한국전문물리치료학회지 제 17권 제 2호
PTK Vol. 17 No. 2 2010.

신경가동기법, 정적신장기법, 유지-이완기법이 뇌졸중 환자의 슬괵근 유연성에 미치는 효과 비교

성재현
유성웰니스병원 재활센터
최종덕
대전대학교 보건스포츠과학대학 물리치료학과

Abstract

Comparison of Nerve Mobilization, Static Stretching, and Hold-Relax on Hamstring Flexibility in Stroke Patients

Jae-hyeon Seong, B.H.Sc., P.T.
Dept. of Rehabilitation Center, Youseong Wellness Hospital
Jong-duk Choi, Ph.D., P.T.
Dept. of Physical Therapy, College of Health Sports Science, Daejeon University

The purpose of this study was to examine the acute effects of nerve mobilization, static stretching, and hold-relax on the flexibility of hamstring muscles and their surface electromyographic (EMG) responses to passive stretches in post-stroke hemiparesis. This study was a randomized cross-over trial. Fourteen subjects received three treatment sessions in random order with each consisting of ten repetitions. The treatment sessions included nerve mobilization, static stretching, and hold-relax. The treatment sessions were held at least 24 hours apart to minimize any carryover effect. The outcome was measured by the distance between the greater trochanter and lateral malleolus and hamstring EMG activity during passive knee extension stretching. Repeated-measures analysis of variance showed significant changes in hamstring flexibility and EMG activity in main effect of time pre, post and follow-up ($p<.05$). However, no significant differences occurred among the three stretching techniques. No technique was consistently found to be superior. The three stretching techniques in this study make it difficult to determine the most effective technique. Therefore, clinicians use nerve mobilization of effective stretching techniques with other stretching techniques.

Key Words: Electromyography; Hamstring flexibility; Stretching technique; Stroke.

Ⅰ. 서론

뇌졸중 환자에게 일반적으로 나타나는 문제점으로는 마비, 실조, 반맹, 시각-인지 결손, 실어증, 구음장애, 감각결손, 기억력 장애, 방광조절의 문제 등과 같이 신경학적 결손이 각각 또는 복합적으로 나타날 수 있다(Lundy-Ekman, 2007). 이러한 문제점들로 인해 많은 활동의 제한과 움직임의 저하로 근골격계에서는 근 약화, 가동범위의 감소와 구축 그리고 정렬의 변화 등과 같은 이차적인 문제들이 발생된다(Shumway-Cook과 Woollacott, 2007).

마비된 근육이 짧아진 위치에서 장시간 지속될 경우 근 위축, 단면적 감소, 근절의 감소, 결합조직의 축적 그리고 힘줄에서의 지방 축적이 증가되며 관절강 내에

통신저자: 최종덕 choidew@dju.kr

서의 결합조직의 증식, 연골면과 결합조직의 유착, 연골의 위축 그리고 인대의 부정렬의 결과를 가져오게 된다(Gracies, 2005). 비정상적인 관절의 뻣뻣함(stiffness)과 제한된 관절 가동 범위와 같은 근골격계 변화는 관절의 움직임뿐만 아니라 환자의 기능적 움직임에 많은 제한을 가져오게 된다(Patla와 Prentice, 1995). 뇌졸중 환자의 치료에 있어서 하지에서의 근골격계 변화는 보행능력을 저하시키며 보행과 관련하여 슬관절 신전을 조절하는 슬괵근의 작용은 보행에 필수적인 요소이다(윤장순, 2005). 유연성이란 제한과 통증없이 관절 가동범위를 통해 단일관절이나 여러 관절을 움직이게 하는 능력으로 이 근육의 유연성은 슬관절 신전뿐만 아니라 많은 기능적 활동에 필요하며 손상 예방과 재활의 주요 요소 중 하나로 중요시 된다(주민 등, 2000).

슬괵근의 유연성을 증가시키는 선행 실험방법에는 냉치료, 온열치료, 마사지, 전기치료, 능동운동, 정적신장기법, 유지-이완기법 등이 있다(Barlow 등, 2007; Brodowicz 등, 1996; Burke 등, 2001; Chan 등, 2001). 신경가동(nerve mobilization)기법은 신경계의 가동성이라는 개념으로 널리 알려져 있는데, 이 개념은 정상적인 근 긴장을 유지하고 운동범위를 확보하기 위해서는 신경계도 적절히 신장 및 수축이 되어야 한다는 것으로, 신경 역동성이라 하며 신경계가 생체역학적, 생리학적 그리고 형태적 기능이 통합된 용어로 인정되고 있다(Shacklock, 1995). 정적신장(static stretching)기법은 일정 시간동안 통증이 없이 최대한 신장된 연부조직의 길이를 유지하는 운동으로 근육이 견딜 만큼 천천히 늘려 이완하도록 하며 길이가 오랫동안 유지되도록 하는 것을 말한다(Anderson과 Brukner, 1991). 정적신장기법은 적용하기가 쉽고 비교적 조직손상의 위험성에 대해 낮기 때문에 가장 폭넓게 사용되어지고 있다(Hedrick, 2000). 유지-이완(hold-relax)기법은 고유수용성 신경근 촉진법의 기법을 바탕으로 신장 시키고자 하는 근육이 정적인 저항에 대항해서 최대한의 등척성 수축을 한 후 이완을 유도하고 관절 가동범위와 관련 근육의 유연성의 증가를 목적으로 한다(Spernoga 등, 2001).

현재까지 슬괵근의 유연성에 관한 많은 연구들이 발표되었으나 일반인과 운동선수를 대상으로 한 연구들이 대부분이었으며(Chan 등, 2001; Funk 등, 2001; Whatman 등, 2006) 뇌졸중 환자에게 적용한 경우가 많지 않았다. 또한 신경가동기법을 이용한 슬괵근 유연성에 대한 연구와 표면 근전도(electromyograph) 검사를 이용하여 근육의 신장 시 불수의적 수축이나 반사적 활동과 같은 수동적 저항을 측정하는 근 활성도에 대한 연구는 드물었다(김용정, 2010; Halbertsma 등, 1999; Holt 등, 2000; Magnusson 등, 1995).

따라서 본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에게 임상에서 주로 사용되고 있는 정적신장기법과 유지-이완기법과 더불어 신경가동기법이 신경생리학적 효과 이외에 유연성 증가에 효과가 있는지 알아보고자 한다. 또한 신경가동기법, 정적신장기법, 유지-이완기법이 슬괵근 유연성과 근육의 신장 시 근 활성도에 미치는 영향의 차이를 규명함으로써 효율적인 슬괵근 유연성 증진 방법과 근거를 제시하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 2009년 11월부터 12월까지 뇌졸중으로 진단을 받고 대전광역시 Y병원에 입원하고 있는 성인 편마비 환자 중 마비측 슬괵근에 단축이 있고 연구에 대한 설명이나 내용을 이해하고 따를 수 있는 인지능력이 있는(한국형 간이 정신상태 검사 24점 이상) 자 중 연구 목적과 방법에 동의한 18명 중 제외 기준에 해당되는 4명을 제외한 14명의 환자를 대상자로 구성하였다. 제외 기준은 고관절 90°가 불가능한 자, 고관절이나 슬관절에 구축이나 변형이 있는 자, 슬괵근이나 슬관절에 수술적 치료가 없는 자로 하였다. 실험을 수행하기 전에 모든 대상자들에게 본 연구에 대해 충분히 설명하였으며, 대상자들의 실험 참여에 대한 동의를 받고 실험 절차를 실시하였다. 이들의 일반적 사항은 표 1과 같다.

표 1. 연구대상자들의 일반적 특성 (N=14)

나이(세)	발병기간(개월)	마비측(명)		뇌졸중 유형(명)	
		오른쪽	왼쪽	출혈	경색
47.5±16.1[a]	17.1±13.8	10	4	10	4

[a]평균±표준편차.

2. 실험도구 및 결과측정

본 연구에서는 슬괵근 유연성 검사와 신전에 따른 슬괵근의 수동적 저항정도를 알아보기 위해 근전도 검사를 실시하여 근 활성도를 측정하였다(Fasen 등, 2009; Halbertsma 등, 1999). 슬괵근의 유연성 검사는 고관절 90°와 슬관절 90° 상태에서 10°/s의 속도로 슬관절을 신전시켜 대상자의 통증 발현 바로 아래 지점에서 대전자와 외측과 사이의 직선거리를 측정하였다(Whatman 등, 2006). 슬괵근의 활성도는 표면근전도기[1]를 이용하여 신호의 표본 수집률(sampling rate)은 1024 Hz로 고정하였고, 대역통과(band-pass)필터는 20~500 Hz, 노치필터(notch filter)는 60 Hz를 이용하였다. 근전도 신호는 RMS(root mean square)처리하여 분석하였다. 치료 전 측정은 측정으로 인한 슬괵근의 신장을 최소화하기 위해 유연성 검사와 동시에 측정되었다. 치료 직후와 30분후 근 활성도 측정 시에는 치료 전 길이 측정값의 평균을 계산하여 대상자의 다리를 위치한 상태에서 측정하였으며 이후 길이 측정을 치료 전 측정과 동일하게 실시하였다. 각각의 검사는 3회씩 측정하여 평균화 하였으며 세 가지 기법의 실험 전, 실험 직후, 실험 후 30분에 모두 실시하였다.

3. 중재방법

가. 신경가동기법(nerve mobilization)

신경가동기법의 적용은 대상자의 목과 체간을 중립위치로 하여 바로 누운 자세를 취하게 하고 치료사의 한 손은 아킬레스건 아래에 위치시키고 다른 한 손은 대상자의 슬관절 위에 위치시켜 슬관절이 굴곡 되지 않도록 하고 하지를 치료대에서 수직으로 들어올렸다. 통증이 일어나지 않는 최대 범위까지 들어 올려 치료사의 어깨 위에 올리고 슬관절 신전을 유지시키며 고관절 내전, 내회전을 실시 고정하였다. 이후 다른 한명의 치료사가 경추를 수동으로 굴곡시키고 30초 시행 후 20초 휴식을 취하며 이 동작을 10회 반복하였다(이창렬, 2006; Butler, 1991).

나. 정적신장기법(static stretching)

정적신장기법은 수동적 하지직거상 검사(straight-leg raising test)를 기초로 대상자의 목과 체간을 중립위로 하여 바로누운자세를 취하게 하고 고관절의 회전 없이 마비측 다리의 슬관절이 신전한 상태로 유지하며 치료사의 어깨에 올리게 하였다. 통증이 일어나지 않는 최대 범위까지 슬관절을 신전한 상태로 고관절을 굴곡하고 30초간 유지한 후 20초의 휴식을 취하며 이 동작을 10회 반복하였다(Bandy 등, 1997).

다. 유지-이완기법(hold-relax)

유지-이완기법은 대상자의 목과 체간을 중립위로 하여 바로누운자세를 취하게 하고 고관절의 회전 없이 마비측 다리의 슬관절은 신전한 상태로 치료사의 어깨에 올리게 하였다. 통증이 일어나지 않는 최대한의 범위까지 고관절을 굴곡하여 7초간 유지한 후, 대상자에게 뒤꿈치로 치료사의 어깨를 최대한의 힘으로 8초 동안 누르게 하고 실험자는 그 지점을 유지하게 하였다. 수축 이후 5초 이완, 10초 신장을 하였으며 20초 동안 휴식을 1회로 하여 10회 반복 시행하였다(Spernoga 등, 2001).

4. 실험과정 및 자료분석

본 연구는 무작위 교차설계 연구방법(randomized cross-over trial)을 사용하여 실험하였다. 무작위 선정을 위해 세 가지 치료 기법이 적힌 카드를 대상자에게 뽑게 하여 뽑힌 순서대로 대상자는 세 가지 신장 기법을 모두 시행하였다. 각 실험들 사이에는 이월 효과(carry-over effect)를 최소화하기 위하여 24시간 이상 휴식을 취하게 하였다(Lee와 Ng, 2008).

각 대상자는 편평한 매트에서 바로 누운 상태에서 실험을 하였다. 길이 측정을 위해 마비측의 대전자와 외측과의 피부위에 표시를 하고 슬괵근의 활동전위를 측정하기 위해 직경이 1인치(inch)인 두 개의 표면전극(surface electrode)은 둔부 주름(gluteal fold)과 슬와(popliteal fossa)의 중간 위치에 3 ㎝ 간격을 두고 부착하였으며 접지전극은 비골두(fibula head)에 부착을 하였다. 전극 부착 부위의 피부저항을 줄이기 위해 제모와 알코올 소독을 실시하였으며 전도성을 높이기 위해서 전극젤(electrode gel)을 바른 후 전극을 부착하였다.

고관절 90°와 슬관절 90°로 고정한 상태에서 일정한 10°/s의 각속도로 슬관절을 수동적으로 신전시켰다. 대상자는 통증 발현 바로 아래 지점에서 연구자에게 신호를 보내도록 하고 이 상태에서 대전자와 외측과 사이의 길이를 측정하였다. 동시에 슬괵근의 활동전위를 근전도를 이용하여 5초 동안 수집하며 3초와 5초 사이의 값을 평균화하여 RMS값을 취하여 수치화하였다.

1) QEMG-4 System, LXM 3204, Laxtha, Daejeon, Korea.

치료 전 슬괵근의 유연성과 근전도 자료를 기초로 하여, 치료는 무작위 선택된 순서로 실시하였다. 치료 직후와 치료 30분 후 각각 슬괵근의 유연성과 근전도 활동전위를 재측정하며, 측정 시기별로 세 번씩 측정하여 평균화 시켰다. 각 대상자들은 위에서의 과정을 총 세 번 반복하며 치료 사이에 최소한 24시간의 시간을 두었다(그림 1).

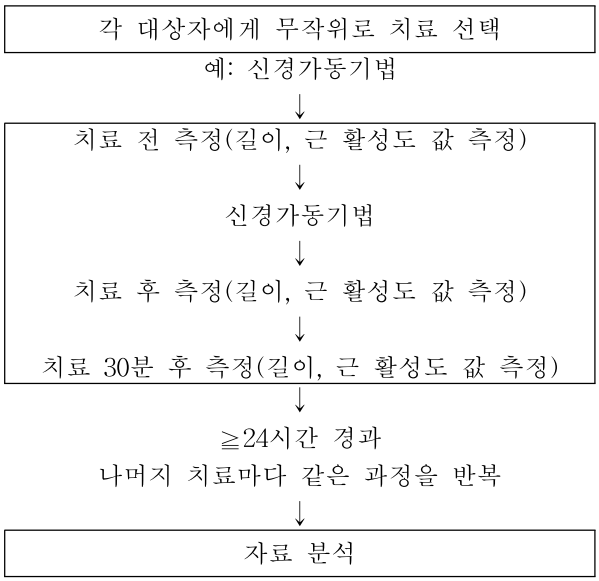

그림 1. 연구과정에 대한 도식.

5. 분석방법

본 연구의 자료는 윈도우용 SPSS ver. 12.0 프로그램을 이용하여 통계처리를 하였다. 세 가지 기법과 측정 시점 간의 슬괵근 유연성과 근 활성도의 차이를 알아보기 위하여 반복측정 분산분석(3×3 repeated measures ANOVA)을 실시하였고 각 기법에서 측정 시점 간의 슬괵근 유연성과 근 활성도의 차이를 알아보기 위해 일요인 반복측정 분산분석(one-way repeated measures ANOVA)을 실시하였으며 사후검증(post-hoc)으로는 Bonferroni 수정검증을 이용하였다. 모든 통계적 검증을 위한 유의 수준은 α=.05로 정하였다.

Ⅲ. 결과

본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에게 슬괵근 유연성 평가를 위하여 대전자와 외측과 사이의 길이 검사와 슬괵근의 근전도 검사를 실험 전후, 실험 후 30분에 실시하여 그 변화의 정도를 분석하였다.

1. 대전자와 외측과 사이의 길이 평가

세 기법과 측정시점의 상호작용에는 유의한 차이가 없었고(F=.61) 세 기법 간의 길이 변화는 유의한 차이를 보이지 않았으나(F=.41) 측정 시점에 대해서는 유의한 차이가 있었다(F=72.94). 슬괵근의 유연성을 알아보기 위한 대전자와 외측과 사이의 길이 측정 결과(표 2), 신경가동기법의 경우 실험 전에는 78.64±3.22이었고, 실험 직후는 80.31±3.36, 실험 후 30분에는 80.07±3.25로 실험 전에 비해 이후 두 시점에서 유의하게 증가하였다(p<.05). 정적신장기법의 경우 실험 전에는 78.99±3.07이었고, 실험 직후는 80.60±3.27, 실험 후 30분에는 80.33±3.29로 실험 전에 비해 이후 두 시점에서 유의하게 증가하였다(p<.05). 유지-이완기법의 경우 실험 전에는 78.50±3.03이었고, 실험 직후는 80.15±2.91, 실험 후 30분에는 80.19±3.09로 실험 전에 비해 이후 두 시점에서 유의하게 증가하였다(p<.05). 또한 세 기법 모두에서 실험 직후와 실험 후 30분 측정시점 간에 유의한 차이가 없었다(p>.05)(그림 2).

2. 슬괵근 활성도 평가

세 기법과 측정시점의 상호작용에는 유의한 차이가 없었고(F=.53) 세 기법 간의 근 활성도 변화에는 유의한 차이를 보이지 않았으나(F=.35) 측정 시점에 대해서는 유의한 차이가 있었다(F=48.75). 슬괵근의 수동적 저항정도를 알아보기 위한 근 활성도 값은 변화율을 이용하여 결과(표 3)를 분석하였으며 신경가동기법의 경우 실험 전과 비교하여 실험 직후는 55.69±16.93, 실험 후 30분에는 73.38±30.64로 유의하게 감소하였다(p<.05). 정적신장기법의 경우 실험 전과 비교하여 실험 직후는 63.03±14.10, 실험 후 30분에는 73.17±18.93로 유의하게 감소하였다(p<.05). 유지-이완기법의 경우 실험 전과 비교하여 실험 직후는 56.00±20.71, 실험 후 30분에는 69.21±25.32로 유의하게 감소하였다(p<.05). 또한 세 기법 모두에서 실험 직후와 실험 후 30분 측정시점 간에 유의한 차이가 없었다(p>.05)(그림 3).

Ⅳ. 고찰

본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에게 무작위 교차설계 연구방법(randomized cross-over trial)을 이용하여 슬괵근 신장기법들이 슬괵근 유연성과 슬괵근의 수동적 저항도에 미치는 영향을 연구하였다. 교차설계의 형태 중

표 2. 측정시점에 따른 기법별 대전자와 외측과 사이의 길이 변화 단위: ㎝

기법	실험 전	실험 직후	실험 후 30분	F
신경가동기법	78.64±3.22[a]	80.31±3.36	80.07±3.25	26.33*
정적신장기법	78.99±3.07	80.60±3.27	80.33±3.29	15.79*
유지-이완기법	78.50±3.03	80.15±2.91	80.19±3.09	27.50*

[a]평균±표준편차.
*p<.05.

표 3. 세 기법별 측정시점에 따른 근 활성도 변화율 단위: %

기법	실험 전	실험 직후	실험 후 30분	F
신경가동기법	100.00	55.69±16.93[a]	73.38±30.64	47.94*
정적신장기법	100.00	63.03±14.10	73.17±18.93	49.88*
유지-이완기법	100.00	56.00±20.71	69.21±25.32	29.64*

[a]평균±표준편차.
*p<.05.

무작위로 배정된 치료법을 시행하고 이월효과를 막기 위해 24시간 이상이 경과된 후 다음 순서의 치료를 받는 방법을 시행하여 각각의 치료 전 슬괵근 유연성(p=.47)과 근활성도(p=.52)에 유의한 차이가 없었음을 보였다.

슬괵근의 유연성 측정 방법으로는 고관절 90°, 슬관절 90° 상태에서 슬관절을 신전시키고 관절각도계를 이용하여 슬관절 각도를 측정하는 방법과 슬관절을 편 상태로 고정하여 고관절을 굴곡시키고 고관절의 각도를 측정하는 것이 임상적으로 가장 일반적이다(Ford 등, 2005; Gajdosik 등, 1993). Lee와 Ng(2008)는 슬괵근의 유연성에 대한 측정 방법 중 뼈의 표시점을 이용한 길이 측정 방법으로 이전의 측정 방법보다 더 높은 급간내 상관계수(intraclass correlation coefficient; ICC=.95)를 가지고 있다고 보고하였고 슬괵근의 신장 시 나타나는 수동적 저항의 정도를 평가하기 위해 근전도 검사를 실시하였으며 근 활성도에 대한 ICC값은 .77의 중등도 수준이고 이전의 근전도 검사를 이용한 논문에서의 급간내 상관계수에 대한 보고는 거의 없었다. 본 연구에서의 슬괵근 유연성 측정에 대한 ICC값은 .97, 근 활성도 측정에 대한 ICC값은 .91을 가지고 있어 높은 신뢰도를 보였다.

본 연구는 신경가동기법과 정적신장기법, 유지-이완기법을 이용한 편마비 환자의 슬괵근 유연성의 변화와 근 저항도를 알아보고 효과적인 신장 기법을 알아보고자 실시하였으며 편마비 환자 14명에게 무작위 교차설

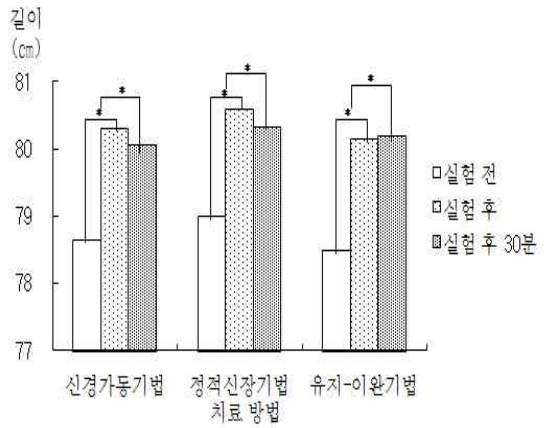

그림 2. 측정시점에 따른 기법별 대전자와 외측과 사이의 길이 변화.

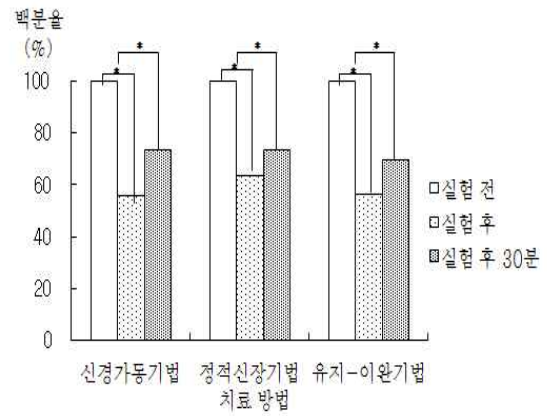

그림 3. 세 기법별 측정시점에 따른 근 활성도 변화율.

계 연구방법을 이용하여 실험 전, 실험 직후, 실험 30분 후의 슬괵근 유연성 검사와 근전도 검사로 평가하였다. 신경가동기법, 정적신장기법, 유지-이완기법을 적용 후 슬괵근 유연성 검사와 근전도 검사에서 모두 유의한 차이를 보였으나($p<.05$) 기법 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$). 유연성 검사에서 증가된 수치는 유연성이 향상됨을 의미하고 근전도 검사에서 활성도의 감소는 근 이완이 이루어짐을 의미한다.

이는 김용정(2010)이 11명의 편마비 환자를 대상으로 한 신경가동기법과 정적신장기법, 수축-이완 기법 적용 후 유연성 정도를 평가한 연구의 결과와 유사한 것으로 세 기법 모두 유연성이 유의하게 향상을 보였으나 세 기법간의 차이는 없었다. Funk 등(2003)이 40명의 운동선수를 대상으로 수축-이완기법과 정적신장기법에 대한 연구에서도 세 시점에서의 측정결과 기법 간에 차이가 없는 유사한 결과를 보였다. 그러나 Davis 등(2005)이 건강한성인 19명을 대상으로 4주 동안 정적신장기법과 유지-이완기법, 자가신장기법 적용 후 슬괵근의 유연성 정도를 평가한 연구에서 정적신장기법만 대조군에 비해 더 효과적이라는 연구 결과를 보였으며, 또한 Fasen 등(2009)이 100명의 건강한 성인을 대상으로 8주 동안 신경가동기법과 수축-이완 기법, 정적신장기법, 두 종류의 자가신장기법에 대한 연구에서도 정적신장기법이 가장 효과적이라고 보고하였다. Handel 등(1997)이 16명의 남자 운동 선수들에게 8주 동안 수축-이완기법과 정적신장기법을 적용 한 연구에서 수축-이완기법이 정적신장기법보다 슬괵근의 유연성을 증가시켰다고 보고 하는 등 본 연구 결과와는 상이한 것으로 나타났다. 본 연구의 결과와 상이한 이유는 신장 기법을 적용한 횟수와 실험 기간, 실험 대상자, 결과 측정 시기가 다르기 때문인 것으로 사료되며 Decoster 등(2005)의 문헌 고찰 연구에서 다양한 신장 기법들이 통계학적으로 유의하게 유연성을 증가시키지만 가장 효과적인 치료기법의 결정과 직접적인 비교는 많은 제한과 어려움이 있으며 특정 기법이 효과적이라고 일관된 결과는 보여주지 못하였다고 보고하였다.

본 연구의 제한점은 대상자가 14명의 적은 인원이므로 연구 결과를 일반화 시키는데 어려움이 있으며, 각 기법에 따른 단기간의 초기 효과만을 측정한 것이기에 장기간의 지속적인 효과를 분석하기에는 어려움이 있다는 것이다. 또한 각각의 대상자에게 신장 시 가해지는 힘의 결정을 수치화하는데 제한이 있었다. 이를 보완하기위해 연구자 한명이 모든 대상자들에게 신장기법을 적용하였으며 대상자들의 인지능력이 충분한 의사소통이 가능하기 때문에 신장 시 통증이 없는 최대 범위를 개인마다 일정하도록 하여 가해지는 힘의 변화를 최소화하도록 하였다. 차후의 연구에서는 편마비환자의 슬괵근 유연성에 대하여 많은 표본과 장기간 동안 신장기법을 적용하는 연구가 필요하다고 사료되며, 본 연구에서 제외대상인 의사소통이 불가능한 대상자들의 경우 대상자들이 가지고 있는 강직 정도나 비마비측과의 유연성 비교를 통해 슬괵근 신장 시 가해지는 힘을 결정하는 보다 표준화된 방법을 선택해야 할 것이다.

Ⅴ. 결론

편마비 환자를 대상으로 신경가동기법, 정적신장기법, 유지-이완기법 모두 슬괵근 유연성에 있어 긍정적인 영향을 가져왔다. 세 기법 간 통계학적 유의한 차이는 없었으며 이는 기존의 정적신장기법과 유지-이완기법 이외에 신경가동기법 또한 효과적인 신장기법으로 임상에서 사용될 수 있을 것이다.

인용문헌

김용정. 신경가동기법, 정적신장기법, 수축-이완기법이 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 슬괵근 유연성과 보행능력에 미치는 효과. 대전대학교 보건 스포츠대학원, 석사학위 논문, 2010.

윤장순. 편마비 환자의 슬건근의 근력의 차이가 보행에 미치는 영향. 대한물리치료사학회지. 2005;12(4):69-77.

이창렬, 신경가동기법이 뇌졸중 환자의 족관절 저측굴근 경직에 미치는 영향. 을지의과대학교 보건대학원, 석사학위 논문, 2006.

주민, 권기준, 강성국 등. 1개 초등학교 3학년생의 슬괵근 유연성 평가. 대한물리치료학회지. 2000;12(1):73-78.

Anderson B, Burke ER. Scientific, medical, and practical aspects of stretching. Clin Sports Med. 1991;10(1):63-86.

Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. Phys Ther. 1997;77(10):1090-1096.

Barlow A, Clarke R, Johnson N, et al. Effect of massage of the hamstring muscles on selected electromyographic characteristics of biceps femoris during sub-maximal isometric contraction. Int J Sports Med. 2007;28(3):253-256.

Brodowicz GR, Welsh R, Wallis J. Comparison of stretching with ice, stretching with heat, or stretching alone on hamstring flexibility. J Athl Train. 1996;31(4):324-327.

Burke DG, Holt LE, Rasmussen R, et al. Effects of hot or cold water immersion and modified proprioceptive neuromuscular facilitation flexibility exercise on hamstring length. J Athl Train. 2001;36(1):16-19.

Butler DS. Mobilization of the Nervous System. Churchill Livingstone, 1991:68-69.

Chan SP, Hong Y, Robinson PD. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. Scand J Med Sci Sports. 2001;11(2):81-86.

Davis DS, Ashby PE, McCale KL, et al. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. J Strength Cond Res. 2005;19(1):27-32.

Decoster LC, Cleland J, Altieri C, et al. The effects of hamstring stretching on range of motion: A systematic literature review. J Orthop Sports Phys Ther. 2005;35(6):377-387.

Fasen JM, O'Connor AM, Schwartz SL, et al. A randomized controlled trial of hamstring stretching: Comparison of four techniques. J strength Cond Res. 2009;23(2):660-667.

Ford GS, Mazzone MA, Taylor K. The effect of 4 different durations of static hamstring stretching on passive knee-extension range of motion. J Sport Rehabil. 2005;14(2):95-107.

Funk D, Swank AM, Adams KJ, et al. Efficacy of moist heat pack application over static stretching on hamstring flexibility. J Strength Cond Res. 2001;15(1):123-126.

Funk DC, Swank AM, Mikla BM, et al. Impact of prior exercise on hamstring flexibility: A comparison of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching. J Strength Cond Res. 2003;17(3):489-492.

Gajdosik RL, Rieck MA, Sullivan DK, et al. Comparison of four clinical tests for assessing hamstring muscle length. J Orthop Sports Phys Ther. 1993;18(5):614-618.

Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. Muscle Nerve. 2005;31(5):535-551.

Halbertsma JP, Mulder I, Göeken LN, et al. Repeated passive stretching: Acute effect on the passive muscle moment and extensibility of short hamstrings. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80(4):407-414.

Handel M, Horstmann T, Dickhuth HH, et al. Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1997;76(5):400-408.

Hedrick A. Dynamic flexibility training. Strength Cond J. 2000;22(5):33-38.

Holt S, Baagøe S, Lillelund F, et al. Passive resistance of hamstring muscles in children with severe multiple disabilities. Dev Med Child Neurol. 2000;42(8):541-544.

Lee GP, Ng GY. Effects of stretching and heat treatment on hamstring extensibility in children with severe mental retardation and hypertonia. Clin Rehabil. 2008;22(9):771-779.

Lundy-Ekman L, Neuroscience: Fundamentals for rehabilitation. 3rd ed. Saunders, 2007:483-484.

Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, et al. Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. Scand J Med Sci Sports. 1995;5(6):342-347.

Patla AE, Prentice SD. The role of active forces and intersegmental dynamics in the control of limb trajectory over obstacles during locomotion in humans. Exp Brain Res. 1995;106(3):499-504.

Shacklock M. Neurodynamics. Physiotherapy. 1995; 81(1):9-16.

Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor Control:

Translating research into clinical practice. Lippincott, Williams & Wilkins, 2007:121-122.

Spernoga SG, Uhl TL, Arnold BL, et al. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time modified hold-relax stretching protocol. J Athl Train. 2001;36(1):44-48.

Whatman C, Knappstein A, Hume P. Acute changes in passive stiffness and range of motion post-stretching. Physical Therapy in Sport. 2006;7(4):195-200.

논 문 접 수 일	2010년 4월 12일
논문게재승인일	2010년 5월 7일