

## 고유수용성신경근촉진법의 팔 펴 패턴이 반대편 다리의 근활성도에 미치는 영향

김희권<sup>†</sup> · 김건 · 최재원<sup>1</sup> · 정현애<sup>1</sup>

목포과학대학 물리치료과, <sup>1</sup>동신대학교 작업치료과

### The Effect of Arm Extension Patterns of PNF on Muscle Activity of Opposite Lower Extremity

Hee-Gwon Kim<sup>†</sup> · Gyeon Kim · Jae-Won Choi<sup>1</sup> · Hyun-Ae Chung<sup>1</sup>

*Department of Physical Therapy, Mokpo Science University*

*<sup>1</sup>Department of Occupational Therapy, DongShin University*

Received: November 17, 2013 / Revised: December 1, 2013 / Accepted: January 3, 2014

© 2014 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 is to analyze the effect of the arm extension pattern of proprioceptive exercise program on the muscle activity of the opposite lower extremity.

**Methods:** In this study, electromyogram MP150(Biopac system, USA) was applied to 20 healthy male subjects. Arm extension-adduction-internal rotation pattern was applied within initial, mid and end range in sling position and supine position for measurement. And the effect on the activity of rectus femoris and tibialis anterior muscle of the opposite lower extremity was compared and analyzed.

**Results:** The results of this study were summarized as follows:

First, there was a statistically significant difference of the activity of the tibialis anterior muscle within the Initial range in sling position and supine position( $P<0.05$ ).

Second, there was a statistically significant difference of the activity of the tibialis anterior muscle within the end range in sling position and supine position( $P<0.05$ ).

**Conclusion:** Rectus femoris and tibialis anterior muscles shows the higher activity in the supine position than in the sling position. Therefore, the supine position is more appropriate than the sling position to make irradiation on lower extremity muscle with the extension pattern.

**Key Words:** Arm pattern, Sling position, Supine position, Irradiation, Muscle activity

#### I. 서론

인간은 변화하는 주변 환경 속에서 이루어지는 수많은 과제를 일상생활에서 해결하기 위해서는 개인의 신체적 움직임에 의한 기능적 동작이 필수적이다(김선진, 2009). 그러므로 환자와 고객에게 일상생활에서 겪는 기능적 동작의 문제점을 증진시켜주기 위해 사용되고 있는 물리치료 중재에는 치료적 운동 및 전기·광선·물 그 외에도 다양한 방법들이 사용되고

있다. 그 중에서 중추신경계 손상 환자들에게 기능적 향상을 위해 적용되고 있는 중재방법들이 여러 가지가 있으나 국내에서는 3가지 중재방법에 대해서만 건강보험관리공단에서 보험수가로 인정함으로써 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF), Bobath 접근법, 신경발달적치료(neurodevelopmental treatment, NDT) 등을 재활병원이나 요양병원에 근무하는 물리치료사들이 많이 사용하고 있는 현실이다.

고유수용성신경근촉진법은 고유수용기와 외부수용기

<sup>†</sup>Corresponding Author : Hee-Gwon Kim (lightgwon@hanmail.net)

(exteroceptor)를 자극하기 위하여 촉진을 위한 기본 절차(basic procedures)와 치료기법(techniques), 패턴 등을 이용하여 신경근을 활성화하거나 기능적 활동을 촉진하는 치료방법이다(배성수 등, 2003; Adler 등, 2008; Dietz, 2009).

Kisner와 Colby(2002)는 다양한 치료중재 방법 중에서 고유수용성신경근촉진법은 움직임과 기능적 능력을 증진시키고 필요한 반응을 유발하기 위해 대각선과 나선형 운동의 대단위 운동패턴(Feber 등, 2002)을 결합한 신경근촉진 접근법이라 하였다.

고유수용성신경근촉진법은 근육과 힘줄 내의 고유수용기를 자극하여(Jette 등, 2005) 근력 및 지구력, 운동성(Kofotolis 등, 2005; O'Sullivan과 Schmize, 2001), 안정성 그리고 신경근계의 반응에 의한 협응력(이규성 등, 2000; 홍용, 2005; Hjortskoy 등, 2005; O'Sullivan과 Schmize, 2001)을 향상시키는 데 효과적이라고 하였다(Klein 등, 2002).

고유수용성감각은 공간에서 자세, 운동감각, 위치감각, 근수축 타이밍에 관여하며 안뜰기관(vestibula organ)과 협조하여 균형을 유지하고 근긴장을 정상화하여 자세와 움직임을 통제한다(Kandael 등, 2001).

방산(irradiation)은 저항(자극)에 대해 반응이 증가되거나 다른 부위로 확산되는 것을 말하며(Alder, 2008), 강한 분절과 근육에 대해 저항을 적용하는 것은 약한 분절과 근육의 근활성도를 촉진시키기 위해 이용한다(Munn 등, 2004). 그리고 방산은 환자의 기능적 활동 촉진을 위해 치료사가 사용하는 도구(tool) 중 하나로서 임상에서는 반대측 효과, 교차훈련 등의 개념으로 사용되고 있다(Carroll 등, 2006; Koforolis와 Kellis, 2007).

Marcel(2007)은 방산이란 신체의 한 부분의 근육활동이 연결된 근육을 따라 다른 신체 부위의 근육활동을 일으키는 것이라고 하였다. 또한 방산은 몸통의 안정성을 증진시킬 뿐만 아니라 팔다리 근력 증진과 고유수용성 감각을 증진시킨다(Dietz, 2009).

민경옥(2011)은 방산은 매우 큰 자극을 어떤 근육에 주면 좀 더 멀리 떨어진 근육에 까지 영향을 주어 반사적 수축을 일으키게 하는 것이라고 하였다. 고유수용성신경근촉진법은 신체의 강한 부위의 패턴을 이용하면 방산으로 인한 간접적인 영향으로 약한 부위의 근수축을 촉진할 수 있다.

최근에 게재된 선행 연구들을 살펴보면 정상 성인이나 신경계 손상 환자들에게 고유수용성신경근촉진법의 팔 패턴이나 다리 패턴을 적용하여 방산에 의한 몸통이나 다리 근육의 활성도에 미치는 영향을 분석한 연구들은 많은 것을 볼 수 있다. 그러나 팔 패턴의 운동범위가 반대쪽 다리의 위치에 따라 근활성도에 미치는 영향에 대해서는 연구들이 그리 많은 편은 아니었다.

따라서 본 연구의 필요성은 건강한 성인 남학생을 대상으로 슬링 자세와 바로 누운 자세에서 고유수용성신경근촉진법의 팔 펌-모음-안쪽돌림 패턴을 시작·중간·마지막 운동범위에서 적용하였을 때 방산에 의해 반대편 다리의 넙다리곧은근(rectus femoris)과 앞정강이근(tibialis anterior)의 근활성도에 미치는 영향을 제시하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상자 및 기간

본 연구에 참여한 대상자는 고유수용성신경근촉진법을 이해하고 연구실험의 목적에 대해 설명을 들은 후 이에 동의한 MS 대학교 물리치료과에 재학 중인 건강한 남학생 20명을 연구 대상으로 2013년 9월 23일부터 동년 11월 30일까지 무작위 표본 추출하여 실시하였다. 연구 대상자의 선정 조건은 다음과 같다.

- 1) 근골격계에 병리적 이상이 없는 자
- 2) 도수근력검사 결과가 정상(N)인 자
- 3) PNF 패턴의 방향을 이해하는 자
- 4) 팔의 모든 관절의 운동범위가 정상인 자

### 2. 연구 절차 및 측정 방법

연구 대상으로 선정된 건강한 남학생의 반대편 다리의 근활성도 변화를 알아보기 위해 고유수용성신경근촉진법의 팔 펌-모음-안쪽돌림 패턴을 슬링으로 지지한 자세(sling position; hip and knee flexion)와 바로 누운 자세(supine position)에서 시작 범위(Fig 1-1), 중간 범위(Fig 1-2), 마지막 범위(Fig 1-3)에서 적용할 때 표면 근전도를 사용하여 측정하였다.

측정하고자 하는 넙다리곧은근과 앞정강이근들의 근활성도를 표준화하기 위해 도수저항에 대한 최대 수의적인 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction, MVIC)을 측정하여 자료 분석에 이용 하였다. 그리고 슬링 자세와 바로 누운 자세에서 고유수용성신경근촉진법의 팔 펌-모음-안쪽돌림 패턴을 시작·중간·마지막 운동범위에서 3번 반복하였으며, 반복하는 동안 발생하는 근 피로를 방지하기 위해 반복하는 동안에 1분간의 휴식 시간을 주었다. 그리고 각각의 자세에서의 측정은 충분한 시간을 두고 실시하였다.

### 3. 연구 측정 도구

연구 대상자에게 슬링 자세와 바로 누운 자세에서 고유수용성신경근촉진법의 팔 펌-모음-안쪽돌림 패턴을 각각의 운동 범위에서 적용하여 반대편 넙다리곧은근과 앞정강이근의 근전도 신호의 수집과 신호처리를 위해 표면 근전도(MP150, Biopac system, USA) 기구를 사용하였다.

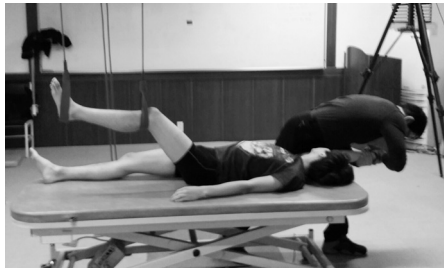


Fig. 1-1. Initial range of extension pattern with sling position



Fig. 1-2. Middle range of extension pattern with sling position



Fig. 1-3. End range of extension pattern with sling position



Fig. 1-4. Initial range of extension pattern with supine position



Fig. 1-5. Middle range of extension pattern with supine position



Fig. 1-6. End range of extension pattern with supine position

근전도의 신호 수집을 위한 표본 추출률(sampling rate)은 1,000Hz로 설정하였고 주파수 대역 필터(band-pass)는 20-50Hz로 설정하였다.

측정을 위한 전극 배치는 SENIAM project(1999)의 방법을 참고로 하였다.

각 근육의 기록전극의 부착부위는 넙다리곧은근과 앞정강근에 부착하였으며 접지전극은 정강거치면(tibial tuberosity)에 부착하였다(Table 1).

Table 1. Electrode location of the lower extremity muscles

Muscle	Electrode location
Rectus femoris (RF)	Approximately placed at 50% of distance between anterior spine iliac superior and apex of the patella
Tibialis anterior (TA)	Approximately placed at 75% of distance from the patella between lateral knee joint space and lateral malleolus

기록 전극인 표면 전극(3M, USA)은 지름이 11.4mm 인 Ag/AgCL을 사용하였으며, 전극을 부착하기 이전에 피부 표면의 저항을 감소시키기 위해 체모를 제거하고 소독용 알코올 솜으로 닦은 뒤 피부를 건조시킨 뒤 부착하여 측정하였다.

근전도 신호의 분석은 Acqknowledge 4.1 software program(Biopac, USA)을 이용하였으며, 이를 통해 실효치 진폭(root mean square; RMS)을 분석하였다. 표면 근전도 자료 값은 근수축할 때 처음의 1초와 마지막의 1초 값을 제외한 중간 3초 값을 평균값으로 사용하였으며, 실효치 진폭으로 기록하였다. 시작, 중간, 마지막 운동범위에서 측정된 근활성도의 자료를 정량화하기 위하여 %MVIC (percentage maximal voluntary isometric contraction)로 표준화 하였다

#### 4. 연구 자료 분석

본 연구의 자료 처리는 Windows SPSS version 12.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 연구 대상자의 일반적 특성에 대해 기술통계를 사용하여 평균과 표준편차를 산출하

였다. 슬링 자세와 바로 누운 자세에서 고유수용성신경근축진법의 팔 펌-모음-안쪽돌림 패턴을 각각의 운동범위에서 적용하여 반대편 다리의 근활성도(%MVIC) 변화를 비교하기 위하여 윌콕슨 부호 순위 검정(Willcoxon signed ranks test) 이용하여 분석하였다. 그리고 모든 통계학적 분석의 유의성을 검증하기 위해 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 정하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구는 건강한 남학생 20명을 대상으로 선정하였으며, 연구 대상자의 일반적 특성을 알아보기 위하여 체성분석기(Inbody J05, Biospace, USA)를 이용하여 측정한 결과는 다음과 같다. 평균 연령은 23.35세이며, 평균 체중은 73.84kg이고 평균 신장은 174.56cm이며, 신체질량지수(BMI)는 23.13kg/m<sup>2</sup> 이었다(Table 2).

Table 2. General characteristics of the subjects(n=20)

Item	Value (mean±SD)
Gender(male)	20
Age(Year)	24.35±2.70
Weight(kg)	73.84±6.84
Hight(cm)	74.56±6.05
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.13±2.89

BMI; Body Mass Index

#### 2. 팔 펌 패턴의 운동범위에 따른 반대편 다리의 근활성도(%MVIC) 비교

슬링 자세와 바로 누운 자세에서 고유수용성신경근축진법의 팔 펌-모음-안쪽돌림 패턴을 시작·중간·마지막 운동범위에서 적용한 결과 반대편 다리의 근활성도에 미치는 변화는 다음과 같이 나타났다(Table 3).

넙다리곧은근과 앞정강이근에서 바로 누운 자세가 슬링 자세보다 팔 펌-모음-안쪽 돌림 패턴을 적용했을 때 시작·중간·마지막의 운동범위에서 근활성도가 높게 나타났으나, 넙다리곧은근과 앞정강이근에서 시작·중간·마지막 운동 범위에서의 근활성도 비교에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

그러나 앞정강이근은 시작 범위의 바로 누운 자세(2.14±2.38)와 슬링 자세(1.05±1.09)에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였고( $p<0.05$ ) 또한 앞정강이근은 마지막 범위의 바로 누운 자세(3.59±7.52)와 슬링 자세(0.90±0.44)에서도 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.05$ ).

### IV. 고 찰

곽선규 등(2012)의 연구에서는 20대의 건강한 성인 남녀를 대상으로 고유수용성신경근축진법의 들어올리기(lifting)를 시작 자세, 중간 자세, 끝 자세에서 최대등척성 수축을 유발하여 반대측의 안쪽넓은근과 앞정강이근, 안쪽 장딴지근에서 끝 자세에서 근활성도가 증가하였다고 보고하였다.

윤해진 등(2012)은 교각운동(bridging exercise)과 고유수용성신경근축진법의 들어올리기 패턴을 결합한 교각운동이 다리 근육의 활성도에 미치는 영향을 비교 분석한 연구에서 고유수용성신경근축진법의 패턴을 결합한 교각운동이 넙다리두갈래근(biceps femoris), 앞정강근, 장딴지근(calf muscle)에서 근활성도가 증가되는 것으로 나타났다고 하였다.

엉덩관절(hip joint) 굽힘 각도에 따른 고유수용성신경근축진법의 다리 굽힘-모음-가쪽돌림 패턴 운동이 몸통 근육의 근활성도의 변화를 알아보는 연구에서 배속빗근(60°), 척주세움근(90°)에서 근활성도가 높게 나타났다고 하였다(기경일 등, 2011).

박태준 등(2011)은 정상 성인을 대상으로 한 연구에서 열린 연쇄 운동과 닫힌 연쇄 운동에 고유수용성신경근축진법의 팔 패턴을 결합하여 적용하였더니 열린 연쇄 운동보다 닫힌

Table 3. Comparison of muscle activity of the opposite lower extremity in accordance with motion ranges of the arm extension pattern(%MVIC)

Position	Muscles					
	Rectus femoris			Tibialis anterior		
	Initial range (mean±SD)	Mid range (mean±SD)	End range (mean±SD)	Initial range (mean±SD)	Mid range (mean±SD)	End range (mean±SD)
Supine	36.50±55.40	36.03±60.18	31.51±56.93	2.14±2.38	1.90±2.40	3.59±7.52
Sling	21.36±32.72	17.18±13.59	18.26±14.29	1.05±1.09	1.11±0.95	0.90±0.44
p	0.77	0.77	0.50	0.01*	0.31	0.02*

\*  $p<0.05$

연쇄 운동에서 안쪽넓은근과 앞정강이근에서 근활성도가 증가하는 결과를 보였다.

한향완(2009)의 연구에서 편측(unilateral) 팔 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴 운동의 마지막 범위에서 적용된 저항이 닫힌 사슬 운동이나 열린 사슬 운동에서 반대편 다리의 근활성도에 변화를 일으킨 것을 방산의 효과로 설명하였다.

박태준(2010)은 운동형상학적인 닫힌 연쇄 운동과 결합한 고유수용성신경근축진법의 팔 패턴이 다리 근육의 근활성도를 증가하는 것으로 나타났다고 하였다.

김경환 등(2006)의 연구에서는 건강한 성인들을 대상으로 바로 누운 자세에서 고유수용성신경근축진법의 팔 굽힘-벌림-바깥돌림 패턴과 들어올리기 패턴의 마지막 자세에서 유지 및 압박을 적용한 결과에서 반대 측 다리의 안쪽넓은근(vastus medialis)과 넓다리두갈래근 및 앞정강근에서 근활성도의 증가 되었다고 보고하였다.

이문규 등(2008)의 연구에서는 건강한 성인 남자를 대상으로 한 실험의 결과에서 고유수용성신경근축진법의 다리패턴이 목굽힘근의 근활성도가 증가하는 것으로 나타났다.

김경환(2005)은 고유수용성신경근축진법을 한쪽 팔에 적용된 패턴이 반대편 다리의 근활성도에 미치는 영향에 관한 연구를 통해 다리의 펌근들에 방산 효과가 나타나는 것을 보고하였다.

본 연구의 결과는 건강한 성인 남자를 대상으로 선정하였고, 대상자 숫자가 적으므로 일반화하기에는 제한점이 있다. 따라서 많은 대상자를 선정한 연구가 필요하고 임상에서 근뼈대계(musculoskeletal system)와 중추신경계 환자에게도 적용하는 연구가 필요하다고 생각된다.

## V. 결론

본 연구에서는 건강한 성인 남자 20명을 대상으로 선정하여 2013년 9월 23일 부터 동년 11월 30일 까지 표면 근전도 MP150을 사용하여 고유수용성신경근축진법의 팔 펌-모음-안쪽돌림 패턴을 각각의 운동범위에 따라 슬링 자세와 바로 누운 자세에서 반대편 다리의 넓다리넓은근과 앞정강이근의 근활성도에 미치는 영향을 비교 분석한 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 앞정강이근에서 슬링 자세와 바로 누운 자세의 시작 범위에서 근활성도에서 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

둘째, 앞정강이근에서 슬링 자세와 바로 누운 자세의 마지막 범위에서 근활성도에서 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

따라서 선행 연구를 분석한 결과들처럼 본 연구에서도 건강한 성인 남자 20대에게 슬링 자세와 바로 누운 자세에서

고유수용성신경근축진법 팔 펌-모음-안쪽돌림 패턴을 실시한 연구 결과가 다리의 근활성도에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 슬링 자세보다는 바로 누운 자세에서 근활성도가 높게 나타났다. 따라서 팔 패턴을 이용하여 다리 근육에 방산을 유발하고자 할 때 고려해야 될 것으로 생각된다. 또한 임상에서 고유수용성신경근축진법의 팔 펌-모음-안쪽돌림 패턴을 환자를 대상으로 시행하여 반대편 다리 근육의 근활성도에 영향을 미치는지를 분석하는 연구가 필요할 것으로 생각한다.

## 참고문헌

- 기경일, 조혁신, 삼선미 등. 엉덩관절 각도에 따른 PNF 하지 굴곡패턴이 체간 근활성도에 미치는 영향. 고유수용성신경근축진법학회지. 9(3):11-17, 2011.
- 김경환, 박지원, 배성수. 편측 상지에 적용된 고유수용성신경근축진법이 반대측 하지의 근활성도에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 4(1): 9-18, 2006.
- 김경환. 편측 상지에 적용된 고유수용성신경근축진법이 반대측 하지의 근활성도에 미치는 영향. 을지의과대학교 보건대학원. 2005.
- 김선진. 운동학습과 제어. 개정판. 대한미디어. 2009.
- 곽선규, 기경일, 김다연 등. 고유수용성신경근축진법의 들어올리기가 반대측 하지의 근활성도에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 10(4): 25-31, 2012.
- 민정옥, 권미지, 김상수 등. 신경계 운동치료학. 도서출판 하늘뜨락. 2011.
- 박태준, 박형기, 김종만. 열린사슬과 닫힌사슬에 따른 PNF 상지패턴이 하지 근활성도에 미치는 영향. 대한물리의학회지. 16(2):215-223, 2011.
- 박태준. 운동형상학적 사슬에 따른 고유수용성신경근축진법 상지 패턴이 하지 근활성도에 미치는 영향. 서남대학교 대학원. 2010.
- 배성수, 이현옥, 구봉오 등. 고유수용성신경근축진법의 변화와 발전. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 1(1):27-32, 2003.
- 이규성, 김문희, 유재숙. 고유수용성신경근축진법과 솔더 휠 방법이 동결절 환자의 관절가동범위와 동통점수에 미치는 영향. 한국체육대학교 스포츠과학연구소 논문집. 19(1):103-111, 2000.
- 이문규, 김종만, 박형기. 고유수용성신경근축진법 중 하지패턴이 경부굴곡근 활성도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 15(1):46-53, 2008.
- 윤혜진, 김경환, 박성훈 등. 교각운동과 들어올리기 패턴을 결합

- 교각운동이 하지 근활성도에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 10(4):49-55, 2012.
- 한향완. 닫힌 사슬운동과 열린 사슬운동 자세에서 편측 상지에 적용된 고유수용성신경근축진법이 하지의 근활성도에 미치는 영향. 고려대학교 의용과학대학원. 석사학위논문. 2009.
- 홍용. 실버태극권과 고유수용성신경근축진법 처치가 여성노인들의 기초체력 변인들에 미치는 영향. 예술문화논총. 159-173, 2005.
- Adler S, Becker D, Buck M. PNF in Practice. An Illustrated Guide. Third Education. Springer. 2008.
- Carroll TJ, Herbert RD, Munn J et al. Contralateral effects of unilateral strength training: Evidence and possible mechanisms. J Appl Physiol. 101(5):1514-1522, 2006.
- Dietz B. Let's sprint, Let's skate, innovationen im PNF-konzept. Germany. Springer. 2009.
- Feber R, OsterningLR, Gravells DC. Effect of PNF stretch technique on knee flexor muscle EMG activity in older adults. J of Electromyography & Kinesiology. 12;391-397, 2002.
- Hermens HJ. SENIAM Project. Roessingh Research and Development. 1999
- Hjortskov N, Hye-Knudsen C, Fallentin N. Lumbar position sense acuity during an electrical shock stressor. BMC Musculoskeletal Disorders. 6(37):1-9, 2005.
- Jette DU, Latham NK, Smout RJ et al. Physical therapy interventions for patients with stroke in inpatient rehabilitation facilities. Phys Ther. 85(3):238-248, 2005.
- Kandael ER, Schwartz JH, Jessel TM. Principles of Neural Science 4th MacGrew Hill Company. 2001.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise foundation and techniques. Forth Education. Philadelphia(PA) F.A. Davis Company. 2002.
- Klein W, Stone W, Philips J et al. PNF Training and Physical Function in Assisted-Living older Adults, Journal of Aging & Physical activity. 10(4):476-488, 2002.
- Koforolis D, Kellis E. Cross-training effects of a proprioceptive neuromuscular facilitation exercise programme on knee musculature. Physical Therapy in Sport. 8:109-116, 2007.
- Kofotolis N, Vrabas IS, Vamvakoudis E et al. proprioceptive neuromuscular facilitation training induced alterations in muscle fiber type and cross sectional area. Br J Sports Med. 39(3):e11, 2005.
- Marcel G. Indirect Treatment Approach of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation in the Recovery of function. PNF Seoul Seminar. 2007.
- Munn J, Herbert RD, Gandevia SC. Contralateral effects of unilateral resistance training: A metaanalysis. J Appl Physiol. 96(5):1861-1866, 2004.
- O'Sullivan SB, Schmitz TJ. Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment. 4th ed. Philadelphia, PA, F.A. Davis Company.520-558, 2001.