

저항성 운동 강도와 반복횟수의 차이가 국가대표 태권도 선수들의 하지 신경전도속도와 근활성도 및 수행력에 미치는 영향

Effect of Resistance Training Intensity and Repetition on the Lower-extremity Nerve Conduction Velocity, Muscle Activation and Performance of Taekwondo Athletes

곽태진(동국대학교 대학원생) · 김언호(동국대학교 교수) · 조인호*(한국체육대학교 교수)

Tae-Jin Kwak *Dongguk Univ* · Eon-Ho Kim *Dongguk Univ* · In-Ho Cho *Korea National Sport Univ*

요약

본 연구는 국가대표 태권도 선수를 대상으로 6주간 저항성 운동 강도와 반복횟수의 차이를 둔 훈련 프로그램을 적용한 뒤 하지 신경전도속도, 근활성도, 태권도 수행력에 미치는 영향을 조사하였다. 본 연구는 국가대표 태권도 겨루기 선수 14명을 대상으로 선정하여, 무작위로 저강도-고반복 집단, 고강도-저반복 집단으로 분류하였다. 저항성 운동 프로그램을 적용하기 전과 후로 총 2회에 걸쳐 등속성 근기능, 하지의 운동신경전도속도, 근신경 활성도, 태권도 수행력을 측정하였다. 수집된 자료는 SPSS 23.0 window ver. 통계프로그램을 이용하여 반복 측정이 있는 이원변량분산 분석(two-way repeated measure ANOVA)을 실시하였다. 또한 사후검정은 Bonferroni를 사용하였고, 모든 통계적 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. (1) 고강도-저반복의 저항성 운동은 연구 대상자의 하지 등속성 근력과 신근파위가 증가하는 것으로 나타났다. 또한 운동신경전도속도와 근신경 효율이 향상되는 것으로 나타났다. (2) 저강도-고반복의 저항성 운동은 연구 대상자의 무릎 관절의 등속성 굴근파위와 근지구력이 증가되는 것으로 나타났다. 결론적으로 훈련의 목적에 따라 저항성 운동의 강도와 반복횟수를 다르게 설정하는 것이 더욱 효과적인 저항성 훈련 방법으로 제시될 수 있다.

Abstract

The purpose of this study was to examine the effects of the difference in intensity and repetition frequency of resistance training on the lower extremity nerve conduction velocity, muscle activity, and performance of national Taekwondo athletes for six weeks. The participants consisting of 14 national Taekwondo sparring players were randomly classified into the high intensity-low repeating group($n=7$) and the low intensity-high repeating group($n=7$), based on random sampling. The participants' isokinetic muscle function, lower extremity motor nerve conduction velocity, muscle activity, and Taekwondo performance were measured two times before and after applying the resistance training program. The collected data was subjected to a two-way repeated measure ANOVA to verify the effects of the interaction between the group and timing of each measurement item, using the SPSS 23.0 statistical program. Bonferroni was used for the post-test, and all statistical significance levels were set to $p < .05$. The results of this study are as follows: First, the resistance training of high intensity and low repetition showed that the strength of the lower extremity and the constant muscle power of the national Taekwondo sparring players increased. Also, there was an improvement in motor neuron conduction velocity and neuromuscular efficiency. Second, the resistance training of low intensity and high repetition demonstrated that the lower extremity flexural muscle power and constant muscular endurance of the national Taekwondo sparring players increased. In conclusion, depending on the purpose of training for the national Taekwondo sparring player, the training different in resistance intensity and number of repetitions may be presented as an effective method of resistance training.

Key words : taekwondo, resistance training, training intensity, isokinetic muscle strength

I. 서론

태권도 겨루기 경기는 상대방의 머리나 몸통의 득점 부위를 발차기로 빠르고 정확하게 타격한 뒤 방어나 공격 자세를 취하는 동작이 반복적으로 요구된다. 반복되는 공격과 방어자세를 수행하기 위해서는 효율적인 신경근 협응성과 최대근력을 발휘하는 능력이 필요하다(Chang & Chang, 2004).

특히, 태권도 겨루기 선수는 주로 발차기를 통해 공격하는데 하지의 강한 근 기능은 주된 공격 수단인 발차기뿐만 아니라 경기 중 움직임을 활발하게 유지시킬 수 있으므로 경기력을 위한 중요한 체력 요인이다(박병주 및 주동욱, 2011). 또한 무릎관절의 신근력, 굴근지구력과 굴근과위가 높을수록 시간 당 발차기 횟수가 많아질 수 있는 경향을 보이므로(이철원, 이대영 및 현석주, 2008), 태권도 겨루기 선수의 경기력 향상을 위해 하지 근기능 강화를 위한 훈련이 요구된다.

스포츠 선수들의 경기력을 위한 근기능을 향상시키기 위한 트레이닝 방법으로는 복합트레이닝(김정훈 및 윤성원, 2009), 플라이오메트릭(이석인 및 정호원, 2012), 서킷트레이닝(임관철, 이창준 및 노동진, 2013), 저항성 운동(권혁, 2011)등의 훈련들이 연구되고 있는데, 그 중 저항성 운동은 스포츠 선수들의 근 기능 강화를 위한 가장 기초적이고 효율적인 운동으로 인식되며, 저항성 운동을 통해 근력과 스피드를 동반한 순발력, 민첩성과 같은 근기능 강화 측면을 최대로 발휘할 수 있어 그 중요성이 부각되고 있다(Bosco et al., 1982; 박병주 및 주동욱, 2011).

특히, 운동 강도와 반복횟수는 저항성 운동 프로그램 구성을 위한 핵심 요인으로(Hass, Feigenbaum & Franklin, 2001), 운동 강도와 반복횟수가 다르게 설정된 저항성 운동은 신체 내 호르몬 반응과 신경근 적응의 차이로 최대근력, 근비대, 근지구력 등 각기 다른 체력적 특성을 발달시킨다(유재현 등, 2004).

일반적으로 근력의 향상시키기 위해서는 고강도의 저항성 운동, 근지구력 향상을 위해서는 저강도의 저항성 운동이 권장되나(Bompa, 1999), 최근 선행연구는 저강도-고반복을 통한 총 운동량의 증가가 운동 강도보다 근력향상에 더 중요한 요소일 가능성이 있다고 보고되고 있다(Burd et al., 2010; Schoenfeld et al., 2016; Kim et al., 2017).

근력 발휘를 위한 운동단위의 동원이 미세한 시간을 차이로 순서대로 활성화된다(Petrofsky et al., 1985). 고강도 저항성 운동의 경우 이처럼 다양한 운동 단위의 역치점을 활성화시키기 어렵지만 저강도 저항성 운동은 많은 반복횟수를 통해 가능한 모든 운동단위를 동원시킴으로써 그 효과를 증가시킬 수 있다(Fisher et al., 2017). 또한 근력의 증가는 근육의 크기나 특성뿐만 아니라 체내의 신경감응(innervation) 역시 중요한 결정인자이다(Aagaard et al., 2002). 저항성 운동을 실시했을 때 초반의 근력 증가는 근신경계가 활성화되어 향상되는 것으로 알려져 있다(Kraemer, Fleck, & Evans., 1996; Moritani, 1979; Sale, 1988). 이는 고강도 운동에 의해 신경의 말단 가지(nerve terminal branch)의 길이가 길어지고, 신경 말단 가지가 증가로 신경계가 활성화 된다(Deschenes et al.,

1993).

신경전도속도는 신경계를 활성화 시키는 요인 중 하나로 스포츠까지 영역이 확대되어 연구되고 있다. 운동신경은 근육을 수축하게 하고, 운동신경의 자극을 조절하여 보다 원활하고 효과적으로 근육의 운동을 수행하게 한다(전임봉, 1997). Soodan & Kumar(2011)는 훈련 프로그램으로 인한 운동신경전도속도의 증가가 운동선수의 신경학적 적응을 향상시키는 것에 대한 표지가 될 수 있다고 보고하였으며, 신경전도의 속도가 저하될 경우 근육과 관절의 기능뿐만 아니라 섬세한 운동에도 영향을 미칠 수 있다. 따라서 태권도 선수들의 경기력 향상을 위해 신경계 자극을 통한 운동신경전도속도는 중요한 요소가 될 수 있을 것으로 생각된다. 특히, 현재까지 저항성 운동과 관련된 강도와 반복횟수의 차이에 대한 연구는 대부분 일반인을 대상으로 진행되어, 태권도 겨루기 선수를 대상으로 진행한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 6주간 고강도-저반복, 저반복-고반복 저항성 운동을 엘리트 겨루기 태권도 선수들에게 각각 적용한 뒤 등속성 근기능, 운동신경전도속도, 근신경 활성도의 변화와 태권도 수행력의 향상을 확인하여 단기간동안 근기능과 근신경계 향상을 위한 저항성 운동 프로그램 설정에 활용할 수 있는 자료를 제공함에 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 피험자는 국가대표 태권도 겨루기 선수 14명을 선정하여, 무작위(random sampling)로 고강도-저반복 집단(85%RM: H-L), 저강도-고반복 집단(40%RM: L-H)으로 분류하였다. 실험 참여에 앞서 본 연구의 목적에 대해 충분히 설명한 후 참가자들로부터 자발적인 참여 동의서를 받고 진행하였다. 연구대상자의 특성은 <표 1>과 같으며 연령($p=.462$), 신장($p=.569$), 체중($p=.473$), 체질량지수($p=.551$), 체지방률($p=.800$)의 동질성을 확보하였다.

표 1. 연구대상자의 신체적 특성

집단	연령(y)	신장(cm)	체중(kg)	체질량지수(BMI)	체지방률(%)
H-L (n=7)	21.29 ±2.14	176.89 ±6.11	67.57 ±10.60	21.49±2.26	16.60±4.93
L-H (n=7)	20.29 ±2.75	179.77 ±11.40	72.93 ±15.92	22.29±2.61	15.80±6.53
p	.462	.569	.473	.551	.800

H-L; 고강도-저반복(High load-Low repetition)

L-H; 저강도-고반복(Low load-High repetition)

Mean±SD

2. 연구내용 및 절차

본 연구는 6주간 국가대표 태권도 선수 14명을 대상으로 진행하였다. 저항성 운동 프로그램 진행 전 하지의 근 기능을 평가하기 위해 등속성 근력, 근파워, 근지구력을 측정하였고, 신경전도 평가를 위해 운동신경전도속도, 근신경활성도를 측정하였다. 저항성 훈련 후 태권도 수행력의 평가는 FSKT를 통해 측정하였다. 사전 측정 후 스쿼트와 레그익스텐션의 1RM 측정을 통해 저항성 운동 강도를 설정하였으며, 저항성 운동 프로그램은 6주간 주 3회 실시하였다. 각 집단은 훈련기간 동안 동일한 팀 훈련 및 휴식 시간이 주어졌다. 6주간 저항성 운동 프로그램을 수행한 후 사전과 동일한 방법으로 사후 측정을 실시하였다.

1) 신체구성 측정

대상자의 신체적 특성을 측정하기 위해 생체전기저항법(bioelectric impedance analysis)을 이용한 체성분 분석기(Inbody 770)를 이용하였다. 측정의 오류를 최소화하기 위해 신체에 모든 금속류를 제거한 후 간편한 복장으로 측정기 위에 올라 전극판 위에 발을 맞춰 선 뒤, 양 손잡이의 전극에 맞춰 손잡이를 잡고 양 팔의 겨드랑이가 몸에서 떨어지도록 벌린 후 측정을 진행하였다.

2) 운동신경전도속도 측정

운동신경전도속도 측정 시 각 피험자는 마사지 베드에 누워 안정된 자세를 취하였다. 자극 사이의 시간은 약 3-5초 간격을 두었으며, 낮은 전기 자극에서 시작하여 횡수가 증가함에 따라 전기 자극도 상승시켰다. 전기 자극의 증가에도 불구하고 더 이상 그래프가 상승하지 않는 시점의 최댓값이 기록되었다. 운동신경전도속도의 전기적 자극은 정강신경(tibial nerve)의 발목(ankle)부위와 슬와(popliteal fossa)부위를 측정하였다. 측정의 신뢰도와 타당도를 높이기 위해 숙련된 연구자가 동일하게 측정을 진행하였다.

3) 근신경활성도(Hmax/Mmax ratio) 측정

근신경활성도는 비복근-가자미근에서 측정이 가능한 H-reflex(Hoffmann-reflex)와 M-wave를 기록하였다. 각 피험자는 베드에 엎드린 자세로 누워 안정된 자세를 취하고, 가자미근 중간 부분에서 원위부로 약 2cm 떨어진 부위와 2cm 간격을 두고 평행하게 하여 근섬유에 Ag/AgCl 표면 전극을 위치시켜 부착하였다. 접지 전극은 안쪽 복사뼈에 위치시키고 전기 자극 전극은 무릎 뒤 슬와(popliteal fossa)의 중간 부분인 정강신경(tibial nerve)에 위치하였으며, 전기적 자극은 낮은 전기 자극에서부터 시작해서 횡수가 상승함에 따라 자극도 지속적으로 상승시켰다. 자극 사이의 시간은 약 3-5초 간격을 두고 진행하였으며, 더 이상 그래프가 상승하지 않는 시점의 최댓값이 기록되었다. H-reflex의 외부 전기적 자극 소리에 참가자들

이 반응할 수 있으므로 소음을 차단할 수 있는 헤드셋을 착용하였으며, M-wave의 경우 마찬가지로 자극의 증가에도 불구하고 따라 더 이상 그래프가 상승하지 않는 시점의 최댓값이 기록되었다.

4) 등속성 근기능 측정

등속성 장비인 Humac-Norm(U.S.A)으로 하지의 등속성 근기능을 측정하였다. 대퇴사두근과 햄스트링의 근력과 근파워, 근지구력을 측정 및 평가하였다. 측정 시작 전 장비의 영점조정(calibration)을 하였으며, 대상자에게 충분한 설명과 연습으로 장비에 익숙해지도록 하였다. 등속성 근기능의 측정은 Utter, A 등(1997)과 Perrin, D. H(1993), 윤재량(2013)의 연구를 근거로 0°에서 90°로 무릎 관절의 가동범위를 설정하고, 각속도와 반복횟수는 60°/sec로 3회, 180°/sec로 3회, 240°/sec로 15회 반복으로 측정을 진행하였다. 체중 당 최대근력(peak torque/body weight), 체중 당 평균 파워(average power/body weight), 근지구력 비율(%)을 평가하였다.

5) 1RM(1 repetition maximum) 측정

운동 강도 설정에 필요한 1RM 측정은 Logan P, Fornasiero D & Abernathy P(2000)가 제시한 직접측정방법을 사용하였다. 선수들은 가벼운 무게로 준비운동을 실시한 후 측정하였다. 측정 사이에 3-5분간 휴식을 두어 4회의 시도 내에 1RM을 측정할 수 있도록 시행하였다. 측정 시 자신의 50-70%의 힘으로 들어 올릴 수 있는 적절한 무게를 선택한 후 수행할 수 없을 때까지 2.5-20.0kg까지 점진적으로 증가시켰으며, 측정 사이의 동일성을 위해 동일한 속도와 가동범위로 수행하도록 진행하였다.

6) 태권도 수행력 측정

태권도 수행력 측정은 Santos, Valenzuela & Franchini(2016)가 제시한 Frequency Speed of Kick Test(FSKT)를 수정하여 사용하였다. FSKT는 10초간 진행하였다. 시작 신호와 함께 선수는 몸통 샌드백을 양발을 번갈아 최대한 많은 발차기를 수행하고 계수기를 통해 측정하였다. 정확한 횡수 측정을 위해 동영상을 촬영하여 계수기와 오차를 수정하였다.

3. 자료처리 및 평가방법

본 연구에서는 수집된 자료는 컴퓨터에 개별 입력한 후 SPSS ver23.0 통계프로그램을 이용하여 모든 변인에 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하고 각 측정 항목의 집단 및 시기의 상호작용에 의한 효과를 검정하기 위해 반복 측정 이원변량분석(two-way repeated measure ANOVA)을 실시하였다. 사후검정은 Bonferroni를 사용하였고, 모든 통계적 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 저항성 운동 강도와 반복횟수 차이에 따른 등속성 근기능의 변화

1) 등속성 근력(60°/sec)의 변화

저항성 운동 강도와 반복횟수 차이에 따른 저항성 운동을 실시한 국가대표 태권도 선수들의 등속성 근력을 측정된 결과는 다음 <표 2>과 같다. 신근력의 경우 운동 방법과 시기에 의한 상호작용 효과가 없었으며($F=2.598$, $p=1.33$), 주효과 검증 결과 시기($F=4.408$, $p=.058$)와 집단($F=.051$, $p=.489$) 모두 차이가 없었다. 굴근력의 경우 운동 방법과 시기에 의한 상호작용 효과가 없었지만($F=.601$, $p=.453$), 시기에 따른 굴근력($F=7.049$, $p=.021$)은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 시점 별 차이를 비교해본 결과 H-L 집단의 신근력과 굴근력이 운동 전보다 운동 후 유의하게 증가하였다($p<.05$).

표 2. 운동 강도에 따른 무릎 등속성 근력 변화 (단위: Nm/bw)

	집단	사전	사후		F	p
신근	H-L (n=7)	225.43±45.56	255.86±45.89a	T	4.408	.058
	L-H (n=7)	253.43±28.01	257.43±32.82	G	.510	.489
				T×G	2.598	.133
굴근	H-L (n=7)	127.71±28.84	142.57±32.33a	T	7.049	.021*
	L-H (n=7)	147.29±26.54	155.43±24.28	G	1.266	.283
				T×G	.601	.453

H-L; 고강도-저반복(High load-Low repetition)
L-H; 저강도-고반복(Low load-High repetition)
T : Time; G : Group
a : difference between Time; b : difference between Group
* : $p<.05$

2) 등속성 근파워(180°/sec)의 변화

저항성 운동 강도와 반복횟수 차이에 따른 저항성 운동을 실시한 국가대표 태권도 선수들의 등속성 근파워를 측정된 결과는 다음 <표 3>과 같다. 신근파워의 경우 운동 방법과 시기에 의한 상호작용 효과가 없었지만($F=1.123$, $p=.310$), 시기에 따른 신근파워($F=9.501$, $p=.009$)는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 시점 별 차이를 비교해본 결과 H-L 집단의 신근파워가 운동 전보다 운동 후 유의하게 증가하였다($p<.05$). 굴근파워의 경우 운동 방법과 시기에 의한 상호작용 효과가 없었지만($F=1.780$, $p=.207$), 시기에 따른 굴근파워($F=16.471$, $p=.002$)는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 시점 별 차이를 비교해본 결과 L-H 집단의 굴근파워가 운동 전보다 운동 후 유의하게 증가하였다($p<.05$).

표 3. 운동 강도에 따른 무릎 등속성 근파워 변화 (단위: Nm/bw)

	집단	사전	사후		F	p
신근	H-L (n=7)	323.86±58.93	366.86±52.20a	T	9.501	.009*
	L-H (n=7)	357.86±52.64	378.86±62.42	G	.652	.435
				T×G	1.123	.310
굴근	H-L (n=7)	205.00±51.17	226.00±55.97	T	16.471	.002*
	L-H (n=7)	226.86±38.31	268.43±54.44a	G	1.547	.237
				T×G	1.780	.207

H-L; 고강도-저반복(High load-Low repetition)
L-H; 저강도-고반복(Low load-High repetition)
T : Time; G : Group
a : difference between Time; b : difference between Group
* : $p<.05$

3) 등속성 근지구력(240°/sec)의 변화

저항성 운동 강도와 반복횟수 차이에 따른 저항성 운동을 실시한 국가대표 태권도 선수들의 등속성 근지구력을 측정된 결과는 다음 <표 4>과 같다. 신근지구력의 경우 운동 방법과 시기에 의한 상호작용 효과가 없었지만($F=3.206$, $p=.099$), 시기에 따른 신근지구력 비율($F=11.531$, $p=.005$)은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 시점 별 차이를 비교해본 결과 L-H 집단의 신근지구력 비율이 운동 전보다 운동 후 유의하게 증가하였다($p<.05$). 굴근지구력의 경우 운동 방법과 시기에 의한 상호작용 효과가 없었으며($F=.516$, $p=.486$), 주효과 검증 결과 시기($F=.917$, $p=.357$)와 집단($F=.729$, $p=.410$) 모두 차이가 없었다.

표 4. 운동 강도에 따른 무릎 등속성 근지구력 비율 변화 (단위: %)

	집단	사전	사후		F	p
신근	H-L (n=7)	85.29±5.12	87.14±5.55	T	11.531	.005*
	L-H (n=7)	79.43±5.29	85.43±7.46a	G	1.646	.224
				T×G	3.206	.099
굴근	H-L (n=7)	83.86±15.08	84.71±8.12	T	.917	.357
	L-H (n=7)	77.29±7.50	83.29±11.72	G	.729	.410
				T×G	.516	.486

H-L; 고강도-저반복(High load-Low repetition)
L-H; 저강도-고반복(Low load-High repetition)
T : Time; G : Group
a : difference between Time; b : difference between Group
* : $p<.05$

2. 저항성 운동 강도와 반복횟수 차이에 따른 운동신경전도속도의 변화

저항성 운동 강도와 반복횟수 차이에 따른 저항성 운동을 실시한 국가대표 태권도 선수들의 운동신경전도속도를 측정된 결과는 다음 <표 5>와 같다. 운동신경전도속도의 경우 운동 방법과 시기에 의한 상호작용효과가 없었지만($F=1.903$, $p=.193$), 시기에 따른 운동신경전도속도($F=4.919$, $p=.047$)는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 시점 별 차이를 비교해본 결과 H-L 집단의 운동신경전도속도가 운동 전보다 운동 후 유의하게 증가하였다($p<.05$).

표 5. 운동 강도에 따른 운동신경전도속도 변화 (단위: m/sec)

집단	사전	사후		F	p
H-L (n=7)	42,927±5,586	46,759±2,040a	T	4,919	.047*
			G	.026	.875
L-H (n=7)	44,036±5,240	44,929±4,801	T×G	1,903	.193

H-L; 고강도-저반복(High load-Low repetition)

L-H; 저강도-고반복(Low load-High repetition)

T : Time; G : Group

a : difference between Time; b : difference between Group

* : $p<.05$

3. 저항성 운동 강도와 반복횟수 차이에 따른 근신경활성도의 변화

저항성 운동 강도와 반복횟수 차이에 따른 저항성 운동을 실시한 국가대표 태권도 선수들의 Hmax/Mmax ratio를 측정된 결과는 다음 <표 6>과 같다. Hmax/Mmax ratio의 경우 운동 방법과 시기에 대한 상호작용효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며($F=3.401$, $p=.090$), 주효과 검증 결과 시기($F=1.931$, $p=.190$)와 집단($F=.011$, $p=.918$) 모두 차이가 없었다. 시점 별 차이를 비교해본 결과 H-L 집단의 Hmax/Mmax ratio가 운동 전보다 운동 후 유의하게 증가하였다($p<.05$).

표 6. 운동 강도에 따른 Hmax/Mmax ratio 변화 (단위:%)

집단	사전	사후		F	p
H-L (n=7)	27,973±15,610	36,714±15,862a	T	1,931	.190
			G	.011	.918
L-H (n=7)	33,757±13,262	32,529±15,549	T×G	3,401	.090

H-L; 고강도-저반복(High load-Low repetition)

L-H; 저강도-고반복(Low load-High repetition)

T : Time; G : Group

a : difference between Time; b : difference between Group

* : $p<.05$

4. 저항성 운동 강도와 반복횟수 차이에 따른 태권도 수행력의 변화

저항성 운동 강도와 반복횟수 차이에 따른 저항성 운동을 실시한 국가대표 태권도 선수들의 태권도 수행력을 측정된 결과는 다음 <표 7>과 같다. 태권도 수행력의 경우 운동 방법과 시기에 대한 상호작용효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며($F=0.49$, $p=.828$), 주효과 검증 결과 시기($F=2.410$, $p=.147$)와 집단($F=.376$, $p=.551$) 모두 차이가 나타나지 않았다.

표 7. 운동 강도에 따른 태권도 수행력 변화 (단위: 회/sec)

집단	사전	사후		F	p
H-L (n=7)	22,14±1.95	22,71±1.89	T	2,410	.147
			G	.376	.551
L-H (n=7)	22,71±1.25	23,14±1.35	T×G	.049	.828

H-L; 고강도-저반복(High load-Low repetition)

L-H; 저강도-고반복(Low load-High repetition)

T : Time; G : Group

a : difference between Time; b : difference between Group

* : $p<.05$

IV. 논의

본 연구의 주요한 결과는 태권도 겨루기 선수들에게 고강도-저반복, 저강도-고반복의 저항성 운동 프로그램을 6주간 적용하였을 때 고강도-저반복 집단에서 등속성 근력, 신근파위, 신경전도속도, Hmax/Mmax ratio가 통계적으로 유의하게 증가하였으며, 저강도-고반복 집단에서는 등속성 굴근파위, 근지구력 비율이 유의하게 증가하였다는 것이다.

본 연구에서 등속성 근기능 측정은 고강도-저반복의 저항성 운동을 실시했을 때 근력과 신근파위가 측정 시기에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 저강도-고반복의 저항성 운동을 실시했을 때 굴근파위와 근지구력 비율이 측정시기에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 연구의 결과는 고강도-저반복 집단과 저강도-고반복 집단을 8주간 트레이닝시킨 결과 두 집단 모두 근비대가 나타났으며, 근력의 경우 저강도-고반복 집단보다 고강도-저반복 집단이 더 크게 증가하였다고 보고한 Schoenfeld et al. (2015)과 동일한 결과를 나타냈다. 또한 26명 남성을 대상으로 6주간 고강도(80%RM) 집단과 저강도(30%RM) 집단으로 구분하여 저항성 운동을 적용한 결과, 고강도 저항성 운동에서 근력이 높게 나타났다고 보고한 Jenkins 등(2017)과 동일한 결과가 나타났다.

파위는 최대근력과 최대스피드로 구성되며(Bompa et al., 2009), 고강도 저항성 운동으로 인한 근력 증가는 파워에 영향을 미친다고 보고되었다(Moss et al., 1997). 본 연구의 결과는 스쿼시 선수를 대상으로 8주간 저항성 운동을 적용한 결과 근파위 관련 변인이

증가하였다고 보고한 권혁(2011)의 연구와 엘리트 태권도 선수를 대상으로 70%RM의 저항성 운동을 8주간 적용한 결과 운동집단이 통제집단에 비해 증가하였다고 보고한 연분홍(2016)의 연구 결과와 유사한 결과가 관찰되었다.

근지구력은 국부적인 근력운동을 얼마만큼 오래 지속하며, 장시간 피로감을 느끼지 않고 원활한 근 수축을 유지하는 능력(Felsing, Brasel & Cooper, 1992)으로, 태권도 겨루기 특성상 중요한 체력요인으로 분류된다. 본 연구의 결과는 저장도-고반복 집단이 고강도-저반복 집단보다 근지구력이 더 크게 증가하였다고 보고한 Schoenfeld et al. (2015)과 동일한 결과를 나타냈다. 또한 10주간 최대반복 저장도 운동(30%RM)과 저장도 운동(30%RM), 최대반복 고강도 운동(80%RM)의 저항성 운동 집단의 등속성 근지구력은 최대반복 저장도 운동(30%RM) 집단만 평균과위가 유의하게 증가하였다고 보고한 임창현(2018)과 유사한 결과를 나타냈다. 고반복 근수축은 산화적인 효소에 의한 유산소성 대사를 필요로 하며(임창현, 2018), 저장도-고반복 저항성 운동은 완전한 에너지 고갈을 유도하여 모세혈관의 수를 증가시켜 유산소성 대사의 향상을 가져올 수 있다(Mackey, 2011). 또한 저장도-고반복 저항성 운동은 고강도-저반복 저항성 운동에 비해 총 운동량을 더 많은 것으로 나타났으며 이로 인해 유산소성 대사의 향상과 다양한 역치점의 운동단위 적응으로 근지구력 향상에 도움이 되는 것으로 생각된다. 따라서 본 연구의 결과로 고강도-저반복의 저항성 운동이 등속성 근력의 향상에 도움이 되고, 저장도-고반복의 저항성 운동이 등속성 근지구력 향상에 도움이 된다는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 선수들의 주기화 훈련 프로그램이나 단기간 훈련 프로그램 구성에 활용 가능할 것으로 생각된다.

본 연구의 신경전도속도의 변화를 살펴보면 고강도-저반복의 저항성 운동을 실시하였을 때 사전에 비해 사후에서 통계적으로 유의하게 증가되었다. 이러한 저항성 운동을 통한 신경계 적응의 기전으로는 선행연구에서 고강도-저반복($\geq 85\%$ of 1RM; ≤ 6 repetition)의 저항성 운동이 근 섬유동원 증가와 신경근접합부의 비대, 신경말단까지 길이의 증가 등을 통해 근 신경계 적응(Neuro-muscular adaptation)을 유도한다고 보고되고 있다(González-Badillo, Izquierdo & Gorostiaga, 2006; Kraemer & Ratamess, 2004; Deschenes et al., 1993). 고강도의 저항성 운동이 근력 향상을 담당하는 신경 적응을 초래한다는 Komi(1986)의 연구와 복합운동 후 비만 남성의 운동신경이 유의하게 증가하였다는 박정민 등(2017)의 연구와 본연구가 동일한 결과가 나타났다.

한편, H-reflex의 최댓값(Hmax)은 주어진 조건 내에서 활성화될 수 있는 척수 내 알파-운동신경이 동원된 상태이며, M-wave의 최댓값(Mmax)은 특정 근육에 동원 가능한 운동신경들이 모두 활성화된 상태를 의미한다(Palmieri et al., 2004; Kumar et al., 2012). Hmax/Mmax ratio는 H-reflex를 정규화하는 일반적인 방법으로 김종순, 김난수 및 이현옥(2010)은 Hmax/Mmax ratio의 증가는 근수축을 일으키는 알파-운동신경 섬유의 흥분 증가를 의미하고, Hmax/Mmax ratio의 감소는 알파-운동신경 섬유의 흥분감소를 의

미한다고 보고하였다. 본 연구에서 Hmax/Mmax ratio를 관찰한 결과 고강도-저반복 집단이 사전에 비해 사후에서 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과는 고강도 근력 훈련 후 Hmax/Mmax ratio가 증가됐다고 보고한 선행연구와 유사한 결과를 나타냈다(Aagaard et al., 2002; Lagerquist et al., 2006). 저항성 운동으로 인한 신경전달효율의 증가는 전시냅스와 후시냅스 사이 거리감소 및 신경말단부의 신경가지 길이의 증가로 근기능 향상에 기여하였을 것으로 보고된다(박재성, 2019). 따라서 저장도-고반복보다 고강도-저반복 형태의 저항성 운동이 운동신경전도속도, 알파-운동신경 섬유의 흥분을 유의하게 증가시켜 초기 근력향상을 위한 신경근 적응에 있어 이점이 있는 것으로 판단되며, 태권도 겨루기 선수들의 휴식기간, 훈련기간을 고려하여 저항성 운동 프로그램을 구성할 때 본 연구의 결과를 활용할 수 있을 것이라 생각된다.

다만, H-reflex 측정은 대상자의 자세, 다리의 위치, 자극의 기간과 빈도, 전극의 위치, 검사 횟수 등과 같은 여러 가지 요인에 의해 영향을 받을 수 있다(Ki, Kwon, Yi & Jeon, 2010). 또한 선행연구에 의하면 정상인의 Hmax/Mmax ratio도 그 범위가 넓음으로(이은용 등, 1983; Angel & Hoffman, 1963) 추후 저항성 운동을 통한 Hmax/Mmax ratio에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

태권도 겨루기 선수는 경기력을 위해 발차기 기술의 향상이 필요하며, 이러한 발차기의 속도는 경기의 승리를 위한 중요한 변인이다(최공집, 2015). 현재 태권도의 득점 방식이 타이밍과 정확성에 의한 비율이 높아져 발차기 스피드를 높이는 훈련이 중시되며 이에, 발차기의 속도를 증가시키는 훈련은 현장에서 많이 사용되고 있다(이계영 & 오명진, 2019). 이렇듯 스포츠 수행력과 관련된 선행연구를 살펴보면 임비오 등(2008)은 8주간 농구 선수를 대상으로 근력, 민첩성 등의 훈련 프로그램 적용이 하지의 근신경에 긍정적인 영향을 미쳐 점프 수행력이 증가하였다고 보고 하였다. 하지만 Ross et al. (2001)은 단거리 육상 선수의 운동신경전도속도를 관찰하였을 때 훈련기간에 따라 운동신경전도속도는 증가하였으나 운동 수행력 향상에 기여하였는지 결정하기는 어렵다고 하였으며, Santos et al. (2016)은 9명의 태권도 선수를 대상으로 다양한 저항성 운동 강도를 적용한 결과 태권도 수행력은 통계적으로 유의한 차이가 없다고 하였다. 본 연구는 측정결과 저항성 운동 적용 후 고강도-저반복 집단과 저장도-고반복 집단 모두 태권도 수행력에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 대상자가 발차기 속도, 자세가 최대 능력에 가까운 선수이며, 발차기 향상을 위한 하지관절과 체간의 근기능, 하지관절의 각속도, 무산소성 파워, 발을 지면에서 떼기 위한 지면반력(정현주 등, 2012; 최공집, 2015) 등의 요인 중 무릎관절만 고려하였으므로 태권도 수행력의 차이가 나타나지 않은 것으로 보인다. 또한, 엘리트 선수들은 우수한 경기력과 결과를 꾸준히 유지해야하므로 평소와 다른 새로운 훈련 프로그램을 적용 및 적용하도록 권장하는 것은 경기력 방해요인으로 작용할 수 있어 장기간 적용을 통한 긍정적인 효과를 도출하기에 제한점이 있다(황동주, 염동철, & 조준용, 2017, 2018). 따라서 추

후 태권도 수행력 향상을 위한 다양한 요인 및 제한점이 고려된 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

결론적으로 태권도 겨루기 선수의 경기력 향상을 위해 저항성 운동 프로그램을 구성한다면 근력 향상과 신경계 적응을 위해서는 고강도-저반복의 저항성운동, 근지구력 향상을 위해서는 저강도-고반복의 저항성 운동을 수행하는 것이 긍정적인 결과를 나타낼 수 있을 것이라 생각되며, 태권도 수행력 향상을 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 6주간 고강도-저반복, 저강도-고반복의 저항성 운동을 통해 국가대표 겨루기 태권도 선수의 등속성 근기능, 운동신경전도속도, 근신경활성도, 태권도 수행력의 변화에 대해 비교·분석하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

6주간 고강도-저반복의 저항성 운동은 국가대표 태권도 겨루기 선수의 등속성 근력, 등속성 신근파위가 증가함으로써 하지의 등속성 근기능이 향상되었다. 또한 운동신경전도속도, Hmax/Mamx ratio가 증가됨으로써 근신경 효율이 향상되었다. 저강도-고반복의 저항성 운동은 국가대표 태권도 겨루기 선수의 등속성 굴근파위, 등속성 근지구력이 향상되었다.

따라서 국가대표 태권도 겨루기 선수의 훈련 목적에 따라 초기 근력 향상 및 신경계 적응을 위해서는 고강도-저반복의 저항성 운동이 더 효과적일 수 있으며, 근지구력 향상을 위해서는 저강도-고반복의 저항성 운동이 더 효과적인 운동방법으로 제시될 수 있다.

그러나 본 연구는 14명의 선수를 대상으로 6주간 진행한 연구이므로 모든 태권도 선수에게 일반화 시키는 것은 제한이 될 것으로 생각된다. 따라서 후속연구에서는 다양한 연령과 수준의 선수를 대상으로 장기간 훈련을 진행 후 관찰할 필요가 있다.

참고문헌

권혁(2011). 웨이트 트레이닝이 스쿼트선수의 순발력과 민첩성 및 경기력에 미치는 영향. **스포츠과학논문집**, 23, 103-119.

김정훈, & 윤성원(2009). 단기간의 복합 트레이닝이 단거리 사이클 선수의 경기력 향상 요인에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 48(3), 479-488.

김종순, 김난수, & 이현옥(2010). 근육 횡방향 테이핑에 의한 α -운동 신경원 흥분 변화. **대한물리학학회지**, 5(4), 527-534.

박병주, & 주동욱(2011). 트레이닝방법의 차이가 태권도 선수의 하지 근 기능에 미치는 영향. **대한무도학회지**, 13(1), 171-185.

박재성(2019). 12 주간의 저항성 운동이 신경근접합부 (Neuromuscular Junction) 형태 및 근기능에 미치는 영향. **예술인문사회 융합 멀티미디어 논문지**, 9(2), 897-904.

박정민, 현광석, & 지용석(2017). 복합운동이 비만 남성의 신체구성과 등속성 근기능 및 신경전도속도에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 68, 561-569.

연분홍(2016). 웨이트 트레이닝이 대학 태권도 선수의 순발력 및 등속성 근기능에 미치는 영향. **대한무도학회지**, 18(4), 91-100.

유재현, 김성수, 김명기, 윤성진, 김은경, 이은경, ... & 지용석(2004). 운동생리학. 다양한 강도의 저항운동이 testosterone, growth hormone, IGF-1, cortisol 반응에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 43(3), 713-725.

윤종완, & 박종철(2007). 태권도 경기력 향상을 위한 근력 훈련 Program 개발. **한국체육과학회지**, 16(4), 817-827.

이계영, & 오명진(2019). 태권도 앞돌려차기 시 각 초당 횡수와 원개이트 테스트변인과의 상관관계. **한국사회체육학회지**, 75, 395-402.

이석인, & 정호은(2012). 밸런스 및 플라이오메트릭 트레이닝이 여자 유도 선수의 경기력에 미치는 영향. **한국엔터테인먼트산업학회논문지**, 6(4), 188-195.

이은송(2003). 태권도 선수의 경기력 결정요인에 관한 연구. **한국체육교육학회지**, 8(3), 207-216.

이은용, 한태륜, & 오세윤(1983). 정상 한국인의 H 반사에 관한 연구. **J Korean Acad Rehabil Med**, 7, 5.

이철원, 이대영, & 현석주(2008). 태권도선수의 하지 각근력 수준과 발차기횟수의 관계 분석. **한국사회체육학회지**, 32(2), 1017-1023.

임관철, 이창준, & 노동진(2013). 서킷 트레이닝이 여자 대학 단거리 육상선수의 신체조성, 체력 및 무산소성 능력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 22(2), 999-1011.

임비오, 정철수, 신인식, 김석범, 남기정, 이상우, & 박용현(2008). 스포츠상해 예방훈련이 여자고등학교 농구선수들의 리바운드 점프 후 착지 시 지면반력에 미치는 영향. **한국운동역학회지**, 18(1), 31-38.

임창현(2018). 10주간 저강도-고반복 저항성 운동이 근섬유 형태와 기능 및 미토콘드리아 대사에 미치는 영향. 박사학위논문. 한국체육대학교 대학원

전엄봉(1997). 신경전도와 반응이 운동에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 6(1), 65-71.

정현주, 최동재, 김병태, 이상호, 김종호, & 정정욱(2012). 태권도 선수의 발차기 수행력이 등속성 근기능과 무산소 파워에 미치는 영향. **코칭능력개발지**, 14(2), 39-49.

최공집(2015). 단기간의 플라이오메트릭 트레이닝이 대학 태권도 선수들의 하지 근기능과 발차기 속도에 미치는 영향. **한국체육교육학회지**, 20(1), 125-132.

황동주, 염동철, & 조준용(2017). 저항성 트레이닝 방법에 따른 엘리트 유도선수들의 근 기능 및 호르몬 반응. **한국체육과학회**

- 지, 26(5), 1025-1037.
- 황동주, 염동철, & 조준용(2018). 저항성 트레이닝 유형에 따른 엘리트 여자 역도선수들의 생화학적 반응. *스포츠사이언스*, 35(2), 197-204.
- Aagaard, P., Simonsen, E., Andersen, J., Magnusson, S., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Neural adaptation To resistance training evidenced By changes in evoked V-wave and H reflex responses. *Journal of Applied Physiology*, 92, 2309-2318.
- Angel, R. W., & Hofmann, W. W. (1963). The H reflex in normal, spastic, and rigid subjects: studies. *Archives of Neurology*, 8(6), 591-596.
- Bompa, T. O.(1999). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetice.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2009). *Periodization: Theory and methodology of training*. Human Kinetics Publishers.
- Boone, C. H., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Jajtner, A. R., Townsend, J. R., Baker, K. M., Fukuda, D. H., & Stout, J. R. (2016). Changes in Plasma Aldosterone and Electrolytes Following High-Volume and High-Intensity Resistance Exercise Protocols in Trained Men. *Journal of strength and conditioning research*, 30(7), 1917-23.
- Bosco, C., Ito, A., Komi, P. V., Luhtanen, P., Rahkila, P., Rusko, H., & Viitasalo, J. T. (1982). Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta Physiologica Scandinavica*, 114(4), 543-550.
- Braddom, R. I., & Johnson, E. W. (1974). Standardization of H reflex and diagnostic use in SI radiculopathy. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 55(4), 161-166.
- Burd, N. A., Holwerda, A. M., Selby, K. C., West, D. W., Staples, A. W., Cain, N. E., ... & Phillips, S. M. (2010). Resistance exercise volume affects myofibrillar protein synthesis and anabolic signalling molecule phosphorylation in young men. *The Journal of physiology*, 588(16), 3119-3130.
- Chang, M. J., & Chang, W. S. (2004). 태권도 선수의 conventional H: Q strength ratio 와 peak torque 발현각도가 무릎관절의 안정성에 미치는 영향. *Journal of Physical Growth and Motor Development*, 13(4), 181-189.
- Christie, A., Lester, S., LaPierre, D., & Gabriel, D. A. (2004). Reliability of a new measure of H-reflex excitability. *Clinical Neurophysiology*, 115(1), 116-123.
- Daelmans, H. E., & Colon, E. J. (1987). Normal H reflexes and denervation in the low leg musculature: comparison of EMG with computed tomography, myelography and operation in patients with radiculopathy. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 27(2), 109.
- Deschenes, M. R., Maresh, C. M., Crivello, J. F., Armstrong, L. E., Kraemer, W. J., & Covault, J. (1993). The effects of exercise training of different intensities on neuromuscular junction morphology. *Journal of neurocytology*, 22(8), 603-615.
- Enoka, R. M. (1997). Neural adaptations with chronic physical activity. *Journal of biomechanics*, 30(5), 447-455.
- Felsing, N. E., Brasel, J. A., & Cooper, D. M. (1992). Effect of low and high intensity exercise on circulating growth hormone in men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 73(1), 157-162.
- Fisher, J. P., & Steele, J. (2017). Heavier and lighter load resistance training to momentary failure produce similar increases in strength with differing degrees of discomfort. *Muscle & nerve*, 58(4), 797-803..
- González-Badillo, J. J., Izquierdo, M., & Gorostiaga, E. M. (2006). Moderate volume of high relative training intensity produces greater strength gains compared with low and high volumes in competitive weightlifters. *Journal of strength and conditioning research*, 20(1):73-81.
- Hass, C. J., Feigenbaum, M. S., & Franklin, B. A. (2001). Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports medicine*, 31(14), 953-964.
- Jenkins, N. D., Miramonti, A. A., Hill, E. C., Smith, C. M., Cochrane-Snyman, K. C., Housh, T. J., & Cramer, J. T. (2017). Greater neural adaptations following high-vs. low-load resistance training. *Frontiers in physiology*, 8, 331.
- Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. (2000). *Principles of neural science*. New York. McGraw-Hill.
- Ki, H. S., Kwon, O. Y., Yi, C. H., & Jeon, H. S. (2010). Effects of the scapular taping on the muscle activity of the scapula rotators and pain in subjects with upper trapezius pain. *Physical Therapy Korea*, 17(1), 77-85.
- Kim, D., Loenneke, J. P., Ye, X., Bembien, D. A., Beck, T. W., Larson, R. D., & Bembien, M. G. (2017). Low-load resistance training with low relative pressure produces muscular changes similar to high-load resistance training. *Muscle & nerve*, 56(6), E126-E133.
- Komi, P. V. (1986). Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *International Journal of Sports Medicine*, 7(S 1), S10-S15.

- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine & science in sports & exercise*, 36(4), 674-688.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports medicine*, 35(4): 339-61.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., & Evans, W. J. (1996). Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exercise and sport sciences reviews*, 24, 363-397.
- Kumar, A., Soodan, J. S., Kumar, R., & Kaur, L. (2012). Comparison of H-reflex response of sprinters and non-athletes. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 8(2), 63.
- Lagerquist, O., Zehr, E. P., & Docherty, D. (2006). Increased spinal reflex excitability is not associated with neural plasticity underlying the cross-education effect. *Journal of Applied Physiology*, 100(1), 83-90.
- Mackey, A. L., Holm, L., Reitelseder, S., Pedersen, T. G., Doessing, S., Kadi, F., & Kjaer, M. (2011). Myogenic response of human skeletal muscle to 12 weeks of resistance training at light loading intensity. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(6), 773-782.
- Milner-Brown, H. S., & Lee, R. G. (1975). Synchronization of human motor units: possible roles of exercise and supraspinal reflexes. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 38(3), 245-254.
- Moritani, T. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American journal of physical medicine*, 58(3), 115-130.
- Moss, B. M., Refsnes, P. E., Abildgaard, A., Nicolaysen, K., & Jensen, J. (1997). Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 75(3), 193-199.
- Palmieri, R. M., Ingersoll, C. D., & Hoffman, M. A. (2004). The Hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. *Journal of athletic training*, 39(3), 268.
- Petrofsky, J. S., & Phillips, C. A. (1985). Discharge characteristics of motor units and the surface EMG during fatiguing isometric contractions at submaximal tensions. *Aviation, space, and environmental medicine*, 56(6), 581-586.
- Pierrot-Deseilligny, E., & Mazevet, D. (2000). The monosynaptic reflex: a tool to investigate motor control in humans. Interest and limits. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 30(2), 67-80.
- Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running. *Sports Medicine*, 31(6), 409-425.
- Sale, D. G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 20(5 Suppl), S135-45.
- Santos JFS, Herrera-Valenzuela T, Mota GR, Franchini E. (2016). Influence of half-squat intensity and volume on the subsequent countermovement jump and frequency speed of kick test performance in taekwondo athletes. *Kinesiology 2016*; 48(1): 95-102.
- Schoenfeld, B. J., Peterson, M. D., Ogborn, D., Contreras, B., & Sonmez, G. T. (2015). Effects of low-vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2954-2963.
- Soodan, J. S., & Kumar, A. (2011). Motor nerve conduction velocity of sprinters and long distance runners of selected nerves of both upper and lower limbs. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 7(2), 95.
- Thompson, W. R., Gordon, N. F., & Pescatello, L. S. (Eds.). (2010). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins.

