



열린사슬운동과 닫힌사슬운동이 큰가슴근과
위팔세갈래근의 근활성도에 미치는 영향

김주오¹, 장상훈²

¹베데스다병원 물리치료실

²김천대학교 물리치료학과

The Effect of Open and Close Kinetic Chain Exercise
on the Muscle Activity of Pectoralis Major and Triceps

Ju-O Kim¹, Sang-Hun Jang²

¹Dept. of Physical Therapy, Bethesda Hospital,

²Dept. of Physical Therapy, Gimcheon University

Abstract

Background: The purpose of this study was to investigate the effect of open and close kinetic chain exercise on the muscle activity of pectoralis major and triceps. **Method:** Twenty healthy male college students were assessed three times over two weeks. The participants were randomly assigned to OKCE(Open Kinetic Chain Exercise) and CKCE(Close Kinetic Chain Exercise). On the first day, the 7th day and the last day, The MP(mean power) and PT(peak torque) of the PM(pectoralis major) and TR(triceps) during the exercise were measured with an electromyography device and the study was compared. **Result:** In the present study, it was found that Statistical analysis of the measured values at the end of experimental period revealed statistically significant differences in the MP and PT values of TR and PM. **Conclusion:** These findings suggest that CKCE and OKCE may be an effective physical therapy intervention for strengthening muscular activity in patients with low activity in the upper limb, including normal subjects, although it is not suitable for effective exercise by selecting either CKCE or OKCE.

Key words : Kinetic chain exercise, Muscle activity, Pectoralis major & Triceps muscle.

© 2017 by the Korean Physical Therapy Science

I. 서 론

오늘날 과학기술의 발달에 따른 산업화 및 경제성장, 소득의 증가, 주 5일 근무제 등으로 인해 여가활동

이 증가하면서 여가에 대한 관심이 급속히 증가하고 있다. 현대 사회에서 일과 여가는 인간생활을 구성하는 중심축으로서 인간의 삶의 질 향상에 필수 요소가 되었다. 오늘날 여가의 개념은 ‘휴식, 오락, 인격형성’ 등의 소극적이고 고전적인 개념에서 탈피하여 적극적인 ‘인지된 자유 상태’로 변화하고 있으며, 여가의 본질적인 요소인 ‘선택성, 융통성, 자발성, 자기결정성’ 등을 강하게 추구하고 있다. 이러한 여가 개념의 변화와 여가활동 욕구 증대는 자연스럽게 스포츠 부문의 소비 증가로 이어지고 있다(국민의 여가활동과 생활체육 참여 실태 분석 및 활성화 방안, 2012).

현대인들은 삶에 질이 풍요로워지고 과학기술이 발전함에 따라 부족한 운동량을 보충하기 위해 체육시설을 찾는 비율이 높아지고 있다. 신체활동 수요자가 많아지면서 상대적인 공급자 역할을 하는 여러 운동시설들이 많이 생겨났는데 그 중에 헬스클럽이 대부분을 차지하고 있다. 많은 대중매체를 통해 운동정보들을 공유하는 가운데 전문적인 선수나 마니아들만 하던 웨이트 트레이닝이 보편화되어 누구나 쉽게 접할 수 있게 되었다(이정래, 2006).

최근 들어 웨이트 트레이닝은 아주 인기 있는 신체활동으로 각광받고 있다. 이러한 이유는 경기에 참가하는 운동선수들의 숫자가 증가하는 등의 여러 가지 원인에서 기인한다고 볼 수 있지만 가장 주된 원인은 일반인들이 신체단련의 필요성을 인식하게 된 것에 있다고 하겠다. 특히 웨이트 트레이닝은 근육을 발달시키고 또한 신체의 지방을 감소시켜 외모를 보기 좋게 만들기 위해서 많은 사람들이 웨이트 트레이닝을 한다(장경태 외, 1992).

웨이트 트레이닝의 가장 뚜렷한 효과는 근육이 강해지고 부피가 증대되는 것이다. 또한 웨이트 트레이닝을 실시하면 근육의 외양이 더욱 단단해져 보이며 근육이 수축되지 않은 상태에 있더라도 왜소해 보이지 않는다. 이러한 변화를 일컬어 근육의 탄력성이라 한다. 그리고 웨이트 트레이닝은 약해진 근육을 강화시켜서 인체의 각 부분을 보다 효율적으로 배열시킴으로써 좋은 자세를 유지하는데 도움이 된다. 그 외에도 부상당한 근육이나 관절의 치료에 웨이트 트레이닝을 이용하면 원래의 기능을 회복하는데 도움이 된다. 또한 신진대사, 유연성, 지구력 등에도 많은 효과

가 있다(이정숙 외, 1992.).

웨이트 트레이닝 중에서 가장 보편적으로 알려져 있는 것 중 하나가 벤치프레스가 있다. 그중 인클라인 벤치프레스가 있는데, 의자에 앉아 그 각도에 따라 운동효과가 달라지는 운동기구다(박경용, 2003).

근력을 강화하기 위해 다양한 기구를 이용한 운동을 하는데 벤치프레스, 고정형 자전거 등은 닫힌 사슬운동이다(박지환 외, 2011). 두 발이나 두 손이 지면이나 기계 그리고 다른 운동 기구, 장비나 물체와 서로 고정되어있어야 하는(박혜리, 2011) 닫힌 사슬 운동(close kinetic chain exercise, CKCE)은 인클라인 벤치프레스를 사용하였고, 자유로운 원위, 하지에 체중 부하가 없는(석창엽, 2008), 열린 사슬 운동(open kinetic chain exercise, OKCE)은 덤벨을 이용하였다.

인간의 몸은 여러 개의 골격 지렛대로 구성되어 있는 다관절 시스템인데 이들은 인련의 관절들로 연결되어 있고, 근육 활동에 의해 상호 작용하며 중추 신경 기전에 의해 통합 조절된다. 이러한 시스템들이 함께 인간의 운동 사슬(kinetic chain)을 구성한다(Brian D. et al., 1999). 인체의 분절과 각 관절을 연결하는 가상의 고리를 사슬운동이라 하며, 인체는 두 개의 사슬운동-OKCE 와 CKCE로 이루어져 있다고 볼 수 있다. OKCE는 먼쪽 관절이 고정되어 있지 않고 공간에 자유롭게 놓여 있는 상태를 말하며, 주요 역할은 인체의 움직임이나 운동을 촉진하는 상태이며 근육의 작용을 보았을 때는 닿는곳에서 이는곳으로 수축하는 양상을 보인다. CKCE는 먼쪽 관절이 어떤 물체에 고정되어 있는 상태를 말하며, OKCE와는 달리 인체의 안정성을 제공한다. 그리고 근육의 작용으로 볼 때 이는곳에서 닿는곳으로 수축하는 근육의 역작용이 여기에 속한다(구봉오 외, 2004 현문사). OKCE라는 용어는 손을 흔들거나 다리를 흔드는 것처럼 신체의 말초 분절을 공간에서 제한 없이 움직이는 것이며, 이와는 대조적으로 CKCE는 움직임 동안 말초 분절의 상당한 외부저항과 마주치게 되며, CKCE에서 한 관절의 움직임은 예측 가능한 형태로 인접한 관절의 움직임을 동반한다. OKCE는 인접한 관절을 동시에 움직이지 않고 공간에서 먼 쪽 분절이 자유롭게 움직이는 동작을 포함한다. 팔다리의 움직임은 움직이는 관절의 먼 쪽에서만 일어난다. CKCE는 지지면에 고정되거나 안정

된 먼쪽 분절 위에서 신체가 움직이는 것을 포함하며, 한 관절의 움직임은 먼쪽 뿐만 아니라, 비교적 예상 가능한 방법으로 몸쪽 관절에서의 움직임을 동반한다. CKCE는 주로 체중 부하 자세에서 이루어진다.(Kisner & Colby, 2010)

OKCE와 CKCE의 비교에서 OKCE보다 CKCE가 근력 향상에 더 큰 영향을 미쳤다(박혜리, 2011)

이 연구는 그동안 하지에 비해 부족했던 상지 쪽의 연구 결과를 알아보고, CKCE와 OKCE를 비교하였을 때 CKCE가 OKCE 보다 운동효과가 좋다고 생각하고, 두 군 간에 어떠한 차이가 나타나는지를 알아보기 위하여 시작하였다. 그리고 자신에게 주어진 여가시간을 보다 효율적으로 사용하기를 원하는 사람들과 임상적으로 환자에게 적합한 운동과 정확한 정보를 제공하기 위해 실시되었다. 인클라인 벤치프레스를 이용으로 CKCE를 실시하였을 때 큰가슴근(pectoralis major, PM)과 위팔세갈래근(triceps, TR)를 운동한 것과 덤벨을 이용하여 OKCE를 실시하였을 때 인클라인 벤치프레스와 비슷한 환경을 만들어 PM과 TR을 운동한 것의 결과로 CKCE군과 OKCE군을 비교하여 어떤 군이 더 효과적인지 알아보았다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 G 대학교에 재학 중인 건강한 남자 대학생 20명을 대상으로 2012년 4월 15일부터 4월 29일까지 시행하였다. 선정된 실험참여자는 OKCE와 CKCE에 임의로 10명씩 배정하여 실시하였다. 실험 참여자의 신체적 일반적 특성은 (표 1)과 같다.

실험 참여자들은 실험에 앞서 본 연구에 대한 실험의 내용과 절차에 대한 설명, 예상되는 효과 및 잠재적인 위험요소 등을 듣고 연구의 의의를 충분히 이해한 후 자발적으로 실험에 참여할 의사를 밝혔으며, 실험에 참가할 것을 동의하였다.

2. 연구절차

본 실험은 근활성도 증가를 위해 OKCE 군은 덤벨,

CKCE 군은 인클라인 벤치프레스를 사용하여 14일간 하루에 15kg의 무게로 1세트 당 15회씩 3세트 실시하였고, 세트 사이에 30초의 휴식을 취하였다. 또한 가장 근활성도가 증가하는 자세 즉, 팔과 등받이 각도가 40°(박경용, 2003)가 될 수 있도록 CKCE군은 의자의 높이를 조절하고 OKCE군은 운동하는 동안 보조인원을 배치했다.

측정을 위해 첫째 날과 7일째 날, 마지막 날에 30kg의 무게로 인클라인 벤치프레스 6회 실시하는 동안의 PM과 TR의 평균 힘(mean power, MP), 순간 최대 힘(peak torque, PT)를 근전도 측정 장비로 측정한 후 각각 비교하는 연구를 설계하였다.

근전도 측정을 하기 3일 전부터 음주, 헬스, 격한 운동을 자제할 것을 실험 참가자들에게 확실하게 인지시켰다.

OKCE는 인클라인 벤치프레스의 의자에 앉아 덤벨을 사용하여 인클라인 벤치프레스의 운동각도와 동일한 각도로 뻗어 운동을 하게 하였고, CKCE는 인클라인 벤치프레스를 이용하여 실시하였다.

근전도 도자의 경우 표면전극을 사용하여 PM의 상부와 TR에 부착시켰으며, 실험을 반복해 나갈 때 한번 사용한 도자는 폐기하고 다른 도자를 사용하였다.

3. 자료처리

자료의 통계는 상용 통계 프로그램인 PASW ver. 18.0을 이용하였으며, 각 군의 실험 전·후 PM과 TR의 근활성도 변화를 알아보기 위해 일원배치 반복측정 분산분석을 하였으며, 기간에서 유의한 경우 차이가 나는 기간을 확인하기 위해 개체 내 대비 검정을, 두 군에서 유의한 차이가 나타나는지 확인하기 위해 개체 간 효과 검정을 실시하였다. 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. OKCE 군의 운동 후 PM과 TR의 변화

OKCE 군의 각 기간별 PM과 TR의 MP와 PT 변화를 근전도 측정 장비를 사용하여 살펴보았다. 결과는

(표 2, 3) 과 같다.

2. CKCE 군의 운동 후 PM과 TR의 변화

CKCE 군의 각 기간별 PM과 TR의 MP와 PT 변화를 근전도 측정장비를 사용하여 살펴보았다. 결과는 (표 4, 5)와 같다.

3. 기간에 따른 처치효과 결과비교

Mauchly의 구형성 검정의 결과 구형성이 가정되지 않아 PM의 MP는 다변량 검정을 실시하였고, PM의 PT, TR의 MP, PT는 구형성이 가정되어 개체-내 효과 검정을 실시하였다. (표 6)에서 PM의 MP는 상호작용이 나타나지 않아 기간의 주 효과를 보았으며 유의한 차이가 나타났다.

(표 7)에서, PM의 PT는 상호작용이 나타나지 않아 기간의 주효과를 보았을 때 유의한 차이가 나타났고, TR의 MP는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, TR의 PT는 상호작용이 나타났다. (표 8)에서 유의한 차이가 나타난 PM의 MP, PT와 TR의 PT에서 기간별 처치효과를 비교하였을 때 1일 vs 7일과 1일 vs 14일 기간에서 유의한 차이가 나타났다.

4. 두 군의 비교 통계 결과

(표 9)는 유의한 차이가 나타난 PM의 MP, PT, TR의 PT의 값에서 OKCE군과 CKCE군에서 어떠한 군이 더 효과가 좋은지에 대한 통계의 결과이다. PM의 MP, PT, TR의 PT 모두 두 군 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

IV. 고 찰

근력은 근육이 발휘할 수 있는 힘이며 근력 강화는 그 근육이 힘을 발휘할 수 있는 기능의 향상을 의미한다(Enoka, 1988). 초기 근력증가는 신경 훈련 기전이 원인으로 운동단위 동원 능력의 향상으로 인해 근활성도가 증가하고 그 후 근 비대에 의해 근력증가가 이

루어진다(Hakkinen, 2001).

인클라인 벤치 프레스의 운동 각도 25°~55°에서 PM 상부와 중부 및 하부의 근전도에 있어서는 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, PM 상부에서 벤치 각도 간 근전도의 유의한 차이가 나타났다. 인클라인 벤치 프레스의 운동 각도 40°~55°에서 가장 높은 근활성도가 나타났다(박경용, 2003).

근육의 운동전위 신호인 근전도 활성화도와 근력간의 관계에 대해서는 아직 명확히 밝혀져 있지 않으나 여러 연구에서 비례적인 연관성이 있는 것으로 알려져 있다(이주강 외, 1995). 이 논문을 기초로 근력을 강화시키면 근활성도가 증가하는 것으로 생각하고 근전도를 이용하여 실험을 실시하였다.

근전도는 생체 신호로 동작을 수행할 시 눈에 보이지 않은 근육의 움직임을 보여주며, 근전도 장비는 동작 수행 시 근육에서 나타나는 전기 신호를 측정하는 장비이다.(Choi, Yu, 2007). 근전도는 근력을 평가하는 지표가 되어 운동단위 활동을 연구하는 것으로 간접적인 근의 신경 지배 양상을 보여준다(임희성, 1998).

인체가 발휘하는 근력은 근섬유가 수축함으로써 발휘되는데 전기적 자극이 중추신경계로부터 발생하여 신경계를 통해 각 운동 단위로 전달되며, 이 때 근육 주위에 수축이 일어나며 전위차가 매우 미세하게 발생하는데 근전도는 이 미세한 전위차를 증폭시켜 근육 활동을 전기적인 활동으로 추정하여 기록해 내는 것이다(서국응 등, 1996).

운동종류와 신체배열에 따라 운동이 구분되어진다. 운동종류에는 자기 체중을 이용한 운동방법, 기구를 이용하는 운동방법이 있다. 자기 체중을 이용한 운동방법 중 앉았다 일어서기, 앉았다 뛰기, 등 넘어뛰기, 다리 앞뒤로 교대하기, 발뒤꿈치 들기와 기구를 이용한 운동방법 중 레그 프레스, 레그 컬등을 통해서 다양하게 운동이 가능하다. 신체배열에 따라 OKCE과 CKCE으로 구분된다(권유정 등, 2012). OKCE와 CKCE의 비교는 주로 하지에서 이루어져 왔다. CKCE의 체계를 이용한 닫힌 힘 사슬통합기능체력운동이 OKCE의 체계를 이용한 열린 힘 사슬 통합기능체력운동 보다 효과적이다(박혜리, 2011)는 내용이나 근력 강화 초기 2주 동안 안쪽넓은근과 앞정강근에서 효과

적으로 나타났고, 가쪽넓은근, 뒤넓다리근, 장판지근은 CKCE가 더 효과적이다(권유정, 2008). CKCE와 OKCE의 근활성도 비교에서는 넓다리두갈래근의 긴갈래와 척추세움근에서 OKCE이 근활성도가 현저하게 증가한 것은 무릎관절과 허리뼈 부위에 미치는 영향이 크다고 볼 수 있으며, 통계적으로는 넓다리곧은근, 배곧은근, 척추세움근에서 유의한 차이가 나타났다(조정희 외, 2011). CKCE는 사지의 먼 쪽은 고정되어 있는 상태에서 몸 쪽과 먼 쪽에서 저항을 동시에 일어나는 운동으로 정의된다(권유정 등, 2012; 배원식과 김지혁, 2013). 두 발 또는 두 손이 지면 그리고 다른 운동, 장비나 물체와 서로 고정되어 있는 상태에서 근육 내 협응운동을 유발하여 운동을 기능적으로 할 수 있는 특징이 있다(김연주, 2007; 권유정 등, 2012). 닫힌 사슬 하지 저항운동군은 열린 사슬 하지 운동군에 비해 뇌졸중 환자의 근력, 균형, 보행능력에 보다 더 효과적이라고 할 수 있다(김형근, 2011). 안쪽넓은근과 앞정강근은 근력강화 초기 2주 동안은 OKCE가 더 효과적인 것으로 나타났고 다른 가쪽넓은근, 뒤넓다리근, 장판지근은 CKCE이 더 효과적이다(권유정 외 2012). 라는 내용의 하지 논문이 주를 이루었는데, 각 논문마다 결과 값이 전부다 다르게 나타났지만 각 실험마다 OKCE와 CKCE 둘 중 하나의 유의한 차이가 나타나는 논문이 많았다.

OKCE와 CKCE에서 팔을 굽힘 방향으로 45° 각도로 올려 위팔을 가쪽돌림 운동을 하는 것이 어깨세모근에 대해 상대적으로 가시아래근의 근활성도를 더 증가시킬 수 있는 방법임을 확인(장준혁, 2011)한 것, CKCE와 OKCE 모두에서 앞뒹근의 각도별 근활성도는 유의한 차이가 있었다(문성중, 2010)와 같은 상지 논문도 있었으나 하지를 다룬 논문들에 비해 미치지 못하는 숫자를 보였다.

앞에 나열한 논문을 보면 CKCE가 OKCE 보다 더 효과적이라고 생각되었으나 우리의 연구에서는 CKCE와 OKCE가 모두 근력 향상이 되었지만 두 운동 방법에 따라서는 차이를 보이고 있지 않다. 우리는 이 이유를 각각의 운동방법에 따라 근력 향상이 나타나지만 그 차이가 크지 않다는 것 때문이라 생각한다.

또 다른 것은 중량의 유무에 따른 EMG 결과 차이는 당연한 결과일 수 있어 같은 중량의 운동에 대한 다각적인 검토가 필요하며 모든 외적 부하가 주어지는 팔굽혀펴기, 벤치프레스 운동 시에 주동근 및 길항근에 대한 EMG의 피로반응과 젖산, 심박수를 통한 대사순환의 피로반응 및 혈압의 변화를 알아본 논문에서 OKCE와 CKCE의 비교 분석 시 기본적 특성에 따른 여러 반응의 차이 외에도 움직임의 각각 특수한 상황의 영향을 고려해야 하는 데(위승두 외, 2000), 단순히 OKCE와 CKCE의 비교 시 단순한 중량의 통일만을 고려하여 다른 각도에서 접근을 하지 않은 것이 두 군 사이에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않은 이유가 될 수 있을 것이라 생각한다.

또한 이 실험을 참가한 실험자들이 적어 통계적 오차 범위가 크며, 무작위로 뽑은 실험 참가자들의 일반적 특성이 통계적으로 차이는 나지 않지만 평균, 표준편차로 봤을 경우 생각보다 큰 일반적 특성 차이와 참가자들의 기본적인 근력 차이의 고려하지 않은 점도 이 실험의 제한점으로 생각된다.

실험 참가자들에게 기본적인 실험의 내용과 의도를 알려주었지만 실험 참가자 간의 실험에 대한 이해 정도를 일반화 시키지 못하였고, 운동을 하고 있는 당시 최대한 첫 근전도 측정 당시와 같은 환경을 만들어 실험 참가자의 심리 상태를 일치시키려고 노력하였지만, 실험을 시작하는 시간, 실험자의 당일 컨디션 상태를 유지시키는데 어려움이 있었고, 실험 참가자의 심리적 변인 등을 통제하는데 한계가 있었다. 또한 대부분 앞선 논문들의 실험은 적분 근전도(iEMG)와 근피로도(MEF), %MVIC를 사용하였으나, 본 연구에서는 근전도 측정 장비에 제시된 MP와 PT를 그대로 사용하여 객관성이 떨어지는 수치로 통계 분석하여 정확한 결과가 나오지 않았을 가능성이 있다.

따라서 앞으로의 연구에서는 충분한 연구 대상과 통제 환경, 다양하고 정확한 측정 장비를 동원하여 실험한다면 여가를 운동에 투자하는 사람들에게 정확한 정보를 제공할 수 있을 것이며, 임상적으로 의의가 있는 결과를 얻을 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 CKCE와 OKCE가 PM과 TR의 근활성도에 미치는 영향을 알아보기로 G 대학의 건강한 남학생 20명을 대상으로 실험을 실시하였고 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 열린사슬운동 군은 PM의 MP와 PT, TR의 MP와 PT의 근활성도 값이 증가하였다.
2. 닫힌사슬운동 군은 PM의 MP와 PT, TR의 PT의 근활성도값이 증가하였으며, TR의 MPD의 근활성도 값은 소폭 감소하였다.
3. 실험 기간이 끝난 뒤 측정치를 통계 분석한 결과 TR의 MP를 제외한 나머지 PM의 MP, PT, TR의 PT는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다.
4. 실험 기간이 끝난 뒤 측정된 값을 통계 분석한 결과 통계적으로 유의한 차이를 나타낸 PM의 MP와 PT, TR의 PT의 값에서 CKCE 군과 OKCE 군 중 어느 군이 더 효과적인지 알아본 통계 결과 3값 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않아 어느 군이 더 효과적으로 말할 수 없다.

이러한 결과는 CKCE와 OKCE군 중 어느 군을 선택해서 효과적인 운동을 하기에는 부적합하지만 정상인을 포함한 상지의 근활성도가 낮은 환자들의 근활성도 강화를 위해 CKCE와 OKCE가 효과적인 물리치료적인 중재로 제시될 수 있다고 할 수 있다.

참고문헌

구봉오 외 6명. 임상운동학 현문사, 2004;11-12.
 국민의 여가활동과 생활체육 참여 실태분석 및 활성화 방안, 2012.
 권유정. 열린 사슬과 닫힌 사슬운동이 정상 성인의 동적 균형 능력과 근활성도 변화에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원, 2008.
 권유정 외 2명. 열린사슬운동과 닫힌사슬운동이 정상 성인의 하지근활성도에 미치는 영향 대한물리학회지, 2012;7(2);173-182.

김연주. 닫힌사슬운동이 전십자인대 재건술 환자의 슬관절 안정성에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 석사학위 논문. 2007.
 김형근. 닫힌사슬과 열린사슬에서의 하지저항운동이 뇌졸중환자의 하지근 활성화, 균형, 보행에 미치는 영향. 한림대학교. 2011.
 문성중. 열린사슬운동 및 닫힌사슬운동에서 상완굴곡 각도에 따른 앞뿔니근의 근활성도 비교. 한서대학교 대학원. 2010.
 박경용. 벤치 프레스 운동 시 벤치 각도에 따른 대흉근의 근전도 분석. 인천대학교 대학원, 2003.
 박지환 외 32명. 정형도수 물리치료학 총론. 현문사, 2011;27-29.
 박혜리. 닫힌 힘 사슬과 열린 힘 사슬 통합기능체력운동이 발레 훈련 시 어린이의 근력, 균형 정렬 및 뇌 기능에 미치는 영향. 이화여자대학교 대학원. 2011.
 배원식, 김지혁. 닫힌사슬운동과 열린사슬운동이 요부안정화근의 두께에 미치는 영향. 대한통합의학회지. 2013;1(2);67-80.
 서국웅 외 5명. 생체역학. 부산: 으뜸사. 1996.
 석창엽 외 2명. 열린사슬 운동과 닫힌사슬운동시내측 광근과 대퇴이두근의 근활성도 차이 대한예방의학회지. 2008;12(3);115-128.
 위승두 외 2명. Closed kinetic chain 운동과 open kinetic chain 운동시 근육활성도와 피로반응 한국체육학회지. 1995;19;226-235.
 이홍연. 덤벨운동과 웨이트운동이 중년여성의 체력과 신체구성에 미치는 영향. 용인대학교 교육대학원. 2002.
 임희성. 계단상.하 보행시 대퇴사두근의 근전도 분석. 건국 대학교 대학원. 1998.
 장경태, 이정숙. 웨이트 트레이닝. 서울: 경인문화사. 1992.
 장정훈(역). Kisner C & Colby LA. Therapeutic Exercise Foundations and Techniques 5th Edition. 운동치료총론 서울:영문출판사. 2010.
 장준혁. 열린 사슬과 닫힌 사슬에서 위팔 바깥돌림 운

- 동이 가시아래근의 근 활성화도에 미치는 영향.
대구대학교 대학원. 2011.
- 조정희, 정소봉. 등장성 운동을 통한 폐쇄역학운동과 개방역학운동의 근 활성화도 분석. 한국체육학회지, 2011;40(4);633-643.
- Brian D. D., Daniel J.C., & Christopher P.R. Areview of open vs. closed kinetic chain exercise for lower extremity rehabilitation. Clin. Exer. Phys. 1999;1(2);57-63.
- Enoka, R. M.. Muscle strength and its development. New poerspectives. Sports Med. 1998;6(3);146-168.
- Hakkinen, K., Pakarinen, A., & Kraemer, W. J.(2001). Selective muscle hypertrophy change in EMG and force, and serum hormones during strength training in old women. J Appl physiol, 2001;91;569-580.
- Y. J. Choi, H, J, Yu, Human Arm Motion Tracking based on sEMG Signal Processing, Journal of Contrl, Automation, and Systems Engineering, 2007;13(8); 769-776.

논문접수일(Date Received) : 2018년 01월 27일
논문수정일(Date Revised) : 2018년 02월 23일
논문게재승인일(Date Accepted) : 2018년 03월 08일

부록 1. 표

표 1. 실험 참여자의 신체적 일반적 특성 (n=20)

| | OKCE(n=10) | CKCE(n=10) |
|---------|-------------|-------------|
| 나이(세) | 22.90±2.07 | 22.90±2.28 |
| 키(cm) | 176.80±7.88 | 172.10±7.96 |
| 몸무게(kg) | 75.00±8.19 | 66.40±11.27 |

OKCE : open kinetic chain exercise

CKCE : close kinetic chain exercise

표 2. OKCE 군 PM의 수치변화(μV) (n=10)

| | | 운동전 | 7일 | 14일 |
|----|----|---------------|----------------|----------------|
| PM | MP | 59.69±28.07 | 59.82±20.22 | 112.98±67.34 |
| | PT | 572.60±430.47 | 1014.80±820.90 | 1352.10±844.37 |

PM: pectoralis major

MP: mean power

PT: peak torque

표 3. OKCE 군 TR의 수치변화(μV) (n=10)

| | | 운동전 | 7일 | 14일 |
|----|----|---------------|-----------------|-----------------|
| TR | MP | 102.32±85.72 | 177.37±127.20 | 170.15±131.64 |
| | PT | 794.70±868.57 | 2029.60±1620.82 | 2160.20±1547.59 |

TR: triceps

MP: mean power

PT: peak torque

표 4. CKCE 군 PM의 수치변화(μV) (n=10)

| | | 운동전 | 7일 | 14일 |
|----|----|---------------|---------------|---------------|
| PM | MP | 45.65±20.83 | 62.03±26.18 | 99.63±40.01 |
| | PT | 417.20±321.61 | 601.60±283.89 | 962.70±265.25 |

PM: pectoralis major

MP: mean power

PT: peak torque

표 5. CKCE 군 TR의 수치변화(μW)

(n=10)

| | | 운동전 | 7일 | 14일 |
|----|----|----------------|----------------|----------------|
| TR | MP | 108.81±114.09 | 110.61±53.75 | 108.71±58.22 |
| | PT | 856.11±1081.89 | 1039.30±431.11 | 1098.40±537.56 |

TR: triceps
 MP: mean power
 PT: peak torque

표 6. 기간이 경과함에 따른 PM의 MP의 근전도 통계결과

| | | 값 | F-값 | 가설자유도 | 오차자유도 | p-값 | |
|----|----|----------|------|-------|-------|--------|-------|
| PM | MP | 기간 | .503 | 8.616 | 2.000 | 17.000 | .003* |
| | | 기간 * 운동군 | .117 | 1.124 | 2.000 | 17.000 | .348 |

PM: pectoralis major
 MP: mean power
 *p<0.05

표 7. 기간이 경과함에 따른 PM의 PT, TR의 MP, PT의 근전도 통계결과

| | | SS | df | MS | F-값 | p-값 | |
|----|----|----------|-------------|----|-------------|--------|-------|
| PM | PT | 기간 | 4393358.533 | 2 | 2196679.267 | 14.078 | .000* |
| | | 기간 * 운동군 | 202972.133 | 2 | 101486.067 | .650 | .528 |
| TR | MP | 기간 | 17627.416 | 2 | 8813.708 | 2.572 | .090 |
| | | 기간 * 운동군 | 16680.583 | 2 | 8340.292 | 2.434 | .102 |
| | PT | 기간 | 7719923.370 | 2 | 3859961.685 | 8.298 | .001* |
| | | 기간 * 운동군 | 3954678.130 | 2 | 1977339.065 | 4.251 | .022* |

PM: pectoralis major
 TR: triceps
 MP: mean power
 PT: peak torque
 *p<0.05

표 8. 기간 별 처치효과

| | | 기간 | SS | df | MS | F | p |
|----|----|------------|-------------|----|-------------|--------|-------|
| PM | MP | 운동전 vs 7일 | 1362.901 | 1 | 1362.901 | 1.653 | .215 |
| | | 운동전 vs 14일 | 57534.265 | 1 | 57534.265 | 16.437 | .001* |
| | PT | 운동전 vs 7일 | 1963137.800 | 1 | 1963137.800 | 5.673 | .028 |
| | | 운동전 vs 14일 | 8778125.000 | 1 | 8778125.000 | 25.975 | .000* |
| TR | PT | 운동전 vs 7일 | 1.005E7 | 1 | 1.005E7 | 9.793 | .006* |
| | | 운동전 vs 14일 | 1.292E7 | 1 | 1.292E7 | 12.595 | .002* |

PM: pectoralis major

TR: triceps

MP: mean power

PT: peak torque

*p<0.05