J Korean Soc Phys Med, 2017; 12(4): 11-18
http://dx.doi.org/10.13066/kspm.2017.12.4.11

Online ISSN: 2287-7215
Print ISSN: 1975-311X

Research Article

Open Access

궁둥신경 가동술이 여성노인의 뻗은다리올림 검사와 보행능력에 미치는 영향

남기원 · 고재청[1] · 서동열†

동신대학교 물리치료학과, [1]동신대학교 대학원 물리치료학과

The Effect of Sciatic Nerve Mobilization on SLR Angle and Gait Ability of Elderly Women

Ki-Won Nam, PT, PhD · Jae-Chung Go, PT[1] · Dong-Yel Seo, PT, PhD†

Dept. of Physical Therapy, Dongshin University

[1]Dept. of Physical Therapy, Graduated School of Dongshin University

Received: April 17, 2017 / Revised: April 27, 2017 / Accepted: June 22, 2017

ⓒ 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to examine the effects of sciatic nerve mobilization techniques on straight leg raising (SLR) and walking ability in elderly women aged over 65.

METHODS: Seventy women aged over 65 were examined using SLR test and forty women were selected as subjects. They were divided into Group Ⅰ (under 70° of SLR test of both legs, n=20) and Group Ⅱ (over 70° of SLR test of both legs, n=20). Nerve mobilization was applied to both groups (three times a week for 4 weeks). SLR angle was measured using digital goniometer and walking ability was measured by step length, stride length, velocity, double support, using GAITRite System. After 4 weeks, paired t-test was used to compare the changes of SLR test and walking ability within Group Ⅰ and Group Ⅱ.

RESULTS: In Group I, SLR test, step length, stride length and gait velocity were significantly increased but double support was significantly difference. In Group II, SLR test, step length and stride length were significantly increased but gait velocity was not significantly increased and double support was significantly decreased.

CONCLUSION: This study showed that sciatic nerve mobilization techniques had positive effects on the SLR angle and walking ability in elderly women.

Key Words: Elderly women, Gait, Nerve mobilization, SLR

Ⅰ. 서 론

최근 우리나라는 급속하게 고령화가 진행되고 있으며, 노년기 건강 쇠퇴는 노인의 전반적인 삶의 질을 떨어뜨리고 있다. 노화의 진행은 근육의 부피를 감소시키고 근육 내 지방과 콜라겐을 증가시켜 결국 근력을 감소시킨다(Goodpaster 등, 2001; Kent-Braun 등, 2000;

†Corresponding Author : seody0815@naver.com

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.

Frontera 등, 1991). 또한 노화는 운동신경축삭의 Na+ 채널 변화로 신경의 전도속도를 지연시키고(Moldovan 등, 2015), 말이집 신경섬유의 퇴행으로 신경위축이 발생시킨다(Uqrenovic 등, 2016). 이러한 근육과 신경의 변화는 노인의 하지 기능과 근력 감소(Ward 등, 2014; Resnick 등, 2002), 낙상 증가(Ferrucci 등, 2004) 등의 원인이 되며, 하지 근력 감소로 인한 균형 능력 감소는 자세조절과 통합능력을 감소시키고(Maki와 McIlroy, 1996), 분속수와 활보장 감소, 기저면 증가, 보행속도 감소 등 보행능력을 변화시킨다(Kang과 Dingwell, 2008). 뿐만 아니라 노인성 골다공증, 퇴행성 관절염 등의 근골격계 질환(Li 등, 2016; Park과 Ahn, 2010), 노인성 치매와 같은 신경계 질환(Lee와 Park, 2016; Andersen 등, 2004)으로 인해 삶의 질이 감소되고 의료부담이 증가하고 있다.

노화로 인한 신체적 변화 개선과 삶의 질 향상을 위한 중재로 근력강화 운동(Mickle 등, 2016), 균형 증진 운동(Alhasan 등, 2017), 요가(Lindahl 등, 2016), 태극권과 조깅(Wang 등, 2017), 자전거 타기(Bellumori 등, 2017), 복합운동프로그램(Lim과 Ko, 2015; Cho와 Kim, 2010; Jung 등, 2009), 신경가동술(Villafane 등, 2011) 등 다양한 접근이 이루어지고 있다.

이러한 중재들 중 신경가동술은 신경의 역학적 민감도를 감소시키고 신경 조직의 순응도를 높여 치료에 적용할 목적으로 시행된다(Shacklock, 2005). 최근 신경가동술을 적용한 연구에서 넙다리신경가동술이 patellofemoral pain syndrome 환자의 통증감소(Huang 등, 2015), 긴장성 두통 감소(Ferragut-Garcias 등, 2017), 관절가동범위 증가(de la Rosa Diaz 등, 2017), 허리뼈 뿌리 내 신경내액 확산 촉진(Gilbert 등, 2015), 신경혈관분포 증가(Ellis와 Hing, 2008) 등 다양한 효과를 보여주고 있다.

노인들은 보행과 균형의 질이 떨어져 있어 신체적 운동치료 방법은 많은 장점에도 불구하고 낙상 등의 위험요소를 가지고 있다. 이에 따라 신경가동술이 보행과 균형의 개선을 위한 중재 방법으로 다양하게 연구되고 있으나 신경가동술이 뻗은다리올림 검사와 보행능력에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정으로 본 연구에서는 여성 노인을 대상으로 궁둥신경가동술을 적용하여 뻗은다리올림 검사 각도와 보행능력에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 N시에 거주 중인 65세 이상의 여성노인 70명을 대상으로 뻗은다리올림 검사를 실시하여 뻗은다리올림 검사의 정상 범위가 70도 이상이므로 양쪽 엉덩관절의 각도가 70도 이하인 그룹(그룹Ⅰ)과 70도 이상인 그룹(그룹Ⅱ)으로 나누어 각 그룹 당 20명을 연구대상자로 선정하였다(Sim 등, 2010). 연구대상자 선정에서 뻗은다리올림 각도가 70도를 기준으로 양쪽 하지에서 차이를 보인 19명과 양쪽 하지의 각도가 70도 이상인 대상자들 중 11명은 연구에서 제외시켰다. 양 하지의 검사 전 연구 대상자들은 연구에 대하여 충분히 설명을 듣고 자발적으로 동의를 한 경우 대상자로 참여하였다(Table 1).

본 연구에 참여한 대상자의 선정기준은 1) 도움 없이 직립보행이 가능한 자 2) 지시한 내용을 이해하고 지시한 내용에 적절한 반응을 보일 수 있는 자 3) 규칙적으로 정기적인 운동을 하고 있지 않는 자 4) 청각에 이상이 없는 자 5) 시야 결손과 전정기관에 이상이 없는 자로 하였다.

Table 1. General characteristics of the subject

Group	Age (years)	Body weight (kg)	Height (cm)
Ⅰ (n=20)	69.48 ± 4.46	63.58 ± 7.48	153.60 ± 4.68
Ⅱ (n=20)	70.27 ± 5.08	60.38 ± 5.80	152.12 ± 3.18

Values are showed mean ± S.D.

2. 중재방법

연구대상들에게 궁둥신경가동기법 중 Neurodynamic Tensioner와 Neurodynamic Slider 두 기법을 양쪽 다리에 1회에 각각 15회씩 주 3회, 4주간 적용하였다(Talebi 등, 2010).

Neurodynamic Tensioner 기법은 신경의 전체 길이를 신장시켜 전체 신경 축을 따라 장력을 적용하는 기법(Sharma 등, 2016)으로 본 연구에서는 환자가 척주를 모두 굽힘하고 옆으로 누운 상태에서 환자의 엉덩관절 굽힘 각도를 뻗은다리올림 검사에서 제한이 나타난 각도로 하고 환자의 무릎을 폄시켰으며, 환자의 넙다리 후부에 당기는 느낌이 느껴지기 전까지 환자의 발목을 발등굽힘 시킨 후 Grade Ⅰ에서 GradeⅡ를 왕복하며 실시하였다. 이때 넙다리 후부의 당기는 느낌이 들었을 때 환자의 목뼈만 약간 폄시켜 당기는 느낌이 사라지면 신경의 당김으로 보았다. Neurodynamic Slider 기법은 신경의 길이변화 없이 신경의 경로를 따라 미끄러지게 하는 기법(Sharma 등, 2016)으로 본 연구에서는 Tensioner와 같은 시작자세에서 환자의 목뼈를 폄시킬 때 발목의 발등굽힘을 만들어 주고 목뼈를 굽힘 시킬 때 발바닥쪽 굽힘을 만들어 주어 환자의 신경이 길이 변화 없이 미끄러지게 실시하였다.

3. 측정도구 및 장비

1) 뻗은다리올림 검사 각도 측정

뻗은다리올림 검사 각도 측정에는 측정 정밀도가 .05° 인 디지털 각도계(DWL-280, JSBTECH, Singapore)를 사용하였다. 실험대상자는 바로 누운자세에서 넙다리 및 발목관절은 편안한 위치에 두고 넙다리 가쪽에 디지털 각도계를 고정하고 시작 자세의 각도를 측정한 후 검사자가 수동으로 환자의 무릎을 최대로 폄시킨 상태에서 엉덩관절을 굽힘시켜 실험대상자의 하퇴에 당기는 느낌이 있는지를 확인하여 각도를 측정한 다음 시작자세에서 측정되었던 값을 뺀 값을 뻗은다리올림 검사 각도로 하였다. 측정간 휴식시간 없이 3회 측정하여 중간 값을 측정값으로 사용하였다. 검사 도중 넙다리 후부 근육들로 인한 당김이 있는지 확인하기 위하여 당김이 느껴지는 위치에서 엉덩관절을 약간 폄시켜 당기는 느낌을 없앤 상태에서 환자의 발목관절을 발등굽힘시켜 확인하였으며, 발등굽힘 시 종아리부분에서 당김이 나타났을 경우에는 엉덩관절을 모음, 안쪽돌림시켜 신경과 근육의 감별진단을 시행하였다.

2) 보행능력 측정

보행에서의 보폭(Step length), 보장(Stride length), 걸음속도(Gait velocity), 양하지 지지기(Double support phase)를 측정하기 위하여 휴대가 가능한 보행분석시스템(GAIRite System, CIR Systems Inc., USA)을 사용하였다. 수집된 정보는 GAITRite Software Ver. 4.5로 처리하였다.

연구 대상자들은 실험에 대하여 충분한 설명을 들은 후 대상자를 보행판 전방 2 m에서 서 있도록 한 다음 구두 신호에 의해 보행을 시작하고, 보행판을 지나 2 m 이상 보행한 후 정지하도록 하였다. 이러한 과정을 휴식시간 없이 3회 실시하여 평균값을 측정값으로 얻었다.

4. 자료분석

모든 자료들은 SPSS for windows version 18.0 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 4주간 실험 후 그룹Ⅰ과 그룹Ⅱ의 뻗은다리올림 검사 각도와 보행능력의 비교를 위하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 통계학적 유의성 검정을 위한 유의수준 α는 .05로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 뻗은다리올림 검사 각도 변화

신경가동술 적용 전과 후의 뻗은다리올림 각도를 비교한 결과, 그룹Ⅰ과 그룹Ⅱ의 양쪽 다리 모두에서 뻗은다리올림 검사 결과는 통계학적으로 유의한 증가가 있었다($p<.05$)(Table 2).

2. 보행능력의 변화

1) 보폭의 변화

신경가동술 적용 전과 후 보폭의 변화를 비교한 결과, 그룹Ⅰ과 그룹 Ⅱ의 양쪽 다리 모두의 보폭이 통계학적으로 유의하게 증가하였다($p<.05$)(Table 3).

2) 보장의 변화

신경가동술 적용 전과 후 보장의 변화를 비교한 결과, 그룹Ⅰ과 그룹 Ⅱ의 양쪽 다리 모두의 보장이 통계학적으로 유의하게 증가하였다(p<.05)(Table 4).

3) 보행속도의 변화

신경가동술 적용 전과 후 보행속도의 변화를 비교한 결과, 그룹Ⅰ에서는 보행속도가 통계학적으로 유의하게 증가하였으나(p<.05), 그룹Ⅱ에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p>.05)(Table 5).

4) 양하지 지지기

신경가동술 적용 전과 후 양하지 지지기의 변화를 비교한 결과, 그룹Ⅰ과 그룹Ⅱ 모두의 양하지 지지기가 통계학적으로 유의하게 감소하였다(p<.05)(Table 6).

Table 2. Change of SLR angle after sciatic nerve mobilization (unit: degree)

Group		Pre	Post	p
Ⅰ (n=20)	Left	63.48 ± 5.12	84.22 ± 7.50	.00
	Right	64.21 ± 4.35	84.64 ± 6.57	.00
Ⅱ (n=20)	Left	81.27 ± 6.21	92.87 ± 8.60	.02
	Right	80.98 ± 5.68	93.34 ± 5.64	.03

Values are showed mean ± S.D.

Table 3. Change of step length after sciatic nerve mobilization (unit: cm)

Group		Pre	Post	p
Ⅰ (n=20)	Left	47.39 ± 9.23	51.35 ± 11.33	.02
	Right	48.27 ± 8.35	52.36 ± 10.65	.03
Ⅱ (n=20)	Left	46.74 ± 6.52	51.47 ± 9.67	.03
	Right	47.29 ± 5.98	50.92 ± 10.23	.04

Values are showed mean ± S.D.

Table 4. Change of stride length after sciatic nerve mobilization (unit: cm)

Group		Pre	Post	p
Ⅰ (n=20)	Left	95.29 ± 16.72	102.84 ± 19.72	.02
	Right	96.37 ± 17.35	103.48 ± 20.15	.03
Ⅱ (n=20)	Left	94.12 ± 14.38	102.11 ± 18.67	.01
	Right	95.32 ± 15.64	101.85 ± 19.84	.02

Values are showed mean ± S.D.

Table 5. Change of gait velocity after sciatic nerve mobilization (unit: cm/s)

Group	Pre	Post	p
Ⅰ (n=20)	92.22 ± 18.36	105.41 ± 21.01	.01
Ⅱ (n=20)	93.34 ± 14.01	102.32 ± 19.96	.06

Values are showed mean ± S.D.

Table 6. Change of double support after sciatic nerve mobilization (unit: seconds)

Group	Pre	Post	p
Ⅰ (n=20)	.143 ± .032	.121 ± .030	.00
Ⅱ (n=20)	.145 ± .041	.122 ± .063	.03

Values are showed mean ± S.D.

Ⅳ. 고 찰

노인에게 있어 보행능력의 변화는 평형감각 감소, 반응시간의 지연과 뇌손실률 증가, 인지기능의 감퇴와 같은 시스템 기능의 저하를 초래한다고 하였다(Prince 등, 1997). 또한 보행능력은 일상생활에서의 기동성을 의미하는데, 노화가 진행되면 균형 감각이 저하되어 보행속도가 느려지고 보폭이 좁아져 낙상의 위험이 증가하게 된다(Unsworth, 2003). 노인의 낙상 예측 인자로 많이 사용되는 보행속도와 관련된 연구를 보면 Muraki 등(2013)은 노인(평균 68.5세)의 평균 보행속도를 1.24 m/s로 보고하고 있으며 .1m/s의 보행속도 감소 때마다 낙상의 위험이 증가한다고 하였고, 우리나라의 연구에서는 낙상의 경험이 없는 노인(평균 72.4세)의 평균 보행속도를 .67m/s라고 하였으며 .7m/s보다 느린 보행속도는 낙상의 위험인자라고 하였다(Hong 등, 2016).

노인들을 대상으로 한 연구들의 대부분은 근력증가나 균형능력 향상에 집중되어 있는 현실이며 본 연구에서는 여성노인들을 대상으로 궁둥신경가동술을 4주간, 주 3회 적용 후 뻗은다리올림 검사 각도와 보행능력의 변화를 알아보고자 하였다.

Maitland (1985)에 의하면 신경가동술은 축삭 수송을 향상시켜 신경 전도를 촉진시키고, 신경 내 압박 감소로 신경으로의 혈액 순환을 증가시켜 신경과 근육 등 연부조직의 회복을 촉진시킨다고 하였다. Herrington (2006)에 의하면 신경가동술은 신경 및 관련 조직의 기계적 및 생리적 기능을 향상시키는 것을 주요한 목적으로 시행한다고 하였으며, Boyling (2006)은 신경조직을 가동시키는 수단으로 Slider 또는 Tensioner 신경가동치료기법의 사용을 제안하였다.

본 연구에서도 신경가동기법으로 Slider와 Tensioner 기법을 이용해 여성노인의 궁둥신경에 적용했으며 모든 대상자들의 뻗은다리올림 각도 증가를 확인할 수 있었다. De la Rosa Diaz 등(2017)은 유방암 환자들을 대상으로 신경가동술을 적용한 후 어깨관절의 가동범위 증가를 확인하였으며, Nunes 등(2016)도 정중신경에 신경가동술을 적용하여 팔굽관절의 가동범위 증가를 확인하여 본 연구와 동일한 결과를 얻었다.

Shumway-cook 등(1997)에 의하면 모든 낙상 중 10%에서 25%는 균형감소 및 비정상적인 보행 이 원인인 것으로 평가하였으며, Lord 등(1992)도 낙상 경험이 있는 노인들에게서 균형감소와 보행 패턴의 변화를 관찰하여 낙상과 보행능력의 깊은 관련성을 보고하였다. 또한 감소된 보행속도, 짧아진 보폭, 느려진 보폭률은 낙상을 예방해야 하는 노인들에게 공통적으로 나타나는 특성이며(Kressig 등, 2004), 균형에 장애를 가지고 있는 사람들은 불안정한 보행양상을 보인다고 하였다(Shumway-cook과 Woollacott, 2006).

그렇지만 본 연구에서는 신경가동술 중재 이후 모든 군에서 낙상예방에 필요한 보폭, 보장의 유의한 증가를 보였고, 양하지 지지기도 유의한 감소를 보여 보행능력 향상을 관찰할 수 있었으며 이는 낙상 위험인자의 감소를 의미한다고 생각된다. 다만 보행속도에서 그룹Ⅰ은 유의한 증가가 관찰된 반면, 그룹Ⅱ에서는 수치상의 증가는 보였지만 유의한 증가는 나타나지 않았는데 이와 관련 요인에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

이와 같은 결과들은 궁동신경가동술이 뻗은다리올림 각도와 보행능력에 긍정적인 영향을 미쳤음을 의미한다. 또한 낙상의 주된 위험요소가 균형능력의 감소와 깊이 관련되어 있으므로 궁둥신경가동술이 균형능력에 미치는 영향에 대해서도 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 궁둥신경가동술을 65세 이상 여성 노인에게 4주간, 주 3회 적용하여 뻗은다리올림 검사 각도와 보행능력에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 그룹Ⅰ과 그룹Ⅱ 모두에서 뻗은다리올림 각도의 증가를 확인할 수 있었으며, 보행능력에서는 보폭, 보장이 그룹Ⅰ과 그룹Ⅱ 모두에서 증가함을 확인할 수 있었고 양하지 지지기는 두 그룹 모두 감소하였으며 보행속도에서는 그룹Ⅰ에서만 유의한 증가를 확인할 수 있었다.

이러한 결과를 바탕으로 뻗은다리올림 각도와 보행능력이 저하된 노인들에게 궁둥신경가동술을 적용하여 낙상예방 등의 삶의 질 향상을 위한 보다 안전한 중재 프로그램 중 하나로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

References

Alhasan H, Hood V, Mainwaring F. The effect of visual biofeedback on balance in elderly population: a systemic review. Clin Interv Aging. 2017;6(12): 487-97.

Andersen CK, Wittrup-Jensen KU, Lolk A, et al. Ability to perform activities of daily living is the main factor affecting quality of life in patients with dementia. Health Qual Life Outcomes. 2004;21:2-52.

Bellumori M, Uyqur M, Knight CA. High-Speed cycling intervention improves rate-dependent mobility in older adults. Med Sci Sports Exerc. 2017;49(1): 106-14.

Boyling J. Grieve's modem manual therapy: the vertebral column (3rd ed). Edinburgh. UK. Churchill-Livingstone. 2006.

Cho SH, Kim SJ. The effects 12 weeks of combined exercise programs on activities of daily living and quality of living index in the vascular dementia elders. J Korean Soc Phys Med. 2010;5(4):633-44.

de la Rosa Diaz I, Torres Lacomva M, Cerezo Tellez E, et al. Accessory joint and neural mobilizations for shoulder range of motion restriction after breast cancer surgery: a pilot randomized clinical tral. J Chiropr Med. 2017;16(1):31-40.

Ellis RF, Hing WA. Neural mobilization: A systematic review of randomized controlled trials with an analysis of therapeutic efficacy. J Mam Manip Ther. 2008; 16(1):8-22.

Ferragut-Garcias A, Plaza-Manzano G, Rodriguez-Blanco C, et al. Effectiveness of a treatment involving soft tissue techniques and/or neural mobilization techniques in the management of tension-type headache: A randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2017;98(2):211-9.

Ferrucci L, Bandinelli S, Cavazzini C, et al. Neurological examination findings to predict limitations in mobility and falls in older persons without a history of neurological disease. Am J Med. 2004;116(12): 807-15.

Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, et al. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45-to 78—yr-old man and women. J Appl Physiol. 1991;71(2):644-50.

Gilbert KK, Smith MP, Sobczak S, et al. Effects of lower limb neurodynamic mobilization on intraneural fluid dispersion of the fourth lumbar nerve root: an unembalmed cadaveric investigation. J Man Manip Ther. 2015;23(5):239-45.

Goodpaster BH, He J, Watkins S, et al. Skeletal muscle lipid content and insulin resistance: evidence for a paradox in endurance-trained athletes. J Clin Endocrinol Metab. 2001;86(12):5755-61.

Herrington L. Effect of different neurodynamic mobilization techniques on knee extension range of motion in the slump position. J Man Manip Ther. 2006;14(2): 101-7.

Hong C, Won CW, Kim BS, et al. Gate speed cut-off point as a predictor of fall in community-dwelling older adults: three-year prospective finding from living

profiles of elderly people surveys in Korea. Korean J Fam Pract. 2016;6(2):105-10.

Huang BY, Shih YF, Chen WY, et al. Predictors for identifying patients with patellofemoral pain syndrome responding to femoral nerve mobilization. Arch Phys Med Rehabil. 2015;96(5):920-7.

Jung JM, Kim EJ, Yoon YC, et al. The analysis of old person's total antioxidant capacity and free oxygen radical according to exercise frequency of combination exercise. J Korean Soc Phys Med. 2009;4(3):141-8.

Kang HG, Dingwell JB. Effects of walking speed, strength and range of motion on gait stability in healthy older adults. J Biomech. 2008;41(14):2899-905.

Kent-Braun JA, Ng AV, Young K. Skeletal muscle contractile and non-contractile components young and older wonen and men. J Appl Physiol. 2000;88(2):662-8.

Kressig RW, Gregor RJ, Oliver A, et al. Temporal and spatial features of gait in older adult transitioning to frailty. Gait Posture. 2004;20(1):30-5.

Lee HS, Park YJ. The effect of physical activity program for elderly with dementia on cognitive function: meta-analysis of studies in Korea. J Korea Soc Phys Med. 2016;11(2):115-21.

Li G, Papaioannou A, Thabane L, et al. Frailty change and major osteoporotic fracture in the elderly: data from the global longitudinal study of osteoporosis in women 3-Year hamilton cohort. J Bone Miner Res. 2016; 31(4):718-24.

Lim CH, Ko YM. The effects of the combined exercise program on physical fitness and related hormone in elderly women. J Korean Soc Phys Med. 2015;10(1):53-61.

Lindahl E, Tilton K, Eickholt N, et al. Yoga reduces perceived stress and exhaustion levels in healthy elderly individuals. Complement Ther Clin Pract. 2016;24: 50-6.

Lord SR, McLean D, Stathers G. Physiological factors associated with injurious falls in older people living in the community. Gerontology. 1992;38(6):338-46.

Maitland GD. The slump test: Examination and treatment. Aust J Physiother. 1985;31(6):215-9.

Maki BE, McIlroy WE. Postural control in the older adult. Clin Geriatr Med. 1996;12(4):635-58.

Mickle KJ, Caputi P, Potter JM, et al. Efficacy of a progressive resistance exercise program to increase toe flexor strength in older people. Clin Biomech. 2016;40:14-9.

Moldovan M, Rosberq MR, Alvarez S, et al. Aging-associated changes in motor axon voltate-gated Na(+) channel function in mice. Neurobil Aging. 2015;39:128-39.

Muraki S, Akune T, Oka H, et al. Pysical performance, bone and joint diseases, and incidence of falls in Japanese men and women: alongitudinal cohort study. Osteoporos Int. 2013;24:459-66.

Nunes MK, Fontelele Dos Santos G, Martins E Silva DC, et al. Acute effects of neuralmobilization and infrared on the mechanics of the median nerve. J Phys Ther Sci. 2016;28(6):1720-3.

Park IB, Ahn Sy. The effects of exercise with taping on muscle strength and bone mineral density, IGF-1 in blood of elderly women. J Korean Soc Phys Med. 2010; 5(2):289-300.

Prince F, Corriveau H, Hebert R, et al. Gait in the elderly. Gait Posture. 1997;5:128-35.

Resnick HE, Stansberry KB, Harris TB, et al. Diabetes, peripheral neuropathy, and old age disability. Muscle Nerve. 2002;25(1):43-50.

Shacklock M. Improving application of neurodynamic (neural tension) testing and treatment: A message to researchers and clinicians. Man Ther. 2005;10(3): 175-9.

Sharma S, Balthillaya G, Rao R, et al. Short term effectiveness of neural sliders and neural tensioners as an adjunct to static stretching of hamstrings on knee extension angle in healthy individuals: A randomized controlled trial. Phys Ther Sport. 2016;17:30-7.

Shumway-cook A, Gruber W, Baldwin M, et al. The effect of multidimensional exercises on balance, mobility,

and fall risk in community-dwelling older adults. Phys Ther. 1997;77(1):46-57.

Shumway-cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. Philadelphia. Lippincott Wiliams & wilkins. 2006.

Sim HP, Yoon HI, Lee JY. The immediate effects of active ankle ROM exercise on passive straight leg raising. Korean J Orthop Manu Ther. 2010;16(2):40-7.

Talebi GA, Taghipour-Darzi M, Norouzi-Fashkhami A. Treatment of chronic radiculopathy of the first sacral nerve root using neuromobilization techniques: A case study. J Back Musculoskelet Rehabil. 2010;23(3): 151-9.

Unsworth J. Falls in older people: the role of assessment in prevention and care. Br J Community Nurs. 2003; 8(6):256-62.

Uqrenovic S, Jovanovic I, Vasovic L, et al. Morphometric analysis of the diameter and g-ratio of the myelinated nerve fibers of the human sciatic nerve during the aging process. Ana Aci Int. 2016;91(3):238-45.

Villafane JH, Silva GB, Fernandez-Carmero J. Short-term effects of neurodynamic mobilization in 15 patients with secondary thumb carpometacarpal osteoarthritis. J Manipulative physiol Ther. 2011;34(7):449-56.

Wang SJ, Xu DQ, Li JX. Effects of regular Tai Chi practice and jogging on neuromuscular reaction during lateral postural control in older people. Res Sports Med. 2017;25(1):111-7.

Ward RE, Caserotti P, Faulkner KA, et al. Peripheral nerve function and lower extremity muscle power in older men. Arch Phys Med Rehabil. 2014;95(4):726-33.