

등속성 운동 시 각속도의 변화가 위팔두갈래근의 근력에 미치는 영향

방현수 · 김진상¹

대구대학교대학원 물리치료전공, ¹대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

The Effects of Angular Velocity on Muscle strength of Biceps brachii

Hyun-Soo Bang, PT, MS, Jin-Sang Kim, DVM, Ph.D¹

Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation Science, Graduate School of Daegu University

¹Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation, Daegu University

<Abstract>

Purpose : The purpose of this study was to investigate the effects of angular velocity on muscle strength of biceps brachii.

Methods : Subjects was classified into two groups, which were 60°/sec angular velocity group(n=15) and 240°/sec angular velocity group(n=15). Each group was applied to perform the isokinetic exercises on flexion muscle group for each 10 times in 3 set(3 days per a week for 2 weeks). Muscle strength was measured using peak torque of biceps brachii.

Results : The results were as follows: The peak torque was significantly increased after 60°/sec angular velocity isokinetic exercise application(p<.05), however, it was not significantly after 240°/sec angular velocity isokinetic exercise application(p>.05).

Conclusions : This study showed that 60°/sec angular velocity isokinetic exercise application were effective treatment strategy on increase of muscle strength. Therefore, it could be considered as a treatment method in the athlete and patients with musculoskeletal disease.

Key Words : angular velocity, biceps brachii, isokinetic exercise

I. 서 론

근력의 증진을 위하여 다양한 방법의 운동이 적용되고 있는데 이러한 운동들의 기본적인 원칙은

교신저자 : 방현수, E-mail: 76044860@hanmail.net

논문접수일 : 2009년 6월 10일 / 수정접수일 : 2009년 6월 20일 / 게재승인일 : 2009년 6월 28일

저항의 적용이라고 할 수 있다. 저항을 이용한 기존의 운동 방법으로 등장성 운동과 등척성 운동이 적용되고 있는데, 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 1967년 Hislop과 Perrine에 의해 등속성 운동에 대한 개념이 소개된 후, 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(나윤수, 1994; Montgomery 등, 1989; 최해경, 1998).

등속성 장비의 개발과 함께 실시되기 시작한 등속성 운동은 근력의 증진을 위한 효과적인 운동 방법이며 동시에 근력과 근수축의 속도 관계에 관한 연구, 물리치료, 운동 효과에 대한 검정, 다양한 운동 상황에 따른 진단과 처방의 방법으로서 광범위하게 이용되고 있다(박종성과 이환용, 1998). 이러한 등속성 장비를 이용한 근 기능의 평가는 다른 근 기능 평가 방법에 비해 객관적인 결과를 제공하고, 측정 시에 근 기능의 기계적 운동 평가에 대한 높은 신뢰도를 보이며(Montgomery 등, 1989; Kannus, 1994), 근골격계 손상 환자에 대한 물리치료 과정에서 객관성과 신뢰도가 높은 자료들을 제시하는 기준으로 활용됨과 동시에 물리치료를 안전하고 효과적으로 적용할 수 있기 때문에 물리치료 및 의학 분야에서 널리 사용되고 있다(Pikka & Marku, 1990; 최해경, 1998).

등속성 운동의 적용에 따른 근력의 증가는 동적인 운동의 형태, 운동의 속도, 발생하는 근 수축력에 따른 다양하게 변화하게 되는데, 특히 운동 속도의 경우 일반적으로 저속의 등속성 운동은 근력의 증가, 고속의 운동은 근지구력의 회복에 주로 사용되고 있다. 가장 많이 적용되는 등속성 운동의 각속도로는 60°/sec, 180°/sec, 300°/sec인데, 60°/sec의 경우에는 일반 성인이나 운동 선수들을 대상으로 근력 증가를 위해 주로 사용되고, 300°/sec의 경우에

는 환자는 노인들을 대상으로 근지구력의 회복을 위해 주로 사용되고 있다. 특히 선행 연구에서 환자나 노인에게 60°/sec의 각속도를 적용할 경우, 과도한 저항으로 인해 관절 및 관련 근육에 통증이 발생할 수 있고, 과도한 근피로와 함께 운동에 대한 의욕을 상실할 수 있다고 하여 이들을 위해서는 고속의 각속도로 운동이 적용되어야 한다고 하였다. 그리고 180°/sec 이상의 각속도의 경우, 운동 적용시의 과도한 속도로 인해 적용 관절 및 관련 근육에 적절한 근력이 발생하지 않기 때문에 근력의 향상에는 효과적이지 않다고 하였다(Montgomery 등, 1989; 이용수 등, 1999; 나윤수, 1994).

그러나 이러한 각속도에 따른 효과에 대한 다른 연구에서, 박상규(1999)는 일반인을 대상으로 한 대퇴내갈래근에 대한 연구에서 180°/sec 이상의 각속도로 등속성 운동을 적용하였을 때, 대퇴내갈래근의 유의한 근력 증가가 나타난다고 보고하였고, Timm (1987)의 연구에서도 높은 각속도의 적용 시에도 근력의 유의한 증가를 보고하여, 다양한 각속도의 적용에 따른 등속성 운동의 효과에 대하여 다양한 결과가 보고되고 있다.

이에 본 연구에서는 팔꿈치관절 굴곡에 주로 작용하는 위팔두갈래근에 저속인 60°/sec의 각속도 등속성 운동과 고속인 240°/sec의 각속도의 운동성 운동의 적용이 위팔두갈래근의 근력에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보려고 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구의 대상은 경상북도에 소재하고 있는 G대학교의 재학생으로 실험 참가에 동의한 대상자 중 과거 및 현재 팔꿈치관절과 어깨관절에 대한 손상이나 외과적 수술 경험이 없고, 팔꿈치관절의 굴곡과 관련된 통증 및 기능 장애가 없으며, 신체 다른 부위의 손상 없는 남자 30명을 무작위로 선정하였다. 선정된 대상들은 다시 무작위로 60°/sec 각속도 적용군(n=15)과 240°/sec 각속도 적용군(n=15)의 2개의 군으로 분류하여 실험을 실시하였다.

본 연구의 기간은 2009년 5월 8일부터 2009년 5월 19일까지 2주간 실시하였다. 검사의 실시는 시각적, 청각적 요소를 배제한 실험실에서 연구자가 직접 실시하였고, 60°/sec 각속도 적용과 240°/sec 각속도 적용 및 60°/sec 각속도에서 위팔두갈래근의 근력 측정은 동일한 시간에 실시하였다.

2. 연구방법

본 연구는 α파 음악과 미술자극이 뇌졸중 환자의 손 기능에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 본 음악은 실험군이 치료를 시작할 때부터 틀어놓았고 치료가 끝난 후 끄도록 하였다. 그리고 치료를 시작하기 5분전 그림을 보도록 하였고 치료가 끝난 후 5분간 그림을 보도록 하였다. 실험군에게 적용한 집중력을 증가시키는 음악과 집중력 그림을 제외하고는 일반적인 물리치료 작업치료를 동일하게 실시하였다.

3. 실험 도구 및 측정 방법

1) 실험도구

본 연구에 참여한 대상자들은 모두 등속성 운동 기구인 Biodex Multi-Joint System 4 PRO(Biodex Medical Systems, Inc., U.S.A.)를 이용하여 위팔두갈래근의 등속성 운동 및 근력 평가를 실시하였다. 팔꿈치관절의 굴곡 등속성 운동을 실시하기 전, 측정 기구에 앉힌 후 운동 및 측정시 불필요한 동작을 최소화하기 위해 체간, 골반, 상완부와 대퇴부를 벨트를 이용해서 의자에 고정시켰다. 발꿈관절의 회전축은 등속기구 동력계(Dynamometer)의 회전축과 일치시키고, 팔꿈치관절 바로 위 위팔뼈에 조절장치 부착품인 패드로 고정하여 실험을 실시하였다.

2) 실험 및 측정방법

본 연구는 사전사후검사통제집단설계(pre-post test control group design)로 하였는데, 60°/sec 각속도 적용군과 240°/sec 각속도 적용군은 구심성 등속성 운동을 2주간 주 3회 실시하여 등속성 운동 전과 등속성 운동 후의 위팔두갈래근의 근력의 변화를 비교하였다.

팔꿈치관절 굴곡의 구심성 등속성 운동의 부하속도 동력계는 전면을 향하게 한 후 적용 대상자의 팔의 길이 맞추어 손잡이를 고정하였고, 대상자를 의자에 앉히고 팔꿈치관절을 20° 굴곡시키고 등반이는 70°로 한 상태에서 상완의 원위부를 패드로 고정하였다. 이때 해부학적 기준점은 0°로 하고, 팔꿈치관절 가동범위는 0°~130°로 설정하였다.

등속성 운동의 적용 시에 팔꿈치관절의 등속성 운동은 60°/sec과 240°/sec의 각속도에서 구심성 등속성 운동을 시행하였다. 운동 강도는 통증을 느끼지 않는 범위 내에서 최대의 노력으로 팔꿈치관절 굴곡을 10회 반복, 3세트, 세트 간 휴식은 3분으로 하고 총 30회의 운동을 시행하였다.

등속성 근력의 측정시에 팔꿈치관절의 등속성 운동은 60°/sec의 각속도를 설정하여 구심성 등속성 운동을 시행하였다. 운동 강도는 통증을 느끼지 않는 범위 내에서 최대의 노력으로 팔꿈치관절 굴곡을 10회 반복, 3세트, 세트 간 휴식은 3분으로 하고, 각 세트 간의 최대 근력을 측정하여 그 평균값을 최종 결과값으로 사용하였다.

5. 분석방법

본 연구는 등속성 근력 운동시 각속도의 변화가 위팔두갈래근의 근력에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보려고 하였다. 60°/sec의 각속도에서 등속성 운동 후 얻어진 3세트의 최대 근력 평균 데이터는 SPSS version 12.0 for window를 이용하여 분석하였는데, 연구대상자의 일반적 특성을 알아보기 위하여 기술통계를 실시하였고, 60°/sec 각속도 적용과 240°/sec 각속도 적용 전과 적용 후에 따른 비교, 60°/sec 각속도 적용군, 240°/sec 각속도 적용군의 평균차 검증을 위해 독립 t-검정을 실시하였다. 유의 수준은 .05로 하였다.

IV. 결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구 대상자에 있어 60°/sec 각속도 적용 대상

Table 1. General characteristics of subject

	N	Age	Weight (kg)	Height (cm)	p
60°/sec exercise group	15	22.31±1.84	70.64±7.12	173.48±5.38	ns
240°/sec exercise group	15	22.83±2.03	68.69±6.67	174.09±4.98	

ns : not significant

자들의 일반적인 특징은 평균연령은 22.31세, 평균 체중은 70.64kg, 평균 신장은 173.48cm 이었다. 240°/sec 각속도 적용 대상자들의 일반적인 특징은 평균연령은 22.83세, 평균 체중은 68.69kg, 평균 신장은 174.09cm이었고 60°/sec 각속도 적용 대상자들과 240°/sec 각속도 적용 대상자들 간의 유의한 차이는 나타나지 않았다<Table 1>.

2. 60°/sec 각속도와 240°/sec 각속도 적용에 따른 근력의 차이

최대 근력의 변화를 알아보기 위해 각 각속도 등속성 운동의 전과 후의 최대 근력을 측정하였을 때,

60°/sec 각속도 등속성 운동 전의 평균값이 86.32±11.46Nm에서 60°/sec 각속도 등속성 운동 후에는 103.91±18.54Nm로 최대 근력에 있어 유의한 증가를 나타내었다(p<.05)<Table 2><Figure 1>.

Table 2. The change of peak torque score in 60°/sec exercise group and 240°/sec exercise group. (Nm)

	7	Pre	Post	p
60°/sec exercise group		86.32±11.46	103.91±18.54	0.000*
240°/sec exercise group		89.66±12.13	95.87±12.88	0.086

* p<0.05

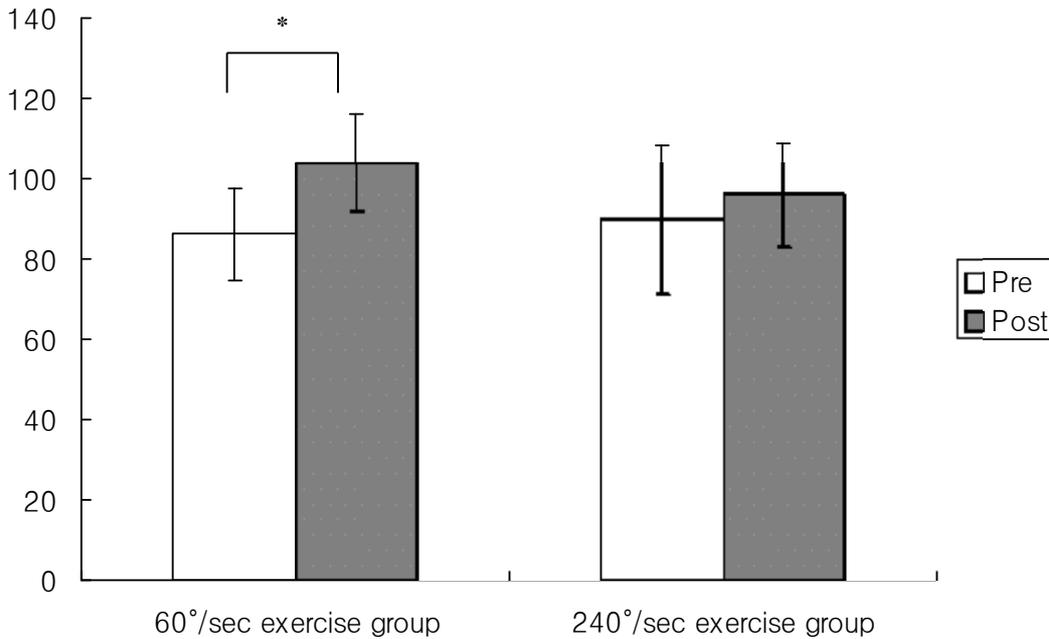


Figure 1. The change of peak torque score in 60°/sec exercise group and 240°/sec exercise group.

그러나 240°/sec 각속도 등속성 운동 전의 평균 값은 89.66±12.13Nm에서 240°/sec 각속도 등속성 운동 후에는 95.87±12.88Nm로 최대 근력에 있어 유의한 차이를 나타내지 않았다(p>.05)<Table 2> <Figure 1>.

3. 60°/sec 각속도 등속성 운동군과 240°/sec 각속도 등속성 운동군의 비교

60°/sec 각속도 등속성 운동군과 240°/sec 각속도 등속성 운동군 간의 적용 전 최대 근력을 비교하였을 때 두 군 사이에는 유의한 차이가 없는 것으로

Table 3. The change of peak torque score between 60°/sec exercise group and 240°/sec exercise group. (Nm)

	60°/sec exercise group Mean±SD	240°/sec exercise group Mean±SD	p
Pre	86.32±11.46	89.66±12.13	0.879
Post	103.91±18.54	95.87±12.88	0.000*

* p<0.05

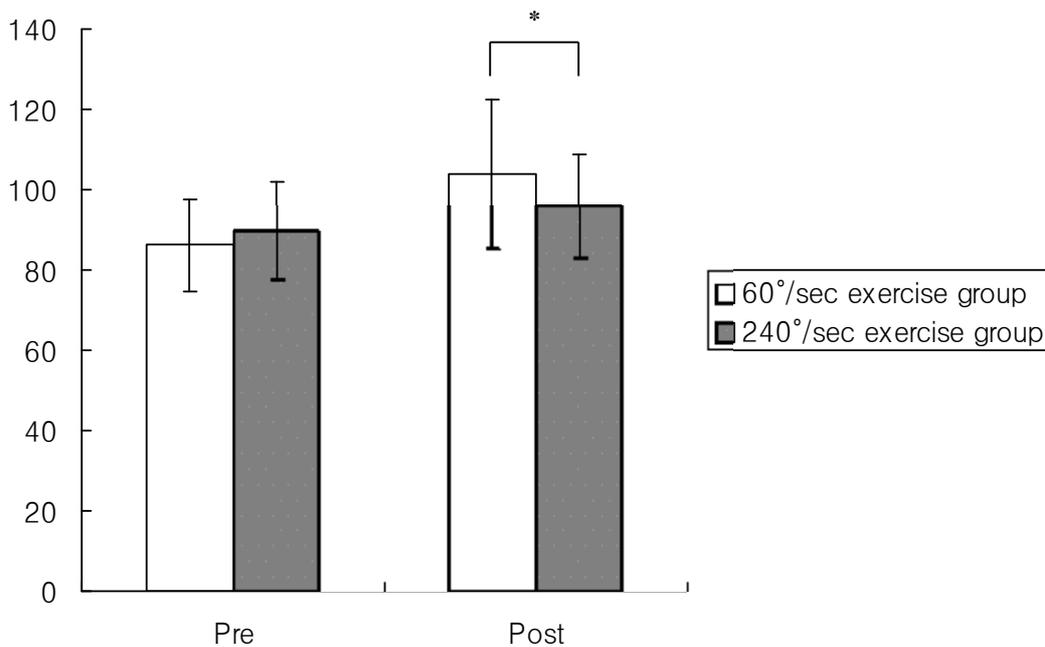


Figure 2. The change of peak torque score between 60°/sec exercise group and 240°/sec exercise group.

나타났다(p>.05). 그러나 각 각속도에 다른 등속성 운동을 적용한 후의 최대 근력을 비교하였을 때는 240°/sec 각속도 등속성 운동군에 비해 60°/sec 각속도 등속성 운동군에서 유의한 증가를 나타내었다 (p<.05)<Table 3><Figure 2>.

IV. 고 찰

등속성 운동은 모든 관절가동범위동안에 최대 근육의 수축을 발생시킬 수 있는 운동 방법으로 운동 시에 각속도를 일정하게 설정한 후, 각 관절의 움직임 동안에 각 위치에서 발생하는 근육의 수축력에 맞게 변동적 저항이 적용되는 전기 역학적 장치를 이용한 운동 방법이다(Moffroid 등, 1970). 이로 인해 등속성 운동시 일정하게 정해진 운동 속도보다 빠른 운동 부하의 발생시 이에 따른 변동적 저항이 발생된다. 즉 등속성 운동에 있어 관절가동범위의 전 구간 동안에 모든 지점에서 근육은 최대 저항에 직면하게 되고 이로 인해 최대의 장력을 발생시킬 수 있는 특징을 가지게 된다. 이러한 저항은 등척성 운동이나 등장성 운동보다 근력 증가에 더욱 효과

적으로 작용하게 되고 환자의 운동에 대한 의욕 향상에 매우 효과적이며 환자가 발생시키는 운동속도에 따른 발생하는 저항이 변화하기 때문에 손상된 관절이나 근육에 과도한 부하가 발생하지 않는 장점을 가진다(박상규, 1999).

등속성 운동을 통한 근력의 변화를 평가하기 위해서는 힘(force)과 토크(torque)와 같은 매개 변수를 일반적으로 사용하게 된다. 등속성 근력을 평가하기 위해 사용되는 매개 변수 중 힘이란, 한 실험 대상이 다른 대상을 밀고 당기는 동작으로 정의되는데, 일반적으로 파운드나 뉴턴(newton)으로 측정된다. 토크는 회전동작 시 적용되는 힘의 모멘트(moment)로 정의되며 ft Ib(foot-pound)나 뉴턴미터(Newton-meter)로 측정된다. 힘과 토크 매개변수는 힘/토크의 최고치나 평균치와 관련되는데, 최고치는 힘/토크의 가장 높은 지점을 나타내고, 평균치는 가동범위 전반을 통해 나온 힘/토크를 나타낸다. 본 연구에서는 힘의 변수를 사용하였고, 특히 가장 높은 지점을 최대 근력으로 설정하여 실험을 실시하였다.

힘이나 토크와 함께 주로 사용되는 매개 변수 중 하나인 근력은 단위시간 당 수행된 일의 양으로 정의할 수 있는데, 이는 단위시간의 작업량(power = strength × velocity)으로 계산될 수 있다. 근력은 근육의 수축 기능을 결정짓는데 중요한 요소로서, 힘과 속도의 요소로 결정됨으로서 힘의 요소가 큰 훈련에서는 속도보다는 힘이 증가가 나타나고, 속도의 요소가 큰 운동에서는 힘보다는 속도의 증가가 증가되는 특징을 가진다. 다시 말하면, 등속성 운동에서 고속의 각속도로 운동할 경우에는 속도의 증가가, 저속의 각속도로 운동할 경우에는 힘의 증가가 나타나 궁극적으로 근력이 증가하는 것이다. 즉 등속성 운동과 관련하여 운동부하의 속도가 운동의 형태 및 근력 발생에 중요한 영향을 미치게 되는데, 박상규(1999)와 Timm(1987)은 이러한 속도의 요소를 고려한 고속의 운동에서 근력의 효과가 발생한다고 하였지만, 나윤수(1994)와 이용수(1999) 등의 연구에서는 고속의 운동을 실시할 경우 근력의 효과가 발생하지 않는다고 하여 고속 운동을 할 경우 발생하는 근력의 효과에 대하여 다른 결과를 보고하였다.

저속의 운동 역시, 근력 효과에는 영향을 미치지 못한다는 선행 연구와 함께(Coyle 등, 1979; Adeyanju 등, 1983; Caiozzo 등, 1981), 저속 운동시에 근력의 향상이 나타난다는 다른 선행 연구 결과가 보고되었다(Montgomery 등, 1989; 이용수 등, 1999). 특히 박상규(1999)는 60°/sec의 각속도는 저속의 등속성 운동의 효과를 가져온다고 하였고, 180°/sec 이상의 각속도인 경우 고속의 등속성 운동 효과를 가져온다고 언급하여, 본 연구의 경우, 저속의 각속도는 60°/sec으로, 고속의 각속도는 240°/sec으로 설정하여 실험을 실시하였다.

이에 본 연구에서는 20대의 정상 남자 성인을 대상으로 저속이라 할 수 있는 60°/sec의 각속도 운동군과 고속이라 할 수 있는 240°/sec의 각속도 운동군을 설정하여 실험을 실시한 결과, 60°/sec의 경우 운동 전 86.32±11.46에서 운동 후 103.91±18.54로 유의한 최대 근력의 증가가 나타났지만 240°/sec의 경우 운동 전 89.66±12.13에서 운동 후 95.87±12.88로 수치상의 증가는 나타났지만 유의한 차이는 나타나지 않아 근력에 증가에 있어 저속의 등속성 운동이 더욱 효과적임을 알 수 있었다. 그리고 실험 종료 시점의 60°/sec 각속도 운동군과 240°/sec 각속도 운동군의 비교에서 역시 240°/sec의 각속도 운동군에 비해 60°/sec 각속도 운동군이 더욱 높은 근력을 나타내었고 이들 사이에 유의한 차이를 나타내었다. 기존의 연구의 경우 각속도에 따른 효과의 차이를 보기 위해, 저속만을 이용하거나 고속만을 이용한 연구가 많았지만 본 연구의 경우 저속인 60°/sec의 각속도와 고속인 240°/sec의 각속도를 연구대상자에게 적용하여 두 각속도 사이의 결과를 비교하였고, 특히 고속의 경우 180°/sec의 각속도를 주로 사용한 기존의 연구와는 달리 최근 노인이나 초기 근력 운동을 위해 많이 사용하는 240°/sec의 속도를 사용하여 실험을 실시하였다.

등속성 운동의 임상적 적용을 실시할 경우, 각속도의 설정을 근력과 근지구력의 향상을 위해 필수적인 요소이다. 이러한 속도의 설정을 통해 환자나 정상인의 근력 또는 근지구력의 향상을 도모할 수 있고, 이는 기능향상 및 운동을 위해 적절하게 설정되어야 한다. 본 연구에서는 상지의 근력에 있어 위

팔두갈래근의 근력 향상을 위해 60°/sec와 240°/sec의 각속도를 설정하여 저속과 고속의 등속성 운동을 실시한 경우의 근력향상을 비교하여 본 결과, 저속의 각속도에서 유의한 근력의 향상이 나타남을 알 수 있었다. 하지만 이 결과는 정상인을 대상으로 하였고, 2주라는 짧은 기간 동안에 나타난 결과라는 한계점을 지닌다. 이에 향후 다양한 각속도와 기간에 따른 근력 향상에 대한 많은 연구가 필요할 것이라 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 60°/sec 각속도 운동과 240°/sec 각속도 운동의 적용에 따른 위팔두갈래근의 최대 근력의 변화를 알아보기 위해 정상 남자 성인 30명을 무작위로 선정하여, 60°/sec 각속도 운동군(n=15)과 240°/sec 각속도 운동군(n=15)으로 나누었고, 최대의 노력으로 팔꿈치 관절의 등속성 운동을 2주간 실시한 후, 60°/sec의 각속도에서 위팔두갈래근의 최대근력을 실험 전과 실험 2주 후에 측정하여 최대 근력의 변화를 비교하였다.

그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 60°/sec 각속도 등속성 운동의 경우 등속성 운동에 따른 최대근력의 유의한 증가를 나타내었다(p<.05).
2. 240°/sec 각속도 등속성 운동의 경우 등속성 운동에 따른 최대근력의 유의한 증가가 나타나지 않았다(p>.05).
3. 60°/sec 각속도 등속성 운동군과 240°/sec 각속도 등속성 운동군 간의 비교에서 적용 전 군 간의 비교에서는 유의한 차이가 나타나지 않았고(p>.05), 적용 후 군 간의 비교에서는 60°/sec 각속도 등속성 운동군에서 유의한 차이의 높은 최대근력을 나타내었다(p<.05).

이상의 결과로 볼 때, 저속의 각속도의 등속성 운동은 고속의 각속도의 등속성 운동에 비해 상지의 근력 향상에 효과적임을 알 수 있었고, 특히 최대 근력의 향상에 있어 더욱 높은 효과를 가져오는 것을 알 수 있었다. 이는 근력 향상을 필요로 하는 근골격계 환자나 운동 선수를 위하여 등속성 운동

을 적용할 경우, 저속의 각속도를 설정하여 운동을 시켜야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 나윤수. 12주 등속성 운동후 트레이닝 중지후 따른 근육의 구조와 기능의 변화에 관한 연구. 한양대학교 대학원 박사학위 논문. 1994.
- 박상규. 등속성 운동의 속도에 따른 대퇴근육의 근력효과, 대한스포츠의학회지. 1999;17(1):155-64.
- 박종성, 이한용. 12주간의 등속성 훈련이 발목의 최대근력, 순발력, 근지구력에 미치는 영향. 운동과학회지. 1998;7(1):81-92.
- 이용수, 김남주, 이요인 등. 아답타켄 복용이 축구 선수의 유무산소성 능력과 등속성 각근력에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지. 1999;17(1):91-103.
- 최해경. 배구선수와 축구선수의 등속성 근력, 근파워, 근지구력에 관한 비교 연구. 한양대학교 대학원, 석사학위 논문. 1998.
- Adeyanju K, Crews TR, Meadors WJ. Effects of two speeds of isokinetic training on muscular strength, power and endurance. International Journal of Sports Medicine. 1983;23(3):352-6.
- Caiozzo VJ, Perrine JJ, Edgerton VR. Training induced alternations of the in vivo fore velocity relationships of human muscle. Journal of Applied Physiology. 1981;51(3):750-4.
- Coyle EE, Costill DL, Lesmes GR. Leg extension power and muscle fiber composition. Medicine and Science in sports and exercise. 1979;11(1):12-5.
- Hislop H, Peirine. The Isokinetic concept of exercise. 1967.
- Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implication for muscle testing and rehabilitation. International journal of sports medicine. 1994; 15(1):11-8.
- Moffroid M, Whipple R, Hofkosh J et al. A study of isokinetic exercise. American journal of Physical Therapy Association. 1970;49(7):735-47.

- Montgomery LC, Douglass LW, Deuster PA. Reliability of isokinetic muscle endurance test. J Orthop Sports Phys Ther. 1989;10(8):315-22.
- Pikka K, Marku J. Thin muscle function after partial tear of the medial ligament compartment of the knee. MSSE. 1990;23(1):4-9.
- Timm KE. Investigation of the Physiological Overflow Effect from Speed-Specific Isokinetic Activity. J. Orthopedic and Sports Physical Therapy. 1987;9(3):106-10.