

## The Effects of Isokinetic Exercise Program on the Muscle Strength and Blood Constituent by the Relatively Angular Velocities

Jae-Ki Ryu<sup>1</sup> and Byeong-Ok Jung<sup>2,†</sup>

<sup>1</sup>Department of Biomedical Laboratory Science, Gimcheon College, Gyungbuk 740-704, Korea

<sup>2</sup>Department of Physical Therapy, Gimcheon College, Gyungbuk 740-704, Korea

The purpose of this study was to investigate the effects of angular velocity on muscle strength and blood constituent. Subjects was classified into two groups, which were 60°/sec angular velocity group (n=8), and 240°/sec angular velocity group (n=8). Each group was applied to perform the isokinetic exercises on extensor muscle group for each 7 times in 10 set (3 days per a week for 3 weeks). Muscle strength was measured using peak torque of quadriceps femoris and blood constituent was measured using RBC, WBC and Hb. The peak torque was more significantly increased after 3 weeks application of 60°/sec angular velocity group than 240°/sec angular velocity group. The RBC and Hb were more significantly increased after 3 weeks application of 60°/sec angular velocity group than 240°/sec angular velocity group. But WBC was more significantly increased after 3 weeks application of 240°/sec angular velocity group than 60°/sec angular velocity group. These results indicate that 60°/sec angular velocity isokinetic exercise application were effective treatment strategy on increase of muscle strength. But 240°/sec angular velocity isokinetic exercise application were effective treatment strategy on immune protect system.

**Key Words:** Isokinetic exercise, Muscle strength, Blood constituent

### 서 론

최근 헬스클럽이나 다양한 체육관련 시설을 중심으로 하여 체력과 건강 증진을 목적으로 다양한 운동이 실시되고 있다. 특히 체형관리와 함께 건강상의 이유로 근력 향상 운동이 주로 이루어지고 있는데, 근력 향상 운동은 다양한 저항 도구를 이용하여 근육에 강한 저항을 제공한 후 근육을 수축시키는 방법으로 저항의 강도와 시간, 자세 및 운동 형태를 변화시켜 각 개인의 상태에 맞추어 적용되고 있다. 이러한 근력 향상 운동의 지속적인 적용은 골격근의 근력 향상은 물론 심장근의 근력 향상과 기능의 강화, 혈액순환의 증가 및 연령 증가에 따른 대사질환이나 근골격계 질환의 예방에도 큰 효과를 나타낼 수 있다고 보고되었다 (Kim, 2008; Kligman and Pepin, 1992). 특히 지속적으로 운동을 하게 되면 근골격계와 심호흡계에 다양한 변화가 나타나게 되는데, 골격근 내

의 미토콘드리아와 근섬유의 수 및 관련 모세혈관의 수가 증가하게 되고 actomyosin의 ATPase와 같은 대사와 관련된 여러 가지 효소가 활성화되어 근육의 수축활동에 사용되는 에너지 공급과 대사의 산화 작용이 더욱 빠르고 강하게 일어나고, 대사를 통해 발생한 산물의 방출 기능을 담당하는 심혈관계와 호흡계 역시 이에 맞추어 변화하게 된다 (Kang and Kim, 2000).

저항을 이용한 기존의 근력 향상을 위한 운동 방법으로는 등장성 운동과 등척성 운동이 주로 적용되었는데, 이러한 운동들은 관절의 움직임에 있어 관절가동범위의 변화에 따라 동일한 정도의 저항을 발생시키지 못하는 단점을 가지고 있고, 적용 대상자의 기본 근력이나 병력에 따라 적절하게 적용되지 못하는 제한점을 가지고 있다. 그러나 최근 다양한 장비의 등속성 운동 장비가 개발되면서 전체의 관절가동범위 동안에 최대의 저항을 적용할 수 있는 등속성 운동이 다양한 분야에서 적용되고 있다. 그리고 다양한 연구에서 이러한 등속성 운동이 절대 근력과 동적 근력의 향상에 도움을 준다고 보고되고 있다 (Montgomery et al., 1989; Oh and Oh, 2007).

등속성 운동은 미리 고정된 속도의 형태를 갖춘 근력계를 이용하여 속도를 일정하게 고정시켜 전 관절가동

\*접수일: 2009년 12월 7일 / 수정일: 2010년 1월 15일  
채택일: 2010년 1월 20일

†교신저자: 정병옥, (우) 740-704 경북 김천시 삼락동 754, 김천대학교 물리치료학과

Tel: 054-420-4059, e-mail: jeobyok@gimcheon.ac.kr

Table 1. Isokinetic exercise program

| Angular velocity | Repetition | Set | Rest (sec) | Frequency (days/week) | Period (weeks) |
|------------------|------------|-----|------------|-----------------------|----------------|
| 60°/sec          | 7          | 10  | 30 / 60    | 3                     | 3              |
| 240°/sec         | 7          | 10  | 30 / 60    | 3                     | 3              |

범위에서 최대의 동적부하를 가능하게 하는 것으로서 (Oh and Oh, 2007) 근육의 최대 능력을 발휘하게 하고, 환자에게 위험을 최소화하여 안전하며 통증과 피로의 조절이 가능하며 환자에게 되먹임을 유발시켜준다는 장점이 있다. 등속성 운동의 실시에 있어 저항 적용의 가장 중요한 요소는 각속도라 할 수 있는데, 등속성 운동의 각속도는 저속과 고속으로 분류할 수 있다.

기존의 선행 연구에서는 저속의 등속성 운동이 고속의 등속성 운동보다 최대 근력 향상에 더욱 효과적이라는 연구가 보고되고 있는 반면에 (Park and Lee, 1994), 고속의 등속성 운동이 저속의 등속성 운동보다 최대 근력 향상에 효과적이라고 주장한 Moffroid (1970)와 Coyle (1981) 등의 연구도 보고되었다. 이처럼 등속성 각속도에 있어 저속과 고속의 등속성 운동시에 근력 향상에 대한 상이한 연구 결과들이 보고되고 있고, 각속도에 따른 구체적인 근력의 효과 이외의 신체의 조성이나 혈액의 변화에 관한 연구는 미흡한 실정이라 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 3주간의 저속과 고속의 등속성 운동 프로그램의 적용시에 기간에 따른 최대 근력과 혈액의 성분을 비교하여 각속도의 차이에 따른 운동의 효과를 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 연구대상

본 연구의 대상자는 G대학에 재학 중인 21~26세의 성인 남성으로, 슬관절과 대퇴부의 외상이나 병변이 없고, 신체검사 및 사전검사를 통하여 실험에 이상이 없는 16명을 선정하였다. 선정된 대상자들은 무작위로 분류하여 저속인 60°/sec의 등속성 각속도 운동군과 고속인 240°/sec의 등속성 각속도 운동군에 각각 8명씩 2개의 집단으로 나누어 실험을 실시하였다. 실험 기간은 2009년 7월 6일부터 7월 25일까지 실시하였다.

### 실험설계

**실험 도구:** 근력 운동과 근력 측정을 위하여 본 연구에 사용한 등속성 도구는 Biodex system 4 (Biodex Medical

Systems, Inc., NY., USA)를 사용하여 각속도별 근력을 측정하였고, 결과는 Biodex medical systems Rev 4.26 (Biodex Medical Systems, Inc., NY., USA)를 이용하여 분석하였다.

**등속성 운동 방법:** 검사에 들어가기 전 먼저 피험자가 최대의 능력을 발휘할 수 있도록 사전에 충분한 설명을 하였다. 피험자를 등속성 기기 Biodex system 4의 검사대에 하지의 길이를 고려하여 앉힌 후 슬관절의 운동축과 역량계 (dynamometer)의 회전축이 일치하도록 조정된 뒤 하지의 신전 및 굴곡 운동시 골반 및 대퇴근 운동에 외력이 가해지지 않도록 대퇴부위와 가슴부위를 고정시켰다.

본 실험에서 적용한 3주간의 등속성 운동 프로그램은 Table 1과 같다. 등속성 운동은 3주간 주당 3회의 운동을 실시하였고 우측 슬관절의 굴곡과 신전 운동을 집단별로 60°/초, 240°/초의 각속도로 등속성 운동을 10회 반복 (7회×10 set)하였으며, 반복 간 30초, 세트 간 60초의 휴식시간을 가졌다. 또한 3주간의 등속성 운동을 하는 동안 피험자가 최선을 다하는지의 여부를 평가하기 위하여 모니터 상에 나타난 통계치 자료인 평균 힘을 실시간으로 확인 및 인지시켰으며, 실험자는 피실험자 옆에서 구두적인 자극을 통해서 지속적으로 격려하였다.

**근력 측정:** 저속과 고속의 등속성 각속도에 따른 근력 측정은 실험 전과 각 주차 운동의 종료 직후에 측정하여 총 4회를 실시하였다. 측정시의 각속도는 180°/초로 동일하게 적용하여 측정하였다.

**혈액성분 측정:** 본 연구에서는 혈액성분의 측정을 위하여 혈액성분 자동분석기 (Auto-Analyzer Bayer Advia 120 Bayer, Inc., NJ., USA)를 이용하여 측정 및 분석하였으며, 측정에 사용된 혈액성분은 RBC, WBC, Hb를 선정하여 측정 및 분석하였다. 혈액성분의 측정을 위해 사용한 시약으로는 CBC Time Pak Kit (Bayer, Inc., NJ., USA)를 사용하였다. 혈액 측정은 실험 전과 각 주차 운동의 종료 직

후에 측정하여 총 4회를 실시하였다.

**자료처리방법:** 본 연구의 자료 분석을 위하여 통계 프로그램인 SPSS ver 17.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois)를 이용하여 측정된 값들의 변화를 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성을 알아보기 위해 기술통계와 동질성 검사를 실시하였고, 근력과 혈액성분의 유의차를 검정하기 위해 각속도와 기간을 독립변수로 한 이요인 반복측정 분산분석 (two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 그리고 각속도와 기간 간에 상호작용 효과가 나타난 경우에는 그룹별 기간 간의 사후검정을 실시하였다. 통계적 유의 수준  $\alpha$ 는 .05로 하였다.

## 결 과

### 연구대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자는 각 8명씩 60°/sec, 240°/sec의 두 군으로 분류하였다. 일반적인 특성은 Table 2와 같이 군별로 나이, 티, 몸무게의 유의한 차이가 없었다.

### 등속성 각속도의 차이에 따른 근력의 변화

3주간의 등속성 각속도의 차이가 슬관절 신전근의 근력에 미치는 영향을 분석하기 위하여 등속성 근력을 측정한 결과는 Table 3과 같이 구 군간에 유의한 차이가 없었다. 3주간의 각속도와 운동 기간에 따른 근력의 변화를 알아보기 위하여 2요인-반복측정분산분석을 실시한 결과 (Table 4), 운동 기간 ( $F=52.914, P<.05$ )과 상호작용 효과 ( $F=2.940, P<.05$ )에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났지만, 각속도 ( $F=.769, P>.05$ )에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 기간에 따른 차이를 보다 구체적으로 알아보기 위하여 사후검정을

**Table 2.** General characteristics of subjects

|             | 60°/sec<br>(n=8) | 240°/sec<br>(n=8) | P-value |
|-------------|------------------|-------------------|---------|
| Age (years) | 22.87±1.55       | 23.25±1.66        | 0.649   |
| Height (cm) | 173.75±4.36      | 175.62±3.92       | 0.382   |
| Weight (kg) | 76.12±4.32       | 75.00±4.14        | 0.603   |

**Table 3.** Muscle strength between before and after isokinetic exercise

| Group    | (unit : Nm)  |              |               |               |
|----------|--------------|--------------|---------------|---------------|
|          | Pre-exercise | 1wk-exercise | 2wks-exercise | Post-exercise |
| 60°/sec  | 214.37±14.53 | 219.62±10.95 | 225.00±8.14   | 240.00±11.41  |
| 240°/sec | 213.50±13.21 | 215.87±14.02 | 220.75±12.80  | 229.12±9.86   |

**Table 4.** Muscle strength among groups

| Source     | SS       | df | MS       | F      | P     | Post-hoc |
|------------|----------|----|----------|--------|-------|----------|
| Time       | 3861.313 | 3  | 1287.104 | 52.914 | .000* | D<C<B<A  |
| Group      | 97.516   | 1  | 97.516   | .769   | .395  |          |
| Time*Group | 214.563  | 3  | 71.521   | 2.940  | .044* |          |

\* $P<.05$ , A: pre-exercise, B: one-week exercise, C: two-weeks exercise, D: three-weeks exercise, SS: sum of squares, df: degree of freedom, MS: mean square, F: variance ratio, P: significance probability, Post-hoc: post-hoc multiple comparison test

**Table 5.** Blood constituents between before and after isokinetic exercise on groups

| Variable                             | Group    | Pre-exercise | 1 wk-exercise | 2 wks-exercise | Post-exercise |
|--------------------------------------|----------|--------------|---------------|----------------|---------------|
| RBC<br>( $\times 10^6/\text{mm}^3$ ) | 60°/sec  | 4.92±.10     | 4.94±.12      | 5.09±.14       | 5.20±.19      |
|                                      | 240°/sec | 4.93±.17     | 4.98±.16      | 5.03±.18       | 5.12±.19      |
| WBC<br>( $\times 10^3/\text{mm}^3$ ) | 60°/sec  | 2.8±.65      | 3.21±.81      | 3.82±.95       | 4.30±.95      |
|                                      | 240°/sec | 3.01±.67     | 3.55±.74      | 4.33±.87       | 4.90±.89      |
| Hb<br>(g/dL)                         | 60°/sec  | 15.68±.48    | 16.15±.55     | 16.66±.66      | 17.03±.70     |
|                                      | 240°/sec | 15.02±.43    | 15.35±.50     | 15.71±.52      | 16.02±.58     |

**Table 6.** RBC values before and after isokinetic exercise

| Source     | SS   | df | MS   | F      | P     | Post-hoc |
|------------|------|----|------|--------|-------|----------|
| Time       | .531 | 3  | .177 | 45.228 | .000* | D<C<B<A  |
| Group      | .003 | 1  | .003 | .128   | .726  |          |
| Time*Group | .038 | 3  | .013 | 3.196  | .033* |          |

\* $P<.05$ , A: pre-exercise, B: one-week exercise, C: two-weeks exercise, D: three-weeks exercise, SS: sum of squares, df: degree of freedom, MS: mean square, F: variance ratio, P: significance probability, Post-hoc: post-hoc multiple comparison test

**Table 7.** WBC values before and after isokinetic exercise

| Source     | SS     | df | MS    | F       | P     | Post-hoc |
|------------|--------|----|-------|---------|-------|----------|
| Time       | 26.878 | 3  | 8.959 | 338.525 | .000* | D<C<B<A  |
| Group      | .691   | 1  | .691  | 1.031   | .327  |          |
| Time*Group | .363   | 3  | .121  | 4.572   | .007* |          |

\* $P<.05$ , A: pre-exercise, B: one-week exercise, C: two-weeks exercise, D: three-weeks exercise, SS: sum of squares, df: degree of freedom, MS: mean square, F: variance ratio, P: significance probability, Post-hoc: post-hoc multiple comparison test

**Table 8.** Hb values before and after isokinetic exercise

| Source     | SS     | df | MS    | F       | P     | Post-hoc |
|------------|--------|----|-------|---------|-------|----------|
| Time       | 12.586 | 3  | 4.195 | 376.411 | .000* | D<C<B<A  |
| Group      | 2.933  | 1  | 2.933 | 9.440   | .008* | F<E      |
| Time*Group | .296   | 3  | .099  | 8.841   | .000* |          |

\* $P<.05$ , A: pre-exercise, B: one-week exercise, C: two-weeks exercise, D: three-weeks exercise, E: 60°/sec group, F: 240°/sec group, SS: sum of squares, df: degree of freedom, MS: mean square, F: variance ratio, P: significance probability, Post-hoc: post-hoc multiple comparison test

실시한 결과, 운동 기간에 따른 근력의 변화는 운동 전 ( $213.93\pm 13.42$ ), 운동 1주차 ( $217.75\pm 12.30$ ), 운동 2주차 ( $222.87\pm 10.59$ ) 운동 3주차 ( $234.56\pm 11.73$ ) 순으로 통계적으로 유의한 근력의 증가를 나타내었다 ( $P<.05$ ).

#### 등속성 각속도의 차이에 따른 혈액성분의 변화

3주간의 등속성 각속도의 차이가 혈액성분에 미치는 영향을 분석하기 위하여 RBC, WBC, Hb의 수치를 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 3주간의 각속도와 운동 기간에 따른 혈액성분의 변화를 알아보기 위하여 반복측정 분산분석을 실시한 결과 (Table 6, 7, 8), RBC의 경우, 운동 기간 ( $F=45.228$ ,  $P<.05$ )과 상호작용 효과 ( $F=3.196$ ,  $P<.05$ )에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났지만, 각속도 ( $F=.128$ ,  $P>.05$ )에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 기간에 따른 차이를 보다 구체적으로 알아보기 위하여 사후검정을 실시한 결과, 운동 기간에 따른 RBC의 변화는 두 각속도의 평균이 운동 전 ( $4.92\pm 1.13$ ), 운동 1주차 ( $4.96\pm 1.14$ ), 운동 2주차 ( $5.06\pm 1.16$ ) 운동 3주차 ( $5.16\pm 1.19$ ) 순으로 통계적으로 유의한 RBC

의 증가를 나타내었다 ( $P<.05$ ).

WBC의 경우, 운동 기간 ( $F=338.525$ ,  $P<.05$ )과 상호작용 효과 ( $F=4.572$ ,  $P<.05$ )에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났지만, 각속도 ( $F=1.031$ ,  $P>.05$ )에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 기간에 따른 차이를 보다 구체적으로 알아보기 위하여 사후검정을 실시한 결과, 운동 기간에 따른 WBC의 변화는 두 각속도의 평균이 운동 전 ( $2.90\pm 0.65$ ), 운동 1주차 ( $3.38\pm 0.77$ ), 운동 2주차 ( $4.08\pm 0.92$ ) 운동 3주차 ( $4.60\pm 0.95$ ) 순으로 통계적으로 유의한 WBC의 증가를 나타내었다 ( $P<.05$ ).

Hb의 경우, 운동 기간 ( $F=376.411$ ,  $P<.05$ )과 상호작용 효과 ( $F=8.841$ ,  $P<.05$ )에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타내었고, 각속도 ( $F=9.440$ ,  $P<.05$ )에 따른 변화에서도 유의한 차이를 나타내었다. 운동 기간에 따른 차이를 보다 구체적으로 알아보기 위하여 사후검정을 실시한 결과, 운동 기간에 따른 Hb의 변화는 두 각속도의 평균이 운동 전 ( $15.35\pm 0.56$ ), 운동 1주차 ( $15.75\pm 0.66$ ), 운동 2주차 ( $16.18\pm 0.75$ ) 운동 3주차 ( $16.53\pm 0.81$ ) 순으로 통계적으로 유의한 Hb의 증가를 나타내었다 ( $P<.05$ ). 각속도에

따른 Hb의 변화는 240°/sec군 보다 60°/sec군에서 더 많은 Hb의 증가를 나타내었다 ( $P < .05$ ).

## 고 찰

근 기능 또는 근력의 향상은 일정한 역치 수준의 자극을 근육과 신경에 자극하고 이러한 자극에 근육과 신경이 적응하는 과정에서 근력 향상의 효과가 나타나게 된다. 이러한 근력 향상을 위한 자극으로 이용되는 근력 향상 훈련 방법에는 등장성, 등척성 그리고 등속성 운동 방법이 주로 이용되는데, 이 중 등속성 운동의 경우 전 관절 가동범위에 있어 최대의 근수축을 발휘시켜 신경과 근육에 최대의 자극을 가할 수 있는 운동 방법으로, 최근 스포츠 분야에 있어 선수관리 및 기록 향상에 매우 중요한 운동 방법으로 사용되고 있다. 또한 재활의학 분야에 있어서도 근골격계 손상 환자에 대한 안전하고 효과적인 근력 향상의 방법으로 인정되어 임상에서 주로 응용되고 있다고 보고된다 (Park, 1999).

근력이란 근육의 수축 기능을 결정짓는데 중요한 요소로서, 힘과 속도에 의해 결정되는데, 힘의 요소가 큰 훈련에서는 힘의 증가가 나타나고, 속도의 요소가 큰 운동에서는 속도가 증가되는 특징을 가진다. 즉, 등속성 운동에서 고속의 각속도로 운동할 경우에는 속도의 증가가, 저속의 각속도로 운동할 경우에는 힘의 증가가 나타나게 되는 것이다. 즉 등속성 운동과 관련하여 운동부하의 속도가 운동의 형태 및 근력 발생에 중요한 요소라 할 수 있는데, 기존의 선행 연구에서는 이러한 속도에 따른 분류에서 60°/sec의 각속도의 경우 저속의 고강도 운동 분류하였고, 180°/sec 이상의 각속도의 경우 고속의 저강도 운동으로 분류하였다 (Park, 1999; Thomee, 1987). 이에 본 연구에서도 60°/sec의 운동군을 저속으로, 180°/sec의 운동군을 고속으로 분류하여 저속과 고속의 등속성 각속도의 운동에 따른 근력과 혈액성분의 차이를 비교 분석하였다.

Park (1999)와 Timm (1987)은 고속의 운동에서 근력 증가의 효과가 발생한다고 하였지만, Lee (1999)의 연구에서는 고속의 운동을 실시할 경우 근력의 효과가 발생하지 않는다고 보고하였다. 저속의 운동 역시, 근력의 향상에 효과적이지 못하다는 선행 연구와 함께 (Coyle et al., 1979; Adeyanju et al., 1983; Caiozzo et al., 1981), 저속의 등속성 운동이 근력의 향상을 가져온다 하여 각속도에 따른 서로 상이한 결과를 보고하였다 (Montgomery et al.,

1989; Lee et al., 1999; Moller, 1983). 본 연구의 경우 3주간 저속과 고속의 등속성 운동을 실시한 결과 60°/sec군과 240°/sec군 모두에서 기간에 따른 근력의 증가를 나타내어 ( $P < .05$ ), 저속과 고속 모두에서 3주간의 운동이 근력의 향상을 나타내는 것을 알 수 있었다. 이는 선행 연구들에서 대부분 2주 이상의 저속이나 고속을 실시할 경우, 근력 향상을 나타낸다는 보고와 일치하였다. 그러나 고속의 운동군인 240°/sec군에 비해 60°/sec군이 더욱 높은 근력 향상을 나타내어, 저속의 고강도 운동군이 근력 향상을 위한 운동으로 더욱 적합하다고 할 수 있다. 이는 각속도에 따른 운동단위의 신경학적 활동양상이 서로 다르기 때문인데 (Barnes, 1980), 저속도 운동에서는 근육의 지근 섬유와 속근 섬유가 모두 수축을 하지만 운동속도가 빨라질수록 주로 속근 섬유가 수축에 관여하기 때문에 고속도일수록 힘의 효율성이 낮아진다고 할 수 있다 (Kim and Kim, 2000).

3주간의 저속과 고속의 등속성 운동에 따른 혈액성분의 분석에서는 RBC, WBC 그리고 Hb의 수치의 변화에 있어 60°/sec군과 240°/sec군 모두 기간에 따른 유의한 증가를 나타내었는데, RBC와 Hb의 경우 60°/sec군에서 더욱 높은 변화를 나타내었다. 이러한 변화는 Son (2003)의 장기간의 고강도 운동에 따른 혈액성분의 변화와 유사하게 나타났는데, 이는 장기간의 고강도 운동에 따른 체중 감소와 혈장량의 감소와 같은 원인으로 인해 혈액의 농축 현상이 발생하여 나타난다고 보고하였다.

Shephard와 Sheck (1994)는 지구력 선수들의 높은 상기도 감염 발병률을 보고하면서 고강도의 지구성 운동이 미생물에 대한 우선적 방어기전이나 백혈구와 관련된 면역방어 능력이 하강한다고 하면서, 오히려 저강도의 지구성 운동이 면역방어 능력의 향상을 나타낸다고 보고하였다. 이러한 보고는 본 연구의 결과와 유사한데, 본 연구의 경우 고강도의 운동군인 60°/sec군 보다 저강도의 운동군인 240°/sec에서 더욱 높은 WBC의 증가를 나타내어, 저강도 운동군이 면역방어 능력 향상에 대한 효과를 나타낸다고 할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 60°/sec군에서도 기간에 따른 WBC의 증가를 나타내어 고강도의 운동에 따른 면역방어 능력에 대해서는 다른 결과를 나타내어, 저속과 고속의 등속성 운동에 대한 다양한 면역에 관련된 인자에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 2009 교육과학기술부 김천대학 교육역량강

화사업의 일환으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Adeyanju K, Crews TR, Meadors WJ. Effects of two speeds of isokinetic training on muscular strength, power and endurance. *Int J Sports Med.* 1983. 23: 352-356.
- Barnes WS. The relationship between maximum isokinetic strength and isokinetic endurance. *Res Q Exerc Sports* 1980. 51: 714-717.
- Caiozzo VJ, Perrine JJ, Edgerton VR. Training induced alternations of the in vivo fore velocity relationships of human muscle. *J Appl Physiol.* 1981. 51: 750-754.
- Coyle EE, Costill DL, Lesmes GR. Leg extension power and muscle fiber composition. *Med Sci Sports Exerc.* 1979. 11: 12-15.
- Coyle EF, Feiring DC, Rotkis TC, Cote RW, Roby FB, Lee W, Wilmore JH. Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. *J Appl Physiol.* 1981. 51: 1437-1442.
- Kang DK, Kim, KB. Comparative on characteristics of cardiorespiratory functions during anaerobic exercise in highly trained soccer players. *Korean J Phys Educ.* 2000. 39: 315-327.
- Kim MI. The effects of a weight training program on the body composition and blood constituent. *Korea J Sports Sci.* 2008. 17: 643-649.
- Kim SH, Kim KL. The changes of isokinetic parameters by difference in lower body ipilateral muscular strength ratio after anaerobic exercise. *Korean J Sports Med.* 2000. 18: 74-82.
- Kligman EW, Pepin E. Prescribing physical activity for older patients. *Geriatrics* 1992. 47: 33-47.
- Lee YS, Kim NJ, Lee YJ, Ha MS. The effects of adaptagen on aerobic & anaerobic capacities and isokinetic strength of soccer players. *Korean J Sports Med.* 1999. 17: 91-103.
- Moffroid M, Whipple R, Hofkosh J. A study of isokinetic exercise. *J Am Phys Ther Assoc.* 1970. 49: 735-747.
- Moller ME. Dose cybex testing increase knee laxity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1983. 21: 690-695.
- Montgomery LC, Douglass LW, Deuster PA. Reliability of isokinetic muscle endurance test. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989. 10: 315-322.
- Oh SL, Oh SD. Effects of isokinetic exercise programs on the improvement of muscular strength by relatively high angular velocities. *J Korea Sports Res.* 2007. 18: 657-666.
- Park JS, Lee HY. The effects of muscular strength changing in the quadriceps and hamstrings according to isotonic and isokinetic muscle contraction types in traning. *Korean J Phys Educ.* 1994. 33: 167-179.
- Park SK. Effect on muscle strength of the thigh muscles in isokinetic training at different velocities. *J Korean Soci Sports Med.* 1999. 17: 155-164.
- Shephard RJ, Shek PN. Potential impact of physical activity and sport on the immune system, a brief review. *Br J Sports Med.* 1994. 28: 247-255.
- Son TY, Hong Y, Cho HC. The effects on iron supplementation on serum parameters, immune cells and aerobic-anaerobic capacity during gradual & rapid weight loss. *Exerc Sci.* 2003. 12: 173-186.
- Thomee R. Slow or Fast Isokinetic Training after - Knee Ligament Surgery. *J Orthopedic Sports Phys Ther.* 1987. 8: 475-479.
- Timm KE. Investigation of the Physiological Overflow Effect from Speed-Specific isokinetic Activity. *J Orthopedic Sports Phys Ther.* 1987. 9: 106-110.