

Original Article

Open Access

고유수용성신경근촉진법 이완기법이 뒤넙다리근 유연성과 점프수행력에 미치는 영향

임재현[†] · 이민국 · 박종혁 · 정태호 · 조은비
서남대학교 물리치료학과

Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Relaxation Techniques on Hamstring Flexibility and Vertical Jump Performance

Jae-Heon Lim[†] · Min-Kook Lee · Jong-Hyuk Park · Tae-Ho Jung · Eun-Bi Jo
Department of Physical Therapy, Seonam University

Received: August 15, 2015 / Revised: September 01, 2015 / Accepted: September 03, 2015

© 2015 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: The purpose of this study was to assess the effect of the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) relaxation technique (hold relax; HR, contract relax; CR) and static stretch (SS) on hamstring flexibility and vertical jump performance in healthy adults over a four-week period.

Methods: Twenty-four healthy adults volunteered to participate in PNF and static stretch sessions. The subjects were divided into three groups as follows: 8 subjects in the SS group, 8 subjects in the HR group, and 8 subjects in the CR group. In the HR and CR groups, contractions lasted 15 seconds per trial and consisted of 5 sets of 15 seconds of hamstring contraction immediately followed by 15 seconds of passive static hamstring stretching. For the static group, the participants were asked to stretch by hanging a leg over a table for 30 seconds. Subjects in all groups performed the exercises three days per week for 4 weeks. The active straight leg raising (ASLR) test, active knee extension (AKE) test, and vertical jump test were performed before the intervention and after 1, 2, and 4 weeks.

Results: The SS, HR, and CR techniques effected positive improvement in hamstring flexibility and vertical jump performances but neither of the stretching methods had any statistically significant different effects according to group, although there were interactions (between group and time) in the ASLR group from 1 week to 2 week and in the AKE test from pretest to 1 week.

Conclusion: Based on the results of the current study, SS, HR, and CR were shown to affect hamstring flexibility and vertical jump performance in healthy adults. In particular, it was determined that within a short period, hamstring flexibility could be attributed more to CR than to SS.

Key Words: PNF, Hold-relax, Contract-relax, Hamstring, Vertical jump

[†]Corresponding Author : Jae-Heon Lim (limjaecheon@seonam.ac.kr)

I. 서론

뒤넙다리근(hamstring)은 엉덩관절 펌과 무릎관절 굽힘에 작용하는 근육으로 보행 시 입각기에 엉덩관절 펌에 기여하며, 말기 유각기에 무릎뼈를 축으로 정강뼈의 감속에 관여하고 앞십자인대를 보조하여 정강뼈의 과도한 앞쪽 이동을 예방하는 역할을 한다. 넙다리내갈래근과 함께 동적인 무릎의 움직임을 제어하여 달리기나 점프 등 다양한 신체활동을 하는 데 큰 역할을 차지하는 하지의 근육이다. 또한, 뒤넙다리근은 적응성 단축이 잘 일어나는 근육으로 규칙적인 활동이 부족하거나 오랜 시간 앉아 있는 생활을 지속하게 되면 유연성이 떨어져서 아래 척추부위 단축을 동반한다. 이로 인해 허리통증이 발생할 수 있으며, 수직 점프나 달리기 등 수행능력이 감소할 수 있다(Chan et al, 2001).

유연성은 바른 자세를 유지하고, 운동기능을 발달시키며 일상생활이나 운동 중 상해 예방에 중요한 요인이라고 할 수 있다. 뒤넙다리근의 유연성이 저하되었을 때 운동 시 가장 쉽게 손상이 일어날 수 있고, 여러 가지 근골격계 부상을 유발할 수 있다. 특히 뒤넙다리근의 유연성 저하로 인해 수직 점프 후 착지 시 뒤넙다리근의 손상을 초래할 수 있다. 특히 수직 점프 시 무릎펍 각도가 더 크면 클수록 최고 회전력은 뒤넙다리근 손상 위험을 더 낮게 한다. 그러므로 무릎 펍 각도를 증가시키는 운동은 뒤넙다리근 회전력을 더 크게 발생시켜 뒤넙다리근의 부하가 감소되어 손상을 예방한다(Brockett et al, 2004). Worrell 등(1994)은 뒤넙다리근의 유연성과 근 수행력과의 관련성을 알아본 결과, 뒤넙다리근의 유연성이 향상되면 60°, 120° 편심성 최고 회전력과 120° 동심성 최고 회전력이 증가한다고 보고하여 유연성 향상이 하지 근수행력을 증가할 수 있다고 하였다.

뒤넙다리근 유연성 향상을 위해 가장 많이 사용되고 있는 방법은 신장운동이다. 신장운동의 방법은 신경가동술, 정적 신장, 유지-이완, 수축-이완 등 여러 가지 방법이 소개되고 연구되었다(Fasen et al, 2009;

Shacklock, 2005). 정적 신장은 근육을 천천히 신장시켜 그 자세를 일정 시간 유지하게 하며, 반동을 주어 빠른 속도로 신장시키는 방법에 비해 안전하고 근육통을 유발하지 않아 가장 많이 사용하는 방법이다(Chan et al, 2001). 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF) 이완 기법은 근육과 힘줄의 고유수용기를 자극하고 수축성 조직의 이완을 통해 관절가동범위를 증가시키는 방법으로 수축-이완과 유지-이완 기법이 있다(Adler et al, 2014). PNF의 유지-이완과 수축-이완 기법은 단축된 근육을 늘려 가동범위를 증가시키고 세포 내·외액의 흐름을 원활하게 하는 장점이 있다. PNF의 수축-이완과 유지-이완은 수축한 근육을 이완하는 자가 억제를 이용한 직접 방법과 상반억제를 이용한 간접 방법이 있다. 움직임을 제한하는 근육을 대항근이라고 하며, 이 근육을 직접 수축시키면 직접 방법이며, 반대 근육을 수축시키면 간접 방법이 된다. 수축-이완과 유지-이완의 가장 큰 차이점은 대상자의 움직임 의도 여부, 즉 대상자가 움직이려는 의도가 있다면 수축-이완 의도가 없으면 유지-이완이라고 할 수 있으므로, 움직임 의도가 있는 수축-이완은 등장성 수축 형태이며, 움직임 의도가 없는 유지-이완은 등척성 수축의 형태로 적용하는 기법이다.

PNF 이완 기법을 이용한 유연성 효과 증진 연구들을 살펴보면 유지-이완을 직접 방법과 간접 방법, 혼합한 방법을 적용하여 대학생의 뒤넙다리근 유연성을 알아본 결과 세 방법 모두 효과가 있었으며 방법 간에 차이가 없으므로 어느 방법을 적용해도 같은 효과가 나타났다고 하였다(Oh, 2013). 정적 신장과 PNF 이완 기법을 같이 비교한 연구에서 Osternig 등(1990)은 운동선수를 대상으로 신장 이완, 수축-이완, 작용근 수축-이완을 적용한 결과 작용근 수축-이완이 가동범위에 가장 효과적으로 나타났다고 보고하였다. Handel 등(1997)은 PNF 이완 기법이 8주 후에 뒤넙다리근 유연성 향상을 보고하였으며, Schuback 등(2004)도 PNF 이완 기법이 뒤넙다리근 유연성에 유의하게 증가하였다고 하였다. 하지만 뒤넙다리근의 유연성을 향상시켜

는 방법을 알아본 체계적 고찰에서 1338명의 건강한 성인들을 대상으로 연구를 진행한 결과, 여러 가지 신장방법 중 가장 효과적인 한 가지 방법을 제시하기 어렵다고 하여 더욱 많은 추가적인 연구가 필요하다고 하였다(Decoster et al, 2005).

많은 연구에서 뒤넙다리근 신장 운동은 스포츠 손상을 예방하고 재활에 도움을 주는 긍정적 효과가 있으므로 임상에서 많이 적용하고 있다. 특히 뒤넙다리근 유연성이 수직 점프 수행에 도움을 주는 연구가 있지만(Worrell et al, 1994), 뒤넙다리근에 적용한 정적 신장이나 PNF 이완 기법이 실제 점프수행력이나 힘 발생하는데 변화가 없거나 오히려 유의한 감소가 발생한다고 한다는 연구(Stone et al, 2006)도 있어 이에 관한 연구가 추가로 필요하다. 그래서 본 연구는 정적 신장과 PNF 이완 기법인 유지-이완과 수축-이완을 통해 뒤넙다리근의 유연성 향상에 가장 효과적인 방법을 찾아보고 점프수행력에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 N시에 위치한 S대 대학생들 24명을 대상으로 정적 신장, 유지-이완, 수축-이완 군에 각각 8명씩 무작위로 배치하였다. 모든 대상자에게 연구의 윤리적 부분과 연구 목적, 연구 진행에 관한 사항을 상세하게 설명하였고 자발적으로 실험에 참여하고자 하는 대상자들에게 한하여 연구동의서에 서명 후 실험을 진행하였다. 연구대상자 선정 기준은 허리 와 무릎에 통증이 없고 현재 치료나 약물을 복용하고 있지 않은 자로 선정하였다.

2. 측정 방법 및 도구

이 연구에서 뒤넙다리근의 유연성 측정을 위해 사용한 검사는 능동하지 직거상(active straight leg raising, ASLR) 검사와 능동 무릎관절 신장 검사(active knee

extension, AKE) 수직 점프(vertical jump, VJ) 검사를 하였다. 각 검사는 중재 전, 중재 1주 후, 중재 2주 후, 중재 4주 후에 각각 측정하였다.

1) ASLR 검사

뒤넙다리근의 유연성을 보기 위한 측정방법으로 대상자는 바로 누운 자세에서 측정할 다리의 반대 다리를 완전 펴 상태에서 골반을 고정하였다. 대상자에게 무릎을 완전히 펴 한 상태에서 엉덩관절을 능동적으로 굽힘 시킬 때 뒤넙다리근 부위에서 통증이나 저항감이 느껴지는 지점을 말로 표현하게 하고, 검사자는 그 지점에서 굽힘 각도를 측정하였다. 3회 측정 후 평균값을 구하였다. ASLR의 측정자간 신뢰도를 카파통계량으로 알아본 연구에서 카파통계량이 0.87로 측정자간 일치도가 높게 나타났다(Kwong et al, 2013).

2) AKE 검사

뒤넙다리근의 유연성 측정방법으로 대상자는 바로 누운 자세를 취하고 검사하고자 하는 반대편의 다리는 검사대에서 완전 펴하고 고정하여 보상 움직임이 없도록 하였다. 대상자에게 뒤넙다리근 유연성을 검사할 엉덩관절을 검사자가 90° 굽힘 상태를 유지하게 한 다음 대상자는 무릎관절을 능동적으로 펴 하도록 하였다. 뒤넙다리근 부위에서 통증이나 불편감을 느껴지는 부위를 말하게 하고 그 지점의 펴 각도를 측정하였다. 3회 측정 후 평균값을 구하였다. 건강한 성인을 대상으로 한 신뢰도 검사에서 측정자간 신뢰도 급간내 상관계수는(ICC2,1)은 우세무릎에서 0.87, 비우세무릎에서 0.81이었으며, 측정자내 신뢰도의 급간내 상관계수(ICC3,1)은 0.78~0.97, 0.75~0.84를 나타내어 높은 신뢰도를 나타내었다(Hamid et al, 2013).

3) VJ 검사

순발력을 측정하는 방법으로 대상자들은 양발로 서서 손에 표시 할 만한 물질을 문힌 후 무릎관절과 엉덩관절을 굽힘 시킨 후 최대한 점프하여 벽에 있는

부분에 표시하도록 하고 그 표시점을 바닥에서 부터 길이로 측정하였다. "무릎을 구부리고 최대한 높이 뛰어서 손을 벽에 닿게 하세요" 라는 구두 지시와 함께 3회 연속 수직 점프 후 가장 높은 값을 자료로 취하였다. 신발의 탄력성을 배제하기 위해 평평한 바닥에서 맨발로 시행한 후 측정하였다.

3. 중재 방법

이 연구에서 사용한 중재방법은 정적 신장(static stretching, SS), 유지-이완(hold-relax, HR), 수축-이완(contract-relax, CR)을 사용하였으며 주당 3회, 총 4주 동안 진행되었다.

1) SS기법

선 자세에서 테이블에 발을 올려 허리를 굽히는 방법으로 중등도의 저항이나 불편함이 있는 범위에서 신장되는 느낌이 들 때까지 최대한 굽히라고 지시하고 그 자세에서 30초를 유지한 뒤 15초 휴식을 1회로 하여 시행하였으며, 총 5회 실시하였다.

2) HR기법

대상자는 바로 누운 자세에서 가능한 최대한도까지 다리를 올리게 하였다. 그 다음 검사자가 대상자의 다리를 잡고 15초 동안 검사자의 힘에 대항하여 유지한 후 15초 동안 대상자가 갈 수 있는 최대한 범위까지 이동한 후 그 위치에서 다시 다리를 잡고 15초 휴식을 취하는 것을 1회로 실시하였다. 총 5회 수행하였다.

3) CR기법

대상자는 바로 누운 자세에서 가능한 최대한도까지 다리를 올리게 하였다. 그 다음 검사자가 대상자의 다리를 잡고 15초 동안 최대동심성 수축을 일으킨 후 15초 동안 대상자가 갈 수 있는 최대한 범위까지 이동한 후 그 위치에서 다시 다리를 잡고 15초 휴식을 취하는 것을 1회로 실시하였다. 총 5회 수행하였다.

4. 자료 분석

이 연구의 자료는 MAC용 SPSS 21 ver. 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 세 집단의 일반적 특성은 기술통계를 사용하였으며 모든 자료의 정규성 검증은 Shapiro-Wilks 분석을 이용하였다. 모든 자료가 정규분포가 인정되어 세 집단의 일반적 특성 비교는 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 하였으며, 세 집단 간 시기에 따른 뒤넵다리근의 유연성과 점프수행력 비교는 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)을 실시하였고, Mauchly의 구형성 검정을 만족하지 못하는 경우에는 greenhouse-Geisser 값에 의해 분석하였다. 사후검증(post-hoc)은 Bonferroni 분석을 이용하였다. 통계학적 유의 수준 (α)= 0.05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

이 연구에 참여한 대상자는 SS군, HR군, CR군 각각 8명씩 총 24명이 참여하였다. 평균 키는 SS군 169.28cm, HR군 173.55cm, CR군 170.87cm 이었으며, 평균 나이는 SS군 24.28세, HR군 25.33세, CR군 24.50세 이었다. 평균 몸무게는 SS군 67.57kg, HR군 2.11kg, CR군 67.87kg 이었다. 세 집단의 일반적 특성을 비교한 결과 세 집단 모두 동일한 군으로 처리되었다.

2. ASLR 검사 각도 변화

ASLR의 검사 각도 변화는 Table 1에 제시하였다. 시간에 따른 주효과는 유의한 차이를 나타내었고 시간과 집단 상호작용에서 유의한 차이를 나타내었다 ($p < 0.05$). 집단에 따른 주효과는 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 시간과 집단에 따른 상호작용은 중재 1주 후와 중재 2주 후 사이에 CR군과 SS군에서 나타났다(Fig. 1).

Table 1. Comparison between stretch techniques for duration of stretch application on ASLR test (unit: °)

Techniques	pre	after 1 wks	after 2 wks	after 4 wks		F	p
SS (n=8)	62.63±6.52 ^a	65.75±5.70	66.88±5.44	68.00±5.37	Group	1.89	0.17
HR (n=8)	55.87±3.00	61.00±2.62	64.50±2.78	66.38±2.50			
CR (n=8)	60.00±6.46	63.83±5.75	68.25±3.99	70.38±2.62	Group X time	5.52	0.00*

^a; mean±standard deviation

* p<0.05

ASLR; active straight leg raising test

SS; static stretch group

HR; hold-relax group

CR; contract-relax group

Table 2. Comparison between stretch techniques for duration of stretch application on AKE test (unit: °)

Techniques	pre	after 1 wks	after 2 wks	after 4 wks		F	p
SS (n=8)	28.87±10.53 ^a	24.88±10.24	23.13±10.16	22.38±9.81	Group	1.17	0.33
HR (n=8)	35.75±8.96	29.75±7.16	28.00±7.32	27.00±7.76			
CR (n=8)	29.37±9.66	23.50±7.81	22.00±7.80	20.87±7.30	Group X time	2.42	0.03*

^a; mean±standard deviation

* p<0.05

AKE; active knee extension test

SS; static stretch group

HR; hold-relax group

CR; contract-relax group

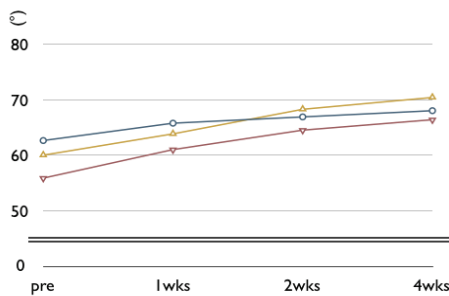


Fig. 1. Interaction plot of technique and time about ASLR test.

ASLR; active straight leg raising test

3. AKE 각도 변화

AKE의 검사 각도 변화는 Table 2에 제시하였다. 시간에 따른 주효과는 유의한 차이를 나타내었고 시간과 집단 상호작용에서 유의한 차이를 나타내었다(p<0.05). 집단에 따른 주효과는 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05). 시간과 집단에 따른 상호작용은 중재전과 중재 1주후 사이에 CR군과 SS군에서 나타났다(Fig. 2).

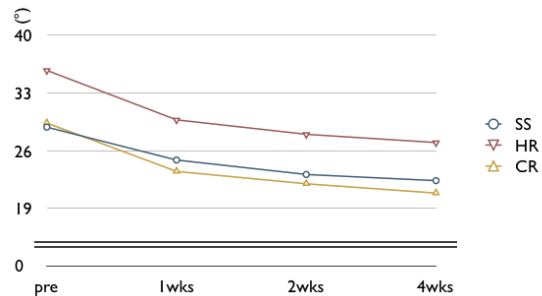


Fig. 2. Interaction plot of technique and time about AKE test

AKE; active knee extension test

4. VJ 수행력 변화

VJ 변화는 Table 3에 제시하였다. 시간에 따른 주효과는 유의한 차이를 나타내었고(p<0.05), 시간과 집단에 따른 상호작용과 집단에 따른 주효과는 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 3).

Table 3. Comparison between stretch techniques for duration of stretch application on VJ performance (unit: cm)

Techniques	pre	after 1 wks	after 2 wks	after 4 wks		F	p
SS (n=8)	250.75±24.17 ^a	254.31±23.48	256.25±24.32	257.37±24.18	Group	0.37	0.69
HR (n=8)	257.37±21.99	261.25±22.44	262.56±22.25	263.68±22.64	Time	63.94	0.00*
CR (n=8)	248.50±22.39	251.12±22.04	252.44±21.71	254.25±21.46	Group X time	0.42	0.85

^a; mean±standard deviation

* p<0.05

VJ; vertical jump

SS; static stretch group

HR; hold-relax group

CR; contract-relax group

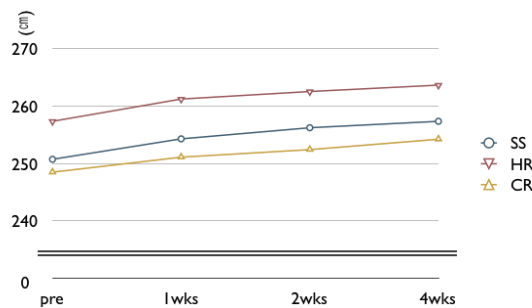


Fig. 3. Interaction plot of technique and time about VJ performance
VJ; vertical jump

IV. 고찰

이 연구는 24명의 대학생을 대상으로 8명씩 세 집단으로 무작위 할당하여 4주간 정적 신장, 유지-이완, 수축-이완 기법을 적용한 후 뒤넙다리근 유연성과 점프수행력에 미치는 효과를 중재 1주 후, 2주 후, 4주 후에 각각 측정하여 알아보았다. 정적 신장을 시행할 때 1회당 30초 유지하도록 한 것은 정적 신장이 뒤넙다리근 유연성에 미치는 효과를 알아본 연구에 기반을 두어 설정하였다. 그 연구에서 15초, 30초, 60초 정적 신장을 주당 5일 총 6주 동안 실시한 결과 30초와 60초 정적 신장을 하는 것이 15초보다 더 효과적이라고 하였고, 30초와 60초 신장시간이 서로 효과의 차이가 없다고 하여 정적 신장 30초 유지를 권장한 것에 따른 것이다(Bandy & Irion, 1994). 수축-이완과 유지-이완

기법은 각각 가동범위 끝에서 15초 수축과 유지를 한 후 15초 추가 수동 신장을 하고 이완을 하였다. 본 연구에 사용된 수축-이완과 유지-이완은 직접적으로 대항근을 수축시켜 이완을 얻기 위해 적용하였다. Taylor 등(1980)는 최대 근힘중 단위의 변화가 일어나려면 최소 4번의 반복이 필요하다고 하였으므로, 이 연구에 포함된 모든 중재의 기본 반복은 4회 이상인 5회로 설정하여 진행하였다.

본 연구 결과 ASLR와 AKE 검사로 알아본 뒤넙다리근 유연성 검사에서 세 집단 모두 시간에 따라 유의한 향상이 있음을 확인했고, 이는 세 가지 중재방법이 뒤넙다리근의 유연성 증진에 효과가 있었다는 것을 알 수 있었다. 8주간 정적 신장과 수축-이완 기법을 적용하여 태권도 선수 28명을 대상으로 AKE 검사로 측정된 뒤넙다리근 유연성은 두 집단 모두 향상됨을 보고하였다(Choi, 2013). Pirayeh 등(2014)은 18~30세 여성에게 정적 신장과 PNF 신장기법을 적용하여 비교한 연구 결과 두 집단 모두 무릎관절 폼 각도가 증가하여 뒤넙다리근 유연성이 향상하였으며, Yuktasir와 Kaya(2009)도 28명 대상자에게 6주간 주 4회 정적 신장과 수축-이완을 적용한 결과 정적 신장과 수축-이완 기법 모두 유연성이 유의하게 증가하여 본 연구와 일치된 결과를 보였다. 또한 Hasani 등(2014)의 연구에서 정적 신장과 유지-이완을 주 3회 4주간 시행한 결과 유지-이완의 무릎관절 가동범위가 평균 27.1도 대조군에 비해 유의하게 증가한 결과를 나타내었으며, 평균 연령 20대인 대상자 30명에게 유지-이완과 정적 신장

을 각 대상자에게 왼쪽 다리는 중재하지 않고 오른쪽 다리에 중재를 시행한 결과 시간과 집단 간 유의한 상호작용이 나타났고, 유지-이완이 시간에 대한 주 효과도 유의한 차이를 보여 유지-이완이 뒤넙다리근 유연성에 도움을 주는 것으로 나타났다(Puentedura et al, 2011).

본 연구에서 집단 간에 유의한 차이를 보이지 않았는데, Davis 등(2005)의 연구에서 자가 신장과 정적 신장, PNF 신장 기법을 4주 간 적용한 결과 모든 기법이 초기 값보다 건강한 성인의 뒤넙다리근 유연성 향상을 보였지만, 4주 후의 집단 간 비교에서 PNF 신장은 대조군에 비해 유의한 차이를 보이지 않았다고 하였다. 뒤넙다리근이 단축된 15명의 대학생에게 3회 3주 동안 뒤넙다리근에 유지-이완 기법과 넙다리내갈래근에 수축-이완 기법을 적용하였을 때 두 방법 모두 뒤넙다리근의 유연성에 유의한 증가를 보였으며, 두 집단 간에 유의한 차이가 없었다고 보고하였다(Nagarwal et al, 2010).

ASLR과 AKE 검사에서 시기와 집단 간 상호작용이 유의한 차이를 보여 시기에 따라 뒤넙다리근 유연성의 집단 간 변화를 확인할 수 있었다. 특히 ASLR 검사에서는 1주와 2주 사이 시기에 수축-이완 군이 정적 신장 군보다 각도 증가가 더 크게 나타났으며, AKE 검사에서는 중재 전과 중재 1주 사이에 수축-이완 군이 정적 신장 군보다 각도 감소가 더 크게 나타났다. ASLR 검사는 각도가 크면 클수록 뒤넙다리근이 더 유연하다는 것을 의미하며, AKE 검사에서는 0도에 가까울수록 더 유연하다는 것을 의미한다. 뒤넙다리근 유연성 검사에서 2주 이내에 수축-이완이 정적 신장보다 변화 양상의 추이가 다르게 나타난 것으로 보아 수축-이완이 정적 신장보다 단기간의 효과가 더 크게 나타난 것으로 생각된다. 이 연구에서 적용한 수축-이완은 수축 후 신장을 추가하여 적용한 것으로 수축할 때 수축성조직이 이완하고 그 후에 수동신장으로 비수축성 결합조직의 점탄성 성질에 영향을 준 것으로 판단된다. 그러므로 단기간에 뒤넙다리근 유연성 증가를 위해서는 수축-이완 적용 후 신장 자극을

적용하는 것이 정적 신장보다 도움이 될 수 있을 것이다. O'hora 등(2011)의 연구에서도 정적 신장과 수축-이완을 비교한 결과 두 집단에서 모두 무릎 펌 각도가 증가했으며 특히 단기간에 PNF 신장 방법이 더 유용하다고 제시하였다. Lee 등(2008)의 연구에서도 중재 1주 후에 관절가동범위 변화량이 수동신장 10.62, 능동신장 5.14, PNF 신장 14.90으로 1주차에 가장 큰 변화량을 나타내었다고 하여 PNF 신장이 단기간 변화가 가장 큰 기법으로 제시하였다.

점프수행력 검사에서는 세 집단 모두 시간에 따라 유의한 향상은 있었지만, 집단과 시간에 따른 상호작용은 유의한 차이를 보이지 않았다. 수직 점프 수행력은 점프하기 직전까지 넙다리내갈래근과 볼기근과 뒤넙다리근의 편심성 수축으로 탄성에너지가 저장된 후 점프하면서 각 근육이 동심성 수축으로 위치에너지로 전환되며 폭발적인 힘을 발휘하게 된다. 순간적인 속도를 발휘해야 하는 수직점프는 뒤넙다리근 이외에 다른 근육의 상태에 영향을 받을 수 있기 때문에 집단에 따른 차이가 나타나지 않았을 것이라 생각된다. 43명의 남자 축구선수(14-18세)를 대상으로 뒤넙다리근의 유연한 집단과 유연하지 못한 집단으로 나누어 수직 점프, 달리기, 볼차기를 비교한 결과 수직 점프 능력에서 뒤넙다리근이 유연한 집단이 유연하지 못한 집단보다 10.49% 더 향상된 것을 확인할 수 있었다(Garcia-Pinillos et al, 2015). Yuktasir와 Kaya (2007)도 건강한 성인 28명을 대상으로 6주간 주 4회 정적 신장과 수축-이완을 적용하여 점프수행력을 알아본 연구에서 점프수행력에서 기법에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 이 연구에서 적용한 수축-이완과 유지-이완 모두 수동신장을 결합하여 적용하였지만 기간에 따른 집단의 차이를 나타내지 못했다. 수직 점프와 관련 신장-단축 주기에 기여하는 넙다리내갈래근의 근력, 발목 안정성, 팔 이용에 따른 차이를 고려하지 못했기 때문으로 판단된다.

본 연구의 제한점은 첫 번째, 유지-이완 시에 검사자가 주는 저항의 양을 정량화하지 못했다. 동일한 검사자가 각 측정시기마다 수행하였지만 모든 대상자에게

주는 저항의 양을 일정하게 주기가 어려웠다. 둘째, 뒤넙다리근의 유연성에 영향을 줄 수 있는 장딴지근의 길이를 고려하지 못했다. 발목은 대상자에게 편안한 상태로 두게 한 다음 모든 중재를 시행하였는데 각 대상자의 장딴지근의 길이의 차이가 측정변수의 값을 발생시켰을 수도 있다. 셋째, 중재 적용 시 뒤넙다리근의 제한이 있는 부분을 확인할 때 검사자의 끝느낌을 배제하고 대상자가 불편한 지점을 구두로 말한 지점에서 수축을 한 것이 주관적이어서 결과값에 영향을 주었을 수도 있다. 추후 연구에서는 검사자가 주는 저항의 양이나 대상자의 수, 대상자의 장딴지근육의 길이 차이를 고려한 연구가 진행되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구를 토대로 볼 때 정적 신장, 유지-이완, 수축-이완 기법은 뒤넙다리근 유연성 향상에 도움을 주는 것으로 나타났다. 특히 수축-이완 기법은 정적 신장보다 2주 이내의 단기간에 변화양상에 차이가 있는 것으로 보아 단기간 뒤넙다리근 유연성 향상을 위해서는 수축-이완 기법이 정적 신장보다 더 효과적이라는 것을 알 수 있었다. 임상에서 단기간 뒤넙다리근 유연성을 향상을 위해서는 수축-이완 기법을 사용하는 것이 더 효과적이라고 생각된다.

References

- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice : An illustrated guide. 4th ed. Berlin. Springer. 2014.
- Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*. 1994;74(9):845-850.
- Brockett CL, Morgan DL, Proske U. Predicting hamstring strain injury in elite athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2004;36(3):379-387.
- Chan SP, Hong Y, Robinson PD. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2001;11(2):81-86.
- Choi GJ. The effects of static and PNF stretching on range of motion and jump performance in the taekwondo player. *The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*. 2013;8(11):1771-1776.
- 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.
- Decoster LC, Cleland J, Altieri C, et al. The effects of hamstring stretching on range of motion: A systematic literature review. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009;23(2):660-667.
- Garcia-Pinillos F, Ruiz-Ariza A, Moreno del Castillo R, et al. Impact of limited hamstring flexibility on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility in young football players. *Journal of Sports Sciences*. 2015;33(12):1293-1297.
- Hamid MS, Ali MR, Yusof A. Interrater and intrarater reliability of the active knee extension (AKE) test among healthy adults. *Journal of Physical Therapy Science*. 2013;25(8):957-961.
- Handel M, Horstmann T, Dickhuth HH, et al. Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1997;76(5):400-408.

- Hasani AH, Bakhtiari AH, Khalil MA. Comparative study of static stretch and hold relax on increasing the motion range of knee extension and flexibility of shortened hamstring muscles of male students in semnan. *Middle East Journal of Rehabilitation and Health*. 2014;1(2):e24365.
- Kwong EH, Virani N, Robert M, et al. Inter-rater reliability of the active straight-leg raise and one-leg standing tests in non-pregnant women. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2013;45(10):1058-1064.
- Lee MH, Park MC, Bae SS. Effect of contract-relax techniques of proprioceptive neuromuscular facilitation on hamstring flexibility. *Journal of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2008;6(1):13-20.
- 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.
- O'Hara J, Cartwright A, Wade CD, et al. Efficacy of static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation stretch on hamstrings length after a single session. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011;25(6):1586-1591.
- Oh YT. Effect of hold-relax technique for college students with hamstring shortening. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*. 2013;8(3):433-441.
- Osternig LR, Robertson RN, Troxel RK, et al. Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1990;22(1):106-111.
- Pirayeh N, Pour EN, Pay SG. Comparing the effect of static and PNF stretching on hamstring muscles shortness in 18-30 years young women. *Modern Rehabilitation*. 2014;8(2):1-6.
- Puentedura EJ, Huijbregts PA, Celeste S, et al. Immediate effects of quantified hamstring stretching: Hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. *Physical Therapy in Sport*. 2011;12(3):122-126.
- Schuback B, Hooper J, Salisbury L. A comparison of a self-stretch incorporating proprioceptive neuromuscular facilitation components and a therapist-applied PNF-technique on hamstring flexibility. *Physiotherapy*. 2004;90(3):151-157.
- Shacklock MO. Clinical neurodynamics: A new system of musculoskeletal treatment. New York. Elsevier Butterworth-Heinemann. 2005.
- Stone M, Ramsey MW, Kinser AM, et al. Stretching: Acute and chronic? The potential consequences. *Strength and Conditioning Journal*. 2006;28(6):66-75.
- Taylor DC, Dalton JD, Jr., Seaber AV, et al. Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. *American Journal of Sports Medicine*. 1990;18(3):300-309.
- Worrell TW, Smith TL, Winegardner J. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1994;20(3):154-159.
- Yuktasir B, Kaya F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2009;13(1):11-21.