내로 간접측정을 하였다. 이때 사용된 공식은 다음과 같다($0.025 \times \text{반복 횟수} \times \text{들어 올린 무게(kg)} + \text{들어 올린 무게(kg)}$) (Haff & Triplett, 2015).

3) 등속성근기능 측정

CSMI (Humac Norm, USA)를 사용하여 무릎의 등속성 근력, 최대근력과 근파워 그리고 지구력 3가지를 측정하였다. 대상자들에게 충분한 설명과 연습으로 장비에 익숙해지도록 하였으며, Perrin(1993), 윤재량(2013)의 연구를 참고하여 무릎관절의 가동범위를 0°에서 90°로 설정하여 측정하였다. 각속

도와 반복 횟수는 최대근력은 60°/sec에서 3회, 체중당 Peak Power 값을, 근파위는 180°/sec로 3회를, 체중당 Average Power 값을, 근지구력은 240°/sec로 15회를, Total Work 값으로 사용하였다.

4) 안정 시 코티졸 측정

코티졸 측정은 훈련 프로그램 종료 후 다음 날 오전 기상 직후, 점심 12시 전, 오후 6시 저녁 식사 전, 취침 11시 전 총 4회에 걸쳐 수집하였다. 타액을 채취하기 전에 물로 입 안을 헹구고, 양치 또는 음식물 섭취 30분 이상 경과 한 뒤에 약 3ml의 타액을 검사 튜브에 채취하여 냉동 보관하고 전문업체에 분석을 의뢰하였다.

4. 자료처리 및 평가 방법

이 연구에서는 수집된 자료는 SPSS 25.0 통계프로그램을 이용하여 각 변수의 평균과 표준편차를 계산하였다. 각 측정 항목에 대한 집단 및 시기 간의 상호작용 효과를 검정하기 위해 이원반복측정 분산분석(two-way repeated measured ANOVA)을 사용하였으며, 시기 간 차이는 paired t-test를, 집단 간 차이는 independent t-test를 이용하여 분석하였다. 모든 분석에서 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1) 체성분의 변화

표 4. 체중의 변화

	Group(N)	pre	post	Source	F	p
체 중 (kg)	H-L(7)	84.6 ±16	83 ±15	Time	.906	.358
				Group	.918	.356
	L-H(8)	75.4 ±22	75.4 ±22	Time×Group	.024	.879
	Group(N)	pre	post	Source	F	p
체지방률 (%)	H-L(7)	16 ±8.6	13 ±4.4	Time	.468	.506
				Group	1.429	.253
	L-H(8)	10.3 ±9.1	10.6 ±7.4	Time×Group	.024	.879
	Group(N)	pre	post	Source	F	p
근육비율 (%)	H-L(7)	49.8 ±2.7	50.2 ±2.7	Time	.314	.513
				Group	1.536	.237
	L-H(8)	53.1 ±6.1	51.5 ±4.2	Time×Group	2.263	.156

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

체성분에서 유의한 차이는 나타나지 않았다.

2) 하지 등속성 근 기능의 변화

표 5. 최대근력(60°sec)의 변화

(단위: BW/Nm%)

	Group(N)	pre	post	Source	F	p
Extensor	H-L(7)	266.1 ±33	279.8 ±30	Time	7.350	.018**
				Group	1.117	.310
	L-H(8)	236.5 ±50	269.2 ±42	Time×Group	1.242	.285
Flxoeer	H-L(7)	165 ±36	184.9 ±18	Time	15.86	.002**
				Group	.244	.630
	L-H(8)	152.3 ±28	185.5 ±25	Time×Group	1.242	.285

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

하지의 최대근력에서 집단 간, 시기와 집단 간의 상호작용 효과는 나타나지 않았지만 시기 간 주 효과(p=.018, p=.002)가 나타났으며, 사후 검증한 결과 복합훈련 후 저항도 고반복 집단(L-H)에서 굴근의 최대근력이 유의하게 증가하였다(p=.015).

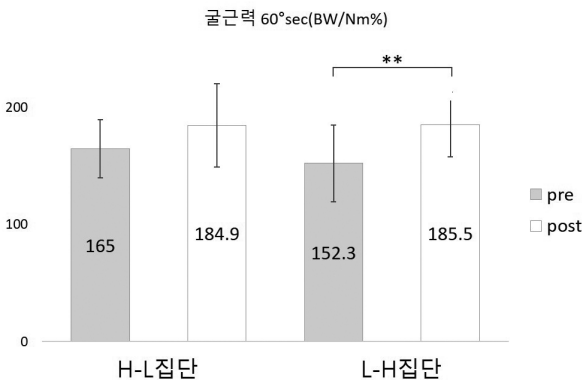


그림 1. 최대근력 굴근력 변화.

표 6. 근파위(120°sec)의 변화

(단위: BW/Nm%)

	Group(N)	pre	post	Source	F	p
Extensor	H-L(7)	282 ±25	290 ±30	Time	4.796	.047*
				Group	2.992	0.107
	L-H(8)	246.8 ±33	273 ±40	Time×Group	1.381	0.261
Flxoeer	H-L(7)	222.1 ±36	259.1 ±47	Time	17.614	.001***
				Group	0.345	0.567
	L-H(8)	225.3 ±35	275.8 ±38	Time×Group	0.44	0.59

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

하지의 근파위에서 집단 간, 시기와 집단 간의 상호작용 효과는 나타나지 않았지만 시기 간 주 효과(p=.047, p=.001)가 나타났으며, 사후 검증한 결과 복합훈련 후 두 집단에서 사전 대비 복합훈련 후 굴근의 근파위가 유의하게 증가하였다(p=.026, p=.016).

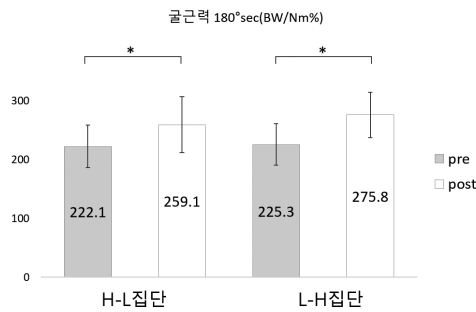


그림 2. 근파워 굴근력 변화.

표 7. 근지구력(240°sec)의 변화 (단위: BW/Nm%)

	Group(N)	pre	post	Source	F	p
Extensor	H-L(7)	1603.1	2255.3	Time	29.853	.001***
		±1	±536	Group	1.637	0.223
	L-H(8)	1605.9	2595.6	Time	1.262	0.282
		±259	±482	× Group		
Flxoeer	H-L(7)	1335.4	1679.9	Time	8.904	.011**
		±270	±335	Group	0.177	0.681
	L-H(8)	1519.1	1611.9	Time	2.949	0.11
		±297	±300	× Group		

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

하지의 근지구력에서 집단 간, 시기와 집단 간의 상호작용 효과는 나타나지 않았지만 시기 간 주 효과(p=.001, p=.011)가 나타났으며, 사후 검증한 결과 복합훈련 후 고강도 저반복 집단(H-L)에서 굴근과 신근력이, 저강도 고반복 집단(L-H)에서는 신근력이 유의하게 증가하였다(p=.035, p=.042, p=.001).

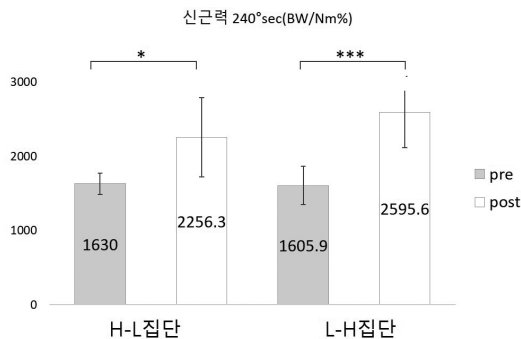


그림 3. 지구력 신근력 변화.

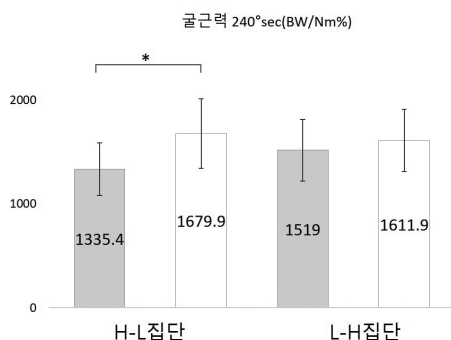


그림 4. 지구력 굴근력 변화.

3) 안정 시 코티졸의 변화

표 8. 안정 시 코티졸의 변화(independent t-test) (단위: nmol)

Group(N)	Mean±SD	F	p
H-L(7)	8.6±1.1	-2.433	.030*
L-H(8)	6.3±2.3		

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

훈련기간 종료 시점에서 집단 간 안정상태에서 코티졸 수준을 분석한 결과, 저강도 고반복 집단(L-H)보다 고강도 저반복 집단(H-L)에서 코티졸 수준이 높게 나타났다(p=.030).

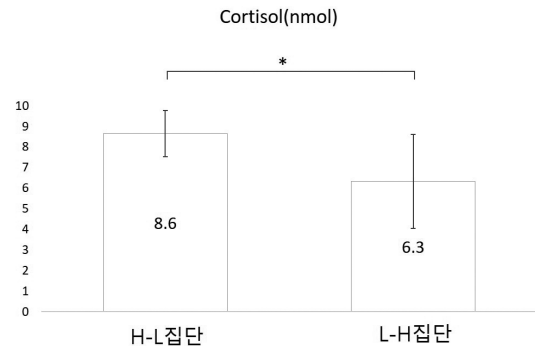


그림 5. 안정 시 코티졸의 변화.

IV. 논의

이 연구의 주요한 결과는 대학 복싱선수들의 하지 저항성 운동과 플라이오메트릭 복합훈련 적용은 하지의 근파워 및 근지구력이 향상되었으며, 특히 저강도 고반복 저항성 운동과 플라이오메트릭 복합훈련은 안정 시 코티졸 수준이 낮게 나타났다는 것이다.

주어진 연구 결과를 이해하기 위해 각 운동 유형의 특성을 고려할 필요가 있다. 저항성 운동은 주로 힘을 생성하는 능력을 향상시키는데 중점을 두게 되며, 근파워 훈련은 파워를 빠르게 생성할 수 있는 속도를 강조하여 훈련을 적용한다. 또한, 플라이오메트릭 운동은 편심성 수축 이후 빠른 원심성 수축을 유도하여 탄성 에너지를 저장하고 방출함으로써 폭발적인 힘과 움직임을 유도하게 된다. 이는 근파워 능력의 발현에 필요한 근섬유를 동원하고 근 신경계를 자극하여 근력과 근파워 발달 사이의 간극을 줄이는 역할을 하게 된다(Markovic & Mikulic, 2010). 이 연구에서는 6주간의 복합훈련 중에 고강도 저반복 저항성 운동집단에서 하지의 근파워와 근지구력이 향상되었고, 저강도 고반복 저항성 운동집단에서는 하지의 최대파워, 근파워, 근지구력이 향상되었다. 이러한 결과는 선행 연구들과 일치하며(최봉길 및 윤형기, 2013; Granacher et al., 2014; Markovic & Mikulic, 2010) 특히, Loturco et al. (2016)의 연구에서는 복싱 선수들에게 저항성 운동과 플라이오메트릭 복합훈련의 적용을 통해 근파워와 무산소성 능력의 향상과 실제 경기력을 향상시키는 뜻위크, 반복적인 스텝 및 공격 횟수의 증가를 확인할 수 있다.

또한, 저항도 고반복 저항성 운동의 적용은 고강도 저반복 저항성 운동과 동일한 근력 향상을 얻을 수 있다는 사실을 확인하였다. 이는 고강도 저반복 저항성 운동이 주로 최대 근육 적응과 운동 단위의 활성화를 높이는 데 중점을 두며 주로 type II 근섬유를 동원하여 근비대와 최대근력 향상을 유도하게 된다(Loenneke et al., 2011; Morton, McGlory, & Phillips, 2015). 반면 저항도 고반복 저항성 운동방식은 피로에 가까운 반복을 통해 Type I, II 두 가지 근섬유 운동 단위 동원을 증가시키고, 근육의 성장과 회복에 중요한 대사적 스트레스와 피로도를 높여 근육 단백질 합성을 높인다(Loenneke et al., 2011; Morton, McGlory, & Phillips, 2015). 따라서 지칠 때까지 저항도의 저항성 운동을 반복하는 것은 총운동량을 높여 근력과 근비대, 그리고 근지구력 또한 향상될 수 있는 것이다(Schoenfeld et al., 2017; Wernbom & Aagaard, 2020).

한편 코티졸은 스트레스에 대한 반응에서 중요한 역할을 하는 호르몬으로 알려져 있는데(Bergland, 2013), 본 연구에서 흥미로운 발견은 저항도 고반복 저항성 운동방식을 적용한 그룹에서 안정 시 코티졸 수준이 유의하게 낮게 나타난 것이다. 선행연구에 따르면 고강도 운동은 코티졸 농도를 증가시켜 염증성 사이토카인의 분비 증가로 면역능력을 감소시킬 수 있어 신체 방어 반응과 회복 능력에 영향을 줄 수 있다(Stachowicz & Lebedzińska, 2016). 이같이 스트레스와 피로는 종목 선수들의 컨디션 관리에 중요한 요인이 될 수 있다. 고강도의 운동은 일반적으로 48시간 이내 지연성 근육통증(DOMS)을 유발하고 짧게는 2일, 길게는 10일 동안 지속될 수 있다. 또한 근육 세포 손상으로 부종과 더불어 다양한 생리학적 스트레스를 유발하게 되고, 결과적으로는 자발적 힘 생성 감소, 지각된 움직임의 어려움으로 되려 훈련의 질을 낮추고 부상 가능성을 높게 된다(김정환, 2006; 박시현 등 2008; Boyd et al., 2023). 따라서 고강도 저반복 저항성 운동은 시즌 중 컨디션 조절에 있어서 과도한 스트레스를 일으킬 수 있으며, 특히 시합 시즌에는 적절한 훈련 적용과 컨디션 관리가 필요할 것이다(양상훈, 2015). 반면 Schoenfeld et al. (2017)의 연구에서 저항성 운동방식에 대한 메타분석을 한 결과, 고강도 저반복 저항성 운동이 근비대에서 높은 효과가 나타남을 보고하고 있다. 이러한 이유로 복싱 선수들에게 고강도 저반복 저항성 운동의 적용은 비시즌 또는 최대근력과 근파위가 필요한 선수에게 특히 유용할 것으로 생각된다.

종합적으로, 복싱 선수들의 체력과 경기력 향상을 위해 저항도 고반복의 저항성 및 파워 복합훈련은 유용한 훈련이며, 특히 복싱 종목 특성 및 체력 상태, 훈련 시기 등을 고려하여 고강도 저반복 및 저항도 고반복 저항성 운동방식을 상호 보완적으로 적용하는 것이 적절할 것으로 생각된다.

V. 결론 및 제언

이 연구는 대학 복싱 선수들을 대상으로 6주 동안 저항도 고

반복 저항성 운동과 플라이오메트릭 복합훈련을 시행하여 하지 근력과 안정 시 코티졸 수준에 미치는 영향을 분석하였으며, 결과는 아래와 같다.

저항성 운동과 파워 복합훈련을 적용한 두 집단 모두에서 하지의 근파위와 근지구력이 향상되었으며, 저항도 고반복 저항성 운동집단에서 고강도 저반복 저항성 운동집단에 비해 안정 시 코티졸 수준이 낮게 나타났다. 이러한 결과는 복싱 선수들의 체력과 경기력 향상을 위한 훈련에 있어서 종목 특성과 체력의 상태, 컨디션 훈련 시기에 따라 고강도 저반복과 저항도 고반복 저항성 운동을 적용한 복합훈련은 상호 보완적으로 실시하는 것이 가장 적합할 것이다. 제한점으로는 복합훈련에 있어서 저항도 고강도 훈련의 고유효과에 대한 세밀한 검증이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 곽이섭, & 백일영(2000). 스포츠생리학: 서로 다른 운동처치에 따른 코티졸 호르몬의 변화가 면역세포와 면역글로불린에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 39(4), 371-378.
- 김광준, & 허기주(2014). 단기간 체중감량이 아마추어 복싱 선수들의 체성분 및 무산소성 운동능력에 미치는 영향. **체육과학연구**, 25(2), 215-226.
- 김명수, 김성희, 이승환, 민병남, & 김재훈. (2019). 고강도 인터벌 트레이닝이 대학교 조정선수의 유·무산소성 운동능력에 미치는 영향. **코칭능력개발지**, 21(4), 138-146.
- 김정주, 함우택, 이영림. (2013). 복싱 흑 기술 수행에 따른 운동역학적 비교분석. **한국체육과학회지**, 22(4), 1311-1320.
- 김정환(2006). 웨이트트레이닝 운동부하강도차이에 따른 혈중 젖산 농도와 심박수 및 근전도 변화. 미간행 석사학위논문, 계명대학교 교육대학원.
- 김윤용(2009). 주간의 Plyometric training과 Weight training이 고등학교 육상 투척선수의 순발력 및 민첩성과 최대근력에 미치는 영향. 경희대학교 교육대학원, 석사학위논문
- 김현권(2009). 플라이오메트릭 트레이닝이 복싱선수의 등속성 근력 및 근파위 향상에 미치는 영향. **대한무도학회지**, 11(3), pp.247-257.
- 박시현, 박동호, 오인석, 김광준(2008). 복싱 국가대표 선수의 스파링 시 심박수 및 젖산 농도 분석. **체육과학연구**, 19(2), 154-160.
- 안정훈, 홍원택(2001). 웨이트 트레이닝을 겸한 플라이오메트릭 훈련이 도약력 향상에 미치는 효과. **한국리서치**, 12(1), p142-152.
- 양상훈(2015). 유도선수들의 시즌 전 고강도 동계훈련이 피로 물질, 근 손상지표 및 염증지표에 미치는 영향. **운동과학**, 24(1), 39-48.

- 윤재량. (2013). 대학 레슬링선수와 태권도선수의 슬관절 등속성 근력비교 연구. *한국스포츠학회*, 11(4), 83-92.
- 이상현, 강영석(2013). 12주간의 복합트레이닝이 남자대학생의 체력 및 무산소성 파워에 미치는 영향. *한국체육과학회지*, 22(4), 1173-1183.
- 이성열, 권문석(2020). 복싱 잭(jab) 동작 시 제자리 스텝의 사용이 운동역학적 변인에 미치는 영향. *한국응용과학기술학회지*, 37(2), 232-240.
- 임창현 & 김창근(2020). 급성 저부하 고반복 저항운동이 쥐의 골격근에서 단백질 합성신호경로와 위성세포 활성화에 미치는 영향. *스포츠과학의학회지*, 19(4), 616-622.
- 장한근, 안상현, 성용석(2019). 엘리트 복싱선수의 경기력 향상을 위한 심리 결정요인. *한국체육과학회지*, 28(2), 343-355.
- 최경택, 최명수, 하철수(2007). 복싱선수들의 근력 트레이닝 프로그램이 전문체력 향상에 미치는 영향. *한국체육과학회지*, 16(3), 641-653.
- 최공집(2015). 단기간의 플라이오메트릭 트레이닝이 대학 태권도 선수들의 하지 근기능과 발차기 속도에 미치는 영향. *한국체육교육학회지*, 20(1), 125-132.
- 최봉길, 윤형기(2013). 웨이트 트레이닝과 플라이오메트릭 트레이닝이 민첩성 및 등속성 근력에 미치는 영향. *한국체육과학회지*, 22(1), 915-922.
- 홍장표, 장호성 & 김진표(2004). *복싱*. 홍경출판사.
- Baechle, T. R. & Earle, R. W. (2008). *National strength & conditioning association (US)*. Essentials of strength training and conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics, 395-396.
- Bergland, C. (2013). *Cortisol: Why the "Stress Hormone" Is Public Enemy No. 1*. Psychology Today, 22.
- Bompa, T. & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization training for sports*, 3e. Human kinetics.
- Boyd, L., Deakin, G. B., Devantier-Thomas, B., Singh, U., & Doma, K. (2023). The Effects of Pre-conditioning on Exercise-Induced Muscle Damage: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 1-21.
- Broussal-Derval, A & Ganneau, S. (2017). The Modern Art of High Intensity Training. *Human Kinetics*.
- El-Ashker, S., & Nasr, M. (2012). Effect of boxing exercises on physiological and biochemical responses of Egyptian elite boxers. *Journal of Physical Education & Sport*, 12(1), 111-116.
- Franco-Márquez, F., Rodríguez-Rosell, D., González-Suárez, J. M., Pareja-Blanco, F., Mora-Custodio, R., Yañez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2015). Effects of combined resistance training and plyometrics on physical performance in young soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 94(11), 906-914.
- Ferdiana, Irma, Muhammad Muhammad, and Oce Wiriawan. (2020). Effect of Exercise Counter movement Jump and Depth Jump against the Increase Agility and Leg Muscle Power. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education Journal* 3.4 2259-2273.
- Granacher, U., Prieske, O., Majewski, M., Busch, D., Muehlbauer, T., & Gollhofer, A. (2014). Effects of Combined Resistance and Plyometric Training on Strength, Power, and Agility in Adolescent Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(3), 651-660.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (Eds.). (2015). *Essentials of strength training and conditioning 4th edition*. Human kinetic
- Jenkins, N. D., Housh, T. J., Buckner, S. L., Bergstrom, H. C., Cochrane, K. C., Hill, E. C., & Cramer, J. T. (2016). Neuromuscular adaptations after 2 and 4 weeks of 80% versus 30% 1 repetition maximum resistance training to failure. *Journal of strength and conditioning research*, 30(8), 2174-2185.
- Jiang, X. (2023). High-intensity physical training for chinese boxing athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29.
- Lenetsky, S., Harris, N., & Brughelli, M. (2013). Assessment and contributors of punching forces in combat sports athletes: Implications for strength and conditioning. *Strength & Conditioning Journal*, 35(2), 1-7.
- Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Wilson, J. M., & Bemben, M. G. (2011). Blood flow restriction: the metabolite/volume threshold theory. *Medical Hypotheses*, 77(5), 748-752.
- Loturco, I., Nakamura, F. Y., Artioli, G. G., Koba, R., Kitamura, K., Abad, C. C. C., & Franchini, E. (2016). Strength and power qualities are highly associated with punching impact in elite amateur boxers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(1), 109-116.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859-895.
- McIntosh, M. C., Sexton, C. L., Godwin, J. S., Rupel, B. A., Michel, J. M., Plotkin, D. L., & Roberts, M. D. (2023). Different Resistance Exercise Loading Paradigms Similarly Affect Skeletal Muscle Gene Expression Patterns of Myostatin-Related Targets and mTORC1 Signaling Markers. *Cells*, 12(6), 898.

- Morton, R.W., McGlory, C., and Phillips, S.M. (2015). Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Front Physiol* 6: 245.
- Mikkola, J., Rusko, H., Nummela, A., Pollari, T., & Häkkinen, K. (2007). Concurrent endurance and explosive type strength training improves neuromuscular and anaerobic characteristics in young distance runners. *International Journal of Sports Medicine*, 28(07), 602–611.
- Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO2max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 45, 1469–1481.
- Perrin, D. H. (1993). *Isokinetic exercise and assessment*. Human Kinetic Publishers.
- Rimkus, L., Satkunskiene, D., Kamandulis, S., & Bruzas, V. (2019). Lower-body power in boxers is related to activity during competitive matches. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(3), 342–352.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and hypertrophy adaptations between low-vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(12), 3508–3523.
- Stachowicz, M., & Lebieżńska, A. (2016). The effect of diet components on the level of cortisol. *European Food Research and Technology*, 242, 2001–2009.
- Wernbom, M., & Aagaard, P. (2020). Muscle fibre activation and fatigue with low-load blood flow restricted resistance exercise—an integrative physiology review. *Acta Physiologica*, 228(1), e13302.