

대퇴사두근 등척성 운동시 손과 발목의 위치가 대퇴직근의 활동전위에 미치는 영향

연세대학교 대학원 보건학과 박사과정

이 충 휘

연세의료원 신촌세브란스병원 재활의학과

권혁철, 김인숙

연세대학교 보건과학대학 재활학과

구 애 련

ABSTRACT

The Effect of Hand Placement and Ankle Position on Rectus Femoris Action Potentials during Static Quadriceps Setting Exercise(S.Q.X.) in Healthy Subjects

Chung Hwi Yi, M.P.H., R.P.T., O.T.R.

Department of Public Health, The Graduate School of Yonsei University

Hyuk Cheol Kwon, M.P.H., R.P.T., O.T.R.

In Sook Kim, M.P.H., R.P.T., R.N.

Department of Rehabilitation Medicine, Yonsei University Medical Center

Marion E. Current, M.P.H., B.P.T., Tea. Cert. P.T.

Department of Rehabilitation, College of Health Science, Yonsei University

The purpose of this study was to determine the effect of three hand placement(forward, sideward, backward) and three ankle positions(active dorsiflexion, active plantar flexion, neutral position) on comfort facilitation of quadriceps contraction during static quadriceps setting exercise(S.Q.X.) in the sitting and the supine position in 30 young healthy subjects.

Thirty volunteers(16 males, 14 females) aged from 21 to 31 years($\bar{X}=26.4$, $s=2.5$) were studied. Upon completion of the test, each subject was asked in which position he/she felt most comfortable, and in which position the best contraction was felt.

In order to assure the statistical significance of the results, a paired t-test, a repeated one-way ANOVA and a repeated two-way ANOVA were applied at the 0.05 level of significance.

The results were as follows :

1. In the sitting position, there was a main effect reported according to hand placement ($p < 0.05$). But no main effect by ankle position and no interaction effect between hand placement and ankle position were observed in either right or left rectus femoris action potentials ($p > 0.05$).
2. In the supine position, there was no significant difference in rectus femoris action potentials in all three different ankle positions ($p > 0.05$).
3. Percentages of agreement between the most comfortable position for S.Q.X. and the position producing maximal action potential ranged from 35.7% to 62.5%.

In situations when S.Q.X. is required, the choice among the three ankle positions should be based on subject comfort. Especially in the case of sitting position, the authors recommend that the subjects' hands should be placed backward regardless of ankle position.

차 례

I. 서 론

II. 연구방법

1. 연구대상자 및 연구기간
2. 실험방법
3. 분석방법

III. 결 과

1. 앉은 자세에서의 활동전위
2. 누운 자세에서의 활동전위
3. 좌측과 우측의 활동전위 비교
4. 앉은 자세에서의 손과 발의 위치에 따른 활동전위
5. 누운 자세에서의 발목의 위치에 따른 활동전위
6. 대퇴사두근 등척성운동을 하기에 편안한 자세
7. 대퇴사두근 등척성운동을 하기에 편안한 자세와 최대의 활동전위를 보인 자세

IV. 고 찰

1. 연구방법에 대한 고찰
2. 연구결과에 대한 고찰

V. 결 론

참고문헌

부록 (평가기록지)

I. 서 론

근육의 생리화학적 특성의 하나는 수축이며 신체의 동작은 이러한 근수축에 의하여 이루어진다. 근수축은 그 기전에 따라 등척성수축 (isometric contrac-

tion) 과 등장성수축 (isotonic contraction)으로 구분된다 (Gardiner, 1963).

등척성수축은 운동을 일으키는 힘과 운동에 저항하는 힘이 균등하여 기시점 (origin) 과 부착점 (insertion) 과의 거리에 변화가 생기지 않을 뿐만 아니라 관절의 운동도 생기지 않는 수축을 말한다 (오정희, 1985). 등척성운동은 근력을 증가시키기 위하여 저항을 받는 상태로 등척성수축을 하는 것으로, 대개 움직이지 않는 물체에 대하여 힘을 주거나 어떤 물체를 들고 그대로 자세를 유지시키는 방법으로 실시되므로 정적 (static) 운동이라고도 한다.

등장성수축은 근내 장력은 그대로 유지하지만 근섬유의 길이가 변하여 근육이 수축하는 것을 말한다. 등장성수축에 의한 운동을 등장성운동 또는 동적 (dynamic) 운동이라고 한다.

임상에서는 슬관절에서 병리학적 소견을 보이는 급성기의 관절염, 슬개골연화증 (chondromalacia patella), 그리고 무릎 수술 후 고정 (immobilization) 이 필요한 경우, 대퇴사두근의 근위축 (atrophy) 을 예방하거나 근력을 강화시키기 위하여 대퇴사두근 등척성운동을 한다 (Allington 등, 1966 ; Brewster 등, 1983 ; Bilko 등, 1986 ; Hsieh 등, 1987 ; Monglia 등, 1987 ; Pelletier 등, 1987 ; Yasuda 와 Sasaki, 1987). 등척성운동을 실시하여 근력의 증가를 얻는데에는 근내 장력의 정도, 수축의 지속시간, 하루의 치료횟수, 총치료기간 등 여러 가지 요인에 의하여 영향을 받는다 (Kuprian, 1982 ; 강세운, 1984).

환자에게 적용되는 대퇴사두근 등척성운동 (static quadriceps setting exercise) 은 일반적으로 고관절

(hip joint) 과 슬관절을 편 상태로 누워서, 또는 슬관절을 편 상태로 다리를 들어올리면서 행하여 진다. 전통적으로 대퇴사두근에 대하여 등척성운동을 적용시킬 때, 특별한 이유는 없지만 물리치료사들은 환자에게 족관절을 족배굴곡(dorsiflexion) 시키도록 권유하였다(Tepperman 등, 1986).

Tepperman 등(1986)은 누운 상태에서 대퇴사두근 등척성운동을 할 때 족관절의 위치에 따라 대퇴사두근에서 발생하는 활동전위(action potential)를 비교하였는 바, 발목을 밑으로 하였을 때와 위로하였을 때의 대퇴사두근 활동전위간에는 차이가 없었다고 보고하였다.

그러나 대퇴사두근 등척성운동은 누운 자세에서 뿐만 아니라 앉은 자세와 선 자세 등 여러 자세에서 실시할 수가 있고(Gardiner, 1963), 질병의 상태에 따라 환자가 취할 수 있는 자세도 제한을 받을 수 있으므로, 각 자세별로 혹은 발목의 위치에 따라 최대한으로 대퇴사두근에 힘을 줄 수 있는 자세를 알아내는 것이 필요하다(Antich와 Brewster, 1986).

따라서 본 연구의 목적은 대퇴사두근 등척성운동시 누운 자세와 앉은 자세에서 손과 발목의 위치에 따른 활동전위의 변화를 비교하고, 최대한으로 활동전위를 발생시키는 자세와 편안하게 힘을 줄 수 있는 자세가 어느정도 일치하는지를 알아보고자 한다.

본 연구에서의 가설은 다음과 같다.

1. 누운 자세에서 대퇴사두근 등척성운동시 발목의 위치에 따라 대퇴직근(rectus femoris)의 활동전위는 차이가 있다.
2. 앉은 자세에서 대퇴사두근 등척성운동시 손과 발목의 위치에 따라 대퇴직근의 활동전위는 차이가 있다.

본 연구의 결과는 임상에서 대퇴사두근 등척성 운동을 적용할 때, 각 자세별로 효과적인 자세를 선택하는데 유용한 정보로 활용될 수 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자 및 연구기간

연구대상자는 본 연구의 목적을 이해하고 참여하겠다고 자원한 20대에서 30대 초반의 건강한 남, 여를 대상으로 하였다. 자원자 중에서 상지 또는 하지에 신경손상이 있었거나 대퇴사두근 주위에 근이식,

피부이식, 화상, 피부감각의 이상, 그리고 그 외에도 슬관절의 통증을 호소한 경우는 연구대상자에서 제외하였다. 연구대상자는 모두 연구를 시작하기 48시간 전에 실험에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용하지 않도록 하였고 심한 운동 등으로 인하여 근육이 피로한 상태에 있지 않도록 하였다.

연구대상자는 남자 16명, 여자 14명으로 총 30명이었다. 연구대상자에 대한 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (N=30)

	Male(n=16)	Female(n=14)
Age(yr)	26.6±2.5*	26.1±2.4
Weight(kg)	62.9±9.3	49.9±6.3
Height(cm)	169.5±4.9	158.6±5.0

*Mean±SD.

본 연구는 1988년 6월 15일부터 6월 30일까지 5명을 대상으로 예비실험을 한 후, 1988년 7월 15일부터 8월 30일까지 본 실험을 하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 대퇴직근의 활동전위를 알아보기 위하여 EMG-BIOFEEDBACK(EFB 50/1, 1987, SCHIPPERS-MEDIZINTECHNIK, GERMAN) 기계를 사용하였다(Fig. 1). 실험전에 기계의 조절장

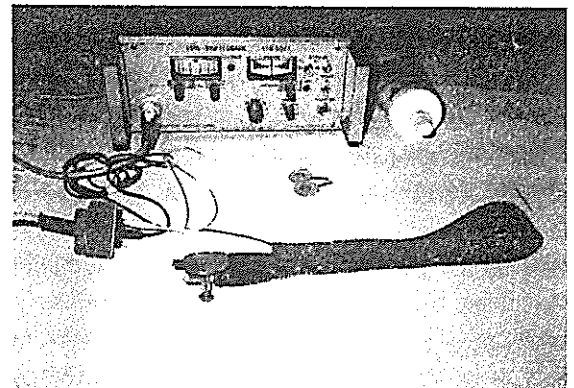


Fig. 1. EMG-Biofeedback unit set up for measurement.

치를 실험에 필요한 상태로 맞추어 놓았고 피부저항 등으로 생기는 오차를 최대한으로 줄이기 위하여 전극이 부착되는 피부표면을 알콜로 닦아내었다. 예비실험을 한후 작성한 평가기록지(부록 참조)에 따라 각 항목별로 좌측과 우측의 대퇴직근의 활동전위를 각각 측정하였다. 각 측정 항목을 확률수표(random number table)를 이용하여 순서를 정하고 그 순서에 따라 환봉전위를 측정하였다. 전극의 부착부위는 슬개골(patella) 상위부에서 10cm 위에 첫 번째 전극을 부착하였고, 첫 번째 전극에서 같은 선상으로 10cm 상부에 다시 두 번째 전극을 부착하였다(Fig. 2). 전극의 지름은 1cm이었고 전극과 피부표면 사이의 매개물질은 젤을 사용하였다.



Fig. 2. Electrode placement.

각 항목별 측정 횟수는 연속하여 2회 이었고, 대퇴직근의 활동전위는 2회 측정된 값의 평균값으로 정하였다. 활동전위를 측정하는 동안 피험자는 기계의 계기판을 볼 수 없게하여 시각적인 동기 유발자극을 제거하였고, 또한 청각적인 자극을 제거하기 위하여 기계의 오디오피드백(audio feedback) 스위치를 끈 상태로 놓았다.

실험자는 피험자에게 다음과 같은 지시사항을 알려 주었다.

“이 기계는 근육이 수축하고 있을 때 어느정도 힘을 주고 있는지를 알아보기 위하여 사용한다. 본 실험에서는 전류가 흐르는 것을 느끼지 못하니 안심하여도 된다. 실험도중에 어느 때라도 계속하기를 원하지 않으면 실험을 거부할 수 있다. 힘을 주는 동안 힘이 들면 ‘힘들다’라고 말하십시오.”

위와 같은 지시사항을 피험자에게 알려준 후, 각 항목별로 실험에 응해야 되는 자세와 발목의 위치 등을 다음과 같은 방법으로 알려 주었다.

“편안하게 누운 다음 발목을 위로 올리면서 대퇴부에 힘껏 힘을 주시오. 무릎을 펴고 앉은 자세에서 팔은 몸통 뒤로 편안하게 기대고 발목을 밑으로 내리면서 대퇴부에 힘껏 힘을 주시오.” 등과 같이 직접 알려주고 미비한 자세는 실험자가 시범을 통하여 교정하였다(Fig. 3).

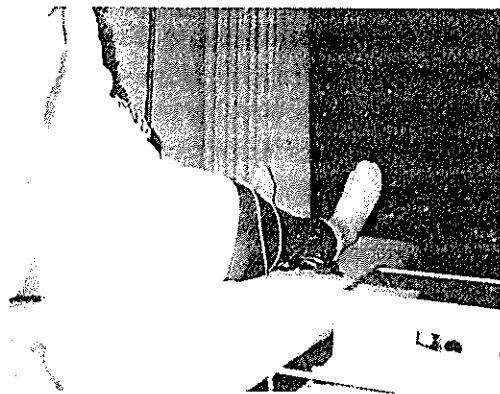


Fig. 3. Subject position during testing.

이와 같이 피험자가 대퇴사두근에 힘을 주는 동안 실험자는 계기판에 나타나는 수치의 최고치를 읽어 기록하였다. 측정시 근육의 피로도를 감안하여 세 가지 항목을 측정한 후, 3분 가량의 휴식을 취하도록 하였다.

피험자가 힘을 주고난 후, 다시 힘을 줄 때는 근육이 완전히 이완되는 것을 오디오피드백을 통하여 확인한 다음 실험자의 지시에 따라 힘을 다시 주도록 하였다. 피험자에게서 측정된 항목은 총 24개 항목으로 누운 자세에서 발목의 위치에 따라 6개, 앉은 자세에서의 손의 위치와 발목의 위치에 따라 18개 이었다. 실험하는데 소요된 시간은 피험자 1인당 약 40분 정도이었다. 측정자간의 관측오차를 제거하기 위하여 실험기간 동안 동일한 관찰자 1명이 계속 기

록하였다.

실험이 끝난 후, 실험자는 피험자에게 대퇴사두근 등척성운동을 하기에 편안하여 최대한 힘을 주었다고 생각하는 자세가 어떤 자세인지를 묻고 실제로 최대한의 활동전위를 보인 자세를 평가기록지에 기록하였다.

3. 분석방법

본 연구에서 측정된 값들은 부호화하여 컴퓨터에 입력시킨 후 SPSS/PC+와 BMDP를 사용하여 분석하였다. 측정된 값들은 성별, 손과 발목의 위치에 따라 활동전위의 평균값과 표준 편차를 알아 보았으며, 모든 자세에서 좌측과 우측의 활동전위를 비교하기 위해서는 짝비교 t-검정을, 누운 자세에서 발목의 위치에 따라 측정된 값은 반복측정에 의한 일원분산분석(repeated one-way ANOVA)을, 앉은 자세에서 측정된 값들은 손과 발목의 위치에 따른 주효과(main effect)와 상호작용 효과(interaction effect)를 알아보기 위하여 반복측정에 의한 이중분산분석(repeated two-way ANOVA)을 하였다. 통계학적인 유의성을 검정할 때 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

대퇴사두근 등척성운동시 편안하고, 힘을 많이 주었다고 응답한 자세와 실제로 최대의 활동전위를 보인 자세와의 일치율은 백분율로 알아보았다.

III. 결 과

30명의 건강한 성인이 앉은 자세와 누운 자세에서 대퇴사두근 등척성운동을 하는 동안 대퇴직근의 활동전위를 측정 한 결과는 다음과 같다.

1. 앉은 자세에서의 활동전위

1) 우측 대퇴직근의 활동전위

앉은 자세에서 대퇴직근의 활동전위는 손이 몸통 앞에 위치할 때와 옆에 위치할 때에는 큰차이가 없었으나, 몸통 뒤에 위치할 때는 차이를 보였다. 특히 손의 위치가 몸통 뒤에 위치하고 발목의 위치가 위로 향하였을 때, 대퇴직근의 활동전위는 남자와 여자에게 있어서 공통적으로 가장 높았다(Table 2).

2) 좌측 대퇴직근의 활동전위

우측 대퇴직근에서와 마찬가지로 손이 몸통 앞에 위치할 때와 옆에 위치할 때에는 큰차이가 없었으나 몸통 뒤에 위치할 때는 차이를 보였고, 특히 손의 위치가 몸통 뒤에 있고 발목의 위치가 위로 향하였을 때 대퇴직근의 활동전위는 남자와 여자에게 있어서 공통적으로 가장 높았다(Table 3).

2. 누운 자세에서의 활동전위

1) 우측 대퇴직근의 활동전위

Table 2. Action potentials of the right rectus femoris by hand placement and ankle position in sitting

(N=30, unit= μ V)

Hand placement	Ankle position	Male(n=16)	Female(n=14)	Total
Forward	Dorsiflexion	1,800.0 \pm 1,132.7*	1,496.3 \pm 1,013.0	1,658.3 \pm 1,071.2
	Plantar flexion	2,123.1 \pm 1,463.8	1,385.7 \pm 799.5	1,781.7 \pm 1,240.9
	Neutral	2,056.3 \pm 1,115.8	1,458.5 \pm 820.1	1,777.5 \pm 1,018.5
Sideward	Dorsiflexion	1,993.8 \pm 1,257.2	1,716.1 \pm 975.8	1,864.2 \pm 1,124.4
	Plantar flexion	1,901.6 \pm 1,181.5	1,412.5 \pm 699.5	1,673.3 \pm 1,001.5
	Neutral	2,040.6 \pm 1,097.2	1,608.9 \pm 1,026.7	1,839.2 \pm 1,059.7
Backward	Dorsiflexion	2,756.3 \pm 1,438.4	2,205.3 \pm 1,081.3	2,499.2 \pm 1,293.2
	Plantar flexion	2,484.4 \pm 373.8	1,744.7 \pm 845.8	2,139.2 \pm 1,199.2
	Neutral	2,461.0 \pm 1,468.3	1,908.9 \pm 895.2	2,256.7 \pm 1,258.5

*Mean \pm SD.

Table 3. Action potentials of the left rectus femoris by hand placement and ankle position in sitting

(N=30, unit= μV)

Hand placement	Ankle position	Male(n=16)	Female(n=14)	Total
Forward	Dorsiflexion	1,681.3 \pm 1,049.6*	1,267.9 \pm 879.3	1,488.3 \pm 987.3
	Plantar flexion	1,756.3 \pm 966.9	1,114.3 \pm 481.8	1,456.7 \pm 832.9
	Neutral	1,506.3 \pm 873.5	1,358.9 \pm 668.4	1,437.5 \pm 774.9
Sideward	Dorsiflexion	1,646.9 \pm 1,092.8	1,462.5 \pm 806.3	1,560.8 \pm 958.1
	Plantar flexion	1,678.1 \pm 952.5	1,139.3 \pm 549.9	1,426.7 \pm 824.4
	Neutral	1,784.4 \pm 1,095.1	1,253.6 \pm 753.7	1,536 \pm 973.4
Backward	Dorsiflexion	2,653.1 \pm 1,671.9	1,800.0 \pm 549.9	2,255.0 \pm 1,446.9
	Plantar flexion	2,050.0 \pm 1,151.2	1,348.2 \pm 582.4	1,722.0 \pm 982.0
	Neutral	2,206.3 \pm 1,308.3	1,666.1 \pm 811.7	1,954.2 \pm 120.6

*Mean \pm SD.

Table 4. Action potentials of the right rectus femoris by ankle position in supine.

(N=30, unit= μV)

Ankle position	Male(n=16)	Female(n=14)	Total
Dorsiflexion	2,798.5 \pm 1,296.5*	2,281.5 \pm 1,004.9	2,557.2 \pm 1,179.4
Plantar flexion	2,718.8 \pm 1,396.7	1,946.4 \pm 1,007.6	2,358.3 \pm 1,271.9
Neutral	2,554.7 \pm 1,339.9	1,817.9 \pm 1,008.7	2,210.8 \pm 1,234.7

*Mean \pm SD.

Table 5. Action potentials of the left rectus femoris by ankle position in supine.

(N=30, unit= μV)

Ankle position	Male(n=16)	Female(n=14)	Total
Dorsiflexion	2,925.0 \pm 1,538.7*	2,051.8 \pm 1,115.1	2,517.5 \pm 1,406.5
Plantar flexion	2,565.6 \pm 1,547.1	1,932.2 \pm 1,298.5	2,270.0 \pm 1,448.2
Neutral	2,615.6 \pm 1,323.4	2,200.0 \pm 1,412.6	2,421.7 \pm 1,358.2

*Mean \pm SD.

누운 자세에서 대퇴직근의 활동전위는 성별에 관계 없이 발목의 위치가 위로 향하였을 때 가장 높았고, 중립의 위치에 있을 때 가장 낮았다(Table 4).

2) 좌측 대퇴직근의 활동전위

누운 자세에서 좌측 대퇴직근의 활동전위는 성별에 관계없이 발목의 위치가 위로 향하였을 때 가장 높았고 발목의 위치가 아래로 향하였을 때 가장 낮았다

(Table 5).

3. 좌측과 우측의 대퇴직근 활동전위 비교

1) 앉은 자세

앉은 자세에서 좌측과 우측의 대퇴직근 활동전위를 비교해보면, 손이 몸통앞에 위치하고 발목이 위로 향하였을 경우와 손이 몸통 옆에 위치하고 발목이

아래로 향하였을 경우를 제외하고, 모든 자세에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 6).

2) 누운 자세

누운 자세에서 발목의 위치에 따른 좌측과 우측의 활동전위는 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 7).

4. 앉은 자세에서 손과 발목의 위치에 따른 활동전위

손과 발목의 위치가 대퇴직근의 활동전위에 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 반복측정에 의한 이중분산분석을 하였다. 우측과 좌측 대퇴직근의 활동전위는 손의 위치에 따라서만 영향을 받을 뿐 발목의 위치나 손과 발목의 위치에 의한 상호작용 효과는 없

었다(Table 8, 9).

5. 누운 자세에서의 발목의 위치에 따른 활동전위

누운 자세에서 발목의 위치에 따라 대퇴직근의 활동전위가 달라지는 지를 알아보기 위하여 반복측정에 의한 일원분산분석을 하였다. 우측 대퇴직근과 좌측 대퇴직근의 활동전위는 발목의 위치에 따라서 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 10, 11).

6. 대퇴사두근 등척성운동을 하기에 편안한 자세

앉은 자세에서 대퇴사두근 등척성운동을 하기에 편안한 자세는 발목의 위치를 위로한 상태가 17명(56.7%)으로 가장 많았다. 성별로 편한 자세를 구분하여 본 결과 발목을 위로 한 상태에서는 남녀별로

Table 6. A comparison of right and left rectus femoris action potentials in sitting
(N=30, unit= μV)

Hand placement	Ankle position	Right	Left	t-value
Forward	Dorsiflexion	1,658.3 \pm 1,071.2**	1,488.3 \pm 987.3	1.4
	Plantar flexion	1,781.7 \pm 1,240.9	1,456.7 \pm 832.9	2.3*
	Neutral	1,777.5 \pm 1,018.5	1,437.5 \pm 774.9	2.2*
Sideward	Dorsiflexion	1,864.2 \pm 1,124.4	1,560.8 \pm 958.0	2.4*
	Plantar flexion	1,673.3 \pm 1,001.5	1,426.7 \pm 824.4	1.4*
	Neutral	1,839.2 \pm 1,059.7	1,536.7 \pm 973.4	2.8*
Backward	Dorsiflexion	2,499.2 \pm 1,293.2	2,250.0 \pm 1,446.8	2.1*
	Plantar flexion	2,139.2 \pm 1,199.1	1,722.5 \pm 982.0	3.1*
	Neutral	2,256.7 \pm 1,258.5	1,954.2 \pm 720.6	3.0*

*Significant at 0.05 Level.

**Mean \pm SD.

Table 7. A comparison of right and left rectus femoris action potentials in supine
(N=30, unit : μV)

Ankle position	Right	Left	t-value
Dorsiflexion	2,557.2 \pm 1,179.4**	2,517.5 \pm 1,406.5	.2*
Plantar flexion	2,358.3 \pm 1,271.9	2,270.0 \pm 1,448.2	.4*
Neutral	2,210.8 \pm 1,234.7	2,421.7 \pm 1,358.2	-1.2*

*Not significant at 0.05 level.

**Mean \pm SD.

Table 8. Two-way repeated ANOVA of the right rectus femoris action potentials by hand placement and ankle position in sitting.

(N=30)

Source	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F-value
Hand placement	17,077,976.9	2	8,538,988.4	6.51*
Ankle position	929,588.0	2	464,794.0	.35
Interaction	1,992,314.8	4	498,078.7	.38
Error	342,299,520.8	261	1,311,492.4	

*Significant at 0.05 level.

Table 9. Two-way repeated ANOVA of the left rectus femoris action potentials by hand placement and ankle position in sitting.

(N=30)

Source	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F-value
Hand placement	15,418,301.7	2	7,709,150.8	7.61*
Ankle position	2,226,248.9	2	1,113,124.5	1.10
Interaction	1,920,181.1	4	480,045.3	.47
Error	264,229,042.5	261	1,012,371.8	

*Significant at 0.05 level.

Table 10. One-way repeated ANOVA of the right rectus femoris action potentials by ankle position in supine.

(N=30)

Source	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F-value
Ankle position	2,067,200.7	2	1,033,600.4	.70*
Error	129,101,121.6	87	1,483,920.9	

*Not significant at 0.05 level.

Table 11. One-way repeated ANOVA of the left rectus femoris action potentials by ankle position in supine.

(N=30)

Source	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F-value
Ankle position	940,513.9	2	470,256.9	.24*
Error	171,988,104.2	87	1,976,874.8	

*Not significant at 0.05 level.

차이가 없었으나, 발목을 밑으로 한 상태에서는 남자가, 발목을 중립적인 위치에 놓는 경우는 여자가 많았다.

누운 자세에서는 발목을 위로한 상태에서 대퇴사두근 등척성운동을 하기에 편안하다고 응답한 경우가 16명(53.3%)으로 가장 많았다(Table 12).

7. 대퇴사두근 등척성운동을 하기에 편안한 자세와 최대의 활동전위를 보인 자세

대퇴사두근 등척성운동을 하기에 편안한 자세와 대퇴직근에서 최대의 활동전위를 보인 자세가 어느 정도 일치하는지 알아보기 위하여 우측과 좌측, 앉은 자세와 누운 자세로 나누어 비교하였다(Table 13). 앉은 자세에서는 남자가 62.5%로 우측 대퇴직근에서 가장 높았고, 누운 자세에서는 여자가 57.1%로 우

측 대퇴직근에서 가장 높았다. 편안한 자세와 실제로 최대의 활동전위를 나타낸 자세와의 일치율 범위는 최소 35.7%에서 최고 62.7%에서 최고 62.5%이었다.

IV. 고 찰

1. 연구방법에 대한 고찰

본 연구에서는 대퇴사두근 등척성 운동시 앉은 자세에서 발목의 위치와 손의 위치에 따라 대퇴직근에서의 활동전위의 차이를 보고, 누운 자세에서 발목의 위치에 따라 대퇴직근의 활동전위가 차이가 있는지를 알아보기 위하여 30명의 동일인을 대상으로 반복측정 실험설계(repeated measurement design)에 의한 연구를 하였다.

Table 12. A comfortable position for S.Q.X.*

(N=30)					
Position	Hand placement	Ankle position	No. of Male (n=16)	No. of Female (n=14)	Total (%)
Sitting	Backward	Dorsiflexion	9 (56.3)	8 (57.1)	17 (56.7)
		Plantar Flexion	6 (37.5)	1 (7.1)	7 (23.3)
		Neutral	1 (6.2.)	5 (35.8)	6 (20.0)
		Total	16(100.0)	14(100.0)	30(100.0)
Supine	—————	Dorsiflexion	8 (50.0)	8 (57.2)	16 (53.3)
		Plantar flexion	4 (25.0)	3 (21.4)	7 (23.3)
		Neutral	4 (25.0)	3 (21.4)	7 (23.3)
		Total	16(100.0)	14(100.0)	30(100.0)

*S.Q.X. : Static quadriceps setting exercise.

Table 13. Percentage of agreement between comfortable position and maximal action potential (N=30, unit : %)

Position	Right		Left	
	Male	Female	Male	Female
Sitting	62.5	42.8	56.3	35.7
Supine	43.8	57.1	56.3	50.0

반복측정 실험설계를 적용하는 경우에는 다음과 같은 가정에 맞아야 한다. 첫째, 동일한 사례에 대한 실험처치가 다른 실험처치에 영향을 주지 않아야 한다. 둘째, 실험효과를 측정하는 과정에 있어서도 먼저의 검사효과가 다음번 검사에 영향을 주지 않아야 한다. 따라서 실험과정을 통하여 학습효과가 있을 때에는 이러한 실험설계를 하는 것이 바람직하지 않다.

그러나 동일한 사례가 모든 실험조건에 사용되므로 여러 가지 혼란변수(confounding variable)들의 작용을 통제할 수 있으므로 위와 같은 제한 조건을 만족시킨다면 다른 실험설계보다 우수하다(임인재, 1984).

실험과정에서는 동일인을 대상으로 한쪽 다리에 앉은 자세에서 9개, 누운 자세에서 3개의 항목을 측정하였다. 이 과정에서 먼저의 검사효과가 다음번 검사에 영향을 주는 것을 방지하기 위하여, 확률수표를 이용하여 측정 순서를 정하였고 그 순서에 따라 측정을 하였다. 또한 근육의 피로가 실험효과에 영향을 주는 것을 피하기 위하여 실험전에 심한 운동을 하지 않도록 하였고, 실험중에도 3개의 항목을 측정 한 후에는 반드시 3분 이상 휴식을 취하도록 하였다. 피험자가 다시 힘을 줄 때는 근육이 완전히 이완된 상태임을 오디오피드백을 통하여 확인한 후, 실험자의 지시에 따라 대퇴사두근에 힘을 주도록 하였다.

이와 같은 방법으로 반복측정 실험설계를 이용할 때 필요한 가정들을 충족시켰다. 실험하는 동안에 학습효과에 의한 오류는 확률수표에 의한 측정순서를 따랐기 때문에 통제가 되었다고 생각한다. 연구대상자는 모두 잘 사용하는 다리(dominant leg)가 오른쪽이었다.

수집된 자료가 동일한 대상에서 반복하여 측정된 자료이므로 반복측정에 의한 분산분석 방법을 이용하여 분석하였다. 본 연구에서 자료를 분석할 때 SPSS/PC+와 BMDP를 이용하였다. 그 이유는 SPSS/PC+에는 반복측정에 의한 이중분산 분석을 할 수 있는 통계 프로그램이 없기 때문이었다.

2. 연구결과에 대한 고찰

운동치료를 근골격계의 기능을 향상시키거나 그 기능을 유지시키기 위하여 신체 또는 신체의 일부를 움직이어서 실시하는 물리치료방법 중의 하나이다(강세운, 1984). 운동치료는 근육의 수축방법에 따라 등척성운동, 등장성운동, 등속성(isokinetic) 운동으로 나눌 수 있다.

등척성운동은 관절을 움직이지 않고 근육만 수축하는 운동으로 Hettinger와 Müller(1965)가 근력을 얻기 위하여 중요하다고 보고하였다. 등척성운동의 장점은 관절을 움직이지 않고 국소적인 근육을 운동시킬 수 있다는 점이다. 또한 근력증강의 속도도 동적 운동에 비하여 훨씬 빠르다. 그러나 운동을 중단하면 근력이 감소하는 속도도 상당히 빠르다. 한편 등척성운동시 실험관계에는 상당한 긴장이 가해지므로 심장마비의 위험이 있는 환자에게 적용할 때는 주의가 필요하다(Kuprian, 1982).

등속성운동은 등장성수축을 이용한 저항운동의 하나로써 근력을 강화시킬 목적으로 사용한다(DeLateur 등, 1972). 등속성 운동방법은 운동속도를 미리 일정하게 고정시켜 놓고 이에 맞추어 저항이 변화되도록 고안된 기구에서 실시된다(Thistle 등, 1967). 등속성운동의 특징은 관성(inertia)의 영향을 받지 않기 때문에 관절운동이 일어나는 전구간을 통하여 어떠한 시점에서든 근육이 최대의 힘을 내는 것이다. 등속성운동은 최근 10여년 동안에 Cybex II를 비롯한 각종 기구가 개발됨에 따라 특히 스포츠의학 분야에서 연구와 치료목적으로 널리 사용되고 있으며, 물리치료 분야에서도 관심이 높아지고 있다(Bilko 등, 1986).

근육은 적당한 자극을 받아야 그 힘을 유지한다. 만일 근육이 완전히 이완상태로 수축을 전혀하지 않을 경우, 초기에 매일 5%씩 근력이 약화되며(Müller와 Rohmerts, 1963), MacDougall 등(1980)은 석고붕대로 고정시켰을 경우, 5-6주 후에는 1주마다 8%씩 근력 약화를 볼 수 있었다고 하였다. 그러므로 운동 선수가 부상이나 기타 원인으로 운동을 계속하지 못하고 전신 또는 국소부위를 사용하지 않으면 당연히 근육이 위축되고 따라서 근력이 약해진다.

Liberson(1978)은 간단한 등척성운동을 하루에 1회 실시할 경우, 등장성운동의 경우보다 근력과 지구력이 결코 떨어지지 않는다고 하였다. Rosentswing(1972) 등은 등속성운동이 등척성운동이나 등장성운동에 비하여 현저한 근력증강 효과가 있다고 하였으나 DeLateur(1972) 등과 Johnson(1982)은 차이가 없다고 하였다.

무릎 손상이나 무릎 손상으로 인한 수술 후 회복기간을 단축시키는 재활 치료는 전체 치료과정에 있어서 중요하다(Brewster 등, 1983). 대퇴부골절이나 무릎 손상으로 인하여 오랫동안 사용하지 않게 되면,

근위축이나 근긴장저하증(hypotonia)이 생기고 환자의 회복기간이 길어지게 된다.

대퇴부 근육을 강화시키기 위하여 흔히 사용되는 운동치료 방법 중의 하나는 대퇴사두근 등척성운동이다. 이 운동은 무릎을 완전히 신전시키고 대퇴사두근의 등척성 수축을 하는 것이다. 대퇴사두근 등척성운동을 대개 6초 내지 10초 동안 사용할 때가 straight leg raising이나 능동적 무릎신전운동(active knee extension)을 할 때보다 근전도(EMG) 활동이 활발하였다(Pocock, 1963).

Antich와 Brewster(1986)는 대퇴와 슬개골 관절 통증(patellofemoral joint pain)을 감소시키기 위한 방법으로 대퇴사두근 등척성운동을 시행하기 전에 발목을 위로 올리는 방법을 제안하였다. 많은 학자들은 발목을 위로 올리는 것이 대퇴부 근육 수축을 촉진시킨다고 가르쳐왔다. 그러나 근육내 근전도 침을 삽입하여 측정해본 결과 차이가 없었다. 오히려 족관절을 위로 올리는 것은 대퇴사두근의 수축을 방해한다고 믿고 있다. 그 이유로서 Antich와 Brewster(1986)은 발목을 위로 올리는 동작이 flexor withdrawl reflex와 관련이 있어서 슬건근의 수축을 촉진시키고, 대퇴사두근의 수축을 억제하기 때문이라고 하였다. 임상에서 이러한 동작을 하면, 대퇴사두근을 이완시키기 때문에 통증이 감소한다고 하였다. 통증이 감소하는 이유는 대퇴사두근의 수축이 감소하기 때문이다. 또 다른 이유는 비복근이 관련되었다는 설명이다. 즉, 족관절을 위로 올렸을 때, 두개의 관절을 지나는 근육인 비복근이 수축하게 되어 무릎 관절이 약간 굴곡하게 되므로, 슬관절이 완전히 신전됨으로 인하여 생겼던 통증이 감소하게 된다는 것이다.

따라서 대퇴사두근 등척성운동은 근력 강화를 목적으로 사용될 뿐만아니라 슬관절의 통증을 감소시킬 때도 사용할 수가 있다.

한편 누운 자세에서 대퇴사두근 등척성운동시 발목의 위치에 따른 대퇴사두근의 활동전위를 비교한 연구는 있으나(Tepperman 등, 1986), 앉은 자세에서 발목의 위치와 손의 위치를 동시에 고려하여 시도된 연구는 없었다. 본 연구에서는 결과를 살펴보면 발목의 위치에는 관계없이 손의 위치에 따라서만 활동전위에 있어서 차이가 있었다(Table 8, 9) 앉은 자세에서 손이 몸통 뒤에 있을 때, 대퇴직근의 활동전위가 가장 높게 나타났다. 그 이유는 첫째, 손이 몸통 앞이나 옆에 있을 때는 슬건근이나 요배근육(low

back muscles)이 긴장하게 되어 대퇴사두근에 힘을 많이 줄 수 없기 때문이다. 둘째, 손이 몸통 뒤에 있을 때는 대퇴사두근의 기시점과 부착점과의 거리가 멀어지게 되므로 근육의 수축을 일으키기 쉽다.

누운 자세에서 대퇴사두근 등척성운동시 발목의 위치에 따라 대퇴직근에 발생하는 활동전위에는 양쪽 다리에서 차이가 없었다(Table 10, 11).

Tepperman 등(1986)의 연구에서는 발목의 위치에 따라 차이가 있었고, 특히 발목을 위로 올린 경우와 밑으로 내린 경우에는 차이가 없었으나 발목을 중립의 위치에 놓았을 때는 나머지 두 경우와 차이가 있었다. 본 연구와 Tepperman 등(1986)의 연구는 측정 도구와 실험방법의 차이로 결과를 비교할 수 없었다.

대퇴사두근 등척성운동을 하기에 편안한 자세와 실제로 대퇴직근에서 최대의 활동전위를 나타낸 자세와의 일치율 범위는 최소 35.7%에서 최고 62.5%이었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때, 임상에서 대퇴사두근 등척성운동시 발목을 올리면서 대퇴부에 힘을 주도록 권유하는 전통적인 방법보다는 대상자가 편안한 자세를 취하게 한 후, 근전도 바이오피드백을 이용하여 최대한으로 활동전위가 생기는 자세를 선택하는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 대퇴사두근 중 대퇴직근 하나만을 선택하여 실험하였고 20대에서 30대 사이의 특정한 연령층만을 대상으로 하였기 때문에 본 연구의 결과를 환자에게 적용할 때는 주의가 필요하다. 현재 외국에서는 대퇴사두근 등척성운동 하나만을 환자에게 적용하는 것이 아니라 전기자극을 함께 사용하여 근력의 변화를 연구하는 추세이므로(Selkowitz, 1985; Delitto 등, 1986; Sisk 등, 1987), 앞으로 이 분야의 연구는 이러한 점을 고려하여 실시되어야 할 것이다.

V. 결 론

누운 자세와 앉은 자세에서의 대퇴사두근 등척성운동시 손과 발목의 위치에 따른 대퇴직근의 활동전위의 변화를 비교하고, 대퇴사두근 등척성운동을 실시하기에 편안한 자세와 최대 활동전위를 보인 자세가 어느 정도 일치하는 지를 알아보았다.

연구대상은 본 연구의 목적을 이해하고 참여하겠다고 자원한 20대에서 30대 초반의 건강한 남녀 30명(남자 16명, 여자 14명)을 대상으로 하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 앉은 자세에서 대퇴사두근 등척성운동시 손의 위치에 따라서는 주효과가 있었으나($p < 0.05$), 발목의 위치에 따라서는 주효과가 없었고, 손의 위치와 발목의 위치에 따른 상호작용효과도 양쪽다리에서 모두 없었다($p > 0.05$).

2. 누운 자세에서 발목의 위치에 따라 대퇴적근의 활동전위는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

3. 대퇴사두근 등척성운동을 하기에 편안한 자세와 대퇴적근에서 최대의 활동전위를 나타낸 자세와의 일치율 범위는 최소 35.7%에서 최고 62.5%이었다.

임상에서 대퇴사두근 등척성운동을 실시할 때, 발목을 위로하면서 대퇴사두근에 힘을 주도록하는 전통적인 방법을 일률적으로 적용하기 보다는, 손의 위치를 고려하여 대상자가 편안하게 힘을 최대한으로 줄 수 있는 자세를 선택하게 한 후, 근전도 바이오피드백을 이용하여 최대 활동 전위가 나타나는 발목의 위치에서 운동을 하도록 해야한다.

앞으로 전 연령층을 대상으로 대퇴사두근 등척성운동과 전기자극을 병행하여 여러 가지 자세에서 근력의 변화를 비교하는 연구가 시도되기를 바란다.

참 고 문 헌

1. 강세윤 : 운동과 재활, 대한스포츠의학회지 2(2) : 29-33, 1984
2. 오정희 : 재활의학, 대학서림, 1985
3. 임인재 : 통계방법, 박영사, 1984
4. Antich TJ, Brewster CE : Modification of quadriceps femoris muscle exercise during knee rehabilitation. *Phys Ther* 66(8) : 1246~1251, 1986
5. Allington RO, Baxter ML, Koepke GH, et al : Strengthening techniques of the quadriceps muscles : an electromyographic evaluation. *J Am Phys Ther Ass* 46 : 1173~1176, 1966
6. Bilko TE, Paulos LE, Feagin JA, et al : Current trends in repair and rehabilitation of complete(acute) anterior cruciate ligament injuries. Analysis of 1984 questionnaire completed by ACL study group. *Am J Sports Med* 14(2) : 143~147, 1986
7. Brewster CE, Moynes DR, Jobe FW : Rehabilitation for anterior cruciate reconstruction. *J Orthopaedic Sports Phys Ther* 5 : 121~126, 1983
8. Delateur B, Lehmann JF, Warren CG, et al : Comparison of effectiveness of isokinetic and isotonic exercise in quadriceps strengthening. *Arch Phys Med Rehabil* 53 : 60~64, 1972
9. Dellito A, Rose SJ : Comparative comfort of three wave forms used in electrically elicit quadriceps femoris muscle contractions. *Phys Ther* 66(11) : 1704~1707, 1986
10. Gardiner MD : The Principles of Exercise Therapy. G Bell and Sons, Ltd, London, 3rd ed., p. 165, 1963
11. Hettinger T, Müller EA : Muskelleistung and unsckeltraining. *Arbeitsphysiologie* 15 : 111, 1955
12. Hsieh LF, Didenko B, SchumacherHR, et al : Isokinetic and isometric testing of knee musculature in patients with reumatoid arthritis with mild knee involvement. *Arch Phys Med Rehabil* 68 : 294~297, 1987
13. Johnson T : Age-related differences in isometric and dynamic strength and indurance. *Phys Ther* 62(7) : 985~989, 1982
14. Kuprian W(ed) : Active Treatment. Physical Therapy for Sports, Philadelphia, W.B, Saunders Co, 1977 .
15. Liberson WT : Brief Isometric Exercises. Therapeutic Exercise. Williams and Wilkins, pp. 201~219, 1978
16. MacDougall JD, Elder GCB, Sale DG, et al : Effect of training and immobilization on human muscle fibers. *Eur J Appl Physiol* 43 : 25~34, 1980
17. Moglia A, Arrigo A, Benjor M, et al : Surface EMG evaluation of quadriceps femoris muscle in hemiplegic patients. *Funct Neurol* 2(2) : 181~187, 1987
18. Müller EA, Rohmerts W : Die Geschwindig-

- keit der muskelkraft-eunahme bei isometrischen training. *Int Z Angew Physiol* 19 : 403~419, 1963
19. Pelletier JR, Findley TW, Gemma SA : Isometric exercise for an individual with hemophilic arthropathy. *Phys Ther* 67(9) : 1359~1364, 1987
 20. Pocock GS : Electromyographic study of the quadriceps during resistive exercise. *Am Phys Ther Assoc* 43 : 427~434, 1963
 21. Rosentswieg J, Hinson M : Comparison of isometric, isotonic and isokinetic exercise by electromyography. *Arch Phys Med Rehabil* 53 : 249~252, 1972
 22. Selkowitz DM : Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Phys Ther* 65(2) : 186~196, 1985
 23. Sisk, TD, Stralka SW, Deering MB, et al : Effect of electrical stimulation on quadriceps strength after reconstructive surgery of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 15(3) : 215~220, 1987
 24. Tepperman PS, Mazliah J, Naumann S, et al : Effect of ankle position on isometric quadriceps strengthening. *Am J Phys Med* 65(2) : 69~74, 1986
 25. Thistle HG, Hislop HJ, Moffroid M, et al : Isokinetic contraction : new concept of resisting exercise. *Arch Phys Med Rehabil* 48 : 279~282, 1967
 26. Yasuda K, Sasaki T : Muscle exercise after anterior cruciate ligament reconstruction. Biomechanics of the simultaneous isometric contraction method of the quadriceps and hamstrings. *Clin Orthop* 220 : 266~274, 1987

STATIC QUADRICEPS SETTING EXERCISE

NAME : _____ AGE : _____ SEX : M F WEIGHT : _____ kg
 HEIGHT : _____ cm DOMINANT LEG : Rt Lt DATE : _____

Position	Hand placement	Rt ankle	1	2	3	4	Mean
Sitting	Forward	Dorsiflexion					
		Plantar flexion					
		Neutral					
	Sideward	Dorsiflexion					
		Plantar flexion					
		Neutral					
	Backward	Dorsiflexion					
		Plantar flexion					
		Neutral					
Supine	_____	Dorsiflexion					
		Plantar flexion					
		Neutral					

Position	Hand placement	Lt ankle	1	2	3	4	Mean
Sitting	Forward	Dorsiflexion					
		Plantar flexion					
		Neutral					
	Sideward	Dorsiflexion					
		Plantar flexion					
		Neutral					
	Backward	Dorsiflexion					
		Plantar flexion					
		Neutral					
Supine	_____	Dorsiflexion					
		Plantar flexion					
		Neutral					