PNF and Movement, 2019; 17(2): 311-319
https://doi.org/10.21598/JKPNFA.2019.17.2.311

Print ISSN: 2508-6227
Online ISSN: 2508-6472

Original Article

Open Access

무릎넙다리통증증후군 환자의 계단보행 시 발뒤꿈치뼈 교정 테이핑이 슬개대퇴각과 하지근육에 미치는 영향

오강오 · 이상열†

경성대학교 일반대학원, [1]경성대학교 물리치료학과

Effects of Calcaneus Fixation Taping on Quadriceps Angle and Lower Limb Muscles During Stairway Gait of a Patient with Patellofemoral Pain

Kang-O Oh · Sang-Yeol Lee†

Department of Physical Therapy, Graduated school of Kyungsung University,
[1]Department of Physical Therapy, Kyungsung University

Received: June 14, 2019 / Revised: July 11, 2019 / Accepted: July 18, 2019
ⓒ 2019 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: This study was conducted to determine the structural change in knees caused by quadriceps angle and the muscle activity in lower limbs. Indirect intervention was provided by using taping for stability in the ankle joints, which affected patellofemoral pain.

Methods: The subjects in this study were 20 patients with patellofemoral pain who visited OOO Hospital in Busan. The visual analogue scale measured the dynamic quadriceps angle and the degree of pain felt by the patients while walking down stairs, which was a known factor of patellofemoral pain. In addition, muscle activities in the rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis, tibialis anterior, peroneus longus, and biceps femoris, which affect the knees and ankles, were measured using surface electromyography. The muscle activities were converted into %RVC for this study. The data obtained in this study were analyzed with the Wilcoxon signed-rank test using the SPSS Ver. 25.0 statistical program. The significance level α was 0.05.

Results: The study results showed that the pain and dynamic quadriceps angle were significantly reduced statistically when applying the calcaneus fixation taping ($p<0.05$). Muscle activity in the lower limbs was significantly decreased in the vastus medialis, vastus lateralis, and tibialis anterior ($p<0.05$).

Conclusion: The summary of the study results verified that the calcaneus fixation taping reduced the pain and dynamic quadriceps angle by providing stability in the ankle joints. It also produced efficient movement due to the difference in lower-limb muscle activity.

†Corresponding Author : Sang-Yeol Lee (sjslh486@ks.ac.kr)

Key Words: Patellofemoral pain syndrome, Q-Angle, Muscle activity, Calcaneus taping

Ⅰ. 서 론

무릎넙다리통증증후군(patellofemoralpain syndrome, PFPS)은 무릎 통증을 가진 활동적인 여성에게 가장 빈번하게 발생하며, 근골격계 질환 중 가장 흔한 질환으로 분류된다(Brody &Rhein 1998; Lankhorstet al., 2012). 무릎넙다리통증증후군 원인은 명확하지는 않지만, 넙다리네갈래근각(quadriceps angle, Q-Angle)의 변화, 넙다리두갈래근의 단축과 엉덩관절모음근의 약화, 가쪽넓은근(vastus lateralis, VL)과 안쪽넓은근(vastus medialis, VM)의 불균형, 발뒤꿈치의 가쪽번짐(eversion)으로 인한 무릎뼈의 비정상적인 부정렬을 유발한다(Boling et al., 2009; Nhaet al., 2008).

무릎넙다리통증증후군의 증상 악화 및 바깥쪽 무릎넙다리관절의 스트레스의 내재적 위험인자는 과도한 발의 움직임 및 발뒤꿈치뼈 가쪽번짐(eversion)에 영향을 받는다(Boling et al., 2009). 발뒤꿈치가 과도하게 가쪽번짐을 하게 되면 정강이뼈의 안쪽돌림을 증가 시키고, 엉덩관절의 안쪽돌림에 더 많은 영향을 미쳐 엉덩관절의 모음과 넙다리네갈래근각을 증가시킨다(Tiberio, 1987). 넙다리네갈래근각이 증가할수록 바깥쪽 무릎넙다리관절의 접촉면의 압력이 커지고 넙다리네갈래근각이 감소할수록 안쪽 무릎넙다리관절 접촉면의 압력이 커지는 경향이 있다(Schulthies et al.,1995). 이러한 발의 비정상적인 정렬에 의해 증가된 넙다리네갈래근각은 과도한 무릎뼈의 바깥쪽 이동에 기여하는 요소가 되고(Neumann, 2013), 하지 근육의 길이-장력관계를 변화시켜 적절한 힘을 발생시키지 못하게된다(Anderson et al., 2004).

따라서, 무릎뼈의 정상적인 위치에 유지하기 위해서는 엉덩관절과 무릎관절, 발목관절 및 발의 적절한 근활동이 유지 되어야 하며, 무릎관절을 가로지르는 근육의 약 70%가 엉덩관절과 발목관절을 가로지르고 있어 무릎관절만의 독립적인 움직임이 힘들다(Neumann, 2013). 또한 가쪽넓은근과 안쪽넓은근의 균형 이외에 정강넙다리관절의 운동형상학적 측면에서 넙다리뒤근육이 직접적인 영향을 미치게 됨으로써 무릎넙다리통증에 기여하기 때문에 넙다리네갈래근과 넙다리뒤근육의 종합적인 중재가 필요하다고 하였다(Chester et al., 2008). 무릎넙다리통증증후군의 다양한 중재로는 넙다리네갈래근의 근력강화훈련, 무릎넙다리관절 주변의 연부조직 신장운동, 전기 자극치료, 테이핑이 제안되며(Bennel et al., 2010), 그 중 테이핑은 통증부위인 무릎넙다리관절의 적용으로 통증감소와 비정상적인 무릎뼈의 움직임을 수정하는데 효과가 있었다(Larsen et al., 1995). 하지만 무릎뼈의 직접적인 적용은 테이핑의 효과가 다음 운동 시까지 전이되지 못하며, 무릎뼈의 움직임을 방해하는 요소가 될 수도 있다(Larsen et al., 1995). 또한 안쪽넓은근 및 가쪽넓은근의 근활성도에 영향을 주지 못한다는 상반된 의견도 있어 무릎뼈테이핑 적용에 대한 논쟁은 계속되고 있다(Aminakaet al., 2011).

본 연구는 무릎넙다리통증증후군 환자의 치료적 중재로 발의 부정렬 및 무릎뼈의 비정상적인 활주를 교정하기 위해 멀리건 테이핑과 같은 수동적인 방법을 이용하였다. 이러한 멀리건 테이핑 방법은 Mulligan에 의해 고안되었으며 편평발 및 발바닥근막염의 치료에도 사용되어지고 있다. 멀리건 테이핑의 발뒤꿈치뼈에 적용 목적은 발뒤꿈치뼈의 안쪽번짐(inversion)을 유도하여 가쪽번짐(eversion)을 조절할 수 있도록 하는 것이다(Mulligan, et al., 2014). 대부분의 교정 테이프의 적용은 적용부위의 변화만 확인하고 치료에 적용하고 있다. 하지만 이러한 방법의 적용은 테이프의 적용부위에 치료사의 도수적인 접근을 제한하게 된다. 따라서 본 연구는 무릎넙다리통증증후군 환자에게 발목관절의 안정성을 제공하는 테이핑을 사용하여 연접한 관절에 간접적인 중재를 제공함으로써 나타나는 넙다리네갈래근각과 하지근육의 근활성도를 통하여

무릎의 구조적인 변화를 알아보기 위하여 실시하였다.

Ⅱ. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 2019년 3월 1개월간 부산 소재 OOO병원에 내원하는 무릎 통증을 호소하는 50대 60대 여자 환자를 대상으로 치료실 원내 게시판을 통해 연구의 목적과 내용을 제시하였고, 자발적 동의를 한 환자들 중 클라크 검사(Clark's test)와 편심성스텝검사(eccentric step test)의 양성반응인경우 대상자로 선정하였다(Fig.1, Fig. 2). 클라크 검사(Clark's test)는 피검사자가 바로 누운 자세에서 검사자가 손을 무릎뼈 위에서 아래쪽으로 밀면서 고정하고 피검사자는 넙다리네갈래근을 수축한다. 이 동작에서 통증을 느끼면 양성반응으로 판정한다(solomon at al., 2001). 또한, 편심성스텝검사(eccentric step test)는 피검사자가 맨발로 20㎝높이의 계단에 서서 한쪽 다리를 천천히 바닥에 내려놓도록 한다. 이 동작을 수행할 때 편심성 수축을 하는 다리에 통증을 느끼면 양성반응으로 판정한다(Nijs at al, 2006).

선정기준에 따라 증상이 있는 환자20명을 무작위 선정하였고, 신경학적질환, 엉덩관절무릎 및 발목수술 경험이 있는 자, 허리뼈 및 척추질환의 근골격계통증을 호소하는 자, 테이핑의 알러지가있는 자, 족부보조기를 착용하는자는 대상에서 제외하였다.

2. 연구도구 및 측정 방법

1) 발뒤꿈치뼈 교정 테이핑

본 연구에서는 편평발 및 발바닥근막염에 많이 사용되어지는 멀리건 테이핑을 적용하였으며, 피검사자는 테이블의 가장자리 밖으로 발이 나오도록 펴고 바로 누운 자세를 취한 다음 정강이뼈를 고정하고 발뒤꿈치뼈를 안쪽번짐(inversion)으로 고정하여 그 위치에 유지될 수 있도록 첫 번째 테이프를 탄력없이 바깥쪽 복사뼈 밑에서 시작하여 안쪽 복사뼈를 지나 하지 주변의 위쪽 사선방향으로 붙였다. 두 번째 테이프는

Fig. 1. Clark' test.

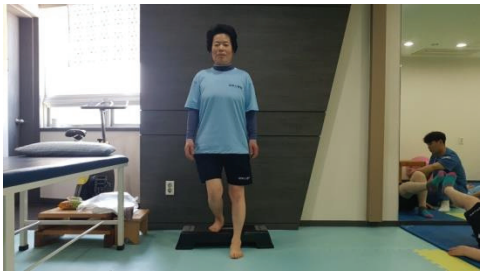

Fig. 2. Eccentric step test.

Fig. 3. Calcaneus taping.

Fig. 3. Calcaneus taping.

첫 번째 적용한 테이프를 더 많이 고정하고 효과를 증진시키기 위해 발뒤꿈치뼈의 안쪽번짐을 유지한 상태에서 겹쳐서 붙였다(Mulligan, 2014)(Fig. 3). 이때 테이프는 면소재의 30㎜ 비탄력으로 사용하였다.

2) 동적 넙다리네갈래근각(dynamic quadriceps angle, D-Q-Angle)

동적 넙다리네갈래근각을 측정하기 위해 X-ray (SIG-40-525, Ecoray Inc., Korea)검사 장비를 이용하였다. 동적 넙다리네갈래근각은 20㎝스텝박스를 이용하여 계단내리기 자세를 취하고 비검사측다리의 엄지발가락이 지면에 닿을 때 X-ray를 이용하여 촬영 하였다. 촬영된 방사선 사진에서 위앞엉덩뼈가시(ASIS)와 무릎뼈 중앙을 이은 선과 정강뼈거친면과 무릎뼈 중앙을 이은 선이 만나 이루는 각도를 Pacs를 이용하여 측정하였다(Fig. 4).

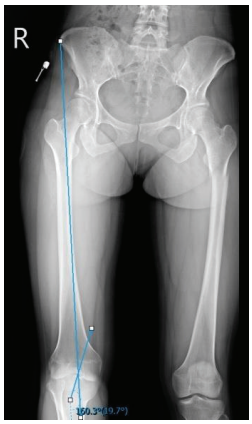

Fig. 4. Dynamic Q-Angle.

3) 근활성도

본 연구는 무릎넙다리통증증후군 환자의 계단을 내려가는 보행에서의 넙다리네갈래근에서 근활성도와 발목의 안정성을 형성하는 근육의 근활성도를 측정하였다. 계단은 폭 29㎝ 높이 17㎝ 경사도 52°였다. 계단보행 시 지지측 하지의 근활성도를 알아보기 위하여 검사측 하지의 엄지발가락이 바닥에 닿는 순간부터 비검사측 엄지발가락이 바닥에 닿는 순간을 측정하였으며, 5개의 계단의 내려가는 동안 측정하여 첫 계단과 마지막 계단에서의 측정값을 제외한 3회의 평균값을 분석에 사용하였다(Fig. 5). 표면근전도시스템(Myosystem TM DTS, Noraxon Inc., USA)을 사용하여 하지근육의 근활성도를 측정하였으며, 측정된 결과는 근전도 분석 프로그램(Biomechanical analysis software MR 3.8, Noraxon Inc., USA)를 사용하여 분석하였다. 표면전극은 Ag/AgCl 전극(IWC-DTS, 9113A-DTS, Noraxon INC., USA)을 사용하였으며 전극의 간격은 1~2㎝로 하여 부착하였다. 표면전극을 적용하기 전에 피부저항을 줄이고 전극이 피부에 잘 고정되도록 하기 위하여 알콜솜으로 닦아 청결함을 유지하였다. 근전도의 신호의 표본 추출률은 1,024Hz로 설정하였으며 대역통과필터 20~500Hz와 60Hz 노치필터를 이용하여 필터링하였다. 수집된 신호는 RMS (root mean square)값으로 정량화 하였다. 측정된 근육 활성도의 정규화(normalization)를 위하여 기준 수축값을 측정하였다. 기준 수축값은 해부학적 자세(anatomical position)로 10초간 바로 선 자세에서 측정하여 시작과 끝 3초를 제외한 중간 4초를 분석에 사용하였다(Fig. 6). 기준 수축값을 바탕으로 각 근육의 활성도를 %RVC로 환산하여 본 연구에 사용하였다.

Fig. 5. Muscle activity.

Fig. 6. Muscle activity.

4) 연구 자료 처리 및 분석

수집된 자료의 통계분석은 SPSS Ver. 25.0(SPSS Inc., USA) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 발뒤꿈치뼈의 교정 테이핑적용에 따른 통증, 동적 넙다리네갈래근각 그리고 하지 근활성도를 비교하기 위해 wilcoxon 부호 순위 검정을 사용하였으며, 통계학적 유의수준은 α는 0.05이다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 연구 대상자는 20명으로 연령은 58.40±4.17세, 신장은 157.38±5.42㎝, 체중은 56.58±8.15㎏, 체지방률은 22.81±2.61㎏/㎡ 이였다. 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (n=20)

Characteristics	Mean±SD
Age (years)	58.40±4.17
Height (㎝)	157.38±5.42
Weight (㎏)	56.58±8.15
BMI (㎏/㎡)	22.81±2.61

2. 발뒤꿈치뼈 교정 테이핑 적용 전·후비교

본 연구의 결과 발뒤꿈치뼈 교정 테이핑적용 전·후에 따라 통증에서 5.45점에서 2.15점으로 통계적으로 유의한 감소를 보였고($p<0.05$), 동적 넙다리네갈래근각의 평균각도에서 19.97° 에서 16.81°로 통계적으로 유의한 감소를 보였다($p<0.05$). 평균 근활성도 변화에서 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 앞정강근에서 통계적으로 유의한 감소를 보였으며($p<0.05$), 넙다리곧은근, 긴종아리근, 넙다리두갈래근은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$)(Table 2).

Ⅳ. 고 찰

무릎넙다리통증증후군 환자는 오랜시간 동안 앉아있기, 쪼그려 앉기, 계단보행등의 무릎에 부하가 지속적으로 가해지는 경우 무릎뼈 앞쪽에 국소적으로 통증을 호소한다(Aminaka et al., 2001). 이러한 통증의 원인으로 무릎 주변의 근육의 불균형 및 과도한 발의 움직임과 발뒤꿈치뼈의 가쪽 번짐에 있다고 하였다(Boling et al., 2009). 이러한 무릎넙다리통증증훈군의 원인을 해소하기 위하여 물리치료분야에서 직접적인 근육의 강화를 위한 운동치료적 접근을 하고 있다. 하지만 이러한 운동치료적 접근을 위해서는 발목과

Table 2. Comparison of pain, Q-angle and muscle activities according to applying taping (Unit)

		Taping pre	Taping Post	Z	P
VAS (point)		5.45±0.21	2.15±0.22	-4.01	0.00*
Dynamic Q-angle (degree)		19.97±0.57	16.81±0.46	-3.92	0.00*
Muscle Activity (%RVC)	RF	720.52±130.62	665.93±112.20	-1.16	0.10
	VL	1096.91±216.38	952.75±195.38	-2.24	0.02*
	VM	1491.96±245.36	1359.91±216.06	-2.17	0.03*
	TA	2252.98±311.26	1426.21±247.54	-3.02	0.00*
	PL	824.65±134.84	717.36±108.88	-1.83	0.06
	BF	842.04±162.53	794.66±149.64	-0.64	0.52

*$p<0.05$, Mean±SE
VAS; visual analoge scale
RF; rectus femoris, VL; vastus lateralis, VM; vastus medialis, TA; tibialis anterior, PL; peroneus longus, BF; biceps femoris

무릎의 정렬을 수정한 후 접근하는 방식이 필요하다. 본 연구에서는 멀리건테이핑을 이용한 발목의 정렬 수정이 무릎넙다리통증증후군 환자의 무릎관절의 정렬 수정과 통증 및 근육 활성에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

멀리건 테이핑은 피부에 붙임으로써 피부 기계수용기를 자극하며(Hopperet al., 2009), 피부 기계수용기의 자극은 관절의 움직임과 신호를 인지하는데 도움을 주고(Simoneau et al., 1997), 운동신경을 활성화 시킨다(Macgregor et al.,. 2005). 따라서 이를 통해 멀리건 테이핑이 자세조절능력과 안정성을 향상 시킬 수 있다고 제안하였다(Hopper et al., 2009). 또한 Vicemzino 등(2007)은 멀리건 테이핑이 단순한 근육의 고정이 아닌 제한된 수동적 움직임과 수동적 종속운동을 회복시켜줌으로써 완전한 관절가동범위 및 관절의 재정렬을 통해 통증을 줄여주고 기능 향상을 위한 목적으로 사용되어지고 있다고 하였다.

만성 발목증후군 환자에게서 멀리건 테이핑은 정강이뼈의 바른 정렬을 유지시켰으며(Delahunr et al., 2010), 만성 발목증후군을 갖고 있는 운동선수들의 기능적 수행 능력을 향상시켰다(Someeh et al., 2015). 이러한 멀리건 테이핑은 발바닥굽힘을 제한하고 만성 발목증후군의 안정성을 향상시키고, 잠재적으로 신경근 억제를 시키므로써 발목관절에 보다 바른정렬의 효과를 제공 할 수 있다고 제안하였다(Delahunr et al., 2010). 발목관절의 가쪽번짐은 엉덩관절과 정강뼈의 모음 및 안쪽회전의 원인이 되며, 이러한 원인들은 무릎뼈의 가쪽트레킹(Lateral Tracking)을 증가시켜 무릎관절 안쪽 스트레스를 증가로 인해 무릎뼈의 비정상적인 트레킹이 일어난다고 보고하였다(McConnell, 1986). 따라서 본 연구에서 발뒤꿈치뼈의 안쪽번짐을 유도하여 가쪽번짐을 조절하기 위하여 멀리건 테이핑을 이용하여 전・후를 비교하였을 때 동적 넙다리네갈래근각이 유의하게 감소하였고, 통증 또한 유의한 감소의 결과는 Bell 등(2008)과 Refshauge 등(2009)의 연구들에서 관절의 재 정렬 및 정강이뼈의 바른 정렬에 영향을 준다는 점에서 선행연구의 결과들과 일치하는 것을 알 수 있었다.

정상적인 보행 시 체중이 지면에 착지될 때 발바닥근막과 스프링 인대로 충격을 일차적으로 흡수하고 앞정강근과 뒤정강근, 종아리근과 같은 외재근이 발활을 보조하기 위해 작용한다(Calsonet al., 2000). 발목관절의 모음, 안쪽번짐 기능을 하는 앞정강근과 반대로 가쪽번짐과 벌림 기능을 하는 종아리근의 근육이 서로간의 장력을 유지해야 하는데 과도한 가쪽번짐 및 벌림 기능을 하는 종아리근의 과활성으로 인한 발등굽힘의 제한이 나타난다(Bell, et al., 2008). Refshauge 등(2009)은 발목 불안정성을 가진 선수들을 대상으로 한 연구에서 비탄력 발목테이핑은 관절의 발등굽힘 및 발바닥굽힘 제한에 효과적이라고 보고 하였고, Purcell 등(2009)은 비탄력 발목테이핑의 효과가 최소 30분 이상 지속 된다고 하였다. 이와 같이 선행연구들은 비탄력 테이핑이 발목 움직임의 제한으로 인해 안정성을 제공한다고 하였다.

Tang 등(2001)은 무릎넙다리통증증후군 그룹과 정상인 그룹의 무릎각도 변화에 따른 등속성 운동 시 넙다리네갈래근의 근활성도를 비교한 결과, 정상인 그룹의 근활성도가 더 높다고 보고 하였고, Hemington 등(2005)은 무릎뼈 테이핑은 계단오르기 시 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 입각기 동안 최대 근활성도를 감소시켰다(Hemington et al., 2005). 또한 계단보행 시 무릎 테이핑 그룹과 비테이핑 그룹과의 근활성도에서 안쪽넙다리근과 가쪽넓다리근의 유의한 증가를 보였으며, 무릎뼈 테이핑 그룹은 안쪽넙다리근의 상대적 근활성 증가로 인해 무릎관절 안쪽의 안정성을 향상시켰다고 하였다(Kim, 2011). 하지만 Lee 등(2017)은 무릎넙다리통증증후군의 엎침발을 가진 환자를 대상으로 계단 내려오기 수행 시 숏풋운동(short foot exercise)과 테이핑을 비교 연구 한 결과 넙다리네갈래근의 차이는 나타나지 않았으나 테이핑에 비해 작은 발 운동이 엄지벌림근의 활동이 연관성이 있다는 상반된 의견을 제시하였다.

따라서 본 연구에서는 발뒤꿈치뼈의 교정테이핑을 이용하여 전・후를 비교하였을 때 하지근육의근활성

도는 가쪽넓은근, 안쪽넓은근, 앞정강근에서 유의한 감소를 보였다. 하지만 넙다리곧은근, 긴종아리근, 넙다리두갈래근에서는 유의한 차이가 없었다. 본연구를 통해 발뒤꿈치뼈의 교정 테이핑 적용이 발목의 안정성에 제공하여 무릎관절의 기능적 수행능력에 영향을 미친 것으로 사료되며, 발뒤꿈치뼈에 대한 간접적인 테이핑 적용으로 무릎넙다리통증증후군의 치료적 운동을 효과적으로 보조할 수 있는 중재라는 것을 확인할 수 있었다.

V. 결 론

본 연구의 결과는 테이핑에 의해 만들어진 발목의 안정성은 하지의 효율적인 움직임을 생산할 수 있음을 시사한다. 하지만 넙다리곧은근, 긴종아리근, 넙다리두갈래근의근활성도 변화는 나타나지 않았고, 또한 선행연구에서 제시한 무릎넙다리통증증후군의 원인 중 하나인 넙다리두갈래근단축, 넙다리곧은근약화에 대해서는 밝혀내지는 못하였다. 이러한 결과들은 무릎넙다리통증증후군의 증상의 소견을 보이는 환자들에게 필요한 치료적 방법으로 활용이 가능 할 것으로 사료된다.

References

Aminaka N, Pietrosimone BG, Armstong CW, et al. Patellifemoral pain syndrome alters neuromuscular control and kinetic during stair ambulation. *Journal of Electromyigraphy and Kinesiolgy*. 2011;21(5): 645-651.

Anderson MK, Hall SJ, Martin M. Foundations of athletic training: prevention, assessment, and management. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 2004.

Bell DR, Padua DA, Clark MA. Muscle strength and flexibility characteristics of people displaying excessive medial knee displacement. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2008;89(7):1323-1328.

Bennell K, Duncan M, Cowan S, et al. Effects of vastus medialis oblique retraining versus general quadriceps strengthening on vasti onset. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2010;42(5):856-864.

Boling M, Padua D, Marshall S, et al. A prospective investigation of pattellofemoral pain syndrome the joint undertaking to monitor and prevent ACL injury (JUMP-ACL) cohort. *American Journal of Sports Medicine*. 2009; 37(11):2108-2116.

Brody LT, Thein JM. Nonoperation treatment for patellofemoral pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1998;28(5):336-344.

Carlson RE, Fleming LL, Hutton WC. The biomechanical relationship between the tendoachilles, plantar fascia and metatarsophalangeal joint dorsiflexion angle. *Foot & Ankle International*. 2000;21(1):18-25.

Chester R, Smith TO, Sweeting D, et al. The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2008;9(1):64.

Delahunt E, McGrath A, Doran N, et al. Effect of taping on actual and perceived dynamic postural stability in persons with chronic ankle instability. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2010; 91(9):1383-1389.

Herrington L, Malloy S, Richards J. The effect of patella taping on vastus medialis oblique and vastus lateralis EMG activity and knee kinematic vatiables during stair descent. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2005;15(6);604-607.

Hopper D, Samsson K, Hulenik T, et al. The influence of Mulligan ankle taping during balance performance in subjects with unilateral chronic ankle instability. *Physical Therapy in Sport*. 2009;10(4):125-130.

Kim HH. The effect of patellar taping on the EMG activity

of the vastus medialis oblique and vastus lateralis during stair stepping. *Journal of Muscle Joint Health*. 2011;18(2):249-256.

Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM, Van middelkoop M. Risk factors for patellfemoral pain syndrome: a systematic review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2012;42:81-94.

Larsen B, Andreasen E, Urfer A, et al. Patellar taping: a radiographic examination of the medial glide technique. *The American Journal of Sports Medicine*. 1995;23(4): 465-471.

Lee JH, Yoon JW, Cynn HS. Foot exercise and taping in patients with patellofemoral pain and pronated foot. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. 2017;21:216-222.

MacGregor K, Gerlach S, Mellor R, et al. Cutaneous stimulation from patella tape causes a differential increase in vasti muscle activity in people with patellofemoral pain. *Journal of Orthopaedic Research*. 2005;23(2): 351-358.

McConnell J. The management of chondromalacia patellae: a longterm solution. *The Australian Journal of Physiotherapy*. 1986;32(4):245-223.

Mulligan B, Hing W, Hall T, et al. The mulligan concept of manual therapy: textbook of techniques. Australia. Elsevier Health Science. 2014.

Nha KW, Papannagari R, Gill TJ, et al. In vivo patellar tracking: clinical motions and patellofemoral indices. *Journal of Orthopaedic Research*. 2008;26(8):1067-1074.

Neumann DA. Kinesioloy of the musculoskeletal system: foundation for rehabilitation. London. Elsevier Health Sciences. 2013.

Nijs J, Van Geel C, Van der auwera C. Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome. *Physical Therapy*. 2006;11(1): 69-77.

Purcell SB, Schuckman BE, Docherty CL, et al. Differeces in ankle range of motion before and after exercise in 2 tape condition. *American Journal of Sports Medicine*.2009;37(2):383-389.

Refshauge KM, Raymond J, Kilbreath SL, et al. The effect of ankle taping on detection of inversion-eversion movements in participants with recurrent ankle sprain. *American Journal of Sports Medicine*. 2009;37(2): 371-375.

Schulthies SS, Francis RS, Fisher AG, et al. Does the Q angle reflect the force on the patella in the frontal plane? *Physical Therapy*. 1995;75(1):24-30.

Simoneau GG, Degner RM, Kramper CA, et al. Changes in ankle joint proprioception resulting from strips of the athletic tape applied over the skin. *Journal of Athletic Training*. 1997;32(2):141-147.

Someeh M, Norasteh AA, Daneshmandi H, et al. Influence of Mulligan ankle taping on functional performance tests in healthy athletes and athletes with chronic ankle instabillity. *International Joural of Athletic Terapy & Training*. 2015;20(1):39-45.

Solomon DH, Simel DL, Bates DW, et al. The rational clinical examination. Does this patient have a torn meniscus or ligament of the knee? Value of the physical examination. *JAMA*. 2001;286(3):1 610-1620.

Tang SFT, Chen CK, Hsu R, et al. Vastus medialis oblique and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercise in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(10): 1441-1445.

Tiberio D. The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: a theoretical model. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1987;(4):160-165.

Vicemzino B, Paungmail A, Tey A. Mulligan′ mobilization with movement, positional faults and pain relief: Current conceps from acritical review of literature. *Manual Therapy*. 2007;12(2):98-108.

Welsh C, Hanney WJ, Podschun L, et al. Rehabilitation of a Female Dancer with patellofemoral Pain Syndrome: Applying Concepts of Regional Interdependence in Practice. *North American Journal of Sports Physical Therapy*.2010;5(2):85-97.

Woo KY. Chronic wound-associated pain, psychological stress, and wound healing. *Surgical Technology International*. 2012;22:57-65.