

Research Article

Open Access

슬광근 단축이 있는 대학생에 대한 유지-이완 기법의 효과

오영택[†]

마산대학교 물리치료과

Effect of Hold-Relax Technique for College Students with Hamstring Shortening

Yeong-Taek Oh[†]

Department of Physical Therapy, Masan University

Received: June 28, 2013 / Revised: July 17, 2013 / Accepted: August 2, 2013

© 2013 Journal of the Korean Society of Physical Medicine

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to determine the effectiveness of three PNF stretching techniques for improving hamstring flexibility and to compare the effectiveness of three PNF stretching techniques(direct and indirect and mix(direct&indirect) of hold-relax technique).

METHODS: The subjects were randomly assigned into three groups: group1-direct-hold-relax technique(n=10); group2-indirect-hold-relax technique(n=8); group3-mix(direct&indirect)-hold-relax technique(n=10). For each group, stretch was performed three times a week for a period of three weeks. Hamstring flexibility for each group was measured using the ASLR and PSLR.

RESULTS: The results showed significant improvement in hamstring flexibility for all subjects of three groups. However, were not significantly different between the three groups.

CONCLUSION: In conclusion, three PNF stretching techniques are confirmed to be useful for improving hamstring flexibility. The choice for a qualified technique has to be made individually according to patient and therapist.

Key Words: Hamstring flexibility, Hold-relax technique, ASLR, PSLR

I. 서론

유연성(flexibility)은 바른 자세 유지와 개선, 적절하고 우아한 동작의 증진, 운동기능의 촉진과 발달, 일상 생활이나 운동수행 중의 상해예방에 필수적이라고 할 수 있지만(Ogura 등, 2007), 현대인들은 산업화로 인한 생활환경의 변화, 신체활동의 감소 및 비가동성, 노화 등이 근육의 탄성성분 및 근섬유를 감소시켜 근육의 신장성에 문제를 야기한다(Faulkner 등, 2007). 그 중에 학생들은 학업문제나 취업스트레스에 노출되어 신체 건강과 정신건강이 낮아져 있으며(Lee와 Cho, 2011), 일례로 의자에 앉아서 보내는 시간이 거의 모든 일상생활을 차지하므로 슬광근의 단축(shortening)이 일어나 유연성이 감소되고 나아가 요통이나 나쁜 자세, 보행이상 등의 기능장애를 초래하게 된다(Kisner와 Colby, 2007). Fox(2006)는 슬광근의 유연성, 고관절 굴곡, 천장관절의 기능부전과 요통과의 연관성이 어느 정도는 확립되어 있다고 하였고, 많은 연구에서 슬광근의 단축(Shortening)과 강한 근경도(Stiffness)는 요추의 전만을 감소시킨다고 보고하였다(Johnson과 Thomas, 2010).

[†]Corresponding Author : oilpali@hanmail.net

Kim과 Hwang(2012)은 슬괩근이 정상인 그룹보다 슬괩근이 단축된 그룹의 하부요추(L4-5, L5-S1)에서 상대적으로 이동거리가 증가되는 것을 확인함으로써 척추 퇴행의 중요한 원인으로 작용하게 될 것이라고 보고하였고, Oh와 Choi(2012)는 슬괩근 단축 유무에 따른 요통환자에 대한 능동적 움직임 조절 검사에서 슬괩근 단축이 비 특이성 요통환자의 움직임에 영향을 미친다고 보고하였다. 따라서 비록 연구자들이 요통과 슬괩근의 유연성 사이의 원인 및 결과에 따른 결정적인 연결고리는 찾지 못하였다하여도 차후에 발생할 수 있는 요통을 미리 예방하기 위해서는 단축된 슬괩근의 유연성 증진을 위한 처치가 필요할 것이다(Kwon과 Jung, 2009; Lee와 Jung, 2006).

한편 근육을 이완하는 기법에는 신장기법과 운동요법, 코어프로그램(Lee와 Jung, 2007), 균형조절치료(Oh, 2011) 등이 있으며, 최근에는 고유수용성 신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation; PNF)이 많이 이용되고 있다. PNF의 근 이완 기법으로 수축-이완 기법(contract-relax; CR)과 유지-이완 기법(hold-relax; HR) 그리고 수축-이완-길항근 수축기법(contract-relax antagonist-contrast; CRAC)이 주로 사용되며(Feland 등, 2001), 특히, 유지-이완 기법은 효과적인 근 이완법으로 등척성 수축 시 최대의 저항을 가하는 것을 기본으로 하고 있으며, 피로와 통증감소, 안정성 촉진 등 다양한 치료 목적을 위해 사용되고 있다(Adler 등, 2008). Kim(2009)은 전화안내원을 대상으로 자발적으로 실시한 유지-이완 기법이 통증 및 유연성에 미치는 효과를 알아보았고, Davis 등(2005)과 Sady 등(1982)은 자발적 신장, 정적신장, 탄성신장(ballistic stretch)과 PNF 신장 기법이 슬괩근 유연성에 미치는 효과를 비교, 연구하였다. Nagarwal 등(2010)은 유지-이완 기법과 수축-이완-길항근 수축기법의 효과를 비교하였다. 하지만 이러한 연구들은 유지-이완 기법의 효과만을 연구하거나 PNF의 신장기법 간에 효과를 비교하는 연구, 다른 신장기법들과 비교하여 유지-이완 기법이 더 효과적이라는 연구가 대부분이며, 유지-이완 기법(HR)에서 직접적(direct) 방법과 간접적(indirect) 방법으로 구분하여 효과의 차이를 검증한 연구는 거의 없는 실정이다. 직접

적 방법과 간접적 방법의 적용 시에 근 이완이 일어나는 신경학적 기전(physiological mechanism)을 보면 전자는 자가억제(autogenic inhibition)에 의해 근 이완이 일어나고, 후자는 상호억제(reciprocal inhibition)에 의해 근 이완이 일어나는 것으로 구분이 되므로(Adler 등, 2008; Chaitow, 2001) 두 방법 간의 효과에도 차이가 있을 것이다. 이에 본 연구는 슬괩근 단축이 있는 대학생을 대상으로 유지-이완 기법의 직접적 방법과 간접적 방법, 그리고 혼합된 방법의 효과를 규명하고 나아가 방법들 간에 효과에 차이가 있는지를 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 C시의 M대학교에 재학 중인 자로 다음과 같은 기준으로 선정되었다.

- 1) 선 자세에서 허리를 앞으로 굽혔을 때 대퇴후부에 당김을 호소하였고, 슬괩근 구축검사(hamstring contracture test)에서 양성(positive)반응을 나타낸 자(Magee, 2008)(Fig 1).
- 2) 현재 어떠한 치료나 진통제 및 기타 약물도 복용하고 있지 않은 자
- 3) 본 연구의 취지와 목적에 관한 설명을 듣고 자발적으로 연구 참여에 동의한 자

위 사항에 적합한 대상자는 30명으로 연구의 목적 달성을 위해서 무작위로 각 10명씩 세 집단으로 구분하였으며, 집단1(group1)은 유지-이완 기법의 직접적 방법, 집단2(group2)는 유지-이완 기법의 간접적 방법, 집단3(group3)은 직접적 방법과 간접적 방법을 혼합하여 적용하였다. 연구 과정 중에 집단2에서 2명이 개인사정으로 탈락되어 최종 결과 분석에서 제외되었으며, 나이와 슬괩근 단축이 심한 비우세 다리(non-dominant leg)의 특성은 Table1과 같다.

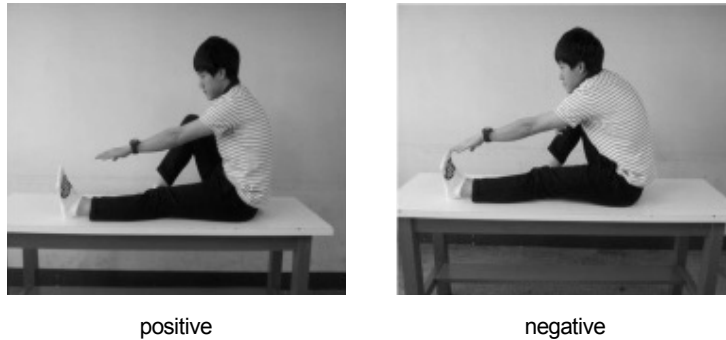


Fig 1. Hamstring contracture test

Table 1. General characteristics of subjects

Characteristics	Groups	HR(direct)	HR(indirect)	HR(direct&indirect)
		(n=10)	(n=8)	(n=10)
age(yrs)		21.6±1.35	21.75±1.67	22.6±2.32
height(cm)		170±7.06	168.13±7.85	168.70±5.52
weight(kg)		67.4±10.37	62.13±7.75	65.80±8.63
non-dominant leg	right	7(70%)	4(50%)	5(50%)
	left	3(30%)	4(50%)	5(50%)

HR: hold-relax, Mean±SD, %

2. 연구 수행을 위한 연구자 훈련

본 연구는 연구자 훈련을 통해서 수행되었다. 연구자 훈련에 참가한 자들은 해부학적 지식을 겸비한 M대학교 물리치료학과에 재학 중인 9명의 학생으로 이미 수업을 통해서 유지-이완 기법의 이론과 실습을 경험하였으나 보다 정확한 기술과 숙련도를 높이기 위해서 3명씩 3개 조로 나누어 본 연구자가 재교육하였다. 3명 중에 1명은 유지-이완 기법의 기술자로 강한 등척성근 수축을 유도하기 위해 남자로 정하여 훈련하였고, 1명은 측정 시에 필요한 측정자 훈련을 하였으며, 나머지 1명은 측정 시에 기록과 대상자의 안정된 자세유지 및 고정을 위한 보조자로 교육하였다. 교육 참가자 간에 모의실험을 통해서 충분한 기술을 습득하였다고 판단되었을 때 각 조에 연구대상자들을 집단별로 3-4명씩 무작위로 배치하여 연구를 진행하였다.

3. 측정도구 및 측정방법

슬괩근의 유연성은 처치 전과 처치 후에 평가하였고, 측정 기구는 디지털 듀얼 경사계(Dualer IQ Digital Inclinator, J-Tech™, 미국)를 이용하였다. 경사계의 측정 센서는 외과(lateral malleolus)의 비골(fibula) 하단에 스트랩(strap)으로 고정하였으며, 무릎을 완전히 신전한 상태에서 고관절의 굴곡각도를 측정하였다(Kim, 1999; Azevedo 등, 2013). 측정은 훈련된 3명의 연구원이 1조가 되어 1도 단위로 유연성을 측정하였으며, 1회 측정 후에 5초간 휴식을 하고, 재 측정하였다. 총 3회를 측정하여 평균값을 기록하였으며, 측정자간 신뢰도를 알아보기 위해 실험 전에 동일한 대상자를 대상으로 3명의 측정자가 측정한 값을 분석한 결과, 능동 하지 직거상법(ASLR)은 .962, 수동 하지 직거상법(PSLR)은 .977의 높은 급간 내 상관계수를 나타내었다. ASLR과 PSLR의 측정 사이에 미치는 영향을 최소화하기 위해 1시간의 휴식을 하였다.

슬괵근 유연성을 검사하는 방법은 여러 가지가 있으나 본 연구에서는 다음과 같은 두 가지의 방법을 사용하였다(Kim, 1999).

1) 능동 하지 직거상법(active straight leg raising; ASLR)

대상자를 바로 눕힌 자세(spine)에서 스트랩으로 반대편의 우세 다리(dominant leg)를 고정하였고, 골반은 보조자에게 고정하게 하여 비정상적인 움직임이 없도록 하였다. 대상자에게 무릎을 완전히 신전한 상태에서 고관절을 능동적으로 굴곡 시킬 때 대퇴 후부에서 통증이 느껴지는 지점을 말로 표현하게 하였고, 검사자는 그 지점에서 최종 굴곡각도를 측정하였다(Fig 2).



Fig 2. ASLR

2) 수동 하지 직거상법(passive straight leg raising; PSLR)

대상자를 바로 눕힌 자세(spine)에서 스트랩으로 반대편의 우세 다리(dominant leg)를 고정하였고, 골반은 보조자에게 고정하게 하여 비정상적인 움직임이 없도록 하였다. 검사자의 왼손은 대상자 비우세 다리의 대퇴 원위부 전방에 놓고, 발목 뒤를 잡은 오른손으로 고관절을 수동으로 최대한 굴곡 시킨다. 이때 대퇴 후부에서 통증이 느껴지는 지점을 대상자에게 말로 표현하게 하였고, 검사자는 그 지점에서 최종 굴곡각도를 측정하였다(Fig 3).



Fig 3. PSLR

4. 유지-이완 기법(hold-relax; HR)

유지-이완 기법은 주 3회 2주간 실시하였으며, 1회에 집단1과 집단2는 6번 반복하여 실시하였고, 집단3은 직접적 방법 3회, 간접적 방법 3회를 실시하였다.

1) 직접적 방법(direct)

본 연구에서 실시하는 직접적 방법은 대상자가 단축된 슬괵근을 수축시킬 때 연구자가 반대 방향으로 저항을 주는 것이다. 대상자는 바로 누운 자세에서 슬괵근 단축이 심한 것으로 판명된 비우세 다리를 치료자의 어깨 위에 올린다. 치료자의 한 손은 대퇴 원위부를 잡고서 고관절을 90도까지 굴곡한 상태를 유지하고, 다른 한 손은 발목 뒤를 잡고서 무릎을 천천히 펴면서 대상자가 통증을 느끼는 지점까지 슬괵근을 신장시킨다. 통증을 느끼는 지점에서 대상자의 슬괵근이 수축되도록 고관절의 신전과 함께 슬관절의 굴곡을 지시한다. 동시에 치료자는 발목 뒤를 잡은 손으로 대상자의 힘과 반대로 저항을 제공하여 등척성 수축의 상태를 7초간 유지한다. 수축 후에 5초간 이완을 한 다음, 치료사의 어깨를 이용해 새로 획득된 범위까지 천천히 슬괵근을 신장시킨다. 휴식과 안정을 위해 2~3회 호흡을 실시한 후 이러한 과정을 반복하였으며, 치료를 하는 동안 대상자의 골반과 우세 다리의 대퇴 원위부는 보조자에 의해 고정되었다(Adler 등, 2008; Nagarwal 등, 2010) (Fig 4).



Fig 4. HR(direct)

2) 간접적 방법(indirect)

본 연구에서 실시하는 간접적 방법은 대상자가 단축된 슬괵근의 길항근인 대퇴사두근을 수축시킬 때 연구자가 반대 방향으로 저항을 주는 것이다. 간접적 방법은 직접적 방법과 동일한 자세에서 대상자의 대퇴사두근(quadriceps)이 수축되도록 슬관절의 신전을 지시한다. 동시에 치료자는 발등을 잡은 손으로 대상자의 힘과 반대로 저항을 제공하여 등척성 수축의 상태를 7초간 유지한다. 수축 후에 5초간 이완을 한 다음, 치료사의 어깨를 이용해 새로 획득된 범위까지 천천히 슬괵근을 신장시킨다. 휴식과 안정을 위해 2~3회 호흡을 실시한 후 이러한 과정을 반복하였으며, 치료를 하는 동안 대상자의 골반과 우세 다리의 대퇴 원위부는 보조자에 의해 고정되었다(Adler 등, 2008)(Fig 5).

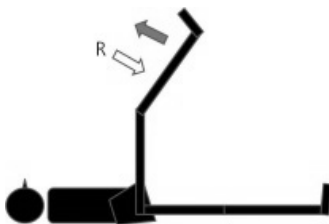


Fig 5. HR(indirect)

3) 직접적 방법과 간접적 방법의 혼합(mix of direct & indirect)

혼합 방법은 위에 설명한 것과 동일한 방법으로 먼저 직접적 방법을 시행한 후에 간접적 방법을 시행한다. 두 방법 간에 수축하는 근육과 저항의 방향이 달라서 대상자가 혼란을 겪을 수 있으므로 이를 방지하기 위해 약 10초간의 준비시간을 주었다.

5. 자료 분석

수집된 자료는 SPSS/PC+(Ver 12.0)을 이용하여 다음과 같이 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성과 처치 결과는 백분율과 평균(M)과 표준편차(SD)로 산출하였으며, 집단 내는 대응 t-검정으로 하였다. 집단 간의 실험 전·후 변화량의 차이에 대해서는 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 모든 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 실험 전·후에 각 군(group)의 ASLR 변화

실험 전·후에 세 군의 ASLR 변화에 대한 분석 결과는 다음과 같다(Table 2). 직접적 방법의 경우, 실험 전 59.46±9.49에서 실험 후 73.73±8.04로 증가하였고 ($p<0.001$), 간접적 방법은 실험 전 57.82±10.00에서 실험 후 68.05±7.47로 증가하였다($p<0.01$). 그리고 직접적 방법과 간접적 방법을 혼합하여 적용한 경우에도 실험 전 57.88±8.63에서 실험 후 72.55±12.71로 유의하게 증가하였다($p<0.001$).

Table 2. Comparison of ASLR among the groups of pre and post-test (unit: °)

Groups	ASLR	pre-test	post-test	t	p
HR(direct)(n=10)		59.46±9.49	73.73±8.04	-5.756	.000***
HR(indirect)(n=8)		57.82±10.00	68.05±7.47	-3.837	.006**
HR(direct&indirect)(n=10)		57.88±8.63	72.55±12.71	-5.980	.000***

date are Mean±SD, ** : $p<0.01$, *** : $p<0.001$

2. 실험 전·후에 각 군(group)의 PSLR 변화

실험 전·후에 세 군의 PSLR 변화에 대한 분석 결과는 다음과 같다(Table 3). 직접적 방법의 경우, 실험 전 61.54±8.03에서 실험 후 80.79±5.99로 증가하였고(p<0.001), 간접적 방법은 실험 전 55.74±8.28에서 실험 후 71.20±10.32로 증가하였다(p<0.001). 그리고 직접적 방법과 간접적 방법을 혼합하여 적용한 경우에도 실험 전 58.32±7.77에서 실험 후 78.90±12.75로 유의하게 증가하였다(p<0.01).

3. 실험 전·후에 각 군(group) 간의 변화량 차이

실험 전·후에 세 군 간의 ASLR과 PSLR의 변화량 차이를 분석한 결과 세 군 모두 유의한 차이가 없었다(Table 4).

IV. 논 의

유지-이완 기법의 직접적 방법은 자가억제기전 (autogenic inhibition mechanism)에 의해 근 이완이 일어나고, 간접적 방법은 상호억제기전(reciprocal inhibition mechanism)에 의해 근 이완이 일어난다(Adler 등, 2008, Chaitow, 2001). Heyward(1991)는 수축-이완 기법을 이

용한 신장은 주동근을 7~8초간 등척성 수축하고, 2~5초간 이완한 후 길항근을 7~8초간 수축하는 방법을 4~6회 실시할 것을 권하였지만 일반적으로 수축시간과 이완시간이 정형화되어 있지 않으므로 본 연구는 7초 동안 등척성 수축, 5초 이완, 그리고 새로 획득된 범위까지 천천히 슬괵근을 신장하는 것을 1회로 하여 6회의 유지-이완 기법을 적용하였다(Chaitow, 2001). 실험기간과 관련하여 Spemoga 등(2001)은 30명의 건강한 군 생도를 대상으로 1회의 유지-이완 기법을 적용하였을 때 슬괵근의 유연성이 뚜렷하게 증진되었다고 하였으므로 본 연구에서는 2주 동안 총 6회의 유지-이완 기법을 적용하였다.

슬괵근의 신장을 측정하는 방법으로 SLR(straight leg raise) 검사, SA(sacral angle) 검사, SR(sit and reach) 검사가 있으며(Davis 등, 2008), 본 연구에서는 흔히 사용되는 SLR 검사 중에서 ASLR과 PSLR를 이용하여 측정하였다(Kim, 1999) 그 결과, ASLR과 PSLR 측정에서 직접적 방법과 간접적 방법 그리고 직접적 방법과 간접적 방법을 혼합한 세 집단 모두 처치 전에 비해서 처치 후에 유의한 증가를 나타내었으며, 집단 간에는 차이가 없었다. 유지-이완 기법의 직접적 방법은 단축된 근육 (agonist)인 슬괵근을 등척성 수축하여 유연성을 증가시키는 것이고, 간접적 방법은 슬괵근의 길항근인 대퇴사

Table 3. Comparison of PSLR among the groups of pre and post-test (unit: °)

Groups	PSLR	pre-test	post-test	t	p
HR(direct)(n=10)		61.54±8.03	80.79±5.99	-8.805	.000***
HR(indirect)(n=8)		55.74±8.28	71.20±10.32	-7.287	.000***
HR(direct&indirect)(n=10)		58.32±7.77	78.90±12.75	-5.256	.001**

date are Mean±SD, ** : p<0.01, *** : p<0.001

Table 4. Comparison of variation differences of ASLR and PSLR (unit: °)

	HR(direct)(n=10)	HR(indirect)(n=8)	HR(direct&indirect)(n=10)	F	p
ASLR	14.27±7.84	10.22±7.54	14.67±7.76	.869	.432
PSLR	19.25±6.91	15.46±6.00	18.64±8.99	.740	.487

date are Mean±SD

두근을 등척성 수축하는 것이다. 이러한 방법 이외에 주동근 수축을 동반한 유지-이완(hold-relax with agonist contraction: HR-AC) 기법은 단축된 근육(antagonist)이 통증을 느끼는 지점에서 등척성 수축을 함으로써 단축된 근육에 이완을 유발한 후, 다시 반대편 근육(agonist)을 수축시켜 단축된 근육(antagonist)을 이완시키는 것으로 직접적 방법과 간접적 방법을 모두 적용한 것(Adler 등, 2008)이지만 본 연구에서는 직접적 방법과 간접적 방법을 각각 3회씩 적용하는 변형된 방법을 적용하였다. Nachtwey와 Stricker(2003)는 슬괩근의 유연성 증진을 위해 유지-이완 기법에서 슬괩근을 등척성 수축하는 직접적 방법과 대퇴사두근을 등척성 수축하는 간접적 방법을 적용하였을 때 두 방법 모두에서 유의한 증가가 있었으며, 두 방법 간에는 차이가 없었다고 하여 본 연구와 동일한 결과를 나타내었다. Nagarwal 등(2010)은 슬괩근이 단축된 15명의 대학생에게 유지-이완 기법을 3초 등척성 수축, 5초 이완, 그리고 7초 동안 천천히 슬괩근을 신장하는 것을 1회로 하여 주 3회 3주 동안 적용하였고, 다른 15명에게는 유지-이완 기법의 수축 후 이완이나 수동적 신장 대신에 대퇴사두근을 7초간 구심성으로(concentrically) 수축을 하는 주동근 수축을 동반한 수축-이완(Contract Relax-Agonist Contract: CRAC) 기법을 적용하였을 때 두 방법 모두 아무런 처치를 하지 않은 대조군에 비해 슬괩근이 유의한 증가를 나타내었으며, 두 방법의 효과는 거의 동등하였다고 하여 집단 간에 차이가 없었다고 보고하였다. 하지만 Osterig 등(1990)은 운동선수를 대상으로 PNF 신장기법인 신장-이완 기법(SR), 수축-이완 기법(CR), 주동근 수축-이완 기법(ACR)을 적용한 결과, ACR 기법이 CR과 SR 기법보다 슬괩근의 EMG 활동이 89-110% 정도 더 높았고, 관절가동범위도 9~13% 더 증가되어 효과에 차이가 있었다고 하였다. Ferber 등(2002)은 50~75세 사이의 성인을 대상으로 슬관절 굴곡근의 근활성도를 관찰하였을 때 정적신장과 CR 기법보다 수축-이완 길항근 수축(contract-relax antagonist contract: CRAC) 기법이 더 효과적이었다고 하였고, Etnyre와 Abraham(1986)은 관절가동범위에 미치는 효과를 알아보기 위해서 정적 스트레칭, CR 기법, 그리고 수축-이완

길항근 수축(contract-relax antagonist contract: CRAC) 기법을 비교한 결과, CRAC 기법이 가장 효과적이었다고 하여 CR기법과 CRAC기법 간에는 차이가 있었다고 보고하였다. 이러한 결과에 대해 일부의 연구는 자가억제와 상반억제의 복합적 작용에 의한 것으로 이해하였지만(Smith, 1994; Etnyre와 Abraham, 1986) 자가억제와 상반억제를 혼합 적용한 본 연구의 결과와 상반된 것이며, 일부의 연구는 EMG와 H-반사 연구를 통해서 PNF의 신장 적용 동안에 자율 억제 및 상호 억제의 역할에 대해 의문을 제기하고 있다(Sharman 등, 2006). 따라서 특정 연구의 결과만으로 차이가 있다고 확정할 수는 없으며, 차후에 연구기간, 대상자의 수, 대상자 간에 제한된 근육 길이의 차이와 같이 연구결과에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요소(Nagarwal, 등, 2010)들이 고려된 많은 연구들이 이루어져야 할 것으로 생각한다.

V. 결론

본 연구는 슬괩근 단축이 있는 대학생을 대상으로 유지-이완 기법의 직접적 방법과 간접적 방법, 그리고 혼합된 방법을 적용하였을 때 치료효과와 적용방법들 간에 효과의 차이가 있는지를 알아보았다. 치료는 주 3회 2주간 실시하였으며, 직접적 방법과 간접적 방법은 1회에 6번 반복하여 실시하였고, 혼합방법은 각 3회씩 실시하였다. 그 결과 능동 하지 직거상(ASLR)과 수동 하지 직거상(PSLR) 검사에서 세 가지 방법 모두 처치 전에 비해서 처치 후에 유의한 증가를 나타내었다. 하지만 집단 간에는 차이가 없는 것으로 나타났는데 선행 연구에서도 서로 상반된 결과들을 보고하고 있어 더 복잡하고 다양한 요소들이 치료효과에 개입될 것으로 짐작할 수 있었다. 결론적으로 근육의 유연성을 증진시키고자 할 때 유지-이완 기법의 세 가지 방법이 모두 효과적이라는 것을 확인할 수 있었고, 적용방법 간에는 차이가 없었으므로 어떤 방법이든지 전문가의 판단과 환자의 상황에 따라 적합한 것이 선택될 것이다.

References

- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in Practice: An illustrated guide. 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag. 2008.
- Azevedo DC, Lauria AC, Pereira AR et al. Intraexaminer and interexaminer reliability of pressure biofeedback unit for assessing lumbopelvic stability during 6 lower limb movement tests. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2013;36(1):33-43.
- Chaitow L. *Muscle energy techniques*, Oxford, UK : Elsevier. 2001.
- Davis DS, Ashby PE, McCale KL et al. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005;19(1): 27-32.
- Davis DS, Quinn RO, Whiteman CT et al. Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008;22(2):583-8.
- Etnyre BR & Abraham LD. Gains in Range of Ankle Dorsiflexion Using Three Popular Stretching Techniques. *American Journal of Physical Medicine*. 1986;65(4):189-96.
- Faulkner JA, Larkin LM, Claflin DR et al. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. 2007;34(11):1091-6.
- Feland JB, Myrer JW, Merrill RM. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Physical Therapy in Sports*. 2, 2001;186-93
- Ferber R, Ostering L, Gravelle D. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. *Journal of Electromyography Kinesiology*. 2002;12(5):391-7.
- Fox M. Effect on hamstring flexibility of hamstring stretching compared to hamstring stretching and sacroiliac joint manipulation. *Clinical Chiropractic*. 2006;9(1):21-32.
- Heyward VH. *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. 2nd ed. Champaign Illinois: Human Kinetics Books. 1991.
- Johnson EN & Thomas JS. Effect of hamstring flexibility on hip and lumbar spine joint excursions during forward reaching tasks in individuals with and without low back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2010;91(7):1140-2.
- Kim GC, Hwang BG. Research Article: Kinetic Analysis on the Lumbar at the Trunk Flexion according to the Degree of Hamstring Flexibility of Healthy Adult. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2012;7(4):501-7.
- Kim SY. Comparison of Six Tests for Assessing Hamstring Muscle Length. *The Journal Korean Academy of Orthopaedic Manual Physical Therapy*. 1999;5(1): 39-51.
- Kim YM. Effects of the Use of the Hold Relax Technique to Treat Female VDT Workers with Work-related Neck-shoulder Complaints. *The Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2009; 21(1):18-27.
- Kisner C & Colby LA. *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. 5th ed. Philadelphia: F. A. Davis. 2007.
- Kwon HK, Jung HM. Effect of Strengthening Program for Nurses in Relation to Back Pain, Flexibility and Muscle Strength. *Journal of the Korean Data Analysis Society*. 2009;11(1):213-28.
- Lee IS, Cho JY. Employment Stress, Physical Health, and Mental Health among College Students. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 2011;13(2):745-58.
- Lee JW, Jung HM. The Relationship among Health Promoting Lifestyle, self-efficacy, perceived health status in college women. *Journal of the Korean Data Analysis Society*. 2006;8(5):1807-16.
- Lee KH, Jung HM. The Effect of Core Program on Back Pain, Back Strength and Flexibility to Nurses. *Journal of the Korean Data Analysis Society*. 2007;9(4):

- 1693-06.
- Magee DJ. *Orthopedic Physical Assessment*. 5th ed. St. Louis: Saunders Elsevier. 2008.
- Nagarwal AK, Zutshi K, Ram CS et al. Improvement of Hamstring Flexibility: A Comparison between Two PNF Stretching Techniques. *International Journal of Sports Science and Engineering*. 2010;4(1):25-33.
- Nachtwey MN & Stricker K. Effects of the PNF-hold-relax-technique, direct and indirect, on hamstring muscle flexibility. *International Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association; IPNFA Report*. 2003.
- Ogura Y, Miyahara Y, Naito H et al. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007;21(3):788-92.
- Oh SJ. & Choi JD. The Study of Validity in Active Movement Control test for Low Back Pain Patients with or without Hamstring Shortening. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*. 2012;7(4):443-50.
- Oh YT. Effect of Balance Control Therapy on Low Back Pain on University Students, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 2011;13(4):1915-24.
- Osterig LR, Robertson RN, Troxel RK, Hansen P. Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching techniques, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1990;22:106-11.
- Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching Mechanisms and Clinical Implications, *Sports Medicine*, 2006; 36(11):929-39.
- Smith CA. The warm-up procedure: To stretch or not to stretch. A brief review, *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 1994;19:12-7.
- Spemoga SG, Uhl TL, Arnold BL et al. Duration of Maintained Hamstring Flexibility After a One-Time, Modified Hold-Relax Stretching Protocol. *Journal of Athletic Training*. 2001;36(1):44-8.