

## 최대근력 저항운동과 근지구력 저항운동시 총운동량, 혈액점도 및 적혈구용적률의 변화

정환중<sup>1</sup> · 장태수<sup>2</sup> · 김기홍<sup>3†</sup>

<sup>1</sup>단국대학교 스포츠과학연구소, 연구교수

<sup>2</sup>단국대학교 의예과, 초빙교수

<sup>3</sup>단국대학교 생활체육학과, 부교수

(2021년 1월 30일 접수: 2021년 2월 23일 수정: 2021년 2월 26일 채택)

## Changes in Total Work, Blood Viscosity and Hematocrit during Maximum Strength Type and Endurance Type Resistance Exercise

Hwan-Jong Jeong · Tae-Su Jang · Ki-Hong Kim<sup>†</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Sports Science, Dankook Univeristy, Dankook Univeristy*

<sup>2</sup>*Department of Pre-medicin, Dankook Univeristy*

<sup>3</sup>*Department of Recreation and Leisure Sports, Dankook Univeristy*

(Received January 30, 2021; Revised February 23, 2021; Accepted February 26, 2021)

**요 약** : 이 연구는 최대근력형과 근지구력형 저항운동이 총운동량과 혈액점도 및 적혈구용적률에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 연구대상자는 저항운동 경력 12개월 이상의 20대 남성 15명으로 선정하였으며, 실험 전 벤치프레스 1RM을 측정하였으며, 조건 별 실험은 1주일간의 간격을 두고 교차배분하여 6세트 씩 최대반복수행 하였다. 그 결과 총운동량은 근지구력강도가 최대근력강도에 비해 높게 나타났으며 ( $p < .001$ ), 혈액점도와 적혈구용적률은 총운동량에 관계없이 운동 전보다 운동 후에 높아졌다( $p < .01$ ). 종합하면 혈액점도는 운동강도와 운동량에 영향을 받지 않으며, 일회성 저항운동으로 증가한다는 것을 알 수 있었다. 이는 저항운동 프로그램을 구성하는데 있어 임상적으로 의의가 있으며 혈관질환에 관련된 임상환자들의 운동프로그램을 작성하는데 있어 참고자료가 될 수 있을 것으로 판단된다.

**주제어** : 저항운동, 벤치프레스, 총운동량, 혈액점도, 적혈구용적률

**Abstract** : The purpose of this study was to investigate the effects of maximum and endurance resistance exercises on total work, blood viscosity, and erythrocyte volume ratio. The study subjects were selected as 15 men in their twenties with 12 months or more of resistance exercise experience, and the bench press 1RM was measured before the experiment, and the experiment for each condition was cross-allocated at intervals of one week, and the maximum repetition was performed in 6 sets. As

---

<sup>†</sup>Corresponding author

(E-mail: bodykim@hanmail.net)

a result, the total amount of exercise showed that the muscular endurance strength was higher than that of the maximum muscular strength ( $p < .001$ ), and the blood viscosity and erythrocyte volume ratio were higher after exercise than before ( $p < .01$ ) regardless of the total exercise amount. In summary, it was found that blood viscosity was not affected by exercise intensity and amount of exercise, and increased with one-time resistance exercise. This is clinically significant in constructing a resistance exercise program, and it is considered to be a reference material in creating an exercise program for clinical patients related to vascular disease.

*Keywords* : resistance exercise, bench press, total work, blood viscosity, hematocrit

## 1. 서론

저항운동은 근력, 근지구력, 근파워와 같은 신체능력을 향상시키기 위한 훈련방법의 하나로 근력과 근지구력 향상에 효과적인 운동으로 알려져 있다[1-3]. 저항운동은 운동의 형태, 세트 수, 강도, 빈도, 등에 따라 신체 반응이 달라지며, 저항운동의 효과를 높이기 위해서는 운동량 조절이 중요하다[4].

저항운동에서 운동량은 실시한 무게와 횟수를 곱하여 산출되기 때문에 운동량 조절은 무게 혹은 반복횟수 조절을 통해 이뤄지며, 운동량의 변화는 신체에 나타나는 급성적 혹은 만성적 반응을 다르게 해주기 때문에 훈련목적에 따라 다르게 설정해야 한다[5, 6], 저항운동에서 무게 설정은 일반적으로 1RM을 기준으로 하여 실시되며, 85%1RM 이상의 강도는 5-6회 이하의 반복으로 근신경계 적응을 통해 최대근력 향상을 위한 훈련강도 이고, 67%1RM 이하의 운동강도는 15회 이상 반복으로 근지구력 향상을 위한 훈련강도이다[4, 7].

Kesmarky et al[8]은 혈액점도의 임상적 의미에 대해 보고하여 운동과 혈액점도에 관한 연구의 필요성을 제언하였으며, 혈액점도는 임상적인 관점에서 응용에 어려움이 있었으나, 스캐닝 모세관법은 다양한 진단 구간의 자동화 측정을 통해 정확한 결과치를 분석해냄으로써 운동과학 분야에서 활용될 수 있게 되었다[9]. 혈액점도는 혈액의 농도가 높아질수록 높아지며, 이를 변화시킬 수 있는 중요한 변인중 하나는 적혈구의 수이다[10]. 따라서 혈액점도의 연구에서 적혈구용적률을 동시에 고려하여 연구한다[11]. Connes et al[12]은 15분간 최대 하 운동을 했을 때 41.6%에서 45.8%까지 상승하였다고 하였으며,

Ahmadizad와 El-Sayed[13]는 6회에 걸친 저항운동이 적혈구용적률을 6%가량 상승하게 하였다고 하였다. 그러나 일회성 운동을 통한 혈액점도와 적혈구용적률의 상승을 관찰한 연구는 부족한 실정이다.

적혈구용적률은 운동강도를 확인하는 척도로 활용될 수 있으며, 혈액 내 적혈구 양을 확인하는 지표로 사용되기도 한다[14]. 적혈구용적률의 증가는 혈액점성을 증가시켜 혈류 속도 늦추는 효과를 가져 온다고 알려져 있다[15]. 또한 적혈구용적률은 일회성 유산소운동으로 증가된다고도 알려져 있는데 적혈구의 양은 운동에 영향을 받으며, 운동적응은 적혈구와 헤모글로빈 생성에 기여하고 이는 산소운반에 영향을 미친다고 보고되어 있다[16]. 적혈구는 최대운동보다 최대 하 운동에서 더 높은 증가율을 보인다고 하였으며[17], 임인수[18]는 과한 훈련을 진행한 사람보다 적절한 훈련을 진행한 사람보다 적혈구 수치가 높은 경향을 보인다고 하였다

혈액 점도가 높아지면 혈액유동 시 항복응력(yieldstress)에 의한 혈액의 정체 및 전단 스트레스(shear stress)에 의한 동맥경화 반(plaque)의 파열 위험이 존재하게 된다[19]. 유체 역학적인 측면에서 높은 혈액 점도로 인해 고혈압, 당뇨병, 관상동맥 질환, 뇌졸중 등 다양한 심혈관 질환을 일으키게 된다. 역학적인 측면에서 점도 측정을 통해 이러한 질병의 발병 위험을 사전에 진단하고 예방하는 것이 점차 강조되고 있는 상황이다[20].

이와 같이 저항운동 중 나타나는 반응을 연구하는 것은 중요하며 다양한 방면으로 진행되어 오고 있으나, 혈액점도에 관한 연구는 부족한 실정이며, 특히 다양한 훈련요소를 다르게 하여 달라지는 혈액점도를 비교분석하는 연구는 국내에

서는 전무하다고 볼 수 있다. 이에 본 연구는 운동강도 설정을 다르게 하여 달라지는 총운동량이 혈액점도와 헤마토크릿에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 연구 대상

이 연구의 대상자는 충청남도 소재 D대학에 재학 중이며, 저항운동경력 12개월 이상인 남성 15명으로 선정하였다. 연구대상자는 연구자에게 이 연구의 의의와 연구절차 및 연구로 통해 나타날 신체의 변화에 대한 내용을 충분히 듣고 연구 참여에 동의한 자들로만 선정하였다. 연구대상자는 연구 참여 동의서에 자필로 서명하였으며, 실험기관의 IRB(Institutional Review Board) 승인 절차를 진행하였다. 실험 도중 자의에 의해 실험을 중단할 수 있음을 설명하였다. 정확한 연구결과를 도출할 수 있도록 실험 2주전부터 중강도 이상의 신체활동은 자제하도록 하였으며, 흡연과 음주는 자제할 것을 권장하였다. 연구대상자의 특성은 <Table 1>과 같다.

### 2.2. 실험절차

연구대상자 선정 후 실험 1주일 전 벤치프레스 1회반복최대중량(1RM:1-Repetition Maximum)을 측정 하였다. 실험 당일 연구대상자는 실험 시작 30분 전 실험실에 도착하여 안정을 취한 뒤 안정시 혈액점도(Blood Viscosity)를 측정하였다. 15명의 연구대상자는 각 85%1RM 혹은 50%1RM 무게로 실시하였으며, 이전 실험에 대한 근력상승 효과를 최소화 하고 피로 회복을 위해 무작위 교차배분하여 1주일간의 간격을 두고 진행하였다. 각 강도별 벤치프레스 운동은 6세트를 진행하였으며 매 세트 최대반복으로 실시하였다. 세트 간 휴식시간은 3분으로 설정하였다. 수행된 중량과

반복횟수를 통해 총운동량을 측정하였다. 모든 세트가 끝난 후 3분 이내에 혈액점도를 측정하였고, 채취한 혈액샘플을 24시간 이내에 전문 분석업체에 보내 적혈구용적률을 측정하였다.

### 2.3. 벤치프레스 실시방법

연구대상자는 플랫폼 위 에 신체 5부위 접촉 자세(플랫 벤치에 엉덩이와 머리, 바닥에 양쪽 어깨, 양쪽 발바닥이 닿은 자세)로 누운 뒤 바벨은 어깨너비, 닫힌 회내 그립으로 잡고 벤치프레스를 실시하였다. 측정이 시작되면 보조자가 대상자의 가슴위로 들어 올릴 수 있도록 도와주었고, 대상자가 신호를 주면 보조자는 바벨을 살며시 내려 놓았다. 두 가지강도(85%1RM, 50%1RM) 모두 6세트를 실시하였고 모든 세트에서 최대반복(all-out)으로 실시하였다. 세트 간 휴식은 완전 휴식을 위하여 3분으로 하였다.

### 2.4. 혈액점도 측정

혈액점도는 혈액점도측정기기[Hemovister(Ubiosis, Korea)]를 사용하였으며, 검사 방법은 스캐닝 모세관법으로, 포이젤(Poiseuille) 유동의 원리를 이용하여 측정하였다[21]. 혈액점도 측정 과정은 <Table 2>와 <Figure 1>과 같다.

### 2.5. 적혈구용적률 측정방법

적혈구용적률은 모든 조건의 실험 전과 후에 채취한 혈액을 혈액분석전문기관(SQLap)에 의뢰하여 분석하였다. 운동 전과 후에 채혈 즉시 아이스박스(2°C ~ 8°C)에 보관하여, 24시간 이내로 검사의뢰기관에 의뢰하였다.

### 2.6. 총운동량 산출

총운동량을 측정하기 위해 매 세트 간 최대반복을 성공한 횟수와 들어 올린 무게를 곱하여 계산하였다(반복횟수 \* 부하 = 총운동량).

Table. 1. Characteristics of subjects

Variable	Age(year)	Weight(kg)	Height(cm)	Career(year)	Bench press 1RM
n=15	26.38±3.02	79.13±3.44	174.75±4.20	2.88±1.46	94.13±10.68

M±SD

Table 2. Measure method to Blood Viscosity

Order	Contents
1	3cc of blood was collected in an EDTA anticoagulant tube.
2	Using gravity to generate flow in the capillary tube.
3	Flow using the difference in blood height between the two tubes of U-Tube
4	The change in blood height is measured using an LED sensor.
5	Determines the pressure intensification and flow rate in the capillary
6	Viscosity is calculated from both values of pressure intensification and flow determination.

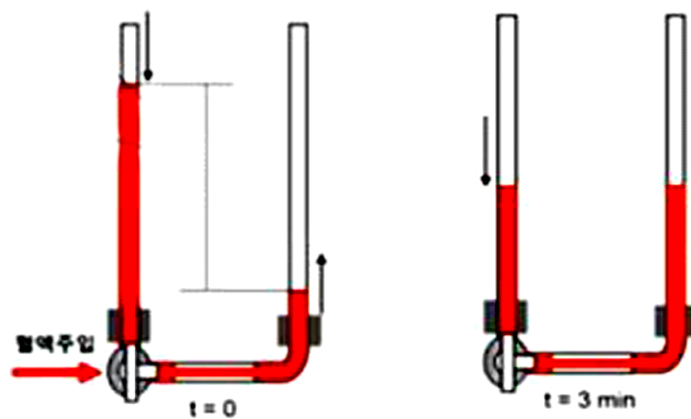


Fig. 1.

Table 3. Difference in Total Work

Variable	85%1RM	50%1RM	t	p
Total work	1790.00±728.75	4352.20±1201.41***	-9.984	.000

M±SD, \*\*\* $p < .001$

**2.6. 자료처리**

이 실험에서 측정된 자료처리는 IBM SPSS Statistics(ver 22.0) 통계프로그램을 사용하여 측정된 총운동량과 혈액점도 및 적혈구용적률의 평균 및 표준편차를 산출하였다. 강도별 총운동량은 대응표본 t검증방법을 사용하여 비교하였으며, 강도와 시기별 혈액점도 및 적혈구용적률 데이터는 repeated two-way ANOVA 방법을 이용하여 분석하였다. 유의한 차이가 나는 경우 repeated 방법으로 사후비교 하였다. 통계적인 유의수준은  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

**3. 결과**

**3.1. 총운동량의 차이**

운동강도에 따른 대응표본 t검증에 관한 결과 값은 <Table 3>과 같으며, 총운동량은 50%1RM 벤치프레스 운동이 85%1RM 벤치프레스 운동보다 높게 나타났다( $p < .001$ )

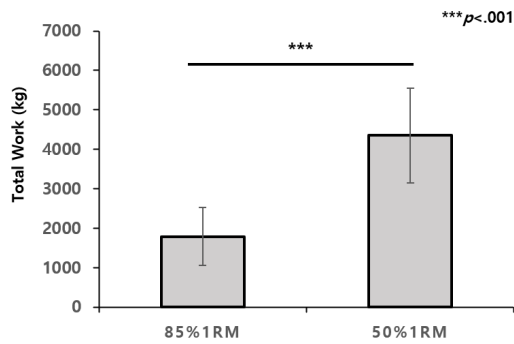


Fig. 2. Difference in Total Work.

3.2. 혈액점도의 차이

운동강도와 시기에 따른 혈액점도 차이에 대한 반복측정 이원변량분석과 사후비교 결과는 <Table 4>와 같다. 운동강도에 따른 혈액점도는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동 시기에 따라서는 유의한 차이를 보였다. 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 두 가지강도 모두 운동 전보다 운동 후에 혈액점도가 유의하게 높아졌다.

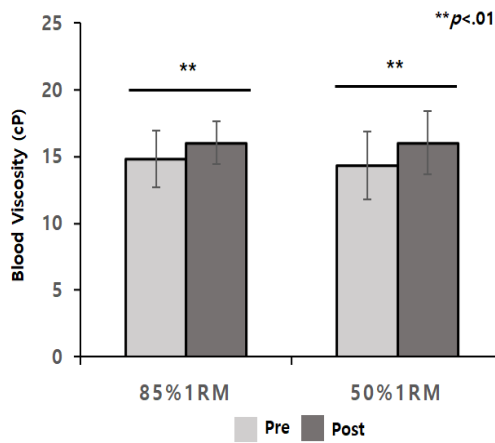


Fig. 4. Difference in Blood Viscosity.

Table. 4. Difference in Blood Viscosity (cP)

Variable	①pre	②post	F	p	contrast	
85%1RM	14.81±2.14	16.01±2.54	Intensity(I)	.662	.430	①<②**
50%1RM	14.33±1.61	16.00±2.37	Time(T)	16.990	.001	①<②**
			I*T	1.518	.238	

M±SD, \*\*p<.01

3.3. 운동강도와 운동 전후에 따른 적혈구용적률의 차이

운동강도와 시기에 따른 적혈구용적률의 차이에 대한 반복측정 이원변량분석과 사후비교 결과는 <Table 5>와 같다. 운동강도에 따른 혈액점도는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동 시기에 따라서는 유의한 차이를 보였다. 상호작용 효과는 나타나지 않았다.

두 가지강도 모두 운동 전보다 운동 후에 적혈구용적률이 유의하게 높아졌다.

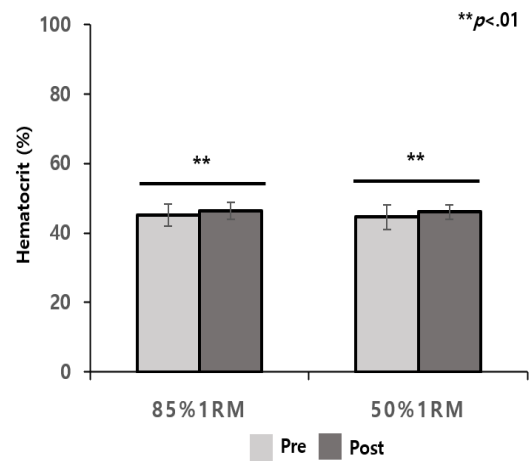


Fig. 5. Difference in Hematocrit.

4. 논의

저항운동 중 운동량은 실시한 무게와 반복횟수를 곱하여 산출한다[4, 22, 23]. 운동량에 따라 운동의 효과가 다르게 나타날 수 있으며[24], 저항운동 중 반복횟수와 총운동량은 대사적 기질, 내분비 반응, 신경근 피로와 관련이 있어 운동 중 신체에 가해지는 부하 또는 스트레스의 지표로 사용할 수 있다고 하였다[25].

Table. 5. Difference in Hematocrit (%)

Variable	①pre	②post		F	p	contrast
85%1RM	45.25±3.18	46.29±3.56	Intensity(I)	.546	.472	①<②**
50%1RM	44.57±2.40	46.03±2.14	Time(T)	15.708	.001	①<②**
			I*T	.734	.406	

M±SD, \*\*p<.01

저항운동에서 총운동량은 무게부하와 반복횟수를 곱하여 산출한 값으로[4], 정도에 따라 운동의 효과가 다르게 나타나며, 대사적 기질, 내분비반응 및 신경근 피로와 관련이 있다, 또한 총운동량은 스트레스 지표로도 사용할 수 있다[25]. 저항운동은 총운동량이 증가할수록 대사적 기질의 감소와 내분비 반응이 증가하여 운동 수행능력이 감소한다고 하였으며, 유건성과 고성식[26]은 운동부하가 낮을수록 최대반복횟수는 높아진다고 하여, 본 연구의 결과와도 같은 양상을 나타내었다.

혈액점도는 혈액에 흐름에 있어 중요한 인자이며, 비정상적 상승은 혈압상승, 혈관저항증가 등의 문제를 야기하여[27] 심부담도를 증가시킬 수 있다[28]. 혈액점도의 상승요인중 대표적인 것으로 적혈구증가와 혈장량 손실을 들 수 있으며 [29, 30], 높아진 호흡으로 인한 알카리증은 적혈구 응집성을 증가시켜 혈액점도를 증가시킬 수 있다[31]. Cokélet & Meiselman[33]은 증가된 혈액점도는 산소운반능력이 감소하게 되어 운동 능력에 영향을 미치게 된다고 하였다.

본 연구에서의 혈액점도와 적혈구용적률은 운동강도에 따라 차이를 보이지 않았으며, 운동 전보다 운동 후에 두 가지 강도 모두 유의하게 증가하는 경향을 나타냈다.

혈액점도는 과거 고강도 운동수행에 의해 증가되는 것으로 알려져 있었으나[34], 최근에는 주어진 운동강도에 영향을 받지 않으며, 10분간의 일회성 운동으로도 혈액점도가 증가된다는 연구결과가 보고되어[35] 이 연구의 결과와 같은 견해를 보였다. 이 연구에서 혈액점도가 상승한 것은 급성적 운동 피로로 인해 근육 조직에 미세 손상이 나타났을 것이며, 이로 인해 혈액의 점도가 급성적으로 상승되었을 것이라 생각된다. 그러나 적혈구용적률은 혈액 내 적혈구와 혈장의 양에 영향을 받으며, 운동 중에는 에피네프린의 활동으

로 비장의 적혈구 방출 자극, 간질액으로의 혈장 이동, 수분배출 등으로 인해 증가될 수 있다[34]. 증가된 적혈구용적률은 혈압과도 상관관계가 있어[36, 37], 임상적으로도 관찰할 가치가 있다. Ahmadizd & El-Sayed[13]은 일회성 저항운동으로도 적혈구용적률이 증가한다고 하였다.

이 연구는 두 가지강도 모두 최대반복으로 수행했기 때문에 활동근에서 생성된 산화스트레스로 인해 적혈구 변형능의 감소와 혈관 압박, 무산소성 대사산물로 인한 혈장 유출 등 운동 후 급성 반응이 운동강도에 영향을 받지 않은 것으로 생각된다[30]. 그러나 운동 후에 운동 전보다 혈액점도와 적혈구용적률이 증가된 것은 알카리증[38]과 무산소성 대사산물의 축적[39] 등에 기인한 것으로 생각된다. Type I 근섬유는 Type II 근섬유에 비하여 ATP 함량이 높은 것으로 알려져 있다[40]. 이는 강도가 낮은 50%1RM 운동이 85%1RM보다 비교적 높은 반복횟수를 지속하여 높은 운동량을 보였을 것으로 생각된다. 또한 50%1RM에 비해 85%1RM강도는 Type II 섬유 사용비율이 높아 일시적 저산소증을 일으켜 오랜 시간 운동을 지속할 수 없었을 것으로 생각된다.

이 연구에서 관찰한 혈액점도와 적혈구용적률은 운동강도에 따라서는 차이가 나타나지 않았으나 운동 전보다 운동 후에 유의하게 증가하는 경향을 나타내었다. 혈액점도는 운동지속과 양에 상관관계가 보인다는 것은 오랜 정설이기는 하나 저항운동에서 운동강도와 운동량에 따라 증가되는 정도에 대한 연구는 부족하며, 이 연구에서도 명확한 차이를 보이지는 못했다. 그러나 혈액점도는 임상적으로도 운동학적으로도 충분히 연구가치가 있기 때문에 차후 지속적으로 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 5. 결론

이 연구의 목적은 저항운동에서 일반적으로 시행되는 최대근력 운동강도와 근지구력 운동강도에 따라 총운동량과 혈액점도 및 적혈구용적률의 변화를 관찰하는데 있다. 그 결과 총운동량은 일반적으로 알려져 있는 바와 동일하게 근지구력 운동강도에서 높게 나타났으며, 혈액점도와 적혈구용적률은 운동강도와 총운동량에 관계없이 운동 전보다 운동 후에 증가되는 것으로 나타났다.

요약하면 혈액점도와 적혈구용적률은 단시간 1회성 저항운동만으로도 증가하지만 운동강도와 총운동량에 영향을 받지 않는 것으로 보인다. 그러나 혈액점도가 증가하는 것은 운동수행능력과 임상적으로 부정적 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 물론 이 연구의 결과가 1회성 운동으로는 혈액점도가 신체에 부정적 영향을 미칠 만큼 상승된 것으로 나타나지는 않았으나, 임상적으로 위험성을 갖고 있는 심혈관질환자 혹은 뇌혈관질환자들에게 있어서는 운동 시 나타나는 혈액점도의 상승은 고려할 사항이라고 생각된다.

## References

1. A. D. Faigenbaum, et al., "The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children", *Pediatrics*, Vol. 104, No. 1, pp. e5-e5, (1999).
2. N. McCARTNEY, *Role of resistance training in heart disease*, Medicine & Science in Sports & Exercise, (1998).
3. M. L. Pollock and W. J. Evans, "Resistance training for health and disease: introduction", *Medicine and science in sports and exercise*, Vol. 31, No. 1, pp. 10-11, (1999)
4. S. J. Fleck and W. Kraemer, *Designing resistance training programs*, 4E. Human Kinetics (2014).
5. K. S. Lee, et al., "Ratings of perceived exertion and physiological responses during resistance exercise of relative intensities to one repetition maximum", *Korean journal of physical education*, Vol. 39, No. 3, pp. 516-524, (2000)
6. G. G. Haff and N. T. Triplett, *Essentials of strength training and conditioning 4th edition*. Human kinetics (2015).
7. J. Garhammer, "Weight lifting and training", *Biomechanics of sport*, pp. 169-211, (1989).
8. G. Késmárky, et al., "Plasma viscosity: a forgotten variable", *Clinical hemorheology and microcirculation*, Vol. 39, No. 1-4, pp. 243-246, (2008).
9. Y. R. Kim, et al., Measuring Blood Viscosity in Normal Tension Glaucoma Patients, *Korean Ophthalmol Soc*, Vol. 56, No. 5, pp. 753-758, (2015).
10. L. Sherwood, *Human physiology: from cells to systems*. Cengage learning (2015).
11. J. A. Mo, et al., *Blood Viscosity Test (Scanning Capillary Method)* pp. 1-132, New Medical Technology Evaluation Committee, (2014).
12. P. Connes, et al., "Blood viscosity and hemodynamics during exercise", *Clinical hemorheology and microcirculation*, Vol. 51, No. 2, pp. 101-109, (2012).
13. S. Ahmadizad and M.S. El-Sayed, "The acute effects of resistance exercise on the main determinants of blood rheology", *Journal of sports sciences*, Vol. 23, No. 3, pp. 243-249, (2005).
14. K. S. Shin, H. J. Kim, "The Influence of Short Term Oral BCAA Supplement and Weight Training on the Body Composition and Maximum Strength(1RM) in Twenty", *Korea sport research*. Vol. 18, No. 1, pp. 99-108, (2007).
15. S. K. Powers, E.T. Howley, and J. Quindry, *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*. McGraw-Hill New York, NY (2007).
16. K. S. Park, et al., "Effect of Badminton Exercise on Hematological Indicators, Morphological Change of Erythrocytes, and Muscle Damages" *Korean journal of sports medicine*, Vol.25, No. 2, pp. 223-229, (2007).

17. M. K. Kang, J. W. Kim, "Effect of Exercise intensity on Blood Carrier ", *Institute of School Physical Education Korea National University of Education*, Vol. 7, No. 1, pp. 1-14, (2000).
18. I. S. Im., "The effect of overtraining on exercise Performance, Endocrine , and Immune system", *Sports science*, Vol. 9, No. 2, pp. 253-263, (2000).
19. C. J. Slager, J. J. Wentzel, F. J. HGijzen, A. Thury, A. C. Van der Wal, J. A. Schaar, P. W. Serruys., "The role of shear stress in the destabilization of vulnerable plaques and related therapeutic implications", *Nature clinical practice cardiovascular medicine*, Vol. 9, No. 2, pp. 456-464, (2005)
20. Y. I. Cho, K. R. Kensey., "Effects of the non-Newtonian viscosity of blood on flows in a diseased arterial vessel. Part 1: Steady flows", *Biorheology*, 28(3-4), pp. 241-262, 1991.
21. J. A. Mo, J. H. 모진아, 임주희, 고려진, & 이민. (2014). "Blood Viscosity Test (Scanning Capillary Method)". *New Medical Technology Evaluation Report*, Vol.1, No. 1, pp. 1-132
22. D. Baker, G. Wilson, and R. Carlyon, "Periodization: The effect on strength of manipulating volume and intensity", *J Strength Cond Res*, Vol. 8, No. 4, pp. 235-42, (1994).
23. G. Paulsen, D. Mykkestad, and T. Raastad, "The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training", *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol. 17, No. 1, pp. 115-120, (2003).
24. W. J. Kraemer and N.A. Ratamess, "Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 36, No. 4, pp. 674-688, (2004).
25. T. O. Bompa and C. Buzzichelli, *Periodization-: theory and methodology of training*. Human kinetics (2018).
26. K. S. Yoo, S. S. Ko, "Optimal Repetition for Muscle Power, iEMG, MPF, and Total Work during Bench Press with Exercise Intensities" *journal of kinesiology*, Vol. 14, No. 4, pp. 1-11, (2012).
27. P. R. Smith and M. Wilson, "Blood residues on ancient tool surfaces: a cautionary note", *Journal of Archaeological Science*, Vol. 19, No. 3, pp. 237-241, (1992).
28. E. K. SILVERMAN, et al., "Gender-related differences in severe, early-onset chronic obstructive pulmonary disease", *American journal of respiratory and critical care medicine*, Vol. 162, No. 6, pp. 2152-2158, (2000).
29. H. Vandewalle, et al., "Blood viscosity after a 1-h submaximal exercise with and without drinking", *International journal of sports medicine*, Vol. 9, No. 02, pp. 104-107, (1988).
30. I. G. Jeong and J.H. Yoon, *Human performance & exercise physiology*, Seoul : dkbooks, No., pp. 275-276, (2006).
31. R. S. Ajmani, et al., "Oxidative stress and hemorheological changes induced by acute treadmill exercise", *Clinical hemorheology and microcirculation*, Vol. 28, No. 1, pp. 29-40, (2003).
32. Y. I. Cho, et al. *BIO FLUID MECHANICS*. Seoul :yasmedia. (2006).
33. G. R. Cokelet and H.J. Meiselman, "Basic aspects of hemorheology", *BIOMEDICAL AND HEALTH RESEARCH-COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES THEN IOS PRESS*, Vol. 69, No., pp. 21, (2007).
34. J. Brun, et al., "Low values of blood viscosity and erythrocyte aggregation are associated with lower increases in blood lactate during submaximal exercise", *Clinical Hemorheology and Micro-circulation*, Vol. 14, No. 1, pp. 105-116, (1994).
35. M. Hitosugi, et al., "Changes in blood viscosity with heavy and light exercise",



- Medicine, science and the law*, Vol. 44, No. 3, pp. 197-200, (2004).
36. B. O. Göbel, et al., "Arterial blood pressure: Correlation with erythrocyte count, hematocrit, and hemoglobin concentration", *American journal of hypertension*, Vol. 4, No. 1\_Pt\_1, pp. 14-19, (1991).
  37. F. Zannad and J.-F. Stoltz, "Blood rheology in arterial hypertension", *Journal of hypertension*, Vol. 10, No. 5, pp. S69-78, (1992).
  38. S. Tikhomirova, et al., "Plasma-coagulation hemostasis in physically active subjects during adaptation to physical exercise", *Human physiology*, Vol. 33, No. 6, pp. 736-741, (2007).
  39. E. Varlet-Marie and J.F. Brun, "Reciprocal relationships between blood lactate and hemorheology in athletes: another hemorheologic paradox?", *Clinical hemorheology and microcirculation*, Vol. 30, No. 3, 4, pp. 331-337, (2004).
  40. C. Karatzaferi, et al., "Metabolic changes in single human muscle fibres during brief maximal exercise", *Experimental physiology*, Vol. 86, No. 3, pp. 411-415, (2001).