

## 핸드볼 선수들의 12주간 플라이휠 운동을 활용한 웨이트 트레이닝이 체력요인, 무산소성파워 및 등속성근기능에 미치는 영향

이청규<sup>1</sup> · 김성은<sup>1†</sup> · 조상우<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남스포츠과학센터, 트레이너

<sup>1</sup>충남스포츠과학센터, 선임연구원

<sup>2</sup>호서대학교, 교수

(2021년 11월 27일 접수: 2021년 12월 24일 수정: 2021년 12월 24일 채택)

## The effect of 12-week Weight training with Flywheel Exercise on Physical Fitness Factors, Anaerobic Power, and Isokinetic Muscle Function in Professional Handball Players

Cheung-Kyu Lee<sup>1</sup> · Seoung-Eun Kim<sup>1†</sup> · Sang-Wo Cho<sup>2</sup>

*Center for sport Science in Chungnam, Trainer*

*Center for sport Science in Chungnam Senior Researcher*

*Hoseo university Professor*

*(Received November 27, 2021; Revised December 24, 2021; Accepted December 24, 2021)*

**요 약 :** 본 연구에서는 남자 실업팀 핸드볼 선수들을 대상으로 플라이휠 운동을 적용한 웨이트 트레이닝 프로그램을 개발하여 상해예방과 경기력 향상을 위한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다. 12주간 복합 플라이휠 운동 프로그램을 적용하여 신체조성, 체력요인, 무산소성파워, 등속성근기능에 미치는 영향을 분석한 결과는 다음과 같다. 팔굽혀펴기는 그룹 간 유의한 차이가 나타났다. 체지방률, 무산소성 파워는 시기별 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다. 제자리멀리뛰기, 제자리높이뛰기, 악력, 배근력, 무산소성 평균파워 그리고 등속성근기능검사는 좌굴근과 우굴근에서 시기별로 유의한 차이가 나타났다. 따라서 12주간 플라이휠 운동을 활용한 웨이트 트레이닝 결과는 상해예방과 경기력 향상을 위한 기초자료로 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

**주제어 :** 핸드볼, 플라이휠, 트레이닝, 등속성근기능, 무산소성파워

---

<sup>†</sup>Corresponding author

(E-mail: havocangel@naver.com)

\* 이 논문은 2021년도 정부(문화체육관광부) 재원으로 국민체육진흥공단 스포츠정책과학원의 지원을 받아 연구되었음.

**Abstract :** The purpose of this study is to provide basic data for injury prevention and performance improvement by developing a flywheel training program for handball players. The results of analyzing the effects of the 12-week complex flywheel training program on body composition, physical fitness factors, anaerobic power, and isokinetic muscle function are as follows. There was a significant difference between groups in push-ups. Body fat percentage and anaerobic power showed significant differences in the interaction by period. Long jump, slow jump, grip strength, back muscle strength, anaerobic average power, and isokinetic muscle function tests showed significant differences by period in the left and right flexors. Therefore, it is considered that 12-week flywheel training results can be used as the basic data for injury prevention and improvement of performance in handball players.

**Keywords :** Handball, Flywheel, Training, isokinetic muscle function, Anaerobic power

## 1. 서론

핸드볼 경기는 빠른 공격과 수비의 전환을 위한 순발력, 근력, 근파워, 지구력, 민첩성과 핸드볼 투구 동작 등의 복잡하고 다양한 움직임이 요구된다. 또한, 핸드볼 경기의 특성상 위치선점을 위해 많은 신체접촉이 이루어지는 스포츠이다[1] 이러한 경기특성으로 인해 높은 상해발생 빈도가 보고되고 있다. 운동선수에게 스포츠 상해는 연습이나 경기 중 입게 되는 신체의 부분 부상으로, 다양한 원인에 의해 발생되며[2], 상해의 대표적인 원인은 과도한 훈련, 부적절한 운동 장비 사용, 빈약한 시설, 체력적 요인 등의 요소들이 영향을 미치는 것으로 보고하고 있다[3].

특히 핸드볼의 경우에는 다른 구기종목보다 상해발생요인이 높은 구기종목이다. 실제로 2004년 하계올림픽의 구기 종목경기의 상해를 분석한 결과 핸드볼 경기와 축구경기의 상해가 가장 빈번하게 발생했다[4]. 핸드볼 경기는 수비 시 손으로 밀어내는 반칙의 동작이 과격하며 포스트에서 공격하는 선수는 상대 수비라인에 의해 몸에 많은 상처를 입을 수 있으며 더 나아가 압박 동작에서 선수가 상해를 당하는 경우도 빈번하게 나타난다. 또한, 핸드볼선수의 경우 고도의 기능과 기술을 습득하기 위하여 강도 높은 훈련방법과 과도한 신체활동이 뒤따르게 된다[5]. 이렇듯 핸드볼 경기는 신체접촉이 많이 허용되기 때문에 핸드볼 선수들은 상해예방이 필요한 실정이며 경기력 향상과 상해예방 운동을 우선적으로 실시해야한다[6]. 이러한 경기력 향상과 상해 예방을 위해 종목특성에 맞는 적절한 트레이닝방법을 개발하여 훈련현장에 적용할 수 있는 지속적인 노력이 필

요한 실정이다. 핸드볼 선수들은 반복적인 빠른 가속, 스프린트, 점프 그리고 빠른 방향전환이 특징적이며, 높은 수준의 근력, 유산소 능력 그리고 이동 능력은 경기력 향상에 필요하기 때문이다[7]. 핸드볼 종목의 특성에 맞는 트레이닝 프로그램을 개발하기 위해 트레이닝의 기본적인 원리와 프로그램 특성요인에 대한 구성이 체계적으로 이루어져야 한다. 즉, 운동 강도를 중심으로 운동량, 운동 빈도 등을 포함한 트레이닝의 주기별 적절한 프로그램이 제시되고 이를 적용하여 지속적인 분석과 개선이 병행됨으로써 바람직한 경기력 향상이 제시될 수 있기 때문이다[8]. 핸드볼 선수들의 경기력 향상과 상해예방을 위해 플라이휠 운동이 복합적으로 트레이닝에 접목되고 있다. 플라이휠 운동은 근육량 증가 및 기능적 적응을 보여주었으며, 부상 예방과 관련이 있다고 하였다[9]. Maroto I, Sergio, (2017)은 6주간의 하지 플라이휠 훈련 후 근력, 수직 점프 높이 및 달리기 속도가 크게 증가했다고 보고하였으며 근력, 근파워, 달리기속도가 일반 저항 훈련보다 플라이휠 훈련 후 증가했다고 하였다. Sabido, Hernandez-Davo, Botella et al. (2017)은 아마추어 핸드볼 선수들의 하지 플라이휠 훈련 후 근력 증가가 이루어 졌다고 하였다.

이에 본 연구에서는 남자 실업팀 핸드볼 선수들을 대상으로 12주간 플라이휠 운동을 적용한 웨이트트레이닝 프로그램을 개발하여 체력요인과 무산소성파워, 등속성근기능에 미치는 영향을 분석하여 상해예방과 경기력 향상을 위한 기초자료를 일선에 있는 지도자들에게 제공하는데 그 목적이 있다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 연구대상자

본 연구 대상자는 C지역 체육회 소속 핸드볼 운동 경력이 15년 이상인 남자 핸드볼 선수들 24명을 대상으로 실험군과 대조군으로 구분하였다. 본 연구에 앞서 먼저 실험절차와 실험목적 등에 대해 사전 설명을 하였으며 연구대상자들에게 동의서를 작성하도록 하였다. 본 연구의 연구대상자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

### 2.2. 실험 절차

웨이트 트레이닝은 핸드볼 선수들이 기존에 실시하던 웨이트 트레이닝을 기준으로 구성하였다. 대조군은 기존 웨이트 트레이닝을 실시하였으며 실험군은 기존 웨이트 트레이닝에 플라이휠 운동을 추가로 실시하였다. 먼저 연구대상자들의 특성에 맞게 간접방법에 의해 산출된 1RM의 70% 수준으로 약 2주 동안 적응기간을 두었다. 본 운

동에서는 운동 빈도는 일주일에 5회 실시하였으며, 운동시간은 총 90분으로 하였다. 12주간 플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 훈련강도 설정은 1-6주 기간에는 70-80%의 강도, 7-12주 기간에는 80-90%의 강도로 3세트 실시하였다. 웨이트 트레이닝과 플라이휠 운동 프로그램은 <Table 2>과 같다.

### 2.3. 체력측정항목 및 방법

본 연구에서는 플라이휠 운동을 활용한 트레이닝이 핸드볼 선수의 체력요인에 미치는 효과를 분석하기 위해 체력요인, 무산소성파워 및 등속성근기능을 측정하였다. 선수들은 플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 프로그램 적용 전·후 각각 동일한 조건하에 체력측정을 실시하였다. 신체조성은 체성분분석기(InBody770, InBody Med, Korea)를 이용하여 트레이닝 실시 전과 후에 기초체력 측정에 앞서 측정하였으며, 신장, 체중, 근육량, 체지방률, 체지방량을 측정하였다[12]. 근력은 디지털 측정기(Tkk-1270, Takei, Japan)를 사용하

Table 1. Characteristics of the Subjects

Group	Age(yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Career (year)
Experimental Group(n=12)	29.62±5.71	184.41±3.86	89.14±10.81	15.6±4.78
Control Group(n=12)	30.27±7.40	182.53±4.16	88.05±8.27	16.7±3.81

Table 2. Weight & FlyWheel Training Program

Weight Training Program		Ea	Rest	Set
Weight Training	Dumbbell jump squat	15	2 Min (set)	3
	Incline push-up jump			
	Dumbbell one leg dead lift			
	Step box side jump			
	Dumbbell front raise			
Dumbbell vent over row				
FlyWheel Training Program		Ea	Rest	Set
FlyWheel Training	Squat	15	2 Min (set)	3
	Dead lift			
	Vent over row			
	High pull			
	Lunge			
Calf raise				

여 악력과 배근력을 각각 kg단위로 측정하였고, 악력은 악력계를 검지손가락의 제 2관절이 거의 직각으로 되도록 조정하여 최대의 힘을 발휘하도록 좌우 2회씩 교대로 측정하여 좋은 기록을 선택하였으며 배근력은 배근력계를 무릎과 팔을 펴서 손잡이를 잡고 서게 한 후 전사각을 30° 정도 기울여 힘을 발휘하도록 하여 2회 측정 후 좋은 기록을 선택하였다[12]. 근지구력의 측정은 윗몸 일으키기와 팔굽혀펴기를 실시하였다. 윗몸 일으키는 무릎을 직각으로 굽혀 세우고 머리 뒤로 양손을 깍지를 낀 누운 자세에서 양 팔꿈치가 무릎에 닿고 다시 누운 자세로 돌아가는 것을 1회로 1분 동안 실행한 횟수를 기록하였다[12]. 팔굽혀펴기는 가로 70cm 세로 30cm의 붓을 잡고 1분 동안 실행한 횟수를 측정하였다. 근파위는 제자리 멀리뛰기와 제자리높이뛰기를 측정하였다. 제자리 멀리뛰기는 제자리멀리뛰기 전용 측정 장비(FT-7700, DAC, Korea)를 이용하였다. 측정 장비 위의 매트에 올라서서 두 다리와 양 팔을 활용하여 최대한 멀리 수평으로 뛰게 하였으며, 총 2회 측정하여 더 높은 기록을 사용하였고 단위는 cm로 설정하였다. 제자리높이뛰기는 제자리높이뛰기측정기(ST-150, Seedtech, Korea)를 이용하여 제자리높이뛰기 능력을 측정하였다. 측정 장비 위 매트 센서에 올라서서 바르게 선 다음 무릎과 팔의 반동을 이용하여 수직으로 뛰게 하였다. 총 2회 측정 하였으며, 단위는 cm로 설정하였다. 민첩성 평가는 사이드스텝 측정기(DHINC-1272)를 이용하였다. 사이드 스텝은 가로 세로 120cm 정사각형 2개의 공간을 좌우로 발을 정확하고 빠르게 교차하여 20초간 움직인 것을 측정하였다. 발이 정확하게 정사각형 라인 안으로 들어와야 인정하였다(여효성, 손희정, 2021).

무산소성파워 검사는 에르고미터(Monark828E, Monark, Sweden)를 이용하였다. 검사 전 안장높이와 위치를 조정하였으며, 측정 시 워업은 최초 3분간 100W 부하에서 60rpm으로 실시하였다. 측정 시 개인에게 주어지는 무게의 부하는 체중의 5.0%로 설정하였으며, 워업 후 시작 직전 5초 카운터를 한 후 “Start”이라는 신호로 측정하였다. 30초간 최대한 빠른 속도로 페달링 하도록 하였으며, 최대 파워(peak power), 평균 파워(mean power)를 산출하였다 등속성 근력 검사는 등속성 운동검사 장비(HumacNORM, CSMI, USA)를 이용하였으며, 슬관절을 중심으로 대퇴사두근과 햄스트링의 근력을 평가하기 위하여

60° /sec 의 각속도에서 3회씩 좌우로 구분하여 실시하였다. 측정은 등속성 장비를 이용하여 측정 목적에 맞는 포지션에서 힘을 발휘하는 부위를 제외하고 다른 관절 부위를 장비에 고정시킨 후, 움직임의 범위를 설정하고 중력 보정을 하였으며, ‘시작’ 신호와 함께 최대의 힘으로 굴곡과 신전을 반복하여 peak torque 및 굴근/신근 비율을 산출하였다. 최대 근력의 경우 체중에 표준화한 보정값(Nm/kg; %body weight; %BW)을 사용하였다[13].

### 2.3. 자료 처리

본 연구의 자료는 SPSS Windows (version 23.0) 통계 프로그램을 이용하여 통계처리를 실시하였다. 각 집단의 요인별 평균과 편차를 산출하였으며 플라이휠 운동을 활용한 웨이트 트레이닝의 사전·사후 결과를 규명하기 반복측정분산분석(Repeated measure Anova)을 실시하였다. 유의 수준은  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

## 3. 결과

### 3.1. 신체조성

플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 프로그램 실시 전·후의 신체조성을 비교 분석한 결과는 <Table 3>와 같다. 신체조성의 체지방률에서 실험군은 사전 18.175 ± 4.453에서 17.466 ± 4.203으로 나타났다. 대조군은 사전 18.001 ± 4.267에서 17.941 ± 4.421로 나타났다. 측정시기에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며( $p < .01$ ) 측정시기와 그룹간 상호작용 효과에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .05$ ).

### 3.2. 근지구력

플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 프로그램 실시 전·후의 근지구력을 비교 분석한 결과는 <Table 4>와 같다. 근지구력의 팔굽혀펴기에서 실험군은 사전 39.583 ± 7.583에서 48.167 ± 7.929로 나타났다. 대조군은 사전 37.100 ± 6.149에서 40.333 ± 3.576으로 나타났다. 측정시기에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며( $p < .01$ ) 측정시기와 그룹간 상호작용 효과에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .01$ ).

Table 3. body composition

Variables	Mean $\pm$ SD		Effect	F	<i>p</i>	
	Pre	Post				
Body fat(%)	EG	18.175 $\pm$ 4.453	17.466 $\pm$ 4.203	Time	10.016	.004 **
				T*G	6.866	.016 *
	CG	18.001 $\pm$ 4.267	17.941 $\pm$ 4.421	Group	.008	.931
Body fat mass(kg)	EG	16.516 $\pm$ 6.190	14.700 $\pm$ 6.218	Time	.522	.478
				T*G	.382	.543
	CG	16.450 $\pm$ 6.296	16.308 $\pm$ 6.232	Group	.128	.724
Weight(kg)	EG	89.141 $\pm$ 10.813	90.508 $\pm$ 8.94	Time	.138	.713
				T*G	.101	.754
	CG	88.050 $\pm$ 8.272	88.153 $\pm$ 8.190	Group	.298	.590
Muscle mass(kg)	EG	68.308 $\pm$ 5.864	71.292 $\pm$ 3.971	Time	3.461	.076
				T*G	2.418	.134
	CG	66.783 $\pm$ 6.418	67.050 $\pm$ 6.606	Group	1.709	.205

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

EG : Experimental group, CG : Control group

Table 4. Muscular endurance

Variables	Mean $\pm$ SD		Effect	F	<i>p</i>	
	Pre	Post				
Push up(ea)	EG	39.583 $\pm$ 7.583	48.167 $\pm$ 7.929	Time	9.164	.006 **
				T*G	1.779	.196
	CG	37.100 $\pm$ 6.149	40.333 $\pm$ 3.576	Group	8.342	.009 **
Sit up(ea)	EG	53.250 $\pm$ 7.374	55.167 $\pm$ 7.566	Time	3.314	.082
				T*G	.161	.692
	CG	52.501 $\pm$ 3.988	55.521 $\pm$ 2.799	Group	.011	.916

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

EG : Experimental group, CG : Control group

Table 5. Muscular power

Variables	Mean $\pm$ SD		Effect	F	<i>p</i>	
	Pre	Post				
Standing long jump(cm)	EG	241.792 $\pm$ 21.933	248.217 $\pm$ 16.219	Time	10.313	.004 **
				T*G	.035	.854
	CG	244.641 $\pm$ 10.285	251.858 $\pm$ 16.627	Group	.248	.623
Vertical jump(cm)	EG	54.666 $\pm$ 5.565	58.750 $\pm$ 3.621	Time	30.350	.000 ***
				T*G	.030	.863
	CG	53.750 $\pm$ 5.561	57.583 $\pm$ 2.937	Group	.365	.552

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

EG : Experimental group, CG : Control group

Table 6. Agility

Variables	Mean ± SD		Effect	F	p	
	Pre	Post				
Side step(ea)	EG	47.417 ± 4.795	46.750 ± 4.136	Time	.053	.820
	CG	47.583 ± 4.166	47.667 ± 2.964	T*G	.087	.770
				Group	.255	.619

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

EG : Experimental group, CG : Control group

Table 7. Muscle strength

Variables	Mean ± SD		Effect	F	p	
	Pre	Post				
Grasping power : left(kg)	EG	53.300 ± 6.659	52.175 ± 5.098	Time	.286	.598
	CG	51.566 ± 5.991	50.925 ± 5.176	T*G	.021	.885
				Group	.806	.379
Grasping power : right(kg)	EG	56.258 ± 7.756	60.116 ± 7.612	Time	5.022	.035 *
	CG	57.167 ± 7.928	60.891 ± 6.114	T*G	.002	.969
				Group	.114	.739
Back strength power (kg)	EG	158.833 ± 15.777	170.252 ± 9.921	Time	27.447	.000 ***
	CG	155.708 ± 14.849	167.958 ± 10.273	T*G	.034	.855
				Group	.319	.578

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

EG : Experimental group, CG : Control group

### 3.3. 근파워

플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 프로그램 실시 전·후의 근파워를 비교 분석한 결과는 <Table 5>와 같다. 근파워의 제자리멀리뛰기에서 실험군은 사전 241.792 ± 21.933에서 248.217 ± 16.219로 나타났다. 대조군은 사전 244.641 ± 10.285에서 251.858 ± 16.627로 나타났다. 측정시기에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .01$ ). 제자리높이뛰기에서는 실험군은 사전 54.666 ± 5.565에서 58.750 ± 3.621로 나타났다. 대조군은 사전 53.750 ± 5.561에서 57.583 ± 2.937로 나타났다. 측정시기에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .001$ ).

### 3.4. 민첩성

플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 프로그램 실시 전·후의 근지구력을 비교 분석한 결과는 <Table 6>과 같다. 민첩성에서는 실험군과 대조군에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

### 3.5. 근력

플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 프로그램 실시 전·후의 근력을 비교 분석한 결과는 <Table 7>과 같다. 근력의 악력(우)에서 실험군은 사전 56.258 ± 7.756에서 60.116 ± 7.612로 나타났다. 대조군은 사전 57.167 ± 7.928에서 60.891 ± 6.114로 나타났다. 측정시기에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .05$ ). 배근력에서 실험군은 사전 158.833 ± 15.777에서 170.252 ± 9.921로 나타났다. 대조군은 사전 155.708 ± 14.849에서 167.958 ± 10.273으로 나타났다. 측정시기에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .001$ ).

### 3.6. 무산소성파워

플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 프로그램 실시 전·후의 무산소성파워 비교 분석한 결과는 <Table 8>과 같다. 무산소성 평균파워에서 실험군은 사전 7.293 ± .695에서 7.8156 ± .474로 나타났다. 대조군은 사전 7.516 ± .460에서

Table 8. Anaerobic power

Variables		Mean ± SD		Effect	F	p
		Pre	Post			
Anaerobic avg power(w/kg)	EG	7.293 ± .695	7.815 ± .474	Time	.941	.343
	CG	7.516 ± .460	7.741 ± .674	T*G	4.765	.040 *
				Group	2.663	.117
Anaerobic max power(w/kg)	EG	11.037 ± 1.414	11.535 ± 1.482	Time	1.671	.210
	CG	11.358 ± 1.314	11.808 ± 1.550	T*G	.006	.938
				Group	.416	.526

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

EG : Experimental group, CG : Control group

Table 9. Isokinetic muscle function

Variables		Mean ± SD		Effect	F	p
		Pre	Post			
Extension muscle left(Nm)	EG	240.083 ± 38.934	239.750 ± 24.521	Time	.000	.982
	CG	245.750 ± 33.774	246.416 ± 22.137	T*G	.004	.947
				Group	.378	.545
Flexion muscle left(Nm)	EG	135.333 ± 30.627	166.083 ± 26.643	Time	5.114	.034 *
	CG	146.833 ± 22.213	158.583 ± 30.230	T*G	1.022	.323
				Group	.103	.752
Extension muscle right(Nm)	EG	245.166 ± 35.365	244.525 ± 25.930	Time	.002	.964
	CG	239.667 ± 33.109	241.191 ± 24.688	T*G	.012	.912
				Group	.341	.565
Flexion muscle right(Nm)	EG	142.583 ± 24.496	162.083 ± 10.638	Time	10.899	.003 **
	CG	146.501 ± 20.865	158.916 ± 10.983	T*G	.537	.471
				Group	.005	.946

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

EG : Experimental group, CG : Control group

7.741 ± .674로 나타났다. 측정시기와 그룹간 상호작용 효과에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .05$ ).

### 3.7. 등속성근기능 검사

플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 프로그램 실시 전·후의 등속성근기능검사를 비교 분석한 결과는 <Table 9>와 같다. 등속성근기능검사의 좌굴근에서 실험군은 사전 135.333 ± 30.627에서 166.083 ± 26.643으로 나타났다. 대조군은 사전 146.833 ± 22.213에서 158.583 ± 30.230으로 나타났다. 측정시기에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .05$ ). 우굴근에서 실험

군은 사전 142.583 ± 24.496에서 162.083 ± 10.638으로 나타났다. 대조군은 사전 146.501 ± 20.865에서 158.916 ± 10.983으로 나타났다. 측정시기에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .05$ ).

## 4. 논 의

여타 스포츠 종목과 같이 핸드볼 종목의 경기력 향상을 위한 선수들의 기초체력 향상은 필수 요인으로 알려져 있다[14]. 또한, 핸드볼 경기는

운동 능력 향상과 상관관계가 있다[15]. 따라서 핸드볼 경기는 점프력, 민첩성, 순발력 및 투구 능력 등 선수 개인의 체력 향상은 경기력에 높은 영향을 미칠 것으로 사료된다. 이에 본 연구에서는 남자 실업팀 핸드볼 선수들을 대상으로 12주간 플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 프로그램을 적용하여 체력요인, 무산소성파워, 등속성근기능으로 구분하여 효과가 있는지를 검증을 실시하였다.

12주간 플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 프로그램 실시 전후 분석한 결과 체력요인에서 체지방률은 실험군이 대조군보다 3.6% 더 감소하였다. 실험군은 근육량이 증가하고, 체지방률이 감소함에 따라 체지방률도 감소하는 변화가 나타났다. 이는 플라이휠을 적용한 웨이트트레이닝 프로그램이 고강도 유산소 운동효과로 인하여 체지방률이 감소하였으며 이에 체지방률이 감소하고 근육량 증가가 나타난 것으로 판단된다. 근지구력 요인 중 팔굽혀펴기에서는 실험군은 사전사후분석결과 23.1% 증가하였으며 대조군과 비교하였을 때 18.0% 증가하여 근지구력 향상이 나타났다. 또한, 그룹간에도 유의한 차이가 나타나 플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 중 Vent over row 운동의 효과가 나타난 것으로 판단된다.

근파워에서 제자리멀리뛰기는 그룹간에는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 시기별로 유의한 차이가 나타났다. 두 그룹 모두 사전보다 평균 2.9% 향상되었다. 제자리높이뛰기에서도 그룹간 유의한 차이가 나타나지 않았으나 시기별로 유의한 차이가 나타났으며 평균 7.4% 근파워 향상이 나타났다. 실험군은 대조군 보다 제자리높이뛰기가 .3% 증가하였다. 핸드볼 선수들은 경기력 향상을 위해 빠른 방향전환과 점프 및 슈팅 동작을 요구하기 때문에 근력이 중요하다고 하였다[16]. 본 연구에서도 근력에서 악력(우)은 시기별 유의한 차이가 나타났으며 평균 6.8% 향상되었다. 배근력에서도 시기별 유의한 차이가 나타났으며 7.6% 근력이 향상되었다. 이러한 결과는 12주간 스트레칭과 웨이트 트레이닝을 복합적으로 실시한 결과 근력 향상에 도움을 줄 수 있다는 결과와 일치하였다. 또한, 플라이휠 운동을 활용한 웨이트 트레이닝의 체력요인의 전체적인 운동 능력 결과를 살펴보면 대조군의 경우 실험군보다 체력요인이 향상되는 것을 확인 할 수 있었다

무산소성 파워는 수영 단거리와 스프린트 등 여러 폭발적인 스포츠 종목에서 중요하며[13], 무

산소성 파워는 운동수행력을 결정짓는 중요한 요소로 인정되고 있다[17]. 핸드볼 종목 또한 공수 전환 시 높은 무산소성 파워를 이용하는 스포츠이기 때문에 중요한 요인이다. 무산소성파워에서 무산소성 최고파워는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 8.3% 향상되었다. 무산소성평균파워에서는 시기별 그룹간 상호작용에서 유의한 차이가 나타났으며 7.2% 무산소성파워가 향상되었으며 실험군은 대조군보다 4.2% 증가하였다. 박민혁, 최동성(2020)은 코로나19 이후 선수들의 무산소성 파워를 측정한 결과 최대파워, 평균파워가 감소하는 경향을 보여 운동 능력이 저하되는 것으로 보고하였다. 이에 운동중단에 따른 무산소성 파워의 감소를 예방하기 위한 체계적인 트레이닝이 요구된다고 하였다. 코로나19에 따른 핸드볼 선수들의 체력 능력 저하를 예방하기 위해 본 플라이휠 운동을 적용한 웨이트 트레이닝은 효과가 있는 것으로 사료된다.

국내 핸드볼 선수들을 대상으로 등속성근기능 검사를 통해 근력을 비교평가 한 연구는 다른 구기 종목에 비하여 매우 미흡한 실정이다. 등속성근기능검사는 보다 과학적이고 체계적으로 선수의 근기능을 평가할 수 있다. 최근 운동수행력 향상을 위해 근기능을 향상시키기 위한 노력이 이루어지고 있는 상황이다[19]. 핸드볼에서 근력과 근파워는 경기 수행력에 핵심적인 요소이기 때문에 핸드볼 선수들을 대상으로 주기적인 등속성근기능검사를 통해 선수 본인의 근력과 근파워를 확인하고 개선하기 위한 노력이 필요하다. 등속성근기능검사결과 좌굴근과 우굴근이 시기별로 근력이 향상되었으며 유의한 차이가 나타났다. 좌굴근은 실험군이 대조군보다 14.7% 증가하였으며 우굴근은 실험군이 대조군보다 5.9% 증가하였다. 이러한 결과는 사전 측정 때 강했던 오른쪽다리 근력과는 달리 약했던 왼쪽 다리 근력이 향상되면서 나타난 결과와 일치하였다[20]. 하지의 신체 밸런스는 운동 능력 저하 또는 경기력 저하의 문제뿐만 아니라 훈련이나 경기 중 부상이 발생 위험이 증가된다[21]. 특히 핸드볼의 경우 편측성 운동으로써, 한방향의 근육으로만 운동을 실시하게 되면 스트레스를 가중시켜 근육 간 근력 차이로 인한 부상 위험이 증가된다[22]. 이에 주동근과 협력근의 근력을 향상시켜 신체 균형을 안정화 시켜주는 것이 중요하다[20]. 이에 본 플라이휠을 활용한 웨이트 트레이닝 프로그램으로 강한 근력보다 상대적으로 약한 하지의 근



력향상 나타나 하지의 좌우 근력강화에 도움을 준 것으로 판단된다.

플라이휠 운동을 활용한 웨이트트레이닝 프로그램은 기존 웨이트 트레이닝 프로그램보다 선수들의 근력강화에 도움을 줄 수 있었다. 그러나 본 연구는 남자 핸드볼 선수들을 대상으로 연구를 실시하였으며 핸드볼 종목에 국한된 한계점이 있다. 또한, 코로나19 기간 내 선수들의 홈트레이닝으로 인한 개인운동프로그램은 통제를 할 수 없었다. 따라서 추후 연구에서는 더 많은 선수들을 대상으로 장기간의 플라이휠을 활용한 웨이트 트레이닝 연구가 필요가 할 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구는 실업팀 핸드볼 선수들을 대상으로 12주간 플라이휠 운동을 활용한 트레이닝 프로그램을 개발하여 체력요인과 무산소성파워, 등속성근기능에 미치는 영향을 분석하여 상해예방과 경기력 향상을 위한 기초자료를 일선에 있는 지도자들에게 제공하고자 체력요인, 무산소성파워, 등속성근기능검사를 측정하여 차이를 분석하였다. 연구결과 체력요인들과 등속성근기능, 무산소성파워가 향상되는 것을 알 수 있었다. 따라서 이 연구는 엘리트 핸드볼 선수들의 종합적인 체력요인을 평가하고 종목별로 비교하였는데 의의가 있으며 상해예방과 경기력 향상을 위한 기초자료를 일선에 있는 지도자들에게 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

#### References

1. S. H. Kim, Sports Injury and Management depending upon Participation Level in Female Handball Players. *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.19 No.1, pp 997-1009, (2010).
2. H. C. kim, The research regarding the motion injury of swim. Master's thesis from ChoSun University Graduate School, (2008).
3. K. K. So, Effect of target type on the risk of injury to the lower limb joint when kicking Wushu santa. *Master's thesis of Young-In University*, (2014).
4. Junge A, Langevoort G, Pipe A, Peytavin A, Wong F, Mountjoy M, Beltrami G, Terreni R, Holzgraefe M, Charles R & Devorak, J. Injuries in team sport tournaments during the Olympic games 2004. *American Journal of Sports Medicine*, pp. 565-576. (2006).
5. Y. D. Kim, A Study on the Sports Injury of Male Hockey Athletes. *Master's thesis of Ul-San University*, (1998).
6. C. H. Shin, Investigation on the factors of motor injury and treatment of male and female college handball players. *Master's thesis from Sungkyunkwan University Graduate School*, (2005).
7. Michalik, P. AAGAARD, Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *In The Journal of sports medicine and physical fitness*, Vol.55, No.9 pp. 878-891, (2015).
8. C. K. Kim, Periodicization of sports training.. Book; Deahan Media.(2000).
9. Monajati A, Larumbe-Zabala E, Goss-Sampson M, Naclerio F, Injury prevention programs based on flywheel vs. body weight resistance in recreational athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, print 28 September (2018).
10. Maroto I, Sergio, Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, Vol.20 No.10, pp. 943-951, (2017)
11. Sabido, R., Hernández-Davó, J. L., Botella, J., Navarro, A., & Tous-Fajardo, J. Effects of adding a weekly eccentric-overload training session on strength and athletic performance in team-handball players. *European journal of sport science*, Vol.17 No.5, pp. 530-538, (2017).
12. J. H. Jung, S. E. Kim, H. J. Kim, J. J. Park, & S. H. Lee, A Study on the Compare Analyzed of Body Composition, Physical Strength, and Anaerobic Power of

- Male Middle, High School, and College Soccer Players. *The Korean Journal of Sport*, Vol.17, No.3 pp. 1111-1121, (2019).
13. H. S. Yeo, H. J. Son, A Comparative Analysis of Basic and Specific Physical Fitness of Elite High School Male and Female Shot put/Javelin Players. *The Korean Journal of Sport*, Vol.19, No.2 pp. 825-835, (2021).
  14. H. D. Kim, D. J. Kim, L. S. Khak, The Differential Effects of Plyometric Training and Weight Training on Muscular Power, Agility and Maximal Muscular Strength of the Male and Female High-school Throwers. *Journal of Life Science*, Vol.19, No.12 pp. 1821-1828, (2009).
  15. S. P. Hong "Theories and Practice of Handball", Book, Munumsa, (1979).
  16. I. G. Jeong, W. A. Moon, J. H. Yoon, Y. P. Kim, J. O. Kim. The Relationship among the Jumping Performance, Isokinetic Strength Muscle Mass and Bone Density of Handball Players' Dominant Foot in Middle School Girls. *The Korean Society of Sports Medicine*, Vol.22, No2 pp. 170-178
  17. Bouhlel, E., Chelly, M. S., Tabka, Z., & Shephard, R., Relationships between maximal anaerobic power of the arms and legs and javelin performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Vol.47, No.2 pp. 141-146, (2007).
  18. M. H. Park, D. S. Choi, The Effect of COVID19 on Isokinetic Muscle Function, Anaerobic Exercise Ability and Basic Fitness in Female Handball Players. *The Korean Journal of Sport*, Vol.18 No.3, pp. 1429-1439, (2020).
  19. J. M. Park, M. S. Lee, Effect of Lower Strength Coordination Training on Lower Segment Movements and Isokinetic Torque in Throwers, *The Korea Journal of Sport*, Vol.19 No.1 pp. 1069-1078, (2021).
  20. M. K. Kwon, T. Miyamoto, J. K. Lee, Effect of K-Bar Weight Training on Balance, Strength, and Bone Density for Improving Body Stabilization, *The Korean Journal of Sport*, Vol.16, No.3 pp. 463-471, (2018).
  21. J. P. Kim, The Correlation of the Physical Stability and the Performance of Archers in Non - shooting and Shooting. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol.10, No.1 pp.133-147, (2000).
  22. K. I. Ha, S. H. Hahn, M. Y. Jung, B. K. Yang, S. Y. Yoo, A Case of Solitary Bone Cyst Accompanide by Nonunion of Lateral Condyle of Humerus. *The Journal of the Korean Society of Fractures*, Vol.4, No.1 pp. 58-62.