

Original Article

Open Access

지연성 근육통 유발 후 유지-이완 기법이 통증과 관절가동범위에 미치는 영향

김지선 · 우영근¹ · 기경일^{2†}

경운대학교 보건복지대학 물리치료학과, ¹전주대학교 의과대학 물리치료학과, ²유성한가죽병원 물리치료실

The Effects of Hold-relax Techniques after Inducing Delayed Muscle Pain on the Pain and Range of Motion of Joints

Ji-Seon Kim · Young-Keun Woo¹ · Kyong-Il Ki^{2†}

Department of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Kyungwoon University

¹Department of Physical Therapy, College of Medical Science, Jeonju University

²Department of Physical Therapy, Yuseong Hangajok Hospital

Received: March 15, 2016 / Revised: April 19, 2016 / Accepted: April 20, 2016

© 2016 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 the present study was to compare the effects of both general hold-relax techniques and hold-relax techniques using pumping on pain due to delayed muscle pain and on the range of motion (ROM) of joints.

Methods: Thirty-nine young adult males and females were randomly assigned either to a hold-relax technique application group of 20 subjects or to a group of 19 subjects with hold-relax techniques applied using a pumping application. Tenderness thresholds, the ROM of joints, and pain intensities were measured on the biceps of the nondominant arm of the subjects in both groups before exercises were performed to induce delayed muscle pain. Tenderness thresholds were again measured 24hours, 48hours, and 72 hours after inducing delayed muscle pain. The relevant intervention methods were applied to the two groups after conducting the measurement at 48hours. As a statistical analysis method, repeated measure ANOVAs were conducted to examine the tenderness thresholds, ROMs of elbow joints, and pain intensities in the individual groups at the time points.

Results: At 48 hours and 72 hours after application of the interventions, the general hold-relax technique application group showed greater changes in the tenderness thresholds, the ROMs of elbow joints, and the pain intensities than did the group applying hold-relax techniques using a pumping application ($p > 0.05$).

Conclusion: Based on the results of the present study, the application of hold-relax techniques is thought to have beneficial effects on pain resulting from delayed muscle pain and on limited ROMs of joints.

Key Words: Delayed onset muscle soreness, Hold relax, Biceps

†Corresponding Author : Kyong-Il Ki (ki3579@hanmail.net)

I. 서론

지연성 근육통(delayed onset muscle soreness, DOMS)은 근건접합부에 위치한 근섬유의 수축성 요소들의 미세 손상이 그 원인으로 알려져 있다. DOMS는 익숙하지 않은 동작을 갑작스럽게 실시하게 되면 발생하며, 특히 고강도의 원심성 운동을 시행했을 때 두드러지게 나타난다(Cheung et al, 2003; Tidball, 2005). 운동 이후 8-12시간 이후부터 발생하며 48-72시간에 최고조에 이르게 되고 5-7일 사이에 증상이 사라지게 된다(Kisner & Colby, 2007). 이와 같은 DOMS의 완화를 위해 스트레칭, 마사지, 운동치료, 초음파, 전기치료, 약물치료 등이 일반적으로 사용되고 있다(Cheung et al, 2003).

스트레칭 방법 중 정적 스트레칭을 흔히 사용하였으나, 정적 스트레칭은 적용 시 통증 증가를 일으켜 DOMS의 증상 완화를 위한 치료적 측면에서 비효율적이다(Witvrouw et al, 2004). 반면 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)을 이용한 스트레칭 방법인 유지-이완 기법은 통증을 유발하지 않는 범위 내에서 시행할 수 있는 이점이 있어 근골격계 질환자들의 재활 영역에서 널리 사용되고 있다(Sullivan et al, 1992).

유지-이완 기법은 골지건기관(Golgi tendon organ)을 자극하여 근육의 상호 수축과 연부 조직의 신장을 유발한다(Cornelius & Hands, 1992). 유지-이완 기법은 근육이 제한된 범위에서 길이를 신장시키는 방법으로 제한된 지점에서 등척성(isometric) 운동을 실시한다. 등척성 수축으로 신장된 근육은 새로운 범위의 끝지점으로 수동적인 움직임이 가능해진다(Puentedura et al, 2011).

임상에서는 DOMS의 증상 완화를 위해 스트레칭 방법들이 주로 사용하고 있다(Sullivan et al, 1992). 하지만 선행 연구들은 주로 유지-이완 기법과 중재를 적용하지 않은 일반적인 회복군의 비교를 실시한 것이거나(Lee et al, 2007) 유지-이완 기법과 다른 물리적 인자 치료 기법들에 대한 비교 연구가 주를 이루고

있다(Kim et al, 2000). 따라서 본 연구는 DOMS를 유발한 후 유지-이완 기법과 변화된 유지-이완 기법인 펌핑을 이용한 유지-이완 기법이 통증과 관절가동범위(range of motion, ROM)의 회복에 미치는 효과를 비교하고자 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

연구대상자는 경상북도 소재 A 대학에 재학 중인 20대 남녀 대학생 39명(남자 20명, 여자 19명)을 그 대상으로 하였다. 구체적인 대상자의 선정 기준은 다음과 같다. 최근 6개월 이내에 상지에 저항운동을 하지 않은 자, 상지에 병리학적 질환 및 수술 병력이 없는 자를 그 대상으로 하였다. 실험 전 참가자들에게 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명하고 실험참여에 대한 동의를 대상으로 연구를 실시하였다. 제비뽑기를 통해 무작위로 유지-이완 기법을 적용한 군(유지-이완군), 펌핑을 이용한 유지-이완 기법 적용군(펌핑군)으로 나누어 배정하였다.

2. 측정 도구

1) 압통 역치

디지털 압통계(AP 1114, JTECH Medical Industries, Inc., USA)를 이용해 압력 통증을 측정하였다. 압통계의 끝은 1cm² 크기의 고무판이 부착되어 있으며 이 끝부분으로 신체 물렁조직(soft tissue)에 압력을 가한 후 압통을 정량화하여 측정하는 장치이다(Fisher, 1987). 측정부위는 위팔두갈래근(biceps)의 발통점에서 실시하였는데 발통점의 위치는 위팔두갈래근의 먼쪽 1/3 지점으로 근건접합부(musculotendinous junction)에 근접한 부분이다(Itoh et al, 2008). 먼저 연구대상자들에게 통증 역치에 대한 인식을 교육하기 위해 우세측 손등에 압통계를 적용하였다. 그 다음 비우세측 위팔두갈래근의 발통점에 압통계를 수직이 되게 위치시킨

후 압력이 통증으로 변하는 순간 "그만"이라고 말하게 하였다. 이때 연구자는 연구대상자가 통증을 느낀 압력을 기록하였다. 측정은 총 3회 실시하였으며, 각 측정마다 1분간의 휴식을 취하도록 하였다(Kim et al, 2001).

2) 관절가동범위(Range of motion; ROM)

디지털 각도계(Dualer IQ, JTECH Medical Industries, Inc., USA)를 이용해 팔꿈관절의 ROM을 측정하였다. 디지털 각도계는 두 개의 센서로 구성되어 있으며 편평한 테이블에 팔을 지지한 상태에서 스트랩으로 아래팔(forearm)과 위팔(upper arm)에 센서를 부착하였다. 측정은 어깨관절 90도 굽힘, 팔꿈관절 중립(neutral) 위치를 시작 자세로 하여 팔꿈관절의 움직임을 실시하였다(Kashyap, 2011). 측정은 총 3회 실시하였다.

3) 통증 강도

시각적 유사척도(visual analogue scale, VAS)를 이용해 통증강도 및 불편감을 측정하였다. 평가방법은 100 mm 직선의 왼쪽 끝(0)은 통증이 전혀 없는 상태, 오른쪽 끝(100)은 참을 수 없을 정도의 최대 통증 상태로 연구대상자가 스스로 느껴지는 통증 및 불편감 정도가 어느 정도인지를 선 위에 직접 표시하도록 하였다(Chang & Jeong, 2001).

3. 연구 절차

1) 지연성 근육통 유발 방법

DOMS 유발을 위해 비우세측 팔꿈관절에 아령을 사용하여 운동을 실시하였다. 대상자가 팔꿈관절 0~145°의 범위에서 단 한번 최대로 들어올릴 수 있는 아령의 무게를 1RM으로 설정하였다(Kisner & Colby, 2007). 1RM의 60%에 해당하는 무게를 적용하였다(Lee et al, 2007). DOMS 유발을 위한 동작은 대상자가 팔을 체간에 붙이고 선 자세에서 팔꿈관절이 145° 굽힘(flexion) 상태에서 시작하여 완전히 펴(extension)이 될 때까지 원심성 수축 운동을 실시하였다(Kim et al,

2000). 이 원심성 수축 운동은 1회에 8초가 소요되도록 하였으며, 대상작용 방지를 위해 연구자의 감독 하에 동작을 실시하였다. 15회 반복을 1세트로 하여 5세트를 실시하였으며, 세트간 휴식시간은 60초로 하였다(Kim et al, 2000; Lee et al, 2007).

2) 연구 과정

모든 연구대상자들은 DOMS 유발을 위한 원심성 운동 실시 이전, 운동 이후 24시간, 48시간에 평가를 실시하였다. 먼저 모든 연구대상자들의 압통역치, 팔꿈관절 ROM, VAS를 측정하고 DOMS 유발을 위한 운동을 실시하였다. DOMS 유발 운동 이후 24시간에 대상자들의 압통역치, 팔꿈관절 ROM, VAS를 측정하였다. DOMS 유발 운동 이후 48시간에는 대상자들의 압통역치, 팔꿈관절 ROM, VAS를 측정 후 각 그룹에 배정하여 해당 중재 방법에 따른 치료를 받게 하였다. DOMS 유발 운동 이후 72시간에 대상자들의 압통역치, 팔꿈관절 ROM, VAS를 측정하였다.

4. 중재 방법

1) 유지-이완 기법

연구대상자는 의자에 바로 앉은 상태에서 비우세 팔을 체간에 붙힌 후 치료를 실시하였다. 연구자는 수동적으로 연구대상자가 통증을 호소하는 지점까지 팔꿈관절을 편 후 연구대상자의 위팔두갈래근에 연구자가 10초 동안 저항을 주어 등척성 수축을 유지, 10초 동안 이완을 적용하였다(Almasi et al, 2014). 이와 같은 과정을 1세트로 하여 전체 5세트를 실시하였으며, 세트 간 휴식시간은 60초로 하였다. 다음 세트로 진행 시 새로운 팔꿈관절 범위에서 치료를 실시하였다.

2) 펌핑을 이용한 유지-이완 기법

펌핑기법은 주동근의 일시적인 수축 후 빠른 이완을 실시하여 근육내 혈액량 증가를 일으켜 근육의 회복을 돕는다(Kisner & Colby, 2007). 펌핑을 이용한 유지-이완 기법은 유지-이완 기법과 시작 자세와 치료

적용 과정은 동일하게 적용하였으며, 유지-이완 시간을 1초 유지, 1초 이완하는 방법으로 이와 같은 과정 10회를 1세트로 적용하였다. 전체 5세트를 실시하였으며, 세트 간 휴식시간은 60초로 하였다. 다음 세트로 진행 시 새로운 팔굽관절 범위에서 치료를 실시하였다.

5. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS 18.0 for Windows 프로그램을 이용하여 통계처리하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계로 처리하여 평균 표준편차로 제시하였다. 연구대상자들의 정규성 분포를 알아보기 위해 콜모고로브-스미노브(Kolmogorov-Smirnov)검정을 실시하였다. 시간대 별 각 군의 압통역치, 팔굽관절 ROM, VAS를 알아보기 위하여 반복측정 분산분석(Repeated ANOVA)를 실시하였다. 통계적 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참가한 연구 대상자들은 젊은 성인 남녀 39명(남자 20명, 여자 19명)으로 유지-이완군 20명, 펌핑군 19명이었다. 유지-이완군의 평균연령은 19.75 ± 0.44 세, 키는 168.55 ± 9.32 cm, 몸무게는 62.10 ± 13.06 kg이었다. 펌핑군의 평균연령은 20.05 ± 1.08 세, 키는 168.26 ± 7.41 cm, 몸무게는 63.58 ± 11.61 kg이었다(Table 1).

2. 시간대 별 군간 변화

시간대 별 압통역치는 유지-이완군과 펌핑군 모두

운동 전보다 24시간, 48시간, 72시간 이후에 감소하였다. 또한, 중재를 적용한 후 시점인 72시간 이후의 압통역치는 중재 적용 전인 48시간과 비교하였을 때 두 군 모두 압통역치가 증가하였다($p < 0.05$). 압통역치의 감소는 통증이 증가하는 것을 의미한다(Table 2). 군간 차이비교에서 두 군간의 차이는 없었으나($p > 0.05$), 시간대 별 압통역치의 변화는 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$)(Table 3). 두 군간의 차이는 나타나지 않았으나, 유지-이완군이 펌핑군보다 48시간과 72시간 사이 압통역치의 변화가 더 큰 것으로 나타났다($p < 0.05$).

시간대 별 팔굽관절 ROM은 유지-이완군과 펌핑군 모두 운동 전보다 24시간, 48시간, 72시간 이후에 감소하였다. 또한, 중재를 적용한 후 시점인 72시간 이후의 팔굽관절 ROM은 중재 적용 전인 48시간과 비교하였을 때 유지-이완군에서 ROM이 증가하였다($p < 0.05$)(Table 2). 군간 차이비교에서 두 군간의 차이는 없었으나($p > 0.05$), 시간대 별 ROM의 변화는 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$)(Table 4).

시간대 별 VAS는 유지-이완군과 펌핑군 모두 운동 전보다 24시간, 48시간, 72시간 이후에 증가하였다. 또한, 중재를 적용한 후 시점인 72시간 이후 VAS는 중재 적용 전인 48시간과 비교하였을 때 두 군 모두에서 감소하였다($p < 0.05$)(Table 2). 군간 차이비교에서 두 군간의 차이는 없었으나($p > 0.05$), 시간대 별 VAS의 변화는 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$)(Table 5). 두 군간의 차이는 나타나지 않았으나, 유지-이완군이 펌핑군보다 48시간과 72시간 사이 압통역치의 변화가 더 큰 것으로 나타났다($p < 0.05$).

Table 1. General characteristics of subjects (N=39)

Source of variation	Hold-Relax Group (n=20)	Pumping Hold-Relax Group (n=19)
Age (years)	19.75 ± 0.44^1	20.05 ± 1.08
Height (cm)	168.55 ± 9.32	168.26 ± 7.41
Weight (kg)	62.10 ± 13.06	63.58 ± 11.61

¹Mean±SD

Table 2. Mean value of between groups

Source of variation		Hold-Relax Group (n=20)	Pumping Hold-Relax Group (n=19)
perceived muscle soreness	pre	6.69±2.50 ¹	6.65±3.39
	post 24hr	4.07±1.71	3.94±2.40
	post 48hr	4.07±1.51	4.36±1.80
	post 72hr	5.16±1.52	4.54±2.34
range of motion	pre	141.96±5.39	138.17±6.48
	post 24hr	133.72±5.17	133.09±5.78
	post 48hr	136.05±5.23	134.58±7.32
	post 72hr	138.34±5.72	134.35±9.32
VAS	pre	0.00±0.00	0.00±0.00
	post 24hr	6.20±1.64	5.16±2.41
	post 48hr	5.85±2.11	4.53±2.37
	post 72hr	2.65±1.31	3.61±1.74

¹Mean±SD

Table 3. Results of between group effects on perceived muscle soreness

Source of variation	df	Type III sum of Sq.	Mean Square	F	P
Time	1	3793.73	3793.73	263.53	0.00
Time × Group	1	0.60	0.60	0.42	0.84
Error	37	532.64	14.40		

Table 4. Results of between group effects on range of motion

Source of variation	df	Type III sum of Sq.	Mean Square	F	P
Time	1	2895440.76	2895440.76	23557.27	0.00
Time × Group	1	237.73	237.73	1.94	0.17
Error	37	4547.70	122.91		

Table 5. Results of between group effects on VAS

Source of variation	df	Type III sum of Sq.	Mean Square	F	P
Time	1	1847.79	1847.79	264.81	0.00
Time × Group	1	8.41	8.41	1.21	0.28
Error	37	258.18	6.98		

IV. 고찰

DOMS 회복을 위한 치료 방법으로 스트레칭 방법이 흔히 사용하고 있다. 다양한 스트레칭 방법 중 유지-이완 기법에 대한 효과는 기존 연구들에서 입증되었다(Almasi et al, 2014; Lee et al, 2007; Sullivan et al, 1992). 하지만 변형된 유지-이완 기법 중 하나인 펌핑을 이용한 유지-이완 기법에 대한 효과에 이 두 방법에 대한 비교 연구의 결과는 제시되지 않고 있다. 본 연구는 유지-이완 기법과 펌핑을 이용한 유지-이완 기법의 효과를 비교하기 위해 실시하였다. 연구의 결과 두 방법 모두 압통역치, 팔꿈관절 ROM, VAS에 효과적이었으나, 유지-이완 기법이 더 DOMS 완화에 효과적인 것으로 나타났다.

본 연구에서는 유지-이완 기법과 펌핑을 이용한 유지-이완 기법을 각각 5세트씩 적용하였다. 선행 연구들에서는 정적 스트레칭보다 유지-이완 기법을 사용한 스트레칭 방법이 DOMS 완화에 더 효과적이라고 하였다(Hasani et al, 2014; Spemoga et al, 2001). 이에 본 연구에서는 DOMS를 유발시킨 다음 중재 방법으로 유지-이완 기법과 펌핑을 이용한 유지-이완 기법을 적용하였다. 또한 DOMS는 운동 후 12시간부터 발생되어 48-72시간에 최고조에 이르게 된다(Kisner & Colby, 2007). 이에 본 연구에서는 DOMS의 변화를 알아보기 위해 운동 실시 이전, 운동 이후 24시간, 48시간, 72시간에 평가를 실시하였다(Oh, 2013).

본 연구의 결과 유지-이완 기법과 펌핑을 이용한 유지-이완 기법이 DOMS에 의해 나타난 압통, 팔꿈관절 ROM의 제한, 통증강도를 완화시키는데 유의한 차이를 보이지 않았다. 운동 이후 48시간에 압통, 팔꿈관절 ROM의 제한, 통증강도 등이 운동 이전보다 증가하는 경향을 보였으며, 48시간 시점에서 각각 유지-이완과 펌핑을 이용한 유지-이완을 적용한 후 72시간에 평가를 실시한 결과 유지-이완군에서 압통, 팔꿈관절 ROM의 제한, 통증강도의 측정치 모두 더 많은 폭으로 감소하였다. 유지-이완 기법을 적용한 군이 중재를 적용하지 않은 대조군 또는 정적인 스트레칭을 적용한

군보다 더 효과적으로 DOMS로 인해 발생한 통증과 관절제한이 감소하였다는 선행 논문들의 결과가 본 논문의 결과를 지지한다(Lee et al, 2007; Puentedura et al, 2011; Spemoga et al, 2001). DOMS는 원심성 수축과 같이 근원섬유의 길이가 증가되는 과정에서 손상을 받아 발생하는 것으로 알려져 있다(Fridén & Lieber, 2001). 유지-이완 기법은 근육의 원심성 수축이 아닌 근육의 상호 수축을 유발하는 방법으로 DOMS 완화에 도움이 되는 것으로 여겨진다. 반면 펌핑을 이용한 유지-이완 기법은 빠른 수축과 이완을 반복적으로 실시하는 방법으로 근육의 회복을 위한 충분한 시간이 주어지지 않아 유지-이완 기법보다 효과가 작게 나타난 것으로 보인다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 젊은 성인 남녀를 대상으로 하여 본 연구의 결과를 모든 연령의 대상자들에게 적용하기는 어려움이 있다. 둘째, 대상자 수가 작아 실험 결과를 일반화시키기에는 어렵다. 따라서, 향후 연구에서는 다양한 연령층 대상자들로 유사한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

IV. 결론

본 연구는 DOMS에 유지-이완 기법과 펌핑을 이용한 유지-이완 기법의 효과를 알아보기 위해 시행하였다. 그 결과 유지-이완 기법과 펌핑을 이용한 유지-이완 기법보다 DOMS로 인한 증상의 완화에 효과적인 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구의 결과 DOMS로 인한 통증과 ROM의 움직임 제한에 PNF의 유지-이완 기법의 적용이 유익할 것으로 생각된다. 본 연구는 작은 수의 대상자로 하여 일반화하기에는 어려움이 있으므로, 향후 많은 수의 대상자를 통한 연구가 계속 이루어져야 할 것이다.

References

- Almasi J, Jalalvand A, Farokhroo N. The effect of PNF stretching and therapeutic massage combination treatment on markers of exercise induced muscle damage. *International Journal of Biosciences*. 2014;4(4): 217-228.
- Chang CH, Jeong DH. Effectiveness of therapeutic sports massage in delayed onset muscle soreness. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 2001; 13(2):359-371.
- Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine*. 2003;33(2):145-164.
- Cornelius WL, Hands MR. The effects of a warm-up on acute hip joint flexibility using a modified PNF stretching technique. *Journal of Athletic Training*. 1992;27(2): 112-114.
- Fisher AA. Pressure threshold measurement for diagnosis of myofascial pain and evaluation of treatment results. *The Clinical Journal of Pain*. 1987;2(4):207-214.
- Fridén J, Lieber RL. Eccentric exercise-induced injuries to contractile and cytoskeletal muscle fibre components. *Acta Physiologica Scandinavica Journal*. 2001; 171(3):321-326.
- Hasani AH, Bakhtiari AH, Khalili 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):e23465.
- Itoh K, Ochi H, Kitakoji H. Effects of tender point acupuncture on delayed onset muscle soreness (DOMS)—a pragmatic trial. *Chinese Medicine*. 2008;3(1):1-5.
- Kashyap SN. Assessment of postural stress among inmates of old age home in india. *Anthropologist*. 2011;13(1): 43-46.
- Kim JM, Park JS, Kim WH, et al. The effect of hold-relax technique and cryotherapy on delayed onset muscle soreness. *Physical Therapy Korea*. 2000;7(1):22-31.
- Kim SY. The effects of cryotherapy on delayed onset muscle soreness. *The Journal of Korean Academy of Physical Therapy*. 2001;8(2):131-137.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: Foundations and techniques, 5th ed. Philadelphia, F.A. Davis Co. 2007.
- Lee SY, Yi CH, Choi MS. Effects of PNF technique on delayed onset muscle soreness after eccentric exercise. *Physical Therapy Korea*. 2007;14(4):1-6.
- Oh DW. Effects of warm-up and cool-down exercises for preventing delayed onset muscle soreness on pain and muscle activation. *Physical Therapy Korea*. 2013;20(1):28-35.
- 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.
- Spemoga SG, Uhl TL, Arnold BL, et al. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *Physical Therapy in Sport*. 2001;36(1):44-48.
- Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrell TW. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1992;24(12):1383-1389.
- Tidball JG. Inflammatory processes in muscle injury and repair. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2005; 288(2):R345-353.
- Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L, et al. Stretching and injury prevention: an obscure relationship. *Sports Medicine*. 2004;34(7):443-449.