

서킷 형태의 근신경 운동이 MZ세대의 근력, 순발력, 기능적 수행력에 미치는 영향

이광진 PhD

충북대학교 체육교육과

Effect of Circuit Type Neuromuscular Training on Strength, Power, and Functional Performance in MZ Generation

Kwang-Jin Lee PhD

Department of Physical Education, Chungbuk National University, Cheong, Korea

PURPOSE: This study aimed to investigate the effects of circuit-type neuromuscular training (CTNT) on strength, power, and functional performance among the MZ generation.

METHODS: Twenty-eight participants were assigned to either the circuit-type neuromuscular training group (CTNTG, n=14) or the control group (CG, n=14). CTNT was performed for 50 minutes a day, 2–3 times a week, for 6 weeks. The CG only performed activities of daily living during the study period. Baseline and post measures included isometric muscular strength (knee flexion, knee extension, back flexion, back extension), vertical jump, 30 m sprint, T-agility, and Y-balance tests.

RESULTS: The results showed that the CTNT had a positive effect on the improvement of knee flexion ($p=.015$), knee extension ($p=.047$), back extension ($p=.003$), vertical jump ($p=.025$), T-agility ($p=.046$), posteromedial ($p=.031$), posterolateral ($p=.022$), and composite score ($p=.032$).

CONCLUSIONS: These findings can be a factor that the strength, power, and functional performance of MZ generation can be sufficiently improved through the CTNT program. This suggests that CTNT is the most appropriate exercise intervention method to improve the strength, power, and functional performance of the MZ generation.

Key words: Circuit type neuromuscular training, Strength, Power, Functional performance, MZ generation

서론

20대의 생활체육 참여율은(주 1회, 30분 이상 규칙적 체육활동) 2019년 69.2%였으나 2021년에는 63.6%로 5.6% 감소하였다[1]. 특히 9-24세의 연령대에서 19-24세의 신체활동 수준이 가장 낮은 것으로 조사되었다[2]. Millennials and Gen Z (MZ) 세대에 해당되는 20대 초반은 생애 전환의 중요한 시기로서 자율적으로 자신의 삶의 방식을 결정할

수 있으며, 신체적, 정서적 변화를 겪으면서 건강을 좌우할 수 있는 건강습관을 만드는 시기이다[3]. 하지만 자율적인 생활 양식이 건강 위험 행동들을 습득할 수 있는 기회가 되는 동시에 신체활동의 부족으로 이어질 수 있음을 경고하고 있다. 게다가 2019년 12월에 발생한 코로나 19 팬데믹 현상으로 대부분의 대학교가 비대면 수업으로 학사운영방법을 변경하였으며, 그 여파로 MZ세대들의 체육활동을 포함한 대부분의 신체활동이 감소되고 있는 추세이다[4]. MZ세대는 과거 세대와

Corresponding author: Kwang-Jin Lee **Tel** +82- **Fax** +82-43-262-9322 **E-mail** lhzzang2@hanmail.net

Keywords 서킷형태의 근신경근 운동, 근력, 순발력, 기능적 수행력, MZ세대

Received 25 Feb 2022 **Revised** 22 Mar 2022 **Accepted** 25 Mar 2022

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://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.

생활태도 및 소비패턴이 다르고 변화하는 환경에 익숙하게 적응하는 특징이 있으며, 시간대별 효율성을 중요한 가치로 여긴다[5]. 따라서 변화하는 세대에 맞게 체력향상을 위한 전략 수정이 필요하며, 소비자 중심의 트렌드에 맞는 운동 프로그램을 현장에 제시해야 한다.

근신경 훈련(neuromuscular training, NT)은 저항(resistance), 동적 안정성(dynamic stability), 균형(balance), 코어 근력(core strength), 플라이오메트릭(plyometric) 및 민첩성(agility) 등과 같은 구체적인 생체 요소들과 컨디셔닝 활동들을 통합하여 체력 향상과 부상 예방을 목적인 훈련 프로그램이다[6]. 플라이오메트릭과 코어 안정성 훈련은 근신경 훈련의 핵심으로 이러한 형태의 훈련이 결합되면 특정 신경 적응 즉, 하행 피질척수로(corticospinal tracts), 운동단위(motor units), 근신경 접합부(neuromuscular junctions) 및 근방추의 반사 잠재력(reflex potential of the muscle spindles)을 향상시킬 수 있다[7,8]. 특정 신경 적응(specific neural adaptations)은 신체 조절 기술을 개발하고 근신경 조절을 향상시키는 유용한 전략으로 제공되어 내부 또는 외부의 힘에 즉각적으로 반응하여 신체를 유지하거나 운동수행력을 강화시키는 데 도움이 된다[9]. 실제로 NT는 인대와 건과 같은 구조적인 조직의 강도를 증가시키면서 힘의 흡수, 능동적 관절 안정화(active joint stabilization), 근육 불균형(muscle imbalance) 및 기능적 생체역학(functional biomechanics) 개선에 효과가 있다는 사실이 증명되었다[10,11].

일반적인 운동처방에서 저항 훈련은 운동 강도에 따라 운동 사이에 1-3분의 긴 휴식이 포함된 훈련시간을 권장하고 있어 바쁜 현대인들에게 최소한의 시간, 장소 및 경제성을 고려하여 운동의 효과를 최대화시키는 새로운 형태의 운동들이 주목받고 있다[12,13]. 서킷 저항 훈련(circuit resistance training, CRT)은 운동 사이에 짧은 휴식 간격으로 가벼운 무게를 여러 번 반복하는 것을 포함하는 프로그램이다[14]. CRT는 시간 효율적인 운동방법(time-effective modality)으로 피트니스 및 웰니스 프로그램에서 인기가 있으며, 근력과 심혈관 건강을 향상시키는 데 효과가 입증되고 있다[15]. CRT의 운동 횟수(exact number), 양(volume), 부하(load), 휴식시간(rest-interval length), 훈련 기간(length of training phase)은 훈련 목표에 따라 다르게 설정할 수 있으며, 대상자의 건강, 운동의 목적, 운동선수의 훈련 목적에 의해 CRT 프로그램에 대한 변경이 가능하다[16].

한편, 신경세포의 수초화(myelination)는 생후 6개월부터 급격한 변화에 있는 성장기에 주로 일어나지만 20대 후반까지 계속된다[17,18]. 이 기간의 기본적인 운동 기술과 근력을 개발하는 데 가장 적합한 시기이다. 하지만 근력과 기본적인 운동 기술의 부족은 낮은 운동 자신감으로 이어지고 앉아있는 행동을 유발할 수 있다[19]. 자율적으로 자신의 삶의 방식을 결정할 수 있는 20대 시기에 이러한 행동은 건강 위험행동들을 습득할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. NT가 강조된 훈련은 인지와 운동능력의 가소성을 만들고 적절한 나이에 운동 중재의

참여와 운동 발달 및 체력 수준 향상에 유익하다[6]. 게다가 CRT 형식의 운동방법과 결합할 수 있다면 '경제성'과 '효율성'을 무엇보다도 중요시하게 여기는 MZ 세대의 체력 수준과 건강 습관에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것이다.

따라서 이 연구에서는 NT와 CRT가 결합한 서킷 형태의 근신경 훈련(circuit type neuromuscular training, CTNT)이 MZ세대의 근력, 순발력, 기능적 수행력에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

연구 방법

1. 연구 대상

연구 대상자는 C지역 20대 28명(남자 22명, 여자 6명)이며, CTNT 그룹 14명(CTNT group, CTNTG; age, 21.3 ± 0.4 years; height, 174.6 ± 7.0 cm; weight, 71.9 ± 10.2 kg; BMI, 23.4 ± 1.9 kg/m²), 통제 그룹 14명(control group, CG; age, 20.8 ± 0.7 years; height, 173.5 ± 5.9 cm; weight, 69.1 ± 9.51 kg; BMI, 22.8 ± 2.1 kg/m²)이 각각 배정되었다. 연구 대상자의 모집 기준은 다음과 같다: (1) 심혈관계 질환의 과거력이 없는 사람, (2) 근골격계 질환이 없는 사람, (3) 6개월 안에 저항운동 경험이 없는 사람. 연구 대상자 수는 G-POWER 3.1.9.4를 이용하여(효과 크기 .30, 유의수준 .05, 검정력 .85) 산출하였다. 모든 대상자는 실험 전 연구의 방법과 목적에 대해 설명하였으며, 자발적인 참여를 희망하는 대상자에게 참가 동의서를 받았다.

2. 연구 절차

측정은 근력, 순발력 및 기능적 수행력을 사전과 6주 후에 각각 측정하였다. 측정 전 동적 준비운동을 실시하였으며, 5분간 안정을 취한 후에 근력, 순발력, 기능적 수행력 검사 순서로 진행하였다. 연구 대상자는 측정 전날 과격한 신체활동과 음주를 제한하였다. CTNTG는 선행연구를 참고하여 6주간 2-3회/주 일 50분 CTNT를 실시 하였으며 [20], CG는 일상생활 수준의 활동을 수행하였다.

3. 측정 항목

3개의 체력 요인을 측정하였다(근력, 순발력, 기능적 수행력). 모든 측정 변인은 각각 2회씩 측정하였으며, 측정값 중에 가장 높은 값을 사용하였다. 모든 대상자는 다음과 같은 순서로 체력 요인을 측정하였다.

1) 근력

근력은 등척성 근력 측정 방법을 이용하여 무릎의 폼과 굽힘 및 허리의 폼과 굽힘의 근력을 측정하였다. 등척성 근력 측정은 도수근력검사기(Lafayette Instrument Company, Lafayette, IN, US)로 측정하였다. 무릎의 폼은 대상자를 테이블 위에 앉게 한 후 무릎의 각도를 100° 정

도로 고정된 자세에서 측정하였다. 무릎의 굽힘은 대상자가 테이블에 엎드린 후에 무릎의 각도를 120° 정도로 고정된 자세에서 측정하였다. 허리의 굽힘은 앙와위(supine position) 자세에서 30° 굽힘 시킨 후에 흉골 상부 노치 아래(under the suprasternal notch)에 휴대용 근력기를 배치하여 측정하였다. 허리의 신전은 엎드린 자세에서 평가하였다. 대상자는 손을 머리 뒷부분에 올려놓은 상태에서 휴대용 근력기를 흉추 4번 지점에 배치하여 측정하였다. 모든 등척성 근력 측정은 5초간 최대로 힘을 줄 수 있도록 요구하였다[21,22].

2) 순발력

30 m sprint는 구간 스피드 측정기(SR500, Seedtech, Korea)를 이용하여 측정하였다. 연구 대상자는 출발 위치에서 서서 자신이 출발 여부를 스스로 결정한다. 출발 전에 대상자는 출발선 바로 뒤에 앞발을 위치시키고 팔이나 상체가 선을 넘지 않도록 하였다[23]. Vertical jump는 수직 점프 측정기(Jump-MD T.K.K.5406, Takei Instruments Co., Ltd, Niigata, Japan)를 이용하여 측정하였다. 대상자는 허리에 측정을 위한 측정용 벨트를 착용한 후에 플레이트에 위치한다. 플레이트에 위치한 대상자는 연습 점프를 1회 실시한다. Vertical jump는 90° 무릎을 굽힘 시킨 후 최대 높이로 점프하였다. 점프 전과 후에 양손은 장골능 상부에 위치시킨다[24].

3) 기능적 수행력

T-agility 검사는 출발선에서 5 m 떨어진 곳에 콘을 놓고 좌, 우 2.5 m 간격으로 2개의 콘을 설치한 후 실시하였다. 피험자는 출발선에서 첫 번째 콘까지 전력 질주를 한 뒤에 좌, 우 콘까지 사이드 스텝으로 이동한다. 그 다음 첫 번째 콘까지 사이드 스텝으로 이동한 후에 출발선까지 뒤로 전력질주한다[25]. Y-balance test (YBT)는 YBT kit을 이용하여 측정하였다. 대상자는 한쪽 발을 중심관 위에 지지한 상태에서 반대쪽 발을 이용하여 전(anterior, AN), 후 내측(posteromedial, PM) 및 후 외측(posterolateral, PL)으로 다리를 뻗어 표시판을 최대로 멀리 보냈다. 양손은 골반에 올린 상태에서 맨발로 측정하였다. 연습 회는 3번씩 부여하였으며, 2번 측정한 뒤에 가장 높은 기록을 사용하였다. 종합 점수(composite score, CS)는 측정된 값을 공식에 적용하여 구하였다. 대상자의 하지 길이는 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac crest)에서 안쪽 복사뼈(medial malleolus)까지의 거리를 측정하였다[22].

$$\text{Composite score} = \{(\text{anterior} + \text{posteromedial} + \text{posterolateral}) / (3 \times \text{limb length})\} \times 100$$

4. 서킷 형태의 근신경 훈련 프로그램

이 연구에서 CTNT은 Klika와 Jordan [26]이 제안한 CRT와 Trajkovic와 Bogataj [27]가 사용한 NT 프로그램을 수정 보완하여 사용하였다.

Table 1. Circuit type neuromuscular training program

Time	Type	Intensity	Frequency
Warm-up (10 min)	Dynamic Stretching		
Main exercise (30 min)	Squat		
	Russian twist with medicine ball		
	For-way jump		
	Opposite Arm and Leg Lift	1-2 week: 2 set 3-4 week: 3 set 5-6 week: 4 set Set rest: 3 min	2-3 week during 6 weeks
	Lunge with medicine ball		
	Medicine ball throw (side) Box jump		
Cool-down (10 min)	Static Stretching		

CTNT는 코어, 플라이오메트릭 및 균형 훈련을 강조한 프로그램이며, 준비운동(10분), 본 운동(30분), 정리운동(10분)으로 구성하였다. 운동 강도는 운동 자각도(rating of perceived exertion, RPE) 12-16로 설정하였으며, 2주 간격으로 운동 세트 수를 증가하였다. 참가자들은 CTNT 프로그램을 참가하기 전 운동 동작에 대해 교육을 받았다. CG는 CTNT를 실시하지 않았으며, 일상생활 수준의 활동만을 수행하였다. CTNT 프로그램은 Table 1에 제시한 바와 같다.

5. 자료 처리

이 연구의 자료 처리는 SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 기술 통계치(Mean±SD)를 산출하였다. 집단과 시기 간의 상호작용 효과를 알아보기 위해 반복측정변량분석을(repeated Test)을 실시하였다. 모든 자료의 유의 수준은 α=.05로 설정하였다.

연구 결과

1. 근력의 변화

6주간의 CTNT가 등척성 근력에 미치는 효과는 Table 2에 제시하였다. 무릎의 굽힘은 시기와 집단 간에 상호작용(F=6.789, p=.015) 효과가 나타났다. 시기(F=3.326, p=.080) 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단 간(F=.007, p=.934)에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 무릎의 펴는 시기와 집단 간에 상호작용(F=4.339, p=.047) 효과가 나타났다. 시기(F=2.961, p=.097) 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단(F=.134, p=.718) 간에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 허리의 굽힘은 시기와 집단 간에 상호작용(F=.270, p=.608) 효과가 나타나지 않았다. 시기(F=2.427, p=.131) 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단(F=4.298, p=.048) 간에서는 유의한 차이가 나타났다. 허리의 펴는 시기와 집단 간에 상호작용 효과(F=10.828,

Table 2. Changes in isometric muscle strength

Variables	Group	Baseline	Post		F	p
Knee flexion (N·m/kg)	CTNTG	0.32±0.03	0.33±0.03	T	3.326	.080
	CG	0.33±0.05	0.32±0.05	G	.007	.934
				T*G	6.789	.015*
Knee extension (N·m/kg)	CTNTG	0.37±0.03	0.39±0.04	T	2.961	.097
	CG	0.38±0.04	0.37±0.04	G	.134	.718
				T*G	4.339	.047*
Back flexion (N·m/kg)	CTNTG	0.30±0.06	0.31±0.06	T	2.427	.131
	CG	0.36±0.07	0.36±0.06	G	4.298	.048*
				T*G	.270	.608
Back extension (N·m/kg)	CTNTG	0.033±0.06	0.35±0.05	T	4.812	.037*
	CG	0.034±0.04	0.33±0.04	G	.022	.884
				T*G	10.828	.003*

Means ± SD, means and standard deviation.

CTNTG, circuit type neuromuscular training group; CG, control group.

G indicates a main effect of groups and T indicates a time effect. Asterisks (*) denote statistically significant differences at $p < .05$.

Table 3. Changes in 30 m sprint and vertical jump

Variables	Group	Baseline	Post		F	p
30 m sprint (sec)	CTNTG	4.68±0.56	4.64±0.51	T	.173	.681
	CG	4.65±0.43	4.67±0.36	G	.001	.981
				T*G	1.231	.277
Vertical jump (cm)	CTNTG	53.2±14.4	56.2±15.8	T	10.024	.004*
	CG	58.0±8.27	58.4±8.0	G	.587	.451
				T*G	5.639	.025*

Means ± SD, means and standard deviation.

CTNTG, circuit type neuromuscular training group; CG, control group.

G indicates a main effect of groups and T indicates a time effect. Asterisks (*) denote statistically significant differences at $p < .05$.

$p = .003$ 가 나타났다. 시기($F = 4.812, p = .037$) 간에서는 유의한 차이가 나타났으며, 집단($F = .022, p = .884$) 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

2. 순발력의 변화

6주간의 CTNT가 30 m sprint와 vertical jump에 미치는 효과는 Table 3에 제시하였다. 30 m sprint는 시기와 집단 간에 상호작용($F = 1.231, p = .277$) 효과가 나타나지 않았다. 시기($F = .173, p = .681$) 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단($F = .001, p = .981$) 간에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다. Vertical jump는 시기와 집단 간에 상호작용($F = 5.639, p = .025$) 효과가 나타났다. 시기($F = 10.024, p = .004$) 간에서는 유의한 차이가 나타났으며, 집단($F = .587, p = .451$) 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3. 기능적 수행력

6주간의 CTNT가 T-agility와 YBT에 미치는 효과는 Table 4에 제시하였다. T-agility는 시기와 집단 간에 상호작용($F = 4.411, p = .046$) 효과가 나타났다. 시기($F = 6.381, p = .018$) 간에서는 유의한 차이가 나타났으며,

집단($F = .015, p = .903$) 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. YBT의 AN은 시기와 집단 간에 상호작용($F = .755, p = .322$) 효과가 나타나지 않았다. 시기($F = 2.098, p = .124$) 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단($F = 4.737, p = .039$) 간에는 유의한 차이가 나타났다. YBT의 PM은 시기와 집단 간에 상호작용($F = 5.190, p = .031$) 효과가 나타났다. 시기($F = 1.373, p = .252$) 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단($F = .793, p = .381$) 간에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다. YBT의 PL은 시기와 집단 간에 상호작용($F = 5.964, p = .022$) 효과가 나타났다. 시기($F = 2.978, p = .096$) 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단($F = .009, p = .927$) 간에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다. YBT의 CS는 시기와 집단 간에 상호작용 효과($F = 5.115, p = .032$)가 나타났다. 시기($F = 4.853, p = .037$) 간에서는 유의한 차이가 나타났으며, 집단($F = .111, p = .742$) 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

논 의

운동 부족(lack of exercise)은 만성질환과 죽음의 실제적인 원인으로 분류되는 중요한 공공 보건(major public health)의 문제이다. World

Table 4. Changes in T-agility and Y-balance test

Variables	Group	Baseline	Post		F	p
T-agility (sec)	CTNTG	7.60 ± 1.20	7.37 ± 1.07	T	6.381	.018*
	CG	7.54 ± 0.98	7.52 ± 0.94	G	.015	.903
				T*G	4.411	.046*
Y-balance test						
AN (cm)	CTNTG	57.5 ± 5.3	60.1 ± 5.8	T	2.098	.124
	CG	54.2 ± 6.6	54.8 ± 5.3	G	4.737	.039*
				T*G	.755	.322
PM (cm)	CTNTG	98.1 ± 13.7	101.9 ± 11.6	T	1.373	.252
	CG	97.0 ± 8.9	95.8 ± 8.8	G	.793	.381
				T*G	5.19	.031*
PL (cm)	CTNTG	95.3 ± 14.7	99.9 ± 12.9	T	2.978	.096
	CG	97.6 ± 9.3	96.8 ± 8.3	G	.009	.927
				T*G	5.964	.022*
Composite score (%)	CTNTG	91.1 ± 10.3	95.5 ± 7.0	T	4.853	.037*
	CG	92.3 ± 8.8	92.3 ± 7.9	G	.111	.742
				T*G	5.115	.032*

Means ± SD, means and standard deviation.

CTNTG, circuit type neuromuscular training group; CG, control group.

G indicates a main effect of groups and T indicates a time effect. Asterisks (*) denote statistically significant differences at $p < .05$.

Health Organization (WHO)는 MZ세대의 신체활동 감소에 따른 건강상의 문제점을 경고하고 있으며, 체력 및 운동 기술 발달 저하로 MZ세대의 신체활동 패턴에 상당한 영향을 미칠 수 있음을 시사하고 있다 [28]. 이러한 배경에서 활동적인 생활 패턴을 촉진하는 운동 중재의 개발 및 적용이 매우 중요하다. 무엇보다 20-30대에 해당되는 MZ세대의 운동 트렌드에 맞는 프로그램의 적용이 필수적이다. 이 연구는 CTNT가 MZ세대의 근력과 운동 기술을 개선하는 데 효과가 있음을 보여주고 있다. CTNT는 고전적인 운동방법에 비해 짧은 시간과 공간의 사용 측면에서 경제성과 효율성이 높기 때문에 MZ세대에게 적용할 수 있는 대안적인 운동방법으로 고려할 수 있다.

CRT의 가장 큰 이점 중에 하나는 근력의 향상이다. 선행연구에서는 제지방량 증가[29], 체지방량 감소[30] 및 심폐 체력[14]의 향상 이외에 서킷 운동이 근력의 증가에 가장 큰 효과가 있다는 사실을 보여주고 있다. 모든 서킷운동관련 연구가 근력의 향상의 목적으로 프로그램을 설계한 것은 아니지만 공통적으로 나타나는 효과 중 하나는 근력의 증가이며, 상체와 하체를 번갈아 가면서 운동하는 프로그램의 특징에 따라 전신의 근력 향상이 나타날 수 있다. 구체적으로 8가지 운동으로 구성된 서킷 저항운동은 대학 1학년(freshman)의 악력과 하지 근력 향상에 효과가 있었으며[31], 머신을 이용한 서킷 운동은 좌식생활을 하는 20-30대의 상체와 하체의 최대 근력 개선에(1RM) 효과가 있었다 [15]. 또한 유압식 장비를 이용한 서킷 운동은 등척성 무릎 펌과 굽힘 힘 증가에 효과가 있는 것으로 나타났다. 이 연구에서 사용한 CTNT는 코어와 하지를 강화시키는 동작으로 구성되었으며, 이전의 선행연구들과 유사하게 무릎 펌과 굽힘 및 허리 펌 근력이 증가되었음을 확

인하였다.

CTNT의 프로그램 구성요소에는 일상생활과 스포츠에서 필요한 순발력과 기능적 움직임을 향상시키기 위한 전략이 포함되어 있다. 대상자들은 요추-골반-엉덩관절 복합체(lumbar-pelvic-hip complex)와 하지를 제어하는 방법을 훈련을 통해 숙지하도록 하였으며, 점프 및 착지 시 무릎과 엉덩관절의 굽힘을 증가시켜 무릎 중심을 낮추도록 하였다[8]. 선행연구에서도 코어, 엉덩관절 및 하지 근육의 활성화의 중요성을 강조한 FIFA 11* 근신경 훈련 프로그램은 하지의 근신경 조절 능력과 countermovement jump (CMJ) 개선에 효과가 있었다[7]. 또한 허리와 하지의 근력과 점프 운동을 강조한 NT는 수직 점프와 Modified T-test 개선에 긍정적인 효과가 나타났으며, 좋은 운동 능력은 운동 참여 참여에 대한 중요한 예측 인자로서 잠재적인 건강 관련 혜택에 중요한 영향을 미칠 수 있다고 하였다[27]. 특히 근신경계 수행력 강화를 위한 단시간 서킷 형태의 근력과 순발력 훈련 프로그램은 CMJ, R+L CMJ, drop jump 및 한발 뛰기 민첩성(single-leg jumping agility) 검사 개선에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다[32]. 이 연구는 근신경 훈련을 서킷 형태로 선수 경력이 없는 MZ세대에게 적용한 최초의 연구로 수직 점프와 민첩성 개선에 효과가 있다는 사실을 규명하였다. 따라서 체력 감소와 운동 참여 기회가 줄어들고 있는 MZ세대에게 CTNT는 체력의 향상과 함께 운동 참여 기회를 증가시킬 수 있는 대안적인 운동방법 중 하나로 제안할 필요가 있다.

코어의 불안정성과 허리와 하지 안정근의 감소된 협응력이 체간의 고유 감각 및 근신경 조절의 결함을 초래할 수 있다[33,34]. 여러 연구에서는 하지 부상의 발생 비율을 감소하기 위해 근신경 훈련과 같은

중재 프로그램의 사용을 제안하고 있다. YBT는 동적 안정성과 부상의 위험을 식별하기 위한 도구로서 하지의 협응성, 균형, 유연성 및 근력과 같은 근신경계 능력이 필요하다. Benis et al. [9]은 체중을 이용한 근신경 훈련이 YBT의 PM, PL 및 CS를 개선 시켰다고 보고하였으며, 불안정한 지면에서 체중을 이용한 근신경 훈련은 YBT의 AN, PM 및 PL 향상에 긍정적인 영향을 미쳤다[35]. 또한 비대면 수업방법으로 12주간의 Tabata 운동이 YBT의 CS 개선에 효과가 있었다[36]. 이 연구에서는 체간과 하지의 근신경 조절 능력을 강화하기 위한 코어 운동과 플라이오메트릭 운동을 CTNT에 반영하였으며, 자세 교육 및 적절한 운동 동작에 대해 강조하였다. 그 결과 서킷 운동 형식의 저항 운동이 YBT의 PM, PL 및 CS 개선에 효과가 있다는 사실을 증명하였다. 하지만 이 연구는 다음과 같은 연구의 제한점이 있다. (a) 이 연구에서 사용된 운동프로그램은 운동선수에게 적용하는 것은 부적절하다. (b) 이 연구에 참여한 대상자들의 운동 참여 증가 및 운동 자신감은 측정 변인에 포함되지 않았다. (c) 부상 예방 및 감소에 대한 효과를 검증하지 못하였다.

결론

CRT는 시간 효율적인 운동방법으로 젊은 층에서 지지하고 있는 피트니스 트렌드이며, 기능 및 경제성 측면에서 이상적인 운동 중재 방법이다. 이러한 피트니스 트렌드에 맞추어 이 연구는 코어 운동과 플라이오메트릭 운동을 강조한 NT를 CRT 형식으로 MZ세대에 적용하였으며, 허리와 무릎 근력, vertical jump, T-agility 및 YBT의 개선에 긍정적인 효과가 나타났다. 따라서 CTNT는 운동 참여 부족과 Covid-19 팬데믹에 따른 체력 감소를 경험하고 있는 상황에서 MZ세대의 체력 및 운동 참여를 개선하기 위해 적합한 운동 중재 방법임을 시사하고 있다. 추후 연구에서는 CTNT가 운동 자신감, 부상 예방 및 감소, 운동선수의 수행력 향상에 미치는 영향을 규명할 필요가 있다.

CONFLICT OF INTEREST

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

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Methodology; Project administration; Visualization; Writing-original draft; Writing-review & editing: KJ Lee.

ORCID

Kwang-Jin Lee

<https://orcid.org/0000-0002-5065-2424>

REFERENCES

1. Ministry of Culture, Sports and Tourism. 2021 National Living Sports Survey Results. 2022. Available online: https://www.mcst.go.kr/kor/s_policy/dept/deptView.jsp?pSeq=1573&pDataCD=0417000000&pType
2. Ministry of Gender Equality and Family. 20202020 Youth Comprehensive Survey. 2021. Available online: http://www.mogef.go.kr/mp/pcd/mp_pcd_s001d.do?mid=plc502&bbtSn=704797.
3. Baik JW, Nam HE, Ryu JS. The effects of the college Students' will for the improvement of health playing on self-efficacy, happiness, life satisfaction and leisure satisfaction. *Korean J Heal Serv Manag.* 2012;6(1):173-83.
4. Ministry of Education. Information on the current status of education related to 'COVID-19'. 2020. Available online: <https://www.moe.go.kr/sub/info.do?m=580101&page=580101&num=04&s=moe>.
5. Shon JH, Kim CS, Lee HS. A study on the response of each generation to the communication characteristics of the MZ generation -Focusing on Generation MZ, Generation X, and Baby Boomers-. *JCD.* 2021; 77:202-15.
6. Myer GD, Faigenbaum AD, Ford KR, Best TM, Bergeron MF, et al. When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries in youth? *Curr Sports Med Rep.* 2011;10(3):155.
7. Gee TI, Morrow RA, Stone MR, Bishop DC. A neuromuscular training program enhances dynamic neuromuscular control and physical performance in court-sport athletes. *Transl Sports Med.* 2020;3(1):9-15.
8. Lee KJ, An KO. Latest trends in neuromuscular training to prevent anterior cruciate ligament injury: a literature review. *Exerc Sci.* 2021; 30(4):412-8.
9. Benis R, Bonato M, Torre AL. Elite female basketball players' body-weight neuromuscular training and performance on the Y-balance test. *J Athl Train.* 2016;51(9):688-95.
10. Myer GD, Ford KR, Palumbo OP, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):51-60.
11. Rodriguez C, Echegoyen S, Aoyama T. The effects of "prevent injury

- and enhance performance program” in a female soccer team. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(05):659-63.
12. Willardson JM. A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res*. 2006;20(4):978.
13. Park JS. Effects of 12 weeks elastic tubing exercise and aerobic exercise on body composition and physical fitness of middle-aged obese women. *JCD*. 2009;11(4):153-61.
14. Petersen SR, Miller GD, Quinney HA, Wenger HA. The influence of high-velocity resistance circuit training on aerobic power. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1988;9(10):339-44.
15. Harber MP, Fry AC, Rubin MR, Smith JC, Weiss LW. Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scand J Med Sci Sports*. 2004;14(3):176-85.
16. Waller M, Miller J, Hannon J. Resistance circuit training: its application for the adult population. *Strength Cond J*. 2011;33(1):16-22.
17. Hartley CA, Lee FS. Sensitive periods in affective development: non-linear maturation of fear learning. *Neuropsychopharmacology*. 2015;40(1):50-60.
18. Blakemore SJ. The developing social brain: implications for education. *Neuron*. 2010;65(6):744-7.
19. Chaabene H, Lesinski M, Behm DG, Granacher U. Performance-and health-related benefits of youth resistance training. *Sports Orthop Traumatol*. 2020;36(3):231-40.
20. Franco-Márquez F, Rodríguez-Rosell D, González-Suárez JM, Pareja-Blanco F, Mora-Custodio R, et al. Effects of combined resistance training and plyometrics on physical performance in young soccer players. *Int J Sports Med*. 2015;94(11):906-14.
21. Tanveer F, Arslan SA, Haider Darain AA. Reliability of hand-held dynamometer for assessing isometric lumbar muscles strength in asymptomatic healthy population. *Pak J Med Sci*. 2021;37(2):461.
22. Lee KJ, Seo KW, An KO. Effects of the non-face-to-face learning on health-related physical fitness and balance in adolescents according to COVID-19. *Exerc Sci*. 2021;30(2):229-36.
23. Cotte T, Chatard JC. Isokinetic strength and sprint times in english premier league football players. *Biol Sport*. 2011;28(2):89.
24. McLellan CP, Lovell DI, Gass GC. The role of rate of force development on vertical jump performance. *The J Strength Cond Res*. 2011;25(2):379-85.
25. Miller MG, Herniman JJ, Ricard MD, Cheatham CC, Michael, TJ. The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *J Sports Sci Med*. 2006;5(3):459.
26. Klika B, Jordan C. High-intensity circuit training using body weight: maximum results with minimal investment. *ACSMs Health Fit J*. 2013;17(3):8-13.
27. Trajković N, Bogataj Š. Effects of neuromuscular training on motor competence and physical performance in young female volleyball players. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(5):1755.
28. World Health Organization. Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world. Geneva: World Health Organization 2018.
29. Alcaraz PE, Perez-Gomez J, Chavarrias M, Blazevich AJ. Similarity in adaptations to high-resistance circuit vs. traditional strength training in resistance-trained men. *J Strength Cond Res*. 2011;25(9):2519-27.
30. Sperlich B, Wallmann-Sperlich B, Zinner C, Von Stauffenberg V, Losert H, et al. Functional high-intensity circuit training improves body composition, peak oxygen uptake, strength, and alters certain dimensions of quality of life in overweight women. *Front Physiol*. 2017;8:172.
31. Sonchan W, Moungmee P, Sootmongkol A. The effects of a circuit training program on muscle strength, agility, anaerobic performance and cardiovascular endurance. *IJKSS*. 2017;11(4):176.
32. Karagianni K, Donti O, Katsikas C, Bogdanis GC. Effects of supplementary strength-power training on neuromuscular performance in young female athletes. *Sports*. 2020;8(8):104.
33. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med*. 2006;36(3):189-98.
34. Sasaki S, Tsuda E, Yamamoto Y, Maeda S, Kimura Y, et al. Core-muscle training and neuromuscular control of the lower limb and trunk. *J Athl Train*. 2019;54(9):959-69.
35. Gonçalves C, Bezerra P, Clemente FM, Vila-Chã C, Leão C, et al. Effect of instability and bodyweight neuromuscular training on dynamic balance control in active young adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(23):8879.
36. Lee KJ, Noh BJ, An KO. Impact of synchronous online physical education classes using tabata training on adolescents during COVID-19: a randomized controlled study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(19):10305.