

Original Article

Open Access

로잉 에르고미터 훈련이 남자고등학생의 유산소능력과 근력에 미치는 효과

김동희 · 육지민 · 박혁 · 임재현¹ · 김석환^{2†}

국립 전남대학교 체육교육과, ¹더랩 협동조합, ²광주스포츠과학센터

Effect of Rowing Ergometer Training on the Aerobic Capacity and Strength of Male High School Students

Dong-Hee Kim · Ji-Min Yuk · Hyeok Park · Jae-Heon Lim¹ · Seok-Hwan Kim^{2†}

Department of Physical Education, Chonnam National University

¹The Lab Cooperative

²Center for Sport Science in Gwangju

Received: February 12, 2018 / Revised: February 27, 2018 / Accepted: February 27, 2018

© 2018 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: This study aimed to assess the effect of rowing ergometer training on the aerobic capacity and strength of male high school students over a 12-week period.

Methods: Fourteen high school students volunteered to participate in the study. The subjects were divided into two groups: seven subjects in the experimental group and seven in the control group. The subjects in the experimental group performed rowing ergometer training for 75 min per session at three days a week for 12 weeks. The exercise intensity set the maximum heart rate (HRmax) from 40% to 80%. Aerobic capacity was measured by ventilation, cardiac output, and oxygen intake per body weight. Strength was measured by grip strength and back strength before and after training.

Results: A significantly increased ventilation ($p=0.01$), cardiac output ($p=0.01$), and oxygen intake per body weight ($p=0.00$) were found in the experimental group. A significantly increased grip strength in the right and left hands ($p=0.00$, 0.00) and back strength ($p=0.04$) were observed in the experimental group.

Conclusion: Rowing ergometer training can be an effective combined exercise for aerobic capacity and strength of high school students.

Key Words: Rowing ergometer, Aerobic capacity, Strength

†Corresponding Author : Seok-Hwan Kim (seokhwankim323@gmail.com)

I. 서론

규칙적인 운동은 운동 부족으로 인한 각종 질병을 예방하고 신체적 건강을 유지하며 증진시킬 수 있다. 현대생활에서 건강을 위협하는 운동부족은 비만, 당뇨병, 고혈압, 심장병 등의 원인이 되기 때문에 규칙적인 운동은 매우 중요하다. 또한 비만의 가장 큰 요인으로 운동부족이 대두되고 있으며, 혈관성 질환 및 다양한 합병증의 원인으로 주목받고 있다. 아울러 최근에는 청소년들까지 두드러진 비만의 증가를 보이고 있다(Sung et al., 2012). 규칙적인 운동은 건강유지와 증진을 위한 필수적인 수단이며 청소년기의 적절한 신체활동은 유산소능력, 근력, 근지구력을 향상시켜 심혈관질환의 위험요인을 감소시킬 수 있다(Cha & Yang, 2016). 또한 체력 수준이 청소년기부터 꾸준한 운동을 통해 높아진다면, 성인이 되었을 때 건강한 삶을 유지해 주는 활력소가 될 수 있다(Choi, 2003). 체력은 신체적 능력을 대표하는 요인으로서 청소년기에 가장 현저하게 발달할 수 있으며, 청소년기의 체력은 성인기의 체력 및 건강에 큰 영향을 줌으로서 그 중요성이 강조되고 있다(Kim, 1996).

청소년기의 유산소성 운동은 체중감소와 혈중지질의 개선으로 여러 가지 질환의 위험성을 낮추는데 도움이 되며(Epstein et al., 1995), ACSM 등(2017)에서는 ‘청소년을 위한 권장 운동지침’을 통하여 저항성 운동을 주 3회 2-3set 정도 권고하였으며, 유산소 운동은 지질 대사의 개선, 체지방 감소, 말초혈관 내 혈류 저항의 감소로 인한 혈압 개선 및 최대산소섭취량의 증가 효과를 기대할 수 있다고 하였으며, 심혈관계, 근골격계, 신경계 등의 기능 향상과 질병예방 및 회복에 미치는 영향 등의 연구를 통해 그 효과들이 입증되고 있다(Jung & Ko, 2017). 또한 저항성 운동은 성장호르몬 분비증가와 생리학적 대사에 중요한 역할을 하여 근세포의 성장과 근력 발달에 효과적이라고 보고되었다(Hong et al., 2017). 더불어 유산소운동과 함께 실시하는 저항운동은 근육량 증가와 함께 심혈관질환의 위험요소 감소와 대사 개선에 도움을 준다(Sigal et al.,

2006).

로잉 에르고미터 훈련은 실제 조정보트를 타는 것과 매우 유사하기 때문에, 조정훈련을 통하여 체력향상 및 균형적인 몸을 만들어줄 수 있는 복합운동으로의 효과를 예측할 수 있다(Kim, 2004; Metikos et al., 2015; Roemer et al., 2013). Barfield 등(2003)도 로잉 에르고미터와 사이클 에르고미터 운동의 최대산소섭취량과 심박수의 변화량 비교연구에서 로잉 에르고미터 훈련이 더 효과적이라고 보고하였으며, 유산소 능력 향상의 우수성을 입증하였다. 또한 일반인들을 대상으로 한 로잉 에르고미터 훈련의 선행연구에서는 로잉 에르고미터 훈련이 최대산소섭취량, 근력의 증가와 LDL콜레스테롤의 증가 및 체지방량 감소에 높은 효과가 있는 것으로 나타났다(Lee & Kim, 2008). 이와 같이 유산소운동과 저항성운동의 긍정적인 효과로 최근 많은 연구들에서 두 개의 운동이 복합된 복합운동프로그램에 대해 다양한 연구들이 진행되고 있다. 특히 로잉 에르고미터는 유산소 및 무산소운동이 모두 가능하고, 단기간 훈련으로 효과를 볼 수 있기 때문에 복합운동프로그램으로 사용될 수 있는 적절한 운동기구이다. 따라서 본 연구에서는 신체활동 증가로 유산소 능력과 근력의 향상을 원하는 남자 고등학교생들을 대상으로 로잉 에르고미터 훈련이 유산소 능력과 근력에 미치는 효과를 알아보고, 청소년기 복합운동에 대한 다양한 정보들을 제공하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 G광역시 소재한 고등학교에 재학 중인 남학생 중, 방과 후 체육활동에 참여하는 학생을 대상으로 하였으며, 실험집단 7명과 통제집단 7명씩 총 14명을 무선할당 배정하였다. 또한 모든 피험자에게 본 연구의 목적, 방법 및 실험에 대해 충분히 설명하고, 실험참가에 대한 동의를 받은 후 실험을

Table 1. General characteristics of subjects

Group	Item	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)
Experimental group (n=7)		17.71±1.7 ^a	174.28±2.4	63.27±3.7
Control group (n=7)		17.57±1.3	175.92±2.6	65.05±4.1

^aMean±SD

진행하였다. 피험자들의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

volume)값의 실시간 호흡데이터를 엑셀로 출력하여 추정하였다.

2. 연구 절차 및 방법

1) 실험집단의 로잉 에르고미터 훈련

본 연구는 신체활동 증진을 통한 유산소능력과 근력 증가를 원하는 고등학생들을 대상으로 실험집단과 통제집단으로 분류하였으며, 실험집단에 로잉 에르고미터 훈련 프로그램을 총 12주, 주 3회, 1회 75분 동안 실시하였고, 통제집단은 방과 후 자율적인 체육활동을 하도록 하였다. 실험집단에 대한 측정은 실험 전과 실험 12주 후 총 2회에 걸쳐 유산소 능력(환기량 ; VE, 심박출량 ; QT, 체중당 산소섭취량 ; VO₂(ml/kg/min)과 근력을 비교 분석하였다. 유산소 능력에서 환기량과 체중당 산소섭취량은 측정데이터를 활용하였으며, 심박출량은 Omnia 소프트웨어 프로그램을 이용하여 측정 종료 후 Summary 결과 값에 심박출량(stroke

로잉 에르고미터 훈련은 G광역시 고등학교 다목적 체육관에서 실시하였고, 총 12주간 주 3회의 빈도로 75분간 실시하였다. 본 운동 프로그램은 조정 선수 출신의 전문 현장지도자 및 박사학위를 가진 공동연구자들로 구성하였고, 학생들의 기초체력을 파악한 후에 수준별 로잉 에르고미터 훈련을 구성하였다. 실험 1주~2주에는 로잉 에르고미터 적응 훈련 및 기록 측정 프로그램, 3~6주차는 단거리 훈련을 통한 에르고미터 적응훈련, 7~9주차는 장거리 훈련, 10~12주차에는 장거리와 2000m 기록테스트로 진행되었으며 구체적인 훈련 프로그램은 Table 2와 같다.

Table 2. Rowing ergometer programs

Order	Weeks	Exercise	Minutes	Heart rate
Warm up	1~12	Stretching		
		Walking & running	20	40~60%
		Stretching		
Main	1~2	Adaptation training	40	40~60%
	3~6	High intensity in short duration (500m*6)	40	70~80%
	7~9	Low intensity in long duration (5000m or 20 min)	40	60~80%
	10~12	Low intensity in long duration (7000m or 30 min)	40	70~80%
Cool down	1~12	Walking & running	15	40~60%
		Stretching		

2) 점진적 운동부하 측정방법

본 연구에서는 체육 및 스포츠 현장에서 가장 사용빈도가 높은 Bruce Protocol을 이용하여 최대산소섭취량을 측정하였다. 점진적 운동부하검사 측정은 폐쇄형 자동 호흡가스 분석 장비(Quark CPET, COSMED, Italy)를 이용하여 연구자의 감독 하에 실험을 진행하였으며, 측정 전 시스템의 가스분석 오차를 분석하기 위하여 초기화 설정(calibration)을 제조사의 지침에 따라 room air calibration-gas calibration-turbine calibration 순서로 실시하였다. 측정자는 10분간 안정을 취한 뒤 마스크(cosmed)와 무선심박수계(RC 3 CPS black, POLAR, Finland)를 착용한 후 최초 운동 시작 부하를 경사도 10%, 1.7mph를 3분 동안 실시하며 그 후 매 3분마다 경사도 2%, 속도는 0.8-0.9mph씩 증가시켰다. 단계별로는 약 2-3METs씩 증가시켜 8단계까지 진행하였다. 위험요인이 높은 연구대상자는 경사도 5%, 속도 1.7mph로 3분간 실시로 시작하여 이후 정상인과 동일한 방법으로 지속하였다. 또한 실험 중 다음과 같은 4가지 현상(피험자의 중단 요청, 지속적인 운동 강도 증가에도 불구하고 고원 유지 및 하락현상, 심박수가 피험자의 연령에 상응하는 수치에 도달할 때($HR_{max} \geq 220 - age$), 호흡교환율 1.20이상일 때 인 경우) 및 borg's scale의 주관적 운동자각도(ratings of perceived exertion, RPE)가 19이상(매우 힘들다)일 경우도 all-out으로 간주하고 실험을 중단하였다. 최대 운동 시의 각 항목별 지표의 판정은 운동을 중지한 순간을 중심으로 그 직전이나 직후에 기록되어 나온 데이터 중 최대값을 선택하였다.

3) 근력 측정

(1) 악력

악력은 악력계(TKK 5401, Takei, Japan)를 사용하여 손가락 둘째마디로 잡을 수 있도록 손잡이를 조절하고 팔을 곧게 펴고 몸통과 팔 사이를 약 15°로 유지시켜 측정하였다. 총 2회 측정하여 평균치를 0.1kg 단위로

기록하였다.

(2) 배근력

배근력은 배근력계(TKK 5402, Takei, Japan)를 이용하였다. 배근력(back strength)은 악력과 함께 대표적인 근력 항목으로서 복부, 상지, 하지, 요부의 근을 포함한 전신의 근력을 대변한다. 또한 측정 전 준비 운동을 통해 척추 부상도 예방할 수 있다.

4) 통제집단의 자율적 체육활동

통제집단의 자율적 체육활동은 준비운동(10분)과 정리운동(10분)은 학교 내 산책로 걷기와 신체부위별 팔, 몸통, 다리 스트레칭(30분), 대근육이 참여하는 미니 서킷훈련 프로그램(25분)으로 팔굽혀 펴기, 스쿼트, 런지로 구성하였다.

3. 자료 처리

본 연구의 모든 자료는 SPSS 21.0 통계 프로그램을 이용하여 통계처리 하였다. 각 측정 변인은 평균과 표준편차로 기재하였다. 집단 간 사전 값의 동질성 비교는 독립 t-test 검증으로 분석하였다. 집단 간 사전 값이 동질성이 확보되었을 시, 시기별 결과 변수의 차이는 반복측정 분산분석(Repeated ANOVA)으로 실시하고, 집단과 시기 간에 상호작용 있을시 대비검증을 실시하여 실험집단과 통제집단의 시기 간 차이와 집단 내 차이를 분석하였다. 모든 자료의 유의수준은 0.05로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 실험집단과 통제집단의 유산소 능력 변화

12주간 로잉 에르고미터 훈련 후 실험집단과 통제집단의 유산소능력에 대한 반복측정결과는 table 3과

Table 3. The result of repeated ANOVA on aerobic capacity

Variables	Group	Pre	Post	Contrast	ANOVA	F	p
Ventilation (ℓ/min)	EG	109.57 \pm 19.01	137.40 \pm 44.58	0.00	Group	0.59	0.05*
					Time	1.34	0.27
Cardiac output (ℓ/min)	CON	117.92 \pm 13.58	109.01 \pm 28.16	0.26	Group \times Time	5.06	0.04*
	EG	19.98 \pm 2.38	21.64 \pm 2.16	0.01	Group	0.33	0.57
VO ₂ max ($\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$)					Time	0.00	0.98
	CON	22.27 \pm 1.81	20.62 \pm 2.03	0.00	Group \times Time	43.92	0.00***
	EG	51.96 \pm 5.37	55.18 \pm 5.45	0.00	Group	0.00	0.95
					Time	1.46	0.25
	CON	56.13 \pm 4.8	51.38 \pm 5.35	0.01	Group \times Time	39.81	0.00***

EG: exercise group

CON: non-exercise control group

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

같다. 환기량에 대한 시기와 집단 간 상호작용에서 $F(1,12)=5.06$, $p=0.04$ 로 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 대비검증에서 실험집단은 사전과 사후 측정간 유의하게 증가($p=0.00$) 하였지만, 통제집단은 통계적으로 유의한 차이($p=0.26$)가 없었다. 심박출량에 대한 시기와 집단 간 상호작용에서 $F(1,12)=43.92$, $p=0.00$ 으로 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 대비검증에서 실험집단은 사전과 사후 측정간 유의하게 증가($p=0.01$) 하였지만, 통제집단은 사전과 사후 측정간 통계적으로 유의한 감소($p=0.00$)를 보였다. 최대산소

섭취량에 대한 시기와 집단 간 상호작용에서 $F(1,12)=39.81$, $p=0.00$ 로 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 대비검증 결과에서 실험집단은 사전과 사후 측정간 유의하게 증가($p=0.00$) 하였지만, 통제집단은 통계적으로 유의한 감소($p=0.01$)를 보였다.

2. 실험군과 통제군의 근력의 변화

12주간 로잉 에르고미터 훈련 후 실험집단과 통제집단의 근력에 대한 반복측정결과는 table 4와 같다.

Table 4. The result of repeated ANOVA on strength

Variables	Group	Pre	Post	Contrast	ANOVA	F	p
Right grip strength (kg)	EG	44.75 \pm 6.32	48.82 \pm 5.66	0.01	Group	0.12	0.74
					Time	24.51	0.00***
Left grip strength (kg)	CON	44.34 \pm 9.27	46.44 \pm 9.11	0.79	Group \times Time	2.50	0.14
	EG	41.30 \pm 6.84	45.58 \pm 6.13	0.00	Group	0.04	0.84
back Strength (kg)					Time	37.36	0.00***
	CON	43.74 \pm 10.05	44.94 \pm 9.89	0.11	Group \times Time	11.82	0.01**
	EG	124.28 \pm 33.56	135.78 \pm 26.20	0.04	Group	0.15	0.71
					Time	9.11	0.01*
	CON	134.14 \pm 20.55	136.14 \pm 18.49	0.19	Group \times Time	4.51	0.06

EG: exercise group

CON: non-exercise control group

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

오른손 악력에 대한 시기와 집단 간 상호작용에서 $F(1,12)=2.50$, $p=0.04$ 로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 대비검증 결과에서 실험집단은 사전과 사후 측정간 유의하게 증가($p=0.00$) 하였지만, 통제집단은 통계적으로 유의한 차이($p=0.79$)가 없었다. 왼손 악력에 대한 시기와 집단 간 상호작용에서 $F(1,12)=11.82$, $p=0.00$ 으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 대비검증 결과에서 실험집단은 사전과 사후 측정간 유의하게 증가($p=0.00$) 하였지만, 통제집단은 사전과 사후 측정간 통계적으로 유의한 차이($p=0.11$) 차이가 없었다. 배근력에 대한 시기와 집단 간 상호작용에서 $F(1,12)=4.51$, $p=0.00$ 로 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 하지만 대비검증 결과 실험집단은 사전과 사후 측정간 유의하게 증가($p=0.04$) 하였지만, 통제집단은 통계적으로 유의한 차이($p=0.19$)가 없는 것으로 나타났다.

IV. 고 찰

본 연구는 로잉 에르고미터 훈련 참여 후 유산소능력의 변화를 알아보기 위해 환기량, VE, 심박출량, QT, 체중당 산소섭취량, $VO_2\max$ (ml/kg/min)을 측정하여 분석하였다. 환기량은 체내의 유입되는 공기량으로서(Sutton & Jones, 1979), 최대산소섭취량의 증가와 상관없이 환기량이 증가하는 경우도 있기 때문에 모든 상황에서 유산소능력을 판단할 수 있는 지표가 되는 것은 아니다. 하지만 운동 강도 증가에 따라 폐의 환기량이 선형적으로 증가하게 되며, 운동 초기단계에서 환기량은 산소섭취와 더불어 증가한다. 환기량은 1분 동안 배출된 공기의 양을 말하는 것으로, 안정 시 분당호흡수는 12회 정도이므로 1회 호흡량은 500 ml 정도이다. 또한 장시간의 지속적인 지구력 운동 시 일반 성인 남성의 최대환기량은 약 80~100 L/min이며, 단련자의 경우에는 약 180 L/min에 달하게 된다고 하였다(Jung & Yoon, 2011). 연구결과에서 환기량의 변화는 실험집단은 사전검사($M=109.57$)에서 사후검

사($M=137.40$)으로 나타나 로잉 에르고미터 훈련프로그램 참여 후에 27.83 L/min 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 통제집단은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. Kim (2004)의 연구에서는 12주간의 트레이닝에 따른 호흡순환능력의 변화에서 환기량은 로잉 에르고미터 훈련군이 증가는 하였지만 통계적으로 유의하지는 않았다고 나타냈지만 본 연구에서는 유의한 변화를 보여 로잉 에르고미터 운동이 환기량 증가에 효과적이라고 생각된다. 심박출량은 운동 중 활동하는 근육에 산소와 영양소를 공급하는 기능을 수행하며, 1회 박출량은 심실이완기말 혈액량, 평균대동맥혈압, 심실수축력에 의해서 조절된다(Jung et al., 2014). Zhou 등(2001)은 유산소성 트레이닝은 안정 시와 최대하 운동시 1회 박출량(stroke volume, SV)을 증가시킨다고 보고하여 로잉 에르고미터 훈련프로그램이 청소년기 남자고등학생들의 심박출량 향상에 기여한 것으로 사료된다. 개인의 유산소능력을 알아보는 가장 좋은 지표는 체중당 최대산소섭취량이다(Lee & Kim, 2008). 규칙적인 유산소운동은 심혈관계, 근골격계, 신경계 및 면역계의 기능향상에 도움이 되며, 저항운동은 근력증가와 혈관탄력성에 긍정적인 영향을 준다고 하였다(Jung & Ko, 2017). 유산소운동을 통해 체력이 향상된다는 것은 최대 운동능력의 증가를 의미하며, 이는 최대 심박출량과 최대 동정맥 산소차의 증가에 의해 최대산소섭취량($VO_2\max$)이 증가되기 때문이다(Jung et al., 2014). 또한 유산소운동에 참여한 운동집단은 최대산소섭취량증가, 최대심박수, 최대환기량의 증가와 동맥맥파속도의 감소로 유산소운동의 긍정적인 효과들이 보고되고 있다(Kim, 2017).

체중당 산소섭취량의 변화는 로잉 에르고미터 훈련프로그램에 참여한 실험집단이 사전검사($M=51.96$)에서 훈련참여 후($M=55.18$)로 나타나 체중 당 최대산소섭취량이 12주 후에 통계적으로 유의하게 증가하였다. 따라서 최대산소섭취량은 심폐지구력의 능력을 판단하는 기준이 된다. 선행연구결과 Kim (2004)은 로잉 에르고미터와 씨킷트 트레이닝이 남자 대학생의 체력 및 혈청지질에 미치는 영향에서 체중당 최대산

소섭취량이 유의하게 증가하였으며, Kim (2017)의 연구에서도 같은 결과를 보여 본 연구의 실험결과들을 지지하고 있다.

근력의 악력 변화에서는 12주간 로잉 에르고미터 훈련 프로그램 참여 후, 실험집단은 오른손 악력이 사전(M=44.75)보다 사후(M=48.82)에 증가하였고, 왼손악력도 사전(M=41.30)보다 사후(M=45.58)에 통계적으로 유의한 증가를 보였으며, 통제 집단에서는 증가는 하였지만 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. Lee와 Kim (2008)은 12주간 로잉 에르고미터 훈련을 실시한 결과, 배근력과 악력이 모두 유의하게 증가 하였으며 전신근육도 모두 발달하였다고 하여서 본 연구결과와 일치하여 로잉 에르고미터 훈련이 악력 향상에 긍정적인 영향을 주었을 것으로 생각된다. Kim과 Huh (1997)은 배근력이 조정 종목에 매우 중요하다고 보고하였으며, 조정선수는 비선수에 비해 배근력이 좋은 것으로 나타났다. 따라서 배근력은 조정에서 매우 중요한 근력이며, 로잉 에르고미터 훈련으로 향상될 수 있는 체력요인으로 생각된다. 본 연구결과 로잉 에르고미터 훈련 프로그램에 따른 배근력의 변화는 실험집단은 사전(M=124.28)보다 사후(M=135.78)에 11.5kg 증가하였으며, 통제집단은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타나서 남자 고등학생들의 로잉 에르고미터 훈련참여가 배근력의 향상에 유의한 영향을 준 것으로 생각된다. 본 연구결과 로잉 에르고미터 훈련은 남자고등학생의 유산소능력과 근력 향상에 긍정적인 영향을 줄 수 있고, 청소년기 운동에 유용한 방법으로 사용되어 질 수 있음을 확인할 수 있었다. 하지만 연구대상자의 수가 적고, 통제집단의 운동방법 차이 등을 고려한 다양한 연구들이 계속되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 로잉 에르고미터 훈련이 남자고등학생의 유산소능력과 근력에 미치는 효과를 알아보고자

하였으며, 이 결과를 근거로 청소년기 운동에 대한 다양한 정보들을 제공하고자 하였다. 연구결과 유산소 능력의 변화는 실험집단의 환기량, 심박출량, 체중당 산소섭취량에 유의한 변화를 주었으며, 근력에서도 양손 악력과 배근력 변화에 유의한 차이를 보였다.

이상의 결과를 종합하면, 로잉 에르고미터 훈련은 남자고등학생들의 유산소 및 근력 증가에 도움이 될 수 있는 복합운동으로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

References

- American College of Sports Medicine, Thompson WR, Gordon NF, et al. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, 8th ed. Philadelphia. Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins. 2017.
- Ann JH, Ko SK. The change of the cardiac structure and the function on the static and dynamic training. *Exercise Science*. 2002;11(1):189-199.
- Barfield JP, Sherman TE, Michael TJ. Response similarities between cycle and rowing ergometry. *Physical Therapy in Sport*. 2003;4(2):82-86.
- Cha HI, Yang JO. The effects of taekwondo poomsae coaching on body composition, mda and antioxidant enzyme in high school male students. *Journal of Coaching Development*. 2016;18(1):31-38.
- Choi SB. The effect of health running exercise on physical fitness in elementary school boys and girls. Kook Min University. Dissertation of Master's Degree. 2003.
- Epstein LH, Valoski AM, Kalarchian MA, et al. Do children lose and maintain weight easier than adults: a comparison of child and parent weight changes from six months to ten years. *Obesity Research*. 1995;3(5):411-417.
- Hong SJ, Kim JH, Cho WJ. The effect of skeletal muscle

- mass and growth hormone, testosterone, insulin like growth factor-1 by the protein supplements intake period during to resistance exercise. *Journal of Wellness*. 2017;12(2):371-379.
- Jung IG, Yoon JH. Human performance and exercise physiology. Seoul. Daekyoung Books. 2011.
- Jung ST, Choi DH, Choi HN, et al. Power exercise physiology, 8th ed. Seoul. Life Science. 2014.
- Jung WY, Ko SK. The changes of arterial stiffness and left ventricular systolic time interval after aerobic and resistance exercise in high school students. *Korean Journal of Sports Science*. 2017;26(2):877-887.
- Kang IW, Cho WJ. The relationship of maximal oxygen uptake, growth-related hormone, serotonin and working memory in adolescent by high-intensity aerobic exercise. *Korean Journal of Sports Science*. 2015;24(1):1051-1063.
- Kim MS. The effects of rowing ergometer and circuit training on fitness and serum lipids in college man. Dong-A University. Dissertation of Master's Degree. 2004.
- Kim JM, Kang SB. The effects of long-term rowing ergometer training on maximal voluntary isometric contraction in male university student. *Journal of the Korean Society of Marine Engineering*. 2006;11:163-164.
- Kim KH, Huh MD. An analysis on basic physical and muscular strength of rowing athletes. *Journal of the humanities*. 1997;16(12):319-328.
- Kim MS. The effects of rowing ergometer and circuit training on fitness and serum lipids in college man. Dong A University. Dissertation of Master's Degree. 2004.
- Kim SK. The effect of the physique and the fitness on the health consciousness: priority to middle and high school students. Seoul university. Dissertation of Master's Degree. 1996.
- Kim SS. Aerobic exercise's influence on obese female college students' arterial pulse wave velocity, cardiorespiratory systems and body composition. *Journal of Digital Convergence*. 2017;15(7):407-414.
- Lee SS, Kim MS. The effects of rowing ergometer exercise on body composition, physical fitness and serum lipids in university men. *Korean Journal of Sports Science*. 2008;17(3):1055-1065.
- Metikos B, Mikulic P, Sarabon N, et al. Peak power output test on a rowing ergometer: a methodological study. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015;29(10):2919-2925.
- Park SG, Yun MS. The effect of aerobic exercise on left ventricular function and apolipoprotein in obese heart disease patient. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2003;19(2):1215-1226.
- Roemer K, Hortobagyi T, Richter C, et al. Effect of BMI on knee joint torques in ergometer rowing. *Journal of Applied Biomechanics*. 2013;29(6):763-768.
- Sigal RJ, Jenny GP, Wasserman DH. Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the american diabetes association. *Diabetes Care*. 2006;29(6):1433-1438.
- Sung BJ, Nam YS. A comparative study on cardiorespiratory system, energy consumption, and fat nutrient oxidation of 7330 taekkyon, taekwondo, and brisk walking. *Journal of Korean Physical Education and Sport for Girls and Women*. 2011;25(4):97-108.
- Sung GD, Kwak JJ, Baek YH. Effects of combined exercise and garlic intake on glucose and blood lipid profile in obese high school male students. *Journal of Physical Education & Sports Science*. 2012;28:21-28.
- Sutton JR, Jones NL. Control of pulmonary ventilation during exercise and mediators in the blood: Co₂ and hydrogen ion. *Medicine and Science in Sports*. 1979;11(2):198-203.
- Zhou B, Conlee RK, Jensen R, et al. Stroke volume does not plateau during graded exercise in elite male distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001;33(11):1849-1854.