

8주간의 하지 강화 운동프로그램이 펜싱선수의 경기력 관련 체력요인에 미치는 영향

The Effect of 8-Weeks Lower Limb Strengthening Exercise Program on Performance-related Physical fitness factor in Fencer

김하은(한국체육대학교 대학원 박사과정) · 권일수(한국체육대학교 시간강사) · 윤진호(한국체육대학교 교수) · 오재근*(한국체육대학교 교수)

Ha-Eun, Kim Korea National Sport University · Il-su, Kwon Korea National Sport University(Lecturer) · Jin-ho, Yoon Korea National Sport University(professor) · Jae-Keun, Oh Korea National Sport University(professor)

요약

본 연구는 8주간 하지강화 운동프로그램이 펜싱선수의 경기력 관련 체력요인에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 이를 위해 대한펜싱협회에 등록되어 있는 국내 엘리트 선수 26명을 대상으로 하지강화 운동프로그램 13명, 펜싱기본 운동프로그램 13명으로 무작위 배정하여 준비운동 10분, 본 운동 3-40분, 정리운동 10분으로 총 1시간씩 일주일에 3회 실시하였다. 평가는 신체조성, 슬관절 굴곡근과 신전근의 등속성 최대근력, 평균과워, 신전/굴곡근 비를 각각 측정하였으며, 균형능력, 전신 반응시간과 전신 유연성을 측정하였다. 연구결과는 다음과 같다. 실험군에서 각속도 60°/s에서 좌측 슬관절의 등속성 신전 시 최대 근력과 평균 근력, 좌측 슬관절의 등속성 굴곡 시 평균 근력이 각각 유의한 향상이 나타났다. 대조군에서도 60°/s 각속도에서 좌측 슬관절의 등속성 굴곡 시 최대 근력과 평균 근력이 각각 중재 후 유의한 증가를 보였다. 실험군에서 180°/s 각속도에서는 좌측 슬관절의 등속성 신전 시 최대 근력과 평균 근력 모두 중재 후 유의한 증가를 보였고, 대조군에서도 좌측 슬관절의 등속성 신전 시 최대 근력과 굴곡 평균 근력에 유의한 변화를 보였다. 반응시간에서는 실험군이 사전 값에 비해 사후 값이 유의하게 증가하였다. 본 연구에서 적용한 하지강화 운동프로그램은 펜싱선수의 하지 근력과 반응시간에서 긍정적인 영향을 준 것으로 보아, 선수들의 훈련 시 보다 효율적인 훈련 프로그램 개발의 기초자료로 활용할 수 있을 것이라 사료된다.

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of fencing players, a lower limb strengthening exercise program, on performance-related physical strength factors for 8 weeks. Randomly assigned 13 Lower Limb Strengthening Exercise Program and 13 Fencing Basic Exercise Program to elite athletes in Korea. The exercise intervention was performed three times a week, 10 minutes of warm-up exercise, 30-40 minutes of the main exercise, and 10 minutes of warm-up exercise. The outcome measured the maximum isokinetic strength and average power of the knee flexor and extensor at an angular velocity of 60°/s and 180°/s, respectively, and calculated the extensor/flexor ratio. We also measured dynamic balance, body response time and trunk flexibility. The results of the study were as follows; 1. At an angular velocity of 60°/s, the peak torque %body weight and average power %body weight of the left knee on extension, the average power %body weight of the left knee on flexion in experimental group showed significant improvement after intervention. 2. At an angular velocity of 60°/s, the peak torque %body weight and average power %body weight of the left knee on extension in control group showed significant improvement after intervention. 3. At an angular velocity of 180°/s, the peak torque %body weight and average power %body weight of the left knee on extension in experimental group and also in control group showed significant improvement. 4. In the reaction time, the experimental group significantly increased the post-value compared to the pre-value. The lower extremity strengthening exercise program applied in this study has a positive effect on fencing athletes' lower extremity muscle strength and reaction time, so it can be used as basic data for more efficient training program development during athletes' training.

Key words : Fencing, Lower limb strength, Performance, Physical fitness factor

I. 서론

펜싱은 고대 서양의 검술이 스포츠로 발전한 스포츠로서 공격의 유효면과 공격방법 또는 사용되는 검 등의 경기규칙에 따라 크게 사브르(Sabre), 에페(Epee), 플뢰레(Fleuret) 3가지 종목으로 구분된다. 펜싱경기 시 기술적인 측면에서는 공격의 우위를 점하기 위해 기본적으로 찌르는 동작인 팡트(Fente) 동작이 중요하다. 펜싱에서 득점은 1/25초의 시간차로 가려지기 때문에 공격 동작인 팡트 동작은 과감하고 빠른 판단력을 요한다(Roi & Bianchedi, 2008).

펜싱종목 체력과 관련한 경기력 결정요인을 살펴보면, 주로 사용하는 다리를 앞으로 내딛을 때 뒤쪽의 다리를 퍼주면서 전진하기 때문에 중심 이동을 안정적으로 할 수 있는 민첩성과 순간적으로 거리를 좁혀 공격행동을 해 낼 수 있는 순발력, 최대한 검을 멀리 뺀 후 공격거리를 확보하기 위한 상체와 하체의 신전능력과 유연성 등이 중요한 체력요인으로 보고되고 있다(Tsolakis, Kostaki & Vagen, 2010; Oh et al., 2013).

찌르기 동작인 팡트의 속도는 뒷다리에 의해 발생되기에 뒷다리의 움직임이 스피드와 힘을 향상시키는 주요 요인이며, 공격 성공에 큰 기여를 한다(Klinger & Adrian, 1983). 이렇듯이 경기력의 향상을 위해서는 반복적인 공격과 방어 기술 동작을 위한 훈련이 필요하고, 이러한 기술들을 향상시키기 위해 훈련 시에 하지의 근력과 근파워 운동프로그램이 요구된다(Turner et al., 2013). 또한 펜싱의 고난이도 기술을 수행하기 위해서는 관련된 동작의 적절한 타이밍 및 정확성과 신체의 균형 유지가 중요한 요인이다(김도형, 김갑선, 2016).

펜싱은 매우 높은 수준의 특별한 기능과 근력 그리고 운동조절을 필요로 하는 종목이지만, 편측방향 운동으로 전향적인 기능적 비대칭을 만들어낼 수 있는 운동이다(Roi & Bianchedi, 2008). 이러한, 펜싱의 반복적인 동작으로 인해 신체적 상태가 불균형이 될 때가 많고, 중심을 한쪽으로 두고 수행하는 기술 동작들이 많아 장시간 훈련으로 인한 상해가 발생하게 된다(현대레저연구회, 2015). Turner 등(2014)은 비대칭적인 자세를 지속하는 펜싱선수들의 슬괵근 불균형을 해결하고 강화해야 한다고 보고하였다. 따라서 펜싱은 순간적인 스피드와 하지 동작을 반복적으로 수용함으로써 통증과 다양한 신체의 변형이 경기력을 저하시키는 원인으로 작용하고 있다(김해연, 주성범, 2013).

하지만 지금까지 펜싱선수를 대상으로 한 연구들에는 펜싱선수의 요부 체위나 준비운동 모형 작성, 체격 및 체력 비교(원주연, 2008; 김용수, 김병수, 2018; 정진옥, 이기혁, 2017) 등과 같은 연구들이 주를 이루었으며, 펜싱에서 중요한 하지의 운동프로그램에 대한 연구는 부족한 실정이다. 최현호, 이동준, 유영규(2013) 등은 각 경기종목마다 활용되는 근육군이 다르기 때문에 더욱 효과적인 근력 발현을 위한 종목에 맞는 트레이닝이 필요하다고 하였는데 이를 통해 경기력 향상에 도움을 준다면, 향후 대한민국 펜싱이 국제무대에서 지속적이고 영향력 있는 경쟁력을 유지하고 발전하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 펜싱선수들의 특성을 고려한 하지강화 운동프로그램이 경기력 관련 체력요인에 미치는 효과를 검증 하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 대한펜싱협회(KFF)에 등록되어 있는 선수들로, 운동 경력이 6년 이상인 엘리트 선수들로 선정하였다.

대상자는 최근 6개월 이내에 정형외과적 손상 및 수술을 시행한 경험이 있는 경우 제외하였으며, 본 연구의 목적과 절차 등에 대하여 충분한 설명 후 연구 참여에 대한 동의를 받았다. 대상자는 하지 근력강화 운동을 적용하는 집단에 15명, 통제 집단에 15명을 각각 무작위 배정하였다. 연구 진행기간 동안 4명이 부상으로 탈락되어 최종 26명을 대상으로 연구를 실시하였다. 무작위 배정 방법은 인터넷 상에 있는 무작위 배정 프로그램(<http://www.randomization.com/>)을 이용하였다.

본 연구에서는 한국체육대학교 생명윤리위원회로부터 승인을 받아 진행하였다(승인번호: 1263-201906-HR-036-01: 2019-02181). 연구대상자의 특성은 다음 <표 1>과 같다.

2. 측정항목 및 방법

1) 신체조성(Body composition)

신체조성은 Inbody 770(BioSpace Co., Korea)으로 측정하였고, ACSM(2013)의 지침서에 따라 측정 2시간 전에는 식사 및 격렬한 신체활동, 카페인, 알코올 등의 섭취를 제한하였다.

표 1. 신체 조성

	EG (n=13)	CG (n=13)	t	p
Age(years)	19.38±.77	19.15±.69	.807	.428
Height(cm)	171.97±10.98	169.38±9.95	.629	.535
Weight(kg)	64.05±9.02	66.47±9.46	-.666	.512
Fat(%)	16.90±6.89	21.84±5.76	-1.982	.059

EG: exercise group, CG: control group, All values are mean±standard deviation

2) 등속성 근 기능(Isokinetic muscle functions)

하지의 근 기능은 등속성 근 기능 측정 장비(Humac Norm, CSMi Co., U.S.A)를 사용하였다. 장비의 설정은 0° ~ 90° 로 하지의 관절가동범위를 설정하였으며, 각속도 60° /sec로 5회, 180° /sec로 12회 실시하여 체중 당 최대근력(peak torque %BW), 체중당 정적(static) 평균근력(average power %BW)을 평가하였다(임창현, 2018).

3) 균형능력(Dynamic balance)

동적균형 능력을 평가하기 위해 Y-Balance 검사를 이용하였다. 1.5 inch 테이프를 사용하여 전방 방향의 선에 기준하여 양쪽으로 135도 지점에 후-내측과 후-외측 방향의 선을 표시하였고, 중앙선에서 대상자가 뺀 다리 끝 지점까지의 거리를 cm 단위로 측정하였다. Plisky 등(2009)이 제시하였던 프로토콜을 이용하여 측정하였

으며, 6번의 연습 후 본 검사를 3번 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 대상자의 측정값을 표준화시키기 위해 대상자의 측정하는 쪽의 다리 길이(전상장골극에서 내측 복사뼈까지의 거리)를 기준으로 하였다(백준기, 2016). 이 검사방법의 측정자 내 신뢰도는 급간 내상관계수가 .67~.96으로 매우 좋은 것으로 알려져 있다(Gribble, Hertel & Plisky, 2012).

4) 반응시간(Reaction time)

반응시간을 알아보기 위해 전신반응검사기(THP2, Total Health & Performance Plan, Netherlands)를 이용하여 전신반응시간을 측정하였다. 측정방법은 대상자가 반응검사판에 무릎을 약 30도 정도 굽혀 실시하도록 하였고, '준비'라는 구령을 하고 소리 자극을 가하면 반응검사판에서 가능한 빠르게 옆으로 뛰게 하였다. 총 2회 측정하고, 1/1,000초 단위로 기록하여 평균 시간을 결과로 하였다(구교동, 2006).

5) 유연성(Flexibility)

유연성은 좌전굴측정기(Nuritec THP2, Nury Tec Inc., Korea)로 측정하였다. 이 평가방법은 운동선수의 슬팍근 유연성과 체간의 유연성을 평가하는데 사용되는 신뢰도 좋은 방법으로 알려져 있다(Muyor, Vaquero -Cristóbal, Alacid & López- Miñarro, 2014).

좌전굴 측정자세는 편하게 앉은 상태에서 양쪽 발바닥이 측정 기구의 수직면에 완전히 닿도록 위치시켰으며, 무릎과 팔, 양 손바닥을 완전히 펴고 왼손바닥을 오른손등 위에 겹치게 하였다. '시작' 구호에 따라서 천천히 상체를 굽히게 하여 측정기구의 눈금 아래로 손을 뻗게 하고 손가락 끝이 3초 정도 머무른 지점의 눈금을 읽고 측정하였다. 연속 2회 측정 후 가장 좋은 기록을 자료로 이용하였다(정진욱, 송홍선, 이기혁, 2017).

3. 운동프로그램

본 연구의 운동프로그램에서 대조군에게는 펜싱선수에 대한 기 본체력 운동프로그램을 실시하였고, 실험군에게는 하지강화 운동 프로그램을 실시하였다. 모든 운동프로그램은 총 8주간 주 3회 실시하였고 세트 간 30초, 종목 간 1분의 휴식을 취하였다. 본 연구에서 사용한 운동프로그램의 상세항목은 <표 2>와 같다.

1) 하지강화 운동프로그램

하지강화 운동프로그램은 한국스포츠정책과학원에서 연구한 훈련처방을 이용하였으며(김재호, 1992), 복합적으로 탄력밴드를 이용한 운동이나 펜싱동작에서 필요한 점프동작 등을 이용하여 실시하였다. 탄력밴드를 이용한 운동을 살펴보면, 단축성 운동보다 신장성 운동 시에 탄력밴드가 더욱 당겨지기 때문에 저항이 높아지므로 높은 하지의 근 활성도를 나타내는 효과가 있다고 보고하였다(Labella, Huxford, Smith & Cartland, 2009). 또한 간편하고 경제적이며, 부하의 강도를 자유롭게 설정할 수 있기 때문에 근력 강화

운동 등의 훈련 목적에 부합하였다(박성학 등, 2000). 연구에 사용된 Thera-band(Hygenic Corporation, U.S.A)의 운동 강도는 밴드의 신장률 산출 공식에 의해 결정하였다.

밴드를 동일한 동작으로 10회 동안 잡아당길 수 있는 최대 횟수(10RM)를 기준으로 하여, 해당하는 힘을 최대 저항으로 결정한 후에 각각의 대상자들에게 해당하는 색깔의 밴드를 선택하여 운동 프로그램에 사용하였다. 점진적 과부하 원리로 3-5주차, 6-8주차에 밴드의 강도를 높이거나 밴드가 없는 종목에는 세트를 늘려 실시하였다(김윤환 등, 2009).

표 2. 하지강화 운동프로그램

Weeks	Exercises	Reps	Sets	Rest (sec)
1-2	Single leg speed hop	10	3	30
	Side hop	20	3	30
	Banded Inclined bound	10	3	30
	Banded vertical hop	10	3	30
	Banded lunge	10	3	30
3-8	Split jump	10	4	30
	Single leg stride jump	10	4	30

표 3. 색깔 별 밴드의 강도(pound)

	Yellow	Red	Green	Blue	Black	Silver	Gold
50%	2	2.5	3	4.5	6.5	8.5	14
100%	3	4	5	7	9.5	13	21.5
150%	4	5	6.5	9	12.5	17	27.5
200%	5	6	8	11	15	21	33.5
250%	6	7	9.5	13.5	17.5	25.5	40

표 4. 펜싱기본 운동프로그램

Weeks	Exercises	Reps	Sets	Rest (sec)
1-2	Leg press	10	3	30
	Half squat	10	3	30
	Leg extension	10	3	30
	Leg curl	10	3	30
	Standing calf raise	10	3	30
3-8	Burpee test	10	3	30
	Squat jump	10	3	30

2) 대조군 운동프로그램

대조군 운동프로그램은 선행연구를 토대로 웨이트트레이닝과 플라이오메트릭을 복합한 운동을 실시하였다(최중환, 박창순, 2005; 김기홍, 최태석, 엄우섭, 2000) <표 4>. 웨이트트레이닝의 운동강도는 1RM의 50-80% 강도에서 10회씩 총 3set 실시하였으며, Brzycki(1993)이 제시한 RM 산출 공식을 이용하였다. 점진적 과부

하 원리를 적용하여 실험자의 운동 적응도에 맞춰 3 ~ 5주차, 6 ~ 8주차에 종목을 추가하거나 강도를 점진적으로 늘려 실시하였다.

4. 자료처리 및 평가방법

이 연구에서 얻어진 모든 자료들은 윈도우용 SPSS/PC 22.0(IBM Co., Armonk, NY, U.S.A)을 이용하여 기술 통계치를 산출하였으며, 집단 내 측정시기에 따른 종속변인의 차이를 검증하기 위해 대응 표본 t-검증(paired t-test)과 개체간 요인이 있는 반복측정 분산분석(repeated measure two-way ANOVA)을 실시하였다. 모든 검증의 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 집단 간 하지강화 운동프로그램에 따른 등속성 근력의 차이

1) 집단 간 슬관절 60°/s의 각속도 신전, 굴곡 최대 근력

하지강화 운동프로그램과 펜싱기본 운동프로그램 참여 전후, 두 집단의 60°/s에서 슬관절 신전근과 굴곡근의 최대 근력(peak torque %body weight)을 측정하여 그 차이를 비교분석하였고, 그 결과를 <표 5>에 제시하였다.

신전근의 최대 근력을 살펴보면, 좌측에서는 실험군에서 사전값에 비해 사후값이 유의하게 증가하였다($p=.003$). 그러나 시기와 집단 간에 상호작용 효과는 나타나지 않았고, 집단에 대한 주효과는 나타나지 않았으나, 시기에 대한 주효과는 나타났다($F=13.596$, $p=.001$). 우측에서는 시기와 집단 간의 시기와 집단 및 상호작용

효과에 대한 주효과도 모두 나타나지 않았다. 굴곡근의 최대 근력을 살펴보면, 좌측에서는 대조군에서 사전값에 비해 사후값이 유의하게 나타났으나($p=.008$), 시기와 집단 간에 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 집단에 대한 주효과는 나타나지 않았으나, 시기($F=5.813$, $p=.024$)에 대한 주효과는 나타났다. 우측에서는 시기와 집단 간의 상호작용 효과와 시기, 집단에 대한 주효과도 모두 나타나지 않았다.

2) 집단 간 슬관절 60°/s의 각속도 신전, 굴곡 평균 근력

중재 전후에 두 집단의 60°/s에서 슬관절 신전근에 평균 근력(average power %body weight)을 측정하여 그 차이를 비교분석하였으며, 그 결과를 <표 6>에 제시하였다.

신전근의 평균 근력을 살펴보면, 좌측에서는 실험군에서 사전값에 비해 사후값이 유의하게 증가하였으나($p=.012$), 시기와 집단 간에 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 시기($F=10.528$, $p=.003$)에 대한 주효과는 나타났지만, 집단에 대한 주효과는 나타나지 않았다. 우측에서는 시기와 집단 간의 상호작용 효과와 시기, 집단에 대한 주효과도 모두 나타나지 않았다.

굴곡근의 평균 근력을 살펴보면, 좌측에서는 실험군과 대조군에서 모두 사전값에 비해 사후값이 유의하게 증가하였다($p=.013$). 그러나 시기와 집단 간에 상호작용 효과는 나타나지 않았고, 시기($F=15.048$, $p=.001$)에 대한 주효과는 나타났지만, 집단에 대한 주효과는 나타나지 않았다. 우측에서는 시기와 집단 간의 상호작용 효과와 시기, 집단에 대한 주효과는 모두 나타나지 않았다.

표5. 집단 간 슬관절 60°/s의 각속도 신전, 굴곡 최대 근력

	Group	Pre	Post	t(p)	F(p)
Extensor	Left	EG(n=13) 68.92±14.40	79.77±17.17	3.663(.003)**	Time : Time×Group : Group : .001** .171 .208
		CG(n=13) 64.00±18.04	68.85±16.25	.585(139)	
		t(p) 769(.449)	1.666(109)		
	Right	EG(n=13) 85.46±14.71	85.15±15.50	.086(.933)	Time : Time×Group : Group : .414 .354 .589
		CG(n=13) 79.77±11.78	84.54±21.29	-1.190(257)	
		t(p) 1.089(287)	.084(934)		
Flexor	Left	EG(n=13) 49.92±13.00	54.00±10.78	-1.208(.250)	Time : Time×Group : Group : .024* .837 .310
		CG(n=13) 44.31±15.48	49.15±15.01	-3.191(.008)*	
		t(p) 1.001(.327)	.946(.354)		
	Right	EG(n=13) 57.31±11.96	57.85±14.70	-.260(799)	Time : Time×Group : Group : .232 .446 .273
		CG(n=13) 50.69±12.70	53.08±13.60	-2.012(.067)	
		t(p) 1.367(184)	.858(399)		

All values are mean±standard deviation. *: $p<.05$, **: $p<.01$, EG: Exercise Group, CG: Control Group.

표 6. 집단 간 슬관절 60°/s의 각속도 신전, 굴곡 평균 근력

		Group	Pre	Post	t(p)	F(p)
Extensor	Left	EG(n=13)	59.92±15.01	69.00±16.03	-2.952(.012)*	Time : .003**
		CG(n=13)	55.08±15.97	59.69±15.94	-1.597(.136)	Time×Group : .301
		t(p)	.797(.433)	1.484(.151)		Group : .235
	Right	EG(n=13)	76.23±9.88	76.38±19.25	.037(.971)	Time : .964
		CG(n=13)	72.00±13.08	72.15±18.71	-.029(.977)	Time×Group : 1.000
		t(p)	.931(.361)	.568(.575)		Group : .422
Flexor	Left	EG(n=13)	49.77±10.95	55.15±11.07	-2.902(.013)*	Time : .001**
		CG(n=13)	44.38±15.63	48.69±12.78	-2.574(.024)*	Time×Group : .670
		t(p)	1.017(.319)	1.378(.181)		Group : .233
	Right	EG(n=13)	58.23±13.17	59.69±16.27	.531(.605)	Time : .730
		CG(n=13)	53.00±13.89	52.77±11.86	.111(.914)	Time×Group : .635
		t(p)	1.555(.133)	1.240(.227)		Group : .250

All values are mean±standard deviation. *, $p<.05$, **, $p<.01$, EG: Exercise Group, CG: Control Group.

3) 집단 간 슬관절 180°/s의 각속도 신전, 굴곡 최대 근력

중재 전후에 두 집단의 180°/s에서 슬관절 신전근에 최대근력(peak torque %body weight)을 측정하여 그 차이를 비교분석하였고, 그 결과를 <표 7>에 제시하였다.

신전근의 최대 근력을 살펴보면, 좌측에서는 실험군($p=.009$)과 대조군($p=.018$)에서 모두 사전값에 비해 사후값이 유의하게 증가하였으나, 시기와 집단 간에 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 시기($F=17.215$, $p=.000$)에 대한 주효과는 나타났지만, 집단에 주효과는 나타나지 않았다. 우측에서는

시기와 집단 간의 상호작용 효과와 시기, 집단에 대한 주효과는 모두 나타나지 않았다.

굴곡근의 최대 근력을 살펴보면, 좌측에서는 시기와 집단 간에 상호작용 효과는 나타나지 않았고, 시기와 집단에 대한 주효과도 모두 나타나지 않았다. 우측에서도 시기와 집단 간의 상호작용 효과와 시기와 집단에 대한 주효과도 모두 나타나지 않았다.

4) 집단 간 슬관절 180°/s의 각속도 신전, 굴곡 평균 근력

신전근의 평균 근력을 살펴보면, 중재 전후에 두 집단의 180°/s에서 슬관절 신전근에 평균 근력(average power %body weight) 측정하여 그 차이를 비교 분석하였으며, 그 결과를 <표 8>에 제시하였다.

좌측에서는 실험군에서 사전값에 비해 사후값이 유의하게 증가하였나($p=.003$), 시기와 집단 간에 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 시기($F=17.850$, $p=.000$)에 대한 주효과는 나타났지만, 집단에 대한 주효과는 나타나지 않았다.

표 7. 집단 간 슬관절 180°/s의 각속도 신전, 굴곡 최대 근력

		Group	Pre	Post	t(p)	F(p)
Extensor	Left	EG(n=13)	48,00±11,29	56,00±9,48	-3,135(.009)**	Time : ,000**
		CG(n=13)	44,31±11,06	49,62±10,48	-2,732(.018)*	Time×Group : ,410
		t(p)	,842(.408)	1,629(.116)		Group : ,201
	Right	EG(n=13)	59,23±13,60	60,08±13,24	-,644(.532)	Time : ,606
		CG(n=13)	56,85±11,47	57,54±9,23	-,263(.797)	Time×Group : ,959
		t(p)	,483(.633)	,567(.576)		Group : ,587
Flexor	Left	EG(n=13)	39,31±9,60	40,54±6,69	-,487(.635)	Time : ,107
		CG(n=13)	33,85±11,42	37,85±8,10	-2,183(.050)	Time×Group : ,384
		t(p)	1,321(.199)	,924(.365)		Group : ,218
	Right	EG(n=13)	44,46±11,86	43,00±9,46	,408(.690)	Time : ,812
		CG(n=13)	39,69±10,96	40,23±11,05	-,390(.703)	Time×Group : ,607
		t(p)	1,064(.298)	,686(.499)		Group : ,332

All values are mean±standard deviation. *, $p<.05$, **, $p<.01$, EG: Exercise Group, CG: Control Group.

표 8. 집단 간 슬관절 180°/s의 각속도 신전, 굴곡 평균 근력

		Group	Pre	Post	t(p)	F(p)
Extensor	Left	EG(n=13)	72.31±16.13	87.38±16.32	-3.802(.003)**	Time : .000**
		CG(n=13)	66.62±15.76	73.54±14.90	-2.051(.063)	Time×Group : .130
		t(p)	.910(.372)	2.259(.033)*		Group : .095
	Right	EG(n=13)	89.77±15.97	92.54±19.76	-1.023(.326)	Time : .116
		CG(n=13)	83.31±16.20	86.85±17.43	-1.284(.223)	Time×Group : .844
		t(p)	1.024(.316)	.779(.444)		Group : .363
Flexor	Left	EG(n=13)	58.77±11.55	62.77±10.01	-1.166(.266)	Time : .015*
		CG(n=13)	50.62±19.38	57.92±13.98	-2.832(.015)*	Time×Group : .449
		t(p)	1.303(.205)	1.016(.320)		Group : .217
	Right	EG(n=13)	65.77±14.12	67.54±15.99	-.871(.401)	Time : .347
		CG(n=13)	60.38±17.59	61.62±17.80	-.518(.614)	Time×Group : .865
		t(p)	.861(.398)	.893(.381)		Group : .375

All values are mean±standard deviation. *, $p<.05$, **, $p<.01$, EG: Exercise Group, CG: Control Group.

우측에서는 시기와 집단 간의 상호작용 효과와 시기와 집단에 대한 주효과는 모두 나타나지 않았다.

굴곡근의 평균 근력을 살펴보면, 좌측에서는 대조군에서 사전값에 비해 사후값이 유의하게 증가하였으나($p=.015$), 시기와 집단 간에 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 시기($F=6.939$, $p=.015$)에 주효과는 나타났지만, 집단에 대한 주효과는 나타나지 않았다. 우측에서는 시기와 집단 간의 상호작용 효과와 시기, 집단에 대한 주효과는 모두 나타나지 않았다.

2. 균형능력의 차이

중재 전후에 두 집단의 균형능력을 측정하여 그 차이를 비교분석하였으며, 그 결과를 <표 9>에 제시하였다. 좌측에서는 실험군과 대조군의 시기와 집단 간에 상호작용 효과는 나타나지 않았고, 시기에 대한 주효과도 나타나지 않았다. 그러나 집단($F=5.091$, $p=.033$)에 대한 주효과는 나타났다. 우측에서는 시기와 집단 간의 상호작용 효과와 시기, 집단에 대한 주효과도 모두 나타나지 않았다.

표 9. 균형능력, 반응시간, 유연성의 차이

		Group	Pre	Post	t(p)	F(p)
Balance (Left)		EG(n=13)	98.78±6.13	98.96 ±4.80	-.148(.885)	Time : .533
		CG(n=13)	93.73±6.57	94.65 ±5.31	-.744(.471)	Time×Group : .675
		t(p)	2.029(.054)	2.172(.040)*		Group : .033*
Balance (Right)		EG(n=13)	95.20±5.99	95.85 ±5.59	-.494(.631)	Time : .809
		CG(n=13)	95.64 ±6.50	95.45 ±4.00	.134(.895)	Time×Group : .655
		t(p)	-.181(.858)	.207(.838)		Group : .990
Reaction Time		EG(n=13)	276.88±27.49	258.92±22.03	-2.510(.027)*	Time : .150
		CG(n=13)	289.42±29.18	285.54±46.89	.155(.879)	Time×Group : .348
		t(p)	-1.852(.076)	-1.128(.271)		Group : .075
Flexibility		EG(n=13)	15.14±9.05	15.03±8.55	-.302(.768)	Time : .327
		CG(n=13)	15.45±8.49	14.56±8.58	1.244(.237)	Time×Group : .440
		t(p)	-.092(.928)	.140(.890)		Group : .982

All values are mean±standard deviation. *, $p<.05$, **, $p<.01$, EG: Exercise Group, CG: Control Group.

3. 반응시간의 차이

중재 전후에 두 집단의 반응시간을 측정하여 그 차이를 비교분석하였으며, 그 결과를 <표 9>에 제시하였다. 반응시간은 실험군에서 사전값에 비해 사후값이 유의하게 나타났으나($p=.027$), 시기와 집단 간의 상호작용 효과, 시기와 집단에 대한 주효과는 모두 나타나지 않았다.

4. 유연성의 차이

중재 전후에 두 집단의 유연성을 측정하여 그 차이를 비교분석하였으며, 그 결과를 <표 9>에 제시하였다. 유연성에서는 시기와 집단 간의 상호작용 효과는 나타나지 않았고, 시기와 집단에 대한 주효과도 모두 나타나지 않았다.

IV. 논의

본 연구는 펜싱 선수들을 대상으로 8주간 하지강화 운동프로그램의 적용이 펜싱 경기력 관련 체력에 미치는 영향을 알아보고 운동 프로그램 개발의 기초자료를 제공하기 위해 실시되었다. 연구 결과를 토대로 다음과 같이 논의하고자 한다.

1. 근 기능

엘리트 운동선수들에게 하지 근력은 스포츠 종목과 관계없이 경기력에 직·간접적으로 영향을 주는 중요한 체력요인이다(Pauletto, 1991). 펜싱의 기본 기술 중 하나인 팡트(Fente)의 능력은 다리의 근육과 힘, 스피드와 관련 있으며(Roi & Bianchedi, 2008), 경기력의 향상을 위해서는 반복적인 공격과 방어 기술을 위한 훈련이 필요하고, 적합한 하지 근력과 근파위가 요구된다(Turner et al., 2013).

본 연구에서 펜싱 선수들의 8주간 하지강화 운동프로그램을 적용 결과, 하지근력은 $60^\circ/\text{s}$ 각속도에서 좌측 슬관절의 등속성 신전 시 최대 근력과 평균 근력, 좌측 슬관절의 등속성 굴곡 시 평균 근력이 각각 유의한 향상을 보였다. 우측 슬관절에서는 모든 측정 변수들이 중재 전후에 차이를 보이지 않았다. 이는 제공된 중재프로그램이 실험군의 좌측 슬관절 신전근 근력의 개선에 어느 정도 영향을 준 것으로 여겨진다. $180^\circ/\text{s}$ 각속도에서는 좌측 슬관절의 등속성 신전 시 최대 근력과 평균 근력 모두 실험군에서 중재 후에 유의한 증가를 보였고, 대조군도 최대 근력에 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과를 통해 이 연구에서 중재한 운동프로그램이 펜싱 경기의 특성상 선수들이 경기 시에 몸을 앞으로 추진시키는 중요한 역할을 하는 좌측 하지의 슬관절 신전근에 좀 더 많은 영향을 준 것으로 판단된다. 대조군에서도 $60^\circ/\text{s}$ 각속도에서 좌측 슬관절의 등속성 굴곡 시 최대 근력과 평균 근력이 각각 중재 전후에 유의한 증가를 보였다. 그리고 $180^\circ/\text{s}$ 각속도에서는 좌측 슬관절의 등속성 신전 시 최대 근력과 굴곡 시 평균 근력에 유의한 변화를 보였다. 이 결과를 통해 대조군에게서도 우측 슬관절보다는 좌측 슬관절에서 근력의 변화를 보였지만, 이러한 변화는 신전근에서보다 굴곡근에서 나타나 신전근에 영향을 받은 실험군과 대조되는 양상을 보였다. 이는 대조군의 운동 프로그램보다는 종목의 특성을 고려한 실험군의 운동프로그램이 좀 더 효과적인 영향을 준 것으로 판단된다.

펜싱선수들을 대상으로 한 운동(트레이닝) 관련 연구들을 살펴보면, 플라이오메트릭 훈련이 펜싱선수의 순발력과 민첩성에 미치는 영향(구교동, 2006), 펜싱 특이적 트레이닝이 엘리트 펜싱선수 체력에 미치는 영향(정진욱, 송홍선, 이기혁, 2017) 등 플라이오메트릭이나 특이적 트레이닝과 같은 전신운동을 중점으로 둔 연구들이었지만 하지강화에 중점을 둔 연구들은 미흡하였다. 반면, 다른 운동종목들에 관한 연구에서는 등 하지 강화의 중점을 두고 더 효과적인 하지 근력을 향상시키기 위한 연구가 지속되고 있다(최현호, 이동준, 유영규, 2013). 따라서 운동선수들의 특성상 기존에 실

시하고 있는 트레이닝의 수준이 이미 고강도의 훈련이 포함되어 있고, 높은 수준으로 발달된 선수들의 근력 수준에 대한 제한점들을 고려하여, 펜싱선수들을 대상으로 하지강화에 중점을 둔 운동 프로그램들이 후속적으로 이어진다면 경기력 향상에 긍정적인 영향을 줄 것이라 사료된다.

2. 균형능력

펜싱의 고난이도 동작을 수행하기 위해서는 관련된 동작의 정확성 및 적절한 타이밍과 신체의 균형 유지가 중요하다(김도형, 김갑선, 2016). 균형능력은 기저면 위에서 자신의 신체 중력중심을 유지하는 능력으로 본 연구에서는 운동선수들의 균형능력을 평가하기 위해 Y-Balance 검사를 이용하였다(Gribble & Hertel, 2003). 운동 프로그램 참여 후, 좌측 하지 균형능력은 시기와 집단 간 상호작용은 없었으나, 집단에 대한 주효과는 유의성을 보였다. 그러나 우측 하지에서는 중재 전후에 두 집단에 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 펜싱 선수가 경기 중 팡트 동작 시 전방으로 내미는 동작을 주로 우측 하지를 이용하는 특성과, 이석인, 정호은(2012)과 김윤환 등(2009)의 연구에서 대상자와 훈련 방법에 따라 다소의 차이가 있었고 균형능력에 영향을 주었다는 결과를 참고하였을 때 본 연구에서 적용한 운동프로그램에 균형능력 향상을 위한 다른 운동방법들을 추가한다면 좀 더 효과적인 결과를 얻을 것이라 판단된다.

3. 반응시간

펜싱은 경기과정을 사람의 눈으로 판단하기에 어려울 정도로 짧은 시간에 공격과 수비가 이루어지는 경기 특성상 선수의 반응시간은 경기의 승패를 결정하는 매우 중요한 요소이다(Barth & Beck, 2007). 본 연구에서 운동 프로그램에 따른 신체 반응시간을 비교한 결과, 실험군은 중재 전후에 반응시간이 유의하게 짧아졌으나, 대조군에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 두 집단 간에 차이는 나타나지 않았다.

단체 훈련 및 개인 운동 등을 충분히 고려하지 못하여 추가적으로 제공된 하지강화 운동프로그램의 영향을 명확하게 구분하지 못했다는 제한점이 있었다. 그러나 이러한 결과를 볼 때, 반응시간에서 유의미한 영향을 보였지만 신경운동 반응성을 조절할 수 있는 운동들을 좀 더 추가 보완한다면 펜싱선수의 신체 반응시간을 단축시키는데 더욱더 유용할 것으로 판단된다. 최태석, 엄우섭, 김기홍(2000)은 펜싱 선수에 웨이트트레이닝은 반응시간에 긍정적인 영향을 미친다고 하였으며, 또 최종환, 박창순(2005)과 김솔지(2019)의 연구에서는 플라이오메트릭 훈련이 펜싱선수가 공격과 수비 시 빠른 판단력과 구사해야 할 기술에 대하여 순간적으로 움직일 수 있는 민첩성에 긍정적인 영향을 준다는 결과를 나타냈다. 이렇듯 선행연구들을 토대로 훈련내용과 훈련방법을 좀 더 보완한다면, 반응시간을 단축시켜 경기력 향상에 기여할 수 있을 것이며, 좀 더 효과적인 훈련 프로그램으로 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

4. 유연성

펜싱경기에서 공격과 수비를 위해 다양한 움직임을 요구하며, 이를 위해 신체의 유연성은 필수적으로 요구된다(Tsolakis, Kostaki & Vagena, 2010; Oh, Bea, Shin & Choi, 2013). 본 연구에서 운동 프로그램 참여 후 시기 및 집단 간의 상호작용은 나타나지 않았다. Tsolakis & Douvis는 엘리트 수준의 펜싱 선수 10명에게 정적, 동적 스트레칭 운동 후 유연성에 미치는 효과를 알아본 결과, 스트레칭 방법에 상관없이 유연성 수준에 영향을 주지 못하였다고 보고 하였다(Tsolakis, Douvis, Tsiganos, Zacharogiannis, Smirniotou, 2010). 따라서 본 연구에서 나타난 결과는 이미 엘리트 운동선수가 주기적으로 행하던 훈련으로 인해 높은 수준의 유연성을 갖고 있어 유의미한 변화를 보이기에 다소 한계가 있었던 것으로 판단된다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 대한펜싱협회에 등록되어 있는 국내 엘리트 펜싱 선수를 대상으로 8주간 적용한 하지강화 운동프로그램이 슬관절 근 기능과 균형능력, 반응시간, 유연성에 미치는 영향을 알아보고 운동프로그램 개발의 기초자료로 제공하고자 실시되었다. 본 연구의 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험군에서는 $60^\circ/\text{s}$ 각속도에서 좌측 슬관절의 등속성 신전 시 최대근력과 평균근력, 굴곡 시 평균근력이 각각 유의한 향상을 보였다. 우측에서는 유의한 차이가 나타나지 않았고, 집단 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다.
2. 실험군에서 $180^\circ/\text{s}$ 각속도에서는 좌측 슬관절의 등속성 신전 시 최대근력과 평균근력 모두 실험군에서 중재 후 유의한 증가를 보였으나, 집단 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다.
3. 반응시간에서는 실험군이 시기에 따라 유의한 증가를 나타냈으나, 균형능력과 유연성에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

이상의 연구결과를 볼 때, 본 연구에서 적용한 하지강화 운동프로그램은 펜싱선수의 하지 근 기능과 반응시간에서는 긍정적인 영향을 주었으나 균형능력 및 유연성에는 영향을 주지 못하였다. 따라서 추후의 연구들은 이 연구에서 나타난 제한점들을 고려한 새로운 접근 방향의 하지강화 운동프로그램 개발 연구가 필요하다고 판단되며, 많은 수의 펜싱선수들을 대상으로 한 연구가 이루어질 때 더욱더 유의미한 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 또한 선수들의 세부 종목별 특성 및 체력수준을 고려하여 조금 더 구체적인 연구 설계를 통해 체력요인 및 경기력 요인들에 미치는 영향을 알아보는 연구들이 후속적으로 이어지길 기대한다.

참고문헌

- 구교동. (2006). **플라이오메트릭훈련이 펜싱선수의 순발력과 민첩성에 미치는 영향**. 호남대학교 석사학위논문.
- 김기홍, 최태석, 엄우섭. (2000). 웨이트 트레이닝이 펜싱선수의 동작 수행시간에 미치는 영향. **운동과학학술지**, 9(2): 417-427.
- 김도형, 김갑선. (2016). 펜싱 롱쁘르 팡트 기술의 운동학적 변인 분석. **한국체육교육학회지**, 21(3): 99-111.
- 김용수, 김병수. (2018). 펜싱 경기력 향상을 위한 준비운동 모형작성 및 활용 방안. **한국스포츠학회지**, 13(4): 123-131.
- 김솔지. (2019). **8주간 Plyometric training이 고등학교 펜싱선수의 하지 근 기능과 운동체력에 미치는 영향**, 우석대학교 석사학위논문.
- 김운환, 박종향, 최원재, 김영미, 김태원, 이문규. (2009). 탄력밴드를 이용한 고관절 외전근 근력강화운동이 정적 균형에 미치는 영향. **대한정형도수물리치료학회지**, 15(1): 49-57.
- 김재호. (1992). 펜싱(플러레) 대표선수 체격 측정결과 판정 및 개인 체력 훈련처방. **한국스포츠정책과학원**, 39: 100-109.
- 김해연, 주성범. (2013). 펜싱선수들의 골반 변위 지표 분석. **한국리듬운동학회지**, 6(1): 23-31.
- 박성학, 김효철, 박우영. (2000). 밴드 트레이닝과 재활치료, **푸른솔**.
- 백준기. (2016). **Y-balance test상 기능적 하지 불안정성과 근 활성도 및 발목의 기능적 움직임 간의 상관관계 분석**. 고려대학교 석사학위논문.
- 이석인, 정호은. (2012). 밸런스 및 플라이오메트릭 트레이닝이 여자 역도 선수의 경기력에 미치는 영향. **한국엔터테인먼트산업학회논문지**, 6(4), 188-195.
- 원주연. (2008). 코어 프로그램이 펜싱선수의 요부 체위에 미치는 영향. **한국스포츠리서치**, 19(1): 179-186.
- 임창현. (2018). **10주간 저장도-고반복 저항성 운동이 근섬유형태와 기능 및 미토콘드리아 대사에 미치는 영향**. 한국체육대학교 박사학위논문.
- 정진욱, 이기혁. (2017). 엘리트 펜싱선수의 수준별 체격 및 체력비교. **운동생리학**, 26(1): 40-48.
- 정진욱, 송홍선, 이기혁. (2017). 펜싱 특이적 트레이닝이 엘리트 펜싱선수 체력에 미치는 영향. **체육과학연구**, 28(2): 497-505.
- 최종환, 박창순. (2005). 플라이오메트릭과 줄넘기 복합훈련이 펜싱 선수의 순발력과 민첩성에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 13(1): 45-53.
- 최태석, 엄우섭, 김기홍. (2000). 웨이트 트레이닝이 펜싱선수의 동작 수행시간에 미치는 영향. **운동과학**, 9(2) 417-427
- 최현호, 이동준, 유영규. (2013). 하체 강화프로그램이 대학축구선수의 최대하지근력과 체력에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 21(2): 83-89.

현대레저연구회. (2015). 현대 펜싱교본. 서울 : 태을출판사.

ACSM. (2013). ACSMs Guidelines for exercise testing and prescription. *American College of Sports Medicine*.

Barth, B., & Beck, E. (Eds.). (2007). The complete guide to fencing. *Meyer & Meyer Verlag*.

Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1): 88-90.

Gribble, P. A., & Hertel, J. (2003). Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 7(2), 89-100.

Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of athletic training*, 47(3): 339-357.

Harmer, P. A. (2008). Incidence and characteristics of time-loss injuries in competitive fencing: a prospective, 5-year study of national competitions. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(2): 137-142.

Klinger, A. K., & Adrian, M. J. (1983). Foil target impact forces during the fencing lunge. In *Proceedings of the Eighth International Congress of Biomechanics (edited by H. Matsui and K. Kobayashi)* (pp. 882-888).

Labella, C. R., Huxford, M. R., Smith, T. L., Cartland, J. (2009). Preseason neuromuscular exercise program reduces sports-related knee pain in female adolescent athletes. *Clinical Pediatrics*, 48(3): 327-330.

Muyor, J. M., Vaquero-Cristóbal, R., Alacid, F., López-Miñarro, P. A. (2014). Criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests as a measure of hamstring extensibility in

athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2): 546-555.

Oh, C. H., Bea, J. H., Shin, E. S., Hong, S. Y., Choi, J. K., & Lee, J. T. (2013). A kinetics analysis of fente motion in epee game of woman's fencing players. *The Korea Journal of Sport Science*, 22(4): 1273-1283.

Pauletto, B. (1991). Strength training for coaches. *Human Kinetics Publishers*.

Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 4(2): 92.

Roi, G. S., Bianchedi, D. (2008). The science of fencing: implications for performance and injury prevention. *Sports Medicine*, 38(6): 465-481.

Tsolakis, C., Douvis, A., Tsigganos, G., Zacharogiannis, E., & Smirniotou, A. (2010). Acute effects of stretching on flexibility, power and sport specific performance in fencers. *Journal of Human Kinetics*, 26, 105-114.

Tsolakis, C., Kostaki, E., Vagenas, G. (2010). Anthropometric, flexibility, strength- power, and sport-specific correlates in elite fencing. *Perceptual Motor Skills*, 110(3 Pt 2): 1015-1028.

Turner, A., James, N., Dimitriou, L., Greenhalgh, A., Moody, J., Fulcher, D., & Kilduff, L. (2014). Determinants of olympic fencing performance and implications for strength and conditioning training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10): 3001-3011.

Turner, A., Miller, S., Stewart, P., Cree, J., Ingram, R., Dimitriou, L., Moody, J., & Kilduff, L. (2013). Strength and conditioning for fencing. *Strength and Conditioning Journal*, 35: 1-9.

