



Original Article

Effect of Different Resistance Training Structures on Basic Physical Fitness and Isokinetic Muscular Contraction

Peng Liu, Yeong-Jik Kim and Tae-Beom Seo*

Department of Kinesiology, College of Natural Science, Jeju National University

Article Info

Received 2023. 08. 29.

Revised 2023. 11. 09.

Accepted 2023. 11. 23.

Correspondence*

Tae-Beom Seo

seotb@jejunu.ac.kr

Key Words

Resistance training structure,
Compound set,
Pyramid set, Super set,
Isokinetic muscle function

PURPOSE This study aimed to investigate the effects of different resistance training structures on basic physical fitness, 1-repetition maximum (1RM), and isokinetic shoulder and knee muscle functions in male college students. **METHODS** Forty college students were divided into four groups: control group (CG, n=10), compound set training group (CSG, n=10), pyramid set training group (PSG, n=10), and superset training group (SSG, n=10). Excluding CG, each group performed a different resistance exercise method at an intensity of 60~80% 1RM for 60~90 min, three times a week for eight weeks. To compare the effects of resistance training structures, we confirmed body composition, basic physical fitness, 1RM, as well as isokinetic shoulder and knee functions. **RESULTS** Results indicated that the PSG exhibited the most significant improvement in relative peak torque in isokinetic shoulder and knee testing compared to the other groups. Additionally, all exercise groups positively affected back strength, 40m sprint, and 1RM compared to the CG, although no significant differences were observed among exercise groups. **CONCLUSIONS** The findings suggest scientific evidence supporting the effectiveness of pyramidal resistance training in improving isokinetic shoulder and knee muscle functions in male college students.

서론

저항성 운동(resistance exercise)은 근원섬유(myofibril)의 수와 크기를 증가시켜 근력 향상을 유도하는 특이적 운동 방법이고(Fleck & Kraemer, 1997), 저항성 운동을 통한 근육의 미세 손상은 위 성세포 증식, 분화 및 동화작용호르몬 증가를 통해 근비대(muscle hypertrophy)를 유도한다(Schoenfeld, 2010).

근력 향상과 근비대를 목적으로 수행하는 저항성 운동은 주로 세트 구성에 따라 컴파운드(compound)세트, 피라미드(pyramid)세트, 슈퍼(super)세트, 블록(block)세트, 자이언트(giant)세트, 트라이(tri)세트 등으로 분류하며, 이중 컴파운드, 피라미드, 슈퍼세트가 보디빌딩 현장에서 주로 활용되고 있다(Fischetti et al., 2019; Merrigan et al., 2019).

컴파운드세트는 동일한 주동근을 연속적으로 수행한 후 휴식시간

을 갖는 세트 구성으로, 주동근을 효과적으로 자극하고, 시간을 절약할 수 있는 세트 구성이다(Paz et al., 2017; Trecroci et al., 2020). 피라미드세트는 저중량에서 고중량으로 운동강도를 증가시키는 점진적 과부하의 원리를 이용한 효과적인 세트 구성이며, 목표 근육의 체온증가를 통해 부상을 예방하며 저항성 운동을 수행할 수 있는 장점이 있다(Ribeiro et al., 2016). 슈퍼세트는 주동근과 길항근을 연속적으로 운동한 후 세트 간 휴식을 갖는 세트 구성으로, 운동부위에 혈류량 증가와 대사과정을 촉진시킬 수 있는 저항성 운동 세트 구성 방법이다(Robbins et al., 2010).

위와 같은 저항성 운동 세트 구성별 효과를 확인한 선행연구를 살펴보면, Yuniana et al.(2023)은 슈퍼세트가 유연성 증가와 체지방률 감소에, 컴파운드세트는 근력과 근지구력 향상에 효과적인 것으로 보고하였다. Figueiredo et al.(2018)은 피라미드세트가 상하지의 최대근력 및 등속성 근기능 향상에 효과가 있으며, Sabido et al.(2016)은 슈퍼세트가 일반적인 저항성 운동(traditional resistance exercise)보다 근력 및 근비대 향상에 효과적인 것으로 나타났다. 이와 상반되는 부정적인 연구로, Merrigan et al.(2019)은 컴파운드세트가 최대근력 증가와 근비대에 효과가 없는 것으로

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

보고했으며, Fink et al.(2021)은 슈퍼세트는 근력보다 근지구력 향상에 효과가 있다고 제시하였다.

현재까지 보고된 선행연구에서는 여러 가지 세트 구성의 효과를 단순 검증한 연구가 다수이며, 기초체력, 1RM 및 등속성 근기능 향상에 대해 여전히 논쟁의 여지가 있다. 또한, 현장에서 주로 활용되는 세트 구성(컴파운드세트, 피라미드세트, 슈퍼세트)을 복합적으로 비교한 연구는 희소한 실정이다.

따라서 이 연구의 목적은 컴파운드세트, 피라미드세트 그리고 슈퍼세트와 같은 저항성 운동 세트 구성이 기초체력, 1RM(벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트) 및 어깨와 무릎의 등속성 근기능에 미치는 효과를 규명하는 것이다.

연구 방법

연구대상

본 연구의 대상자는 최근 6개월간 심혈관계 및 근골격계 질환이 없으며, 운동경험이 없는 남자 대학생으로 통제그룹(CG), 컴파운드세트그룹(CSG), 피라미드세트그룹(PSG), 슈퍼세트그룹(SSG)으로 각 10명씩 총 40명을 무선택당(Randomized assignment)하였다. 대

상자들은 연구의 내용과 목적을 이해하고 참가 동의서를 작성한 후 실험에 참여하도록 하였으며, 제주대학교 연구윤리위원회의 승인(JJNU-IRB-2023-004)을 받은 후 실시하였다. 본 연구대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

운동 프로그램

본 연구의 운동프로그램에서는 3가지 저항성 운동 세트 구성(컴파운드세트, 피라미드세트, 슈퍼세트)을 8주간 주 3회 실시하였다. 본 실험 전 3주 동안 저항성 훈련을 진행하였고, 사전 훈련 후 1RM(1 repetition maximum)을 측정하여 실험대상자 개인별 운동강도를 설정하였다. 먼저 준비운동에서 동적스트레칭은 RPE(rating of perceived exertion) 9~11로 진행하였고, 달리는 50~70% HRmax로, 총 10분 진행하였다. 컴파운드세트, 슈퍼세트는 운동을 순서에 맞춰 진행하였으며, 피라미드세트는 무게가 증가하면 횟수가 감소하는 전통적인 피라미드 세트 구성하였다. 모든 세트 구성은 운동을 4세트로 진행하였고, 운동그룹 간 총운동량(volume)을 통일하였다. 정리운동은 정적스트레칭으로 RPE 6~7로 5분간 진행하여 운동프로그램을 마무리하였다. 저항성 운동프로그램은 <Table 2>와 같다.

Table 1. Characteristics of participants

	CG (n=10)	CSG (n=10)	PSG (n=10)	SSG (n=10)	F	p
Body height (cm)	174.10±4.68	171.90±4.43	173.20±3.43	174.40±4.30	.702	.557
Body weight (kg)	72.56±5.58	72.89±5.79	68.70±6.23	72.53±7.19	1.018	.396
Age (yr)	19.70±.68	19.90±.74	19.90±.74	20.30±.82	1.140	.346

CG, Control group; CSG, Compound set group; PSG, Pyramid set group; SSG, Super set group

Table 2. Resistance training program

Session	Exercise						Time	
Warm-up	Dynamic stretching						10 min	
	Running							
Type	Compound set		Super set		Pyramid set		40 min	
	Day 1	Day 2	Day 1	Day 2	Day 1	Day 2		
Resistance training	BP	SQ	BP	SQ	BP	SQ		
	IP	LP	ULP	SD	IP	LP		
	ULP	LG	IP	LE	ULP	LG		
	CR	LE	CR	LC	CR	SD		
	DSP	SD	DSP	LG	DSP	LE		
	SLR	LC	BLR	LP	SLR	LC		
Cool-down	Static stretching							5 min
Intensity	Compound set	1~3 week : 60% 1RM				Rest		120 sec
	Super set	4~6 week : 70% 1RM						
		7~8 week : 80% 1RM						
	Pyramid set	1 set : 60% 1RM				Rest	90 sec	
		2~3 set : 70% 1RM						
		4 set : 80% 1RM						

BP, Bench press; IP, Incline push-up; ULP, Under-grip lat pull down; CR, Cable row; DSP, Dumbbell shoulder press; SLR, Side lateral raise; SQ, Squat; LP, Leg press; LG, Lunge; LE, Leg extension; SD, Stiff deadlift; LC, Leg curl; BLR, Bent over lateral raise

측정 항목 및 방법

1. 신체구성

신체구성 측정을 위해 대상자들은 8시간 이상 공복을 유지한 상태에서 오전 9시까지 실험실에 방문하였다. 가벼운 의복에 금속류를 제거한 상태에서 체성분분석기(Inbody 770, InBody, Seoul, Korea)를 사용하여 신장(Body height), 체중(Body weight), 골격근량(Skeletal muscle mass), 체지방량(Body fat mass), 체질량지수(Body mass index), 체지방률(Percent body fat)을 측정하였다.

2. 기초체력 측정

1) 유연성(Flexibility)

유연성은 좌전굴 측정기(T.K.K. 5111, Takei, Japan)를 사용하여, 양발 사이의 간격이 5cm가 넘지 않게 측정기 위에 앉도록 한 후 전자 계측기에 양손 끝을 대고 허리를 숙이며 전자 계측기를 최대한 전방으로 밀어 3초간 자세를 유지하는 방법으로 총 2회 측정 후 최대 거리를 0.1cm단위로 기록하였다.

2) 근력(Muscular strength)

악력(Grip strength)은 디지털측정기(T.K.K. 5101, Takei, Japan)를 사용하여 우세측을 측정하였고, 배근력(Back strength)은 디지털측정기(T.K.K. 5402, Takei, Japan)를 사용하였다. 총 2회 측정 후 좋은 기록을 kg단위로 측정하였다.

3) 40m 스프린트(40m sprint)

40m 스프린트는 초시계(OST-30W, CASIO, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 1회 연습 후 충분한 휴식 시간을 부여하였으며, 출발선에서 출발 소리와 함께 40m 지점까지 전력 질주하여 가슴이 통과한 시점을 기준으로 1회 측정하였으며, 1/100초(sec)단위로 기록하였다.

4) 일리노이 민첩성 테스트(Illinois agility test)

일리노이 민첩성 테스트는 초시계(OST-30W, CASIO, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 각각 길이 10m, 폭 5m로 구성된 구역에서 실시하였다. 출발 신호와 함께 시작하여 종료점에 도달한 시점을 총 2회 측정하였으며, 최단시간을 1/100초(sec)단위로 기록하였다.

5) 제자리멀리뛰기(Standing long jump)

제자리멀리뛰기는 두 발을 가능한 시작 선에 가깝게 서서 시작하고, 착지하는 가장 가까운 발뒤꿈치 뒤쪽을 측정하였다. 1회 측정 후 약 1분간 휴식을 취하도록 하여 결과의 정확성을 높였다. 총 2회 측정 후 최대 거리를 m단위로 기록하였다.

3. 벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트의 1RM

벤치프레스(bench press), 스쿼트(squat), 데드리프트(deadlift)의 1RM을 측정하였다. 보조자 2명 이상을 배치하여 대상자의 안전을 확보한 상태로 1RM을 측정하였으며, 측정 방법은 NSCA에서 제시한 방법을 사용하였다(Haff & Triplett, 2015). 워밍업을 통하여 부상을 방지하였으며, 충분한 휴식을 가져 결과의 오염을 최소화

하였다. 측정 도중 1RM에 실패하였을 경우 5%의 중량을 제거하고 충분한 휴식시간을 주어 재측정하였다.

4. 어깨와 무릎 등속성 근기능(Isokinetic shoulder and knee functions)

어깨와 무릎 등속성 근기능 검사는 등속성장비인 Humac Norm(Humac Norm 776, CSMI, Boston, USA)을 사용하여 양쪽 모두 6회씩 측정하였다. 본 측정 전 부상의 위험을 최소화하기 위하여 각 3회씩 적응훈련을 실시하였다. 어깨 등속성 근기능 검사는 관절 가동범위 내전(adduction) 30°, 외전(abduction) 90°로 설정하고 60°/sec의 각속도에서 어깨의 내전근과 외전근의 등속성 최대근력을 측정하였다. 무릎 등속성 근기능 측정은 관절 가동범위 0°~100°로 설정하고 60°/sec의 각속도에서 무릎의 신전근과 굴곡근의 등속성 최대근력을 측정하였다.

통계 처리

측정한 모든 변인들의 값은 IBM SPSS 22.0(IBM Co, Armonk, NY, USA) 통계 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 제시하였다. 모든 변인의 그룹 간, 시기 간에 상호작용 효과 확인을 위해 이원반복 측정 분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 그룹 간의 차이를 비교하기 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였으며, 사후검정으로 Tukey를 사용하였다. 모든 분석의 통계적 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

연구결과

신체구성

저항성 운동 세트 구성별 신체구성을 비교한 결과(Table 3), 체중, 골격근량, 체지방량, 체질량지수, 체지방률은 그룹과 시기 간 상호작용과 시기에서 차이가 있는 것으로 나타났으며, 그룹 간 차이에서 체중($F=1.089, p=.366$), 골격근량($F=1.192, p=.327$), 체지방량($F=.676, p=.573$), 체질량지수($F=2.129, p=.114$), 체지방률($F=.724, p=.544$)은 사후에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

기초체력

저항성 운동 세트 구성별 기초체력을 비교한 결과(Table 4), 좌전굴, 악력, 배근력, 40m 스프린트, 일리노이 민첩성 테스트, 제자리멀리뛰기 모두에서 그룹과 시기 간 상호작용과 시기에서 차이가 있는 것으로 나타났으며, 그룹 간 차이에서 배근력($F=19.284, p=.001$)과 40m 스프린트($F=9.130, p=.001$)는 사후에 유의한 차이가 나타났고, 좌전굴($F=.062, p=.980$)과 악력($F=1.209, p=.320$), 일리노이 민첩성 테스트($F=.478, p=.669$), 제자리멀리뛰기($F=.177, p=.912$)는 사후에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검정 결과, 배근력과 40m 스프린트에서 CSG, PSG, SSG가 CG보다 유의하게 증가한 것으로 나타났으나, 운동그룹 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 3. Changes in body composition according to the resistance training structure

(Mean±SD)

Variables	Group	Pre	Post		F	p	Tukey
Body weight (kg)	CG ^a	72.56±5.58	73.22±5.51	G	1.048	.383	
	CSG ^b	72.89±5.79	72.94±5.92	P	25.990	.001	
	PSG ^c	68.70±6.23	68.85±6.10	G×P	9.988	.001	
	SSG ^d	72.53±7.19	72.60±7.20				
Skeletal muscle mass (kg)	CG ^a	31.06±2.80	31.12±2.79	G	1.237	.311	
	CSG ^b	31.22±3.48	31.70±3.49	P	993.091	.001	
	PSG ^c	29.65±2.84	30.34±2.85	G×P	94.857	.001	
	SSG ^d	32.33±2.95	32.81±2.87				
Body fat mass (kg)	CG ^a	21.23±4.05	21.84±3.89	G	.499	.685	
	CSG ^b	22.06±4.36	21.64±4.48	P	17.626	.001	
	PSG ^c	20.79±4.45	20.32±4.37	G×P	39.487	.001	
	SSG ^d	20.07±3.56	19.65±3.36				
Body mass index (kg/m ²)	CG ^a	23.92±1.21	24.14±1.19	G	2.143	.112	
	CSG ^b	24.67±1.62	24.67±1.64	P	16.562	.001	
	PSG ^c	22.88±1.70	22.93±1.67	G×P	7.950	.001	
	SSG ^d	23.81±1.71	23.83±1.76				
Percent body fat (%)	CG ^a	29.17±4.57	29.76±4.36	G	.618	.608	
	CSG ^b	30.07±4.44	29.45±4.58	P	58.737	.001	
	PSG ^c	30.15±5.07	29.39±5.04	G×P	48.613	.001	
	SSG ^d	27.73±4.11	27.14±3.90				

CG^a, Control group; CSG^b, Compound set group; PSG^c, Pyramid set group; SSG^d, Super set group; G, Group; P, Period; G×P, Group×Period

벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트의 1RM

저항성 운동 세트 구성별 벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트의 1RM을 비교한 결과(Table 5), 벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트 1RM은 그룹과 시기 간 상호작용과 시기에서 차이가 있는 것으로 나타났으며, 그룹 간 차이에서 벤치프레스($F=17.024$, $p=.001$), 데드리프트($F=23.523$, $p=.001$), 스쿼트($F=19.170$, $p=.001$)는 사후에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 사후검정 결과, CSG, PSG, SSG가 CG보다 유의하게 벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트의 1RM이 증가한 것으로 나타났으나, 운동그룹 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

등속성 어깨 근력의 변화

저항성 운동 세트 구성별 어깨 등속성 근력의 변화를 비교한 결과(Table 6), 좌견관절 외전근과 내전근 근력의 상대값, 우견관절 외전근과 내전근 근력의 상대값은 그룹과 시기 간 상호작용과 시기에서 차이가 있는 것으로 나타났으며, 견관절 외전근 좌·우비, 견관절 내전근 좌·우비는 그룹과 시기 간 상호작용과 시기 간 차이가 없는 것으로 나타났다. 그룹 간 차이에서 좌견관절 외전근 근력의 상대값($F=12.171$, $p=.001$), 좌견관절 내전근 근력의 상대값($F=9.244$, $p=.001$), 우견관절 외전근 근력의 상대값($F=12.289$, $p=.001$), 우견관절 내전근 근력의 상대값($F=16.707$, $p=.001$)은 사후에 유의한 차

이가 나타났고, 견관절 외전근 좌·우비($F=.291$, $p=.831$), 견관절 내전근 좌·우비($F=.464$, $p=.709$)는 사후에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 사후검정 결과, 좌견관절 외전근 근력의 상대값에서 CSG, PSG가 CG, SSG보다 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 좌견관절 내전근 근력의 상대값, 우견관절 외전근 근력의 상대값에서 PSG가 CG보다 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 우견관절 외전근 근력의 상대값에서 PSG가 다른 그룹보다 유의하게 증가한 것으로 나타났다.

등속성 무릎 근력의 변화

저항성 운동 세트 구성별 무릎 등속성 근력의 변화를 비교한 결과(Table 7), 좌굴근 근력의 상대값, 좌신근 근력의 상대값, 우굴근 근력의 상대값, 우신근 근력의 상대값은 그룹과 시기 간 상호작용과 시기에서 차이가 있는 것으로 나타났으며, 무릎관절 굴근 및 신근 좌·우비는 그룹과 시기 간 상호작용과 시기 간 차이가 없는 것으로 나타났다. 그룹 간 차이에서 좌굴근 근력의 상대값($F=7.169$, $p=.001$), 좌신근 근력의 상대값($F=6.471$, $p=.001$), 우굴근 근력의 상대값($F=6.576$, $p=.001$), 우신근 근력의 상대값($F=8.191$, $p=.001$)은 사후에 유의한 차이가 나타났고, 무릎관절 굴근 좌·우비($F=1.068$, $p=.375$), 무릎관절 신근 좌·우비($F=1.693$, $p=.186$)는 사후에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 사후검정 결과, 좌굴근 근력의 상대값은 CSG, PSG가 CG보다 높은 것으로 나타났고, 좌신근 근력의 상대값

Table 4. Changes in basic physical fitness according to the resistance training structure

(Mean±SD)

Variables	Group	Pre	Post		F	p	Tukey
Sit and reach (cm)	CG ^a	8.44±2.42	8.50±2.72	G	.074	.973	
	CSG ^b	6.98±3.74	8.85±3.14	P	24.625	.001	
	PSG ^c	7.98±3.13	8.75±3.31	G×P	7.134	.001	
	SSG ^d	8.08±1.82	8.37±1.83				
Grip strength (kg)	CG ^a	46.60±4.98	46.47±4.99	G	.517	.674	
	CSG ^b	47.16±4.86	49.97±4.81	P	153.507	.001	
	PSG ^c	46.44±5.43	49.12±4.49	G×P	19.450	.001	
	SSG ^d	45.10±3.50	47.68±3.33				
Back strength (kg)	CG ^a	76.80±5.38	77.72±8.34	G	6.567	.001	
	CSG ^b	74.68±9.56	103.57±9.72	P	506.510	.001	a<b,c,d
	PSG ^c	75.63±11.99	103.90±9.84	G×P	53.423	.001	
	SSG ^d	82.38±7.52	105.40±10.33				
40m sprint (sec)	CG ^a	6.40±0.38	6.38±0.38	G	4.184	.012	
	CSG ^b	6.12±0.40	5.81±0.35	P	103.792	.001	b,c,d<a
	PSG ^c	6.10±0.40	5.80±0.31	G×P	12.305	.001	
	SSG ^d	6.18±0.34	5.69±0.26				
Illinois agility test (sec)	CG ^a	16.81±0.69	16.76±0.69	G	.456	.715	
	CSG ^b	17.27±0.54	16.80±0.50	P	288.253	.001	
	PSG ^c	16.97±0.81	16.57±0.77	G×P	23.408	.001	
	SSG ^d	16.95±0.65	16.52±0.56				
Standing long jump (m)	CG ^a	2.39±0.29	2.39±0.28	G	.033	.992	
	CSG ^b	2.38±0.16	2.44±0.14	P	117.120	.001	
	PSG ^c	2.38±0.19	2.44±0.17	G×P	13.740	.001	
	SSG ^d	2.38±0.17	2.43±0.16				

CG^a, Control group; CSG^b, Compound set group; PSG^c, Pyramid set group; SSG^d, Super set group; G, Group; P, Period; G×P, Group×Period**Table 5.** Changes in 1RM according to the resistance training structure

(Mean±SD)

Variables	Group	Pre	Post		F	p	Tukey
Bench press (kg)	CG ^a	44.00±5.92	44.50±5.75	G	7.624	.001	
	CSG ^b	43.75±5.58	58.22±5.96	P	895.451	.001	a<b,c,d
	PSG ^c	43.25±5.90	60.75±7.08	G×P	93.834	.001	
	SSG ^d	50.75±8.17	66.25±9.07				
Deadlift (kg)	CG ^a	62.25±7.68	64.00±7.19	G	7.472	.001	
	CSG ^b	61.75±6.78	82.25±7.31	P	1283.544	.001	a<b,c,da<b,c,d
	PSG ^c	64.25±4.72	87.50±5.40	G×P	116.608	.001	
	SSG ^d	65.00±7.45	84.50±7.53				
Squat (kg)	CG ^a	66.00±6.26	67.25±5.46	G	2.929	.047	
	CSG ^b	63.50±4.74	81.00±3.94	P	1185.800	.001	
	PSG ^c	62.50±7.17	83.50±6.99	G×P	113.326	.001	
	SSG ^d	62.50±3.91	80.50±4.22				

CG^a, Control group; CSG^b, Compound set group; PSG^c, Pyramid set group; SSG^d, Super set group; G, Group; P, Period; G×P, Group×Period

Table 6. Changes in 1RM according to the resistance training structure

(Mean±SD)

Variables	Group	Pre	Post		F	p	Tukey
Left shoulder abduction (%BW)	CG ^a	71.10±9.87	85.50±10.70	G	4.216	.012	
	CSG ^b	68.10±9.42	103.50±9.10	P	928.081	.001	a,d<b,c
	PSG ^c	67.20±6.02	112.10±12.18				
	SSG ^d	62.20±12.77	88.50±13.19	G×P	42.933	.001	
Left shoulder adduction (%BW)	CG ^a	80.00±9.20	97.20±10.79	G	2.324	.091	
	CSG ^b	73.00±14.28	113.50±15.47	P	785.340	.001	a<c
	PSG ^c	70.10±7.00	124.40±9.92				
	SSG ^d	67.10±12.38	103.10±12.90	G×P	33.682	.001	
Right shoulder abduction (%BW)	CG ^a	84.00±11.71	97.00±10.80	G	4.331	.010	
	CSG ^b	78.20±8.08	112.60±12.23	P	808.685	.001	a<c
	PSG ^c	78.60±10.53	126.70±15.20				
	SSG ^d	72.50±9.12	100.60±9.45	G×P	44.913	.001	
Right shoulder adduction (%BW)	CG ^a	87.30±11.18	106.10±12.32	G	5.167	.005	
	CSG ^b	80.00±12.66	120.40±12.27	P	1783.348	.001	a,b,d<c
	PSG ^c	84.60±10.16	142.20±14.26				
	SSG ^d	79.30±9.02	113.90±8.40	G×P	79.879	.001	
Shoulder abduction left/right ratio (%)	CG ^a	85.61±15.19	88.57±11.17	G	.125	.945	
	CSG ^b	86.85±7.78	92.35±7.04	P	9.860	.003	
	PSG ^c	86.08±11.43	89.24±10.38				
	SSG ^d	85.74±11.54	88.31±13.79	G×P	.344	.794	
Shoulder adduction left/right ratio (%)	CG ^a	93.54±20.98	93.35±20.59	G	.732	.540	
	CSG ^b	91.96±16.19	94.27±10.40	P	4.571	.039	
	PSG ^c	83.94±11.72	87.96±9.06				
	SSG ^d	84.84±13.65	90.57±9.47	G×P	.828	.487	

CG^a, Control group; CSG^b, Compound set group; PSG^c, Pyramid set group; SSG^d, Super set group; G, Group; P, Period; G×P, Group×Period; %BW, percent body weight

은 SSG가 CG보다 높은 것으로 나타났다. 우굴근 근력의 상대값은 PSG가 CG, SSG보다 높은 것으로 나타났으며, 우신근 근력의 상대값은 SSG가 CG, CSG보다 높은 것으로 나타났다.

논 의

효과적인 저항성 운동을 위한 세트 구성은 점차 다양화되고 있으며, 현대인들에게 운동목적, 시간, 장소 등을 고려한 운동 세트 구성이 권고되고 있지만, 여전히 논란의 여지가 있다. 이에 본 연구에서는 저항성 운동 세트 구성이 신체구성, 기초체력 및 어깨와 무릎의 등속성 근기능에 미치는 효과를 규명하고자 하였다.

8주간 저항성 운동 세트 구성에 따른 신체구성의 차이를 확인한 결과, 사전에 비해 모든 신체구성 항목(체중, 골격근량, 체지방량, 체질량지수, 체지방률)에서 통계적 유의한 차이가 나타나지 않았다. 피라미드세트를 적용한 선행연구에서 운동 후 체지방률이 낮아졌다(Sayyah et al., 2021). 이런 측면에서 본 연구의 결과는 선행연구

결과와 일치하지 않았다. 그룹 간 차이가 나타나지 않은 원인은 대상자들의 식이조절을 통제하지 않았으며, 본 연구의 운동프로그램은 무산소성 운동의 세트 구성별 효과를 분석한 것으로, 신체구성에 영향을 주지 않은 것으로 생각된다.

8주간 저항성 운동 세트 구성에 따른 기초체력의 차이를 확인한 결과, 사전에 비해 배근력과 40m 스프린트 능력이 CG보다 모든 운동그룹에서 증가하였으나, 운동그룹 간 차이는 나타나지 않았다. 8~12주간 세트 구성 별 차이를 다룬 선행연구에서 컴파운드세트(Merrigan et al., 2019), 피라미드세트(Prasetyo & Nasrulloh, 2017), 슈퍼세트(Fink et al., 2021) 모두 근력이 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 또한 하체 근력의 증가는 스프린트 능력 향상과 밀접한 관련이 있다는 Seitz et al.(2014)의 메타분석 연구는 하지 근력 운동이 스프린트 시간에 통계적으로 유의미한 단축을 가져온다고 보고하였다. Delecluse(1997)는 저항성 운동은 운동단위(motor unit)의 동원을 증가를 통해 순발력과 스프린트 능력의 향상을 보고하였다. 이에따라, 근력의 향상이 신경근 연결(neuromuscular junction)에서 신경전달물질인 아세틸콜린(acetylcholine)의 분비량을 증가시키고, 신경 연결후 종말(post-synaptic terminal)에

Table 7. Changes in isokinetic knee (60°/sec) muscle strength according to the resistance training structure

(Mean±SD)

Variables	Group	Pre	Post		F	p	Tukey
Left knee flexor (%BW)	CG ^a	145.50±29.15	156.50±28.06	G	1.585	.210	
	CSG ^b	151.90±21.40	186.90±22.83	P	1877.928	.001	a<b,c
	PSG ^c	136.90±11.07	199.70±14.35	G×P	217.117	.001	
	SSG ^d	146.10±23.43	168.40±23.23				
Left knee extensor (%BW)	CG ^a	235.70±31.07	255.50±31.77	G	2.710	.059	
	CSG ^b	250.50±19.43	291.80±27.08	P	757.370	.001	a<d
	PSG ^c	238.30±37.813	288.00±36.23	G×P	45.822	.001	
	SSG ^d	248.00±30.42	323.10±40.85				
Right knee flexor (%BW)	CG ^a	156.10±25.48	164.00±25.12	G	1.107	.359	
	CSG ^b	148.30±13.31	180.20±14.44	P	916.839	.001	a,d<c
	PSG ^c	142.40±23.41	201.90±27.86	G×P	113.398	.001	
	SSG ^d	144.80±14.21	168.40±11.56				
Right knee extensor (%BW)	CG ^a	248.90±22.55	266.20±25.57	G	2.333	.090	
	CSG ^b	232.70±14.59	273.00±16.29	P	1163.516	.001	a,b<d
	PSG ^c	245.90±33.27	295.50±32.40	G×P	79.506	.001	
	SSG ^d	243.70±34.83	318.50±27.86				
Knee flexor left/right ratio (%)	CG ^a	92.69±6.15	94.98±5.45	G	1.002	.403	
	CSG ^b	102.43±12.01	103.80±11.16	P	2.082	.158	
	PSG ^c	98.25±16.06	100.12±11.88	G×P	1.282	.295	
	SSG ^d	101.72±19.25	100.37±14.13				
Knee extensor left/right ratio (%)	CG ^a	94.58±9.18	96.00±9.21	G	1.671	.191	
	CSG ^b	107.80±7.68	106.97±8.70	P	.094	.761	
	PSG ^c	97.52±15.31	97.73±9.98	G×P	.601	.618	
	SSG ^d	104.22±23.48	102.29±17.69				

CG^a, Control group; CSG^b, Compound set group; PSG^c, Pyramid set group; SSG^d, Super set group; G, Group; P, Period; G×P, Group×Period; %BW, percent body weight

서 아세틸콜린 유입률을 높여 스피드를 향상시킨 것으로 판단된다 (Deschenes, 2019). 하지만 본 연구에서 근신경학적 요소를 확인하지 않았다. 추후 근신경학적 요소를 확인하는 논문이 필요할 것으로 생각된다.

8주간 저항성 운동 세트 구성에 따른 벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트의 1RM 차이를 확인한 결과, 사전에 비해 벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트에서 모든 운동그룹이 CG보다 유의하게 증가했지만, 운동그룹 간 유의미한 통계적 차이는 나타나지 않았다. 12주간 세트 구성 별 차이를 다룬 선행연구들은 컴파운드세트(Merrigan et al., 2019)와 슈퍼세트(Hadi et al., 2018) 훈련이 스쿼트 1RM과 벤치프레스 1RM을 각각 증가시켰다고 보고하였으며, 피라미드세트 그룹에서 1RM이 크게 증가하였으나 드롭세트 그룹과의 근력 증가에는 큰 차이가 없었다고 보고하였다(Angleri et al., 2017). 본 연구에서 8주간 진행한 저항성 운동프로그램 중, 기술을 요하는 프리 웨이트 (free weight) 운동은 닫힌사슬운동(close kinetic chain exercise)으로 수행되었고, 이로 인해 무게와 반복횟수 증가에 따른 고유수용성감각(muscular proprioception) 발달이 밸런스(balance)와 협응성(coordination)을 향상시킨 것으로 생각된다(Carroll et al.,

2001; Wilson et al., 2018). 하지만 세트 구성에 따른 차이는 나타나지 않아 컴파운드세트, 피라미드세트, 슈퍼세트 구성이 운동경험이 적은 일반인들에게 1RM을 증가시키기 위한 세트 구성으로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

8주간 저항성 운동 세트 구성에 따른 등속성 근기능 변화를 분석한 결과, 사전에 비해 어깨와 무릎 등속성 근기능은 PSG가 가장 유의하게 향상되었다. 선행연구에 따르면, Sung et al.(2016)은 8주간 상지 저항성 운동 후 60°/sec 근력이 유의미하게 증가한 것으로 보고하였고, Teng et al.(2008)은 남성 12주간 저항성 운동 후 무릎관절 굴근 및 신근의 근력이 유의미하게 증가한 것으로 보고하였다. 위의 선행연구 결과는 본 연구의 결과를 지지한다. 피라미드세트는 트레이닝 원리 중 점진적 과부하의 원리를 바탕으로 구성되는 세트 구성으로 세트 간 60~90초의 충분한 휴식을 가져 젖산 축적 감소와 ATP 재합성으로 다음 세트 시 원활한 운동 수행을 도와 등속성 근기능 향상에 긍정적인 효과가 있던 것으로 생각된다.

결론 및 제언

8주간의 저항성 운동 세트 구성을 다르게 적용한 저항성 운동은 기초체력(배근력, 40m 스프린트), 1RM(벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트) 향상에 긍정적 영향을 미쳤으나, 세트 구성 간 차이는 없었다. 또한, 피라미드세트는 어깨와 무릎 등속성 근기능 향상에 긍정적인 영향을 미쳤다.

결론적으로 본 연구의 결과는 컴파운드세트, 피라미드세트, 슈퍼세트 모두 근력, 스프린트, 1RM 능력을 향상시킬 수 있는 효과적인 저항성 운동 세트 구성이며, 특히 피라미드세트는 어깨와 무릎의 등속성 근기능을 향상시킬 수 있는 저항성 운동 세트 구성임을 시사한다. 추후 세트 구성에 따른 효과 차이를 추가적으로 비교·검증할 필요가 있으며, 연령, 성별 및 운동숙련도에 따른 연구가 추가적으로 필요할 것으로 생각된다.

CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: Tae-Beom Seo, Data curation: Peng Liu, Formal analysis: Peng Liu, Methodology: Tae-Beom Seo, Project administration: T. Seo, Visualization: Yeong-Jik Kim, Writing-original draft: Yeong-Jik Kim, Writing-review&editing: Tae-Beom Seo

참고문헌

- Angleri, V., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2017). Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. *European Journal of Applied Physiology*, 117(2), 359-369.
- Carroll, T. J., Benjamin, B., Stephan, R., & Carson, R. G. (2001). Resistance training enhances the stability of sensorimotor coordination. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 268(1464), 221-227.
- Delecluse, C. (1997). Influence of strength training on sprint running performance: Current findings and implications for training. *Sports Medicine*, 24(3), 147-156.
- Deschenes, M. R. (2019). Adaptations of the neuromuscular junction to exercise training. *Current Opinion in Physiology*, 10, 10-16.
- Figueiredo, V. C., de Salles, B. F., & Trajano, G. S. (2018). Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: The most effective variable in resistance training. *Sports Medicine*, 48(3), 499-505.
- Fink, J., Schoenfeld, B. J., Sakamaki-Sunaga, M., & Nakazato, K. (2021). Physiological responses to agonist-antagonist superset resistance training. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 3(4), 355-363.
- Fischetti, F., Camporeale, F., & Greco, G. (2019). Effects of high-load resistance training versus pyramid training system on maximal muscle strength in well-trained young men: A randomized controlled study. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(Suppl 1), 80-86.
- Fleck, S., & Kraemer, W. (1997). Resistance training and special populations. Champaign, IL: *Human Kinetics*, 181-230.
- Hadi, Soegiyanto, Rahayu, S., & Setiono, H. (2018). Effectiveness of free weight exercise and super set machine system on strength and muscle hypertrophy. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 247, 191-195.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Merrigan, J. J., Jones, M. T., & White, J. B. (2019). A comparison of compound set and traditional set resistance training in women: Changes in muscle strength, endurance, quantity, and architecture. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 1(3), 264-272.
- Paz, G. A., Robbins, D. W., de Oliveira, C. G., Bottaro, M., & Miranda, H. (2017). Volume load and neuromuscular fatigue during an acute bout of agonist-antagonist paired-set vs. traditional-set training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2777-2784.
- Prasetyo, Y., & Nasrulloh, A. (2017). Weight training with pyramid systems to increase the leg and back muscular strength, grip strength, pull, and push strength. *Man in India*, 97(24), 193-201.
- Ribeiro, A. S., Schoenfeld, B. J., Souza, M. F., Tomeleri, C. M., Venturini, D., Barbosa, D. S., & Cyrino, E. S. (2016). Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: A randomized crossover study. *Experimental Gerontology*, 79, 8-15.
- Robbins, D. W., Young, W. B., Behm, D. G., & Payne, W. R. (2010). Agonist-antagonist paired set resistance training: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2873-2882.
- Sabido, R., Peñaranda, M., & Hernández-Davó, J. L. (2016). Comparison of acute responses to four different hypertrophy-oriented resistance training methodologies. *European Journal of Human Movement*, 37, 109-121.
- Sayyah, A., Asghari, E., & Arazi, H. (2021). The effects of two loading patterns of resistance training (skewed pyramid & reverse step) on some physical and physiological capabilities of non-athlete men. *Turkish Journal of Kinesiology*, 7(4), 123-131.
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872.
- Seitz, L. B., Reyes, A., Tran, T. T., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G. (2014). Increases in lower-body strength transfer positively to sprint performance: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 44(12), 1693-1702.
- Sung, D. J., Park, S. J., Kim, S., Kwon, M. S., & Lim, Y.-T. (2016). Effects of core and non-dominant arm strength training on drive distance in elite golfers. *Journal of Sport and Health Science*, 5(2), 219-225.
- Teng, W. M., Keong, C. C., Ghosh, A. K., & Thimurayan, V. (2008). Effects of a resistance training programme on isokinetic peak torque and anaerobic power of 13-16 years old Taekwondo athletes. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 2(2), 111-121.
- Trecroci, A., Duca, M., Formenti, D., Alberti, G., Iaia, F. M., & Longo, S. (2020). Short-term compound training on physical performance in young soccer players. *Sports*, 8(8), 108.
- Wilson, B. R., Robertson, K. E., Burnham, J. M., Yonz, M. C., Ireland, M. L., & Noehren, B. (2018). The relationship between hip strength and the Y balance test. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(5), 445-450.
- Yuniana, R., Tomoliyus, B. M., Kushartanti, B. M. W., Nasrulloh, A., Pratama, K. W., Rosly, M. M., ... & Ali, S. K. S. (2023). The Effectiveness of the weight training method and rest interval on VO₂ max, flexibility, muscle strength, muscular endurance, and fat percentage in students. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 11(1), 213-223.

저항성 운동 세트 구성이 기초체력 및 등속성 근기능에 미치는 효과

유봉¹, 김영직², 서태범³

¹제주대학교 연구원

²제주대학교, 석사과정

³제주대학교, 교수

[목적] 본 연구는 저항성 운동에 사용되는 다양한 세트 구성이 남자 대학생의 기초체력, 1RM 및 어깨와 무릎 등속성 근기능에 미치는 효과를 규명하는 것이다.

[방법] 총 40명의 남자를 통제그룹(CG, n=10), 컴파운드세트그룹(CSG, n=10), 피라미드세트그룹(PSG, n=10), 슈퍼세트그룹(SSG, n=10) 총 4그룹으로 나누었다. CG를 제외한 각 그룹은 60~80% 1RM 강도로 60~90분, 주 3회, 8주간 각 그룹에서 서로 다른 저항성 운동 세트 구성을 실시하였다. 저항성 운동 세트 구성의 효과를 비교하기 위해 신체 구성, 기초체력, 1RM과 어깨와 무릎 등속성 근기능을 측정하였다.

[결과] 피라미드세트는 다른 세트 구성보다 어깨와 무릎 등속성 근력의 상대값이 가장 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 또한, 모든 운동그룹은 배근력, 40m 스프린트와 1RM 증가에 긍정적인 영향을 미쳤으나, 운동그룹 간 차이는 나타나지 않았다.

[결론] 본 연구 결과는 피라미드 저항성 운동 세트 구성이 어깨와 무릎 등속성 근기능을 향상시킨다는 과학적 증거를 제시한다.

주요어

저항성 운동 세트 구성, 컴파운드세트, 피라미드세트, 슈퍼세트, 등속성 근기능