

대퇴사두근 등척성 운동(QSE)과 전기자극(ES)이 대퇴사두근의 근력 증진에 미치는 효과

대전보건대학 물리치료과
최 재 청

대구대학교 대학원 재활과학대학 물리치료전공
한 동 욱

The Effects of Quadriceps Setting Exercise and Electrical Stimulation on Improvement of Quadriceps Muscle Strength

Choi, Jae-Cheong, P.T., Ph.D.

Department of Physical Therapy, Taegon Health Sciences college

Han, Dong-Uck, P.T., M.P.H.

Major in Physical Therapy, Dept of Rehabilitation Science, Graduate School, Taegu University

< Abstract >

The purpose of this study was to analyze the effect of quadriceps setting exercise(N=10) and electrical stimulation(N=10) on improvement of quadriceps muscle strength. The experiment were performed for 6weeks. The subject of this study was 20 college students(male) who had not any medical problems. The quadriceps muscle strength was evaluated by make use of the KIN COM(Isokinetic dynamometer). The electrical stimulator was used to stimulate the quadriceps muscle.

The results were as follows:

1. The mean increment ratio was 29.6% for concentric muscle strength and 36.4% for eccentric muscle strength after quadriceps setting exercise($p < 0.05$).
2. The mean increment ratio was 21.2% for concentric muscle strength and 24.3% for eccentric muscle strength after electrical stimulation, but did not significantly higher than pre-electrical stimulation

In this study, we have found that quadriceps setting exercise on left side affect the improvement of the muscle strength in college students(male). However, electrical stimulation did not affect on the muscle strength.

I . 서 론

인간의 신체운동은 그 운동에 필요한 근육이 수축하여 관절을 축으로 끌격을 움직임으로써 성립되는 것이다. 때문에 근력의 약화나 불균형은 일상생활에 필요한 정상

적이고 기능적인 움직임의 장애를 가져오게 되며, 기능 장애는 통증을 유발해 활동성의 저하를 초래할 수 있다. 그러므로 정상적인 건강한 생활을 영위하기 위해서는 각 근육과 근육 집단의 적절한 근력 유지가 매우 중요하다. 근력을 증진시키기 위해서 일반적으로 저항운동과 전

기자극을 사용하고 있는데, 저항운동으로 이용하는 운동으로는 등장성 운동, 등척성 운동, 등속성 운동을 들 수 있다(박래준과 강화순, 1998).

근력의 증진을 위한 운동으로 등속성 운동을 Hislop와 Perrine(1967)이 처음으로 소개하였다. 등속성 운동은 전 관절 가동범위 내에서 최대의 수축을 발휘할 수 있는 운동이며, 최근에는 수축의 속도를 일정하게 정한 후 저항은 가동 범위 중 각 위치에서 나타나는 수축력에 맞추어서 변할 수 있게 한 운동기구(김삼범과 김진호, 1987; 윤승호 등, 1990)인 Cybex를 많이 이용하고 있다. 등속성 운동이 근력 증진에 도움이 되지만 특수한 장치나 Cybex와 같은 운동기구가 필요하다는 단점이 있다. 반면 최근에는 임상에서 특별한 기구 없이 손쉽게 신체의 거의 모든 근육에서 시행하는 것이 가능하고 비교적 시간이 적게 들며 운동으로 인한 근육통 유발 등의 문제점을 배제할 수 있고, 움직임 때 통증이 생기거나 움직임 자체가 급기인 관절의 운동에도 적합한 등척성 운동을 근력 증진을 위해 많이 사용하고 있다(Larsson 등, 1978).

등척성 운동은 관절의 움직임이 없이 근육이 수축을 함으로서 최대 장력에 가까운 장력을 낼 수 있는 운동으로 근력 증진에 효과적인 운동을 말한다(박래준과 강화순, 1998).

반면 능동적인 수의 수축에 의한 근력강화가 불가능한 경우에 전기자극이 그 역할을 대신하여줄 수 있다. 전기자극은 근육의 막전위의 변화 즉 활동전위에 영향을 미쳐 근 수축을 유발하기 때문에, 석고부목 환자의 근력감소를 최소화 할 수 있을 뿐만 아니라 회복기 환자의 근력 증가에 큰 도움이 될 수 있을 것이다(최영덕과 신원태, 1994).

전기자극이란 생체조직에 인공적인 외재전기를 가하는 것으로 흔히 탈 신경근 재교육, 관절운동범위 증진, 수의 운동 조절의 촉진, 위축 및 약화 된 근육의 근력 회복 및 증강, 근경축 및 경련성 완화, 구축 교정, 혈류량 증진 등은 물론 통증 치료와 조직 치유 등 다양한 목적으로 널리 사용되고 있다. 전기자극 중 근력을 증진시키기 위해 사용할 수 있는 방법으로 간섭전류 자극기, 고전압 맥동전류 자극기, 직류 전기 자극기 등, 여러 가지 유형이 제시되고 있지만, 특히 신경 지배가 정상인 근육의 기능을 증진시키기 위한 전기 자극을 흔히 신경근 전기자극(neuromuscular electrical stimulation, NMES)이

라고 부르고 있다(강정구, 1997).

따라서 본 연구는 등척성 운동과 전기자극을 적용한 후 대퇴사두근의 근력 증진에 어느 방법이 더 효과적인 방법인가를 알아보고, 등척성 운동 기간과 전기 자극 기간이 근력 증진과 관계가 있는지를 규명하고자 한다.

Ⅱ. 연구 대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 심혈관계와 신경학적 질환이나 근골격계 질환이 없으며, 슬관절의 외상 경험이나 통증 및 운동 제한이 없는 20대의 건강한 성인 남자 20명을 대상으로 하였으며, 등척성 운동군 10명과 전기자극군 10명으로 나누어 2001년 5월 2일부터 6월 12일 까지 6주간 실시하였다.

2. 연구방법

근력 증진을 알아보기 위해서 연구대상자의 비 우성다리를 이용하였는데, 연구 대상자가 20대 초반이기 때문에 우성다리에 대한 운동 및 전기자극 효과가 적을 수 있기 때문이며, 연구 대상자 모두 오른쪽 다리가 우성이었기 때문에 실험은 왼쪽 다리를 이용하였다.

대퇴사두근의 근력을 증진시키기 위한 등척성 운동은 대퇴사두근 등척성 운동(Quadriceps setting exercise: QSE)으로 하였으며, 슬관절을 신전시킨 상태로 앉은 자세에서 무릎아래에 수건을 대고 힘껏 누르라고 시켜 등척성 수축을 유발하였다. 1set당 10회씩을 실시하는데, 1회의 수축시간은 10초, 이완시간도 10초로 하여, 3set을 실시하고, 1set이 끝나면 휴식시간을 2분간 실시하였다.

전기자극은 EST(Electric stimulation treatment : ENDOMED 581, Netherlands)로 하였으며, 맥동빈도는 50-60pps, 맥동기간은 0.5ms, 파형은 단상파였고, 강도는 실험자 개개인에게 통증을 유발하지 않는 범위에서 최대 강도를 선택하였으며, 전극은 대퇴사두근의 기시부와 정지부에 패드를 대고, 벨크로로 밀착 되도록 고정하였고, 적용시간은 15분이었다.

적용 횟수는 1주 2회씩 6주간으로 총 12회였다.

3. 측정방법

저항운동과 전기자극을 통한 근력 증진에 대한 효과를 알아보기 위해 사용한 근력 측정기기는 KIN COM(Chattanooga group, INC., P. A. 57288A, USA)이었다. KIN COM은 등속성(Isokinetic), 등척성(Isometric), 등장성(Isotonic)의 세 가지 방법으로 근력을 측정할 수 있지만, 본 연구자는 등속성의 방법으로 구심성 수축력과 원심성 수축력을 측정하였다. 구심성 수축력의 측정 방법은 등속성으로 올라가는 운동팔을 최대의 힘을 주어 밀 때 생기는 힘을 측정하는 것으로 저항치는 기계가 자동적으로 조절할 수 있게 되어있다. 원심성 수축력을 측정하는 방법은 등속성으로 내려오는 운동팔을 최대의 힘을 주어 저항을 줄 때 내는 힘을 측정한다. 측정에 사용한 다리는 운동 및 전기 자극에 사용했던 왼쪽다리였다.

측정시 기본적인 자세는 고관절 90° 굴곡의 앉은 자세에서 체간, 골반, 대퇴 원위부를 고정하고, 상지는 가슴 앞에서 팔짱을 낀 자세였다. 측정자세는 고관절 90° 굴곡, 슬관절 90° 굴곡을 유지시켜 의자에 앉게 한 다음 상체와 골반 및 대퇴부를 끈으로 고정하여, 검사측 슬관절의 운동축과 기계의 운동축을 일치시키고 동력계의 lever arm과 하퇴부가 평행이 되도록 족관절 부위에 double shin pad로 고정한 후, 최대의 수축으로 슬관절을 신전시킨다. 측정 횟수는 3회이며, 매 회마다 3번을 측정하고, 휴식시간은 매 회마다 10초로 하였다. 등속성 측정시 사용한 속도는 초당 60°이었다.

근력 측정은 총 4번이었으며, 1차 측정은 실험하기 전에 하였으며, 2차 측정은 2주간의 운동 및 전기자극을 한 다음 2001년 5월 16일에 하였고, 3차 측정은 5월

30일, 4차 측정은 6월 13일로 매 2주 간격으로 측정하였다.

4. 분석 방법

연구 대상자의 일반적인 특성인 나이, 체중, 신장에 대해서는 평균과 표준편차를 알아보았고, 등척성 운동군과 전기자극군을 연구 프로그램에 따라 6주 동안 실시한 다음, 각 군에 대해 매 2주마다 근력을 측정하여, 매 2주 동안의 운동 및 전기자극이 효과적인지 검사하기 위해 짝비교 t-검정(paired t-test)을 하였다.

또한 등척성 운동군과 전기자극군을 비교하여 근력 증진에 더 효과적인 방법을 알아보기 위해 t-검정(simple t-test)을 하였다.

자료의 통계처리는 SPSS(Ver. 10.0)를 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 일반적 특성을 보면 연령은 대퇴사두근 등척성 운동군이 21.3±2.41세 이었고, 전기자극군이 22.4±1.74세 이었으며, 체중은 대퇴사두근 등척성 운동군이 64.2±8.57kg이었고, 전기자극군이 66.3±9.84kg이었다. 또한 신장은 대퇴사두근 등척성 운동군이 175.5±3.71cm이었고, 전기자극군이 177.6±2.42cm이었다(표 1).

Table 1. General characteristics of subjects

	QSE group	ES group
Age(year)	21.3±2.41	22.4±1.74
Weight(kg)	64.2±8.57	66.3±9.84
Height(cm)	175.5±3.71	177.6±2.42

QSE : Quadriceps setting exercise

ES : Electrical stimulation

2. 등척성 운동이 근력에 미치는 영향

1) 등척성 운동이 구심성 근력 증진에 미치는 영향

등척성 운동이 구심성 근력 증진에 미친 영향을 보면 운동 전에는 구심성 신전력이 653.40±163.06 N이었

고, 운동 2주 후는 764.80±82.51 N으로 17.0%, 4주 후는 767.80±169.92 N으로 17.5%의 근력 증진이 있었지만, 통계적인 차이는 없었다. 반면, 운동 6주 후는 846.80±106.13 N으로 운동 전에 비해 29.6%의 근력 증진이 있었다(p<0.05)(표 2).

Table 2. The effect of quadriceps setting exercise on concentric muscle strength Mean±SD : Newton

weeks	Pre-exercise	Post-exercise	p-value
2 weeks	653.40±163.06	764.80± 82.51	0.067
4 weeks	653.40±163.06	767.80±169.92	0.096
6 weeks	653.40±163.06	846.80±106.13	0.011

2) 등척성 운동이 원심성 근력 증진에 미치는 영향

등척성 운동이 원심성 근력 증진에 미친 영향을 보면 운동 전에는 운동 전의 신전력은 774.80±281.59 N이었고, 운동 2주 후는 877.30±104.21 N으로 근력이

13.3%로 증가하였으나 통계적인 차이는 없었다. 반면 운동 4주 후는 974.70±132.28 N으로 25.8%, 운동 6주 후는 1056.80±169.41 N으로 36.4%로 증가를 보였다(p<0.05)(표 3).

Table 3. The effect of quadriceps setting exercise on eccentric muscle strength Mean±SD : Newton

weeks	Pre-exercise	Post-exercise	p-value
2 weeks	774.80±281.59	877.30±104.21	0.227
4 weeks	774.80±281.59	974.70±132.28	0.031
6 weeks	774.80±281.59	1056.80±169.41	0.010

3. 전기자극이 근력 증진에 미치는 영향

1) 전기자극이 구심성 근력 증진에 미치는 영향

전기자극이 구심성 근력 증진에 미친 영향을 보면 전기자극 전에는 구심성 신전력이 799.90±301.92 N이

었고, 전기자극 2주 후는 876.70±242.12 N으로 9.6%, 4주 후는 874.30±223.71 N으로 9.4%가 증가했지만, 통계적인 유의성은 없었다. 또한 전기자극 6주 후도 근력이 968.10±409.65 N으로 자극 전에 비해 21.2%가 증가했지만 통계적인 차이는 없었다(표 4).

Table 4. The effect of electrical stimulation on concentric muscle strength Mean±SD : Newton

weeks	Pre-exercise	Post-exercise	p-value
2 weeks	799.90±301.92	876.70±242.12	0.463
4 weeks	799.90±301.92	874.30±223.71	0.359
6 weeks	799.90±301.92	968.10±409.65	0.259

2) 전기자극이 원심성 근력 증진에 미치는 영향

전기자극이 원심성 근력 증진에 미친 영향을 보면 전기자극 전에는 원심성 신전력이 940.50±303.31 N이었고, 전기자극 2주 후는 1006.90±250.41 N으로

6.4%, 4주 후는 1057.10±302.92 N으로 11.7%가 증가했지만, 통계적인 유의성은 없었다. 또한 전기자극 6주 후도 근력이 1183.20±404.43 N으로 자극 전에 비해 24.3%가 증가했지만 통계적인 차이는 없었다(표 5).

Table 5. The effect of electrical stimulation on eccentric muscle strength**Mean ± SD : Newton**

weeks	Pre-exercise	Post-exercise	p-value
2 weeks	940.50±303.31	1006.90±250.41	0.413
4 weeks	940.50±303.31	1057.10±302.92	0.057
6 weeks	940.50±303.31	1183.20±404.43	0.066

4. 등척성 운동과 전기자극의 근력 증진 효과 비교**1) 등척성 운동과 전기자극이 구심성 근력 증진에 미치는 효과**

등척성 운동과 전기자극으로 인해 발생한 근력 증진의 차이를 본 결과 구심성 근력이 운동 전 등척성 운동을 실시한 그룹은 653.40±163.06 N이었고, 전기자극을 실

시한 그룹은 799.90±301.92 N으로 나타나 전기자극을 실시한 그룹의 근력이 높은 것처럼 보이지만 통계적인 차이가 없었으며, 6주 운동 후에도 등척성 운동을 실시한 그룹은 846.80±106.13 N이었고, 전기자극을 실시한 그룹은 968.10±406.65 N으로 나타나 역시 전기자극을 실시한 그룹의 근력이 높은 것처럼 보이지만 통계적인 차이가 없었다(표 6).

Table 6. Comparison the effect of QSE and ES for concentric muscle strength**Mean ± SD : Newton**

weeks	QSE	ES	p-value
Pre-exercise	653.40±163.06	799.90±301.92	.194
2 weeks	764.80± 82.51	876.70±242.12	.194
4 weeks	767.80±169.92	874.30±223.71	.246
6 weeks	846.80±106.13	968.10±409.65	.386

QSE : Quadriceps setting exercise

ES : Electrical stimulation

2) 등척성 운동과 전기자극이 원심성 근력 증진에 미치는 효과 비교

등척성 운동과 전기자극으로 인해 발생한 근력 증진의 차이를 본 결과 원심성 근력이 운동 전 등척성 운동을 실시한 그룹은 774.80±281.59 N이었고, 전기자극을 실시한 그룹은 940.50±303.31 N으로 나타나 전기자극

을 실시한 그룹의 근력이 높은 것처럼 보이지만 통계적인 차이가 없었으며, 6주 운동 후에도 등척성 운동을 실시한 그룹은 1056.80±169.41 N이었고, 전기자극을 실시한 그룹은 1183.20±404.43 N으로 나타나 역시 전기자극을 실시한 그룹의 근력이 높은 것처럼 보이지만 통계적인 차이가 없었다(표 7).

Table 7. Comparison the effect of QSE and ES for eccentric muscle strength**Mean ± SD : Newton**

weeks	QSE	ES	p-value
Pre-exercise	774.80±281.59	940.50±303.31	.222
2 weeks	877.30±104.21	1006.90±250.41	.157
4 weeks	974.70±132.28	1057.10±302.92	.445
6 weeks	1056.80±169.41	1183.20±404.43	.380

QSE : Quadriceps setting exercise

ES : Electrical stimulation

IV. 고 찰

근력은 근수축에 의하여 발생하는 장력인데 단위면적에 비례하고 활동하는 섬유 수, 근육의 수축형태, 수축의 속도, 환자의 동기 등에 의하여 영향을 받는다(배성수 등, 1995). 근력을 증진시킬 수 있는 운동은 일반적으로 등장성 운동과 등척성 운동 그리고 등속성 운동이 있는데, 최근에는 전기자극을 통한 근력증가를 임상에서 흥미 있고 중요하게 받아들이고 있다(박래준과 강화순, 1998).

최근에는 임상에서 근력증진을 위한 운동으로 특별한 기구 없이 손쉽게 신체의 거의 모든 근육에서 시행하는 것이 가능하고 비교적 시간이 적게 들며 운동으로 인한 근육통 유발 등의 문제점을 배제할 수 있고, 움직임 때 통증이 생기거나 움직임 자체가 급기인 관절의 운동에도 적합한 등척성 운동(Larsson 등, 1978)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 오랜 동안 등척성 운동 시 수축시간, 휴식시간, 반복횟수 등의 변화와 근력 증강의 관계에 대한 많은 연구 결과가 제시되어 있는데, Delisa와 Gans(1993)는 등척성 운동을 통해 근력강화에 충분한 효과를 거두려면 운동량이 근 섬유의 피로를 유발시킬 정도로 강해야 하고 모든 근 섬유가 동원될 수 있을 정도로 충분한 시간동안 수축하는 것이 중요하다는 것을 제시하였다. 또한 Hettinger와 Muller(1953)도 등척성 운동을 이용해 실제로 효과를 거두려면 최소한 최대수축력의 2/3정도로 6초간 지속하는 것이 필요하다고 하였는데, Liberson(1984)은 최대 수축력으로 6초간 운동하는 프로그램을 통해 등척성 운동의 효과를 증명한 바 있다. 이것은 근 섬유의 피로를 유발시킬 정도의 강한 힘과 모든 근 섬유가 동원될 수 있을 정도의 충분한 시간이 6초 이상이 되어야 하기 때문으로 생각한다.

Liberson(1984)과 Prentice(1990)는 초기의 등척성 운동은 약한 저항이나 저항 없이 수행되는 저 강도의 운동이고, 연부 조직 손상후의 초기치유 단계 동안 근육 이완과 순환을 촉진시키기 위해서 그리고 근육의 통증과 경련을 감소시키기 위하여 이용되며, 근 섬유들이 치유될 때 근 섬유 사이에서 가동성을 유지시킨다고 하였다. 또 등척성 운동은 손상 후 관절 운동시 통증이 있거나 관절 운동이 바람직하지 않을 때에 근력 발달을 위해 이용된다고 하였다.

본 연구의 대퇴사두근 등척성 운동 방법은 선행연구(윤태식 등, 1991; 박윤길 등, 1995)들을 참조하여 앞

은 자세에서 좌측 슬와부에 타월을 대고, 무릎 신전과 족관절 배측굴곡을 수행하여 대퇴사두근의 등척성 수축을 유발하였다. 1회당 수축시간은 10초로, 이완시간을 10초로 하였으며, 한 번의 운동은 10회로 하였고, 전체 운동은 세 번을 하도록 하였다. 한 번의 운동 후 휴식시간은 2분으로 하였으며, 1주 당 2회, 6주간 총 12회의 등척성 운동의 결과 선행연구에서와 같이 근력의 증진을 볼 수 있었고, 특히 4주 이후에 근력 증가가 생긴 것으로 나타났는데, 이로 볼 때 등척성 운동으로 근력을 증진시키기 위해서는 최소한 4주 이상의 운동 기간이 필요함을 알 수 있었다.

전기자극에서의 근력증가는 Kots(1977)가 근력을 강화할 목적으로 중추과 전류를 사용하여 러시아 운동선수들을 훈련시켜서 수의적인 운동보다 30%~40% 더 크게 증가한다는 것을 처음으로 주장하면서 전기 자극으로 신경 지배근의 근력을 증강시키는 방법이 관심을 끌게 되었으며, 최근에 흥미 있는 연구 결과들이 알려졌으며, 임상에서도 중요하게 받아들여지고 있다(박래준과 강화순, 1998).

일반적으로 전기자극 효과는 정상근인 경우 경련감소, 근 재교육, 관절운동범위 유지 및 유착방지 부종감소이고, 변성근인 경우는 근위축 감소, 근섬유의 탄력성 증가, 근력 회복 및 증진으로 알려져 있으며, 신경 지배근의 전기자극이 인공적으로 근 수축을 유발시킴으로써 근력을 증강시킨다는 수많은 연구보고가 있다. 더욱이 근력을 증진시킬 수 있는 전기 자극 방법도 다양하게 제시되고 있다.

Pette 등(1973)은 전기 자극이 근육의 막 변화 즉, 활동 전위에 많은 영향을 미쳐 근 수축을 유발하여 근력이 증가한다고 하였다. Fahey 등(1985)도 전기 자극으로 근력이 증가되었다고 하였다. Delitto 등(1986)은 전십자인대 재건술 후 러시아 전류로 자극한 결과 대퇴사두근의 등척성 우력이 48% 증가하고 대퇴 둘레가 증가하였다고 하였으며, Cabric(1987)은 러시아 전류자극으로 대퇴사두근을 5주간 자극한 결과 대퇴사두근의 근력이 유의하게 증가되었다고 보고하는 등 러시아 전류자극에 따른 근력증진에 대해서 많은 보고가 제시되고 있다. 박래준과 강화순(1998)도 전기자극으로 대퇴사두근의 근력이 증가하였음을 보고하였다.

반면 본 연구는 전기 자극의 빈도를 50-60pps, 위상시간을 0.5ms로 한 단상파로, 6주간 12회의 전기자극을 실시하였으며, 연구 결과 전기자극으로 근력이 향상

되지 않은 것으로 나타났는데, 이는 1주당 자극 횟수를 2번으로 하여, 전기자극을 통한 근력이 충분히 발생하지 못했기 때문이라고 생각하며, 또한 본 연구에 사용된 전기자극이 충분한 근 수축을 일으키지 못했을 가능성이 있기 때문이라고 생각한다.

등척성 운동과 전기자극군의 근력증진 효과를 비교하는 연구에서 Patterson(1977)은 등척성 훈련 집단보다 전기자극 병행 집단이 더 큰 근력의 증가를 보였으며, Godfrey 등(1979)의 연구에서도 전기자극 집단이 등척성 훈련 집단 보다 더 큰 증가율을 보였다고 하였다. 반면 Currier 등(1977)은 등척성 운동군과 전기자극군 간의 근력차이는 없었다고 보고하고 있고, 박래준과 강화순(1998)의 연구에서도 등척성 운동군과 전기자극군 사이에 근력증진은 차이가 없는 것으로 나타났다. 하지만 현재까지도 전기자극이 등척성 운동에 비해 근력 증진에 더 효과적인지에 대한 논란이 계속되고 있다.

본 연구에서는 등척성 운동군과 전기자극군의 근력증진 효과를 비교해 본 결과, 전기 자극군에 비해 등척성 훈련 집단이 더 큰 근력 향상을 보여, 전체적으로 수의적 수축 운동이 전기 자극보다 근력 증가에 더욱 효과적인 방법으로 나타났다.

Kots(1977), Cabric(1987), Fahey 등(1985)이 전기 자극이 근력 증가에 효과적이었다고 보고하고 있기 때문에, 좀 더 다양한 자극변수들을 이용한 실험이 필요하리라 사료된다.

또한 본 연구는 실험 대상자가 적고, 운동의 기간과 빈도가 부족하였으며, 실험 기간 동안 대퇴사두근의 등척성 운동과 전기 자극 이외에 근력의 변화에 영향을 줄 수 있는 변수를 완전히 배제할 수 없었기 때문에 정확한 결과를 얻을 수 없었다는 제한점이 있었다.

그러므로 좀더 정확한 실험 측정치를 얻을 수 있는 실험설계가 필요할 것이라고 생각되며, 등척성 운동과 전기자극이 근력의 증진에 효과적이라는 것을 밝히기 위해 다양한 변수들을 고려한 연구가 필요하리라 생각된다.

V. 결 론

등척성 운동과 전기자극이 근력을 증진시킬 수 있는지를 알아보기 위해 20대의 건강한 성인 남자 20명을 대상으로, 등척성 운동군 10명과 전기자극군 10명으로 나누어 2001년 5월 2일부터 6월 12일까지 6주간 실험을

한 결과는 다음과 같았다.

1. 등척성 운동을 실시한 그룹은 운동 전의 구심성 근력 및 원심성 근력에 비해 6주 동안의 운동 후, 구심성 근력은 29.6%, 원심성 근력은 36.4%로 증가하여 등척성 운동이 근력증진에 효과적임이 나타났다.

2. 전기자극을 실시한 그룹은 구심성 근력 및 원심성 근력에 비해 6주 동안의 운동 후, 구심성 근력은 21.2%, 원심성 근력은 24.3%로 증가하였지만 통계적인 차이는 없었던 것으로 나타나, 전기자극이 근력증진에 도움이 되지 않는 것으로 나타났다.

< 참고 문헌 >

- 강정구 : 러시아 전류자극이 건강인 대퇴사두근의 근력 증가에 미치는 효과. 경희대학교 체육과학대학원(석사학위논문), 8, 1997.
- 김상범, 김진호 : 한국 정상성인의 슬관절 신근 및 굴근에 대한 등속성 운동 평가. 대한재활의학회지, 11(2), 173-181, 1987.
- 문정림, 강세윤 : 정상 성인에 있어 슬관절부 근육의 등척성 및 등속성 근력 평가. 가톨릭대학 의학부 논문집, 제42집 제1호, 321-331, 1989.
- 박래준, 강화순 : 전기 자극과 치료적 운동에 의한 슬관절 신전근의 근력 증가 효과. 대한물리치료학회지, 10(2), 33-39, 1998.
- 박용길, 전세일, 박은숙, 윤태식, 이중현 : 슬관절 신근의 등척성 운동시 혈압과 심박수의 변화. 대한재활의학회지, 19(2), 329-337, 1995.
- 배성수 외 12명 : 운동치료학. 서울 : 대학서림, 1995.
- 윤승호, 남경호, 김은이, 선광진 : 충남의대학생들의 슬관절 주위근에 대한 등속성 운동평가. 대한재활의학회지, 제14권, 제2호, 2, 68-27, 1990.
- 윤태식, 김애영, 김주섭, 신정순 : 슬관절 등척성 수축시 우력 양상과 심혈관계에 미치는 영향. 대한재활의학회지, 15(4), 387-397, 1991.
- 최영덕, 신원태 : 전기자극이 근력 증가에 미치는 영향. 스포츠과학연구지, 7 17-24, 1994.
- Cabic, M., Appell, H. T., Resic : Stereological analysis capillaries in electrostimulated human muscle. Int. J. Sport Med, 8, 327-330, 1987.

- Currier, D. P., Lehman, J., Lightfoot, P. :
Electrical stimulation in exercise of the
quadriceps femoris muscle. *Phys. Ther.*, 59,
1508-1512, 1977.
- Dalitto, A., et al : A study of discomfort with
electrical stimulation. *Phys Ther* 72 : 11, 1992
- Delisa, J.A., Gans, B.M. : *Rehabilitation
medicine: Principles and practice*. 2nd ed.,
Philadelphia, J.B. Lippincott Co., 526-554,
1993.
- Fehey, T.D., Harvey, M., Schroeder, R. V.,
Ferguson, F. : Influence of sex difference and
knee joint position on electric stimulation
modulate strength increases. *Med. Sci. Sports
Exer.*, 17, 144-147, 1985.
- Godfrey, C., Jayawardena, H., Quance, T.A. &
Welsh, P. : Comparison of electro stimulation
and isometric exercise in strengthening the
quadriceps muscle. *Physiotherapy Canada*,
31, 265-267, 1979.
- Gollnick, P. D., Saltin, B. : Selective glycogen
depletion in skeletal muscle fiber after exercise
of varying intensity and of varying pedalling
rates. *Microvasc Res.* 16. 73, 1978.
- Hettinger, T., Muller, E. A. : *Muskeileistung and
Muskeltraining*. *Arbeitsphysiologie*, 15: 111-
126, 1953.
- Delisa, J. A., Gans, B. M. : *Rehabilitation
medicine: Principles and practice*. 2nd ed., Phi-
ladelphia, J.B. Lippincott Co., p526-554,
1993.
- Kots, Y. M. : *Electrostimulation*. Symposium on
electrostimulation of skeletal muscle.
Canadian-Soviet Exchange Symposium.
Concordia University, Dec., 6-10, 1977.
- Liberson, W. T. : Brief isometric exercise. In
Basmajian JV. ed. *Therapeutic exercise* 4th ed.
Baltimore, Williams and Wilkins, p236-256,
1984.
- Larsson, L., Sidin, B., Karlsson, J. :
Histochemical and biochemical changes in human
skeletal muscle with age in sedentary males
age 22-65 years. *Acta Physiol Scand*, 103:
31-39, 1978.
- Patterson, P. R. : The effects of electrical
stimulation and Isokinetic training technique
on the strength and hypertrophy of the
quadriceps muscle. Unpublished masters
thesis, University of Western Ontario, 1977.
- Pette, D., et al : Influence of intermittent long-
term stimulated fast muscles, in Howland H,
Poortmans JR, (eds), *Metabolic adaptation to
prolonged physical exercise*. Basel, Birkhauser,
1975.
- Prentice, W. E. : *Rehabilitation Techniques in
Sports Medicine*. Times Mirror/Mosby, St
Louis, 1990