

근전도-생체되먹임 훈련이 무릎넓다리통증의 기능적 능력과 Q-각에 미치는 영향

박승규¹, 강재영²

¹세한대학교 물리치료학과, ²세한대학교 일반대학원 물리치료학과

Effects of EMG-Biofeedback Training on Functional Ability and Q-angle in Patellofemoral Pain Syndrome

Seung-Kyu Park¹, Jae-Young Kang²

¹Department of Physical Therapy, Sehan University, ²Department of Physical Therapy, Graduate School, Sehan University

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effect of closed kinetic chain exercise using EMG-biofeedback for selective training of the vastus medialis oblique on functional ability and Q-angle in subjects with patellofemoral pain syndrome.

Methods: Thirty participants who met the criteria were included in this study. Participants were randomly allocated to the control group (Group I, n=10), closed kinetic chain exercise group (Group II, n=10), and closed kinetic chain exercise using EMG-biofeedback group (Group III, n=10). Intervention was performed in three groups, three times per week, for a period of six weeks. Kujala patellofemoral score and Q-angle were measured before and after the experiment.

Results: Some significant differences in kujala patellofemoral score were observed in group II and group III, compared with group I ($p<0.01$). There was no significant difference on in Q-angle at knee flexion angle 0° . However, some significant differences in Q-angle at knee flexion 60° were observed in group III, compared with group I ($p<0.01$).

Conclusion: Closed kinetic chain exercise using EMG-biofeedback that provides real-time biometric information on selected muscles in order to increase the efficiency of treatment may be helpful in improvement of functional ability and Q-angle in patellofemoral pain syndrome.

Key Words: Electromyographic biofeedback, Functional ability, Q-angle, Patellofemoral pain syndrome

1. 서론

무릎넓다리통증증후군(patellofemoral pain syndrome, PFPS)은 무릎 꿇기, 장시간 앉기, 스쿼트, 계단 오르고 내리기 동안에 무릎 앞쪽 또는 뒤쪽에 나타나는 통증으로 정의된다.¹

일반적으로 활동적인 사람이나 젊은 성인에게 자주 나타나며 남성에 비해 여성의 발생률이 더 높다.²

무릎넓다리통증증후군의 병인은 아직 명확하지는 않지만, 잠재적인 위험요소로는 하지 근육의 유연성 부족과 과도한 Q-각, 무릎뼈의 압박이나 기울어짐, 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 불균형을 들 수 있으며, 이들 중 무릎의 가쪽끌림을 야기하는 안쪽빗넓은근의 약화가 가장 중요한 원인으로 고려되어지고 있다.³⁻⁵ Emami등⁶은 무릎넓다리 통증증후군 증상을 보이는 외래 환자를 대상으로 정상인 보다 Q-각의 증가를 확인하였고, Messier 등⁷은 달리기를 많이 하는 운동선수 중에서 무릎넓다리통증증후군 환자의 Q-각이 정상인 보다

Received Mar 17, 2014 Revised Apr 8, 2014

Accepted Apr 9, 2014

Corresponding author Jae-Young Kang, xpeed1541@hanmail.net

Copyright © 2014 The Korea Society of Physical Therapy
This is an Open Access article distribute 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.

크다는 것을 발견하였다. 그러므로 무릎뼈의 가쪽끝림을 감소시키기 위하여 안쪽빗넓은근을 선택적으로 강화시키고 우선적으로 수축시키도록 하는 훈련이 매우 중요하다.⁸

무릎넙다리통증증후군 환자의 보편적인 물리치료 중재 방법은 넙다리네갈래근의 근력강화운동을 실시하는 것이다.⁹ 근력강화운동은 개방사슬운동과 폐쇄사슬운동으로 나뉘는데, 개방사슬운동은 넙다리네갈래근의 힘이 증가함에 따라 무릎넙다리 관절의 압박력이 증가하여 통증을 야기시키는 것으로 보고되었다.^{10,11} 그에 반하여 스쿼트와 같은 폐쇄사슬운동은 넙다리두갈래근과 넙다리네갈래근의 협력수축으로 인하여 높은 안정성을 제공하며, 기능적인 범위 내에서 무릎넙다리관절에 최소한의 스트레스를 제공하므로 효과적이고 안전한 운동방법이다.^{12,13}

생체되먹임은 근육 또는 움직임에 대해 실시간으로 정보를 제공함으로써 적절한 근수축, 신체정렬 상태 유지 및 정상적인 움직임을 이끌어내는데 효과적이며, 운동학습을 촉진시키는데 효과적인 방법이라고 하였다.^{14,15} McConnell 등¹⁶은 이러한 실시간 정보전달을 통해 선택적으로 안쪽빗넓은근의 강화를 유도하여 하었다고 보고 하였으며, Park과 Kim¹⁷은 무릎관절 전치환술 환자에게 근전도-생체되먹임을 결합한 운동을 실시한 결과 선택적인 근력의 향상을 보고하였다. 그러나 최근까지도 무릎넙다리통증 증후군 환자를 위해 폐쇄사슬운동은 하지 재활 및 훈련을 위한 운동으로 많이 사용되어지고 있지만, 치료의 효율성을 높이기 위하여 폐쇄사슬운동 시 해당 근육의 실시간 생체정보가 제공되는 근전도-생체되먹임을 이용한 연구는 많이 부족한 실정이다.¹⁸

따라서 본 연구의 목적은 무릎넙다리통증증후군을 가진 대상자를 위해 폐쇄사슬운동 시 근전도-생체되먹임을 이용하여 안쪽빗넓은근을 선택적으로 조절함으로써 무릎넙다리관절의 기능적 능력과 Q-각에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 전남 소재 M대학교 여자 대학생 중 Nijs등¹의 연구 방법을 수정하여 스쿼트, 무릎 꿇기, 달리기, 계단보행, 의자에서 30분 동안 앉아 있기 중에서 2개 이상 무릎 앞쪽에 통증이 있는 경우에 클라크 검사(Clark's test)와 원심성 스텝 검사(Eccentric step test)를 실시하여 두 가지 검사에서 한 개 이상 양성인 자이며, 본 연구의 목적을 충분히 설명한 후 자발적 동의를 받은 자를 대상으로 선정하였다. 연구 대상자는 총 30명으로 아무런 처치를 하지 않은 대조군(I), 폐쇄사슬운동군(II), 근전도-생체되먹임을 이용한 폐쇄사슬운동군(III)으로 각 10명씩 무작위 배정 하였으며, 6주 동안 주 3회, 30분/일 실시하였다(Table 1).

2. 실험방법

1) 폐쇄사슬운동

본 운동 시 대상자의 자세는 양팔은 가볍게 팔짱을 낀 자세에서 양 발은 어깨넓이만큼 벌린 다음 체간은 기립을 유지하기 위하여 등을 벽에 붙인 상태로 수행하였다.¹⁹ 운동을 실시하기 전 자세에 대한 교육을 충분히 실시한 후 무릎을 60° 까지 구부려 10초간 스쿼트 자세를 유지한 후 다시 일어서도록 하였다. 휴식시간은 20초로 하여 주 3회 30분씩 실시하였다. 스쿼트 운동을 하는 동안 각도는 다리 외측에 부착한 전자각도계(Simple Sensor Twin Axis Goniometer, Biopac, 미국)를 이용하여 일정하게 유지시켰다(Figure 1A).

2) 근전도-생체되먹임을 이용한 폐쇄사슬운동

본 운동 시 안쪽빗넓은근의 근활성을 선택적으로 유도하기 위하여 근전도-생체되먹임(MyMed 132, Enraf Nonius, 네덜란드) 을 사용하였다. 채널 1은 안쪽빗넓은근의 근복에 배

Table 1. General characteristics of the subject

	Group I (n=10)	Group II (n=10)	Group III (n=10)
Age (years)	21.80 ± 1.22	21.40 ± 0.96	20.80 ± 0.91
Height (cm)	161.81 ± 5.05	159.90 ± 4.17	156.75 ± 6.09
Weight (kg)	55.18 ± 3.35	53.91 ± 2.74	51.72 ± 4.16
BMI (kg / m ²)	22.28 ± 4.99	21.58 ± 2.84	20.77 ± 2.19

Values are presented as mean ± standard deviation

Group I : control

Group II : closed kinetic chain exercise

Group III : closed kinetic chain exercise using EMG biofeedback

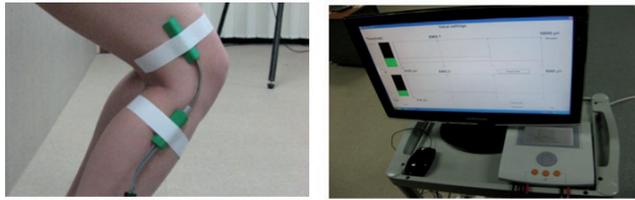


Figure1.



Figure2.

치하였고, 채널 2는 가쪽넓은근에 근육에 배치하였다.²⁰ 대상자가 근전도-생체피드백 신호를 쉽게 확인할 수 있도록 모니터는 앞에 놓아두었으며, 수축시간은 10초, 휴식시간은 20초로 하여 주 3회 30분씩 실시하였다(Figure 1B).

3. 측정방법

1) 기능적 능력 평가

기능적 능력을 평가하기 위해서 kujala patellofemoral score (KPS)를 사용하였다.²¹ KPS는 자가 평가(self-reported) 형식의 13문항으로 이루어진 설문지로 총 점수가 0점에서 100점까지이다. 100점에 가까울수록 기능적으로 정상인 상태를 나타낸다.

2) 무릎각도에 따른 Q-각 측정

본 연구에서 대상자의 무릎 각도에 따른 Q-각을 측정하기 위하여 Vicon Motion Systems Limited(Oxford, 영국)등을 내장한 컴퓨터에 적외선 카메라가 연결되어 있는 Vicon MX motion analysis system(Vicon, Oxford Metrics Group, 영국)를 이용하여 측정하였으며, Q-각을 측정하기 위하여 무릎뼈 중심과 정강뼈끼친면에 마커(marker)를 부착하였다.²² 무릎 굴곡 각도가 0° 일 때 Q-각을 측정하기 위하여 대상자는 선 자세에서 앞을 똑바로 본채 편안한 자세로 무릎이 펴진 상태에서 기립하였고, 무릎 굴곡 각도가 60° 일 때 Q-각의 측정은 스쿼트를 하기 위하여 무릎을 굽혀 내려가다가 무릎 굽힘 각도가 60° 가 되어지면 다시 원래의 자세로 되돌아가게 하였다.²³ Vicon motion capture system을 통해 얻어진 데이터를 Vicon Nexus와 Polygon 프로그램으로 처리하였고,

이를 다시 수치화하여 3회씩 측정한 평균값을 계산하였다(Figure 2A,B).

3. 통계처리

본 연구의 모든 자료들은 IBM SPSS Statistics 19.0(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 통계처리 하였다. 각 측정 항목의 정규분포성을 알아보기 위하여 단일표본 Shaphiro-wilk 검정을 실시하였고, 각 군 간의 기능적 능력과 Q-각의 변화에 대한 차이는 공분산분석(ANCOVA)을 이용하여 분석하였으며, 사후분석으로 Bonferroni 검정을 실시하였다. 모든 통계학적 분석의 유의성을 검증하기 위해 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 결과

1. 기능적 능력의 변화

기능적 능력 척도의 군 간 변화의 차이를 공분산분석 한 결과 군 간 변화는 유의한 차이를 나타내었으며($p < 0.01$), Bonferroni 사후분석 결과 Group I에 비하여 Group II($p < 0.05$), Group III ($p < 0.05$)에서 유의한 차이를 나타내었다 (Table 2).

2. Q-각의 변화

1) 무릎 굴곡 각도가 0° 일 때 Q-각의 변화

무릎 굴곡 각도가 0° 일 때 Q-각의 군 간 변화의 차이를 공분산분석 한 결과 Group II와 Group III에서 감소한 경향을 나타내었으나 유의한 차이는 없었다.

2) 무릎 굴곡 각도가 60° 일 때 Q-각의 변화

무릎 굴곡 각도가 60° 일 때 Q-각의 군 간 변화의 차이를 공분산분석 한 결과 군 간 변화는 유의한 차이를 나타내었으며($p < 0.01$), Bonferroni 사후분석 결과 Group I에 비하여 Group III ($p < 0.05$)에서 유의한 차이를 나타내었다(Table 3).

IV. 고찰

무릎뱀다리통증증후군은 스포츠의학이나 정형외과분야에서 마주치는 가장 흔한 증상 중의 하나이며, 통증은 주로 계단을 오르고 내리기, 장시간 무릎 꿇고 앉기, 스쿼트와 같은 무릎 뱀다리관절에 압박력이 가해지는 활동에 의해 악화 되어진다.^{24,25} 무릎뱀다리통증증후군의 보존적인 치료방법으로

Table 2. The change of Kujala patellofemoral score in each groups (score)

	Group I (n=10)	Group II (n=10)	Group III (n=10)	F	p	Post-hoc
Pre	79.10 ± 5.40	78.90 ± 6.31	78.20 ± 4.36	5.45	0.01 †	I - II *
Post	79.90 ± 5.25	84.90 ± 4.72	85.60 ± 4.67			I - III *

Values are presented as mean ± standard deviation

Group I : control

Group II : closed kinetic chain exercise

Group III : closed kinetic chain exercise using EMG biofeedback

* p<0.05, † p<0.01

Table 3. The change of Q-angle in each groups (°)

	Group I (n=10)	Group II (n=10)	Group III (n=10)	F	p	Post-hoc
0°	Pre	21.35 ± 3.60	20.75 ± 2.31	2.64	0.09	I - III *
	Post	21.13 ± 3.46	20.38 ± 2.16			
60°	Pre	24.37 ± 3.49	23.77 ± 2.19	5.68	0.01 *	
	Post	24.42 ± 3.48	23.08 ± 2.07			23.77 ± 3.01

Values are presented as mean ± standard deviation

Group I : control

Group II : closed kinetic chain exercise

Group III : closed kinetic chain exercise using EMG biofeedback

* p<0.01

근력강화를 위한 운동치료를 실시하였을 때 통증을 감소시키고 기능을 향상시킨다고 하였다.²⁶ 하지만 근래의 연구 경향은 근력강화에만 집중하지 않고 무릎뼈에 대한 안쪽 빗넓은근의 조절 향상과 기능적인 수행능력 향상에 초점을 맞추고 있으며, 환자의 관리에 있어 비약물적(non-pharmacological), 비수술적(non-surgical) 물리치료 중재 효과에 대한 연구가 부족한 실정이다.^{27,28} 이에 본 연구는 무릎넙다리통증증후군을 가진 대상자에게 아무것도 하지 않은 대조군(I)과 폐쇄사슬운동군(II), 근전도-생체되먹임을 이용한 폐쇄사슬운동군(III)으로 나누어 무릎넙다리관절의 기능적 능력과 Q-각에 미치는 영향을 알아보고 이에 대한 결과를 비교, 분석하고자 하였다.

무릎넙다리통증증후군 환자에 대한 치료의 효과를 평가하기 위하여 다양한 종류의 측정도구가 사용되어지고 있으며 기능적 능력을 평가하기 위하여 많은 연구에서 KPS를 사용하고 있다.²⁹ Fehr 등³⁰은 무릎넙다리통증증후군 환자를 대상으로 개방사슬운동과 폐쇄사슬운동을 실시하여 폐쇄사슬운동군에서 더 많은 기능적 능력 점수의 증가를 보고 하였으며, Dursun 등¹⁴은 무릎넙다리통증증후군 환자에게 4주간의 일반 운동프로그램만 실시한 그룹과 근전도-생체되먹임을 병행한 일반 운동프로그램으로 나누어 비교하여 두 군 모두에서 중재 후 기능적 지수 설문지 (Functional Index

Questionnaire, FIQ)에서 유의한 증가를 보였다고 하였다. 본 연구에서도 중재 전·후 KPS를 이용하여 기능적 능력을 측정된 결과 대조군에 비하여 나머지 실험군에서 유의한 차이를 나타내었다. 각 중재를 통해 근력향상과 넙다리네갈래근과 넙다리두갈래근의 협력수축으로 인하여 무릎뼈의 안정성을 향상시켜 기능적 능력 향상에 효과적으로 영향을 준 것으로 생각된다.

최근에는 삼차원 동작 분석 시스템을 이용하여 스쿼트와 같은 기능적인 동작 시에 무릎뼈의 주행 및 Q-각에 대한 정량적인 분석이 시도되고 있으며, 무릎넙다리통증과 Q-각이 높은 상관관계를 보인다고 하였다.^{23,31,32} Tunay 등³³은 무릎넙다리통증증후군 환자를 3그룹으로 나누어 다양한 중재 방법을 이용하여 치료 후 Q-각이 모든 군에서 유의하게 감소되었다고 하였으며, Cabral 등³⁴은 22명의 무릎넙다리통증증후군 환자를 개방사슬운동군과 폐쇄사슬운동군으로 나누어 운동을 실시한 후 각 군에서 Q-각은 감소하였지만 군 간 유의한 차이는 없었다고 하였다.

본 연구에서는 무릎넙다리통증증후군을 가진 대상자의 무릎 굴곡 각도가 0° 일 때 Q-각은 중재 후 대조군에 비하여 나머지 두 군에서 수치상 감소는 나타냈지만 유의한 차이는 없었으며, 굴곡 각도가 60° 일 때 Q-각은 근전도-생체되먹임을 통해 선택적으로 안쪽빗넓은근의 강화를 유도하여 전위

되었던 무릎뼈의 위치에 영향을 주어 기능적인 변화를 준 것으로 생각된다. 본 연구의 제한점으로는 지역적 제한과 적은 대상자로 인해 모든 무릎넓다리통증증후군을 가진 대상자에게 일반화 하기 어려웠고, 연구 대상자의 일상생활 통제에 어려움이 있었다.

본 연구를 통해 무릎넓다리통증증후군을 가진 대상자에게 치료의 효용성을 높이기 위하여 폐쇄사슬운동 시 해당 근육의 실시간 생체 정보가 제공되는 근전도-생체피드백을 이용하여 근 활성도를 자가 조절함으로써 근 조절 반응능력을 향상시켜 기능적 능력의 증가와 Q-각의 감소를 확인하였다. 추후 다양한 재활 훈련 프로그램 내에 근전도-생체피드백을 활용함으로써 환자가 치료의 주체가 될 수 있는 한가지 방안을 제시한 것으로 생각된다.

참고문헌

- Nijs J, Van Geel C, Van der auwera C et al. Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome. *Man Ther.* 2006;11(1):69-77.
- Boling M, Padua D, Marshall S et al. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci sports* 2010;20(5):725-30.
- Collins NJ, Bisset LM, Crossley KM et al. Efficacy of nonsurgical interventions for anterior knee pain: systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Sports Med.* 2012;42(1):31-49.
- Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dyn Med.* 2008;26(7):9.
- Yip SL, Ng GY. Biofeedback supplementation to physiotherapy exercise programme for rehabilitation of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil.* 2006;20(12):1050-7.
- Emami MJ, Ghahramani MH, Abdinejad F et al. Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. *Arch Iran Med.* 2007;10(1):24-6.
- Messier SP, Davis SE, Curl WW et al. Etiologic factor associated with patellofemora pain in runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(9):1008-15.
- Park S, Lee WJ, Park JW. Differences of onset timing between vastus medialis and lateralis during knee isometric contraction on individuals with genu varum or valgum. *J Kor Soc Phys Ther.* 2014;26(1):9-14.
- Han SW. A SEMG analysis of knee joint angle during close kinetic chain exercise and open kinetic chain exercises in quadriceps muscle. *J Korean Soc Phys Ther.* 2004;16(3):401-11.
- Kramer PG. Patella malalignment syndrome: rationale to reduce excessive lateral pressure. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1986;8(6):301-9.
- Doucette SA, Child DD. The effect of open and closed chain exercise and knee joint position on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;23(2):104-10.
- Wilk KE, Escamilla RF, Fleisig GS, Barrentine SW et al. A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercises. *Am J Sports Med.* 1996;24(4):518-27.
- Steinkamp LA, Dillingham MF, Markel MD et al. Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. *Am J Sports Med.* 1993;21(3):438-44.
- Dursun N, Dursun E, Kilic Z. Electromyographic biofeedback-controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(12):1692-5.
- Kim YK, Song JC, Choi JW et al. Functional electric stimulation-assisted biofeedback therapy system for chronic hemiplegic upper extremity function. *J Korean Soc Phys Ther.* 2012;24(6):409-13.
- McConnell J. Management of patellofemoral problems. *Man Ther.* 1996;1(2):60-6.
- Park SK, Kim JH. Effects of EMG-biofeedback training on total knee replacement patients' lower extremity muscle activity and balance. *J Korean Soc Phys Ther.* 2013;25(2):81-7.
- Vastus medialis oblique and vastus lateralis electromyographic activities during closed kinetic chain exercises in male athletes with and without patellofemoral pain syndrome. Kyunghee University. Dissertation of Master's Degree, 2008.
- Bevilaqua-Grossi D, Felicio LR, Simoes R et al. Electromyographic activity evaluation of the patella muscles during squat isometric exercise in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Revis Bras Med Esp.* 2005;11(3):159-63.
- Kim DY, Kim SH, Lim YE et al. Effect of EMG biofeedback training and taping on vastus medialis oblique for function improvement of patient with patella malalignment. *J Korean Soc Phys Ther.* 2008;20(3):35-44.
- Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK et al. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy.* 1993;9(2):159-63.
- Yoon NY, Park JS, Jeong HS et al. The comparative study on age-associated gait analysis in normal Korean. *J Korean Soc Phys Ther.* 2010;22(2):15-24.
- Park SK, Yang DJ, Park JM et al. Analysis of patellar tracking and Q-angle during semi-squat exercise. *Korean Journal of Sport Biomechanics.* 2011;21(1):107-14.
- Wilk KE, Davies GJ, Mangine RE et al. Patellofemoral disorders: a classification system and clinical guidelines for nonoperative rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998; 28(5):307-22.

25. Serrao FV, Cabral CMN, Berzin F et al. Effect of tibia rotation on the electromyographical activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis longus muscles during isometric leg press. *Phys Ther Sport*. 2005;6(1):15–23.
26. Heintjes E, Berger MY, Bierma-Zeinstra SM et al. Exercise therapy for patellofemoral pain syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;(4):CD003472.
27. Han SW, Yoon JR. Effect of rehabilitation exercise and backward walking and neuromuscular electrical stimulation on the quadriceps muscle function in patients with patellofemoral pain syndrome. *Exercise Science*. 2008;17(4):463–72.
28. Crossley K, Bennell K, Green S et al. A systematic review of physical interventions for patellofemoral pain syndrome. *Clin J Sport Med*. 2001;11(2):103–10.
29. Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM et al. Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(5):815–22.
30. Fehr GL, Junior AC, Cacho EWA et al. Effectiveness of the open and closed kinetic chain exercises in the treatment of the patellofemoral pain syndrome. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2006;12(2):56–60.
31. Sheehan FT, Derasari A, Fine KM et al. Q-angle and J-sign: indicative of maltracking subgroups in patellofemoral pain. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;486(1):266–75.
32. Herrington L. Does the change in Q angle magnitude in unilateral stance differ when comparing asymptomatic individuals to those with patellofemoral pain? *Phys Ther Sport*. 2013;14(2):94–7.
33. Tunay VB, Baltaci G, Tunay S et al. A comparison of different treatment approaches to patellofemoral pain syndrome. *Pain Clin*. 2003;15(2):179–84.
34. Cabral CMN, Melim AMO, Sacco ICN et al. Physical therapy in patellofemoral syndrome patients: comparison of open and closed kinetic chain exercises. *Acta Ortop Bras*. 2008;16(3):180–85.